

3.4 遮集管ルート計画

以下に Nong Bon 処理区の遮集管ルートとして 4 案抽出し、その中から最適ルートを選定する。遮集管の埋設位置や深さは異なるが、いずれの案も汚水を全雨水吐き室より遮集し、処理場を建設する予定のラーマ 9 世公園隣接地へ流下させるものである。

3.4.1 ルート比較

遮集管のルート選定については以下のような条件を設定した。

- (1) 処理区域内の既存の雨水吐き室を全て遮集する。
- (2) 遮集管は道路下あるいは運河下に敷設する。
- (3) 処理区域はほぼ平坦な地形であるから、各雨水吐き室から処理場まではなるべく最短距離で結ぶようにする。

上記条件のうち、(1)は処理区内の下水を全量処理するために当然のことであり、(2)は 3.3.3 で説明した通りである。(3)は遮集管の全長をなるべく短くし、また管がなるべく深くないようにして、建設費を節減するためである。これらの条件から、試行的に以下の 2 案を想定した。

Option 1：遮集管のほぼ全路線を運河下へ敷設する。

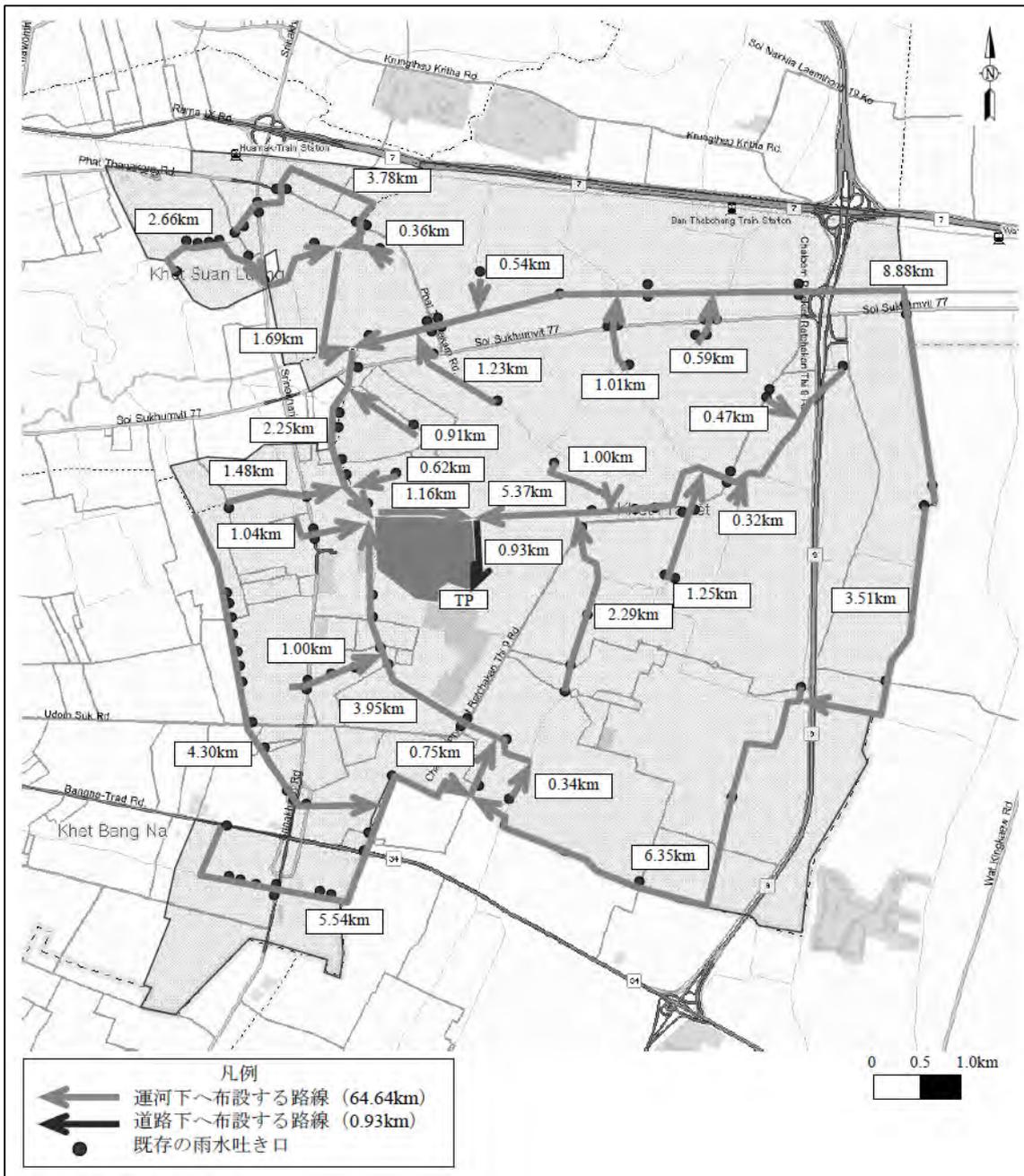
Option 2：遮集管のほぼ全路線を道路下へ敷設する。

これら 2 案の概略ルート図を図 3.4.1. ~ 3.4.2 に示す。またこれら 2 案の特徴は以下の通りである。

- (1) 処理区域内には運河網が縦横にめぐらされているので、全長は Option 1 で約 66 km となり、Option 2 の約 78 km より 12 km 短くなる。
- (2) Option 1 では現在運河に排水している雨水吐きから直接下水を受け入れることが可能となるが、Option 2 では雨水吐きから道路内の幹線への接続管が必要となる。これが Option 2 の全長が長くなる主な要因である。

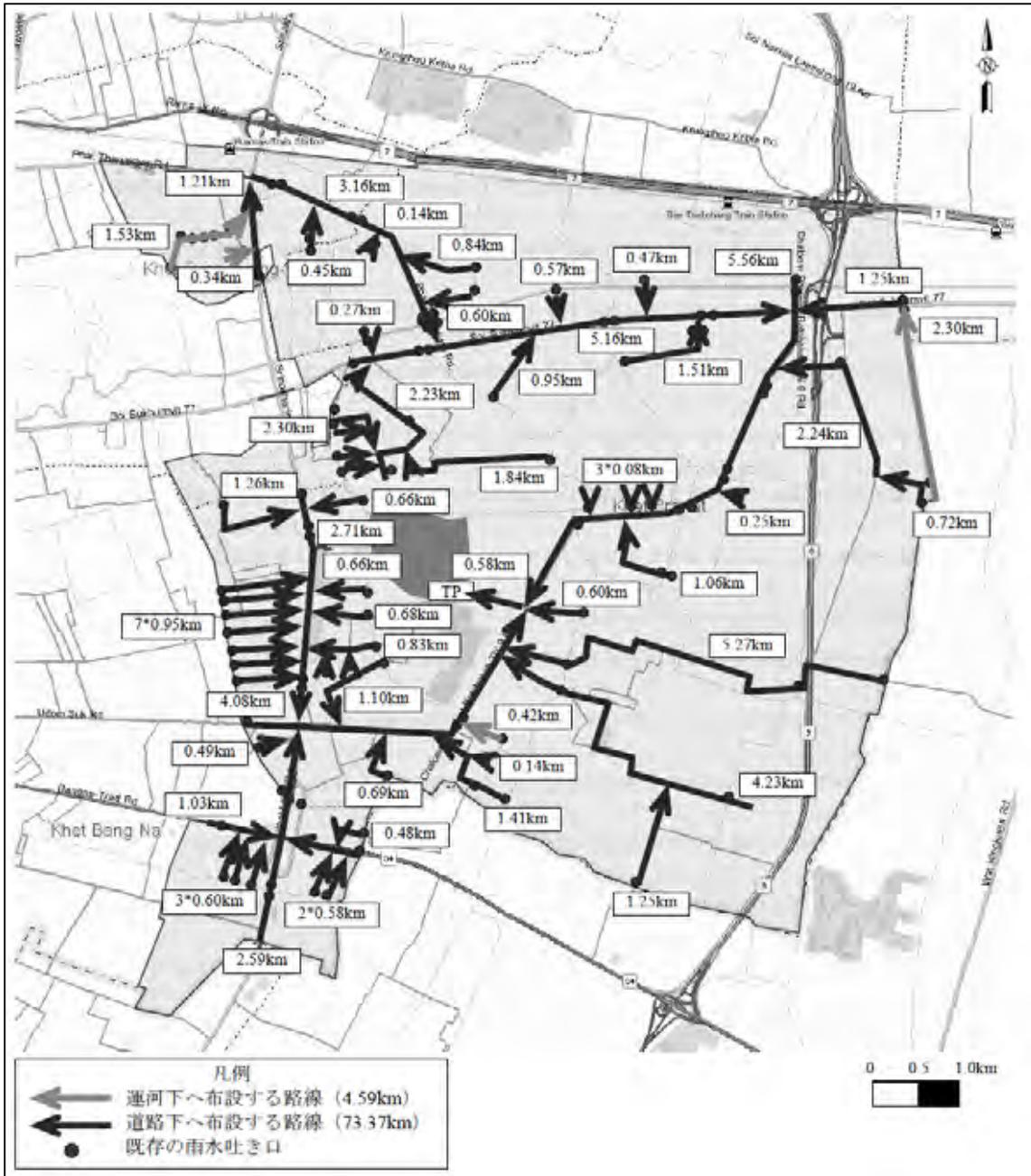
以上から、既存雨水吐きからの受け入れが容易で、全長が短くなる Option 1 を基に、一部道路下に管を敷設する Option 3 を考案した。道路下に敷設した個所は運河と道路が並行している所および運河の流路が折れ曲がっている所である。遮集管の建設、維持簡易の容易さからこれらの個所では道路下に敷設するものとした。

さらに、Option 3 を基にし、処理場への流入を 1 方向から 2 方向へ変更した Option 4 を考案した。表 3.4.1 に示すように Option 3 と Option 4 とを比較し、DDS と協議を行った。これにより遮集管末端の管径を縮小し、建設費の低減が図れる Option 4 を最終的な遮集管ルートとした。Option 3 と Option 4 の概略ルート図を図 3.4.3、3.4.4 に示す。



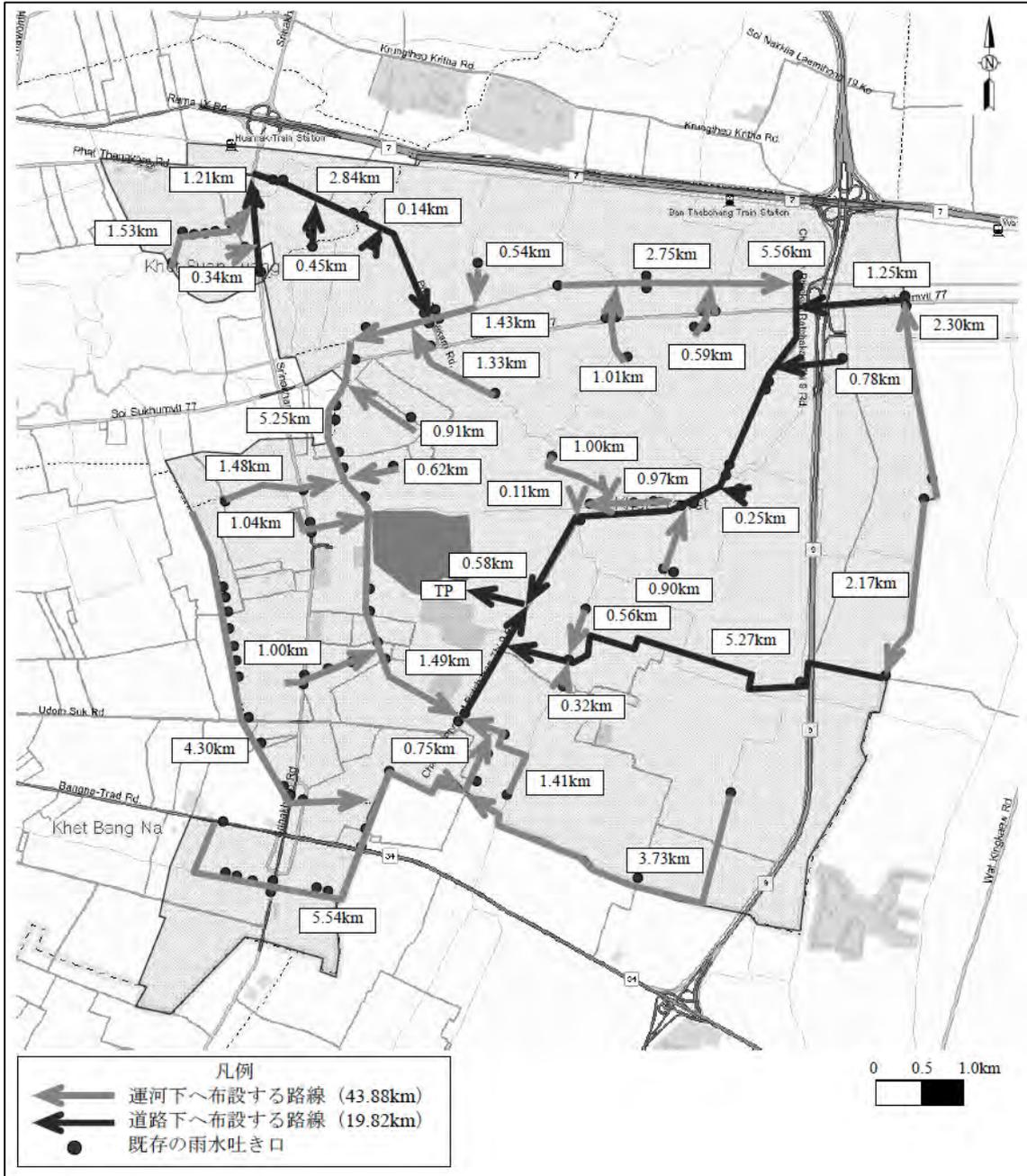
出典: 調査団

図 3.4.1 Option 1 遮集管ルート概略図



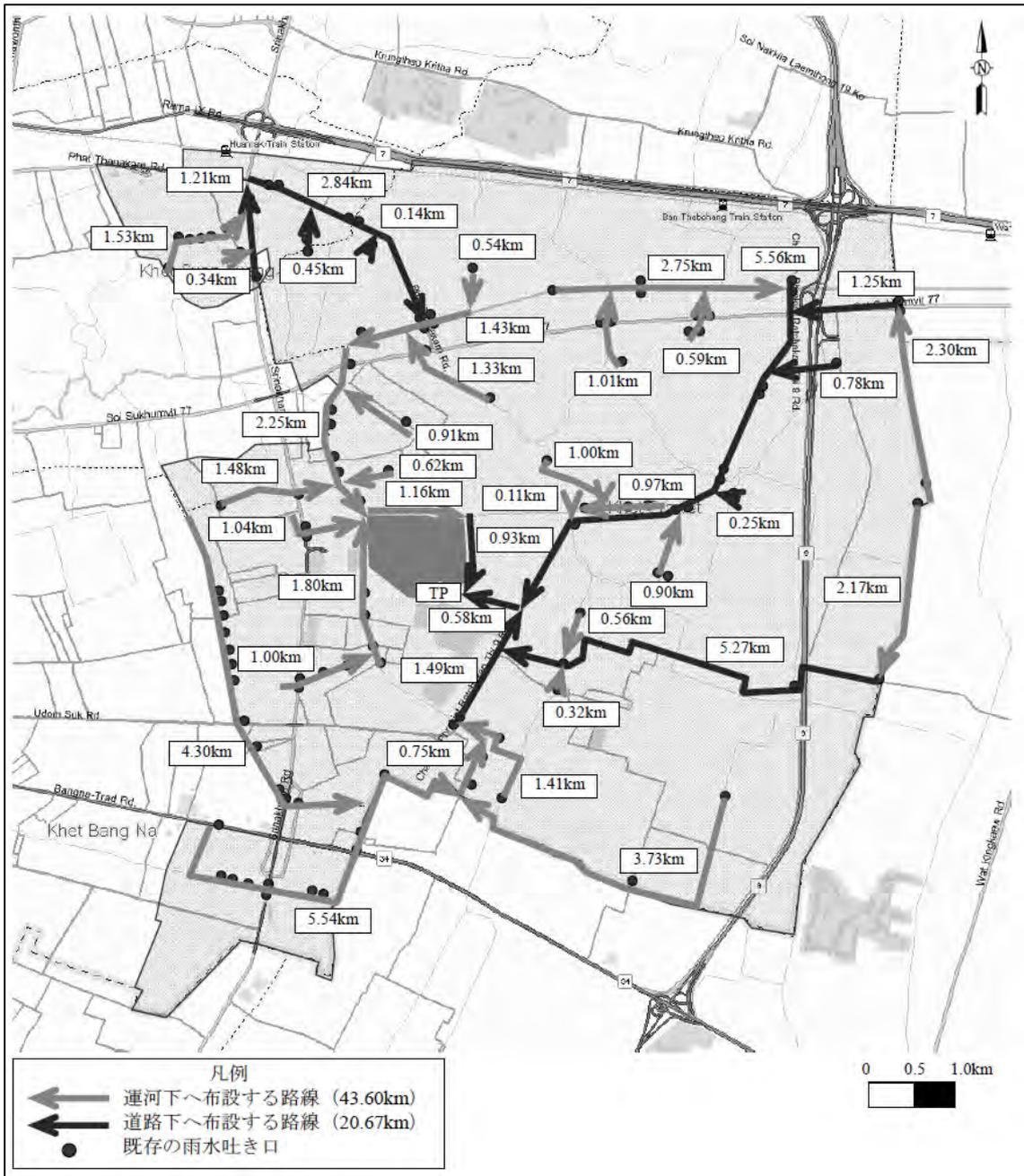
出典: 調査団

図 3.4.2 Option 2 遮集管ルート概略図



出典: 調査団

図 3.4.3 Option 3 遮集管ルート概略図



出典: 調査団

図 3.4.4 Option 4 遮集管ルート概略図

表 3.4.1 に Option3 と Option4 の比較を示す。

表 3.4.1 Option 3 と Option 4 との比較

	Option 3	Option 4
遮集管総延長	63.70km	64.27km
遮集管平均埋設深さ	10.9m	10.3m
処理場流入部の深さ	GL- 21 ~ 22m	GL- 20 ~ 21m
概算建設費	3,732 百万 Baht	3,667 百万 Baht
周辺道路への影響 (処理場周辺地域)	処理場付近で Option 4 より断面が大きい ため、立坑・作業ヤードサイズが大きくなる。 また、工期も長い。	Option 3 と比べて周辺道路への影響は小さい。
評価		

出典: 調査団

遮集管総延長は Option 3 の方が小さいが、Option 4 は埋設深さ及び管径を縮小できるため、概算建設費を低減できる。また、周辺道路への影響は Option 3 の方がより大きいと考えられる。以上より、Option 4 を最終案として選定する。

なお、上記比較表中の概算建設費の算定には、Klong Toei 処理区の F/S レポートより以下の推進工法による管路建設概算費の費用関数を利用した。

$$C = \{3305.9H - 7738.1 + D(987.72H + 19580)\} L$$

ここで、

C : 概算建設費 (千 Baht)

H : 遮集管の平均埋設深さ (m)

D : 遮集管径 (m)

L : 遮集管延長 (km)

3.4.2 流出解析・流量計算

遮集管ルートとして選定した Option 4 について非定常流出解析を行い、遮集管の管径・勾配・埋設深度を最終決定した。下流側の遮集管が圧力管となるが、地表面より溢水しないため、一部で断面縮小が可能となった。付録 4 に流量計算結果を示す。なお、流出解析ソフトとして DHI 社製「MOUSE」を使用した。

3.4.3 縦断計画

上記の流出解析・流量計算に基づき、遮集管の縦断線形を決定した。図面集に遮集管の縦断面図を示す。

3.5 遮集管・ポンプ場施設のまとめ

本章で計画した遮集管及びポンプ場施設を以下に整理する。

遮集管

表 3.5.1 遮集管数量

管径(mm)	遮集管		立坑			
	延長 (m)		立坑数		平均深さ (m)	
	道路下	運河下	道路下	運河下	道路下	運河下
300	480	0	4	0	6.9	-
450	0	1,455	0	11	-	7.8
600	4,970	24,900	36	172	7.5	8.1
800	4,025	9,720	27	50	14.9	10.0
1,000	4,270	755	22	5	11.7	13.3
1,200	1,595	4,125	11	23	16.7	14.8
1,500	4,970	2,645	21	19	19.0	15.6
2,000	385	0	3	0	20.6	-
合計	20,665	43,600	124	280	-	-

出典: 調査団

遮集管は全て推進工法により敷設する。

雨水吐き室

136ヶ所(ただし、既存吐き口の統廃合により121ヶ所へ削減できる)

中継ポンプ場

なし。

3.6 年次別整備計画

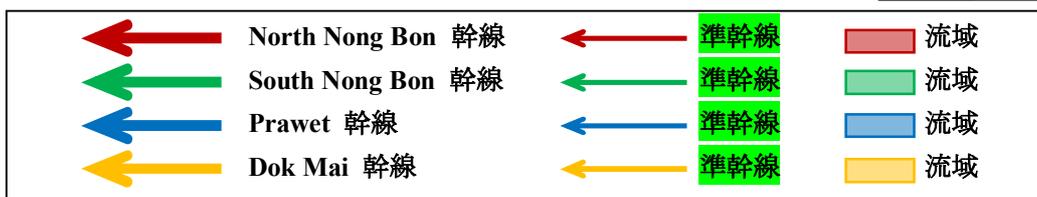
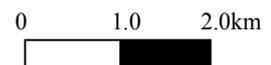
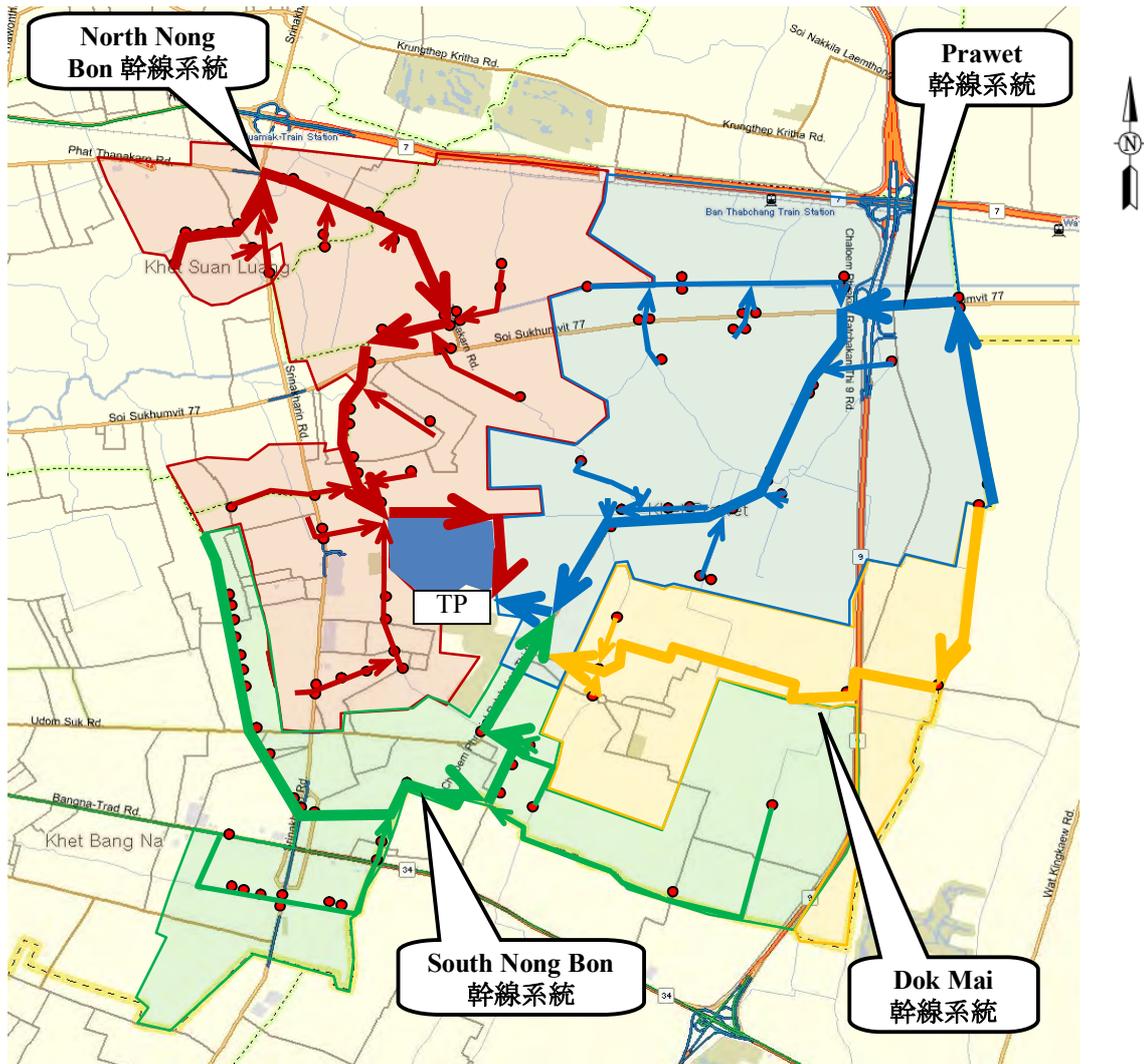
(1) 工区分割案

Nong Bon 処理区の遮集管延長は約 64 km であるため、整備に長期間を要するものと予測できる。したがって、全遮集管をいくつかの工区に分割し、並行して整備を進めていく必要がある。現在事業実施中の Bang Sue 処理区では全延長が約 30 km の遮集管を 2 つの工区に分割し、整備を進めている。これに倣い Nong Bon 処理区を 4 工区に分割することとした。工区の分割に当っては工事を効率的に進めることを考慮し、以下の表 3.6.1 及び図 3.6.1 に示すように全体を 4 系列の幹線及びその枝線に分割した。

表 3.6.1 Nong Bon 処理区の 4 幹線系統の概要

工区	幹線系統名	延長 (km)		概算 直接工事費 (百万 Baht)	処理面積 (ha)	対象人口 (人)	人口密度 (人/ha)	工区の特徴	
		幹線	準幹線						
1	North Nong Bon 幹線系統	幹線	9.8	20.2	811	1,910	81,000	42	処理区内で最も市街化が進んでいる。
		準幹線	10.4						
2	South Nong Bon 幹線系統	幹線	8.6	18.2	707	1,768	79,000	45	商業地域と住宅密集地域が混在している。
		準幹線	9.6						
3	Prawet 幹線系統	幹線	9.0	17.6	684	1,913	75,000	39	鉄道駅が新設され、利便性が向上した住宅密集地。
		準幹線	8.6						
4	Dokmai 幹線系統	幹線	7.3	8.3	266	794	30,000	38	田園が多く、住居もまばらである。
		準幹線	1.0						
合計		幹線	34.7	64.3	2,468	6,385	265,000		
		準幹線	29.6						

出典: 調査団



出典: 調査団

図 3.6.1 Nong Bon 処理区 4 幹線系統分割図

(2) 遮集管敷設の優先度

DDS は Nong Bon 処理区全体の遮集管建設を通水までに完成させる意向である。しかしながら予算規模等の諸事情により遮集管についても段階的整備が必要となる可能性もある。この場合、優先度が高い工区より整備を順次進めて行く必要がある。Nong Bon 処理区の遮集管 4 工区のうち整備優先度が高い工区は以下の 2 工区が該当する。

表 3.6.2 整備優先度の高い工区

幹線系統（工区）	理 由
North Nong Bon 幹線系統	処理区内で最も市街化が進んでいる地域であるため
South Nong Bon 幹線系統	水質悪化が著しい Bang Na 運河の流域であるため

出典: 調査団

段階的な整備の場合は、North Nong Bon 系統と South Nong Bon 系統を最初に敷設し、その後、残りの Prawet と Dok Mai の 2 系統を敷設する。これら 2 ケースの実施スケジュールを第 5 章で示す。

3.7 課題と将来の技術的対策

Nong Bon 処理区ではバンコク都の既存処理区と同様に、既設排水管から運河への吐き口付近に雨水吐き室を設置し、そこから遮集した汚水を処理場へ流入させる遮集式下水道のシステムを採用した。しかしながら、概略マスタープランで示したように、現在の遮集式下水道には様々な課題が存在するため、当 F/S で提案した下水処理場、遮集管及び雨水吐き室を整備した後も中長期にわたって対策を講じていく必要がある。以下に、今後解決すべき 3 点の課題と中長期的対策を示す。

3.7.1 運河からの逆流防止対策

Nong Bon 処理区は標高が低く平坦な地形が広がっている地域であり、バンコク都の既存処理区と同様に既設排水管が運河水位よりも低く、晴天時でも吐き口が水没している箇所が多数確認される(写真 3.7.1)。



写真 3.7.1 Nong Bon 処理区内既設吐き口の水没状況

このように吐き口が水没している箇所に雨水吐き室を設置すると、運河水が遮集管へ逆流し、処理場流入濃度の低下及び処理効率の低下の原因となる。Nong Bon 処理区では既存処理区と同様に、運河水の遮集管への逆流を防止するため雨水吐き室内へのフラップゲート設置を計画しているが、ゴミ等の詰まりによりフラップゲートが密閉されない場合、運河からの逆流を防止できない。したがって、下水道整備後も以下に示す短期的あるいは中長期的の対策が必要である。

- 1) 当面はフラップゲートにゴミ等が詰まらないように、定期的に雨水吐き室内の清掃を実施し、維持管理に努める。
- 2) 中長期的には処理区全体で吐き口を閉鎖し、ポンプ排水区とする。

将来ポンプ排水区とする場合、汚水及び雨水の遮集及び排水については以下の考え方を適用すべきである。

- 1) 雨水吐き室及び吐き口は原則とし閉鎖する。
- 2) 晴天時汚水量の2～5倍までを処理場に送水するため、遮集管渠に変更は無い。
- 3) 雨水吐き室及び吐き口の閉鎖により、従前は雨水吐き室を経て吐き口より排水されていた雨水は道路や低地へ溢水する。
- 4) 雨季の洪水対策プログラムとして、DDSは大深度雨水排水トンネル建設事業を進めている。また、Prawet区等の区役所は、浸水被害が頻発する箇所への暫定ポンプ設置を計画している。雨水吐き室及び吐き口の閉鎖によって道路や低地へ溢水する雨水は、このような洪水対策プログラムと連携して速やかに排水する。また、近傍に洪水対策プログラムが無く、浸水被害が顕在化する場所については、新たな洪水対策プログラムとして新たな排水ポンプ設置等を検討する必要がある。

以上の運河からの逆流防止対策については遮集管～下水処理場の運営維持管理と雨水排水対策を担当しているDDSが主体となって実施する必要がある。ただし、既設排水管の吐き口はPWDが管轄しているため、吐き口を閉塞してポンプ排水区化するにはDDSとPWDが緊密に連携した上で実施することが必要となる。

3.7.2 未収集汚水の遮集管への接続強化

バンコク都では下水道が整備されている地域においても、以下の写真3.7.2に示すように家屋から運河へ汚水が直接放流されている箇所が存在する。バンコク都で採用されている遮集式下水道は、家屋等から排出される汚水は道路に埋設されている既設排水管から雨水吐き室を経由して下水処理場へ収集されるシステムである。このため家屋等から汚水が既設排水管へ適正に排出されなければ、下水道整備によって得られる公共用水域の水質改善効果は小さい。



写真 3.7.2 家屋からの直接放流状況

下水道整備により公共用水域の水質改善を図るためには、このような未収集汚水を確実に下水道へ接続することが非常に重要である。このため、下水道整備地区においては法令等で下水道への接続を義務付けることや、バンコク都や各行政区から家屋内の排水管工事費の補助を実施することにより、将来的には下水道への接続率100%を目指す必要がある。なお、日

本では、下水道供用開始後 1～2 年に、接続工事の 1/2～1/3 を補助するなどの事例がある。以上の接続強化対策については、現在家屋から排水管までの接続部分の管理責任を有している PWD と DDS が協力して実施すべきである。

3.7.3 既設排水管維持管理の強化

当プロジェクトで DDS が整備する雨水吐き室及び遮集管の他に雨水吐き室より上流部の既設排水管も下水道の管路施設の一部に該当する。したがって既設排水管も含めた下水道管路施設全体が正常に機能しなければ、整備効果として期待している放流先の水質改善は図れないといえる。

しかしながらバンコク都では雨水吐き室及び遮集管は DDS が建設及び維持管理を行うが、既設排水管については公共事業局（PWD）あるいは各区役所が管轄している。当 F/S では Nong Bon 処理区の既設排水管配置状況を把握するため資料収集あるいは現地踏査を行ったが、既設排水管の維持管理面で表 3.7.1 に示す課題があることが判明した。これらの維持管理面の課題は下水道の整備率が向上してくると必ず浮き彫りになるものであるため、PWD 等と連携して早急に取り組んでいく必要があると考えられる。

表 3.7.1 既設排水管維持管理に関する課題と対策案

区分	課題	対策案	実施責任機関
管路の情報管理	当 F/S で既設排水管情報資料の収集を試みたが、整備時期がかなり古いため必要な資料が保存されておらず、区役所で急きょ作成して頂いた経緯がある。日本など他国で実施されている下水道台帳等が整備されておらず、情報管理が一部の技術者の記憶だけが頼りとなっている。	時間及びコストが必要となるが、下水道台帳の整備が急務である。日本の大都市では地図情報とリンクした電子台帳システムが導入されており、バンコク都でも管路情報管理の効率化のためには非常に有効な対策である。	PWD
管路内部の現状把握	既設排水管の清掃作業については実施されているが、管路内部の劣化状況等の現状把握はあまり進んでいない。	既設管の劣化・老朽化に伴う破損等により道路陥没等の被害が発生する可能性がある。これらの被害は管路内部の現状を把握していれば事前対策が可能となる。このためマンホールからの鏡を使用した目視調査等により全体の状況を把握し、さらに詳細な調査が必要な場合には管路内 TV カメラ調査等を計画的に実施していくことが必要である。	PWD
管路の流下能力	遮集管は SDWF を処理場へ流下できるよう設計しているが、既設排水管については設計対象流量や流下能力の有無等が全く不明である。したがって遮集管を正確に整備しても雨水吐き室へ SDWF を流下させる前に道路へ溢水する可能性もある。	全既設排水管の集水域を調査し、計画流入量及び流下能力を検証する。流下能力が不足している場合の対策として、既設排水管の敷設替えや増補管の新設を実施する。	PWD

出典: 調査団

4. 下水処理場の概略設計

4.1 設計諸元

4.1.1 Nong Bon 下水処理場の概要

優先プロジェクトに選定された Nong Bon 下水処理場の概要を表 4.1.1 にまとめる。

表 4.1.1 Nong Bon 下水処理場の概要

項目	数値 / 備考
下水処理区面積	6,385 ha
排除方式	合流式
計画人口	265,000人（目標年次2040年）
下水処理場能力	135,000 m ³ /日（目標年次2040年）
下水処理場予定地	Rama 9世公園の隣にMonkey Cheek Projectで建設された雨水調整池の隣接地 (用地面積3.5 ha、ただし、地上部使用可能面積は1.1 ha)

出典: 調査団

4.1.2 設計水質

Nong Bon 下水処理場に適応される計画流入水質及び排水基準を表 4.1.2 にまとめる。

供用開始初期に流入汚水の汚濁負荷は、現在、BMA の既存下水処理場に流入する汚濁負荷が地下水の浸透、雨水吐きからの運河水の逆流及び腐敗槽の設置により低いことを考慮すると、計画目標年次 2040 年のマスタープランの計画汚濁負荷と比較して大幅に低いことが想定される。

これらの問題に取り組み、汚濁負荷が計画流入水質まで増加するにはある程度の時間が必要である。しかし、施設は一度建設されると、当初計画された計画流入水質以上の汚濁負荷を処理できるように後で施設を改造することは困難である。以上から、Nong Bom 下水処理場の設計には以下に示す流入水質の変化を当初から想定し、過剰な初期投資を削減するとともに、将来、汚濁負荷の増加にも対応できるように考慮しておく。

表 4.1.2 Nong Bon 下水処理場の計画水質

水質項目	流入水質		排水基準
	2040年 (M/P)	2020年 (F/S)	
pH			5.5 – 9
生物化学的酸素要求量 (BOD)	150 mg/l	100 mg/l	20 mg/l
浮遊物質 (SS)	150 mg/l	100 mg/l	30 mg/l
全窒素	30 mg/l	20 mg/l	10 mg/l
アンモニア性窒素	-	-	5 mg/l
全リン	8 mg/l	6 mg/l	2 mg/l
溶存酸素濃度	-	-	5 mg/l
脂質	-	-	5 mg/l

出典: 調査団

4.1.3 晴天時汚水流入予測と下水処理場計画能力

2020年からマスタープランの計画目標年次である2040年までのNong Bon下水処理場に流入する晴天時汚水量の予測を表4.1.3に示す。

表 4.1.3 晴天時流入下水量

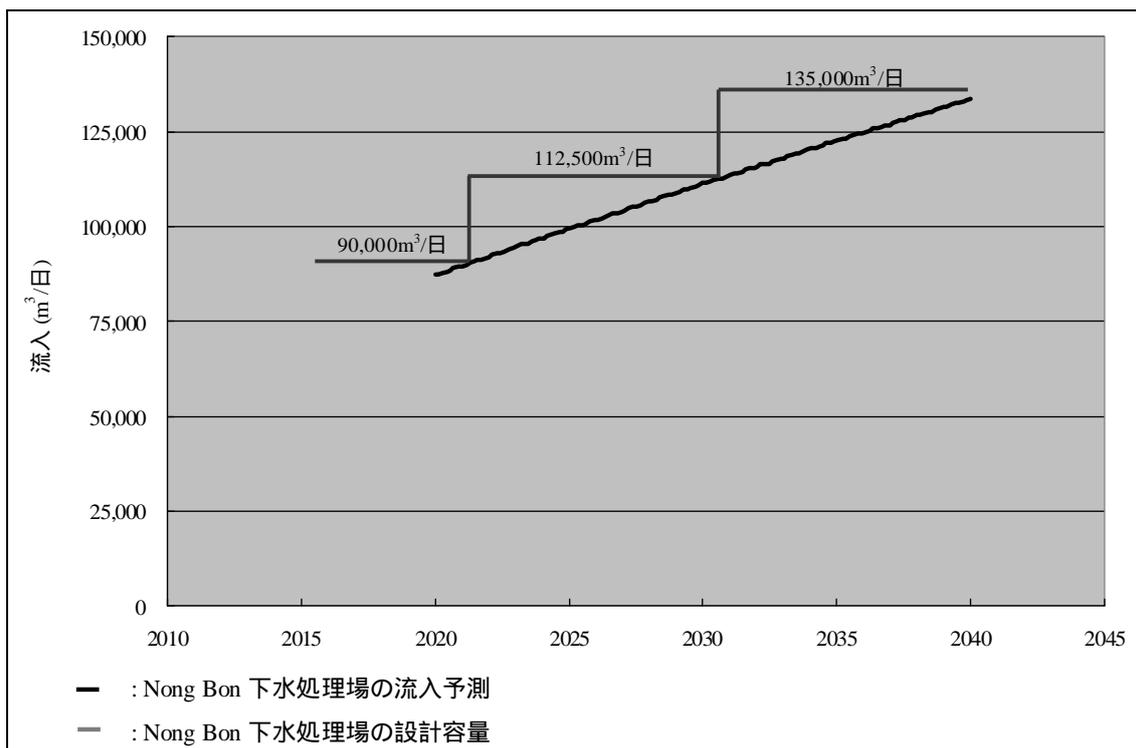
	2020年	2030年	2040年
日平均水量	87,100 m ³ /日	111,100 m ³ /日	133,600 m ³ /日
時間最大水量	174,200 m ³ /日	222,200 m ³ /日	267,200 m ³ /日

出典: 調査団

下水処理場は晴天時汚水の流入予測及び水処理施設の適切な規模から一系列を45,000 m³/日とし、全体計画時に3系列構成とする。

土木・建築施設は構造面から段階施工が不経済であることから、優先プロジェクトで全体時の水処理3系列分の施設を建設する。一方、機械・電気施設は段階的な機器の投入が可能であることから、初期投資を抑えるために優先プロジェクトの対象年数の必要能力を確保するため水処理2系列分の施設を優先プロジェクトで建設する。

Nong Bon下水処理場の段階的建設計画と計画能力を汚水の流入予測とともに図4.1.1及び表4.1.4に示す。



出典: 調査団

図 4.1.1 Nong Bon 下水処理場の段階的建設計画

表 4.1.4 Nong Bon 下水処理場の計画能力

	土木・建築	機械・電気	計画処理能力
開始-2021年	水処理3系列	水処理2系列	90,000 m³/日
2022-2031年	水処理3系列	水処理2.5系列	112,500 m³/日
2032-2040年	水処理3系列	水処理3系列	135,000 m³/日

出典: 調査団

4.1.4 設計方針及び要求事項

Nong Bon 下水処理場の施設計画を行う上での設計方針及び要求事項を以下にまとめる。

- 1) 処理施設の施設容量は日平均水量を対象に設計する。一方、処理施設の水利的容量は時間最大水量を対象に設計する。
- 2) Nong Bon 下水処理場は雨天時に計画水量の5倍を受け入れるものとする。計画水量の3倍量に対しては汚水に含まれるしよ及び沈砂除去で構成される一次処理を行う。そのうち、計画水量に対し生物処理で構成される二次処理を行い、計画水量の2倍量は一次処理までとする。また、残りの計画水量の2倍量は未処理で放流することとする。
- 3) 排水基準に適合するために窒素及びリンの除去が可能な処理プロセスを採用する。
- 4) 下水処理場の供用開始時に流入汚水の汚濁負荷が計画汚濁負荷と比較して大幅に

低い可能性があるため、初期対策として汚濁負荷の変動に対して柔軟性がある処理プロセスを採用する。

- 5) 汚水処理で発生する汚泥は下水処理場内で脱水後、BMA の下水処理場で発生する汚泥を集約処理している Nong Kheam 下水処理場に搬送する。
- 6) 下水処理場周辺の環境及び土地利用用途を考慮して、景観への配慮及び悪臭・騒音・振動等の公害対策を講じる。

4.2 汚水処理方式の選定

4.2.1 栄養塩類の除去プロセス

Nong Bon 下水処理場は、排水基準を満足するために栄養塩類が除去できる処理プロセスを適用する必要がある。窒素とリンを排水基準の水質まで除去が可能な処理プロセスを表4.2.1に示す。

表 4.2.1 栄養塩類除去の処理プロセス

プロセス	説明
生物学的窒素除去	窒素は硝化反応と脱窒反応の組み合わせにより除去される。アンモニア性窒素は好気条件下で亜硝酸細菌及び硝化細菌により硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素に酸化される。硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素は無酸素条件下で <i>Pseudomonas</i> 、 <i>Micrococcus</i> 、 <i>Achromobacter</i> 及び <i>Bacillus</i> などの脱窒細菌により窒素ガスに還元される。
生物学的リン除去	リンは活性汚泥微生物によるリンの過剰摂取現象により除去される。微生物は嫌気条件下でリンを放出し、その後の好気条件下で放出した以上のリンを摂取する。汚水中のリン含有率は活性汚泥微生物による摂取により減少し、リンを含む活性汚泥は沈殿池で系外に除去される。
物理化学的リン除去	リンは硫酸アルミニウムや硫酸第二鉄などの凝集剤を添加することで除去される。リンは凝集剤と反応して難溶性の物質に変化する。凝集剤と汚水との混和、フロキュレーションは反応タンク内の流れによって行われ、難溶性物質の除去は沈殿池での固液分離で達せられる。

出典: 調査団

窒素除去のために無酸素タンク、好気タンクと脱窒のため好気タンクから硝化液を無酸素タンクに循環するポンプで構成される生物学的プロセスを適用する。

リン除去のために以下に挙げる利点及び理由により物理化学的プロセスを適用する。

- 1) 物理化学的プロセスの除去性能は、特に雨天時において生物学的リン除去に必要な嫌気条件を維持することが難しいことから、生物学的プロセスより安定している。
- 2) 生物学的プロセスは約1時間の滞留時間の嫌気タンクが必要であるが、物理化学的プロセスは凝集剤の注入設備のみでスペース的に有利である。
- 3) 生物学プロセスを採用した場合でも、生物学的プロセスは不安定であることから通常、予備のために凝集剤の注入設備は必要である。
- 4) BMA が所有する既存下水処理場(Chatuchak 下水処理場、Din Daeng 下水処理場、Nong Khaem 下水処理場、Thung Khru 下水処理場) でも物理化学的除去プロセスが導入されている。

4.2.2 汚水処理方式の代替案

排水基準の水質まで汚水を浄化できる処理プロセスは複数ある。Nong Bon 下水処理場に適合する汚水処理方式の代替案を新しく開発された技術である膜分離活性汚泥法（MBR）と担体添加活性汚泥法（CAASP）と一緒に以下に示す。他の生物学的処理法、酸化池やエアレイテッドラグーンは代替案の評価からは除外した。これらの処理法は広大な面積を必要とし、Nong Bon 下水処理場には採用できないからである。新技術の紹介を表 4.2.2 に示す。その他の処理プロセスは従来の処理方式であり、タイ国を含め世界中で導入されている。

- 循環式硝化脱窒法（Recycled nitrification denitrification process: RNDP）
- 酸素活性汚泥法（Oxygen activated sludge process: OASP）
- オキシデーションディッチ法（Oxidation ditch process: OD）
- 長時間エアレーション法（Extended aeration process: EAP）
- 回分式活性汚泥法（Sequencing batch reactor: SBR）
- 膜分離活性汚泥法（Membrane bioreactor: MBR）
- 担体添加活性汚泥法（Carrier added activated sludge process: CAASP）

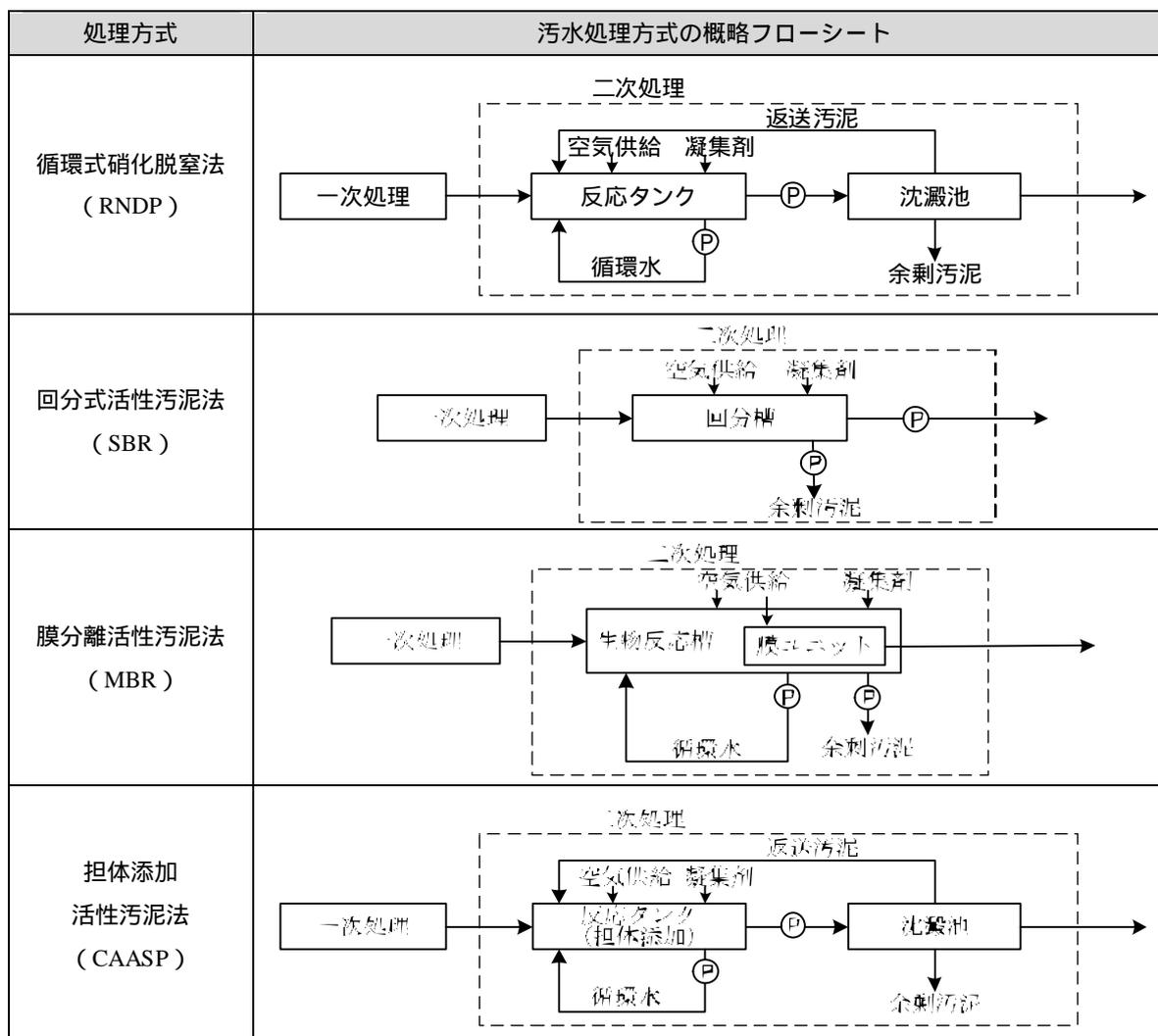
表 4.2.2 汚水処理方式新技術の紹介

処理方式	説明
膜分離活性汚泥法 (MBR)	MBRは反応タンク内部に設置される膜ユニットにより処理水と活性汚泥の固液分離を直接行う。物理的な固液分離方法によりMLSS濃度を8,000 mg/lから15,000 mg/lと高く維持できるため、水理的滞留時間を短縮することが可能である。処理水は浮遊物質を含まないことから従来の処理方式と比較して良好な水質が得られる。
担体添加活性汚泥法 (CAASP)	CAASPは担体を添加することで、反応タンク内の硝化菌濃度を高く保持することが可能である。硝化菌濃度を高くすることで水理的滞留時間を短縮することが可能である。CAASPは一般的に比較的長い水理的滞留時間と固形物滞留時間を必要とする生物学的窒素除去プロセスに適用される。担体は反応タンクに留まることから担体に固定化された硝化細菌により安定的な硝化反応が達せられる。

出典: 調査団

酸素活性汚泥法(OASP)は通常、有機分率が高い汚水に対して適用されるため不適である。その他にオキシデーションディッチ法(OD)及び長時間エアレーション法(EAP)は基本的に小規模施設向けの処理プロセスであり、水理的滞留時間が比較的長いいため必要敷地面積が大きくなる。以上から、利用可能な敷地に厳しい条件がある Nong Bon 下水処理場にはオキシデーションディッチ法(OD)及び長時間エアレーション法(EAP)は不適である。

よって、図 4.2.1 に示す 4 つの汚水処理プロセスの代替案を比較する。



出典: 調査団

図 4.2.1 汚水処理方式代替案の概略フローシート

4.2.3 汚水処理方式代替案の基本計画

初期投資、維持管理費及び大規模更新費を含む経済性を比較するために各処理方式の代替案で汚水処理施設の基本計画を策定した。基本計画の策定は下記の敷地条件及び仮定に基づき実施した。

- 1) 処理場予定地で地上に施設を配置できる用地範囲に制限がある。
- 2) 用途地域の制限を考慮し下水処理場の主構造物の高さは地上から 15 m 以内に抑えるのが望ましい。
- 3) 下水処理場への汚水の流入水位は地下 15 m と仮定する。
- 4) 処理水と雨水の放流先を Nong Bon 運河と仮定する。放流管の延長を考慮して下水処理場での放流水位を地上 5 m と仮定する。
- 5) 地下施設の建設は経済性の観点から可能な限り避けることとする。

- 6) 揚水ポンプ施設等の地上部にスペースが必要な施設の配置に必要な用地は、汚水処理施設を配置する前に用地を確保する。

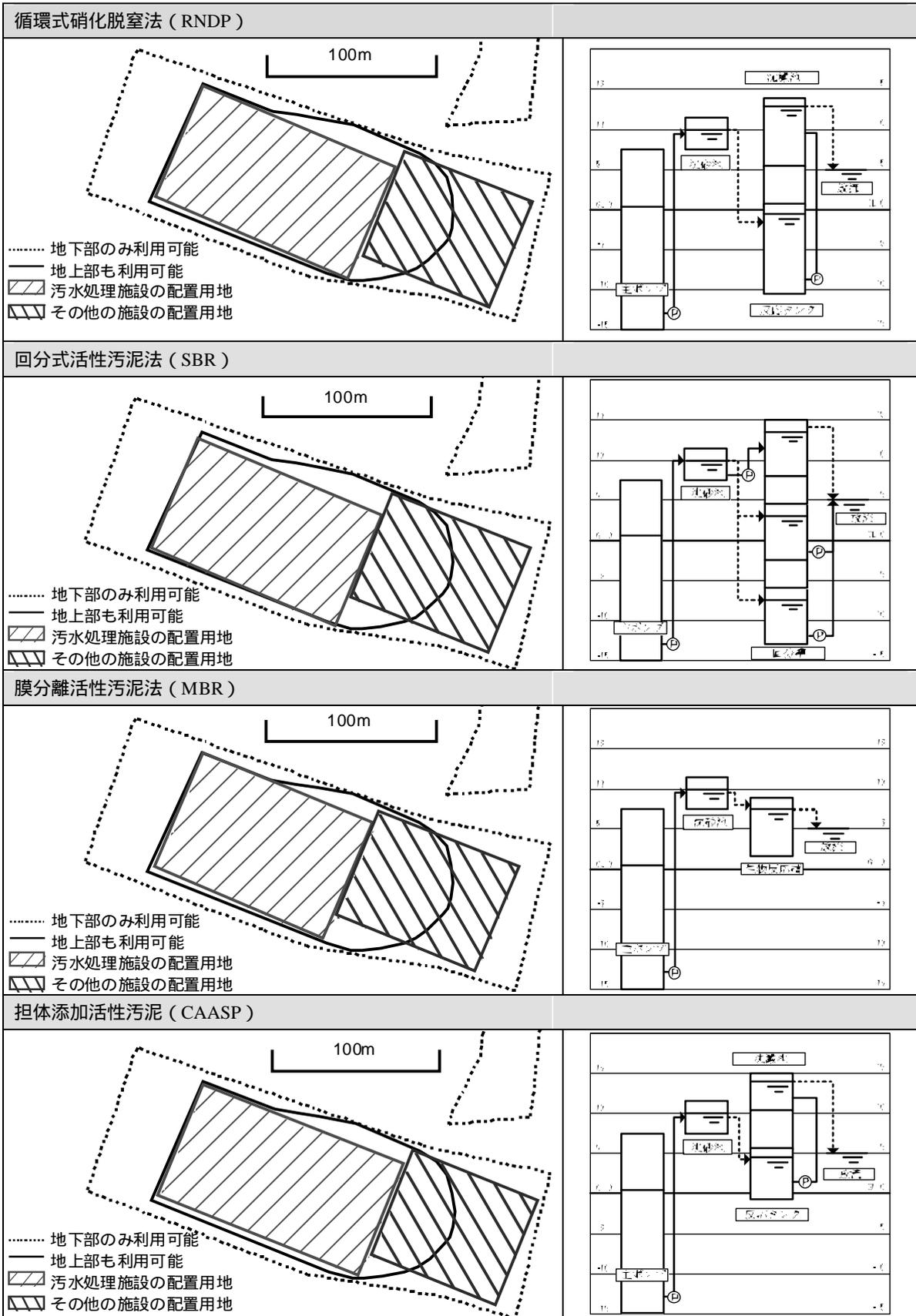
各代替案における施設配置と水位高低の基本計画を図 4.2.2 に示す。配置計画の結果、各代替案で地上構造物が配置できる用地を有意義に利用できるように施設を配置したことから、各代替案における汚水処理施設の平面的なスペースはほぼ同等である。その反対に、汚水処理施設の高さは各代替案で大きく異なる。

RNDP は地上に施設を配置できる敷地の制限により、反応タンクの上部に沈殿池を設置する必要がある。その他に、RNDP は地上に施設を配置できる敷地内に配置するために省スペース化を考慮して、10 m 水深の深層反応タンクと 2 階槽の沈殿池が必要になる。その結果、RNDP は深さ約 12 m の地下構造物があり、建設のために大規模な仮設工事が必要になる。

SBR は回分槽を 3 階槽に配置する必要がある。その結果、SBR は深さ約 14 m の地下構造物が必要となる。

MBR は地下構造物を必要とせず、地上構造物の高さも低いことから他の代替案と比較して構造物の建設費の面で有利である。

CAASP は RNDP 同様に反応タンクの上部に沈殿池を設置する必要がある。しかしながら、RNDP と比較して水理的滞留時間が短く MLSS 濃度が低いことから、CAASP は 5.5 m 水深の通常槽反応タンクと 1 階槽の沈殿池で計画できる。その結果、CAASP は大規模な地下構造物を必要とせず有利である。



出典: 調査団

図 4.2.2 汚水処理方式代替案の基本計画

4.2.4 汚水処理方式代替案の比較

汚水処理方式代替案の比較表を表 4.2.3 に示す。比較の結果、以下に挙げる優位性により担体添加活性汚泥法（CAASP）を推奨する。

- 1) 担体に固定化された硝化細菌及び微生物により有機物除去と硝化反応に対して安定的な性能が得られる。
- 2) 基本的な運転維持管理は循環式硝化脱窒法(RNDP)と同じであることから、BMA は処理プロセスの技術に慣れている。
- 3) 担体は反応タンクに留まり、浄化に必要な微生物を常に保持することができることから、CAASP は雨天時に対しても柔軟性がある。
- 4) 供用開始時の流入汚水の汚濁負荷に合わせて担体の添加量を調整することが可能であり、将来、担体の添加量を追加することで計画能力まで施設能力を増強することが可能である。
- 5) CAASP は初期投資及び維持管理費が最も低いことからから現在価値の指標が示すように最も経済的である。

表 4.2.3 (1) 汚水処理方式代替案の比較表 (1/2)

	循環式硝化脱窒法 (RNDP)	回分式活性汚泥法 (SBR)
処理性	RNDPの処理性能は適応例が多いことから確実性が高い。しかし、RNDPはMLSS、SRT、循環水量、返送汚泥率、SVI、溶存酸素濃度、汚泥の引抜き等の管理指標の適切な管理が必要である。	沈殿が完全な停止状態で行われることから固液分離の安定性が高い。流入水量の変動が大きい場合は、適切な処理水質を安定的に維持することが困難である。
運転維持管理性	RNDPの運転維持管理技術は、MBAでの実績を含め適応例が多いことから確立されている。沈殿池での固液分離の運転管理は、MLSS濃度が高いため注意が必要である。	SBRの運転維持管理技術は、MBAでの実績を含め適応例が多いことから確立されている。SBRは循環水及び返送汚泥がないため、運転管理の指標が少ない。
流量変動に対する柔軟性 (雨天時等)	CAASPと比較してMLSS濃度が高いことから、雨天時における活性汚泥のキャリーオーバーの危険性が高い。反応タンクのMLSS濃度の低下は浄化性能の低下の原因になる。	SBRの処理性は流入水量変動の影響を受けやすいことから柔軟性が低い。回分槽の容量は流入水量変動を考慮して余裕を見込む必要がある。
汚濁負荷変動に対する柔軟性	過剰なASRTは活性汚泥の解体及び質の低下を引き起こし、沈殿池での固液分離を困難にするため、RNDPは汚濁負荷が低い場合はMLSS濃度を下げて運転する必要がある。	流入汚水の汚濁負荷変動に対してはサイクル数及び引抜比により柔軟に調整することが可能である。また、散気、攪拌、沈殿、排水等の時間の調整により汚濁負荷に合わせた運転の最適化が可能であるが、現実として実施することは難しい。
必要空気量	10m水深の反応タンクは、空気供給を均一化させるために旋回流を形成する必要がある。反応タンクの片側に散気装置を設置し、空気上昇の流れにより旋回流を形成する。必要空気量は流入汚水量の約9倍である。	酸素要求量は低MLSS及び循環水がないことから他処理方式と比べて一番低い。しかし、空気供給が間欠であるため、比較的に大きな送風機容量が必要である。必要空気量は流入汚水量の約7倍である。
設計諸元	MLSS : 4,000 mg/l BOD-SS負荷 : 0.11 kgBOD/kgMLSS/日 水理学的滞留時間 : 8.6 時間 水面積負荷 : 15 m ³ /m ² /日	MLSS : 2,000 mg/l BOD-SS負荷 : 0.40 kgBOD/kgMLSS/日 サイクル数 : 6 回/日 引抜比 : 1/3
施設概要	無酸素槽 : 15mW × 8mL × 10mD × 12池 好気槽 : 15mW × 19mL × 10mD × 12池 沈殿池 : 7.5mW × 25mL × 3.5mD × 2階槽 × 24池	回分槽 : 25mW × 44mL × 5.5mD × 12池
BMAでの実績	Din daeng下水処理場, Bang Sue下水処理場	Chong Nonsi下水処理場, Chatuchak下水処理場
初期投資	2,473 百万Baht (109 %)	2,999 百万Baht (132 %)
維持管理費	77.1 百万Baht/年 (102 %)	81.7 百万Baht/年 (108 %)
現在価値	3,670 百万Baht (105 %)	4,362 百万Baht (125 %)
評価	2位	3位

現在価値 : 割引率 : 4% 、年数 : 30 年

出典: 調査団

表 4.2.3 (2) 汚水処理方式代替案の比較表 (2/2)

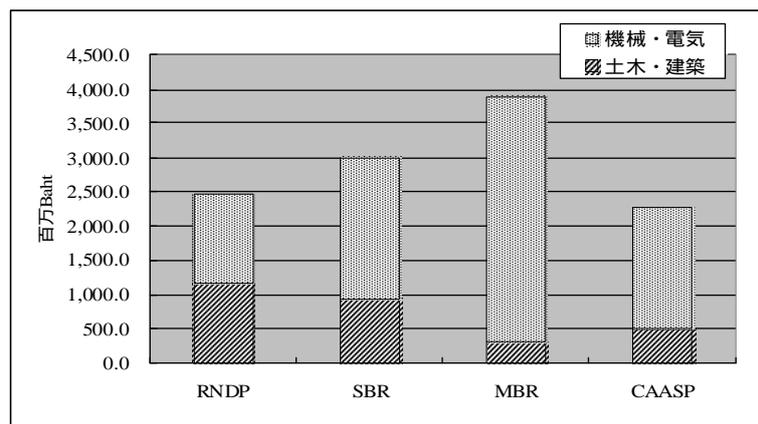
	膜分離活性汚泥法 (MBR)	担体添加活性汚泥 (CAASP)
処理性	処理水はSSを含まないことから、処理水質は他処理方式と比較して良好かつ安定である。処理水質に優れ、膜分離により大部分の大腸菌群が除去されるため処理水を直接、有効利用が可能である。	雨天時等の悪条件においても担体に固定化された硝化細菌や微生物によりRNDPと比較して、有機物除去及び硝化反応に対して安定的な処理性が得られる。
運転維持管理性	固液分離が膜により物理的に行われるため、簡単かつ安定である。しかし、膜の処理性能を適切に維持するため、定期的な膜の洗浄及び交換が不可欠である。	担体の管理を除き基本的な運転維持管理は循環式硝化脱窒法 (RNDP) と同じである。沈殿池での固液分離の運転管理は、MLSS濃度が低い場合RNDPと比較して容易である。
流量変動に対する柔軟性 (雨天時等)	固液分離が物理的に行われるため、透過速度の範囲以内であれば処理水質への影響は殆どない。膜の透過速度には物理的に限界があることから、透過速度以上の処理は不可能である。	CAASPは担体が反応タンクに留まり、浄化に必要な微生物を常に保持することができることから、柔軟性がある。RNDPと比較してMLSS濃度が低いことから、雨天時における活性汚泥のキャリーオーバーは少ない。
汚濁負荷変動に対する柔軟性	過剰なASRTは活性汚泥の解体及び質の低下を引き起こし、エアレーションのためエネルギーを消費することから、MBRは汚濁負荷が低い場合はMLSS濃度を下げて運転する必要がある。	CAASPは流入汚水の汚濁負荷に合わせて担体の添加量の調整が可能であることから柔軟性が高い。供用開始時に汚濁負荷が低い場合にCAASPは少ない担体添加量で運用を開始し、汚濁負荷が増加する過程で担体の添加量を増加することが可能である。
必要空気量	MBRは膜の閉塞を避けるため、膜表面の空気による洗浄が必要である。酸素要求量は高MLSS濃度の活性汚泥の内生呼吸に必要な酸素量のため、他処理方式と比較して大きい。必要空気量は流入汚水量の約20倍である。	担体は効率的に汚濁負荷成分と接触させるために浮遊状態を維持する必要がある。担体を浮遊させ、均等拡散させるために追加の空気供給が必要となる。必要空気量は流入汚水量の約10倍である。
設計諸元	MLSS : 10,000 mg/l BOD-SS負荷 : 0.08 kgBOD/kgMLSS/日 水理学的滞留時間 : 4.9 時間	MLSS : 2,000 mg/l BOD-SS負荷 : 0.37 kgBOD/kgMLSS/日 水理学的滞留時間 : 5.3 時間 水面積負荷 : 25 m ³ /m ² /日
施設概要	生物反応槽 : 7.3mW × 57mL × 5.5mD × 12池 (無酸素ゾーン : 15mL / 好気ゾーン : 42mL)	無酸素槽 : 15mW × 13mL × 5.5mD × 12池 好気槽 : 15mW × 17mL × 5.5mD × 12池 沈殿池 : 7.5mW × 30mL × 3.5mD × 24池
BMAでの実績	実績なし	実績なし
初期投資	3,898 百万Baht (172 %)	2,267 百万Baht (100 %)
維持管理費	268.4 百万Baht/年 (355 %)	75.5 百万Baht/年 (100 %)
現在価値	8,145 百万Baht (234 %)	3,478 百万Baht (100 %)
評価	4位	1位

現在価値 : 割引率 : 4% 、年数 : 30 年

出典: 調査団

4.2.5 汚水処理方式代替案の費用分析

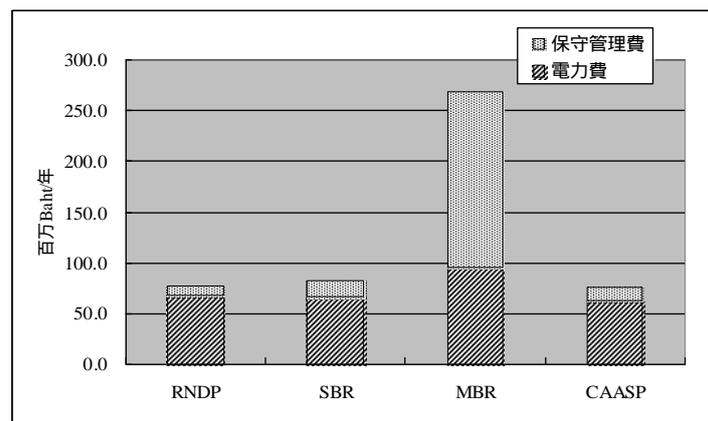
汚水処理方式代替案の初期投資費用分析を図 4.2.3 に示す。CAASP の初期投資が代替案の中で最も有利である。MBR と CAASP の土木・建築工事費は、生物処理の水理学的滞留時間が短いため構造物のコンクリート量が少なく地下構造物を必要としないため安価である。しかし、MBR の初期投資は近年、膜処理ユニットの単価が安くなりつつあるが、それでもかなり高価であるため最も不利となる。



出典: 調査団

図 4.2.3 初期投資の費用分析

代替案の維持管理費の費用分析を図 4.2.4 に示す。電力費及び保守管理費は MBR を除き CAASP が若干有利であるがほぼ同等である。MBR の電力費は膜洗浄のために空気の必要量が大きいため高くなっている。また、定期的な膜モジュールの交換費用のため保守管理費も高くなっている。

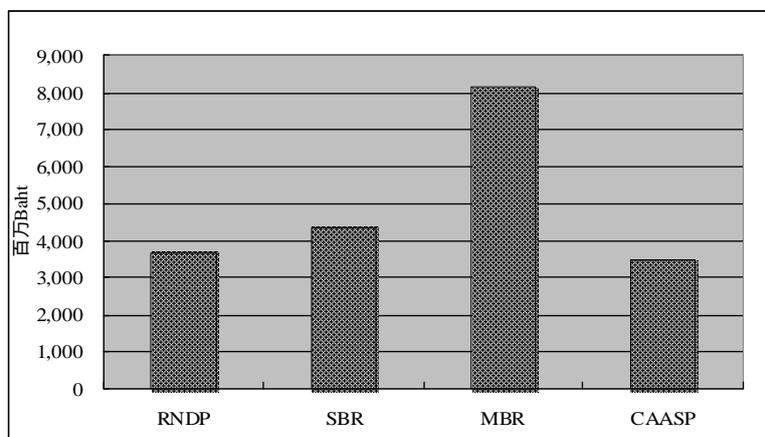


出典: 調査団

図 4.2.4 維持管理費の費用分析

初期投資、維持管理費及び更新費用を考慮し、長期的な視野から経済性を比較するために

各代替案の現在価値を算定した。代替案の現在価値の費用分析を図 4.2.5 に示す。CAASP が汚水処理方式の代替案の中で最も経済的な優位性が高いと評価された。



出典: 調査団

図 4.2.5 現在価値の費用分析

4.3 地上式下水処理場と地下式下水処理場

4.3.1 代替案の基本計画

DDSは地上式下水処理場と地下式下水処理場の経済比較をすることをJICA調査団に要請した。その理由は以下の通りである。

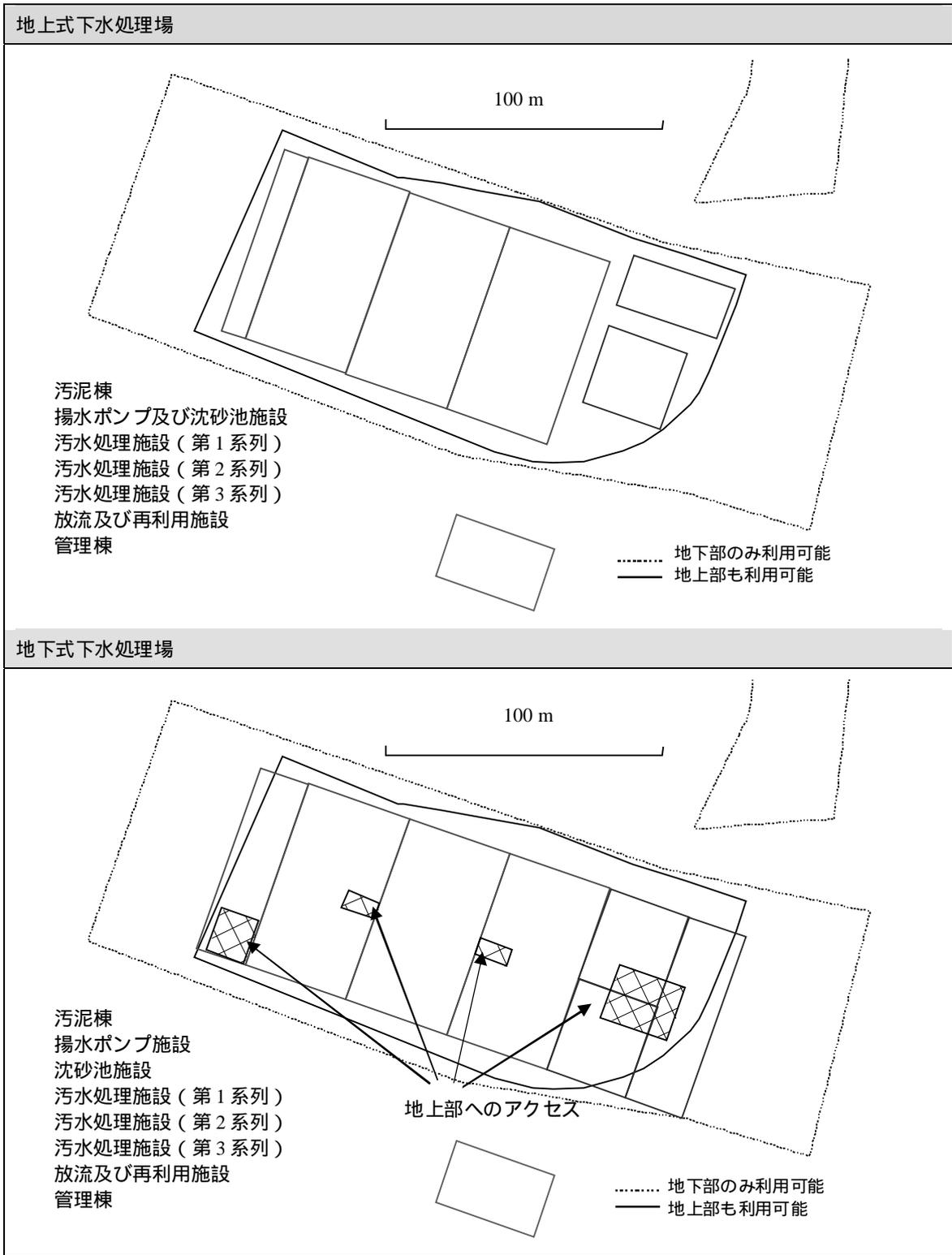
現在、BMAが建設中のBang Sue下水処理場は、地下式下水処理場で計画されている。Bang Sue下水処理場の建設用地は公園の敷地内にあることから、周辺環境を考慮して全ての処理施設は地下に計画されており、処理施設の上部に環境教育施設が計画されている。Nong Bon下水処理場の周辺住民も地下式下水処理場を望む可能性がある。BMAとしてはこのような要望が出された場合無視できない。そこで、調査団の提案する地上式下水処理場と地下式下水処理場の費用の違いを知りたいということであった。

Nong Bon下水処理場の建設用地は、もともと治水目的のために建設された雨水滞水池の敷地でDDSが所有している。しかも、処理場用地の隣接地には現在DDSの庁舎棟1棟と修理工場が3棟が建設中である。したがって、周辺環境はBang Sue下水処理場とは大いに異なる。しかし、現在、雨水滞水池の一部を住民のレクリエーション活動のために開放しており、水上スポーツや住民の憩いの場と利用されているのも事実である。

そこで、調査団はDDSの要請に応じて、地下式下水処理場との費用比較を行った。初期投資、維持管理費及び大規模更新費を含む経済性を比較するために代替案の基本計画を策定した。基本計画は下記の条件に基づき作成した。

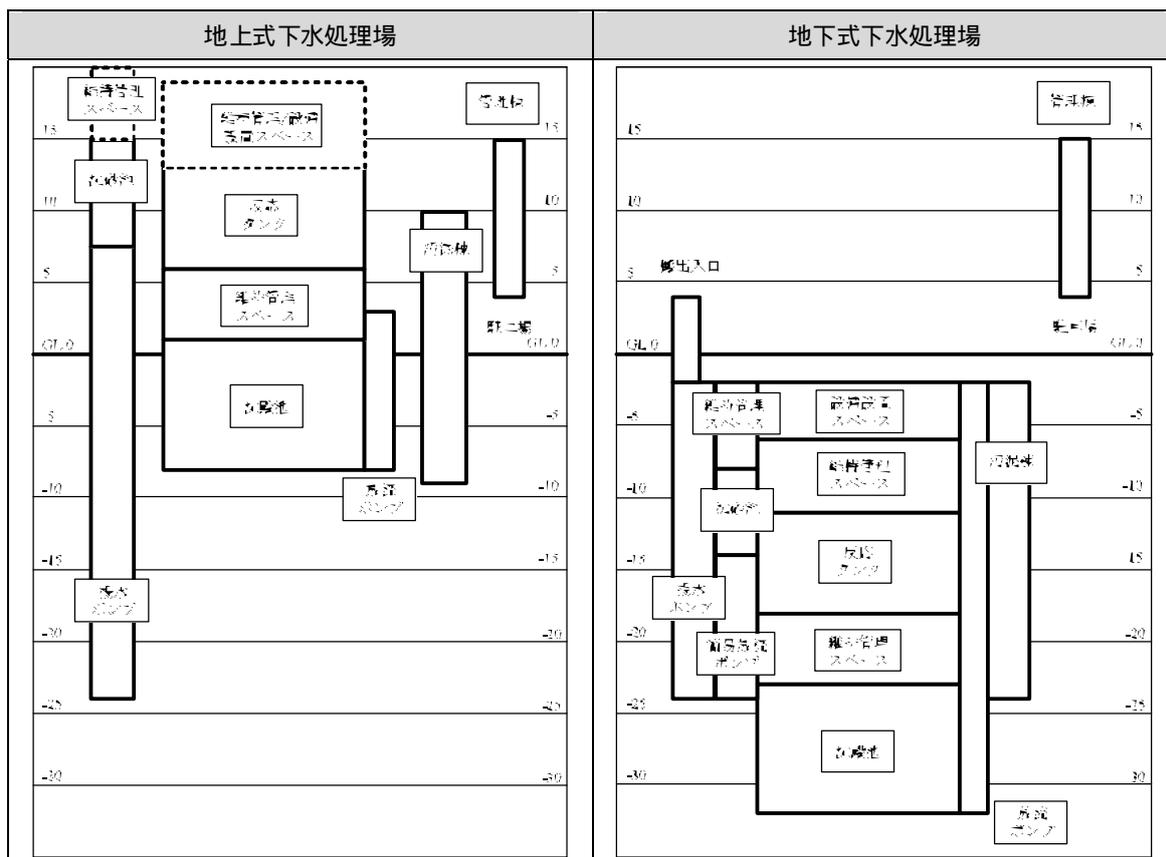
- 1) 両代替案共に管理棟は、現在、建設中であり下水処理場の用地に隣接するDDSの職員のための駐車場棟の上部に計画する。
- 2) 地下式下水処理場では、地中連続壁工法による建設を考慮して全ての施設を一つの構造体に納められるように集約して計画する。沈殿池を平面的に配置できないため、立体的に配置することは避けられない。
- 4) 地下式下水処理場で、反応タンクの水位は沈砂池の水位により決まることから、反応タンクの維持管理スペースの上部にスペースができる。これらのスペースは電気設備、脱臭設備、換気設備等の設置スペースとして利用する。

各代替案における施設配置と施設高の基本計画を図4.3.1及び図4.3.2に示す。



出典: 調査団

図 4.3.1 地上式・地下式案での施設配置



出典: 調査団

図 4.3.2 地上式・地下式案での施設高さ

4.3.2 代替案の経済性比較

代替案の経済性比較を表 4.3.1 にまとめる。

表 4.3.1 地上式・地下式案の経済性比較

	地上式下水処理場	地下式下水処理場
初期投資	建設工事費 3,316 百万Baht 間接工事費 1,989 百万Bah 5,305 百万Baht (100%)	建設工事費 4,369 百万Baht 間接工事費 2,621 百万Bah 6,990 百万Baht (132%)
維持管理費	107.7 百万Baht/年 (100%)	117.5 百万Baht/年 (109%)
現在価値	7,259 百万Baht (100%)	9,109 百万Baht (125%)

現在価値：割引率：4%、年数：30年

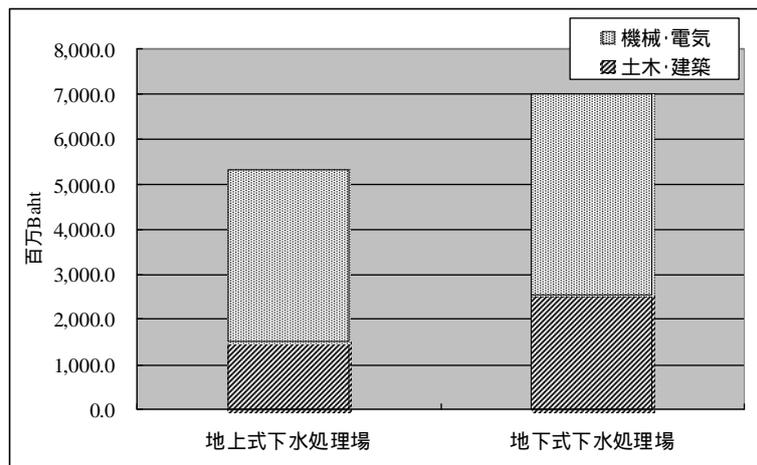
出典: 調査団

代替案の初期投資の分析を図 4.3.3 に示す。地下式下水処理場の初期投資は、地上式下水処理場の初期投資より合計で 32% (1,685 百万 Baht) 高くなっている。

地下式下水処理場の土木・建築工事の費用は、地上式下水処理場の 170% である。初期投資

の違いは主に大深度地下工事のための地中連続壁、仮設及び施設の地下化に必要な追加の構造体等の建設工事費用に起因する。

地下式下水処理場の機械・電気工事の費用は、地上式下水処理場の 117%である。土木・建築工事に比べると機械・電気工事の費用の違いは少ない。初期投資の違いは主に主ポンプ及び放流ポンプのポンプ施設及び場外搬出する脱水ケーキ、しよ、沈砂の搬出施設の機器の違いに起因する。



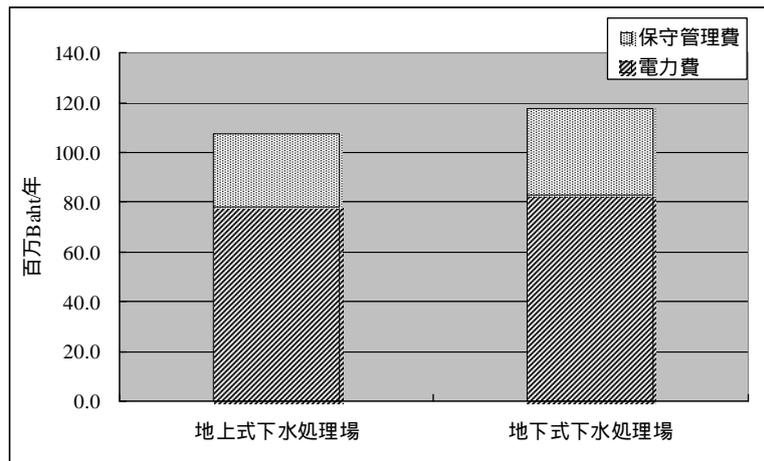
出典: 調査団

図 4.3.3 初期投資の費用分析

代替案の維持管理費の分析を図 4.3.4 に示す。地下式下水処理場の維持管理費は、地上式下水処理場の維持管理費より合計で 9% (9.8 百万 Baht/年) 高い。

両代替案の電力消費量は以下に挙げる理由によりほぼ同様である。汚水処理における電力消費量の大部分は、ポンプ及びエアレーションで消費される。両代替案での下水処理場への流入水位及び放流先の放流水位は同じである。以上から、両代替案の揚水ポンプと放流ポンプに必要な揚程の合計は基本的に同じであり、電力消費量もほぼ同等となる。また、両代替案でエアレーションの消費電力も同条件であることから同じである。電力消費量の軽微な差は主に建築付帯設備である換気及び照明等に起因する。

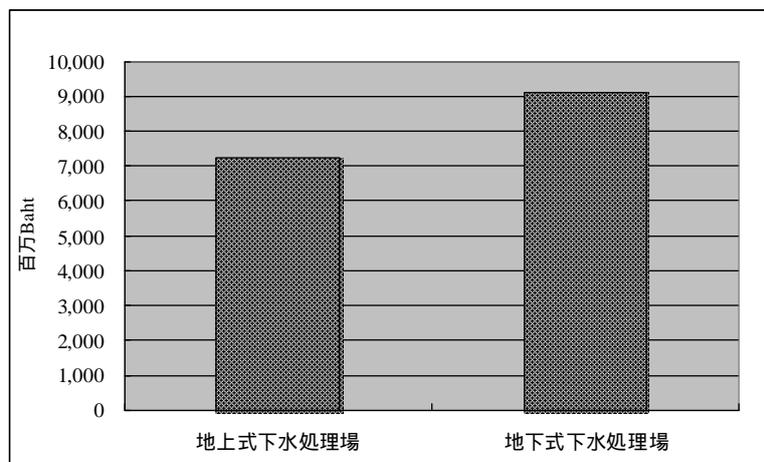
地下式下水処理場の保守管理費は、場外搬出する脱水ケーキ、しよ、沈砂の搬出のために追加の設備があることから地上式下水処理場に比べて若干高くなっている。



出典: 調査団

図 4.3.4 維持管理費の費用分析

初期投資、維持管理費及び更新費用を考慮し、長期的な視野から経済性を比較するために各代替案の現在価値を算定した。代替案の現在価値の費用分析を図 4.3.5 に示す。地上式下水処理場が地下式下水処理場と比較して 25% (1,850 百万 Baht) 経済的に優位であると評価された。



出典: 調査団

図 4.3.5 現在価値の費用分析

4.4 施設計画

4.4.1 施設計画の基本方針

DDS は、大規模下水処理場には安定した処理を確実にするために確立された技術の導入を望んでいる。また、同時にこれまでは余り省みられなかったが、これからは事業の持続性の観点から省資源、省エネルギー技術の導入を望んでいる。施設計画の基本方針を以下にまとめる。

- 1) 初期投資、運転・維持管理費用および更新費用を含むライフサイクルコストの低減化を図る。
- 2) 必要な予備機の設置、SCADA システムと計装機器による自動化の導入により安定かつ容易な運転を可能とする。
- 3) 高効率技術の導入、運転方法の最適化および水理的損失の最小化により省エネルギー化を図る。
- 4) 流入水量および汚濁負荷に合わせた段階的な施設整備により初期投資の低減化を図る。
- 5) 環境・社会影響を配慮する。

4.4.2 設計水量

各処理プロセスに流入する設計水量を表 4.4.1 にまとめる。また、雨天時活性汚泥法の説明を表 4.4.2 に紹介する。

表 4.4.1 Nong Bon 下水処理場設計水量の考え方

設計水量	説明
流入水量	雨天時に下水処理場に流下する最大水量は、最大で計画水量の5倍とする。
一次処理	計画水量の3倍が沈砂池及び細目除塵機で構成される一次処理施設に流入する。
二次処理	計画水量が反応タンク及び沈殿池の生物処理で構成される二次処理施設に流入する。
雨天時活性汚泥法	一次処理水の残りの計画水量の2倍は、放流水域への簡易放流又は雨天時活性汚泥法で処理する2通りの対応を可能とする。雨天時活性汚泥法で処理する場合は、計画水量の2倍は反応タンクの後段に流入する。
直接放流	一次処理施設に流入する計画水量の3倍を超過する計画水量の2倍は、揚水ポンプで揚水した後に放流水域に直接放流する。

出典: 調査団

表 4.4.2 雨天時活性汚泥法の説明

処 理 法	
<p>雨天時において従来の方法では晴天時汚水量（DWF）のみ二次処理し、残りの2DWFを一次処理後に簡易放流している。雨天時活性汚泥は、DWFを通常の運転通り反応タンクの前段に投入し、残りの2DWFを反応タンク後段にステップ投入して処理する。</p>	
従来の方法	
雨天時活性汚泥法	
原 理	
<p>大部分の下水中の有機物は、活性汚泥と接触後の短時間（30分程度）で除去される。この現象は初期吸着と言われている。雨天時活性汚泥法はこの原理を使用して、雨天時に放流水域に流出する処理水の総汚濁負荷を低減させる。反応タンクの後段で活性汚泥に吸着された有機物は、沈殿池で沈降し、反応タンクの前段に返送される。有機物は沈殿池および反応タンクを流下する過程で活性汚泥により分解、安定化される。そして、反応タンクの後段に至るまで再び活性汚泥の吸着力は回復するため、安定した処理を継続して行うことが可能となる。</p>	
<p style="text-align: center;">活性汚泥の有機物除去</p>	<p style="text-align: center;">活性汚泥の吸着力の回復</p>

出典: 調査団

雨天時活性汚泥法は、処理の継続時間、返送汚泥量、MLSS濃度、SVIの状況に応じた運転操作が必要とされると同時に沈殿池の汚泥界面を把握しながら活性汚泥の流出が無いよう

に運転操作をする必要がある。上記の条件は各下水処理場で異なることから、運転管理を通して下水処理場ごとに特性を把握すべきである。Nong Bon 下水処理場の計画では、雨天時活性汚泥法による処理は、雨天時の運転管理における運用方法として位置づける。以上から、雨天時活性汚泥法の運用が可能ないように、計画水量を反応槽前段から、計画水量の2倍を反応槽後段から流入できるように水理的な考慮をする。

4.4.3 処理水の放流先

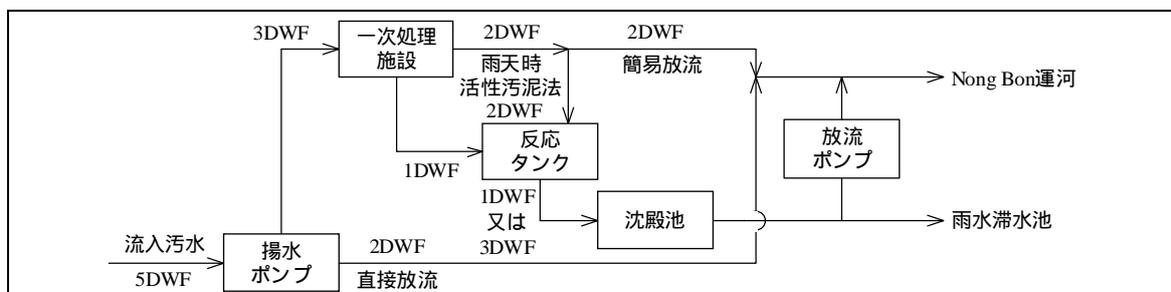
処理水の放流先は、運用の中で状況で選択できるように複数確保する。放流先としては Nong Bon 運河、Nong Bon 雨水調整池、Nong Bon 地区排水トンネルを想定する。なお、Nong Bon 運河、Nong Bon 雨水調整池、Nong Bon 地区排水トンネルについては 2.1 節で概要を述べている。

晴天時には Nong Bon 下水処理場周辺の運河の水質改善を目的に、処理水を Nong Bon 運河への放流することを原則とする。また、直近の Nong Bon 雨水調整池に放流する場合には、処理場の維持管理費の削減(揚水電気代の節約)を期待できるが、富栄養化による雨水調整池の水質悪化を監視する必要がある。

降雨時においても Nong Bon 運河への放流を原則とするが、降雨量が多く、Nong Bon 下水処理場から二次処理水とともに一次処理水や未処理水を放流する状況で、Nong Bon 運河の水位が上昇し流下能力が十分でないと判断される場合は、下水処理場に隣接する雨水調整池へ放流することも想定する。また、Nong Bon 地区排水トンネルの完成後には、排水トンネルへの放流も考慮する。

なお、処理水の一部は Nong Bon 下水処理場に隣接する Rama IX 公園の修景用水として利用される計画である。

処理施設の計画水量及び処理水質による放流水域を示す系統フローを図 4.4.1 に示す。



出典: 調査団

図 4.4.1 計画水量および放流水域

雨天時に各雨水吐き口では 5DWF 遮集され、遮集された汚水は遮集管を流下して順次、下水処理場に流入する。下水処理場に 3DWF を超える汚水量が流入する頃には、降雨初期の高汚濁負荷の汚水は既に流入しており、低汚濁負荷の汚水が下水処理場に流入することになる。以上から、経済性を考慮して前処理施設の設計対象水量は 3DWF とする。但し、発生頻度・汚濁負荷は低いものの、瞬時的には最大で 5DWF が下水処理場に流入するため、下水処理場の冠水を防ぐため施設の保護対策として、残りの 2DWF を直接放流できるポンプを設置する。

4.4.4 計画流入水質

汚水処理施設に流入する汚水は、汚泥処理施設からの返流水を含む。そのため、汚水処理施設の施設計画に使用する汚水の計画水質は、下水処理場内での汚濁負荷の固形物収支計算により算定する。表 4.4.3 に全体計画時(2040 年)と 2020 年時点の計画流入水質を示す。

表 4.4.3 Nong Bon 下水処理場の計画流入水質

	項目	2040年(M/P)	2020年(F/S)
下水処理場への流入水質	BOD	150 mg/l	100 mg/l
	SS	150 mg/l	100 mg/l
汚水処理施設への流入水質	BOD	164 mg/l	109 mg/l
	SS	164 mg/l	109 mg/l

出典: 調査団

汚水処理施設から発生する汚泥量は固形物収支計算から算定し、表 4.4.4 に示す。算定された汚泥発生量は、汚泥処理施設の施設計画に使用する。

表 4.4.4 Nong Bon 下水処理場の汚泥発生量

	固形物量	汚泥量	固形物濃度
2040年 (M/P)	23,014 kg-DS/日	2,877 m ³ /日	0.8 %
2020年 (F/S)	9,107 kg-DS/日	1,138 m ³ /日	0.8 %

出典: 調査団

4.4.5 設計基準

Nong Bon 下水処理場の二次処理施設および汚泥処理施設の施設計画に使用する設計基準を表 4.4.5 に示すように設定した。

表 4.4.5 Nong Bon 下水処理場の設計基準

No	項目	設計基準
1.	沈砂池	
1-1	水面積負荷（晴天時）	1,800 m ³ /m ² /日
1-2	水面積負荷（雨天時）	3,600 m ³ /m ² /日
1-3	平均流速	0.3 m/秒
1-4	水理学的滞留時間（HRT）	30-60 秒
2.	反応タンク	
2-1	MLSS濃度	2,000 mg/l
2-2	溶存酸素濃度	3.0 mg/l
2-3	水理学的滞留時間（HRT）	5.3 時間
2-4	返送汚泥のSS濃度	0.8 %
2-5	返送率	33 %
2-6	循環率	147 %
2-7	固形物滞留時間（SRT）	2.2 日
3.	沈殿池	
3-1	水面積負荷	25 m ³ /m ² /日
3-2	有効水深	4.0 m
3-3	越流負荷	150 m ³ /m/日
4.	ろ過施設	
4-1	ろ過速度	400 m/日
5.	汚泥脱水	
5-1	余剰汚泥のSS濃度	0.8 %
5-2	脱水ケーキ含水率	80 %
5-3	ろ過速度	80 kg DS /m 時
5-4	固形物回収率	90 %
5-5	凝集剤注入率	1.4 %

出典: 調査団

4.4.6 水位高低計画

表 4.4.6 に示す流入および放流水域の水位条件に基づいて各施設の水位を計画をする。

表 4.4.6 Nong Bon 下水処理場の水位計画の条件

項目		水位	
流入汚水	1 DWF	North Nong Bon 幹線 Prawet 幹線	- 15.280 m - 18.392 m
	3 DWF	North Nong Bon 幹線 Prawet 幹線	- 14.790 m - 17.202 m
	5 DWF	North Nong Bon 幹線 Prawet 幹線	- 5.081 m - 4.275 m
放流水域	Non Bon 運河	H.W.L	+ 1.000 m
		L.W.L	- 0.500 m
	雨水滞水池	H.W.L	0.000 m
		L.W.L	- 7.000 m

注：5DWF 時は遮集管は圧力状態

出典：調査団

用地条件の制約から反応タンクと沈殿池を立体的に配置することが避けられない。反応タンクと沈殿池の構造物の配置に必要な面積は同程度である。以上から、以下の二つの代替案を主に水位高低計画の視点から比較検討する。

代替案-1: 下段/反応タンク、上段/沈殿池

代替案-2: 下段/沈殿池、上段/反応タンク

水位高低計画の比較は下記の敷地条件及び仮定に基づき実施した。

- 1) 一次処理施設は地上に施設を配置できる用地が限られているところから主ポンプ施設の構造の上部に配置する。
- 2) 計画上水位ロスが避けられない場合は、エネルギーの有効利用を考慮して小水力発電を導入する。
- 3) 代替案を比較するために、水位高低計画に関連する設備(ポンプ及び小水力発電)の電力量を試算する。
- 4) 消費電力量は二次処理水を乾季に Nong Bon 運河に放流し、雨季に雨水滞水池に放流する仮定で試算する。

表 4.4.7 に代替案の比較をまとめる。比較の結果、以下に挙げる優位性から代替案-2 を推奨する。

- 1) 消費電力量が少なく、運転費用及び温室効果ガス排出の低減に貢献する。
- 2) 運転操作が簡易化される。また、下水処理場内における誤操作及び事故による溢水の危険が回避される。

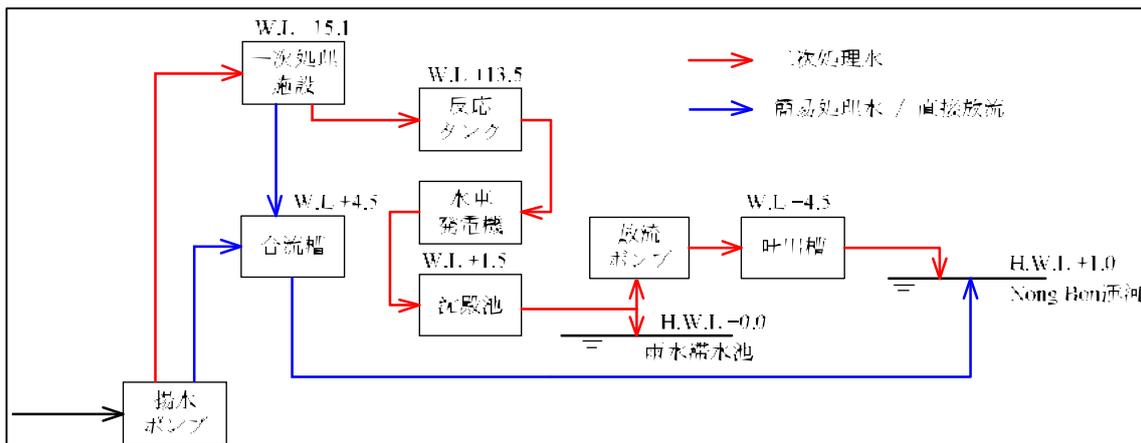
表 4.4.7 水位計画の代替案の比較

	代替案-1	代替案-2
水位高低計画		
ポンプ施設の構成	<p>主要なポンプ施設は、流入揚水ポンプ及び3系列の中間揚水ポンプの4施設で構成される。</p>	<p>主要なポンプ施設は、流入揚水ポンプ及び放流ポンプの2施設で構成される。</p>
運転管理	<p>運転操作は主要なポンプ施設が4施設であり、3系列の中間揚水ポンプは各水処理系列で制御が必要であるため複雑である。中間揚水ポンプの誤操作及び事故により下水処理場内での溢水の危険がある。</p>	<p>運転操作は主要なポンプ施設が流入揚水ポンプ及び放流ポンプの2施設に集約されるため簡易化される。処理水は自然流下により雨水滞水池に放流できるため、下水処理場内での溢水の危険が回避される。</p>
消費電力	<p>9,590,000 kWh/年 (134)</p>	<p>7,183,000 kWh/年 (100)</p>
電力費	<p>27.3 百万Baht/年 (134)</p>	<p>20.5 million Baht/年 (100)</p>
評価		

出典: 調査団

以下に挙げる基本方針を考慮して計画した晴天時及び雨天時における水位高低計画を図4.4.2に示す。赤線で晴天時における二次処理水の水位高低計画を示す。青線で雨天時における一次処理水と無処理水の水位高低計画を示す。

- 1) 汚水処理工程の水位高低は、運転管理を考慮して一次処理施設から沈殿池まで自然流下で流れるように計画する。
- 2) 消費電力を低減するため、汚水処理施設の高さは雨水滞水池の水位を考慮して設定し、二次処理水を Nong Bon 運河に放流する場合は再揚水する。
- 3) 一次処理水の水位高低計画は、放流水域まで自然流下で流れるように計画する。
- 4) 消費電力を低減するため必要とされる揚程が異なる直接放流のポンプは、別系統とする。
- 5) 水位高低は下流側の水位の影響を受けないように計画する。



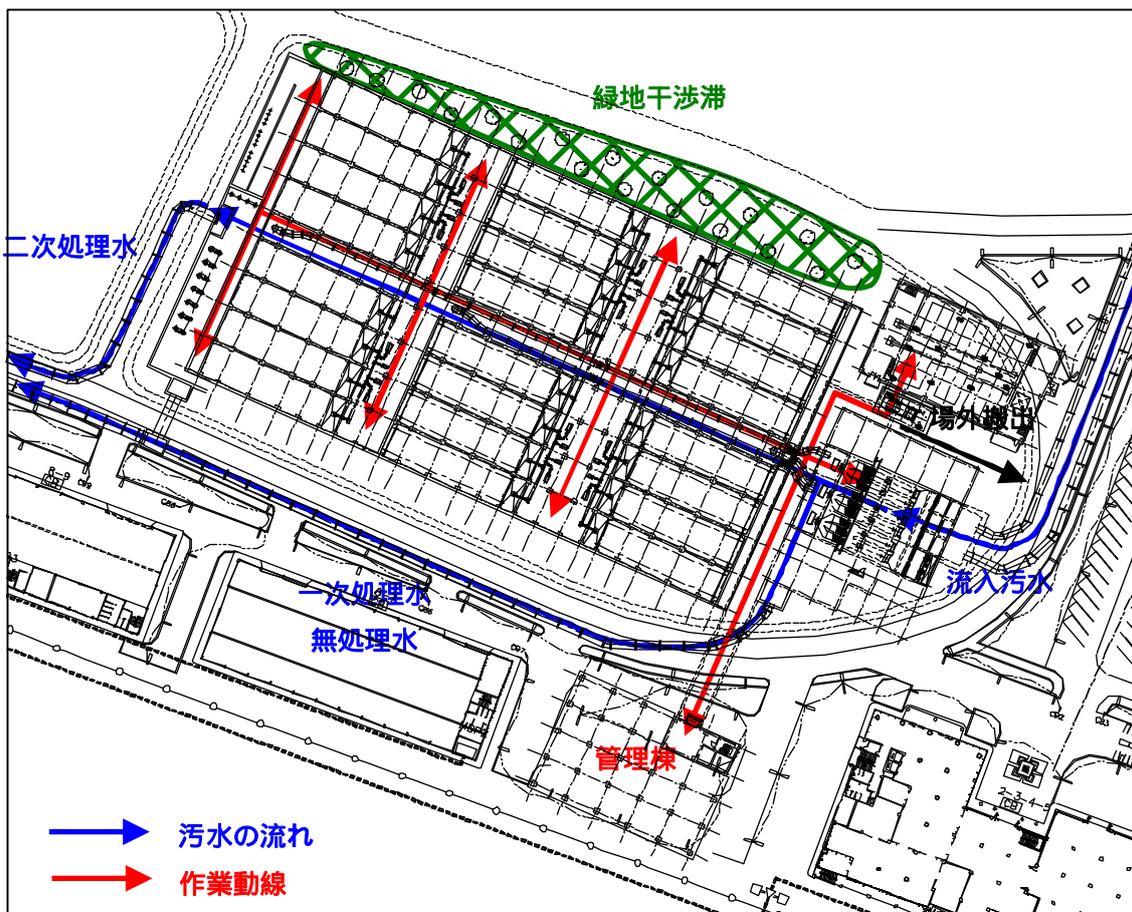
出典: 調査団

図 4.4.2 Nong Bon 下水処理場水位高低計画

4.4.7 施設配置計画

以下に挙げる基本方針を考慮して計画した用地内における施設配置計画を図 4.4.3 に示す。

- 1) 計画施設は処理過程での汚水の流れが最適でかつ短くなるように配置する。
- 2) 計画施設は施設の日常の運転・維持管理の作業性を考慮して効率的な作業動線が確保できるように配置する。
- 3) 揚水ポンプ及び汚泥脱水施設等の比較的に頻繁な運転・維持管理の作業が必要な計画施設は管理動線を短くするために管理棟の近くに配置した。
- 4) 場外搬出される脱水ケーキ、しよ及び沈砂の貯留・搬出施設は、トラックの搬出用経路の共有及び周辺環境への影響を考慮して集中化する。
- 5) 景観に調和し、周辺環境への不快観を緩和するために、雨水滞水池及びスポーツ施設に接する用地境界には緑地干渉帯を確保する。



出典: 調査団

図 4.43 Nong Bon 下水処理場施設配置計画

4.4.8 汚泥処理方式の選定

下水処理から必ず発生する汚泥を効率よく、安定的に処理することは下水処理の要の一つである。現在 BMA の既存下水処理場から発生する汚泥は、汚泥の集約処理場である Nong Khaem 下水処理場へ移送されている。Nong Khaem 下水処理場では下水処理場から受け入れた脱水ケーキを溶解後、緑農地利用による最終処分形態を考慮して、汚泥性状の安定性及び安全性を改善するために消化及びコンポスト化を行っている。下水汚泥に含まれる有機分は嫌気性分解及びコンポスト化の作用により、分解・安定化される。

Nong Bon 下水処理場から発生する汚泥も同様に Nong Khaem 下水処理場へ移送する計画である。以上から、現地で必要な汚泥処理は移送のために汚泥を脱水することである。機械脱水機には以下に挙げる機種があり、汚泥性状に対する脱水効率、経済性及び運転・維持管理を考慮して選定すべきである。

- ベルトプレス脱水機
- 遠心脱水機
- スクリュープレス脱水機

代替案の比較表を表 4.4.8 に示す。比較の結果、以下に挙げる優位性によりベルトプレス脱水機を推奨する。

- 1) BMA の既存下水処理場で多く採用されていることから、BMA の下水処理場から発生する汚泥性状に対して脱水性状が保証されており、運転・維持管理にも慣れている。
- 2) 現在価値の指標が示すように最も経済的である。

表 4.4.8 (1) 機械脱水機の比較(1/3) ベルトプレス脱水機

	ベルトプレス脱水機
脱水方式	ベルト脱水機はローラーにより加圧された2枚のベルトにより凝集された汚泥を圧搾・せん断することで汚泥を脱水する。ベルトプレス脱水機はろ過機、凝集装置及び現場制御盤で構成される。
脱水機性能	脱水ケーキ含水率：80 % ろ過速度：80 kg DS /m・時 固形物回収率：90 % 凝集剤薬注率：1.4 %
脱水機設備	脱水機ベルト幅：3.0 m 台数：6 台（1 台予備）
配置スペース	562 m ² （脱水機単独）
運転操作	ベルトプレス脱水機は汚泥性状の変化に対して、ベルト速度、凝集剤薬注率及び汚泥投入量の変更による対応となる。
維持管理	ベルトプレス脱水機は運転約8,000時間ごとにベルトの交換が必要である。ベルトはメンテナンス作業員により現場で交換が可能である。
洗浄水量	ベルトプレス脱水機は運転中において常時ベルト洗浄が必要である。以上から、ベルトプレス脱水機は他機種に比較して洗浄水量が多くなる。
騒音・振動	ベルトプレス脱水機は低速運転であるため、特に騒音及び振動は問題ない。
温室効果ガス排出量	消費電力は比較的小さいため、温室効果ガスの発生量は少ない。
BMAでの実績	Chatuchak下水処理場 / Chong Nonsi下水処理場 / Din Daeng下水処理場 Nong Khaem下水処理場 / Rattanakosin下水処理場 Si Praya下水処理場 / Thung Khru下水処理場
初期投資	脱水機：50.8 百万Baht 建 屋：28.1 百万Baht 合 計：78.9 百万Baht（100 %）
運転・維持管理費	電力費：1.0 百万Baht/年 薬品費：20.0 百万Baht/年 メンテナンス費：3.7 百万Baht/年 合計：24.7 百万Baht/年（100 %）
現在価値	844.9 百万Baht（100 %）
評 価	

現在価値：割引率：4%、年数：30年

出典：調査団

表 4.4.8 (2) 機械脱水機の比較(2/3) 遠心脱水機

	遠心脱水機
脱水方式	遠心脱水機は外筒を高速で回転させることで発生する遠心力により汚泥を脱水する。遠心脱水機は外筒、スクリュー、差動装置及び現場制御盤で構成される。
脱水機性能	脱水ケーキ含水率：80 % 処理容量：30 m ³ /時 固形物回収率：95 % 凝集剤薬注率：1.4 %
脱水機設備	処理容量：30 m ³ /時 台数：6 台（1 台予備）
配置スペース	546 m ² （脱水機単独）
運転操作	遠心脱水機は汚泥性状の変化に対して、外筒の回転速度、凝集剤薬注率、背圧装置の圧力及び汚泥投入量の変更による対応となる。
維持管理	遠心脱水機は運転約20,000時間ごとに刃先の交換が必要である。刃先の交換のために遠心脱水機本体をワークショップ又は工場に持ち帰る必要がある。
洗浄水量	遠心脱水機は1日に1回の洗浄が必要である。洗浄時間は10分程度である。以上から、遠心脱水機は洗浄水量が少ない。
騒音・振動	遠心脱水機は外筒を高速回転させるため、騒音及び振動に対して対策を図る必要がある。
温室効果ガス排出量	消費電力は他機種と比較して大きいため、温室効果ガスの発生量が多い。
BMAでの実績	実績なし
初期投資	脱水機：45.0 百万Baht 建 屋：27.3 百万Baht 合 計：72.3 百万Baht (92 %)
運転・維持管理費	電力費：6.6 百万Baht/年 薬品費：20.0 百万Baht/年 メンテナンス費：5.1 百万Baht/年 合計：31.7 百万Baht/年 (127 %)
現在価値	1,036.4 百万Baht (123 %)
評 価	

現在価値：割引率：4%、年数：30年

出典：調査団

表 4.4.8 (3) 機械脱水機の比較(1/3) スクリュープレス脱水機

	スクリュープレス脱水機
脱水方式	スクリュープレス脱水機はスクリューと有孔金属スクリーンにより凝集された汚泥を圧搾することで汚泥を脱水する。スクリュープレス脱水機は、スクリュー、スクリーン、背圧装置、駆動装置、凝集装置及び現場制御盤で構成される。
脱水機性能	脱水ケーキ含水率：80 % ろ過速度：2.6 kg DS /時・口径 固形物回収率：90 % 凝集剤薬注率：1.9 %
脱水機設備	脱水機口径：800 mm 台数：6 台（1 台予備）
配置スペース	370 m ² （脱水機単独）
運転操作	スクリュープレス脱水機は汚泥性状の変化に対して、スクリューの回転速度、凝集剤薬注率、凝集装置の回転速度、汚泥投入圧、背圧装置の圧力及び汚泥投入量の変更による対応となる。
維持管理	スクリュープレス脱水機は運転約14,000時間ごとにスクリーンの交換が必要である。スクリーンは現場で交換が可能であるが、製作メーカーの監視が必要である。
洗浄水量	スクリュープレス脱水機は6-8時間に1回の洗浄が必要である。洗浄時間は30分程度である。以上から、スクリュープレス脱水機は洗浄水量が少ない。
騒音・振動	スクリュープレス脱水機は低速運転であるため、特に騒音及び振動は問題ない。
温室効果ガス排出量	消費電力は比較的小さいため、温室効果ガスの発生量は少ない。
BMAでの実績	実績なし
初期投資	脱水機：69.8 百万Baht 建 屋：18.5 百万Baht 合 計：88.3 百万Baht (112 %)
運転・維持管理費	電力費：0.5 百万Baht/年 薬品費：27.1 百万Baht/年 メンテナンス費：2.6 百万Baht/年 合計：30.2 百万Baht/年 (123 %)
現在価値	1,034.6 百万Baht (122 %)
評 価	

現在価値：割引率：4%、年数：30年

出典：調査団

4.4.9 監視制御システム

監視制御システムは、プラントの運転を監視制御し、プラントの運転情報を効率的に処理する。システムは、デジタル制御設備、運転操作設備、監視制御設備及び情報処理設備から構成され、下水処理場全体を運転管理する上で中核をなす施設である。監視制御システムは、下水処理場の規模、管理体制、操作員の技術水準及び経済性を考慮して計画する必要がある。

Nong Bon 下水処理場は、全体計画時には 13.5 万 m³/日の処理施設を有する大規模な下水処理場とみなされる。大規模施設の安全運転、監視、制御およびデータ収集・分析を合理的かつ、効率的に行えるように、SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition System) システムを導入し、管理棟にて集中管理を行う計画とする。SCADA システムの導入により以下に挙げる効果が期待できる。

- 1) 処理の質および効率の改善と作業負担の軽減
- 2) 省エネルギー、省力化等による維持管理費の低減
- 3) 適切な運転による処理の向上および処理過程の安定化
- 4) 資料の収集および解析による処理特性のよりよい理解と運転管理への反映

SCADA システムの大量なデータを迅速・効率的に処理するために、各エリアには PLC (Programmable Logic Controller) 計装システムを設置し、光ケーブルネットワークを構築する。これにより各エリアにおいてのパソコンによる運転・操作は勿論、管理棟の管理室に設置する SCADA の操作端末からも現場機器に対する運転・操作が可能になる。流入水量や水質の変動に応じた制御性を高めるために、全ての制御パラメータ (PID 設定、タイマー設定等) の設定変更を管理棟の SCADA の操作端末から可能とする。また、各処理過程の水質のトレンドグラフや回転機器などの運転時間もパソコン画面上に表示させ、管理点に達した場合には速やかに警報を発して安全性の向上および設備の円滑な運用を図る。

高解像度の 100 インチ級の大型ディスプレイに表示させることによって、グラフィックパネルより視認性を高めることが期待される。そうすることで、パソコン画面で反応を同時に見ることが可能なことから操作性や適応性においても優れた機能を期待できる。

各処理過程での施設、設備および処理状況の把握を確実、かつ、効率的に行うための監視・制御項目を以下の表 4.4.9 にまとめる。

表 4.4.9 SCADA システムの監視・制御項目

大分類	中分類	個別項目
運転状態の表示	機器の運転および停止	運転/停止、開/閉
	操作場所の切換え	中央/現場、遠方/機側
	運転モード	自動/手動、連動/単独
	機器等の故障・異常	機器の故障および処理過程の状態異変
処理過程の計測値の表示	受変電、水処理等の計測	電圧、電流、電力量、力率、水位、圧力、処理水量、汚泥量、薬品量、濃度、DO、MLSS 等
制御および操作	操作項目	主要機器の運転や停止、非常時の緊急停止および運転モードの選定
	設定項目	処理過程の機器の運転指標の設定、変更等（調整制御目標値、運転時間、運転順位、各種の制御パラメータ、警報設定値等）
帳票および記録	受変電、水処理等の計測項目	日報・月報・年報等トレンドおよび自記記録計による記録
	故障および運転状況	故障履歴・運転履歴等のプリンタによる記録

出典: 調査団

4.4.10 気候変動対策

BMA は、地球温暖化防止対策のため CO₂ 排出量の削減を進めており、本計画においても地球温暖化防止対策を考慮した計画とする。下水処理場における一般的な地球温暖化防止対策と Nong Bon 下水処理場における対策を表 4.4.10 にまとめる。

表 4.4.10 地球温暖化防止対策の着眼点

対策の区分	主な対策	Nong Bon 下水処理場における対策
電気、燃料等のエネルギー消費に伴う排出	エネルギー効率の優れた省電力機器を採用することでエネルギー消費を抑制する。	揚水ポンプにタイ国で一般的な水中型ポンプではなく、効率が優れた槽外型ポンプを採用する。また、以下に揚水ポンプ施設の消費エネルギーの削減対策を示す。
	反応タンクの曝気に散気効率に優れた超微細散気装置等の散気装置を採用する。	担体添加活性汚泥法では、担体により散気装置が限定されるため、散気装置の特定はできない。
	下水処理場内の揚水エネルギーを最小化するように施設配置を検討する。	水処理施設内での損水水頭を最小化するため、汚水の流れが最短になるように施設配置が考慮されている。
	運転管理の工夫により処理プロセスにおけるエネルギー消費を抑制する。	反応タンクの曝気用の空気を供給する送風機を水処理の系列別にすることで、各水処理系列で送風量の最適化ができるようする。
施設の運転に伴う処理プロセスからの排出	汚泥処理プロセスの過程で発生するメタンガスを捕集する技術（消化プロセス）を採用する。	汚泥の集約処理をしている Nongkaem 下水処理場に消化プロセスを有するため、二重投資となることから Nong Bon 下水処理場では消化プロセスは不要である。
	下水汚泥を高温焼却することで温室効果ガスである N ₂ O の排出を抑制する。	上記同様に Nong Bon 下水処理場で発生した汚泥は Nongkaem 下水処理場で集約処理される。
上水、工業用水、薬品類の消費に伴う排出	処理水の再利用を行うことで、上水の消費量を削減して温室効果ガスの排出を抑制する。	二次処理水をろ過処理して、処理水を場内利用及び場外利用（ラマ IX 公園）することで上水の消費量を削減する。
下水道資源の有効利用による排出量の削減	消化プロセスで発生するメタンガスを利用して発電する消化ガス発電を採用する。	上記同様に Nong Bon 下水処理場で発生した汚泥は Nongkaem 下水処理場で集約処理される。
	余剰水圧及び水頭を活用して小水力発電することでエネルギーを有効利用する。	用地条件から反応タンクと沈殿池を立体的に配置することが避けられないことから、余剰水頭差があるため採用を検討する。

出典: 調査団

1) 揚水ポンプ施設の消費エネルギーの削減対策

揚水ポンプ施設における消費エネルギーを削減するために有効な設備面及び運用面の対策を表 4.4.11 に示す。

表 4.4.11 揚水ポンプ施設の消費エネルギーの削減対策

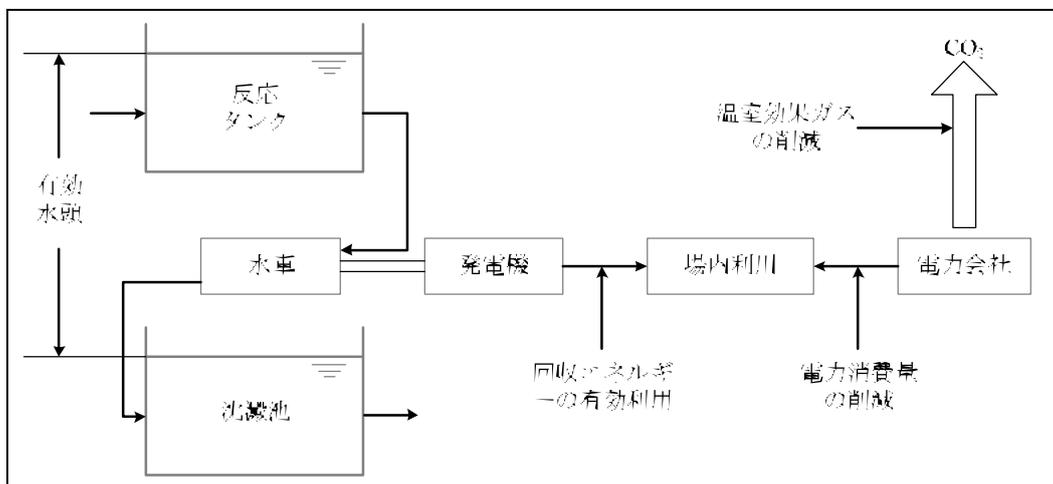
対策	概要
設備面での対策	晴天時における揚水ポンプの運転台数は、下水処理場への流入汚水量の時間変動に合わせて、大・小ポンプの運転台数の組み合わせとなる。小ポンプの 3 台に VVVF による回転数制御を導入することで、連続的な流量制御が可能となり、揚水ポンプ施設の消費エネルギーの削減が期待できる。また、連続的な流量調整により、一定水量を水処理施設へ流入させることで、水処理の処理性・安定性も良くなることが想定される。

対策	概要
運用面での対策	晴天時において、ポンプの運転水位を高く設定して運転することにより、実揚程を小さくすることで揚水ポンプ施設の消費エネルギーを削減することが可能である。しかし、流入幹線での流速が遅くなることによる下水管渠内での沈降物の堆積が懸念されるため、沈降物の堆積を避けるために定期的に水位を下げてフラッシング運転する等の対策が必要とされる。また、幹線の水位が上がることによる吐口からの汚水の逸水に注意する必要がある。

2) 小水力発電の検討

用地が限られていることから反応タンクと沈殿池を立体的に配置することが避けられない。これにより、反応タンクと沈殿池の間に余剰な水頭差ができる。下水処理場への汚水の流入は、年間及び日間で変動するものの連続的で不変である。これらは水車の導入により余剰な水頭差を回収するのに好ましい条件である。そこで、Nong Bon 下水処理場へのエネルギー回収技術の導入を検討する。

水車によるエネルギー回収の概略フローを図 4.4.4 に示す。発電機は水車により回収された余剰な水頭エネルギーを電力に変換する。発電された電力は、下水処理場内の設備により利用する計画とする。同時に、エネルギー回収は下水処理場内の電力会社から供給される電力の総消費量を削減することにより、温室効果ガスである二酸化炭素の排出量の削減にも貢献する。



出典: 調査団

図 4.4.4 エネルギー回収の概略フロー

電力発電量と二酸化炭素の排出削減量の試算を表 4.4.12 にまとめる。

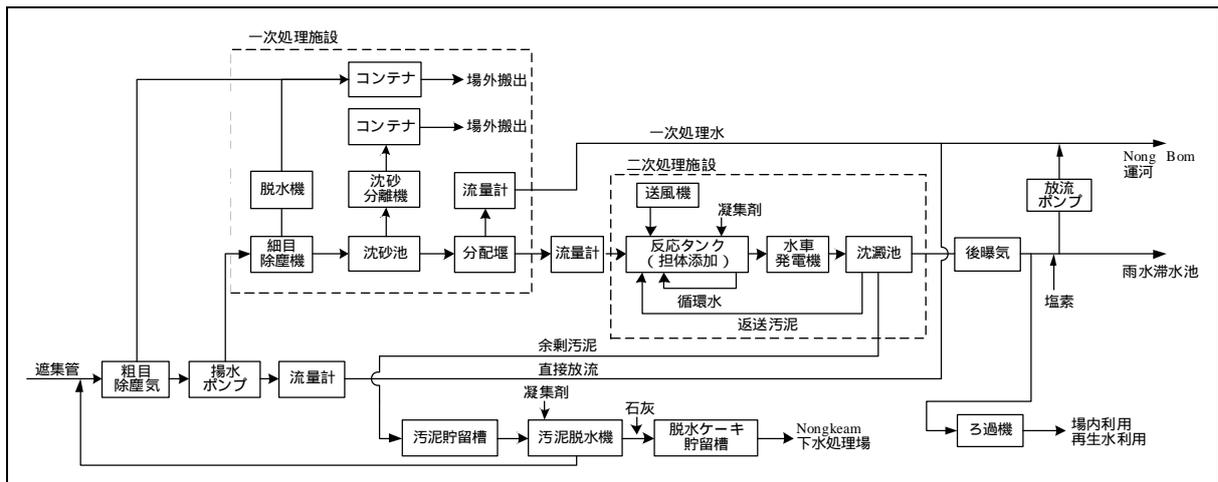
表 4.4.12 エネルギー回収及び CO₂ 削減量の試算

項目	値	備考
設計水量	135,000 m ³ /日	晴天時日平均水量
有効水頭	11.0 m	水位差
設備台数	6 台	系列当り 2 台
発電機容量	20 kW	効率 = 72 %
電力発電量	788,000 kWh/年	
電力費の削減量	2,246,000 Baht/年	
温室効果ガスの削減量	407,000 kg-CO ₂ /年	0.517 kg-CO ₂ /kWh

出典: 調査団

4.4.11 Nong Bon 下水処理場の処理プロセス

上記に記述した施設計画を基に Nong Bon 下水処理場に推奨される処理プロセスの概略フローシートを図 4.4.5、各処理プロセスの概要を表 4.4.13 に示す。



出典: 調査団

図 4.4.5 処理プロセスの概略フロー

表 4.4.13 各処理プロセスの概要

処理プロセス	概要
揚水ポンプ施設	揚水ポンプの保護のため粗目除塵機を設置する。揚水ポンプの運転方法は、ポンプ井の水位による台数制御で、大・小ポンプの運転台数の組合せにより流量を制御する。
沈砂池施設	沈砂池に細目除塵機と沈砂掻寄機を設置する。細目除塵機で除去されたしさは、脱水後にコンテナに貯留して場外搬出する。沈砂池で除去された沈砂は、水切り後にコンテナに貯留して場外搬出する。
反応タンク施設	反応タンクには担体を添加する。反応タンクの曝気用の空気は送風機により供給する。脱窒のため反応タンクの好気槽から無酸素槽に循環水を返送する。反応タンクの後段でリン除去のため凝集剤を添加する。
沈殿池施設	沈殿池には汚泥掻寄機を設置する。沈殿した汚泥は返送汚泥として反応タンクの前段に返送するとともに、余剰汚泥は汚泥処理施設に送泥する。反応タンクと沈殿池の間に水車発電機を設置して余剰水頭差を回収する。
放流及び再利用施設	放流水の溶存酸素濃度を確保するため後曝気を行う。二次処理水をろ過処理して、ろ過水を場内利用及びラマ IX 公園で利用する。ラマ IX 公園には配管輸送し、その他の需要には給水車により輸送する。
汚泥脱水施設	水処理から発生した汚泥は貯留槽で一時貯留する。汚泥は凝集剤を添加し、機械脱水機により脱水する。汚泥ケーキの含水率の調整及び脱臭を考慮して石灰を添加する。脱水ケーキは貯留槽に一時貯留した後、汚泥を集約処理する Nongkeam 下水処理場に移送する。

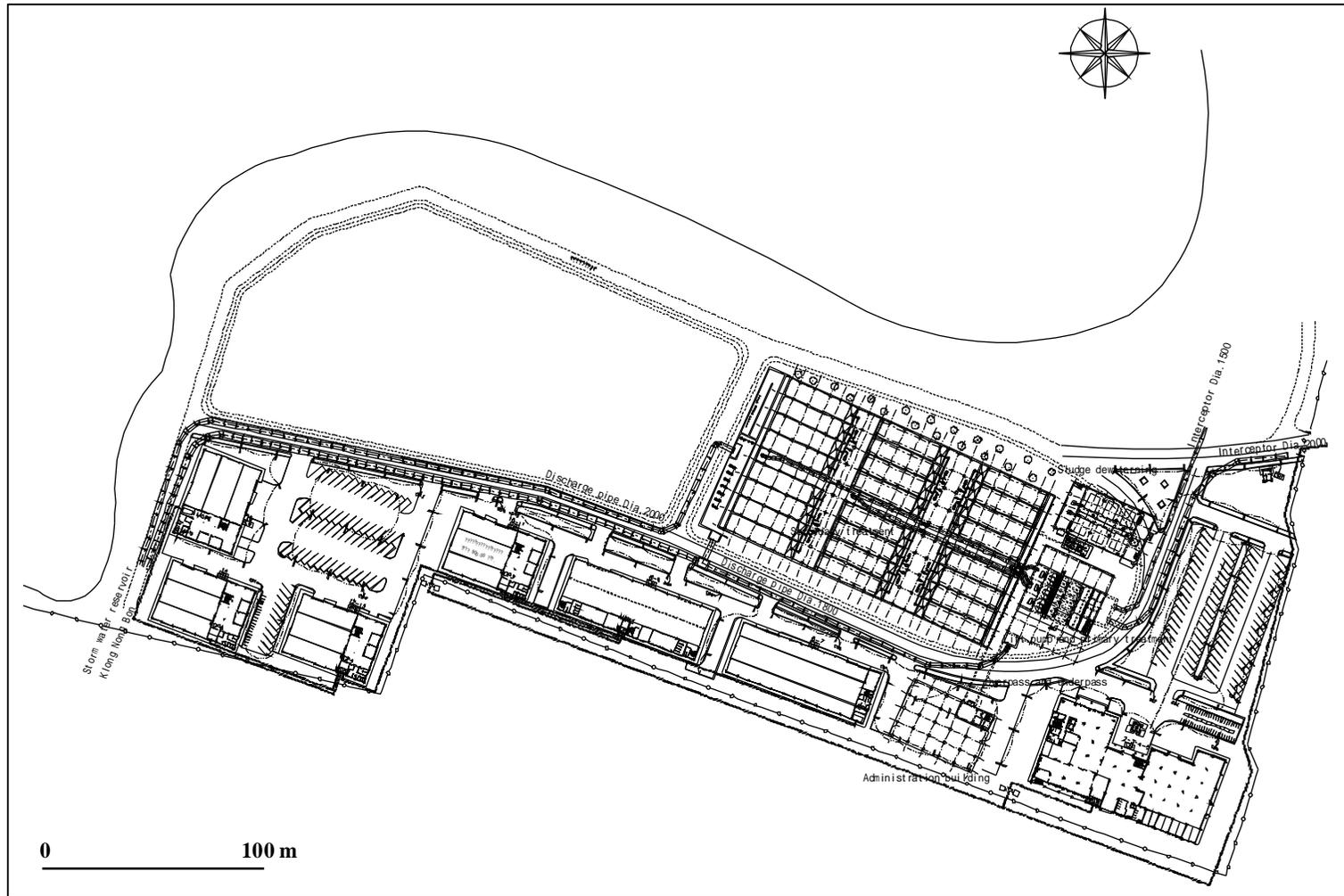
4.4.12 施設設計の概要

表 4.4.6 に示す設計条件をもとに、施設容量計算から得られる主要な施設の規模および機器の仕様を表 4.4.14 にまとめる。計画施設の施設容量計算は、付録 6-2 に示す。計画施設の一般配置図、水位高低図、処理フローシートを図 4.4.6、図 4.4.7 及び図 4.4.8 に示す。計画施設の概略設計図面を図面集に示す。

表 4.4.14 Nong Bon 下水処理場の施設概要

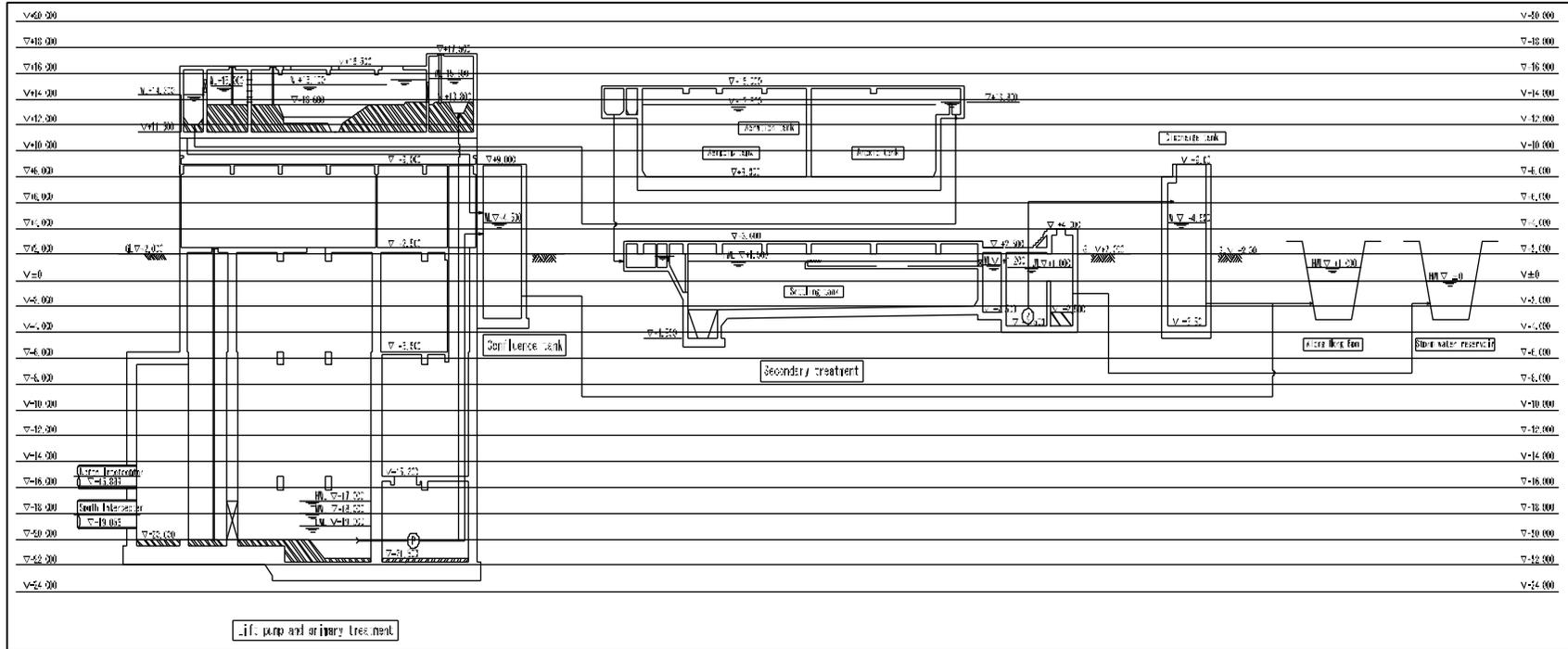
No	施設 / 寸法 / 仕様	数量 (M/P)	数量 (F/S)
1.	揚水ポンプ施設		
1-1	粗目除塵機 (水路幅: 2.5m)	3台	2台
1-2	大揚水ポンプ (94m ³ /分 × 38m × 800kW)	3台 (1台予備)	2台 (1台予備)
1-3	小揚水ポンプ (32m ³ /分 × 38m × 280kW)	3台	3台
1-4	直接放流ポンプ (94m ³ /分 × 25m × 540kW)	3台 (1台予備)	3台 (1台予備)
2.	沈砂池施設		
2-1	沈砂池 (2.0mW × 9.5mL)	6水路	4水路
2-2	細目除塵機 (水路幅: 1.4m)	9台	6台
2-3	沈砂脱水機 (7.5m ³ /時)	2台	2台
2-4	しき脱水機 (3.0m ³ /時)	2台	2台
3.	反応タンク施設		
3-1	無酸素槽 (15.0mW × 13.0mL × 5.5mD)	12池	8池
3-2	好気槽 (15.0mW × 17.0mL × 5.5mD)	12池	8池
3-3	送風機 (160m ³ /分 × 6500mmAq × 260kW)	9台 (3台予備)	6台 (2台予備)
3-4	循環ポンプ (エアリフトポンプ)	12台	8台
3-5	返送汚泥ポンプ (8m ³ /分 × 17m × 45kW)	12台	8台
4.	沈殿池施設		
4-1	沈殿池 (5.0mW × 30.0mL × 4.0mD)	24池	16池
4-2	汚泥掻寄機 (2池1駆動)	12台	8台
5.	放流及び再利用施設		
5-1	放流ポンプ (47m ³ /分 × 8m × 110kW)	7台 (1台予備)	5台 (1台予備)
5-2	ろ過機 (ろ過面積: 12m ²)	3台	2台
6.	汚泥脱水施設		
6-1	ベルトプレス脱水機 (ベルト幅: 3.0m)	6台 (1台予備)	3台 (1台予備)
6-2	脱水ケーキ貯留槽 (40m ³)	2槽	1槽
7.	電力施設		
7-1	非常用発電機 (2,500kVA)	3台	2台
7-2	水車発電機 (20kW)	6台	4台
8.	脱臭施設		
8-1	生物脱臭塔 (240m ³ /分)	1台	1台
8-2	生物脱臭塔 (760m ³ /分)	1台	1台
8-3	生物脱臭塔 (380m ³ /分)	1台	0台

出典: 調査団



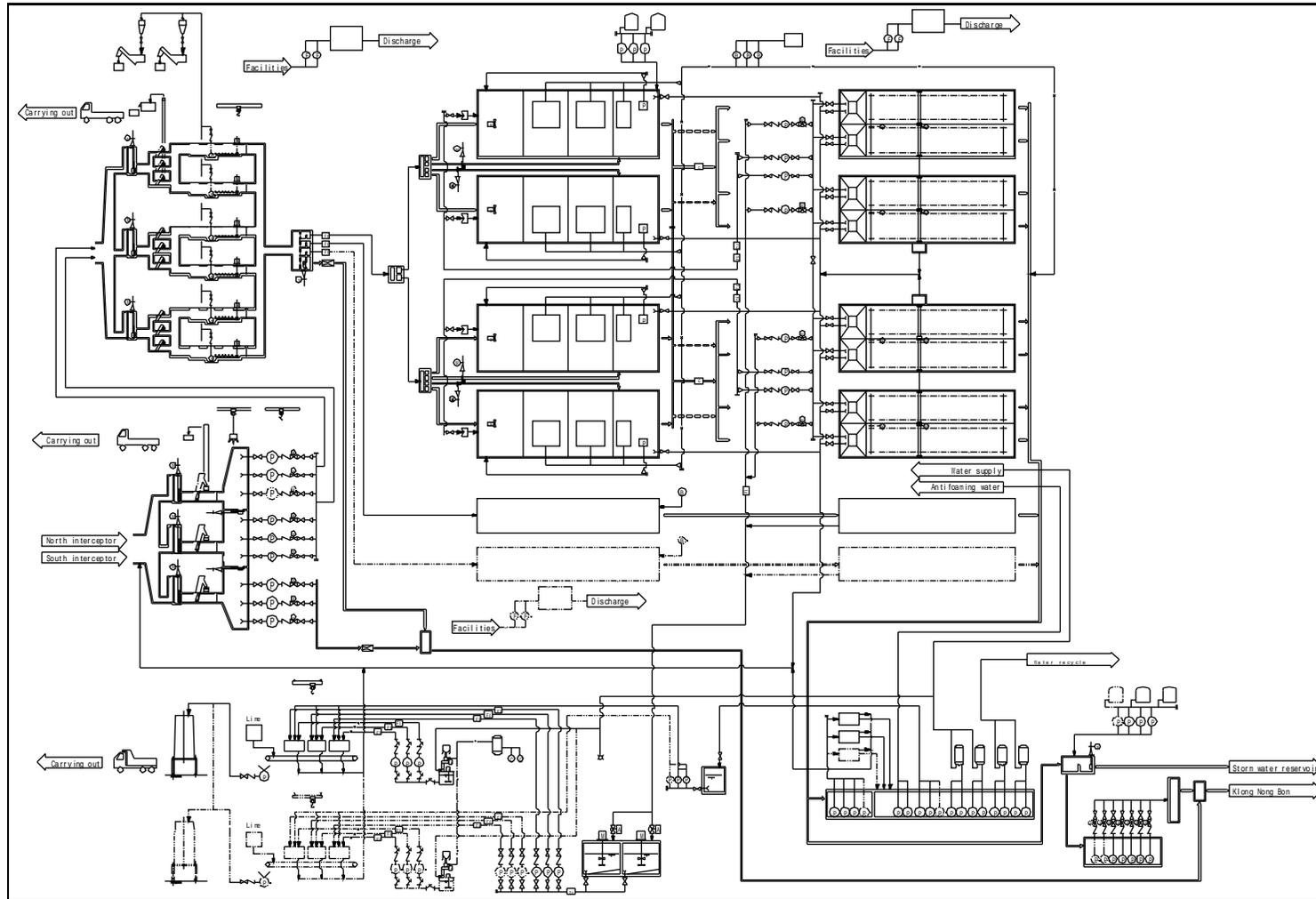
出典: 調査団

图 4.4.6 Nong Bon 下水处理场一般平面图



出典: 調査団

図 4.4.7 Nong Bon 下水処理場水位高低図



出典: 調査団

図 4.4.8 Nong Bon 下水処理場処理フローシート

5. 概算事業費の算定と実施計画

5.1 概算事業費

5.1.1 概算事業費の算定条件

プロジェクト費用は、以下の条件に基づき算出した。

- 1) プロジェクト費用の構成は、建設工事費、事業管理費、エンジニアリング費、予備費（物理的/物価上昇）、建中金利、コミットメントチャージおよび税金関連とする。
- 2) プロジェクト費用は、内貨部分（L.C.）と外貨部分（E.C.）に分けて算出する。
- 3) 事業管理費は、建設工事費に対して2%とする。
- 4) エンジニアリング費は、建設工事費に対して10%とする。
- 5) 物理的予備費は、建設工事費、事業管理費およびエンジニアリング費に対して10%とする。
- 6) 物価上昇予備費は、内貨分を3.3%/年、外貨分を2.4%/年とし、表5.2.1に示す実施スケジュールをもとに算出する。
- 7) 積算時点は2010年10月とし、交換レートは1Baht=2.76円及び1ドル=83.63円とする。
- 8) 土地所得費は、既に本プロジェクトに必要な用地は取得済みであるため不要である。
- 9) 建中金利は、プロジェクト費用をJICA円借款により資金調達した場合を想定して算出する。（供与条件：優先条件/基準、金利0.65%、償還期間40年、据置期間10年）
- 10) 事業実施の促進を図るためにL/A発効後の未貸付残高に対して0.1%のコミットメントチャージを算定する。
- 11) 関税は国外調達の各製品に対して環境事業におけるタイ国の輸入税率より5%とする。また、消費税と必要な諸税を含む税金は7%とする。

5.1.2 建設工事費の算定条件

建設工事費は、以下の条件に基づき算出した。

- 1) 土木・建築資材、労務および建設機械は、国内で調達が可能のため、現地調達を基本とする。
- 2) 機械・電気設備は、EU諸国等の第三国調達を含む海外調達を基本とする。調達先は、品質性能、経済性および維持管理性等を配慮して選定する。
- 3) 現地施工業者は、経験・能力が十分であることから、施工実施体制には現地業者の活用を図る。

- 4) 遮集管の建設工事費は、BMA の過去のプロジェクト実績の分析から得られた単価をもとに算定する。
- 5) 現地の自然条件（地勢・地質条件、気象条件）および法規・慣習に考慮した施工計画とする。

5.1.3 概算事業費の算定

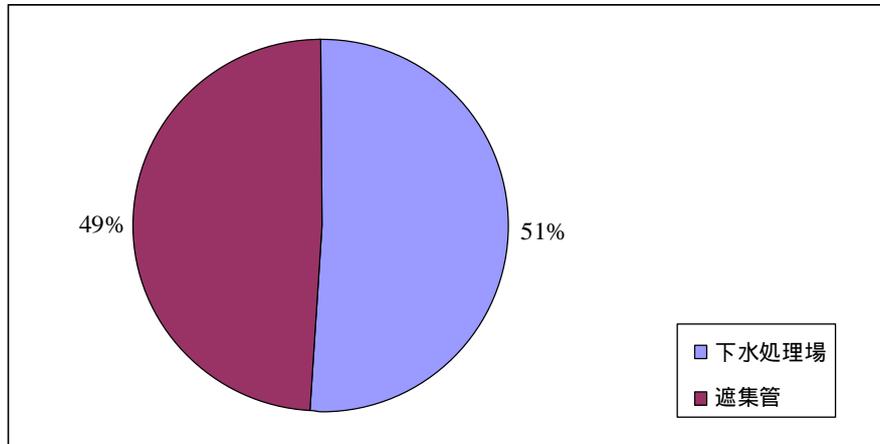
上記に基づいて算出された F/S 事業の概算事業費の内訳を表 5.1.1 示す。概算事業費は、税金・関税を含めると 7,835 百万 Baht (216 億円)、税金・関税を含めないと 7,198 百万 Baht (199 億円) となる。概算事業費の詳細は、付録 7 に示す。また、Nong Bon 処理区の M/P 対象施設の概算事業費も参考のため、付録-7 に示す。概算事業費の差は段階施工される機械・電気設備の増設に必要な事業費である。

表 5.1.1 概算事業費の内訳

No.	項目	内貨部分 (1,000 Baht)	外貨部分 (1,000 Baht)	合計 (1,000 Baht)
1.	建設工事費			
A	下水処理場			
A-1	揚水ポンプ施設	155,811	294,995	450,806
A-2	沈砂池施設	52,109	123,513	175,622
A-3	反応タンク施設	215,634	480,650	696,284
A-4	最終沈殿池施設	287,992	167,506	455,498
A-5	放流及び再利用施設	113,862	73,907	187,769
A-6	汚泥脱水施設	96,858	111,363	208,221
A-7	管理棟	177,909	11,697	189,606
A-8	電力施設	20,257	173,179	193,436
	小計 (A)	1,120,432	1,436,810	2,557,242
B	遮集管			
B-1	遮集管	1,609,424	0	1,609,424
B-2	立孔	721,165	0	721,165
B-3	雨水吐	137,000	0	137,000
	小計 (B)	2,467,589	0	2,467,589
	小計 (1)	3,588,021	1,436,810	5,024,831
2.	事業管理費	100,497	0	100,497
3.	エンジニアリング費	358,802	143,681	502,483
4.	物理的予備費	404,732	158,049	562,781
5.	物価上昇予備費	696,347	195,584	891,931
6.	建中金利	63,587	23,393	86,980
7.	コミットメントチャージ	20,320	7,683	28,003
8.	税金・関税	366,261	270,787	637,048
	小計 (2-8)	2,010,546	799,177	2,809,723
	合計 (税金・関税込み)	5,598,567	2,235,987	7,834,554
	合計 (税金・関税抜き)	5,232,306	1,965,200	7,197,506

出典: 調査団

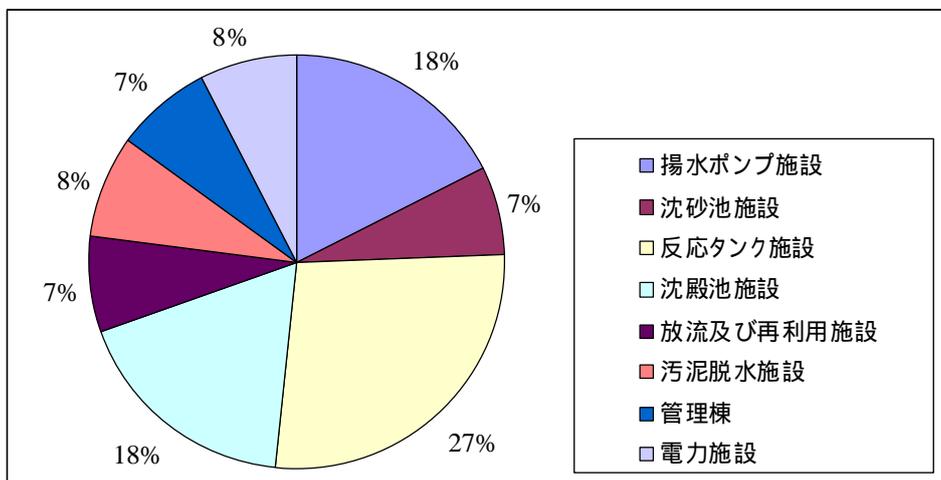
建設工事費に占める Nong Bon 下水処理場と遮集管の比率を図 5.1.1 に示す。建設工事費に占める Nong Bon 下水処理場の比率は 51 %、遮集管の比率は 49 %である。



出典: 調査団

図 5.1.1 建設工事費の比率

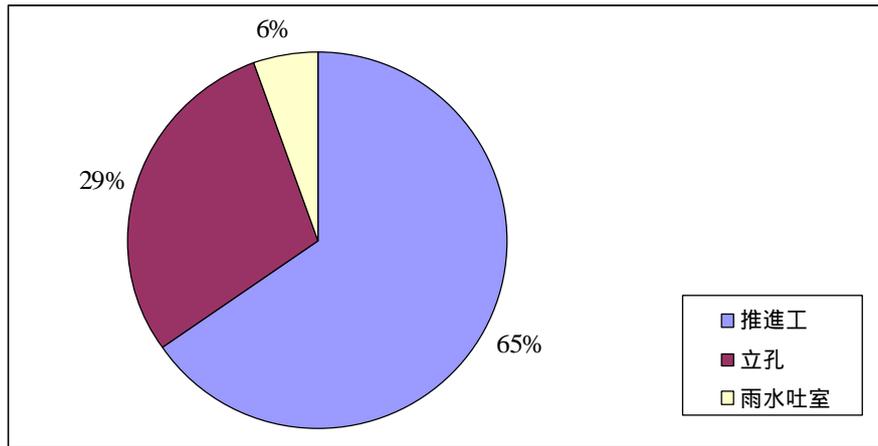
Nong Bon 下水処理場の建設工事費に占める各施設の比率を図 5.1.2 に示す。建設工事費に占める揚水ポンプ及び沈砂池施設を含む一次処理施設の比率は 25 %である。反応タンク、沈殿池、放流及び再利用施設を含む二次処理施設の比率は 52 %である。汚泥処理施設の比率は 8 %である。管理棟及び電力施設を含む共通施設の比率は 15 %である。



出典: 調査団

図 5.1.2 下水処理場建設工事費の施設別比率

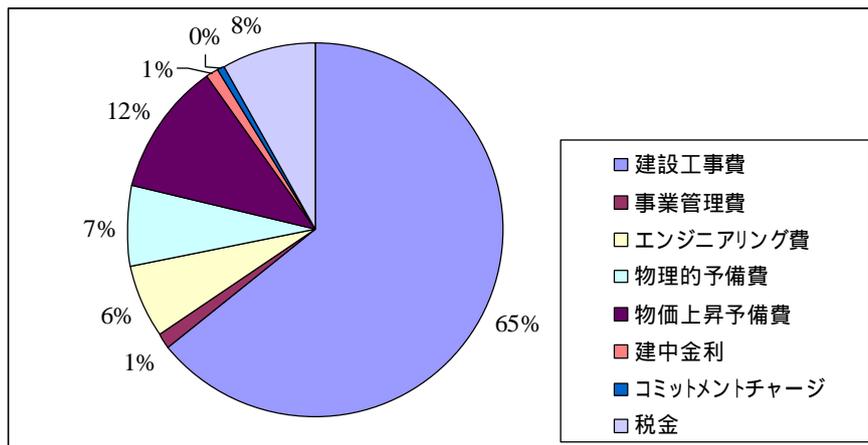
遮集管の建設工事費に占める各施設の比率を図 5.1.3 に示す。建設工事費に占める推進工の比率は 65 %である。推進工の立孔の比率は 29 %、雨水吐室の比率は 6 %である。



出典: 調査団

図 5.1.3 遮集管建設工事費の施設別比率

プロジェクト費用に占める各費目の比率を図 5.1.4 に示す。プロジェクト費用に占める建設工事費の比率は 65 % であり、間接工事費は 35 % である。



出典: 調査団

図 5.1.4 概算事業費の費目別比率

5.1.4 運転・維持管理費の算定

F/S 事業により建設される計画施設を運転・維持管理するために必要な運転・維持管理費を表 5.1.2 に示す。運転・維持管理費は、人件費、電力費、保守管理費（点検・修理費）、汚泥ケーキ運搬費、消耗品費及びその他の費用で構成される。年間の運転・維持管理費は、112.1 百万 Baht/年（309 百万円/年）となる。

表 5.1.2 運転・維持管理の内訳

No	項目	費用 (百万Baht/年)
1.	人件費	14.8
2.	電力費	51.5
3.	保守管理費	20.0
4.	汚泥ケーキ運搬費	4.8
5.	消耗品費	13.8
6.	遮集管維持管理費	4.0
7.	その他	3.1
	合計	112.1

出典: 調査団

Nong Bon 下水処理場の 1m³ 当りの処理単価は、3.41 Baht/m³ と算定され、既存下水処理場の処理費用の平均単価である 2.11 Baht/m³ と比較して高い結果となった。主な理由として処理プロセスが階層式であることから、揚水に要する電力費が大きいことが挙げられる。同様に処理プロセスが階層式になっている Din Deng 下水処理場も処理単価は、2.91 Baht/m³ と比較的の高い費用となっている。また、流入汚濁負荷を F/S 時の計画水質である 100 mg/l に基づいて算定されているが、他の下水処理場と同様に流入汚濁負荷が計画水質より低い場合は、薬品費用等が削減されるため、処理単価が低くなることが想定される。

5.1.5 初期投資の削減

これまでBMAの既存下水処理場では段階的に建設する概念はあまり取り入れられていない。以上から、設計能力より現況の流入汚水量が著しく少ない下水処理場がある。下水処理場の設計能力は、徐々に増加する流入汚水を受け入れるため、将来を考慮して余裕容量を持つことが必要である。しかし、過剰な余裕容量は経済的には不利となる。

また、過剰な施設能力は、反応タンクでの過曝気による活性汚泥の解体・自己酸化による活性の低下が懸念され、曝気エネルギーの無駄使いにもなる。施設能力が実際の流入汚水量に対して過大な場合は、水処理の運転系列を少なくして対応するのが一般的である。

以上から、Nong Bon 下水処理場には初期投資の低減及び処理効率の観点から、汚水の流入予測を基に段階的な建設を計画する。それと同時に、現在の流入汚濁負荷が低い状況を考慮して、段階的な流入汚濁水質の変化も考慮した。

前述のように、土木・建築工事については経済性から一括で建設する。一方、機械・電気設備については段階的に整備する。段階的な整備及び流入汚濁水質により第 1 期事業で省略できる主な設備を以下に示す。

- 揚水ポンプ施設（大容量揚水ポンプ 1 台）

- 沈砂池施設（沈砂池 1 池及び細目除塵機 3 台）
- 反応タンク施設（反応タンク 1 系列分 4 池）
- 沈殿池施設（沈殿池 1 系列分 8 池）
- 放流ポンプ施設（放流ポンプ 2 台）
- 担体投入量（各反応タンクに添加する担体量）
- 汚泥脱水施設（脱水機 3 ユニット及び脱水ケーキ貯留槽 1 槽）

これらの設備を削減したことによる建設工事費の削減額を算定した。全体計画の工事費と段階的整備により削減される下水処理場の建設工事費を表 5.1.3 にまとめる。Nong Bon 下水処理場における段階整備の導入により 23 %の初期投資（1,193.2 百万 Baht）を削減することが可能である。

表 5.1.3 下水処理場の初期投資の削減額

下水処理場の工事費	建設工事 (百万Baht)	プロジェクト費用 (百万Baht)	比率
全体計画の建設工事費の合計（マスタープラン）	3,316.2	5,203.9	100 %
建設工事費の削減額	759.0	1,193.2	23 %
今回工事の建設工事費の合計（優先プロジェクト）	2,557.2	4,010.7	77 %

出典: 調査団

5.2 事業実施計画の策定

5.2.1 事業の実施工程

本プロジェクトが円借款により資金調達される場合、タイ国政府は、本プロジェクトの実施に係るコンサルタントおよび請負業者の選定にはJICA 調達ガイドラインに準拠する必要がある。したがって、ここではJICA 調達ガイドラインに基づいて事業の実施スケジュールを作成した。

L/A 調印からの実施スケジュールは、各工程に必要な期間を積上げて表 5.2.1 となる。プロジェクトの実施工程は全工程で 72 ヶ月（6 年）と想定される。

表 5.2.1 実施スケジュール

	期間	1 年目	2 年目	3 年目	4 年目	5 年目	6 年目	7 年目	8 年目
L/A 調印	-								
コンサルタントの選定	12 ヶ月	■							
詳細設計	12 ヶ月		■						
入札評価	12 ヶ月			■					
施工監理	36 ヶ月				■	■	■		
請負業者の選定	12 ヶ月			■					
建設工事	36 ヶ月				■	■	■		
試運転期間	24 ヶ月							■	■

出典: 調査団

JICA の標準的な調達方式を考慮して算定されたコンサルタントおよび工事請負業者の選定に必要な期間を表 5.2.2 および表 5.2.3 に示す。

表 5.2.2 コンサルタント選定の詳細実施スケジュール

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
候補者リスト、RFP の準備	■	■	■									
タイ政府による RFP の承認			■	■								
JICA による RFP の同意				■	■							
コンサルタントへ RFP の発行					■	■						
プロポーザルの評価						■	■					
タイ政府による評価の承認							■	■				
JICA による評価の同意								■	■			
契約交渉									■	■	■	
タイ政府による契約の承認											■	■
JICA による契約の同意												■
契約締結												■

出典: 調査団

表 5.2.3 工事請負業者選定の詳細実施スケジュール

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
入札図書の準備	■	■	■									
JICAによる入札図書の同意				■	■							
入札業者の事前資格審査					■	■						
JICAによる事前資格審査の同意						■						
入札期間							■	■	■	■		
入札評価										■	■	
JICAによる入札評価の同意											■	
契約交渉											■	■
JICAによる契約の同意												■
契約締結												■

出典: 調査団

建設工事の施工期間は、各施設における工事施工順序、施工業者の実施能力、資材および労務の調達状況、施工規模、タイ国の施工様式および建設規模を考慮して建設工程を策定した。建設スケジュールは、調達に関して殆ど制約がないことから、遮集管に関してはその延長によって、下水処理場に関しては主として掘削、コンクリート打設量等の工事容量と施工順序によって決まる。建設工事の実施スケジュールは、遮集管、下水処理場とも表 5.2.4、表 5.2.5 に示すように着工から試運転開始までに 36 ヶ月程度必要と想定される。DDS は処理区全体の遮集管を処理場供用開始までに完成させる意向であるが、状況により段階的施行が必要となる場合も考えられる。そこで、遮集管に関しては 4 幹線を同時に着工する場合と優先度の高い 2 幹線を最初に着工する 2 案を考慮した(3.6 節参照)。そこで、後者の建設スケジュールを表 5.2.6 に示す。

表 5.2.4 遮集管敷設工事の実施スケジュール(4 幹線同時着工)

	1 年目	2 年目	3 年目
North Nong Bon 幹線	■	■	■
South Nong Bon 幹線	■	■	■
Prawet 幹線	■	■	■
Dok Mai 幹線		■	■
雨水吐き室			■

出典: 調査団

表 5.2.5 下水処理場建設工事の実施スケジュール

	1年目	2年目	3年目
準備工	■		
揚水ポンプ施設	■		
沈砂池施設		■	
反応タンク施設		■	
沈殿池施設	■		
放流及び再利用施設		■	
汚泥脱水棟		■	
管理棟		■	
機械・電気設備工事		■	■

出典: 調査団

表 5.2.6 遮集管敷設工事の実施スケジュール（優先 2 幹線を先に着工）

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目
North Nong Bon 幹線	■	■				
South Nong Bon 幹線	■	■				
Prawet 幹線				■	■	
Dok Mai 幹線				■	■	
雨水吐き室			■			■

出典: 調査団

下水処理場の建設については建設施設の運転・維持管理の引き渡しが円滑に行われるように、建設後に2年間の維持管理の DDS 職員の実地研修を含む試運転期間を計画した。

5.2.2 事業の年次別実施費用

実施スケジュールをもとに作成した年次別支出計画を表 5.2.7 に示す。

表 5.2.7 年次別支出計画

(百万 Baht)

		1 年目	2 年目	3 年目	4 年目	5 年目	6 年目	合計	
直接 事業費	下水 処理場	L.C.	0	0	0	373.5	373.5	373.5	1,120.4
		F.C.	0	0	0	478.9	478.9	478.9	1,436.8
		合計	0	0	0	852.4	852.4	852.4	2,557.2
	遮集管	L.C.	0	0	0	822.5	822.5	822.5	2,467.6
		F.C.	0	0	0	0	0	0	0
		合計	0	0	0	822.5	822.5	822.5	2,467.6
	合計	L.C.	0	0	0	1,196.0	1,196.0	1,196.0	3,588.0
		F.C.	0	0	0	478.9	478.9	478.9	1,436.8
		合計	0	0	0	1,674.9	1,674.9	1,674.9	5,024.8
間接 事業費	エンジニア リング 費	L.C.	0	71.8	71.8	71.8	71.8	71.8	358.8
		F.C.	0	28.7	28.7	28.7	28.7	28.7	143.7
		合計	0	100.5	100.5	100.5	100.5	100.5	502.5
	予備費	L.C.	2.2	14.8	17.9	306.6	354.9	404.7	1,101.1
		F.C.	0	4.3	5.0	101.3	114.7	128.4	353.6
		合計	2.2	19.1	22.9	407.9	469.5	533.1	1,454.7
	その他 の間接 事業費	L.C.	24.4	30.6	30.5	163.7	155.2	146.3	550.7
		F.C.	2.1	4.5	4.5	100.6	96.9	93.2	301.9
		合計	26.5	35.1	35.1	264.2	252.2	239.4	852.5
	合計	L.C.	26.7	117.1	120.2	542.0	581.8	622.7	2,010.5
		F.C.	2.1	37.5	38.3	230.6	240.4	250.3	799.2
		合計	28.8	154.7	158.5	772.6	822.2	873.0	2,809.7
	合計	L.C.	26.7	117.1	120.2	1,738.0	1,777.8	1,818.7	5,598.6
		F.C.	2.1	37.5	38.3	709.5	719.3	729.2	2,236.0
		合計	28.8	154.7	158.5	2,447.6	2,497.1	2,548.0	7,834.6
%		0.4	2.0	2.0	31.2	31.9	32.5	100.0	

出典: 調査団

5.2.3 遮集管を 2 期に分けた場合の年次別実施費用

遮集管の建設を 2 期に分け、1 期で Nong Bon North と Nong Bon South の 2 系統を、2 期で Prawet と Dokmai の 2 系統を建設する。この場合の概算事業費、年次別支出計画を表 5.2.8、表 5.2.9 に示す。

表 5.2.8 概算事業費の内訳（遮集管を 2 期に分けた場合）

No.	項目	内貨部分 (1,000 Baht)	外貨部分 (1,000 Baht)	合計 (1,000 Baht)
1.	建設工事費			
A	汚水処理施設			
A-1	揚水ポンプ施設	155,811	294,995	450,806
A-2	沈砂池施設	52,109	123,513	175,622
A-3	反応タンク施設	215,634	480,650	696,284
A-4	最終沈殿池施設	287,992	167,506	455,498
A-5	放流及び再利用施設	113,862	73,907	187,769
A-6	汚泥脱水施設	96,858	111,363	208,221
A-7	管理棟	177,909	11,697	189,606
A-8	電力施設	20,257	173,179	193,436
	小計 (A)	1,120,432	1,436,810	2,557,242
B	遮集管			
B-1	遮集管（1 期工事）	981,052	0	981,052
B-2	立孔（1 期工事）	444,825	0	444,825
B-3	雨水吐（1 期工事）	91,000	0	91,000
B-4	遮集管（2 期工事）	628,373	0	628,373
B-5	立孔（2 期工事）	276,340	0	276,340
B-6	雨水吐（2 期工事）	46,000	0	46,000
	小計 (B)	2,467,590	0	2,467,590
	小計 (1)	3,588,022	1,436,810	5,024,832
2.	事業管理費	100,497	0	100,497
3.	エンジニアリング費	358,802	143,681	502,483
4.	物理的予備費	404,732	158,049	562,781
5.	物価上昇予備費	810,791	195,584	1,006,375
6.	建中金利	123,881	59,035	182,916
7.	コミットメントチャージ	25,020	7,825	32,845
8.	税金・関税	378,822	273,292	652,114
	小計 (2-8)	2,202,545	837,466	3,040,011
	合計 (税金・関税込み)	5,790,567	2,274,276	8,064,843
	合計 (税金・関税抜き)	5,411,745	2,000,984	7,412,729

出典: 調査団

表 5.2.9 年次別支出計画 (遮集管を 2 期に分けた場合)

(百万 Baht)

			1 年目	2 年目	3 年目	4 年目	5 年目	6 年目	7 年目	8 年目	9 年目	合計
直接 事業費	下水 処理場	L.C.	0	0	0	373.5	373.5	373.5	0	0	0	1,120.4
		F.C.	0	0	0	478.9	478.9	478.9	0	0	0	1,436.8
		合計	0	0	0	852.4	852.4	852.4	0	0	0	2,557.2
	遮集管	L.C.	0	0	0	505.6	505.6	505.6	316.9	316.9	316.9	2,467.6
		F.C.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		合計	0	0	0	505.6	505.6	505.6	316.9	316.9	316.9	2,467.6
	合計	L.C.	0	0	0	879.1	879.1	879.1	316.9	316.9	316.9	3,588.0
		F.C.	0	0	0	478.9	478.9	478.9	0	0	0	1,436.8
		合計	0	0	0	1,358.0	1,358.0	1,358.0	316.9	316.9	316.9	5,024.8
間接 事業費	エンジ ニアリ ング費	L.C.	0	71.8	71.8	71.8	71.8	71.8	71.8	0	0	358.8
		F.C.	0	28.7	28.7	28.7	28.7	28.7	28.7	0	0	143.7
		合計	0	100.5	100.5	100.5	100.5	100.5	100.5	0	0	502.5
	予備費	L.C.	2.2	14.8	17.9	230.9	267.3	304.9	112.6	125.7	139.2	1,215.5
		F.C.	0	4.3	5.0	101.3	114.7	128.4	0	0	0	353.6
		合計	2.2	19.1	22.9	332.2	382.0	432.3	112.6	125.7	139.2	1,569.2
	その他 の間接 事業費	L.C.	25.0	31.5	31.5	152.7	147.0	141.0	33.4	33.2	32.9	628.2
		F.C.	2.1	4.7	4.7	113.0	109.6	106.0	0	0	0	340.2
		合計	27.2	36.1	36.2	265.7	256.6	247.0	33.4	33.2	32.9	968.4
	合計	L.C.	27.3	118.0	121.2	455.4	486.1	517.6	145.9	158.9	172.1	2,202.5
		F.C.	2.1	37.7	38.4	243.1	253.0	263.1	0	0	0	837.5
		合計	29.4	155.7	159.6	698.5	739.1	780.8	145.9	158.9	172.1	3,040.0
	合計	L.C.	27.3	118.0	121.2	1,334.5	1,365.2	1,396.7	462.8	475.8	489.0	5,790.6
		F.C.	2.1	37.7	38.4	722.0	732.0	742.1	0	0	0	2,274.3
		合計	29.4	155.7	159.6	2,056.5	2,097.2	2,138.8	462.8	475.8	489.0	8,064.8
	%	0.4	1.9	2.0	25.5	26.0	26.5	5.7	5.9	6.1	100.0	

出典: 調査団

5.3 コンサルティング・サービス

本プロジェクトが円借款により資金調達される場合、建設プロジェクトでは設計-入札-建設方式による調達手順が一般的である。設計-入札-建設方式による調達手順では、詳細設計と建設工事の施工監理はコンサルタントが実施する。

タイ国政府は、本プロジェクトの実施に係るコンサルタントおよび請負業者の選定にはJICA調達ガイドラインに準拠する必要がある。以上から、プロジェクトを円滑な実施のため事業実施機関である DDS を補佐すべく、以下に挙げるコンサルタント・サービスが必要となる。

- 詳細設計の実施
- 入札図書準備
- 事前資格審査・入札・契約交渉における補佐
- 建設工事の施工監理
- 管理、運転及び維持管理に対する技術支援

施主側コンサルタントは、海外コンサルタントと現地コンサルタントで構成される。現地コンサルタントは、全ての活動で海外コンサルタントを支援する。コンサルタントの業務工程は、表 5.2.1 に示すプロジェクトの実施スケジュールと一致した工程でなければならぬ。本プロジェクトの実施におけるコンサルタント・サービスに必要な海外コンサルタントおよび現地コンサルタントの人月を表 5.3.1 にまとめる。本プロジェクトの実施における事業実施機関を補佐するために必要な人月は、海外コンサルタントが 136 人月、現地コンサルタントが 213 人月と算定される。

表 5.3.1 コンサルティング・サービス人月

	海外			現地		
	人数	月	人月	人数	月	人月
プロジェクト・マネージャ	1	45	45	0	0	0
副プロジェクト・マネージャ	0	0	0	1	60	60
プロセス技術者	1	12	12	1	18	18
構造技術者	1	6	6	1	9	9
建築技術者	1	6	6	1	9	9
機械技術者	1	12	12	1	18	18
電気技術者	1	12	12	1	18	18
管渠技術者	2	12	24	2	18	36
現地測量監理者	1	3	3	1	6	6
事業費積算専門家	1	4	4	4	6	24
契約専門家	1	3	3	0	0	0
環境専門家	1	3	3	1	6	6
技術支援専門家	1	6	6	1	9	9
合計	13		136	15		213

出典: 調査団

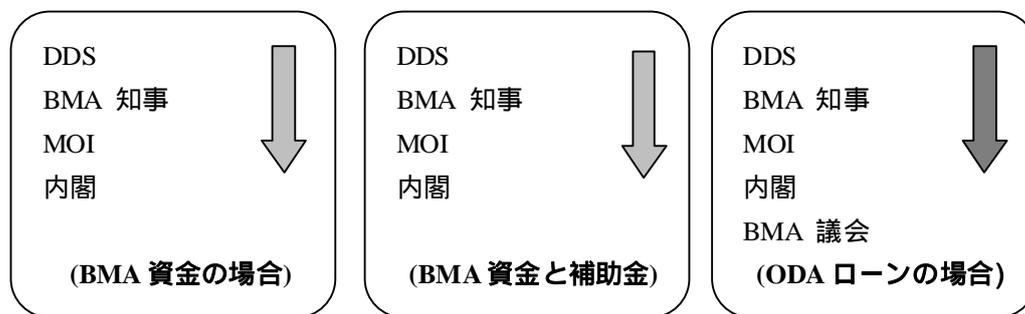
コンサルタント・サービスの円滑な実施のために、コンサルタント事務所をバンコクに設置し、事業実施機関の事務所もコンサルタントのバンコク事務所の内部に設置することを提案する。設計及び工事監理を担当するコンサルタントが DDS の職員に対して研修計画を実施することを提案する。

5.4 事業管理体制

5.4.1 事業実施管理

(1) 事業の認可過程

提案されている Nong Bon 下水道事業の JICA による F/S は、最初に BMA の DDS により承認され、次に首相府の下にある国家経済社会開発委員会（NESDB）により承認され、事業実施の財源が準備される。財源により事業認可の過程はわずかに異なる。3つの財源、全て BMA、BMA および中央政府の補助金、ODA ローン、が考えられる。それぞれの財源に対する認可過程を以下に示す。



出典：BMA 財務局との協議に基づき調査団が作成

図 5.4.1 事業認可のフロー

現在の法規によれば、総額 10 億 Baht 以上のいかなる事業も内閣の承認が必要とされ、全て BMA の資金による場合でも内閣の承認が必要となる。ODA ローンの資金による場合は、BMA 議会による承認という余分な過程が加わる。

(2) 事業実施機関および事業のフロー

ファイナルレポート(I)の 3.6.2 項、図 3.6.10 で説明しているように、下水処理場および遮集管、ポンプ場、雨水吐き口などの付帯施設の建設は BMA 排水下水道局（DDS）の水質管理部（WQMO）プロジェクト・汚泥管理課（PSMS）の管轄である。PSMS はこれまでに 7 つの下水処理場とそれらの関連施設を実施してきた。PSMS は現在他の 4 つの施設を実施中である。一つは建設中であり、他の 3 つは計画段階である。これらの結果から、PSMS は提案している Nong Bon 下水道事業を実施するに十分な能力と資格を有していると考えられる。提案している Nong Bon 下水道事業の実施に当たっては、現在の PSMS/DDS の慣行と同様な組織的な手続きが適用されると考えられる。そこで、現在の慣行を以下に説明する。

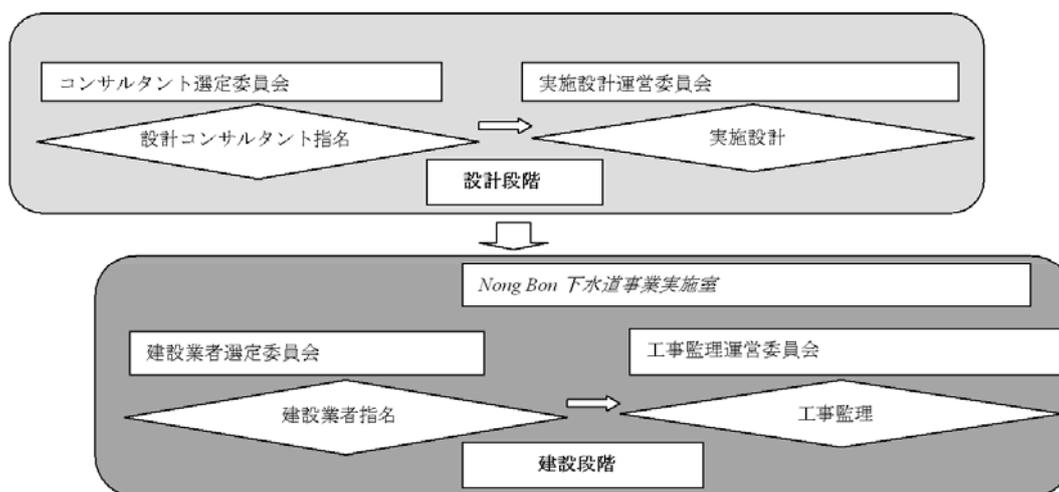
実施設計のコンサルタント選定にあたっては、通常 DDS は臨時的選定委員会を設置する。例えば、現在 2 つの選定委員会が設置されており、Thon Buri と Min Buri 下水道事業のそれぞれの設計コンサルタント選定に当たっている。DDS の各部から 3~5 名の委員が指名され委員会を構成する。選定期間は 3~6 ヶ月である。通常運営委員会がコンサルタントの業務を

監理する。運営委員会の委員は DDS からばかりでなく、BMA の他局や時には外部からも指名されることがある。運営委員会の委員はほぼ 5 名程度である。

建設業者の選定にあたっては、通常 DDS は “e-オークション委員会” と呼ばれる臨時委員会を設置する。例えば、Bang Sue 下水道の建設では 3 つの委員会が 3 つの建設業者を選定した。それぞれの委員会には DDS の各部から 5 名の委員が指名された。選定には約 6 ヶ月を要した。通常運営委員会が業務の進捗を監理する。Bang Sue の場合、委員会委員は DDS からばかりでなく、BMA の他局からも指名された。運営委員会は 5 名程度である。

Bang Sue 下水道事業の日常の事務管理のため DDS 内に “Bang Sue 下水道事業実施室” と呼ばれる特別の部署が設けられている。この 8 名で構成される部署は DDS の局長が部署長となり、WQMO 担当の局次長が次長となっている。3 名の委員はプロジェクト・汚泥管理課から指名され、課長と運転 1 係から 2 名が選定される。1 名は時と必要に応じて部署長が DDS の各部から選定する。この部署はこの事業の作業グループとして働き、3 つのパッケージに分割されたコンサルタントと建設業者の監理を行っている。

上記に基づき、提案する Nong Bon 下水道事業の実施は以下のような流れに従うと考えられる。Nong Bon 下水道事業実施室が建設業者選定の直前に設置され、事業実施を行うと予想される。



出典： DDS, BMA との協議に基づき調査団が作成

図 5.4.2 事業実施のフロー

(3) 実施能力とその改善

前述のように、DDS は下水道事業を実施する能力と資格を有している。まだ財源について決まっていないが、BMA がタイ政府を通じて JICA の ODA ローンを要請することが期待される。しかし、DDS は今まで一度も建設資金として 2 国間や多国間のローンを扱った経験がないことに留意する必要がある。唯一アメリカの輸出口ローンを扱った経験があるだ

けである（Klong Toei 下水道事業）。したがって、外部資金管理についての能力増強の必要性が推奨される。

現在の“Bang Sue 下水道事業実施室”は局長、局次長を含む 8 名のみで構成されている。したがって、これらの限られた人的資源ではこの事業の管理は難しいと言わねばならない。明らかに、このような限られた要員では必要な全ての専門分野をカバーできない。経済/財務、環境/社会、組織の専門家は“Bang Sue 下水道事業実施室”にはいない。そこで、Nong Bon 下水道事業実施室には全ての必要な分野をカバーする専門家を含めることを提言する。

能力増進には以下のような方法を推奨する。

表 5.4.1 能力開発実施の必要性

ニーズ	必要な行動
ODA ローン管理	<ul style="list-style-type: none"> ・ JICA 借入金ガイドラインの検討 ・ JICA 職員との協議 ・ ODA ローンについて DDS を教育、研修する JICA 短期専門家の要請
実施管理	“事業実施室”の人的資源の増加 経済/財務、環境、組織、社会分野の専門家を含める

出典：調査団

5.4.2 運転管理

(1) 運転組織

下水処理場と下水道施設の運転は排水下水道局の水質管理部の運転課の管轄である。運転課は 1 課、2 課、3 課の 3 課が処理区の地理的な位置に基づいて設けられている。提案する Nong Bon 下水処理施設は 2 課の管轄となると考えられる。

既設 7 下水処理場のうち 5 処理場の運転はマネジメント契約により民間企業に外部委託されている。最初の 2 処理場は DDS の直営で運転されている。この結果、Nong Bon 下水道事業についても同様な方法が踏襲されるものと考えられる。

(2) 運転能力とその向上

民間企業がこの事業の運転を担うと思われることから、水質管理部運転課の主たる任務は最善な契約の準備、合意された契約の実行の追跡、実施が契約に違反した場合に必要な処置を含む契約管理である。DDS は 5 処理場の運転契約者を長年管理しているので、これに関しては必要な能力を開発しているものと考えられる。

しかし、この能力を維持しさらに向上させるためには、教育と能力開発を継続する以外に方策はない。研修計画による能力向上の概要についてはこの節の後で述べる。

(3) 運転契約

別々の会社が別々の下水処理場を運転しているが、契約図書の内容は基本的に同一である。Chatuchak 下水処理場の契約書を検討し、その特徴を以下に説明する。提案する Nong Bon 下水処理場の容量は Chatuchak 下水処理場に近い。

調査団が検討した契約は、BMA と IBC Construction and Development 社との間で 2006 年 5 月 26 日に 54 ヶ月の契約として締結された。2010 年 11 月 28 日 BMA は GUSCO-GEM コンソーシアムと 5 年間の同様な契約を結んだ。この処理場の容量は 150,000m³/日で、二次処理として循環活性汚泥法(基本的には回分法と同じ)を採用している。一次処理の容量は 5Q、すなわち 750,000 m³/日である。契約は処理場の運転ばかりでなく、181 ヶ所の雨水吐き、13 ヶ所のポンプ場、199 ヶ所のマンホール、37.5km の遮集管を含んでいる。しかし、契約には雨水吐きに流入する管は含まれない。

支払い月額は以下によって計算される。

$$\text{支払い月額} = \text{固定額} + A \times Q_1 + B \times Q_2 + C \times Q_3$$

ここに、A、B、C は係数、Q₁、Q₂、Q₃ はそれぞれ一次処理放流量、二次処理量、汚泥量

これに加え、物価上昇に対する CPI 係数が用いられている。契約の上限値が決められており、固定額は上限値の 40% を超えないこととなっている。これらの条項により異常に大きな流量や小さな流量に対する保証が担保されている。流量に応じて変動する支払いは民間企業が電力や薬品を節約し、管理費を節減することを奨励するものである。

契約は要員の総数を規定しており、これによって、人的資源の軽減による経費節減は不可能となり、運転の質を確実なものとしている。契約は 4 人の技師を含む 46 人の要員を雇用することを要求している。下水道会社の適正な要員数についての一般的な指標はない。水道会社については 1,000 接続当たり 3~6 人程度が理想的とみなされている。下水道についてはこのような大まかな方法は当てはまらないが、経験的に同じ場所では下水道/排水セクターの場合水道セクターと同等かやや少なめの要員数と言われている。もし指標を 6 人 (Chatuchak の契約に基づき調査団で算定) とすると、提案している Nong Bon プロジェクトについては、2020 年 49 人、2030 年 52 人、2040 年 55 人となる。しかし、MWA は 2009 年 1,000 接続当たり 2.13 人の要員しか有していない。したがって、下水道サービスについても要員総数を徐々に減じることを提言する。

民間会社は資産および人命についての全ての義務を負う。しかし、固定費のなかには保険会社への支払いを含んでいる。様々な監視の指標が設定されており、BMA は月に 2 回サンプルを分析することとなっている。また、不適合の場合の罰則条項が定められている。以上のような検討から、契約図書はよくできており、BMA の利益を適切に保護している。

(4) 運転契約の見直し

ファイナルレポート(I)の4.2項、戦略4.3で述べたように、高度なPPP事業は下水道単独では機能しないとおもわれる。これを克服するために、多くの場合下水道サービスは水道サービスと共同することとなる。しかし、これはバンコクの場合水道がBMAの管轄外であるため適用できない。

リース契約は現在のマネジメント契約よりも高度な民間セクターの関与が要求されるものであるが、料金が徴収される場合に限り機能する。この結果、これは料金徴収ができなければ開始できない。しかし、料金徴収が導入された後、これを適用する可能性を追求することを提言する。この形式の場合、運転者あるいはリース保有者は施設の維持管理とサービスの責任を商業的なリスクをとることによって負う。もし、料金が維持管理費を回収できないような水準であれば、BMAは固定額をリース保有者に支払わなければならない。その間、現在のマネジメント契約をさらに効率性向上を目指し改善することができる。いくつかの課題を以下に説明する。

支払いは脱水汚泥量に基づいているため、量を削減するインセンティブが働かない。契約では全ての設備は契約開始時と同じものでなければならないとしている。しかし、急速な技術の進歩により新しい設備が登場している。現在の契約はこれらの新しい進歩した技術の導入を認めていない。

現在罰則規定はあるが褒章規定はない。契約への適合やサービスの改善は報いられるべきである。定期的な監視指標として業務指標(PI)を導入すべきである。

(5) 業務指標

ファイナルレポート(I)の4.2項、戦略4.1(6)で述べたように、業務指標(PI)は日本やオーストラリアのような多くの先進国で下水道サービスの効率性や効果を評価し、事業間の比較を行う管理指標として用いられている。国際水協会(IWA)が2003年に下水道セクターのPIを公表した。これは後に2007年ISOにより規格化された。PIの詳細についてはファイナルレポート(I)の表4.2.12に示している。

BMAの下水道サービスは拡張し改善されてきているので、PIを導入することを提言する。これはDDS自体ばかりでなく、下水処理場の運転のマネジメント契約者をも含むべきである。以下のPIを導入することを提言する。しかし、DDSは現場の要求事項によりこのリストを変更できる。

DDSは、PI導入にあたりこれらの指標を確認するために、指標算定のための関連データを継続的に収集・蓄積することが求められる。このうち、下水道施設の維持管理・水質管理に関するデータ(遮集管・処理場維持管理費、使用電力量、水質項目など)については、運転管理委託民間企業との契約において、容易に取得することができる。一方、下水道サ

ービス・資産管理に関するデータ（道路陥没箇所数、事故発生件数、苦情件数、下水道資源利用量、改善管渠延長、主要設備の経年数など）については、PI 導入に必要なデータとして、目的意識的に収集することが求められる。また、DDS だけでは収集が難しいデータについては、関係部局と十分調整を図る必要がある。

表 5.4.2 導入すべき業務指標 (PIs)

指標 (PI)	算定式	使用目的
管渠調査率	管渠調査延長/下水道維持管理延長 ×100	運転効率
管渠改善率	改善管渠延長/下水道維持管理延長 × 100	資産状況 サービスの質
管渠 1km 当たり陥没箇所数	道路陥没箇所数/ 下水道維持管理延長	資産状況
管渠 1m 当たり維持管理費	維持管理管渠費 / 下水道維持管理延長	時系列的比較 運転効率
主要設備の経年化率	主要設備の経年年数の総計 / 主要設備の標準的耐用年数の総計×100	資産状況
目標水質達成率(BOD)	目標水質達成回数 (BOD) / 水質調査回数 (BOD) ×100	運転効率
目標水質達成率 (SS)	目標水質達成回数 (SS) / 水質調査回数(SS)×100	運転効率
目標水質達成率 (T-N)	目標水質達成回数 (T-N) / 水質調査回数 (T-N) ×100	運転効率
目標水質達成率 (T-P)	目標水質達成回数(T-P) /水質調査回数 (T-P)×100	運転効率
臭気基準遵守率	基準遵守回数 /調査回数×100	運転効率
水処理電力原単位	使用電力量 (水処理) / 年間総汚水処理量	運転効率 費用管理指標
水処理使用消毒剤原単位	年間消毒剤量 / 年間総汚水処理量	運転効率 費用管理指標
法定水質基準遵守率 (BOD)	法定水質基準遵守回数(BOD) / 法定試験回数 (BOD) × 100	水質汚濁 運転効果
法定水質基準遵守率 (T-N)	法定水質基準遵守回数(T-N) /法定試験回数 (T-N)×100	水質汚濁 運転効果
法定水質基準遵守率 (T-P)	法定水質基準遵守回数(T-P) /法定試験回数 (T-P)×100	水質汚濁 運転効果
法定水質基準遵守率(大腸菌群数)	法定水質基準遵守回数(大腸菌群数) /法定試験回数 (大腸菌群数)×100	水質汚濁 運転効果
管渠等閉塞事故発生件数 (10万人当たり)	事故発生件数 / 下水処理人口×100,000	資産状況
下水道サービスに対する苦情件数 (10万人当たり)	苦情総件数 / 下水処理人口×100,000	サービスの質
汚水処理原価(維持管理費)	汚水処理費(維持管理費) / 年間有収水量	運転効率 費用管理指標
公務・労務災害件数(処理量 100万 m ³ 当たり)	休業 4 日以上 of 公務・労務災害年間発生件数 / 年間総汚水処理量×1,000,000	労働状況
晴天時汚濁負荷量削減率 (BOD)	(1 - 放流水質 (BOD) / 流入水質 (BOD)) × 100	水質汚濁 運転効果
再生水の使用率	再生水利用量 / 高度処理水量×100	再利用効率
下水汚泥リサイクル率	汚泥利用量 / 発生汚泥量×100	再利用効率
処理人口 1 人当たり温室効果ガス排出量	下水道事業に伴う温室効果ガス CO ₂ 換算排出量 / 下水処理人口	地球環境

出典：調査団

(6) 研修プログラムを通じての能力向上

処理設備や機械を適正に機能させるためには維持管理が特に重要である。処理場の運転は外部委託されると考えるが、排水下水道局の水質管理部（WQMO）は詳細な業務執行体制を理解できる職員を必要とし、そうすれば契約の不適合を容易に発見できるようになる。これは事業の継続性にとって重要である。DDS は 5 つのオペレーターを長年にわたり管理してきたことから高度な能力を身に付けてきているが、技量水準を維持し向上させるには適切な研修が重要である。実際、2 つのタイプの人的資源を開発すべきである。すなわち、管理レベルで政策、管理情報システム、契約管理、資産管理を担当する者と、運転レベルの監督員である。

人的資源開発のプログラムは、管理レベル及び運転レベルの両者に対して、以下のステップに従って実施する必要がある。

- ・ 組織に影響を与えている問題を分析することによって人的資源開発の必要性を決定する。
- ・ 組織全体の視点から人的資源開発の目標を定める。
- ・ 研修コース、講義、現地調査、オンザジョブトレーニング、ワークショップ等から適当な方法、あるいは組み合わせを選定する。
- ・ 要求事項に従ってコミュニケーションの方法を開発する。
- ・ 短期、長期の人的資源開発プログラムを作成する。
- ・ プログラムを実施する。
- ・ プログラムの効果を評価するための査定を行う。

5.5 技術支援

本プロジェクトの有償資金協力実施において、想定される技術支援について、述べる。

5.5.1 研修

(1) 必要とされる研修

職員が建設および運転段階で効果的に職務を遂行できるように、研修内容および能力開発の仕組みは改善される必要がある。2種類の人的資源、すなわち管理レベルの職員と運転要員の中核となる職員を開発すべきである。

管理レベルの開発は水質管理部の各課の職員を目標とすべきである。焦点は以下の通りである。

- ・ 長期的な政策と計画
- ・ 契約管理
- ・ 建設管理
- ・ 管理情報システム
- ・ 資産管理
- ・ 料金徴収
- ・ 広報

運転要員の開発は水質管理部の運転課の職員を目標とすべきである。焦点は以下の通りである。

- ・ 処理水質の制御
- ・ 様々な水質の流入水に適切な処理法の調整
- ・ 設備の維持管理
- ・ 日常の業務
- ・ 水質監視

特に、これら職員の能力開発において、本フィジビリティスタディにおいて検討・提案している以下の新技術について、重点的に研修する必要がある。

- ・ 遮集式下水道の改善技術（ポンプ排水区など）
- ・ 小面積を可能とする新下水処理法（担体添加活性汚泥法、膜分離活性汚泥法など）
- ・ 雨天時の汚濁負荷削減技術（雨天時活性汚泥法など）
- ・ 下水道施設におけるエネルギー回収技術（水力発電、消化ガス発電など）

(2) 提案する研修の方法

水質管理部の職員に対する研修は実施設計の早い段階から施されるべきである。目的、時期、期間、参加者を含む研修内容は実施設計を担当するコンサルタントによって、DDS との協議の下、実施設計の早い段階で準備することを提言する。

3 種類の研修提供者を提言する。それらは、 コンサルタント：実施設計段階での研修計画の作成及び研修の実施、 建設業者：建設段階及び建設後の研修実施、 外部機関（例えば JICA）：全ての期間を通じての研修実施、である。

最も効果的な研修方法は一連の講義とそれに続くオンザジョブトレーニングである。現場調査、講座、ワークショップなども活用できる。

< 実施設計段階での研修計画の作成 >

コンサルタント・サービスのなかに別項目として研修の要素を含むことを提言する。研修を提供することに加え、サービスの範囲に長期の研修計画が含まれる。

サービスのなかで以下の事柄が実施されることを推奨する。

- ・ 研修方針：研修の方法、水質管理部の職員の再配置計画や技能混合プログラムを作成/更新する。
- ・ 研修ニーズの評価：高度処理の建設や運転のための研修ニーズ評価を作成する。
- ・ 研修計画：年間計画や補修計画を含む研修計画を開発する。
- ・ 研修センター/施設：費用、参加の容易さ、専門知識へのアクセス、将来の講師・訓練者等を考慮した研修施設の計画を作成する。
- ・ 人的資源/訓練者：コンサルタント、建設業者、設備業者、大学、研究所、政府機関などから講師・訓練者としての人的資源のたまり場を提案する。
- ・ 研修の課題と期間：コンサルタントが DDS と協議の上、研修の課題と期間を決定する。

< 実施設計段階で提案される研修 >

上記のように、水質管理部の職員に対する管理者レベルの研修は実施設計の初期に実施設計担当のコンサルタントによって準備されるべきである。

オンザジョブトレーニングは最も効果的な研修方法である。水質管理部は海外/国内の専門家のそれぞれに対してカウンターパートとなる職員を指名すべきである。専門家と協働することによって、カウンターパート職員は関連の課題について深く理解するとともに、予期できない事態への対応、時間を守って予算内で要求される品質の成果を挙げることを学ぶこととなる。

加えて、中核となる課題について一連のワークショップを提案する。講師・訓練者は地元あるいは国際的に求めることができる。課題として、計画手法、合流式下水道、雨水吐き

口、管渠敷設方法、小面積な汚水処理単位プロセス、費用積算、財務計画、能力開発、下水道料金、環境管理計画、事業評価といった基礎的なものが含まれる。ワークショップによる利点は一人当たりの費用が少なく大勢の受講者が参加できることである。それぞれの課題には半日が割り当てられ、一定の間隔をおいて配置できる。

< 建設段階で提案される研修 >

水質管理部の運転課の職員に対する運転レベルでの研修は工事監理コンサルタントの指導の下、建設業者によって準備されるべきである。加えて、建設業者は建設完了から 1 年間水質管理部の職員に対して技術的な指導を行う。課題として、設備の維持管理、日常業務、薬品注入管理、プロセス管理、表示計による計測、水質観測等が挙げられる。

< 外部機関による研修 >

DDS は JICA のような外部機関に研修実施を要請することができる。基本的に JICA の研修は技術協力ベースである。いくつかのケースでは受講者を 2 週間から 6 ヶ月、日本に招いて行われる。他のケースでは JICA は長期あるいは短期の専門家をオンザジョブトレーニングを行うため派遣する。水質管理部の何名かは以前日本での研修を受けている。

毎年 JICA は様々な話題についてグループトレーニングを用意している。DDS はこれらの内容をチェックし、JICA に派遣申請することができる。このプロジェクトにより適切なものとして、DDS は JICA に関連分野について以下のような、特別仕立ての研修を要請することができる。

- ・ 遮集式下水道の改善技術
- ・ 小面積を可能とする新下水処理法
- ・ 雨天時の汚濁負荷削減技術
- ・ 下水道施設におけるエネルギー回収技術
- ・ 建設管理
- ・ 管理情報システム
- ・ 資産管理

5.5.2 業務改善プログラム

BMA の遮集式下水道は、標準的な合流式下水道への過度的な段階にある。バンコク下水道のサービス水準を向上させるためには、長期的にその改善を目指す必要があり、概略マスタープランにおいて、バンコク下水道の整備戦略を提案している。

本プロジェクトの事業実施において、これら整備戦略の具体化（下水道システムの改善、業務改善、経営改善）を図るために、以下の業務改善プロジェクトの実施を提案する。

遮集式下水道システムの改善（3.7.1 及び 3.7.2）
既設排水管のインベントリー調査（3.7.3）
腐敗槽設置を免除できる下水道整備特区制度（付録 11）
業務指標（PI）の導入（5.4.2）
下水道条例の制定

6. 環境社会配慮（IEE）

6.1 環境社会配慮調査の実施

6.1.1 環境社会影響評価調査の目的

環境社会影響評価調査の目的は、プロジェクトの構成要素が環境的ならびに社会的に健全かつ持続的であり、プロジェクトの環境面の帰結が早い段階で認識され、プロジェクトの設計に考慮されることを確実にすることである。

この調査の主要な目的はプロジェクト地域の環境および社会的な条件のベースライン情報を収集し、提案された下水処理施設及び付帯施設の建設と運用による環境および社会的な影響を予測し、負の影響を最小化／削減する適切かつ十分な緩和策を提案し、環境緩和策と監視計画を作成する。また、DDS が実施するパブリック・コンサルテーションを支援することである。

本件の環境社会配慮調査には以下の内容が含まれる。

1. 初期環境社会配慮調査の実施
2. パブリック・コンサルテーション開催支援
3. 必要に応じて、土地確保およびそれに伴う住民移転が発生した場合の住民移転計画作成の支援
4. 環境チェックリストの作成

6.1.2 本章の構成

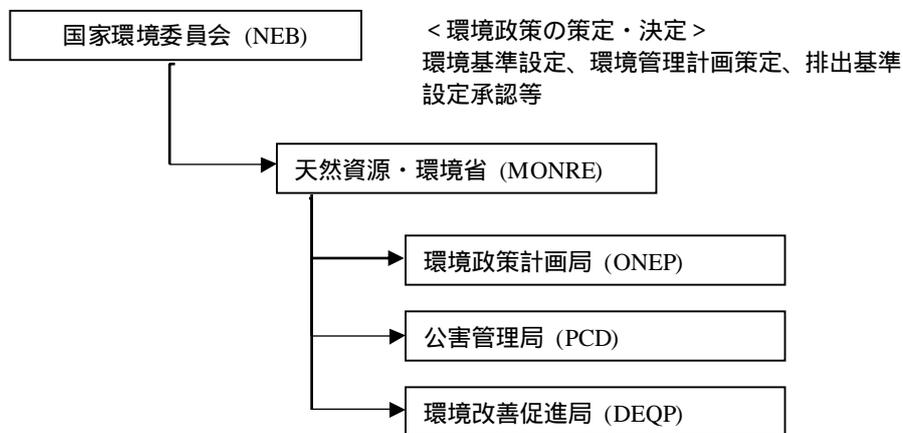
本章は以下の項目から構成されるものとする。

- 1) 環境社会配慮に係る行政の枠組及び法規
- 2) 提案するプロジェクトの概要、及び代替案の検討
- 3) ベースライン・データ（自然環境、汚染・汚濁、社会環境に係る基本的なデータ）
- 4) 事業実施に伴い予想される負の影響の予測、及びその緩和策・モニタリング計画の検討
- 5) 住民意識調査結果
- 6) 住民公聴会結果

6.2 環境影響評価

6.2.1 環境社会配慮に係る行政の枠組

タイ国の環境行政は 1992 年に制定された環境保護法（Enhancement and Conservation of National Environmental Quality Act）により環境行政組織の改革が実施された。この法に基づいて国家環境委員会（NEB: National Environmental Board）の責務が明確に規定され、これまで NEB の計画策定を担ってきた国家環境委員会事務局（ONEB: Office of the National Environmental Board）は天然資源・環境省（MONRE: Ministry of Natural Resources and Environment）に統合され、この MONRE の管轄下に設立された 3 つの局は、NEB の重要な責務である国家環境政策策定、環境基準設定、環境管理計画、排出基準承認等の環境行政機能を担当することになった。



出典: 調査団

図 6.2.1 環境政策の策定・決定

- 環境政策・計画局（ONEP: Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning）
環境政策の調整機能を担い、国家経済社会開発 5 年計画に基づく環境マスタープランを策定する。また、環境影響評価に係る手続きを担当している。
- 公害管理局（PCD: Pollution Control Department）
公害管理局には水質、大気・騒音、固形廃棄物、有害廃棄物、公害苦情部等の担当部が設けられタイ国の公害規制行政を一括管理している。排水基準の設定を担当している。
- 環境改善促進局（DEQP: Department of Environmental Quality Promotion）
管理室、広報部、環境情報部、環境研究・研修センター等の担当部が設けられ、国民に対する環境行政の PR、環境情報の収集・管理などを担当している。

6.2.2 環境社会配慮に係る法規制

1992年に制定されたEnhancement and Conservation of National Environmental Quality Act はタイ国における統括的な環境法であり、その主たる目的は天然資源や公害規制等に関して環境保護の基本的な規則を規定している。この法律は以下の7章、115項により構成されており、管轄官庁は天然資源・環境省(MONRE)である。

- 第1章 国家環境委員会
- 第2章 環境基金
- 第3章 環境保全
- 第4章 汚染規則
- 第5章 奨励策
- 第6章 民事責任
- 第7章 罰則、暫定規定

この法律の第3章、第4部において環境影響評価に係る項目が規定されており、重要な規定を以下に整理する。

(1) 環境影響調査報告書の提出及び承認の必要な事業

「第46条 環境保護の目的のため、大臣は国家環境委員会の同意を得て、環境に影響を与える政府、国営企業、または民間の事業で、環境影響調査報告を提出し、第47条、第48条および第49条に基づき許可を得なければならない事業の種類、規模を官報で告示することができる。」と規定されている。この規定に基づき、環境影響調査報告書の提出及び承認の必要な事業リストが公示されている。そのリストを表6.2.1に示す。

表 6.2.1 環境影響調査報告書の提出・承認を必要とするプロジェクト

番号	事業形態もしくは活動	規 模
1	ダム、貯水池	1億 m ³ 以上の貯水量、もしくは貯水域の広さが 15km ² 以上
2	灌漑	8万ライ(12,800 ha)以上
3	以下の区域を通過する幹線道路法により規定された幹線道路もしくは道路 1) 自然保全・保護法によって規定される自然保護区および野生動物非狩猟区域 2) 国立公園法によって規定される国立公園 3) 内閣決議によってクラス 2*に分類される流域 4) 国立保護林として指定されたマングローブ林 5) 最高潮位において海岸から 50m 範囲の区域	地方幹線道路の最低基準と同等もしくはそれ以上の全ての事業、既存道路の拡張を含む
4	商業港	500グロストン以上の船舶受入れ能力を持つ商業港
5	商業空港	全規模

番号	事業形態もしくは活動	規 模
6	「大量輸送システムおよび高速道路法」における大量輸送システム、及び類似事業、あるいは鉄路を用いる大量輸送システム	全規模
7	海岸の埋め立	全規模
8	内閣がクラス 1B 流域**として承認する地域内に立地するすべての事業	全規模
9	工業 1) 石油化学工場 2) 石油精製 3) 天然ガスの分配または製造 4) 炭酸ナトリウム、水酸化ナトリウム、塩化水素、塩素、次亜塩酸ナトリウム、漂白剤の製造原料として塩化ナトリウムを用いるソーダ工業 5) 鉄鋼業 6) セメント工業 7) 鉄、鋼鉄以外の溶融精錬工業 8) パルプ工業	石油や天然ガスの分離物から製造された原料を用いる生産能力 100t/日以上 全規模 全規模 それぞれ、もしくは複合で生産能力 100 トン/日以上 生産能力 100 トン/日以上(1 日 24 時間稼働した場合の生産能力) 全規模 生産能力 50 トン/日以上 生産能力 50 トン/日以上
10	化学工程による有効成分を生産する農薬・殺虫剤工業	全規模
11	化学工程を用いる化学肥料工業	全規模
12	工業法によって規定される中央廃棄物処理施設	全規模
13	製糖業 1) 砂糖原料、白糖、精製された砂糖の生産 2) ブドウ糖、デキストロース、フルクトースまたは類似物の生産	全規模 生産能力 20 トン/日以上
14	タイ国工業団地法で規定の工業団地、及び類似事業	全規模
15	火力発電所	発電容量 10 MW 以上
16	石油開発 1) 地球物理学的削岩、探査と生産 2) 石油とガスのパイプライン・システム	全規模 全規模
17	鉱業資源法による採鉱	全規模
18	ホテル、リゾート施設	80 部屋以上
19	建設規制法により規定される住居用建物	80 部屋以上
20	川、海岸地帯、湖、海岸線、国立公園付近または歴史的な公園の環境に影響を与える区域内の建物	高さ 23 m 以上、または全階を合せた、または個々の階の床面積が 10,000m ² 以上
21	住居または商業用途の土地分配	500 土地区画以上もしくは 100 ライ (16ha) を越える開発区域
22	以下の地域に立地する病院 1) 川、海岸地帯、湖、海岸線に隣接した地域 2) 上記以外の地域	1) 患者用ベッド 30 以上 2) 患者用ベッド 60 以上

*: 採鉱と伐採が許可されている商業林区域

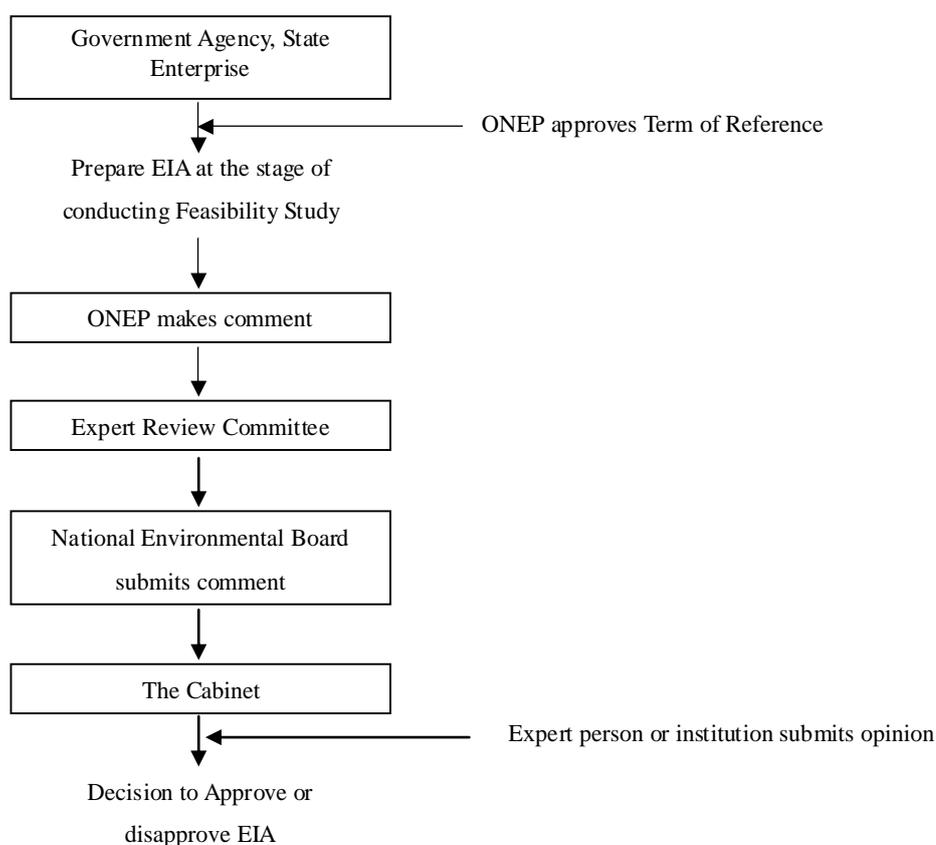
**： 流域保護森林であるが、一部区域は農業利用のため開発されている。その為、土壌保全対策が求められ森林農業目的として保全される区域。

出典: Environmental Impact Assessment in Thailand (2007), ONEP, MONRE

(2) 環境影響調査報告の審査・承認に係る手続き

第 47 条～第 49 条においては、環境影響調査報告の審査・承認に係る手続きについて規定されている。

環境影響評価報告書の審査・承認が規定されている事業のうち、事業開発者が民間の場合と政府事業の場合では手続きが異なる。政府事業の場合は環境影響評価報告書を国家環境委員会（NEB）に提出する。その後、NEBが環境政策計画局（ONEP）や専門委員会の意見を聞きながら審査にあたり、審査結果を内閣に報告、内閣は審査結果や意見に基づいて事業の審査を実施した上で事業承認の意思決定を行う。以下に政府事業の場合における手続きを示す。（図6.2.2参照）



出典: Environmental Impact Assessment in Thailand (2007), ONEP, MONRE

図 6.2.2 環境影響評価報告書の手続きフロー（政府事業の場合）

提出される環境影響評価報告書は、以下の項目を含むことが求められる。

- 事業内容及び事業計画
- 事業予定地域の現況環境データ
- 事業実施に伴う環境影響
- 環境影響の最小化・緩和策の内容及び費用
- 環境モニタリング計画

(3) 環境基準、及び排出基準

環境基準については、環境保護法（Enhancement and Conservation of National Environmental Quality Act）の第3章、32条に以下のように規定されている。

「32条 環境の質を保全するため、国家環境委員会は官報にて、下記事項につき環境基準を規定する権限を有する。」

各々の流域の利用形態に従い類別された、河川、沼、沢、湖、貯水池及び内陸その他の公共用水域の水質基準
河口の水域を含む臨岸部（海水）の水質基準
地下水の水質基準
一般大気中の空気の質に係る基準
一般騒音並びに振動レベルの基準
その他の環境の質に係る基準

これらの環境基準値に関して、国家環境委員会は科学技術の進歩・国の経済および社会的情勢の変化に照らして適切な修正および改善を行う権限を有する。

同様に排出基準については、同法、55条において以下のように規定されている。

「第55条 大臣は、公害管理委員会（PCC）の助言と国家環境委員会（NEB）の承認の下に、本法に定める環境基準に環境の質を保つ為、発生源より環境に対し排出される排水、排出ガス、廃棄物またはその他の汚染物を規制する。発生源よりの公害規制基準を官報に定める権限を有する。」

排出基準に関する規制値を資料編に整理する。但し、下水処理場の環境影響評価に係る項目の内、臭気については数値規制が設定されていない。また、BMAとして下水処理場に対する排水基準及びビル排水基準が規定されている。（第1巻、表3.2.2参照）

(4) 環境保護法以外の主要な環境関連法規

タイ国では環境問題に多くの政府機関等が関与しており、現実的には縦割り行政の中でそれぞれの組織がそれぞれの分野に係る所管法令を策定している。それらの規定に基づいて関連分野での環境に係る規制を実施している。次表にタイ国の主な環境関連の法規を整理する。

表 6.2.2 主な環境関連法規

法規名	概要
Environmental Quality Promotion and Prevention Act, 1992 年	この法律の下水に関する部分では、下水は発生者あるいは下水処理施設によって処理しなければならないと規定しており、後者の場合、発生者はサービスの対価を支払わなければならないとなっている。
Factory Act, 1992 年	この法律は工業省 (MOIn : Ministry of Industry) の工業局の管轄下にある工場の操業を管理するもので、その担当大臣に対して補足的な規則を発行する権限を付与している。本法は工場を業種と規模により 3 つのカテゴリーに分類し、それぞれについて規制と義務が定められている。
Navigation in Thai Water Act, 1913 年 (1992 年改正)	この法律の主たる目的は水路の交通及び使用を規制することにより、水上交通に影響を及ぼす行為や妨害となる行為を防止することである。本法の一部の条項は水質汚染・汚濁防止の規制に関与している。
Hazardous Substance Act, 1992 年	この法律の目的は、適切な管理規定及び手続きを定め、有害物質の監督と管理に関係する省庁間に適切な管理システムを整備することにより、全ての有害物質を適切な管理下に置くことである。本法は工業大臣に対して、危険予防の必要がある場合には、有害物質の保有、分配、または使用を禁止する地域を指定する権限を付与している。
BMA Service Administration Regulations Act, 1985 年 (1996 年改正)	下水処理は BMA の指定された活動の一つであり(設立のための法律 1977 年により規定)、この法律は BMA が良好な環境と公衆衛生を確保するためこのサービスを提供しなければならないとしている。
Building Control Act, 1979 年 (1992 年改正)	この法律は、環境保全の方策として、土地の所有者に腐敗槽などの設置による汚水防止対策を要求している。PCD はこの法律に従い、Effluent Quality Standard Code of Law (1994)を作成し、建物の種別に基づく処理の要求事項を決めている。
The Land Development Act, 2000 年	この法律は、土地の開発に関する規制法で、建築物と住宅に対して下水道 (汚水処理及び雨水排水) の設置を義務付けている。

出典: 調査団

(5) 本事業に係る環境社会配慮、及び EIA レポート作成の必要性

本事業の環境社会配慮に係る基本的な方針を以下に述べる。

タイ国法規 (環境保護法、1992 年) により環境社会影響評価 (EIA) の実施・承認を必要とする事業が定められている。この規定に基づく下水道事業は EIA の実施・承認を必要とする対象事業ではない。

本事業に係る計画、建設、維持管理段階において以下のような深刻な影響の発生は予測されない。

- 下水処理場及び関連施設用地に係る重大な影響 (非自発的住民移転発生や雇用・生計手段等の地域経済への影響) は発生しない。

- 下水処理場及び関連施設は、健康や安全に係る負の影響の発生源にならない。
- 事業実施により自然環境へ回復が困難な負の影響を与えない。
- 本事業は文化遺産や自然保全区域に負の影響を与えない。

従って、調査団は JICA 環境社会配慮ガイドラインに則り、DDS が実施する初期環境影響評価レベルの調査を支援し、この調査を通じて発生が予想される影響について影響の最小化・緩和を図る。

本件の環境社会配慮調査は既存データ、現地調査、および住民を含む住民公聴会（2011年1月、3月開催）に基づき、事業代替案、環境影響の予測・評価、緩和策、モニタリング計画の検討を行うものとする。

6.2.3 ベースライン・データ

本項ではプロジェクト区域について自然環境、汚染・汚濁、社会環境に係る基本的なデータを整理する。

(1) 自然環境

プロジェクト区域の概要とその自然環境

プロジェクト区域の面積は約64 km²、その約80%が Prawet District に属し、残りが Suang Luang、Bang Na Districts に含まれる。プロジェクト区域は極めて平坦な区域であり、チャオプラヤ川東岸の沖積平野に位置している。プロジェクト区域を東から西へ Klong Phrakanong が流下しており、南北方向に Klong Phra Kanong の二次運河が流下している。プロジェクト区域の北側約2/3の区域にある二次運河は Klong Phrakanong に流入しているが、南側の約1/3の区域の二次運河は Klong Bang Na もしくはさらに南部(Samut Prakarn 県)に流下している。

地形と地質

バンコクは、チャオプラヤ川沿いの標高が低く且つ全域が平坦な地形の平野に位置する。この地域の地質は、チャオピラヤ川により運搬された土壌により形成されている。表土層は厚さ1m~2m、地表から2m~16mの深さに軟弱~やや硬い粘土層があり、その下に硬い粘土層と砂層が形成されている。

気候及び気象

<気温>

月間平均最高気温は年間を通して 35°C~39°C と高く、特に3月~4月は高い。月間平均最低気温は12月~2月に発生し 20°C を下回る。(表 6.2.3 参照)

<雨量>

年間雨量は年変動が大きく 2004年~2009年の6年間においても 1,160 mm~2,272 mm と大きく変動している。月間雨量はモンスーンの影響によって雨季・乾季が明確に区分され、雨期である5月~11月までは雨量が多く、降雨日数は月間日数の50%~70%に達し、平均月間雨量は200 mm/月を超える。(表 6.2.3 参照)

<相対湿度>

年間を通して相対湿度（月間平均値）は 60%を下回ることはなく湿潤である。（表 6.2.3 参照）

<風向>

月別の風向はモンスーンの影響により、10月～1月は北～北東の風向、2月～9月は南南西の風が優勢である。（表 6.2.4 参照）

表 6.2.3 バンコクの気象資料（2004年～2009年の平均値）

	気温 (最高)	気温 (最低)	気温 (平均)	降雨量 (mm/月)	降雨日数 (日)	降雨量 (最大) (mm/日)	相対湿度 (%)
1月	35.5	18.5	27.4	27.9	2	26.7	63.2
2月	36.3	19.3	28.5	36.2	3	21.1	68.8
3月	37.4	22.9	30.1	24.9	4	17.7	69.6
4月	38.5	23.6	30.8	162.4	9	85.8	69.8
5月	36.8	23.8	29.6	275.2	18	63.1	74.4
6月	36.2	22.8	29.5	219.9	19	58.1	74.2
7月	35.5	24.1	29.1	199.6	18	44.1	73.6
8月	35.9	23.9	29.2	194.8	18	45.7	73.4
9月	36.1	23.3	28.8	296.1	22	75.7	76.6
10月	36.2	23.4	29.0	255.3	15	70.9	74.0
11月	36.7	21.0	28.5	29.7	4	19.5	64.4
12月	35.3	19.9	27.6	1.6	1	1.9	60.6
計	-	-	-	1,723.5	133	-	-

出典: Thai Meteorological Dept.

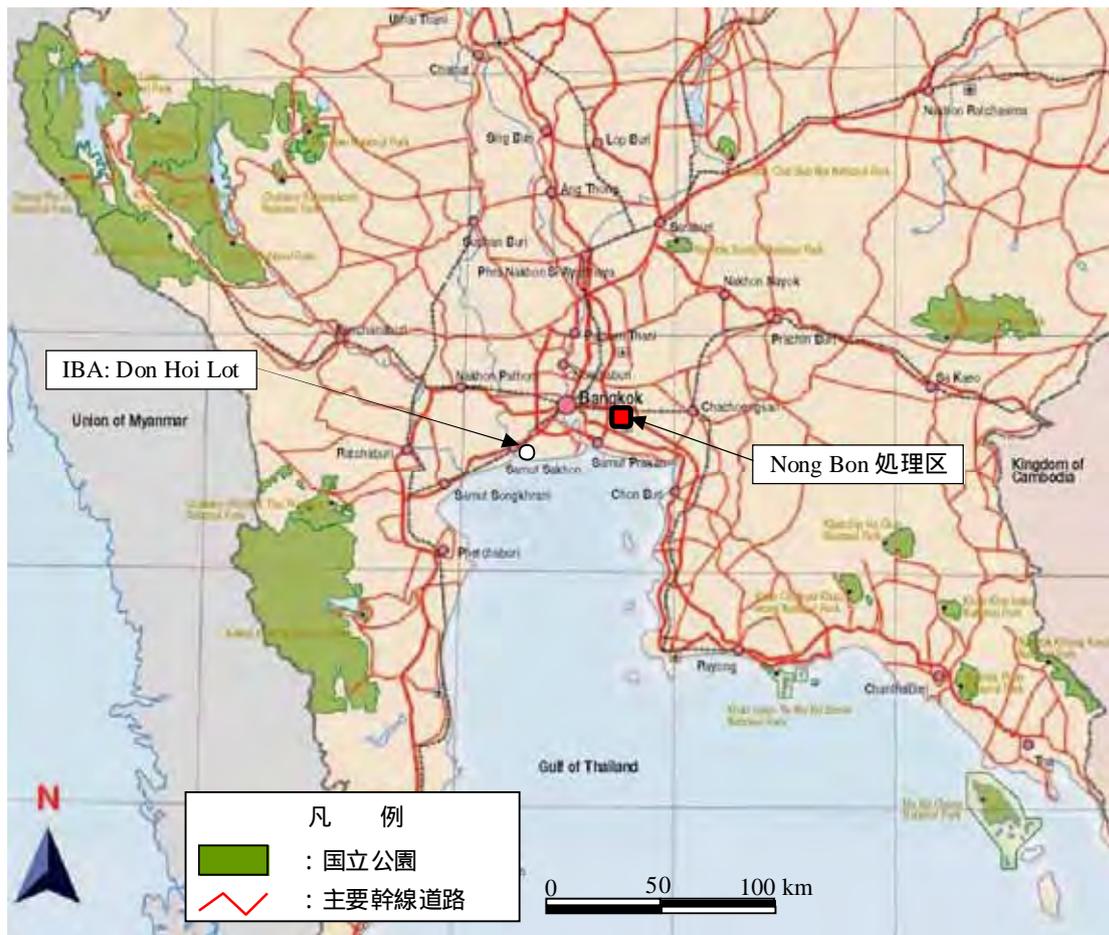
表 6.2.4 月別の主な風向（2009年6月～2011年4月）

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
月別 風向	北東	南	南	南南西	南	南南西	南南西	南南西	南南西	北東	北東	北東

出典: Windfinder

生物学的環境、及び国立公園・自然保護区

タイ国内の天然資源、野生動植物、景勝地の保護等を目的とした国立公園（予定を含む）は約 150 ヶ所が挙げられている。ただし、プロジェクト区域、及びバンコク首都圏周辺に国立自然公園は指定されていない。（図 6.2.3 参照）



出典: National Parks in Thailand (2006) , National Park, Wildlife and Plant Conservation Department, MONRE

図 6.2.3 タイ国の国立公園位置図（中央・東部区域）

同様にプロジェクト区域及びバンコク首都圏内には「重要野鳥生息地」として指定されている地域はない。バンコクに最も近い「重要野鳥生息地（Important Bird Area: IBA）」は、Don Hoi Lot (Samuthsong Kram県、図6.2.3参照)であり、バンコクの西南約30 kmに位置している。

下水処理場予定地はNong Bon雨水調整池敷地内の公園やテニスコートとして整備された区画である。雨水調整池周辺の特徴や水鳥への影響の有無を以下に記述する。

- 1) Nong Bon 雨水調整池は自然水域ではなく、貯留水位は季節や降雨量に合わせて人為的に管理された水域である。従って、水鳥の営巣や給餌に適した植生のある湿地のような浅い水域がほとんどない。
- 2) Prawet districtはこのNong Bon 雨水調整池だけではなく、この調整池とバンコク国際空港間(Samut Prakarn 県、両者間は約7km)の区域には多くの水域がある。仮にNong Bon 雨水調整池が渡り鳥の中継休息地としての役割があったとしてもこの調整池だけに鳥類が集中することはなく、この区域全体に広く分散するものと考えられる。
- 3) Nong Bon 雨水調整池自体についても、その形状は東西約1km、南北約0.8kmの規模が

ある。下水処理場予定地は南東部に位置し、仮に下水処理場建設の騒音が鳥類に影響すると仮定した場合でも半径 500m 以遠の雨水調整池（3/4 の水面積部分）への影響はないと考えられる。（建設工事により 90 dB の騒音が発生したと仮定しても音源から 500m 離れると 50dB まで減衰すると予想される。）

- 4) 下水処理場の運転段階における騒音(最も大きいと予想されるブローア機器からの騒音)についても建屋内に設置され、下水処理場敷地境界においては十分に低減される様に配慮される。従って、下水処理場の騒音が実質的に鳥類に与える影響は予想されない。

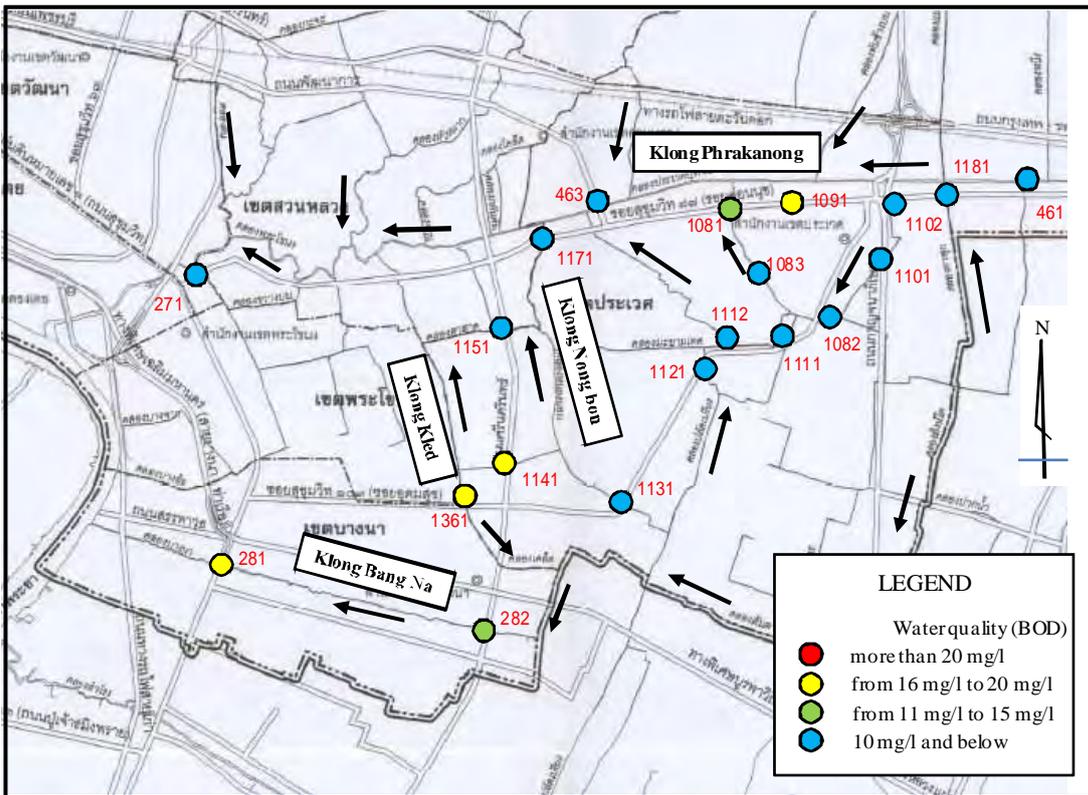
以上の点から本事業の建設工事や運転段階において鳥類（主に水鳥）に負の影響を与える可能性は極めて小さいと判断される。

(2) 汚染・汚濁

水質汚濁

プロジェクト区域の運河のうち、最も大きい Klong Phra Kanong は東部から西部へ流下している。この Klong Phra Kanong に直角に Klong Phra Kanong の二次運河が南北に流下している。プロジェクト区域に自然、及び人為的な分水嶺があり北側約 2/3 の区域にある二次運河は Klong Phra Kanong に流入し、南側の約 1/3 の区域の二次運河は Klong Bang Na もしくは Samut Prakarn 県に流下している。

DDS が実施している水質モニタリングの調査地点は Klong Phra Kanong、Klong Bang Na 及び二次運河に 20 ヶ所があり、その水質分布を以下に示す。



出典: DDS

図 6.2.4 Klong の水質分布 (2009 年、BOD 平均値)

大気汚染

バンコク都における大気汚染の状況 (モニタリング結果) を表 6.2.5 に示す。表より、5 年の経年変化をみると総浮遊粒子状物質と PM₁₀ を除く他の項目は改善する傾向がみられるが、総浮遊粒子状物質と PM₁₀ に関して一部調査地点において高い汚染状況が継続している。バンコク都では道路に面した区域の汚染が著しいと報告されており、車輛排気ガスの影響が大きいことが推測される。調査区域に関連する District の大気汚染状況を表 6.2.6 に示す。観測結果 (最大値) は基準値を超える値が測定されている。

表 6.2.5 バンコク都の大気汚染状況

	総浮遊粒子状物質 (24 時間平均 mg/m ³)	PM ₁₀ (24 時間平均 mg/m ³)	一酸化炭素 (8 時間平均 ppm)	オゾン (1 時間平均 ppb)	二酸化硫黄 (24 時間平均 ppb)	二酸化窒素 (1 時間平均 ppb)
2003 年	0.04 - 0.48	0.013 - 0.209	0 - 13.0	0 - 145.0	0.7 - 22.0	0 - 166.0
2004 年	0.01 - 0.77	0.022 - 0.225	0 - 10.6	0 - 143.0	0.4 - 23.6	0 - 172.0
2005 年	0.01 - 0.72	0.012 - 0.216	0 - 8.2	0 - 110.0	0.0 - 37.3	0 - 170.0
2006 年	0.03 - 0.80	0.010 - 0.206	0 - 8.6	0 - 137.0	1.0 - 18.6	0 - 182.0
2007 年	0.03 - 0.76	0.010 - 0.243	0 - 9.4	0 - 102.0	0.4 - 19.0	0 - 150.0
環境基準値	0.33	0.120	9	100	120	170

出典: Bangkok State of The Environment 2006-2007, Department of Environment, BMA

表 6.2.6 調査区域 District の大気汚染状況

	測定地点	年	測定 日数	TSP (mg/m ³)		PM ₁₀ (mg/m ³)	
				最小	最大	最小	最大
Bang Na	Bang Na-Trad in front of Bang Na 1 Hospital	2007	14	0.332	0.973	0.113	0.261
		2008	10	0.218	0.486	0.082	0.255
		2009	11	0.161	0.411	0.077	0.197
		2010	36	0.138	0.542	0.052	0.192
		2011	14	0.127	0.421	0.068	0.166
	Sukhumvit Rd. Police box, Udomsuk intersection	2008	3	0.201	0.334	0.075	0.130
		2009	14	0.280	0.433	0.119	0.216
		2010	39	0.093	0.623	0.036	0.297
		2011	14	0.140	0.499	0.071	0.371
	Bang Na-Trad Bang Na intersection	2008	6	0.218	0.390	0.067	0.154
		2009	8	0.213	0.430	0.081	0.409
		2010	39	0.142	0.494	0.058	0.183
		2011	14	0.153	0.285	0.088	0.230
	Soi Bang Na-Trad 21	2009	5	0.184	0.341	0.098	0.172
2010		39	0.073	0.355	0.043	0.184	
2011		14	0.131	0.411	0.054	0.137	
Prawet	On-nut Rd.-Police Box Prawet Police station	2007	14	0.132	0.409	0.063	0.132
		2008	7	0.206	0.308	0.103	0.199
	Srinakarin Rd. Police box - Seri center	2007	14	0.089	0.243	0.042	0.132
		2008	7	0.248	0.305	0.140	0.194
	Srinakarin Rd. Land office- Prakanong branch	2008	2	0.123	0.159	0.067	0.089
		2009	6	0.172	0.219	0.090	0.123
	Chalerm Prakiat Rama 9, Soi 73 Shell gas station	2010	30	0.060	0.248	0.031	0.150
	Chalerm prakiat Rama 9 Park Rachawadi gate Shell station	2010	44	0.090	0.370	0.050	0.199
2011		14	0.141	0.281	0.073	0.159	
Suan Luang	Onnut Rd. - Police box Suan Luang intersection	2008	3	0.117	0.290	0.057	0.094
		2009	6	0.149	0.281	0.077	0.145
		2010	30	0.058	0.155	0.031	0.091

出典: Department of Environment, BMA

騒音

バンコク都における騒音状況（モニタリング結果）を表 6.2.7 に示す。この騒音の発生源として以下の項目が報告されている。

- 交通・運搬用車輛
- 工場
- 建設工事
- 催し物・娯楽スポット、デモンストレーションなど
- 畜産動物の鳴き声

表 6.2.7 バンコク都の騒音状況

	等価騒音レベル (dB)
2002 年	62.7 – 83.7
2003 年	66.2 – 86.3
2004 年	63.8 – 80.6
2005 年	60.8 – 90.3
2006 年	58.4 – 88.1
2007 年	54.5 – 83.3
環境基準値	70

出典: Bangkok State of The Environment 2006-2007,
Department of Environment, BMA

モニタリング地点別の観測結果を以下に示す。環境基準値を超過している地点の多くは道路に面した観測地点であり、上記に騒音発生源の種別を示したが、このモニタリング結果からは交通・運搬用車両が主な騒音発生源であることを示している。

表 6.2.8 モニタリング観測結果 (2009 年)

道路沿い以外の観測点

District	観測地点名	等価騒音レベル (dB)		基準値 超過率(%)
		最小値	最大値	
Wong Thong Lang	Bodindecha School	51.2	73.0	2
Bang Kapi	Khlong Chan- National Housing Authority	53.4	63.4	0
Yan Nawa	Nonsi Witthaya School	51.3	83.9	25
Bang Kun Thien	Sing-racha Pitthaya School	53.2	68.8	0

道路沿い観測点

District	観測地点名	等価騒音レベル (dB)		基準値 超過率(%)
		最小値	最大値	
Huai Khwang	Huai Khwang-NHA Stadium	63.5	70.6	0
Pom Prap Sattru Phai	Wongwien 22	66.0	81.9	98
Thon Buri	Thonburi Power Substation	65.8	74.6	58
Bang Kapi	Chokchai Police Box	70.2	73.9	100
Din Daeng	Din Daeng-National Housing Authority	66.7	84.8	99
Phra Nakon	Pha-hu-rat	74.4	78.9	100

環境基準値 : 70 dB (等価騒音レベル)

出典: PCD

調査区域に関連する District の観測結果を表 6.2.9、表 6.2.10 に示す。District 事務所の観測点は基準値を満足しているが、道路沿いの観測点の全ての最大値は基準値を超過している。

表 6.2.9 調査区域 District の騒音状況（道路沿いの観測点）

	測定地点	年	測定 日数	等価騒音レベル(dB)		最大騒音レベル(dB)	
				最小	最大	最小	最大
Bang Na	Bang Na-Trad in front of Bang Na 1 Hospital	2007	14	79.5	81.7	87.3	125.7
		2008	10	76.1	77.1	86.4	117.7
		2009	11	72.7	79.7	83.6	113.1
		2010	36	76.1	78.0	83.1	111.0
		2011	14	76.6	78.0	85.6	113.2
	Sukhumvit Rd. Police box, Udomsuk intersection	2008	3	75.3	82.0	90.4	105.2
		2009	14	78.9	80.2	92.2	111.2
		2010	39	76.4	80.4	86.3	114.3
		2011	14	77.5	80.9	90.5	113.2
	Bang Na-Trad Bang Na intersection	2008	6	76.8	78.9	84.5	109.5
		2009	8	75.4	78.8	88.8	110.9
		2010	39	72.4	80.3	78.8	116.1
		2011	14	76.4	78.6	88.2	114.9
	Soi Bang Na-Trad 21	2009	5	77.1	78.6	85.2	110.5
		2010	39	75.0	81.5	83.0	112.6
2011		14	76.8	78.1	86.2	112.9	
Prawet	On-nut Rd.-Police Box Prawet Police station	2007	14	71.6	72.9	81.1	111.8
		2008	7	71.4	72.3	83.6	107.6
	Srinakarin Rd. Police box - Seri center	2007	14	73.6	75.9	85.7	111.1
		2008	7	73.4	74.0	86.6	108.4
	Srinakarin Rd. Land office- Prakanong branch	2008	2	77.4	77.5	85.8	108.3
		2009	6	77.1	77.9	87.9	122.7
	Chalerm Prakiat Rama 9, Soi 73 Shell gas station	2010	30	73.0	76.2	83.9	110.5
	Chalerm prakiat Rama 9 Park Rachawadi gate Shell station	2010	44	70.2	76.0	81.3	110.4
2011		14	74.0	76.8	86.2	110.0	
Suan Luang	Onnut Rd. - Police box Suan Luang intersection	2008	3	71.6	71.8	82.7	105.2
		2009	6	72.0	78.1	82.7	103.1
		2010	30	70.3	77.4	79.0	112.4

出典: Department of Environment, BMA

表 6.2.10 騒音状況（Prawet District 事務所）

観測期間	等価騒音レベル (dB)		観測回数
	最小	最大	
2010年5月31日～2010年6月4日	56.3	59.7	n=75
2010年8月17日～2010年8月20日	55.7	57.5	n=49
2011年3月14日～2011年3月18日	57.1	61.5	n=71

出典: Department of Environment, BMA

臭気

タイ国では臭気に関わる環境基準値や発生源における数値規制は設定されていない。したがって、臭気に関わる観測所設置や定期的な測定も実施されていない。

(3) 社会経済環境

本プロジェクト区域はBMAのPrawet Districtのほぼ全域、及びその西側の2つのDistrict(Suang Luang、 Bang Na District)の一部を含んでいる。BMAはタイ国の首都であり、政治、経済、商業の中心的役割を持ち、このプロジェクト区域はバンコク中心部と新たに開設された国際空港の間に位置している。現在、多くの住宅開発事業が進んでおり、その結果、急速な人口増加と都市開発が進められている。交通網も国際空港整備に伴って拡充されており東西を繋ぐ高速道路と主要幹線道、及び空港とバンコク中心部を結ぶ高速鉄道、さらに南北についても主要幹線道路が整備されており、利便性に優れた区域である。

プロジェクト区域の西側にある Bang Na District から連続している中密度住居地域と商業区域、及び主要幹線道路に沿った中密度住居地域の分布を除くとほとんどのプロジェクト区域は低密度住居地域が指定されている。したがってプロジェクト区域の地域特性は低層住宅を主体とする住宅区域、もしくは住宅開発区域といえる。(図 2.1.1 参照)

人口

バンコク都は 1960 年から 1990 年までの急速な人口増加の後、近年は緩やかな人口増加がみられる。本調査では、この 1990 年以降の安定した人口増加が今後とも継続するものと仮定して表 6.2.11 に示す人口予測を推定した。

表 6.2.11 バンコク都及びプロジェクト区域の予測人口

区 域	面積(km ²)	予測人口		
		2008 年	2030 年	2040 年
バンコク都	1,569.9	6,586,947	7,322,390	7,626,000
Prawet District	52.49	176,089	203,770	216,470
Suan Luang District	23.68	133,872	145,170	149,510
Bang Na District	18.17	115,887	115,950	115,950
Nong Bon Project Area (全域)	63.85	222,293	251,574	264,883
Project Area (Prawet District)	52.49	176,089	203,770	216,470
Project Area (Suan Luang District)	6.69	18,787	20,372	20,981
Project Area (Bang Na District)	4.67	27,417	27,432	27,432

出典: 調査団

社会経済

タイ国及びバンコク都の社会経済に関する資料を以下に示す (表 6.2.12 参照)。

表 6.2.12 タイ国及びバンコク都の社会構造、経済状況

項 目	全国	バンコク都
世帯構成人数 (2004 年,人)	3.4	3.2
一人当たりの総生産額 (Baht/年)	101,304	283,780
教育を受けていない人口 (2005 年,%)	5.4	3.3
最終学歴 (15 才以上, 2005 年) Less than primary (%)	34.6	19.4
Primary (%)	19.7	15.6
Lower secondary (%)	16.4	15.6
Upper secondary (%)	12.1	18.4
Diploma (%)	3.3	4.4
University (%)	8.0	22.5
失業率 (2005 年,%)	1.3	1.9
世帯収入金額 (2004 年, Baht/月)	14,778	29,696
世帯支出金額 (2004 年, Baht/月)	10,885	19,841
債務がある世帯比率 (2004 年,%)	66.4	45.8
世帯債務平均金額 (2004 年, Baht)	157,439	351,000
生活状況 (衛生施設整備済の世帯比率,%)	99.8	100
生活状況 (適切な飲料水が得られる世帯比率,%)	99.2	99.9
生活状況 (電力サービスを受けている世帯比率,%)	98.9	99.7
生活状況 (電話設置世帯比率,%)	23.9	51.2
生活状況 (携帯電話所有者比率,%)	36.7	59.3
生活状況 (インターネット利用者比率,%)	12.0	25.9

出典: Thailand Human Development Report 2007, UNDP

遺跡・文化財

バンコク都には多くの歴史的文化財が保存されており観光産業が非常に盛況である。それらの多くはバンコク中心部 (旧市街地) に集中している。一方、プロジェクト区域はバンコク中心部の東部にあり、旧市街地からは遠く離れている。現時点では遺跡・文化財の対象となる施設や地域は確認されていない。

公衆衛生

バンコク都、及びプロジェクト区域として Prawet District における感染症等の罹患率を表 6.2.13 に示す。この表よりプロジェクト区域 (Prawet District) とバンコク都における罹患率を比較するとほとんどの感染症においてプロジェクト区域はバンコク都平均を下回るかほぼ同等であると判断できる。したがって、プロジェクト区域は感染症罹患率の観点から公衆衛生状況が劣悪な区域ではないと判断する。

表 6.2.13 感染症等の罹患率（2008 年）

人口千人当たりの罹患患者数

項 目	BMA 平均	Prawet District	最大罹患率 (District 単位)
急性下痢	7.134	4.112	17.123
食中毒	0.666	0.312	2.212
赤痢	0.036	0.045	0.245
腸チフス	0.022	0.028	0.092
A 型肝炎	0.004	-	0.031
B 型肝炎	0.048	0.062	0.238
非 A 非 B 型肝炎	0.009	-	0.044
肝炎（不特定）	0.072	0.028	0.248
出血性結膜炎	0.374	0.261	1.315
インフルエンザ	0.713	0.466	2.431
風疹	0.021	0.011	0.113
水疱瘡	0.676	0.505	1.791
麻疹	0.140	0.136	0.431
デング出血熱	1.587	1.459	2.605
脳炎	0.001	-	0.018
マラリア	0.018	-	0.055
肺炎	1.109	1.159	2.188
結核	0.360	0.352	1.270
性感染症	0.452	0.216	1.453

出典: Annual Epidemiological Surveillance Report 2008

6.2.4 事業実施に伴い予想される負の影響の予測及びその緩和策、モニタリング計画の検討

(1) 代替案の検討

この事業の目的はバンコク都のチャオプラヤ川、運河への汚濁負荷量流出を低減し、水質改善を促進することである。従って、代替案としては汚濁負荷量の削減が十分に期待できる対策・事業が必要である。以下の汚濁排出段階に代替案を検討する。

汚濁負荷発生段階： 生活排水や営業排水の発生源である住居および商業施設における汚濁負荷削減対策が対象となる。

汚濁負荷量流出段階： バンコクにおける通常の排出経路である排水路（発生源排出点から運河までの排水路）における汚濁負荷削減対策が対象となる。

汚濁負荷到達段階： 到達段階は対象水域である運河および最終排出先であるチャオプラヤ川における汚濁負荷削減対策が対象となる。

代替案として、それぞれの段階において運河の水質改善目標である BOD 10 mg/l を達成することが可能な対策が求められる。各段階において実施可能な対策、その概要や問題点について以下に述べる。

汚濁負荷発生段階： 住居もしくは商業施設に必要な処理能力（処理水質(BOD) 20 mg/l）

を有する施設を設置する代替案が挙げられる。この処理能力を有する施設として住居には「浄化槽」、商業施設には大規模浄化槽（もしくは活性汚泥処理方法や他の生物処理方法を利用した処理施設）の設置が求められる。これらの浄化槽等の処理施設は実例があり、技術的には可能な方法である。

これらの代替処理施設の設置は全ての住居・商業施設に設置し、維持管理を適切に実施する必要がある。現在、住居に関してはし尿排水処理およびオイル・セパレータの設置が義務付けられているが、し尿排水のセプティックタンクによる処理は、十分な処理水質が期待できず、オイル・セパレータについてはほとんど設置されていないのが実情である。従って、全ての住居および商業施設に「浄化槽」を設置し、処理能力の向上を進める事業を実際に実施することは極めて困難であると考えられる。

汚濁負荷量流出段階： 排水路において処理水質(BOD) 20 mg/l 以下の処理能力を有する施設の実施例はなく、技術、維持管理、コストに関して十分な研究が行われていない。従って、直ちに代替案として採用することは困難である。

汚濁負荷到達段階： 到達段階は対象水域である運河および最終排出先であるチャオプラヤ川が対象となる。河川内における浄化施設はバンコクにおいても実施例がある。但し、排出される汚濁負荷全量を対象とするのではなく、あくまでも水質改善の一対策として実施されており、バンコクにおいても下水道を補完する位置付けとなっている。従って、代替案として排出される全ての汚濁負荷量の削減を目指す対策としては適していない。

以上から下水道事業の代替案として同等の汚濁負荷量削減効果が期待できる対策はないと判断する。従って、代替案の検討としては「事業実施」と「事業なし」の2ケースとなる。

「事業なし」の場合、運河水質はマスタープランで示したように人口増加や商業活動の拡大により水質悪化が予想される。

本事業計画における下水処理方式の選定や地上式・地下式下水処理場の比較検討等について4.2および4.3において詳細に検討されており、本項における記述は省略する。

(2) 事業実施に伴い予想される負の影響

Nong Bon 下水道事業の実施に伴う環境社会への影響を検討し、表 6.2.14 にスコーピング・マトリックスとして影響の有無を示し、且つ、その影響の内容、評定及び影響発生期間について表 6.2.15 に整理する。

表 6.2.14 スコーピング・マトリックス

環境要素		事業準備段階			建設段階			運転段階		
		汚水処理施設	汚泥処理施設	遮集管施設	汚水処理施設	汚泥処理施設	遮集管施設	汚水処理施設	汚泥処理施設	遮集管施設
社会環境	土地確保・住民移転									
	地域経済									
	土地・資源利用									
	社会関係資本									
	社会インフラ									
	貧困層、先住民族									
	被害/便益の公平性									
	利害の対立									
	遺跡・文化財									
	水利権等									
	保健衛生									
	HIV 等の感染症									
	災害・治安リスク									
	事故									
自然環境	地形・地質									
	土壌侵食									
	地下水の状況									
	流況、水文の特性									
	沿岸域の状況									
	動植物、生態系									
	景観									
	地域気象 地球温暖化									
汚染・汚濁	大気汚染									
	水質汚濁									
	土壌汚染									
	底質汚染									
	廃棄物									
	騒音・振動									
	地盤沈下									
	悪臭									

出典: 調査団

表 6.2.15 予想される影響の概要

環境項目		評価	理由	
社会環境	1	土地確保・非自発的住民移転	D	下水処理場用地は DDS 所管の用地内に建設を予定しており、新たに用地を取得する必要はない。ポンプ場の建設は計画されておらず、また、遮集管敷設のための土地確保は必要ない。 遮集管は道路用地内もしくは運河内に設置を予定しており、道路用地内については公共事業局の使用許可を取得する必要があると考えられる。
	2	地域経済（生計手段、雇用等）	D	遮集管及びポンプ施設に係る土地取得はない。
	3	土地利用、地域資源利用	D	遮集管及びポンプ施設に係る土地取得はない。
	4	社会関係資本や地域の社会組織（地域の意思決定機関等）	D	本件に関して適切な住民参加、情報公開を積極的に進め、住民、コミュニティに十分な理解と協力を得られるように配慮する。 （2011年2月および3月において2回の住民公聴会を開催した。） 下水処理場用地の南側は公園、北部、西部は雨水調整池に囲まれており、処理場用地に隣接する住民は極めて限られた範囲である。（図 6.2.5、6.2.6 参照）
	5	既存の社会インフラ・社会サービス	B	建設段階 1) 遮集管の敷設工事期間中に道路閉鎖（片側車線通行）、迂回路使用などによる交通混雑、公共施設等へのアクセスに不便が生じる恐れがある。 2) 下水処理場建設予定地への建設資材・建設廃棄物の搬出入により交通混雑が発生する可能性がある。（写真 6.2.1 参照）
	6	貧困層、先住民などの社会的に脆弱なグループ	D	特定なコミュニティや住民に対して便益の発生や負の影響を与える可能性は極めて少ない。
	7	被害と便益や開発プロセスにおける公平性	D	上記項目と同じく、本件による便益の公平性を損なうことはない。最も大きい効果として運河の水質改善が期待されるが、運河が位置する区域に生活圏を持つすべての人に対して便益が発生する。
	8	地域における利害の対立	D	ない
	9	遺跡・文化財	D	ない
	10	水利権、漁業権、入会権	D	本件は取水などの水利権や漁業権、入会権などに影響を与える事業ではない。また、下水処理水の排出は運河の水環境改善を促進する効果があるが、水質悪化を発生させる可能性はない。
	11	保健衛生	B D	建設段階 建設段階において、工事車両による粉じんや騒音の発生により周辺住民や資材搬入路に面した住民への保健衛生上の負の影響が想定される。 運転段階 排水路を流下する汚水の遮集により汚濁負荷の削減効果により運河の水質改善が期待されるが、保健衛生状況を悪化させる要因はない。
	12	HIV/AIDS 等の感染症	C	建設段階 工事作業者の宿舎滞在や女性との接触で、HIV/AIDS や他の感染症発生の可能性が考えられるが、現時点では実際の発生する影響は推定困難である。 （現時点では外国人労働者の雇用はないと推定される。）
	13	災害・治安リスク	C	建設段階 工事作業者の滞在による犯罪等の治安悪化の可能性が考えられるが、上記項目と同様に実際の影響は不明である。

環境項目		評価	理由	
自然環境	14	事故(交通事故等)	B 建設段階 工事車両の通行が増加するので交通事故の危険性が增大する可能性がある。 遮集管ルートに面して学校、病院などがある場合には特に配慮が必要であるが、現時点では不明である。	
	15	地形・地質	D 大規模な地形・地質を改変するような開発行為ではない。	
	16	土壌侵食	D 大規模な土地造成や土砂採取を伴うような開発行為ではない。	
	17	地下水の状況	D 地下水揚水や地下への排水注入はないので負の影響は発生しない。	
	18	流況、水文の特性	D 河川・運河からの取水は計画されていない。 C 運転段階 下水処理水を運河に排出するため、運河の通水能力について留意し、洪水の発生を制御する必要がある。 放流先の検討の結果、放流先として Nong Bon 運河が選定された。但し、降雨や運河状況により Nong Bon 雨水調整池、もしくは Nong Bon 地区排水トンネルを利用する案が検討され、洪水防止について十分に配慮されている。(詳細は 2.1.3 および 4.4.3 を参照)	
	19	沿岸域の状況	D 事業予定地は内陸部であり沿岸域ではない。	
	20	動植物、生態系	D 事業予定地は都市公園に隣接しているが、管理された区域であり、保護すべき動植物は確認されていない。 隣接する雨水調整池(水生・湿性植物の植生はない)において建設騒音により一時的に飛来する水鳥に影響を与える可能性はあるが、調整池自体は規模が大きく、また隣接して営巣などの特別な水域はない。(写真 6.2.2 参照) 予定地周辺には植生がある未使用地や水域(Klong)があるが、事業の建設・維持管理段階においてそれらの生態系に与える影響はほとんどないと考えられる。	
	21	景観	D 下水処理場の形状・規模からみて景観へ悪影響を与えるものではない。既に隣接してビルがあり、外観上(高さ)はこれらのビルと同様であり、突出した構造物とはならない。	
	22	地域気象	D 地域気象に影響するような大規模な開発行為ではない。 雨水調整池容量への影響は発生しないように計画・設計される。	
	23	地球温暖化	D 下水処理施設の電力消費による CO ₂ など地球温暖化ガスの発生量は無視しうるレベルと想定される。 下水処理により現在 klong から発生しているメタンガスの削減が期待される。	
	汚染・汚濁	24	大気汚染	B 建設段階 短期間であるが建設工事の際に、建設機器、車両からの大気汚染物質の排出が予想される。 D 運転段階 停電時、緊急発電装置からの排気ガスが想定されるが、停電時の極めて限られた時間である。

環境項目	評価	理由
25 水質汚濁	C	運転段階 下水処理場における汚濁負荷削減により運河における水環境の改善に大きな効果が期待され、水環境への負の影響はない。但し、対象区域の Klong の中で下水の遮集により流量がほとんどなくなる区間が発生する可能性がある。このような区間では下水道による汚水の遮集効果が十分な水質改善効果に直結しないことが予想される。特に乾季は自己流量が減少するため、遮集出来なかった僅かな汚水量でも水質汚濁や臭気発生の原因となる可能性が考えられる。 雨天時における越流水による影響は雨水による希釈効果により深刻な水質汚濁の発生は予想されない。
26 土壌汚染	C	運転段階 下水処理場から発生する汚泥はコンポストにより肥料・土壌改良剤として利用する計画である。 下水中には重金属や有害物質を含む可能性があり、適切なモニタリングに基づく監視が必要である。そのモニタリング結果に基づいてコンポストの農地利用、もしくは緑地帯への利用など利用先の選定が必要になる。
27 底質汚染	D	下水処理水放流による底質汚染の発生の可能性は極めて低いと考えられる。(必要があれば、放流先運河のモニタリング計画に底質に係る項目を追加することを考慮する。)
28 廃棄物	D	生汚泥と活性汚泥処理過程から余剰汚泥が発生する。本事業では発生した汚泥(全量)を原料としたコンポスト化を計画している。したがって、廃棄物としての汚泥は発生しない。 「土壌汚染」の項で述べたようにコンポスト汚泥による環境汚染が発生しないように下水及び汚泥に含まれる重金属や有害物質についてもモニタリングが必要である。
29 騒音・振動	B D	建設段階 建設工事の際に、建設機器、車両から騒音・振動の発生が予想される。 運転段階 運転段階における騒音・振動発生は、その発生源が全て建屋内に設置される計画となっており、処理場外への影響はない。
30 地盤沈下	D	本件における地下水の揚水はない。したがって、地盤沈下の可能性はない。
31 悪臭	B	運転段階 臭気を発生する汚濁源として汚泥処理施設、及び臭気濃度は低い曝気槽が予想される。これらの臭気発生源への対策が必要である。

- A - 重大な影響見込まれる。
 B - 多少の影響が見込まれる。
 C - 影響の度合いは不明(検討の必要あり)
 D - 影響なし。IEE あるいは EIA の対象としない。
 出典: 調査団

スコーピングの評価結果を以下に述べる。

「A」ランク(重大な悪い影響が見込まれる)の影響が想定される項目はない。

「B」ランク(多少の悪い影響が見込まれる)は、建設段階における5項目、運転段階における1項目が挙げられた。影響の発生が未確定である項目「C」ランクとして、建設工事の作業・労働者による HIV リスク、治安悪化、放流先運河における流況への影響、Klong 水質の影響、及び汚泥再利用による土壌汚染の5項目が挙げられた。



出典: 調査団

図 6.2.5 下水処理場建設予定地及びその周辺 (1)



出典: 調査団

図 6.2.6 下水処理場建設予定地及びその周辺 (2)



写真 6.2.1 Nong Bon 下水処理場予定地へのアクセス道路状況



写真 6.2.2 Nong Bon 雨水調整池の外観

(3) 緩和策の検討

建設段階および運転段階でのプロジェクトの負の影響に関連する緩和策を表 6.2.16 および表 6.2.17 に示す。

表 6.2.16 プロジェクト施設の建設段階での緩和策

項目	影響	緩和策
<既存の社会インフラ・社会サービス>	・ 遮集管工事に伴う交通障害、および公共施設等へのアクセス障害 ・ 建設資材 / 建設廃棄物の搬出入による大気汚染(粉じん)、騒音・振動	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工事内容とその予定に関する公示 ・ 工事作業、資材等運搬車両運行に係る時間帯の取り決めおよび遵守 ・ 交通整理要員の配置 ・ 工事車両の慎重(丁寧)な運転と速度自主規制 ・ 建設業者による工事車両運転手、建設作業員の交通指導の徹底 ・ 道路散水による粉じん発生の抑制 ・ 荷台の飛散防止カバーの設置 周辺住民からの苦情を受け付ける窓口の設置とその担当者の配置(苦情等への速やかな対応)
<保健衛生>	・ 下水処理場および建設資材搬入道路に面した住民への粉じんや騒音に係る影響	上記の緩和策と同じ
<事故(交通事故等)>	・ 建設車両の増加による交通事故のリスク増加 ・ 遮集管工事に伴う道路幅員の減少	上記の緩和策と同じ
<大気汚染>	・ 資材運搬や建設活動に伴う粉じんの発生 ・ 建設車両・機械等から排出される排気ガスによる影響	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建設車両・機械等の慎重な運転と速度自主規制 ・ 建設車両・機械等の予防保守の徹底 ・ 排出ガス対策型建設機械の積極的な使用 ・ 要望・苦情窓口の設置、および苦情の内容と件数のモニタリング
<騒音・振動>	・ 建設車両・機械等に起因する騒音・振動による影響	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建設車両・機械等の慎重な運転と速度自主規制 ・ 建設車両・機械等の予防保守の徹底 ・ 低騒音型・低振動型建設機械、の積極的な使用 ・ 要望・苦情窓口の設置、および苦情の内容と件数のモニタリング ・ 騒音・振動に係る苦情に係る情報に基づいて騒音のモニタリングを実施する。
<HIV/AIDS等の感染症>	・ 建設工事関係者による感染症の発生の可能性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建設工事管理会社による建設工事関係者の啓蒙教育の実施
<災害・治安リスク>	・ 建設工事に係る労働災害 ・ 建設工事関係者による犯罪等の治安悪化の可能性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建設工事関係者への安全教育の実施、および安全対策の実施 ・ 労働環境に係る法律の遵守 ・ 建設工事管理会社による建設工事関係者の啓蒙教育の実施

出典: 調査団

表 6.2.17 プロジェクト施設の運転段階での緩和策

項目	影響	緩和策
<流況、水文の特性>	放流先運河の通水能力への影響	<ul style="list-style-type: none"> 運河の水位モニタリング
<水質汚染>	乾季の流量低下による水質改善効果の低下	<ul style="list-style-type: none"> 浄化用水の導入や下水処理場放流水の導入による水質改善* 周辺運河の水質モニタリングの実施
<土壌汚染>	下水汚泥の再利用による土壌汚染	<ul style="list-style-type: none"> 汚泥の有害物質含有量に関するモニタリング バンコクの下水処理場における汚泥が基準値（汚泥肥料に関する日本の基準）を超過する調査事例**があり、本事業ではモニタリングによる監視、および利用先（公園緑地に限定する）に十分に配慮する。
<騒音・振動.>	下水処理場（騒音源）の影響	<ul style="list-style-type: none"> 騒音源（ブロー、ポンプ施設等）の建屋内設置 騒音モニタリングの実施 実施設計において配慮すべき事項として、運転管理作業に係る環境を適正に維持するように防音対策を講じる。この結果、下水処理場敷地境界における騒音の低減も実施できると考えられる。
<悪臭>	下水処理場（臭気源）の影響	<ul style="list-style-type: none"> 汚泥処理施設の建屋内設置、および脱臭処理の実施。 臭気モニタリングの実施 実施設計における配慮すべき事項として、汚泥処理施設の臭気対策は、汚泥運搬車両の汚泥積込み作業エリアを含む。また、汚泥運搬車両は密閉可能な型式を選定する。

出典: 調査団

* : Phra Kanong 運河の既設水門や Ta Cham, Kwang 運河の既設排水ポンプ場を利用し、浄化用水や下水処理水による水質改善を促進させる。特に Klet 運河のように乾季、ほとんどの運河流量が汚水に由来すると考えられる運河では浄化用水や下水処理水の導入（Kwang 運河排水ポンプ場経由）が必要と考えられる。

** タイ国バンコク汚泥処理・再生水利用計画調査（1999）JICA

(4) 環境マネジメント計画

運転段階におけるリスクとして以下の点に留意する。

表 6.2.18 運転段階におけるリスク

リスク項目	留意点・軽減対策
停電発生	自家発電施設の設置
電気、機械設備の故障	電気、機械設備の予備部品や緊急時マニュアルを準備 運転維持管理要員のトレーニングの実施
次亜塩素酸カルシウムの漏出	緊急時マニュアルの準備 防護服、防護手袋、マスク、メガネなどの設置 技術的な研修、トレーニングの実施
有害物質の流入	流入下水について有害物質の水質モニタリング実施

出典: 調査団

(5) モニタリング・プログラム

モニタリング計画は建設段階と運転段階に分類される。建設段階のモニタリング計画準備において、建設段階の影響は短期間であり、その為に正確さを重視する測定方法よりもその結果を直ちに反映できるモニタリング方法を選定することが重要である。

一方、運転段階のモニタリング計画は環境に関わる基準に基づいて判断することが求められ、また、運転段階の新たな負の影響を見つけだすことが求められる。したがって、測定方法は十分な精度でかつ、簡易な操作であることを考慮し選定する必要がある。将来、新たな影響が予測された場合、測定方法は新たな影響の必要と測定精度および測定項目に基づいて改善すべきである。建設段階および運転段階のモニタリング・プログラムを以下に述べる。

表 6.2.19 建設段階のモニタリング・プログラム

対象	モニタリング位置	項目	頻度	実施機関	参考となる判定基準
住民からの要望・苦情	アクセス道路と建設用地の周辺	要望・苦情の内容とその件数	建設期間中、受付窓口を設置し随時対応する。	DDS	個々の要望・苦情に対応する。
騒音	- アクセス道路 - WWTP - 遮集施設	騒音(簡易測計測器による測定)	工事期間中の任意回数特に住民から要望・苦情が多い場合、測定頻度を高くしモニタリングを実施する。	DDS	最大騒音レベル = 115dB *1 等価騒音レベル = 70dB *1
粉じん	- アクセス道路と建設用地の周辺	総浮遊粒子状物質 (TSP)	散水などの対策を講じた上、尚、苦情・要望が多数確認された場合、任意の回数のモニタリングを実施する。	DDS	TSP 0.33 mg/m ³ (環境基準値)*2
大気質	- アクセス道路 - WTP	一酸化炭素、オゾン、二酸化硫黄、二酸化窒素、TSP、PM ₁₀ 、PM _{2.5}	速度自主規制や予防保守などの対策を講じた上、尚、苦情・要望が多数確認された場合、もしくは環境基準値を超過していると推測された場合、大気質の測定を実施する。	DDS	大気質の環境基準値 *2

出典:

*1: Notification of Environmental Board No. 15 B.E.2540 (1997) under the Conservation and Enhancement of National Environmental Quality Act B.E.2535(1992)

*2: Notification of Environmental Board No. 10 B.E.2538 (1995) under the Conservation and Enhancement of National Environmental Quality Act B.E.2535(1992)

表 6.2.20 運転段階のモニタリング・プログラム

対象	モニタリング位置	測定項目	測定頻度	実施機関	参考となる判定基準
水質汚濁	周辺運河	水温、pH、色、BOD (COD)、DO、SS、窒素、リン、大腸菌群数 運河水位	毎月 任意の時期 (降雨時) に測定	DDS	BMA 上位計画 (第1巻、表 3.2.5 参照)
水質汚濁	流入下水 流入下水 (系統別)	pH、BOD、SS、脂質、全リン、全窒素、アンモニア性窒素 ヒ素、カドミウム、水銀、ニッケル、クロム、鉛など	毎月 (維持管理上、必要であれば毎日測定) 年 4 回	DDS	なし
水質汚濁	放流水	pH、BOD、SS、脂質、全リン、全窒素、アンモニア性窒素、溶存酸素濃度	毎月 (維持管理上、必要であれば毎日測定)	DDS	BMA 排水基準 (第1巻、表 3.2.2 参照)
騒音	下水処理場敷地境界	騒音レベル	年 4 回 (夜間)	DDS	最大騒音レベル = 115dB 等価騒音レベル = 70dB *1
臭気	下水処理場敷地境界	臭気濃度	年 4 回	DDS	臭気濃度 15 以下 (工場区域外の工場敷地境界における基準)*2
下水汚泥	汚泥処理施設	ヒ素、カドミウム、水銀、ニッケル、クロム、鉛等の安全性に係る項目	年 4 回	DDS	As: 0.005 Cd: 0.0005 Hg: 0.0002 Ni: 0.03 Cr: 0.05 Pb: 0.01 unit: mg/dry-g *3

出典:

*1: Notification of Environmental Board No. 15 B.E.2540 (1997) under the Conservation and Enhancement of National Environmental Quality Act B.E.2535(1992)

*2: Ministerial Regulation, Prescribing the Industrial Air Odor Test Standard and Process B.E. 2548, Ministry of Industry

*3: 下水汚泥を原料とする肥料の許含有量、農林水産省、2000年10月、日本

(6) 結論

環境項目の中で特に配慮すべき項目、言い換えると、一旦影響が発生した場合、容易に回復することが困難な項目、もしくは重大な影響を発生する環境項目は以下に示す 5 項目である。これらの項目について本事業の実施に伴う負の影響はないと判断した。

表 6.2.21 特に配慮すべき環境項目

特に配慮すべき環境項目	本事業における負の影響
非自発的住民移転の発生	既に施設用地は DDS 管理用地であり、新たな土地確保、および非自発的住民移転は発生しない。
生活手段の喪失	本事業の建設、運転段階においていかなる生活手段、およびそれに係る土地などの資産の喪失はない。
二次汚染源の発生（下水中の重金属や有害物質による新たな環境汚染源の発生）	計画区域内の運河・排水路において重金属や有害物質による汚染は認められない。しかしながら、将来の防止対策は排除せず、重金属・有害物質の流入がないことを確認するために流入下水および汚泥についてモニタリングを実施する。
文化財・遺跡の破損・喪失	下水処理場および遮集施設の建設予定地内には文化財・遺跡に係る構造物・形跡はない。
自然保護区域への影響	計画区域内に自然保護区域はない。最も近い国際条約で指定された区域は西方 30km 離れている。

出典：調査団

結論として、本事業活動により自然・社会的環境を著しく悪化させる可能性はないと判断する。但し、事業の建設段階および運転段階において配慮すべき環境項目（軽微な負の影響）が予想され、その軽減対策とモニタリングの実施が必要である。

その一方、本プロジェクトは Nong Bon 処理区域の汚水を遮集・処理することにより運河の水環境の改善、将来の水質汚濁の防止に貢献し、その結果として地域住民の生活環境向上と社会基盤施設整備を推進させることが期待される。

なお、環境チェックリストによる環境社会配慮の確認結果を表 6.2.22 に示す。

表 6.2.22 環境チェックリストによる環境社会配慮の確認結果

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ているか (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) N (d) N	(a, b, c) タイ国環境法によると下水道事業はEIA レポートの作成・承認が必要な事業の範疇外である。従って、本事業について環境アセスメント報告書の作成は行わない。但し、JICA 環境社会配慮ガイドラインに則り、初期環境影響評価を実施する。 (d) なし
	(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) Y (b) Y	(a) 本調査では2回のステークホルダー会議を開催し、事業の概要及びその影響と緩和策を説明し、理解を得ている。 (b) 本事業に係る住民からのコメントは、全て反映されている。
	(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) Y	(a) 処理効率、運転維持管理性、流入水量・汚濁負荷量変動に対する柔軟性、用地面積の制限、構造物高さ制限、および経済性の観点から代替案の検討を実施している。
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) BMAは下水処理場の排水基準を規定している。本事業における下水処理場はこの基準を満足するように計画されている。(第1巻の表3.2.2参照) (b) 基本的に重金属等は含まれていないと考えられる。しかしながら、本計画では予防的処置として流入下水の重金属等についてモニタリングを計画する。
	(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) 下水処理場において発生する汚泥はNong Khaem 下水処理場に隣接する汚泥コンポスト化施設(稼働中)へ搬送し、コンポスト処理後、緑地利用を計画している。
	(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) Y	(a) コンポスト化された汚泥は緑地等(非作物)に利用されている。本計画では予防的処置として汚泥の重金属等についてモニタリングを計画する。
	(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) 騒音の発生源となるブロー、ポンプ等の施設は屋内に設置する計画であり、敷地境界線上における騒音レベルは十分に低減させる計画である。
	(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) 汚泥処理施設は施設建屋内にあり、脱臭処理後、排出される計画である。
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) 下水処理場予定地及びその放流先は保護区に立地していない。 また、計画区域内に保護区はなく影響を与えない。

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)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) 下水処理場予定地及びその放流先は原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地に立地していない。また、影響を与えることはない。 (b) 最も隣接している法律・国際条約等で保護された区域は約 30 km 離れており影響はない。 (c) 本事業による生態系への重大な影響はない。 (d) 河川等の水域環境に負の影響はない。現状の水域環境、特に乾季においては運河流量の低下、溶存酸素の低下、悪臭の発生などの状況は本事業により改善が期待される。
4 社会環境	(1)住民移転	(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 (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 (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 (d) 補償金の支払いは移転前に行われるか (e) 補償方針は文書で策定されているか (f) 移転住民のうち特に女性、子供、老人、貧困層、少数民族・先住民族等の社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か (g) 移転住民について移転前の合意は得られるか (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 (i) 移転による影響のモニタリングが計画されるか (j) 苦情処理の仕組みが構築されているか	(a) N (b) N (c) N (d) N (e) N (f) N (g) N (h) N (i) N (j) N	(a,b,c,d,e,f,g,h,i,j) 本事業により非自発的住民移転は発生しない。
	(2)生活・生計	(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 (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	(a) N (b) N	(a) 本事業による土地利用・水域利用への影響は極めて小さい。 運河護岸部における遮集施設の建設による水面部分の面積は限られており、公共水上バス、荷物運搬などが利用する運河主要部分への影響は極めて小さい。 道路用地内の下部にも遮集施設の建設が予定されているが、建設時に軽微な交通障害を発生させる可能性が予想されるが、施設の完成後は道路利用上の影響はない。 (b) 住民生活に影響を与えない。
	(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) 本事業による考古学的、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ない。

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)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) 下水処理場予定地は雨水調整池敷地内にあり、景観を配慮すべき地域ではない。 現在、隣接し2つの構造物(ビル)があり、また、南側に DDS の事務所ビルが建設中である。本事業の下水処理場構造物もこれらのビルと同様な高さに制限されており、突出した構造物にならない。
	(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) N (b) N	(a,b) 計画区域はバンコク中心部とバンコク国際空港の間にある住宅区域(幹線道路に沿って商業区域がある)である。従って、既に都市化が進んでおり、少数民族、先住民族の文化、生活様式を維持・保存している区域は見当たらない。
	(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 (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 (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 (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	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y	(a, b, c, d) DDS はバンコク都において既に7ヶ所の下水処理場の建設を行っており、その建設工事に際し労働環境や安全衛生に係る問題の発生はなく、十分な配慮が講じられたと判断する。 これらの実績から、Nong Bon 下水処理場建設のための優良な建設業者選定は困難ではなく、DDS は適切な選定と業者への指導を実施することが十分可能であると考えられる。
5 その他	(1)工事中の影響	(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 (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 (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 (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	(a) Y (b) N (c) Y (d) Y	(a) 建設工事期間中の影響項目として騒音・振動、粉じんが予想される。これらの項目について緩和策が検討されている。 濁水に関しては発生水量が少なく、建設現場において薬剤処理を行い、雨水調整池に排出する予定である。また、掘削残土の発生が予想されるが周辺区域において利用可能である。 (b) 工事による生態系への影響はない。 下水処理場予定地は既に雨水調整池敷地として人的管理された敷地であり、調整池に関しても工事の影響を回避できるだけの広さがある。 (c) 下水処理場建設工事に際し主要道路から予定地までのアクセス道路周辺への影響(騒音・粉じん)が予想される。これらについて緩和策が検討されている。 (d) 遮集施設および汚水幹線の工事に際し交通への影響が予想される。これらの影響について緩和策を検討している。

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)モニタリング	(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 (b) 当該計画の項目、方法、頻度等はどうに定められているか (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 (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	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y	(a) 建設段階及び運転段階においてモニタリング計画が策定されている。この計画に基づいてモニタリングを実施する予定である。 (b) 影響の発生が予想される項目について必要な項目、および頻度等を設定する。 (c) モニタリング体制は事業者である DDS が構築するが、既に 7 ヶ所の下水処理場において実施しており Nong Bon 下水処理場についてもモニタリング体制の構築は可能である。 (d) 現在、実施されている水質モニタリングは公害管理局に定期的に報告されている。モニタリング結果も同様に報告される。
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) N	(a) 地球温暖化に係る改善効果について検討している。尚、廃棄物の越境処理、酸性雨、オゾン層破壊に係る影響は予想されない。 廃棄物（下水汚泥）の再利用が計画されており越境処理は想定されない。 酸性雨の原因となる亜硫酸ガスを排出する施設はない。 オゾン層破壊に係る化学物質は取り扱わない。

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。 出典：調査団

6.3 住民意識調査

6.3.1 調査概要

住民意識調査は、F/S対象地区内住民の下水道や運河水環境に関する意識、および衛生施設状況を把握することを目的として実施された。この調査はアンケート調査方法（事前に準備された質問票を用い家庭戸別訪問によるインタビュー形式の調査方法）を採用した。現地コンサルタントは2010年11月から12月のインタビューを行なうために割り当てられた。主な質問内容は以下のとおりである。

- a) 世帯の給水・電力等の利用状況
- b) 世帯の汚水処理施設の状況
- c) 下水道や運河水環境に対する住民意識
- d) 下水道サービスに対する料金支払い意思額

調査対象の主体は一般世帯（350サンプル）であるが、付帯（補足）的な調査として一般世帯以外（ホテル、病院、デパート、青果市場、学校、寺院および工場の合計50サンプル）についても類似した質問内容の調査を実施した。

6.3.2 結果の概要

一般世帯およびその他の調査対象の調査結果の概要を以下に示す。

一般世帯

調査開始に際し、「下水道の認識」について質問した結果、約半数の住民は知っているとする回答を得た。この結果は半数の住民は下水道に関する情報に接する機会が十分でないと考えられる。

[調査対象世帯の背景]

調査対象世帯の背景として、平均世帯人数4.9人、平均世帯所得額34,300 Baht/月、一人当り所得額8,700 Baht/月の結果が得られた。また、世帯主の職業に係る質問から、農業従事者は1%以下であり、この地域の特性として農業が極めて少ないことが判明した。

調査対象の全世帯は水道、電力の供給を受けており、世帯平均の水道料金は、489 Baht/月、電気料金は1,965 Baht/月、ゴミ収集料金は29 Baht/月である。世帯収入に対するこれらの支出比率は、水道1.4%、電気5.7%、ゴミ収集0.1%である。

[世帯の汚水処理施設]

一般世帯（施設ありと回答した世帯94%）に設置されているし尿処理施設の種別構成は、腐敗槽（浸透施設あり）59%、腐敗槽（運河排出）32%、曝気装置が設置された腐敗槽（浄

化槽型)9%である。施設なしと回答した世帯(約6%)は浸透枳(セスポール)が設置されていると考えられる。

これらの施設の維持管理(余剰汚泥引抜き)は、年間1回以上実施している世帯32%、2年~3年間に1回実施20%であるのに対して、3年間以上実施していない世帯は48%に達している。し尿処理施設の余剰汚泥引抜きは専門業者に依頼して行われているが、その費用は約350B/回である。

生活雑排水(し尿以外のキッチン、洗濯、シャワー等からの排水)を処理する施設として設置されている施設はオイルセパレーターだけであり、その設置率は3%と極めて低い状況である。ほとんどの生活雑排水は無処理で運河へ排出されている。

[周辺運河の水環境]

調査対象世帯周辺の運河の水環境に関する質問について以下の結果が得られている。

- 運河から発生する臭気については、「問題なし」の回答54%、時々臭う32%、悪臭あり14%である。
- 水の色に関する質問は色の基準に個人差が大きく、一律に判定できないと考えられるが、運河水が黒色もしくは黒灰色の回答が半数を超えている。藻類の影響と考えられる緑色は11%、やや緑色22%の回答が得られた。
- 運河にゴミ廃棄物が流下していると回答した世帯は約20%である。

運河水質汚濁の汚濁源に関する質問において、主たる汚濁源として家庭排水とする回答が多くを占めており、次いで工場排水、商業排水が挙げられている。

実際に運河への排出汚濁負荷量における家庭排水の占める割合は大きく、運河の水質汚濁の原因を住民が理解していると推定される。

下水処理場処理水は調査区域内において再利用することが期待されている。下水処理場処理水の再利用先(方法)に関する質問に対して、道路散水・緑地灌漑(複数回答37%)が最も住民の理解が得られた。次いで個人的な使用形態である「庭への散水・洗車」(33%)が選ばれた。この回答は、十分な安全性や良好な水質の確保が前提条件と考えられるが、住民の汚水処理水への「忌避感」が強くないことが推定された。同時に拒否する回答も5%あり、処理水の再利用促進における住民の潜在的意識・感情への配慮が必要であることも推測される。

[支払意志額]

運河の水質改善を進める上で必要となる下水道サービスの料金について住民の支払意思を質問した。その結果、78%の住民は料金の支払意思を回答している。その下水道料金の支払意志金額は平均値73B/世帯/月が得られた。

その他の調査対象

その他の調査対象は付帯的な調査として実施されており、調査対象とそのサンプル数は限定されている。以下にその調査対象、サンプル数、およびその概要を示す。

表 6.3.1 その他の調査対象

区 分	サンプル数
ホテル	3
病院	2
デパート	2
青果市場	3
寺院・モスク	12
学校	25
工場	3
合 計	50

出典: 調査団

上記の調査対象はし尿排水処理施設を有しており、特にホテルと病院は活性汚泥処理施設、2つの工場はエアレーテッドラグーン、もう一つの工場は凝集沈殿処理施設を設置している。しかし、し尿以外の排水についてはオイル・セパレータを除き処理施設はなく、未処理で運河へ排除されている。

下水処理水の再利用についてデパートを除く他の調査対象からは積極的な意見が得られた。また、下水道料金の支払意志額として以下の結果が得られた。

表 6.3.2 その他の調査対象における下水道料金支払意志額

区 分	下水道料金支払意志額	
	月額 (Baht/月)	単位水量当たり (Baht/m ³)
ホテル	1,000	0.25
病院 (国立)	10,000	
病院 (民間)	600	
デパート	5,000	2.0
青果市場	1,650	
寺院・モスク	320	
学校	227	
工場	10,000	1.5

出典: 調査団

6.3.3 まとめ

住民意識調査（一般世帯）により判明した事項を以下に要約する。

- F/S 対象地区内（Nong Bon 処理区域）の住民において下水道の役割や情報が十分に浸

透していない可能性がある。今後、マスコミや学校などを通じて下水道の情報（役割や効果）に接する機会を提供する必要がある。

- 運河の水環境（臭気、色、ゴミなど）について十分に認識されており、水環境の改善への要望は強いと考えられる。
- 運河の水質汚濁の原因として生活排水（し尿+雑排水）が最も大きいことが住民に認識されている点は評価できる。しかしながら生活排水においてし尿排水よりも生活雑排水の汚濁負荷量が多いことも認識し、生活雑排水の汚濁負荷削減には下水道が必要であることを住民に周知させる必要がある。
- 下水処理水の再利用において住民の汚水処理水への「忌避感」が強くないと推測される。しかし、実際の利用事例については十分な情報が提供されていないと考えられ、速やかに処理水再利用の具体的な利用方法やその効果に関する情報を提供し、住民のコンセンサスを得られるよう配慮する必要がある。
- 下水道料金への支払意志額（平均値 73Baht/世帯・月）に関する情報が得られたが、決して大きな金額ではないと考えられる（水道料金と比較して 1/7）。上述した下水道に関する情報（役割や効果）について住民に周知し、支払意志額の増大を図る必要が認められる。

6.4 住民公聴会

Nong Bon 下水道整備事業に係る住民公聴会は、2011年2月17日、および3月29日に開催された。この会議の目的は Nong Bon 下水道整備計画概要、事業実施により予想される環境社会への負の影響、およびその軽減対策等を住民、コミュニティーを含む利害関係者および事業関係者に説明し、参加者からの要望・意見を事業計画に反映させることである。同時に2回の住民公聴会を通じて住民を始めとする参加者の事業実施に係る理解と協力を得ることも重要な目的の一つである。以下の2回の住民公聴会の内容を要約する。

6.4.1 第1回住民公聴会

第1回住民公聴会は、Nong Bon 下水道整備区域内の住民・コミュニティー代表者56名、事業経営者12名、および関係者を含め計113名の参加により Prawet District Office の会議室において開催された。

公聴会の主催者である DDS により Nong Bon 下水道事業およびその施設計画の概要の説明が行われた。続いて参加者の質疑応答、および要望・意見が提示された。これらの参加者から要望・意見を以下に整理する。

< 質問 >

- 下水道事業による住民への裨益
- 運河内の遮集管建設における影響
- 事業実施スケジュール
- 下水道料金の徴収の有無
- 下水処理水の再利用
- 下水処理場からの放流水質
- 運河水質環境の保全のために住民の参加活動

< 要望・提案 >

- 一部の新興住宅地は直接、運河に排出している例や不法投棄している例があり、適切に対処する必要がある。
- 住民が持っている情報の活用に配慮すべきである。
- 運河の水環境保全委員会のために各地域コミュニティーから2名の責任者を選出することを提案する。

参加者からの要望により Din Daeng 下水処理場の見学会が実施され、参加した住民は下水処理場の役割・効果や環境対策について十分に認識を深めたと報告されている。

6.4.2 第2回住民公聴会

第2回住民公聴会も住民・コミュニティー代表者、事業経営者、および関係者を含め 119

名の参加により Dusit Princess Hotel (Prawet district)で開催された。

DDS により Nong Bon 下水道事業およびその施設設計画概要、環境社会配慮(事業実施により発生が予想される負の影響、その軽減対策等)の説明が行われた。続いて参加者の質疑応答、および要望・意見が提示された。これらの参加者から要望・意見を以下に整理する。

< 質問 >

- 下水道による雨水の処理は可能か
- 事業実施スケジュール
- 下水道料金額

< 要望・提案 >

- 住民の節水や不法投棄などに係る住民意識の向上が必要
- 過去に住民による運河水質改善事例があり、行政(下水道)による水質改善は大いに歓迎されるが、住民参加による活動も必要
- Srinakarin 道路における遮集管建設による交通渋滞などの回避・軽減対策の実施
- 事業所と一般家庭の料金区分の設定
- 排水が停滞している区域の排水排除の改善
- バンコク都全域での下水道整備、運河水環境(特に Saen Saep 運河)の改善、および浸水対策の強化

6.4.3 まとめ

2回の住民公聴会の結果、Nong Bon 下水道事業に反対する意見はなく、また、Din Daeng 下水処理場の住民見学会を通じて下水道施設の役割・効果や環境対策について住民・コミュニティの理解が得られたことにより、出席者全員が下水道事業の速やかな事業実施を要望していることが判明した。

ただし、会議において建設段階(遮集管工事)における交通障害や運河内の運航・漁業への影響については詳細設計段階において十分な配慮を行うことを約束している。従って、詳細設計において Srinakarin 道路や運河内における立坑(推進工法における立坑)の位置決定に際しては、住民、関係機関との綿密な協議が必要である。

さらに、下水道料金についても質問が出されており、DDS は「下水道の役割・効果」に関する情報を積極的に提供し、「下水道サービスへの適切な対価」としての料金設定に関する理解を深める努力が必要である。

7. 経済・財務分析

7.1 現在の財務状況

本章では、BMA 全体、及び下水道事業を管理・実施する DDS の予算、財務状況を評価する。

7.1.1 BMA の予算・運営状況

以下に、BMA の 2006～2008 年度 3 年間における、貸借対照表と損益計算書を示す。タイ国内の年度は、毎年 10 月始め～翌年 9 月末までであり、(2010 年度の場合、2009.10～2010.9) この年度毎に決算が行われている。

基本的に、BMA では企業会計方式は適用されておらず、年度予算による管理を実施しており、以下で示す財務指標は、情報公開の一環として作成されている。なお、2009 年度以降は同資料がタイ国監査局で承認されていない。

表 7.1.1 貸借対照表・財務指標の推移 (2006～2008 年度)

(Baht)

	2006年	2007年	2008年
資産			
流動資産			
現金・預金	39,874,864,585	45,181,212,030	42,542,457,253
流動負債・売掛金 (外貨)	473,521,901	78,689,166	40,524,747
売掛金 (内貨)	262,515,368	225,325,630	330,781,144
その他	9,748,705	1,579,706,018	40,498,860
総流動資産	40,620,650,559	47,064,932,843	42,954,262,003
固定資産			
長期投資施設	545,237,000	545,237,000	545,237,000
施設、処理場、装置	30,827,183,376	32,334,507,281	34,643,724,827
その他のインフラ施設	15,289,783,570	18,107,640,406	22,178,018,401
無形固定資産	59,776,541	100,039,880	110,234,029
実施中資産	13,082,584,334	15,534,122,003	19,731,995,354
総固定資産	59,804,564,821	66,621,546,570	77,209,209,611
総資産額	100,425,215,379	113,686,479,413	120,163,471,614
負債			
流動負債			
買掛金	669,162,545	254,757,513	370,590,182
未払い費用	141,688,596	215,550,739	58,573,576
前受収入	18,940,701	12,511,948	14,128,701
未払い金	-	1,967,865,507	626,283,066
財務省への支払金	751,028	2,509,978	5,221,348
短期借入金	2,486,366,072	1,346,539,201	995,646,141
総流動負債	3,316,908,941	3,799,734,887	2,070,443,015
固定負債			
長期債務			599,306,149
長期借入金	368,516,520	521,711,055	547,929,954
売掛金	3,734,991,092	4,473,041,570	6,039,388,611
総固定負債	4,103,507,612	4,994,752,625	7,186,624,714
総負債	7,420,416,552	8,794,487,512	9,257,067,729
資本			
資本金	38,948,031,472	38,948,676,075	38,979,690,615
剰余金	18,185,010,601	25,249,623,140	31,675,848,412
BMA内部留保	35,871,756,754	40,693,692,686	40,250,864,859
総資本	93,004,798,827	104,891,991,901	110,906,403,886
負債・資本合計	100,425,215,379	113,686,479,413	120,163,471,614

	2006	2007	2008	Average
財務安定性指標				
流動比率 = 流動資産 / 流動負債	1225%	1239%	2075%	1513%
自己資本比率 = 自己資本 / 総資本	93%	92%	92%	92.4%
固定比率 = 固定資産 / 自己資本	64%	64%	70%	65.8%
負債比率 = 総負債 / 総資本	8.0%	8.4%	8.3%	8.2%

出典: BMA

流動比率、自己資本比率等、財務安全性を示す指標を算出した結果、全てにおいて安全性の高い数値を示した。BMAの固定資産額(772億 Baht)と比較し、総負債額(93億 Baht)が非常に小さく、過去のインフラ事業実施において、政府補助金または各種の税収入が十分であり、借入の少ない運営が行われてきたことを示している。

表 7.1.2 損益計算書・財務指標の推移 (2006～2008 年度)

(Baht)

	2006年	2007年	2008年	平均	
営業収益					
BMA 収入	43,682,516,282	43,659,933,561	45,483,599,386	44,275,349,743	72.94%
BMA 収入 + 剰余金	7,114,700,000	0	4,621,247,890	3,911,982,630	6.44%
予算外収入	971,931,997	1,110,395,217	569,363,885	883,897,033	1.46%
政府補助金	10,827,790,540	11,843,664,717	12,202,752,079	11,624,735,779	19.15%
その他収入	0	1,863,382	4,552,142	2,138,508	0.00%
営業収益合計	62,596,938,819	56,615,856,877	62,881,515,382	60,698,103,693	100.00%
営業費用					
人件費	10,665,471,984	11,570,106,577	12,880,759,362	11,705,445,974	25.34%
運営費	15,797,252,011	16,894,115,114	19,831,309,833	17,507,558,986	37.90%
補助金費用	937,172,752	905,391,919	814,107,958	885,557,543	1.92%
減価償却費	2,586,047,737	3,097,248,171	3,746,922,590	3,143,406,166	6.81%
その他費用	5,283,712	0	0	1,761,237	0.00%
総融資費用	1,176,359,236	1,668,941,178	2,555,084,881	1,800,128,432	3.90%
予算外費用	861,906,916	1,047,241,843	484,028,302	797,725,687	1.73%
政府補助金費用	8,876,968,868	11,044,139,001	11,119,371,652	10,346,826,507	22.40%
営業費用合計	40,906,463,216	46,227,183,804	51,431,584,576	46,188,410,532	100.00%
営業利益	21,690,475,604	10,388,673,072	11,449,930,805	14,509,693,160	
資産配置変更による損益	-1,173,814	-5,268,092	-4,705,646	-3,715,851	
経常利益	21,689,301,789	10,383,404,980	11,445,225,160	14,505,977,310	
財務収益性指標					
売上高経常利益率 = 経常利益 / 売上高	34.6%	18.3%	18.2%	23.7%	
経常収支比率 = 経常収入 / 経常支出	153%	122%	122%	133%	
総資産経常利益率(ROA) = 経常利益 / 総資産	21.6%	9.1%	9.5%	13.4%	
自己資本経常利益率(ROE) = 経常利益 / 自己資本	23.3%	9.9%	10.3%	14.5%	

出典: BMA

BMA の収入額は、約 607 億 Baht で推移しており、そのうち 19%程度が中央政府からの補助金で成り立っている。支出額は平均 462 億 Baht となっている。売上高経常利益率は平均で 23.7%、ROA、ROE 共に平均で 10%以上となり、収益性を示す財務指標においても、BMA の収益性が高い。

現在、BMA の会計は毎年度の予算管理により実施されており、補助金・税収の収入額と、固定費及びインフラ施設等建設費を含めた支出額の管理が主な業務である。バンコク都が拡大している中で、公共インフラ事業（交通、医療、教育、下水道等）投資額は大きいですが、財源としての債券発行は少なく、年度毎の各種収入をあてることで賄ってきている。なお、経常利益率が高い理由としては、年度予算方式で管理する初期投資費用と比べ、企業会計方式の減価償却費（支出の約 6.8%）が小さいことの影響も大きいと考えられる。

これら財務情報の分析により、BMA の財務状況は、安定性、収益性共に高く、事業実施において障害となる可能性は低い。

下水道事業への政府補助に関して

下水道事業においては、処理場と遮集管整備の初期投資費用につき、案件毎に政府補助金の割合が決められる。政府補助金は、特定目的のための補助金と、一般的補助金の 2 種類が存在し、下水処理場の補助金は、特定目的の補助金に含まれている。後述の表 7.1.8 に、過去の下水道事業への補助割合が記載されているが、割合は 0~10 割と一定でなく、プロジェクト内容と、その時の政治状況により変動する。

7.1.2 BMA の歳入歳出予算

表 7.1.3 に BMA 歳入の 5 年間 (2007 - 2011 年) の推移を収入項目別に示す。本表は、BMA 単体での予算管理を目的としたデータより作成されており、政府補助金の収入は含まれていない。

表 7.1.3 に示すように、BMA の主な収入は税金 (平均 94%) であり、その他各種手数料や施設使用料合計は、全体の 6% に満たない。2009 年はリーマンショック後の景気減退により、税金収入が減少しているが、その後 2010 年度において収入額はもちなおし、2008 年レベルを確保している。今後は、経済状況が回復基調であることから、将来の予想収入額は安定的に漸増していくと想定されている。

なお、BMA の予算額と実際の支出額に差異があるが、使用されなかった年度予算は、BMA 予算部が政府に理由を報告し、承認されることで翌年度に持ち越される。表 7.1.4 にセクター別の予算割合を示す。

表 7.1.3 BMA の収入の推移 (収入項目別)

(Baht)

タイ国決算年	2550年	2551年	2552年	2553年	2554年		
西暦	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年		
項目	決算額	決算額	決算額	決算額	予算額	平均	構成比
Annual Revenue of BMA							
1. Tax	40,258,080,841	42,639,532,397	36,032,286,541	42,283,310,000	44,133,000,000	41,069,241,956	93.6%
2. Fees, Permission Charge, Fines and Services	968,463,438	988,537,793	960,549,224	950,480,000	1,150,000,000	1,003,606,091	2.3%
3. Property Management	1,495,457,361	1,304,242,503	681,426,191	302,280,000	323,000,000	821,281,211	1.9%
4. Commercial Infrastructure and etc.	35,202,866	41,805,544	34,870,470	30,650,000	34,000,000	35,305,776	0.1%
5. Miscellenous	643,629,846	496,515,115	793,131,696	2,483,220,000	360,000,000	955,299,331	2.2%
合計	43,400,834,353	45,470,633,352	38,502,264,123	46,049,940,000	46,000,000,000	43,884,734,365	

出典：BMA

表 7.1.4 BMA の支出の推移 (セクター別)

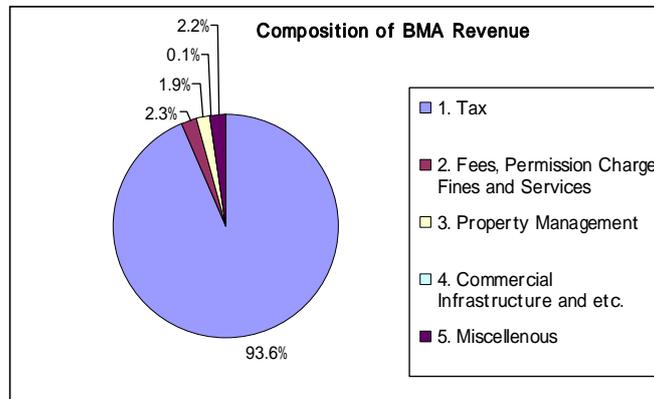
(Baht)

タイ国決算年	2550年	2551年	2552年	2553年	2554年		
西暦	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年		
項目	予算額	予算額	予算額	予算額	予算額	平均	構成比
Annual Expenditure of BMA							
1. General Administration	8,359,262,200	9,738,893,800	9,140,100,500	8,695,308,000	10,343,264,100	9,255,365,720	21.3%
2. Cleansing and Tidiness Management	6,945,997,700	7,063,651,400	7,694,338,800	6,781,565,400	6,528,033,500	7,002,717,360	16.1%
3. Civil Engineering and Transportation	6,310,388,600	7,824,462,700	9,502,949,300	6,839,042,500	9,247,871,600	7,944,942,940	18.3%
4. Drainage and Wastewater Management	4,327,169,300	3,403,212,200	4,392,755,400	4,162,919,900	3,863,689,700	4,029,949,300	9.3%
5. Social Services and development	4,268,172,600	7,568,494,200	4,900,007,800	5,005,342,300	5,536,988,100	5,455,801,000	12.6%
6. Public Health	4,560,127,100	4,877,101,300	5,440,200,900	5,331,121,400	5,710,355,500	5,183,781,240	11.9%
7. Education	4,228,882,500	4,524,184,400	4,929,647,300	4,184,700,500	4,769,797,500	4,527,442,440	10.4%
合計	39,000,000,000	45,000,000,000	46,000,000,000	41,000,000,000	46,000,000,000	43,400,000,000	

「4. Drainage and Wastewater Management」の項目には、DDS 予算の他、各区役所の汚水・雨水管理費用が含まれている

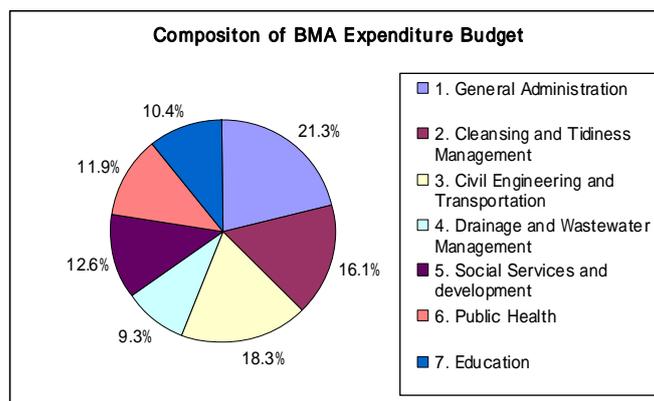
出典：BMA 全ての年度で予算額を用いた

直近5年間の下水道事業は、BMAの予算全体の9%程度を占めている。BMAの費用割合は大きい順より、一般管理費、交通事業費、清掃事業費、社会サービス費、医療事業費、教育事業費、下水道事業費となっており、全体から見た場合、事業項目別では下水道事業費が、より低い金額となっている。



出典: 調査団

図 7.1.1 BMA の収入内訳



出典: 調査団

図 7.1.2 BMA の支出内訳

7.1.3 下水道事業 (DDS) の予算・運営状況

(1) DDS の予算と集流の推移

下水道事業の計画・管理を実施する DDS の予算について、5年間 (2007 2011 年) の推移を部門・費目別に表 7.1.5-6 に示す。

表 7.1.5 DDS 予算の推移 (部門別、2007～2011年)

(Baht)

タイ国決算年 西暦	2550年 2007年	2551年 2008年	2552年 2009年	2553年 2010年	2554年 2011年	平均	構成比
Annual Budget of DDS							
1. General Administration	27,714,400	41,286,200	41,241,600	71,209,300	62,731,200	48,836,540	1.5%
2. Drainage System Development	1,351,714,200	517,832,800	675,557,400	374,933,100	416,328,500	667,273,200	20.1%
3. Drainage Management and Flood Protection	1,495,572,700	1,684,136,300	1,919,903,600	1,920,235,900	2,037,003,700	1,811,370,440	54.7%
4. Water Quality Management	706,220,300	354,428,300	977,039,300	1,214,282,700	673,887,600	785,171,640	23.7%
Total	3,581,221,600	2,597,683,600	3,613,741,900	3,580,661,000	3,189,951,000	3,312,651,820	100.0%

全ての年度で予算値を用いた

出典：BMA

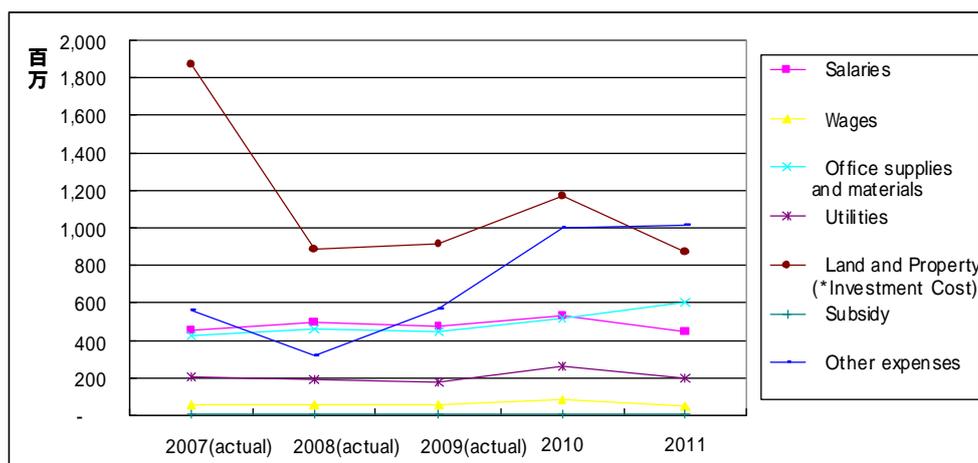
表 7.1.6 DDS 予算の推移 (費目別、2007～2011年)

(Baht)

タイ国決算年 西暦	2550年 2007年(決算額)	2551年 2008年(決算額)	2552年 2009年(決算額)	2553年 2010年	2554年 2011年	平均	構成比
Annual Budget of DDS							
Salaries	457,078,471	497,174,462	473,531,942	532,284,500	446,714,700	481,356,815	15.6%
Wages	57,790,566	58,042,668	592,037,752	88,306,000	46,253,800	61,919,361	2.0%
Office supplies and materials	423,764,630	461,946,772	444,839,125	518,065,800	604,200,200	490,563,305	15.9%
Utilities	207,250,283	192,203,349	178,116,713	264,552,700	198,257,500	208,076,109	6.8%
Land and Property (*Investment Cost)	1,875,374,343	884,139,632	913,356,698	1,171,004,000	870,834,600	1,142,941,855	37.1%
Subsidy	7,886,500	8,144,500	8,263,000	9,533,000	10,016,000	8,768,600	0.3%
Other expenses	557,863,724	316,505,394	568,881,538	996,915,000	1,013,674,200	690,767,971	22.4%
Total	3,587,008,516	2,418,156,778	2,646,192,789	3,580,661,000	3,189,951,000	3,084,394,016	100.0%

2007～2009年のみ決算額データがあり、その数値を用いた

出典：BMA



出典：調査団

図 7.1.3 費目別 DDS 予算の推移

直近5年間の予算配分を見ると、平均支出額は31億 Baht 程度であり、事業の固定費である、人件費、事務所費等の費用項目金額は投資費用と比較して概ね安定している。

一方、土地や施設建設のための投資費用は、予算方式を採用していることもあり年度毎の差額が大きく、5年間平均で約37%を占める。処理場の建設は、2008-10年にかけて、Bang Sue 処理場建設のために、合計で1,297百万 Baht が支払われている。

5つの下水処理場の委託運営管理費はその他費用（Other Expenses）に含まれている。本契約は5年契約で実施されており、各期間の処理水量・発生汚泥量により報酬額が変化する形式がとられている。

(2) 国際援助機関の支援状況

BMA が受け入れた、国際援助機関からのローン実績、及び下水道事業への支援実績を以下に示す。

1) ローンの受け入れ実績

BMA 全体で、過去に国際援助機関からローンを受けたのは、医療事業に対して実施された、1度のみであり、その内容を以下に示す。

「DANIDA(Danish International Development Agency)事業」

2005年11月に、医療機材の調達に関する事業が調印された。事業費用総額は総額約186万 US ドル。そのうち、4.3%のみ無償、残りの金額を利息なしの借款とし、10年間で返済する計画である。ローン手続きは以下の段階で実施される。計画の実施より、入札による調達業者の決定までの手続きに3年程度の時間が必要であった。

事業の内容評価 (F/S)
 バンコク都議会への提出・承認
 内務省(Ministry of Interior Affairs)への提出
 国会(Cabinet)からの承認 (NESDB、MOF 等関連機関からの意見徴収)
 BMA が契約案作成・DANIDA の承認
 バンコク都議会への再提出・承認
 ローン契約
 調達事業実施のための公示・入札

2) 下水道事業への調査支援実績

BMA の下水道セクターに対する国際援助機関の支援は、現在計画中の Klong Toei プロジェクト及び Thon Buri プロジェクトの調査支援が実施された。以下に概要を示す。

表 7.1.7 国際援助機関の下水道事業調査への支援内容

	支援内容	現在の進捗
Klong Toei プロジェクト	The U.S. TDA (Trade and Development Agency) の支援により、2001 年 8 月 CDM (米国民間コンサルタント) がフィジビリティスタディ (F/S) を完成させた。並行して世界銀行からもアプローチがあり、経済分析、社会分析が検討された。	都知事交代による方針変更により、国際援助機関からの援助を断念し、政府補助方式 (BMA60%:政府 40%) で建設財源を確保することが合意されている。 なお、下水処理場用地の取得は 5 年前に完了している。
Thon Buri プロジェクト	フランス政府の支援により、2005 年に 305,000 m ³ /日の計画処理量の浄水場のフィジビリティスタディ (F/S) が実施された。	DDS は処理場用地の確保が難しいと判断し、Thong Buri 地区を北部と南部に分けて計画を修正している。北部については、既存計画を元に計画が策定されたが、建設財源については未定の状況である。南部は新たな処理場用地の確保を計画しており、詳細は決定していない。

出典：調査団

7.1.4 今後の財務状況予測 (施設建設費、維持管理費)

(1) 施設建設費

各下水処理施設整備事業 (処理場、遮集管整備) への政府補助割合については、プロジェクト毎に、財務省・予算評議会の審査を受けた後、内務省を通し国会審議に上げられ、決定する。

過去及び将来の下水処理場建設費、処理能力、及び政府補助の割合について以下の表 7.1.8 に示す。直近の Klong Toei 事業では、政府より 40% の拠出が認められたが、過去の実績における負担割合は、補助が無い場合から 100% 補助まで差異が大きく、Nong Bon 処理場建設を含む今後の事業についても、基準となる割合は存在しない。

処理場等の BMA 拠出建設費用については、施行出来高により毎月支払いを実施する方式が採られている。通常の事業では、2~3 年程度の建設期間となっており、その間は施設建設費の支出額が増加する。

表 7.1.8 BMA 下水処理場施設整備事業（処理場、遮集管整備）資金

下水処理場名	計画人口 (人)	処理能力 (m ³ /日)	運転 開始年	資金源 (BMA : 政府)	事業総費用 (百万 Baht)	注釈 (百万 Baht)
1. Si Praya	120,000	30,000	1994	BMA 100 %	464	
2. Rattanakosin	70,000	40,000	2000	政府 100%	883	
3. Din Daeng	1,080,000	350,000	2004	25 : 75	6,382	
4. Chong Nonsi	580,000	200,000	2000	40 : 60	4,552	
5. Nong Khaem	520,000	157,000	2002	40 : 60	2,348	
6. Thung Khru	177,000	65,000	2002	40 : 60	1,760	
7. Chatuchak	432,000	150,000	2005	60 : 40	3,482	
8. コミュニティ・プラ ント (12 プラント)		25,700				
合計	2,979,000	1,017,700			19,871	
計画中の下水処理プロジェクト						
1. Bang Sue	250,000	120,000	2012	BMA 100 %	3,287 (2011 年以降)	合計契約額 4,584 2008 ~ 10 年支払 済 1,297
2. Klong Toei	485,000	360,000	-	60 : 40	11,046 (F/S)	BMA 負担 6,628
3. Thon Buri North	400,000	148,000	-	To be discussed	5,871 (F/S)	
4. Nong Bon	265,000	135,000		To be discussed	7,834 (F/S)	
5. Min Buri	275,000	140,000		To be discussed	5,760 (M/P)	
合計	1,675,000	903,000			33,798 (2011 年以降)	

出典: 調査団

2011 年以降の約 10 年間で計画されている処理場・遮集管建設費用は、5 下水処理場地区を合計すると 338 億 Baht に上る。

Klong Toei 下水処理場の建設費は、40%の政府補助金拠出が決定されており(6,628 百万 Baht) それ以降の Thon Buri North、Nong Bon、Min Buri 下水処理場にも同率が適用されたと仮定した場合 (BMA 負担各 3,523、4,700、3,456 百万 Baht) では、今後 10 年間で BMA 負担分として 216 億 Baht の投資が必要である。従い、年平均すると 21.6 億 Baht かかり、表 7.1.6 に示された施設建設費の過去 5 年間平均である 11.4 億 Baht と比較すると、10.2 億 Baht (約 89%) の追加負担となる。

一方、Bang Sue 下水処理場建設は全て BMA 負担で実施される予定で契約が完了しており、Thon Buri North、Nong Bon、Min Buri 下水処理場が同様の条件 (政府補助なし) となった場

合、10年間の平均で年間29.4億 Baht かかり、過去5年間平均の11.4億 Baht と比較すると、2.5倍以上の支出となる。

(2) 維持管理費

現在、DDS は7ヶ所の中・大型下水処理場を運転管理し、192 km²の市街地から発生する下水処理を実施している。その他、DDS は、NHA (タイ国住宅公社) から移管された12ヶ所の小規模処理場、及び Makkasan Pond、Rama IX Pond の運河水浄化施設など3ヶ所の小規模処理施設を運転管理している。

下水処理場の維持管理は、初期に建設された下水処理場 (Si Praya, Rattanakosin) や小規模処理場は DDS 直営管理である。それ以降の5下水処理場 (Chong Nonsi, Nong Khaem, Thung Khru, Din Daeng, Chatuchak) は、遮集管の補修を含めた下水処理場の維持管理が5年契約で民間会社へ委託されている。

既設7下水処理場の2008-2010年の流入水量、維持管理費、及び処理平均単価を表7.1.9に示す。これによると、2010年の年間総処理水量は238百万 m³ (653,000 m³/日) 年間費用445百万 Baht で処理が行われている。よって、1 m³当りの処理費用は2010年において1.87 Baht、2008~2010年までの平均単価は2.11 Baht/m³となった。本維持管理費は、2010年において、DDS 予算の12.4%程度を占めている (表7.1.5 参照)。

各下水処理場の平均処理単価を図7.1.4に示すが、処理量が小さい Si Phraya 下水処理場、ポンプ使用電力が大きい形式の Din Daeng 下水処理場の単価が比較的大きい。処理単価の平均値推移を見た場合、直近3年間において下降傾向を示しているが、処理量に左右されることから、今後も同程度の維持管理費がかかると予想されている。

表 7.1.9 既設7下水処理場の年間処理量・維持管理費用・平均単価 (2008-2010年)

処理水量 (m³)

	Rattanakosin	Si Phraya	Chon Nonsi	Chatuchak	Din Daeng	Nong Khaem	Thung Khru	計
2008年	10,482,917	4,856,796	39,653,020	45,378,505	74,641,150	48,400,876	22,188,627	245,601,891
2009年	10,508,806	6,647,563	27,451,318	43,971,579	74,799,819	48,696,632	23,352,601	235,428,318
2010年	9,839,002	5,985,496	41,975,259	44,730,297	72,633,361	42,850,230	20,231,074	238,244,719

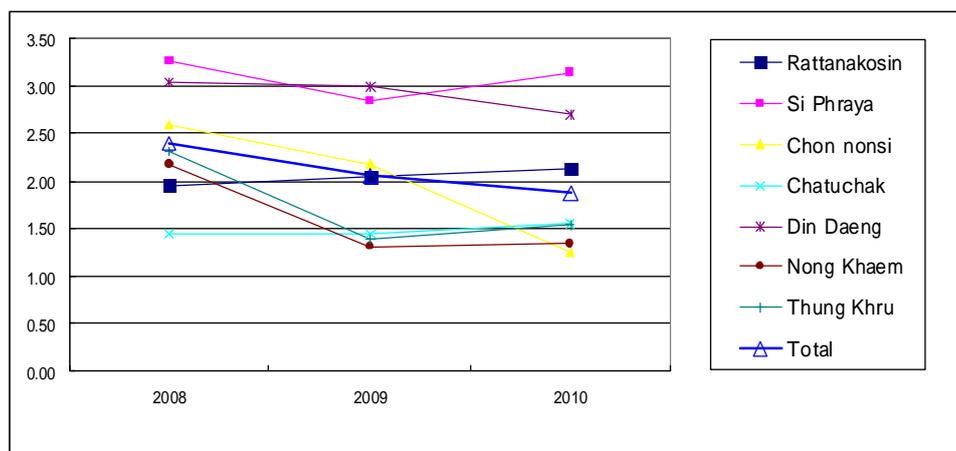
維持管理費 (Baht)

	Rattanakosin	Si Phraya	Chon Nonsi	Chatuchak	Din Daeng	Nong Khaem	Thung Khru	計
2008年	20,396,005	15,816,624	102,651,954	65,492,251	226,426,946	105,338,029	51,074,817	587,196,626
2009年	21,499,635	18,958,369	59,798,424	63,595,725	224,059,193	63,802,596	32,209,401	483,923,341
2010年	20,999,303	18,804,784	52,738,003	69,172,296	195,555,513	57,238,117	30,899,776	445,407,792

処理コスト (Baht/m³)

	Rattanakosin	Si Phraya	Chon Nonsi	Chatuchak	Din Daeng	Nong Khaem	Thung Khru	計
2008年	1.95	3.26	2.59	1.44	3.03	2.18	2.30	2.39
2009年	2.05	2.85	2.18	1.45	3.00	1.31	1.38	2.06
2010年	2.13	3.14	1.26	1.55	2.69	1.34	1.53	1.87
	3ヶ年平均							2.11

出典: 調査団



出典: 調査団

図 7.1.4 下水処理場別の処理単価推移

過去、2011 年までの DDS の維持管理費実績、及び 2012～2020 年までの処理場の予想維持管理費用を表 7.1.10 に示す。

将来の維持管理費用計算は、予想処理水量に処理平均単価をかけて求めた。平均単価は 2008 年から 2010 年までの 3 年間における、処理量の大きな 7 処理場の平均処理単価である 2.11 Baht/m³ を用い、予想処理量は、第 2 章で予測した処理量を用いた。過去、2011 年までの DDS の維持管理費実績、及び 2012～2020 年までの処理場の予想維持管理費用を以下に示す。

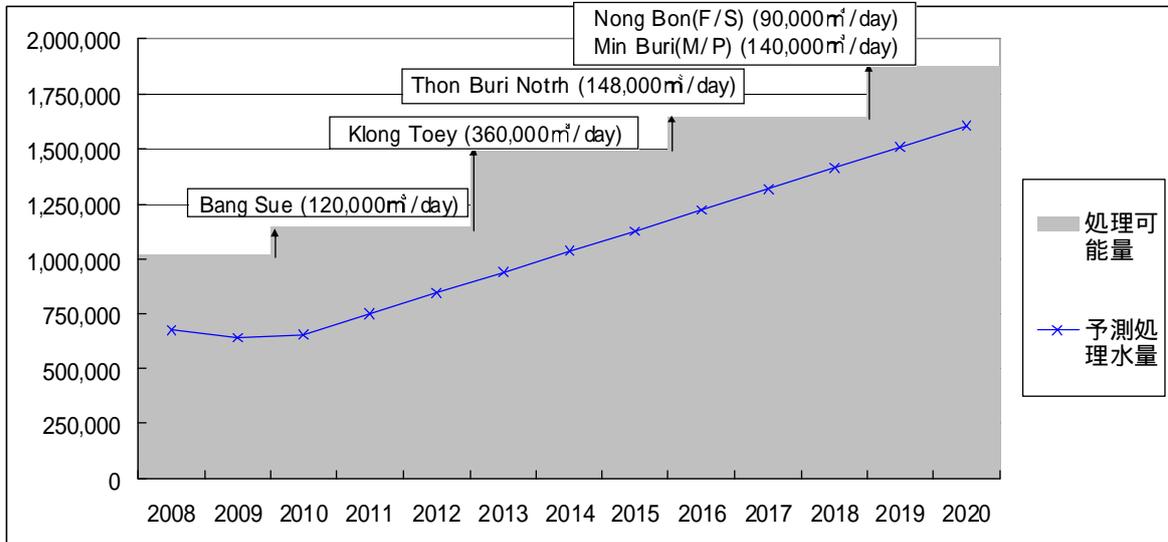
表 7.1.10 処理水量・維持管理費用予測 (2020 年まで)

	処理能力	下水流入量	処理場維持管理費
	(m ³ /日)	(m ³ /日)	百万 Baht
2008 年	1,017,700	672,882	627
2009 年	1,017,700	645,009	524
2010 年	1,137,700	652,725	485
2011 年	1,137,700	748,083	576
2012 年	1,137,700	843,441	650
2013 年	1,497,700	938,799	723
2014 年	1,497,700	1,034,157	796
2015 年	1,497,700	1,129,515	870
2016 年	1,657,700	1,224,873	943
2017 年	1,657,700	1,320,231	1,017
2018 年	1,657,700	1,415,589	1,090
2019 年	1,747,700	1,510,947	1,164
2020 年	1,747,700	1,606,309	1,237

出典: 調査団

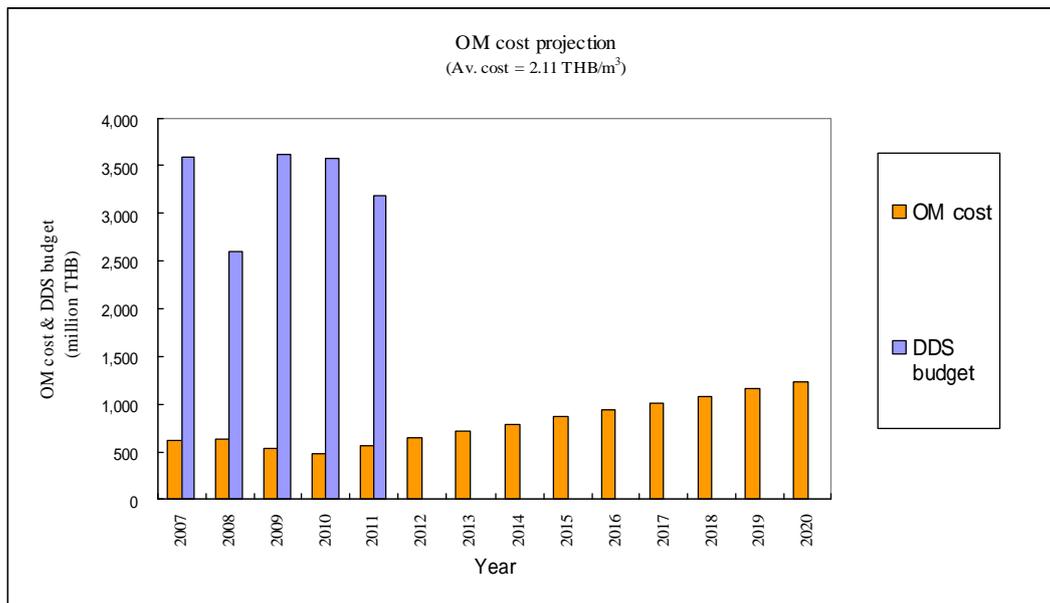
維持管理費は、2008 年から 2010 年の平均 545 百万 Baht より、127% 増の 1,237 百万 Baht 程度まで増加する。

将来的な施設整備計画と、下水処理可能量を以下の図 7.1.5 に、DDS 予算費用の推移と、将来的な維持管理費予測を図 7.1.6 に示す。



出典: 調査団

図 7.1.5 将来処理可能量と処理量推移予測 (2020 年まで)



出典: 調査団

図 7.1.6 DDS 予算額と維持管理費用予測 (2020 年まで)

(3) 今後の DDS 予算予測

表 7.1.5 より、5 年間の DDS 平均予算額は 3,312 百万 Baht である。前述の予測により、現在の予算額と比較し、建設投資費は政府負担割合の違い（4 割～0 割）により年平均で 1,020～1,800 百万 Baht 増加すると計算された。また、維持管理費は処理量が増えるにつれ増加し、2020 年には 692 百万 Baht 程度の追加金額になると予想される。

以上の前提によると、10 年後の予算増加分は 52%～75% に達すると想定される。

表 7.1.11 将来の予算予測（2020 年まで）

(百万 Baht)

		建設費		処理場維持管理費 (2020 年の予測)		合 計	
現 状		1,140		545		3,312	
2012-2022 年 の平均	(補助 4 割)	2,160	+1,020	1,237	+692	5,024	+1,712 (+52%)
	(補助 0 割)	2,940	+1,800			5,804	+2,492 (+75%)

出典: 調査団

想定には物価上昇、人件費等の固定費の増加は考慮されておらず、また計画されている 4 つの新規処理場建設の実施進捗は不確定であるが、処理水量が増えるにつれて、予算のうち固定費である維持管理費の割合が増加していくことは明確である。

従って、長期的な運営の安定化のために、できるだけ早期の下水料金徴収開始による収入増加、および補助金の受け入れ・円借款の借り入れ等による費用低減等の対策が求められる。

7.2 料金体系の検討

7.2.1 BMA の下水道料金徴収の計画

BMA は、以前より下水道料金を徴収すべく、様々な準備を進めてきた。BMA は 2004 年に「下水道料金に関する条例 (BMA ordinance: Collected Wastewater Tariff, 2004)」について BMA 議会と内務大臣からの承認を得ている。

この条例では、BMA が下水道処理区を設定した場合、BMA はその区域に居住する全員に下水道料金を払うように求めることができる。料金徴収地区は、現在下水道処理を実施している地域 (処理実施地区) であり、私設の井戸等、MWA の水道サービスを利用していない場合でも算定式による下水道料金を支払う義務がある。

実際に料金徴収が始まるまでには、「(1) バンコク都知事の承認」、「(2) MWA との料金徴収委託同意」、「(3) BMA のデータ処理作業実施」の手順が必要となる。

「(1) バンコク都知事の承認」に関し、2008 年にはバンコク都知事の承認を得るべく、料金体系、料金徴収の正当性、制度導入方法、料金徴収方法等具体的な検討報告書を提出しており、政策立案者の決定待ちとなっている。

「(2) MWA との料金徴収委託同意」に関し、下水道料金の徴収方法は、水道使用料に基づく従量制を取っていることから、水道事業を実施している首都圏水道公社(MWA)に料金徴収を委託する計画である。料金徴収委託費用は、徴収開始 1 回目のみ 10 Baht、その後の毎月徴収毎に 3.5 Baht (年間 42 Baht) が BMA より MWA に支払われる計画である。その他、料金徴収に関する各種条件、上下水道サービスの請求書の統合、及び下水道料金不払い時の水道サービス停止対応等の詳細について、2011 年 1 月においても最終的な合意に向けて協議が続けられている。

料金は水道使用量を元に、下水処理が行われている地区の維持管理費用分をまかなうことを目的とし、従量制による課金を行う計画である。現在の計画料金体系を以下に示す。

住宅、公共施設等は 2.0 Baht/m³、大規模商業施設等は 4.0 Baht/m³、工場 4.0 ~ 8.0 Baht/m³ といった金額となっている。

収入が低い世帯への配慮として、一般住宅のカテゴリーで月当たり水道使用量が 10 m³以下の世帯からは料金徴収しない考えである。また、料金制度の適用後の経過措置として、経過期間・上げ幅について、計画 (3 年間 1Baht/m³に据え置き、その後 6 カ月ごとに 0.25Baht/m³ずつ挙げ、5 年後に 2.0Baht/m³とする) はあるが、確定はされていない。

表 7.2.1 提案された下水道料金

使用者の区分	下水道料金(Baht/m ³)
水道使用量 (10 m ³ /月以下の住居は含まない)	2.0 (* 漸増)
政府の省庁、国家機関、事務所	2.0
宗教機関、教育機関、公共の財団	2.0
病院	4.0
ホテル	4.0
商業施設、デパート	4.0
生鮮市場	4.0
レストラン	面積 100 m ² 未満 面積 100 m ² 以上
	2.0 4.0
マッサージ店、入浴施設	4.0
商業/業務	面積 100 m ² 未満 面積 100 m ² 以上
	2.0 4.0
多目的ビル	4.0
工業	排水量 200 m ³ /日未満 排水量 200 ~ 500 m ³ /日 排水量 500 m ³ /日超
	4.0 6.0 8.0
その他	4.0

出典：Wastewater Tariff Code of Law, BMA, 2004

なお、料金体系は 2004 年に提案されたものであり、物価上昇と処理場の維持管理費増を反映して修正する必要があるが、徴収が始まっていない現段階で、具体的な見直しの動きは起きていない。

表 7.2.3 に示すとおり、MWA が実施している水道料金徴収は、住居、非住居という 2 種類のカテゴリのみ料金設定がされており、下水道料金体系のカテゴリ分けとは一致しない。従って、料金開始時に下水道料金徴収対象者のカテゴリ分けの作業が生じる。

この「(3) BMA のデータ処理作業実施」に関し、現在 BMA の WQMO「データベース・料金収集課」では、作業手順の分析、および PC 等必要機材購入の予算確保が行なわれており、実施に支障はない。

2010 年に、BMA の委託により現地コンサルタントが実施した料金分析の調査では、計画料金体系による、現在下水処理が行われている 7 下水処理地域全体の料金収入額予測結果は表 7.2.2 のとおりとなった。

結果として、徴収水量は 216 百万 m³、料金収入総額は 495 百万 Baht となり、住宅からの収入額は全体の 19.5 % 程度、商業施設からの収入が最も大きく約 51 % となった。(住宅の料金単価は 2.0 Baht/m³、水道使用量 10 m³/月以下は含まず、で計算)

本分析は、2007 年の 1 年間に消費された水道使用量を元に作成されているため、現在ではより多くの水量が提供され、徴収料金が増加していると考えられる。MWA の資料(2009 Annual Report)によると、サービス地域全体で 2005 年から 2009 年の 5 年間の料金収入額は、平均

して年 2.0%の増加率を示している。

この増加率を徴収量の平均増加率と想定し、2007 年より 4 年間で 8.2 %増加すると想定すると、2011 年で徴収水量は 234 百万 m³、料金収入総額は 536 百万 Baht 程度になった。

表 7.2.2 下水道料金収入額予測

カテゴリー	条件	消費量	単価	料金収入	比率
		(m ³ /year)	(Baht/m ³)	(Baht)	(%)
1. Residential	10m ³ /月以上	48,232,776	2.00	96,465,552	19.48%
2. Government, State Building		18,190,655	2.00	36,381,310	7.35%
3. Religious, Public Building		6,768,662	2.00	13,537,324	2.73%
4. Hospital		3,856,063	4.00	15,424,252	3.12%
5. Hotel		7,223,524	4.00	28,894,096	5.84%
6. Commercial Store		4,184,597	4.00	16,738,388	3.38%
7. Market		181,654	4.00	726,616	0.15%
8-1. Restaurant 1	100m ² 以下	3,080,498	2.00	6,160,996	1.24%
8-2. Restaurant 2	100m ² 以上	2,401,504	4.00	9,606,016	1.94%
9. Massage Parlor		367,127	4.00	1,468,508	0.30%
10-1. Commercial Building 1	100m ² 以下	108,348,669	2.00	216,697,338	43.77%
10-2. Commercial Building 2	100m ² 以上	9,099,940	4.00	36,399,760	7.35%
11. Factory		4,147,620	4.00	16,590,480	3.35%
Total		216,083,289	2.29	495,090,636	

出典：2010 年料金分析(The study of wastewater treatment tariff in Thailand and foreign countries, 2010)

表 7.1.9 に示したとおり、現在稼動している 7 処理場の維持管理費用(遮集管の補修を含む) は 445.4 百万 Baht となっており、上記の予想徴収金額より低いいため、料金設定の基準である O&M 費用をまかなうことができる水準となっている。一方、2007 ~ 11 年における DDS 平均予算額 (3,084 百万 Baht) と、予想される徴収水量 (234 百万 m³) よりフルコストリカバリー (資本費用の回収) のための平均徴収料金単価を試算すると 13.18 Baht/m³ となった。

予定されている平均下水道料金単価の 2.29 Baht/ m³ を、フルコストリカバリーのための平均料金 13.18 Baht/ m³ 比較すると、そのうちの 17 %程度を占めるに過ぎない。

7.2.2 MWA 実施の上水道料金制度

上水道の料金制度は、次図に示すように住居系と非住居系の 2 区分に分けられた逓増性の従量料金制度である。平均的な家庭や小規模事業者に配慮し、使用量が少ない使用者には低い単価が適用される料金体系となっている。2009 年実績において、合計料金収入は 15,474 百万 Baht、徴収水量は 1,250 百万 m³、平均料金は 12.4Baht/m³ である。なお、MWA の財務状況は安定しており、現状の水道料金は 99 年以降値上げされていない。

なお、前述のとおり下水道料金の徴収が決まった場合、BMA は MWA に料金徴収を委託することが政策決定されており、現在両者は委託条件を調整中である。

表 7.2.3 上水道料金体系

住居系		商業、政府機関、工業用	
使用量(m ³)	Baht/m ³	使用量(m ³)	Baht/m ³
0-30	8.50	0-10	9.50
最低料金は 45 Baht		最低料金は 90 Baht	
31-40	10.03	11-20	10.70
41-50	10.35	21-30	10.95
51-60	10.68	31-40	13.21
61-70	11.00	41-50	13.54
71-80	11.33	51-60	13.86
81-90	12.50	61-80	14.19
91-100	12.82	81-100	14.51
101-120	13.15	101-120	14.84
121-160	13.47	121-160	15.16
161-200	13.80	161-200	15.49
200 を越える	14.45	200 を越える	15.81

出典: MWA

7.2.3 タイ国での下水道料金徴収の方針

天然資源環境省の汚染管理部(PCD: Pollution Control Department)は汚染者負担の原則(PPP: Polluter Pays Principle)に基づき、汚水排出者が費用を負担することとしている。PCD 発行している下水道料金のガイドライン(Handbook of wastewater treatment charge, 2010)で推奨している料金体系規定は以下のとおりである。

- ・ 下水道料金は主に月別で徴収され、維持管理費の補填に用いる。
- ・ 下水道への接続費は、年度毎一定額、または初回接続時に徴収する。
- ・ 下水道料金は、下水道事業にかかる以下の主要な費用のうち、
土地費用、建設費、システム運用費用、システム補修費用、スペアパーツ代、管理費、環境基金への返済(*)
へ充てることとする。
- ・ 水道料金の徴収方法は、固定費制、従量制の 2 種類の方法がある。
固定費制の場合、住宅や施設の面積、種類等により支払い額が決定し、年 1 回徴収される体制となる。
従量制での徴収を実施する場合、20 年といった長期の限界費用を求め、それを平均料金とする。その場合、割引率、及び場合によりインフレ率を含み、上記の対象費用(O&M 費用)を処理量で除し、平均料金が算出される。
固定費制に比べ、従量制はより公平な使用者負担の料金体系となるが、現在別組織として運営している水道事業者のデータを利用し、また徴収業務も依頼することとなる。
- ・ 料金徴収の前調査として、住民のインタビュー等により支払意思額、可能額を調べる。
調査結果を考慮し、工業・商業施設などの大量排出者は、より高い料金を課し、逆に家庭使用の場合は料金を下げる等の対応が必要である。

* 環境基金: Enhancement and Conservation of National Environmental Quality Act (NEQA, 1992)の下、下水道事業を含む環境インフラ整備のための基金。

料金徴収の目的に関して

国際援助機関の多くは下水道事業では費用全額の回収を推奨している。ただし、これまでのところ、タイで行われた下水道料金徴収事例は少なく、また料金体制は資本費用分の回収を目的として実施された事例は存在しない。ベトナム等の周辺諸国においても、同様の状況である。日本の下水道事業においても、「雨水公費、汚水私費」の原則により、サービス全体収益の48%のみが下水道料金で賄われている（平成21年、総務省データ）状況である。

これらを考慮すると、タイ国の方針どおり、料金徴収開始時には最低でも維持管理費分をまかなうことが現実的であり、将来的に資本費用の一部回収を検討していくべきである。しかしながら、今日までBMAは下水道料金を導入できていない。

今後下水処理水量が増えるにつれて維持管理費が増加していくことから、できるだけ早期に、より公平な使用者負担が実施されることが期待される。

7.2.4 タイ国の他市の下水道料金導入状況

下水道料金徴収は、タイ国においては新しい試みであり、現在までに固定費制をとる Patong 市、Pattaya 市、従量制を採用した Saensuk 市、Hatyai 市といった地域で実施されているのみである。

以下に4都市の料金体系事例を示すが、一般家庭において固定費制では年500 Baht 程度、従量制では1 m³ 当り住宅で2.0 Baht、商工業施設で3.0 Baht 程度を課しており、バンコク都で計画されている料金単価と類似した値となっている。

(1) 固定費制の下水道料金制度事例

(A) Phuket 県 Patong 市

Patong 市では、以下の図のとおり、使用者の種別により固定された下水道料金を支払っている。

表 7.2.4 Phuket 県 Patong 市の年間下水道料金

分類		年間料金
1. 家庭		500 Baht/世帯
2. 商業施設	2 階建て以下	500 Baht/建物
	3 階建て以上	1,000 Baht/建物
3. レストラン		100 Baht /m ²
4. ホテル		600 Baht/部屋

出典: 調査団

(B) Chonburi 県 Pattaya 市

Pattaya 市の年間下水道料金は、建物の種類により決められており、排水水質が良い場合(処理施設を持つ)のみ、より少ない料金設定が適用される。本水質は、定期的に評価される。また、それ以外に下水施設への新規接続費も徴収される。

表 7.2.5 Chonburi 県 Pattaya 市の年間下水道料金

分類	年間料金	
	下水道	処理水
1.ホテル、バンガロー	672.00 Baht/部屋	67.20 Baht/部屋
2.コンドミニアム	360.00 Baht/部屋	36.00 Baht/部屋
3.レストラン	36.00 Baht/ m ²	3.60 Baht/ m ²
4.商業施設	6.00 Baht/ m ²	0.60 Baht/ m ²
5.一般家庭	3.60 Baht/ m ²	0.36 Baht/ m ²
6.商業オフィス、公企業	-	-
7.工場	40Baht/生産 Kg/日	26 Baht/生産 Kg/日

出典: 調査団

(2) 従量制の下水道料金制度事例

(A) Chonburi 県 Saen Suk 市

Chonburi 県 Saen Suk 市の下水道料金は、表 7.2.6 のとおり、使用者の種別、使用量、及び排水水質の BOD 濃度により決定される。

表 7.2.6 Chonburi 県 Saen Suk 市の下水道料金

施設分類	下水料金(Baht/ m ³)	
	200 mg / l 以下	200 – 500 mg / l
1. 家庭	2.00	
2. 施設		
(1) コンドミニアム	3.00-3.50 (部屋数による)	4.50
(2) ホテル		
(3) 公共病院、保育所	3.00-3.50 (ベッド数による)	
(4) 私立、公立学校、機関	3.25-3.50 (面積による)	
(5) 官庁、公共企業、国際機関	3.00-3.50 (面積による)	
(6) デパート		
(7) 市場		
(8) レストラン、食料市場		
3. 工場	3.00-3.50 (排出量による)	4.50
4. その他汚染施設	3.50	4.50

出典: 調査団

(B) Songkhla 県 Hatyai 市

Songkhla 県 Hatyai 市の下水道料金は、Saen Suk 市の料金体系と類似し、表 7.2.7 のとおり、使用者の種別、使用量、及び排出水質の BOD 濃度により決定される。

表 7.2.7 Songkhla 県 Hatyai 市の下水道料金

No.	分類 BOD 濃度	下水料金 Baht/ m ³	
		200 mg / l 以下	200 – 500 mg / l
1	月使用量 20 m ³ 以上の家庭	2.00	
2	(1) コンドミニウム	3.00-3.50 (面積による)	4.50
	(2) ホテル	3.00-3.50 (部屋数による)	
	(3) 公共病院、保育所		
	(4) 私立、公立学校、機関	3.25-3.50 (面積による)	
	(5) 官庁、公共企業、国際機関	3.00-3.50 (面積による)	
	(6) デパート		
	(7) 市場		
	(8) レストラン、食料市場		
3	工場	3.00-3.50 (排出量による)	4.50
4	その他汚染施設	3.50	4.50

出典: 調査団

7.2.5 下水道料金の支払意思額 (WTP) 支払可能額 (ATP)

予定されている支払料金を、住民が受け入れるか、また支払可能か判断するため、支払意思額 (WTP) と支払可能額 (ATP) を計算した。

(1) 支払意思額 (WTP)

過去に BMA の対象地域で実施された、下水道料金の支払意思額調査結果を表 7.2.8 に、各調査内容をそれ以降に示す。

サンプル数、質問方法はそれぞれ異なるが、世帯・月当りの支払意思額は、39.2 ~ 100.8 Baht 程度の範囲に収まっている。本調査で実施した社会調査結果は、73.3 Baht/世帯/月となっており、過去の調査結果と比較しても妥当な数値である。

表 7.2.8 過去に実施された支払意思額調査の結果

調査名	質問方法	質問方法	月当たり支払意思額
JICA 調査 (2010 年)	Nong Bon 処理区、350 サンプル	仮想評価法	73.3 Baht/世帯/月
BMA 調査 (2010 年)	7 処理区、2,300 サンプル	3 項目選択	41.4 Baht/世帯/月
BMA 調査 (2006 年)	Ban Sue 処理区、326 サンプル	自由回答	39.2 Baht/世帯/月
IDRC 等調査 (1999 年)	6 処理区、1,100 サンプル	仮想評価法	100.8 Baht/世帯/月

出典: 調査団

本調査 (JICA 調査団調査) で実施した社会調査結果

本調査では、350 世帯に対してインタビューによる社会調査を実施した結果、各世帯の支払意思額 (WTP) 平均は 73.3 Baht/世帯/月、中央値は 49.6 Baht/世帯/月となった。

支払意思額は、事業実施による運河の水質向上便益に対し、実施した場合と実施しない場合の状況を写真により説明し、月当たりの支払意思を質問した。分析は環境事業の分析等に使用実績の多い仮想評価法 (CVM) を用い、各種バイアスを避けるために 2 段階 2 肢選択方式を採用し、Logit Linear 方式を用いて分析し、支払可能額を計算した。

2 段階 2 肢選択方式 (2 択の質問を 2 回繰り返す) の手順としては、まず現在の水道料金に追加で支払う想定で、1 回目の下水道料金額を回答者に示し、「支払える」か「支払えない」かを尋ねる。次に、回答者が最初の質問に対して「支払える」と答えた場合にはより高い額を提示し、「支払えない」と答えた場合にはより低い額を提示し、2 回目の金額に対しても、「支払える」か「支払えない」か質問する。

質問される金額は、初回提示金額によるバイアスを避けるために表 7.2.9 で示される、1 回目・2 回目の提示金額が異なる 5 種類の質問票を作成し、ランダムで提示額を選択する方式とした。

回答結果について、自然対数(logit-linear)モデルにより近似曲線を想定し、支払意思額 (WTP) の算定を行った。

表 7.2.9 事業対象地での支払意思額調査結果

タイプ	質問 1	質問 2(*)	YY	YN	NY	NN	Total
1	10 Baht/世帯/月	20 or 5 Baht/世帯/月	32	22	3	13	70
2	20 Baht/世帯/月	40 or 10 Baht/世帯/月	32	28	3	7	70
3	40 Baht/世帯/月	70 or 20 Baht/世帯/月	16	34	10	10	70
4	70 Baht/世帯/月	120 or 40 Baht/世帯/月	15	24	16	15	70
5	120 Baht/世帯/月	200 or 70 Baht/世帯/月	14	9	19	28	70
計			109	117	51	73	350

注：2 回目の質問は、1 回目の質問の回答が「支払える」の場合、高い金額、「支払えない」の場合、低い金額を選択した。

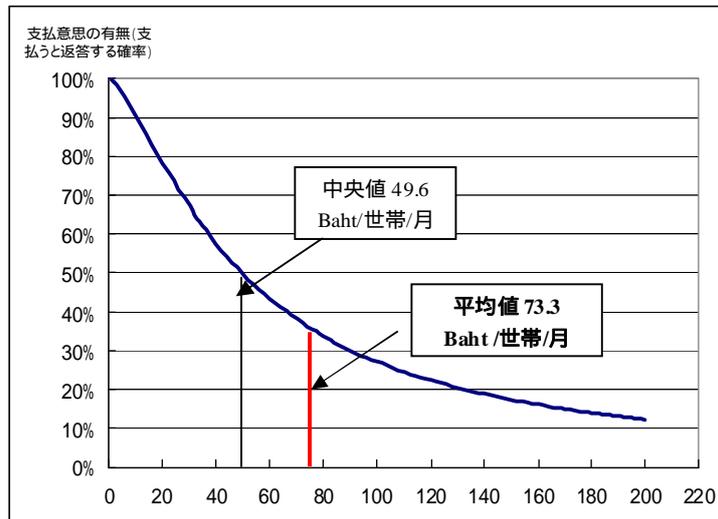
YY: 1 回目、2 回目の質問に支払えると答えたサンプル数

YN: 1 回目の質問に支払える、2 回目の質問に支払えないと答えたサンプル数

NY: 1 回目の質問に支払えない、2 回目の質問に支払えると答えたサンプル数

NN: 1 回目、2 回目の質問に支払えないと答えたサンプル数

出典：調査団



出典：調査団 Logit Linear による分析結果

図 7.2.1 支払意思額平均値、支払う意思を有する確率 (Baht/世帯/月)

2010 年に BMA が実施した WTP 調査結果

BMA が 2010 年 1～2 月に実施した調査では、質問は 1 m^3 当たりの適正支払額が以下の $0.5 - 1.0 \text{ Baht/m}^3$, $1.0 - 1.5 \text{ Baht/m}^3$, $1.5 - 2.0 \text{ Baht/m}^3$ の 3 種類から選択する形で質問された。その結果より、平均値と人数から、 m^3 当たりの平均単価は 0.88 Baht となった。

表 7.2.10 下水処理量当たりの適正支払額

料金の適正支払額	人 数	率(%)	加重平均
0.5 – 1.0 Baht/m ³	1,746	79.9	0.88 Baht/m ³
1.0 – 1.5 Baht/m ³	308	14.1	
1.5 – 2.0 Baht/m ³	132	6.0	
合 計	2,186	100.0	

出典: DDS

2010 年の「料金分析調査」によると、2007 年の住宅の料金徴収計画地域の使用量 4,527 千 m³/年、接続数 96,131 世帯より、月平均使用水量は 47.1 m³/世帯となる。従って、この水量に本調査結果の単価を乗じた場合、月平均 41.4 Baht/世帯/月の支払意志があるといえる。

2006 年に実施されたバンスー処理区域での WTP 結果

WQMO の「データベース・料金収集課」が 2006 年に実施した WTP 調査(Bang Sue Environmental Education and Conservation Project, Vol 2, 2006)は、既存の Bang Sue 下水処理場の処理区域内 20 地区を対象として 398 のサンプル数に対して実施された。そのうち、「家庭・商業用接続」使用者 326 サンプルへのヒアリングを実施した結果を以下に示す。返答率及び平均支払意思額より、全体の支払意思額は、39.2Baht/世帯/月となった。

表 7.2.11 下水事業への支払意思額（家庭・商業）

料金の適正支払額	人 数	率	平均支払意思額 (Baht/世帯/月)
支払う意思が無い	118	36.2%	0.0
支払う意思がある	198	62.7%	64.5
分からない	10	6.0%	0.0
合 計	326	100.0%	39.2

出典: DDS

1999 年に実施された 6 処理区域での WTP 調査結果

1999 年に IDRC 等の援助で実施された「 Water Quality Improvement: A Contingent Valuation Study of the Chao Phraya River (Dec. 1999)」の調査は、本調査の実施手法と類似し、バイアスが少ないと言われる 2 段階 2 肢選択方式の CVM 手法を用いて実施された。バンコクの下水処理地域において 1,100 サンプルに対し、運河の水質向上に対する WTP が算定され、その結果は以下のとおりであった。

表 7.2.12 支払意思額の調査結果

	達成される便益の例	
	(1) 水運 (現行) 釣りができる	(2) 水運 (現行) 泳げる
平均支払い意志額	100.81 Baht /世帯/月	115.03 Baht /世帯/月

出典：上記報告書

本調査においては、運河水質改善により、釣りができる水質、及び泳げる水質を想定し、それぞれ支払意思額を算出している。JICA 実施調査の便益想定では、水質透明度が改善することをイメージしており、釣りができる水質の想定に近いと考えられることから、支払意思額は 100.81 Baht/世帯/月程度と判断する。

調査結果では、ランダムに選択される初回質問数値 (70, 85, 100, 120 Baht /世帯/月の 4 種類に設定) により、回答結果に多少のバイアスが現れたとされているが、サンプル数が多く、信頼性は高い。

(2) 支払可能額 (ATP)

国際機関では、住民の下水道料金への支払可能額について目安を設けている機関が多く、IBRD は可処分所得の 1 % 程度、PAHO (Pan American Health Organization) では家計収入の 1.5 % 程度としている (「JICA 開発調査における経済評価手法研究 (下水道編)」)。

本経済評価では安全側をとり、支払可能額(ATP)は平均世帯収入の 1.0 % と想定する。なお、本調査で 350 サンプルに対して実施された社会調査結果では、平均世帯収入が 33,428 Baht となったことから、支払可能額は世帯・月当たり 334 Baht と計算された。

同じく、住民意識調査で算出された現在の平均水道料金は 489 Baht/世帯/月となり、算出した下水道料金への支払可能額 334 Baht/世帯/月は、これと比較して約 68% であり、住民が一般的に支払可能な値だと言える。

(3) 支払能力分析の結果

前述したとおり、現在の MWA の月平均使用水量は 47.1 m³/世帯であり、住宅向けの計画料金単価 2.0 Baht/m³ より、平均支払額は 94.2 Baht/世帯/月となる。社会調査による支払意思額 73.3 Baht/世帯/月と比較すると、ほぼ同程度の費用となり、住民は支払意思を有すると言える。一方、支払可能額 334 Baht/世帯/月と平均支払額 94.2 Baht/世帯/月比較した場合、本平均支払額は 28 % を占めることから、十分に支払い能力があると判断する。

表 7.2.13 支払意思額・可能額のまとめ

	根拠	月当たり料金
想定平均支払額	平均使用量より計算	94.2 Baht/世帯/月
支払意思額	社会調査結果（支払意思額）	73.3 Baht/世帯/月
支払可能額	社会調査結果（世帯収入 × 1 %）	334.0 Baht/世帯/月

出典：調査団

7.3 経済分析

7.3.1 経済分析の前提

本節では、本事業実施の経済的妥当性を評価するため経済分析を実施した。分析方法は、一般的に用いられる費用便益分析を用い、評価期間における事業を実施する場合（With Project）と事業を実施しない場合（Without Project）の状況を想定して分析した。評価は以下の前提に則って行われ、分析結果としては、経済内部収益率（EIRR）と純現在価値（NPV）、費用便益比（B/C）を用いた。

(1) 「事業を実施する場合（With Project）」と「実施しない場合（Without Project）」の想定

「事業を実施する場合（With Project）」

Nong Bon 処理区において、Nong Bon 下水処理場建設・遮集管整備が、提案された履行期間内で完了する。計画処理量を 2017 年までに 90,000 m³/日（FS レベル）とし、その後 2021 年と 2031 年にそれぞれ 22,500 m³/日ずつ拡張する計画とする。これら事業実施の結果、地区内に位置する運河の水質が改善し、地域住民の衛生状態も向上する。

「事業を実施しない場合（Without Project）」

污水排除施設の現在の状態が維持されるが、公共水域への污水放流が続くことから、人口増加と共に Nong Bon 地区の運河水質が現状より悪化する。

(2) 経済分析の評価期間は、計画・建設期間の 2012 年～2017 年（6 年間）及び事業開始後の運営期間 2018 年～2047 年（30 年間）の合計 36 年間と規定した。

(3) 本事業の概算事業費は、税金を除いた 2010 年 10 月時点の物価を用い、初期建設費用と維持管理費について算出した。積算額には、物理的予備費を含むが、物価上昇予備費は含んでいない。また、タイ国の換算係数（コンバージョンファクター）を用いて、財務費用を経済費用に換算した。

(4) 国民経済的にみて、経済内部収益率（EIRR）が 10%以上、すなわち割引率 10%における純現在価値（NPV）がプラスになる状況で、経済的な観点から事業実施の妥当性があると判断する。

7.3.2 経済費用

以下に初期建設費用及び維持管理費用を示す。

(1) **初期建設費**

事業を実施する場合(With Project)

年毎の処理場・遮集管の建設費は、第5章の表5.2.7より、以下のとおりとした。なお、遮集管の整備時期により、2つの代替案が示されているが、経済分析結果に大きな差異が発生しないことから、代表的な1時期での整備案の費用を元に分析を行った。

表 7.3.1 事業実施費の年度割り当て（財務費用）

(百万 Baht)

		2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	合計
工事 資機材費	内貨	24.4	103.5	103.3	1,446.2	1,435.1	1,423.5	4,536.0
	外貨	2.0	33.7	33.6	571.1	566.8	562.4	1,769.6
	合計	26.4	137.2	136.9	2,017.3	2,001.9	1,985.9	6,305.6

出典：調査団

表 7.3.2 事業実施費の年度割り当て（経済費用）

(百万 Baht)

		CF	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	合計
工事 資機材費	内貨	0.92	22.4	95.2	95.0	1,330.5	1,320.3	1,309.6	4,536.0
	外貨	1.00	2.0	33.7	33.6	571.1	566.8	562.4	1,769.6
	合計		24.4	128.9	128.6	1,901.6	1,887.1	1,872.0	5,942.6

出典：調査団

経済分析への変換係数は、世界銀行発行のレポートを参照し、内貨に標準換算係数（SCF:Standard Conversion Factor）の0.92を適用した。参照レポート：Shadow Prices for Economics Appraisal of Project :An Application to Thailand, World Bank Staff Working Paper, Number 609. (Sadiq Ahmed)

施設の拡張・補修・残存期間等は以下の前提で計算した。

- ・ 初期建設費のうち電気・機械設備分（1,249.9百万 Baht）については、15年後に100%の更新費が必要となる。
- ・ 処理場の拡張工事費用は、2021年と2031年に各22,500 m³/日増加する工事費、539.8百万 Bahtを計上する。拡張費用は全て電気・機械設備として計上し、15年毎に更新費が100%発生する。
- ・ 浄水場躯体、配管施設（工事費用から電気・機会設備分を除いた費用）の耐用年数を50年、電気・機械設備を15年と想定し、評価年数終了時の2045年に残存価格を計算し、便益として計上する。

事業を実施しない場合(Without Project)

初期建設費は計上しない

(2) 維持管理費

事業を実施する場合(With Project)

第5章の表5.1.2より、維持管理費は90,000 m³/日（32,850,000 m³/年）の処理量において、年間112.1百万Bahtと試算されている。従って、平均下水処理単価は1 m³当たり3.41Bahtであり、これを平均単価として各年の計画処理量から処理場の維持管理費を算出した。処理量は、第4章の表4.1.3の想定に基づいて計算し、2041年以降はMP段階の最大処理量である135,000 m³/日となり、維持管理費は一定となる。

なお、対象地域家庭・商業施設の接続において、各家庭・商業施設は既存の腐敗槽を用いており、その薬品購入費と定期的な清掃費用といった維持管理費が支払われている。事業実施により、対象地域では、生活污水を腐敗槽を通さずに排出することが可能となり、維持管理費の低減が期待できるが、タイ国の現在の法律では腐敗槽の設置が義務付けられていることから、便益としては含めないこととする。

表 7.3.3 事業対象地の下水処理量予測（With Project）

年	処理能力	日当り計画 処理量 (MPレポート 表 1.1.6)	年間計画 処理量	処理場の日 当り処理量	処理場 (FS 分)の 年間処理量	維持管理 費用 (3.41B/m ³)	維持管理 経済費用 (3.41B/m ³ × 0.92)
	m ³ /日	m ³ /日	m ³ /年	m ³ /日	m ³ /年	百万 Baht/年	百万 Baht/年
2018	90,000	82,270	30,028,550	82,270	30,028,550	102.40	94.21
2019	90,000	84,675	30,906,375	84,675	30,906,375	105.39	96.96
2020	90,000	87,080	31,784,200	87,080	31,784,200	108.38	99.71
2021	90,000	89,485	32,662,025	89,485	32,662,025	111.38	102.47
2022	112,500	91,890	33,539,850	91,890	33,539,850	114.37	105.22
2023	112,500	94,295	34,417,675	94,295	34,417,675	117.36	107.97
2024	112,500	96,700	35,295,500	96,700	35,295,500	120.36	110.73
2025	112,500	99,105	36,173,325	99,105	36,173,325	123.35	113.48
2026	112,500	101,510	37,051,150	101,510	37,051,150	126.34	116.23
2027	112,500	103,915	37,928,975	103,915	37,928,975	129.34	118.99
2028	112,500	106,320	38,806,800	106,320	38,806,800	132.33	121.74
2029	112,500	108,725	39,684,625	108,725	39,684,625	135.32	124.49
2030	112,500	111,128	40,561,720	111,128	40,561,720	138.32	127.25
2031	112,500	113,365	41,378,225	113,365	41,378,225	141.10	129.81
2032	135,000	115,602	42,194,730	115,602	42,194,730	143.88	132.37
2033	135,000	117,839	43,011,235	117,839	43,011,235	146.67	134.94
2034	135,000	120,076	43,827,740	120,076	43,827,740	149.45	137.49
2035	135,000	122,313	44,644,245	122,313	44,644,245	152.24	140.06
2036	135,000	124,550	45,460,750	124,550	45,460,750	155.02	142.62
2037	135,000	126,787	46,277,255	126,787	46,277,255	157.81	145.19
2038	135,000	129,024	47,093,760	129,024	47,093,760	160.59	147.74
2039	135,000	131,261	47,910,265	131,261	47,910,265	163.37	150.30
2040	135,000	133,501	48,727,865	133,501	48,727,865	166.16	152.87
2041	135,000	135,738	49,544,370	135,000	49,275,000	168.03	154.59
2042	135,000	137,975	50,360,875	135,000	49,275,000	168.03	154.59
2043	135,000	140,212	51,177,380	135,000	49,275,000	168.03	154.59

年	処理能力	日当り計画 処理量 (MPレポート 表 1.1.6)	年間計画 処理量	処理場の日 当り処理量	処理場 (FS 分)の 年間処理量	維持管理 費用 (3.41B/m ³)	維持管理 経済費用 (3.41B/m ³ × 0.92)
	m ³ /日	m ³ /日	m ³ /年	m ³ /日	m ³ /年	百万 Baht/年	百万 Baht/年
2044	135,000	142,449	51,993,885	135,000	49,275,000	168.03	154.59
2045	135,000	144,686	52,810,390	135,000	49,275,000	168.03	154.59
2046	135,000	146,923	53,626,895	135,000	49,275,000	168.03	154.59
2047	135,000	149,160	54,443,400	135,000	49,275,000	168.03	154.59

出典：調査団

事業を実施しない場合(Without Project)

維持管理費は計上しない

7.3.3 経済便益

事業実施により発生する主な便益を以下にまとめた。

- ・ 生活環境の改善効果
- ・ 運河周辺の土地価格上昇効果（環境保全目的の事業において、通常の JICA プロジェクトでは認められない）
- ・ 処理水再利用による費用削減効果
- ・ 住民の医療費削減効果
- ・ 観光客の増加
- ・ 水上交通の増加による経済効果
- ・ 漁業家庭の収入増加

上記項目のうち、上の 3 項目について貨幣価値での定量化が可能であり、便益計算に含めたが、それ以外は定量化が困難であると判断した。

(1) 生活環境の改善効果

下水処理場が建設され、事業地区周辺の運河へ放出される汚水水質が改善することで、生活環境が改善する。

便益の計算は、裨益家庭数に、世帯毎の支払意思額(WTP)をかけて求めた。ただし、下水道事業においては、裨益住民が事業の必要性、および事業実施後に享受できる便益について想定することが難しいとされていることから、世界銀行等の国際機関において、下水道事業へ一般的に支払可能とされる支払可能額(ATP)についても、住民の裨益効果値として計算した。

以下に、(a) 社会調査のインタビューで計算した支払意思額(WTP)、(b) 収入の一定割合で計算する支払可能額(ATP)、を用いた便益の算定根拠を示す。

(a) 支払意思額(WTP)を用いた場合(ケース1)

本調査で実施された社会調査において、事業を実施する場合(With Project)と実施しない場合(Without Project)の状況を、写真を使って住民に説明し、その便益を受けるために支払える金額を質問した。その結果を支払意思額(WTP)として便益算定に用いた。(表7.3.6参照)

下水処理が実施されることによる、生活地域周辺の環境改善による支払意思額は、社会調査により図7.2.1のとおり73.3 Baht/世帯/月と算出された。便益は以下の式により計算され、裨益世帯数は、サービス人口を参照し、それを社会調査により求められた、世帯当り平均人数(4.87人/世帯)で除して求めた。

$$\text{便益} = \text{裨益世帯数} \times \text{支払意思額(WTP)}$$

(b) 支払可能額(ATP)を用いた場合(ケース2)

第7章第2節で述べたとおり、IBRD、PAHO等国際機関が規定している、下水道料金の支払可能額(ATP)は、可処分所得の1.0%、及び収入額の1.5%等と規定されている。社会調査結果では事業地の平均収入は33,428 Baht/世帯/月であり、本評価においては安全側をとり、支払可能額は収入の1.0%とし、334 Baht/世帯/月と計算した。

$$\text{便益} = \text{裨益世帯数} \times \text{支払可能額(ATP)}$$

(2) 水質が改善した運河周辺の土地価格上昇効果

事業による下水処理により、将来的に運河の水質改善が見込まれる。その結果、現在は汚水の悪臭で開発が行われない、または有効活用されていない地区の土地の価値が向上し、より生活環境の良い住宅・商業用土地として利用されることになると考えられる。

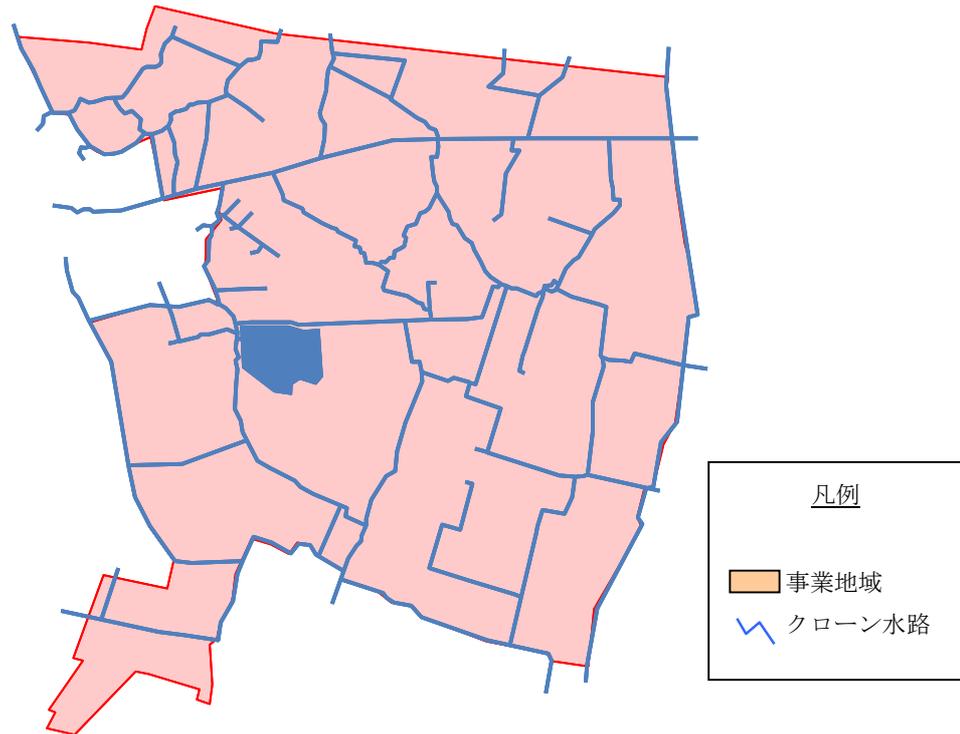
現地調査、および地元不動産会社3社にインタビューを実施し、効果について検討した。現地踏査では、風向にもよるが運河より30m程度の地域まで悪臭が感じられたこと、及びインタビュー結果より運河から30mまでの土地の価値が向上すると仮定する。

また、図7.3.1に本事業対象地域の主要な運河を記載するが、その運河延長を計測したところ、以下となった。なお、バンコク内の下水処理区割りは、運河が地区境を構成していることが多く、その場合は運河の片側のみに便益が発生すると想定して計算した。

表 7.3.4 運河延長と裨益地域面積

種類	運河延長	裨益地域の幅	裨益面積
両側	72.4 km	60 m	4,344,000 m ²
片側 (排水区境)	27.2 km	30 m	816,000 m ²
合計			5,160,000 m ²

出典：調査団



出典：調査団

図 7.3.1 事業地区の主要運河

事業地の地価に関し、国税局が資産税徴収のために公表している値を以下にまとめた。事業地区に位置する場所において、国税局が公表している地価は 2,500-10,500 Baht/m² と大きな差異がある。一般的に固定資産税用の土地価格は、実際の取引額と比較してより 2~3 割低い値に設定されていると言われている。本データ、および現地の不動産会社における情報収集結果を考慮し、運河周辺の平均土地価格は 1 m² あたり 5,000 Baht 程度と判断した。

表 7.3.5 固定資産税のための土地価格

No.	地区名	Baht/m ²	No.	地区名	Baht/m ²
1	Flower Lee Garden Village	6,250	12	Kotchathanee Village	5,000
2	Sirin House Village	3,750	13	Country Villa Village	10,000
3	Suan Nakarin Village	10,500	14	KehaNakorn Village	8,750
4	Suan Suay Village	5,000	15	Sen Farm Garden Home	3,000 - 3,750
5	Suan Luang Village	5,000 - 6,250	16	Thung Sethi Village	3,750
6	Suan Luang Nivate Village	7,500 - 8,500	17	Prem-Ruthai Village 1, 2	3,000
7	Ake Pailan Village	7,500	18	Seri Village	8,750
8	Seri Villa	8,750 - 10,500	19	Charming Town Village	2,500
9	Soi Supapong	6,250 - 7,500	20	Prawet Place Village	3,750
10	Soi Wat Taglum	3,000 - 5,000	21	Chatra Nakorn Village	6,250
11	Kasemsan Village	5,500	22	Chomdeun Village	4,250

出典：国税局,2010

事業が実施されること（With Project）による効果は以下のとおり想定する。

まず、現地不動産会社の知見、及び BMA 担当部署の経験により、周辺の運河水質向上により、運河周辺の地価は約 15 % 上昇すると考えられる。対象地区は空港と都市部の間に位置し、公共交通機関であるエアポートリンクも 2010 年より開通したことから、今後は人口密度の増加と、土地価格の上昇が想定されており、生活環境の向上の恩恵を十分に享受できる。便益の計算では、事業開始後 3 年目の 2020 年から 2022 年の 3 年間に於いて土地価格が年間 5% ずつ上昇すると想定した。

また、2023 年以降では、価値が上昇した地域から得られる年間収益を土地価格の 10 % 程度と仮定し、そのうち事業実施により価格上昇した分（15%）つまり基準地価の 1.5 % 分を年度ごとの収益率とし、事業による毎年の便益向上効果と見なした。（表 7.3.6 参照）

$$\text{便益} = \text{効果を受ける土地面積(m}^2\text{)} \times \text{平均土地価格(Baht/m}^2\text{)} \\ \times \text{価格上昇率または追加的収益率(\%)}$$

(3) 処理水再利用による、水道費用削減効果

現在 BMA では、主に公園・公共用地の植物散水・景観用水を利用用途とし、処理水の再利用に取り組んでおり、既設下水処理場の 2008～10 年度の平均は処理水量 3.69 % となった。これらの水使用分は、代替的に利用される水道からの給水料金が減少することから、事業実施の便益として計上する。

$$\text{便益(Baht/年)} = \text{処理水量(m}^3\text{/年)} \times \text{再利用割合(\%)} \times \text{水の価値(Baht/m}^3\text{)}$$

将来的に、BMA は処理水量における再利用の割合を 2012 年までに 5%、それ以降長期的に 10% 程度に増加させる予定としている。BMA は 5 年計画で事業を推進していることから、2013-17 年に 7%、2018 年以降に 10% を再利用すると想定し、本水量分の水道料金が削減で

きると想定した。

水の価値は、現在 MWA の給水サービスの平均水道料金(総収入/総水量)の半分と想定し、6.2 Baht/ m³を採用した。(平均水道料金は 12.4 Baht/m³ “Annual Report 2009”) (表 7.3.6 参照)

表 7.3.6 便益計算

(単位：百万 Baht)

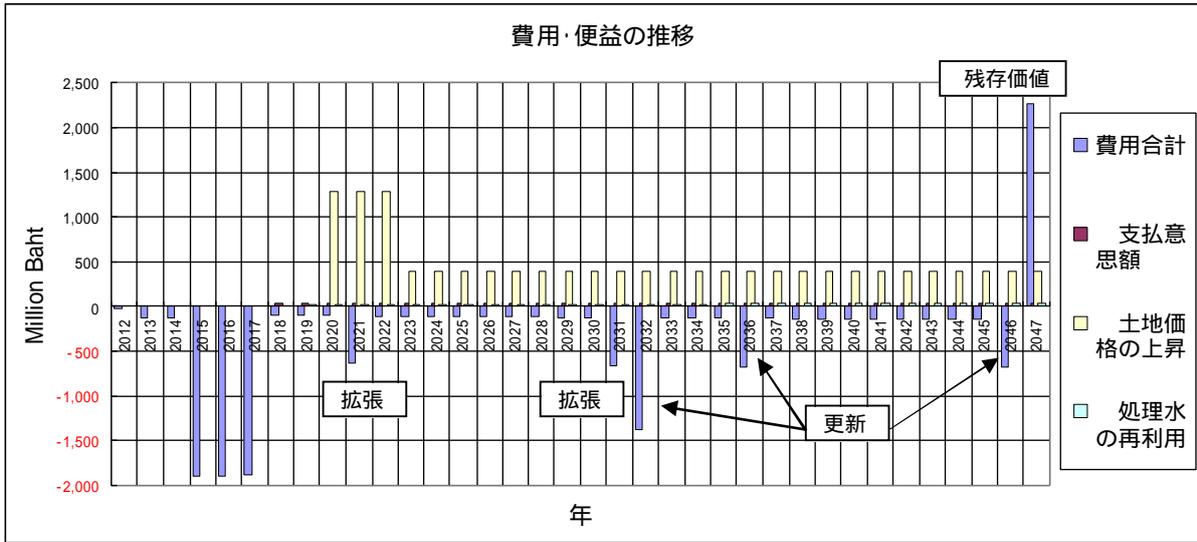
単価	裨益家庭数 (戸)	A		上昇率・収 益率	土地価格の上 昇	処理水の 再利用率	処理水の再利 用	合 計	
		支払意思額	B 支払可能額					WTP A + +	ATP B + +
		73.3 Baht/ 月・世帯	334 Baht/ 月・世帯		平均地価 5,000 Baht/m ²		6.2 Baht/m ³ (平均料金の 半分)		
2012年	47,077	0.00	0.00	0.0%	0.0	5.0%	0.0	0.0	0.0
2013年	47,323	0.00	0.00	0.0%	0.0	5.0%	0.0	0.0	0.0
2014年	47,569	0.00	0.00	0.0%	0.0	7.0%	0.0	0.0	0.0
2015年	47,816	0.00	0.00	0.0%	0.0	7.0%	0.0	0.0	0.0
2016年	48,062	0.00	0.00	0.0%	0.0	7.0%	0.0	0.0	0.0
2017年	48,309	0.00	0.00	0.0%	0.0	7.0%	0.0	0.0	0.0
2018年	48,555	42.71	194.60	0.0%	0.0	7.0%	13.0	55.7	207.6
2019年	48,801	42.93	195.60	0.0%	0.0	10.0%	19.2	62.1	214.8
2020年	49,048	43.14	196.60	5.0%	1,290.0	10.0%	19.7	1,352.8	1,506.3
2021年	49,309	43.37	197.60	5.0%	1,290.0	10.0%	20.3	1,353.7	1,507.9
2022年	49,570	43.60	198.70	5.0%	1,290.0	10.0%	20.8	1,354.4	1,509.5
2023年	49,831	43.83	199.70	1.5%	387.0	10.0%	21.3	452.1	608.0
2024年	50,092	44.06	200.80	1.5%	387.0	10.0%	21.9	453.0	609.7
2025年	50,353	44.29	201.80	1.5%	387.0	10.0%	22.4	453.7	611.2
2026年	50,614	44.52	202.90	1.5%	387.0	10.0%	23.0	454.5	612.9
2027年	50,875	44.75	203.90	1.5%	387.0	10.0%	23.5	455.3	614.4
2028年	51,136	44.98	205.00	1.5%	387.0	10.0%	24.1	456.1	616.1
2029年	51,397	45.21	206.00	1.5%	387.0	10.0%	24.6	456.8	617.6
2030年	51,658	45.44	207.00	1.5%	387.0	10.0%	25.1	457.5	619.1
2031年	51,931	45.68	208.10	1.5%	387.0	10.0%	25.7	458.4	620.8
2032年	52,205	45.92	209.20	1.5%	387.0	10.0%	26.2	459.1	622.4
2033年	52,478	46.16	210.30	1.5%	387.0	10.0%	26.7	459.9	624.0
2034年	52,751	46.40	211.40	1.5%	387.0	10.0%	27.2	460.6	625.6
2035年	53,024	46.64	212.50	1.5%	387.0	10.0%	27.7	461.3	627.2
2036年	53,298	46.88	213.60	1.5%	387.0	10.0%	28.2	462.1	628.8
2037年	53,571	47.12	214.70	1.5%	387.0	10.0%	28.7	462.8	630.4
2038年	53,844	47.36	215.80	1.5%	387.0	10.0%	29.2	463.6	632.0
2039年	54,118	47.60	216.90	1.5%	387.0	10.0%	29.7	464.3	633.6
2040年	54,391	47.84	218.00	1.5%	387.0	10.0%	30.2	465.0	635.2
2041年	54,664	48.08	219.10	1.5%	387.0	10.0%	30.6	465.7	636.7
2042年	54,937	48.32	220.20	1.5%	387.0	10.0%	30.6	465.9	637.8
2043年	55,210	48.56	221.30	1.5%	387.0	10.0%	30.6	466.2	638.9
2044年	55,483	48.80	222.40	1.5%	387.0	10.0%	30.6	466.4	640.0
2045年	55,756	49.04	223.50	1.5%	387.0	10.0%	30.6	466.6	641.1
2046年	56,029	49.28	224.60	1.5%	387.0	10.0%	30.6	466.9	642.2
2047年	56,302	49.52	225.70	1.5%	387.0	10.0%	30.6	467.1	643.3
合計	-	1382.03	6297.50	-	13,545.0	-	772.6	15,699.6	20,615.1
NPV(10%)	-	260.95	1189.07	-	3,000.6	-	131.0	3,392.6	4,320.7

出典: 調査団

7.3.4 経済分析結果・感度分析

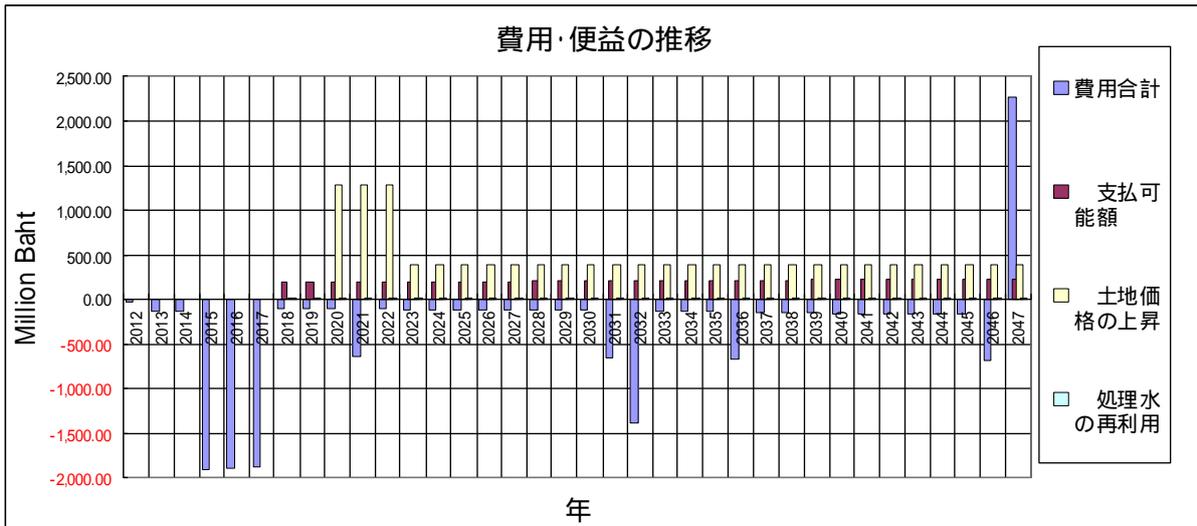
(1) 分析結果

経済分析結果は以下のとおりとなった。(計算結果は付録 8 を参照)



出典: 調査団

図 7.3.2 費用・便益の推移 (ケース 1: WTP を採用)



出典: 調査団

図 7.3.3 費用・便益の推移 (ケース 2: ATP を採用)

表 7.3.7 経済分析結果のまとめ

	EIRR	NPV (D.R.=10.0%)	B/C
ケース 1: WTP を採用	4.0%	-1,900 百万 Baht	0.64
ケース 2: ATP を採用	7.2%	-972 百万 Baht	0.82

出典: 調査団

本事業の EIRR は、環境改善の便益に WTP、ATP を採用した各条件でプラスを示し、4.0 %、7.2 % となった。一方、NPV と B/C は割引率(D.R.)を 10 % とした場合、-1,900 百万 Baht と

-972 百万 Baht、0.64 と 0.82 となった。

EIRR は支払意思額を利用した場合 4.0%、支払可能額を利用した場合 7.2% となり、いずれも期待される 10% 以下であり、本事業は社会経済的に実行可能であるとは言えない。しかしながら、下水道事業は裨益効果が実感されにくい傾向があり、計量化されなかった便益と社会的必要性を考慮し、事業を実施することは重要である。

なお、支払意思額を用いた結果（ケース 1）においては、EIRR が低くなっている。支払意思額は、住民の理解が進むほど支払可能額（ケース 2）に近づくと考えられるため今後は住民へ下水道事業に関する啓蒙活動が重要である。

(2) 感度分析

便益が 10% 減る場合、費用が 10% 増える場合、およびその双方が同時に発生する場合について、感度分析を実施した。その結果を以下に示す。

表 7.3.8 感度分析結果のまとめ

	条件	EIRR	NPV (D.R.=10.0%)	B/C
WTP による結果	A：基本ケース	4.0%	-1,900 million Baht	0.64
	B：便益 - 10%	2.8%	-2,240 million Baht	0.58
	C：費用 + 10%	2.9%	-2,430 million Baht	0.58
	D：便益 - 10%、費用 + 10%	1.7%	-2,769 million Baht	0.52
ATP による結果	A：基本ケース	7.2%	- 972 million Baht	0.82
	B：便益 - 10%	5.8%	- 1,404 million Baht	0.73
	C：費用 + 10%	5.9%	- 1,502 million Baht	0.74
	D：便益 - 10%、費用 + 10%	4.7%	- 1,934 million Baht	0.67

出典: 調査団

便益の 10% 減少、および費用の 10% 増加は、EIRR、NPV 等指標に同程度の影響を与えている。便益を高く保つためには、既に述べたとおり、住民へ事業の必要性について広報を続けることが重要だと言える。また、建設・維持管理費用については、予算額の増加を防ぐために、建設時の慎重な予算・工程管理、および運営時の維持管理費低減に努める必要がある。

7.4 財務分析

本節では、本事業実施の財務的妥当性を評価するため、事業の財務分析を実施した。財務分析は、評価期間における、事業を実施する場合（With Project）と事業を実施しない場合（Without Project）の将来の収入・費用を予測し、その財務状況の差分より、財務内部収益率（FIRR）と純現在価値（NPV）を算出した。

7.4.1 財務評価の前提

財務分析は以下の前提に則って行われた。

- (1) 「事業を実施する場合（With Project）」と「実施しない場合（Without Project）」の比較

「事業を実施する場合（With Project）」

Nong Bon 処理地区において、処理場建設・遮集管整備が、提案された履行期間内で完了する。処理場の計画処理量は 2017 年までは 90,000 m³/日（FS レベル）とし、その後 2021 年と 2031 年の拡張工事により、処理量がそれぞれ 22,500 m³/日ずつ増加する。これら事業実施の結果、地区内に位置する運河の水質が改善し、地域住民の衛生状態も向上する。

「事業を実施しない場合（Without Project）」

污水排除施設の現在の状態が維持されるが、公共水域への污水放流が続くことから、人口増加と共にノンボン地区の運河水質が現状より悪化する。

- (2) 財務分析の評価期間は、計画・建設期間の 2012 年～2017 年（6 年間）及び事業開始後 2018 年～2047 年（30 年間）の合計 36 年間と規定した。
- (3) 本事業の概算事業費は、税金・関税を除いた 2010 年 10 月時点の物価を用い、初期建設費用と維持管理費を計上した。
- (4) 財務妥当性を図る FIRR の基準として、タイ国の 2010 年の実質金利 3.13 %の数値を用いた。実質金利は、2010 年の商業銀行の最低貸出利息平均である 5.94 %より、インフレ率（CPI）2.72 %を除いて算出した。（出典：Bank of Thailand）

7.4.2 財務費用

以下に初期建設費用、及び維持管理費用の詳細を示す。

(1) 初期建設費

事業を実施する場合(With Project)

遮集管の整備時期により、2つの代替案が示されているが、経済分析結果に大きな差異が発生しないことから、代表的な1時期での整備案の費用を元に分析を行った。基本ケースの年度毎の建設費割り当ては、以下の表 7.4.1 のとおりであり、初期建設費への政府補助の割合と、JICA 有償資金を利用した場合に分けて、表 7.4.2 に示す5つの代替案を作成した。

表 7.4.1 事業実施費の年度割り当て（財務費用）

(百万 Baht)

		2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	合計
工事・ 資機材費	内貨	24.4	103.5	103.3	1,446.2	1,435.1	1,423.5	4,536.0
	外貨	2.0	33.7	33.6	571.1	566.8	562.4	1,769.6
	合計	26.4	137.2	136.9	2,017.3	2,001.9	1,985.9	6,305.6

出典：調査団

表 7.4.2 初期建設費の代替案

	初期建設費（2015～17年の建設費の分配）		
	BMA 負担	政府補助	JICA 円借款利用(*)
代替案1：フルコストリカバリー	100%	0%	-
代替案2：40% 補助	60%	40%	-
代替案3：60% 補助	40%	60%	-
代替案4：O&M 費用のみ	0%	100%	-
代替案5：フルコストリカバリー、円借活用	15%	-	85%

* JICA 円借款の条件：返済期間: 40年、返済猶予期間: 10年、利率: 0.65%

評価期間は36年を想定したため、最終年度に5年分を返済する想定とした。

*代替案の設定は、初期建設費用のみに適応し、その他、以下に記載する施設の拡張、補修、残存価額等の前提は等しい。

出典：調査団

施設の拡張・補修・残存価額等は以下の前提で計算した。

- ・ 初期建設費のうち電気・機械設備分(1,249.9百万 Baht)については、15年後に100%の更新費が必要となる。
- ・ 処理場の拡張工事は、2021年と2031年に各539.8百万 Baht を計上する。拡張費用は全て電気・機械設備と想定し、15年毎に更新費が100%分発生する。
- ・ 浄水場躯体、配管施設(工事費用から電気・機械設備分を除いた費用)の耐用年数を50年、電気・機械設備を15年と想定し、評価年数終了時の2045年に残存価格を計算し、便益として計上する。

事業を実施しない場合(Without Project)

初期建設費は計上しない

(2) 維持管理費用

事業を実施する場合(With Project)

経済分析における維持管理費算出と等しく、予想された平均処理費用の 3.41 Baht/m³ を用いて算出した。詳細は表 7.3.3 を参照。

事業を実施しない場合(Without Project)

下水処理自体が実施されないため、維持管理費は計上しない

以下に、各代替案での初期建設費（建設費、拡張費、補修費、残存価格）と維持管理費を含めた合計費用の図を示す。（詳細の数字は付録 8 表 8.3 を参照）

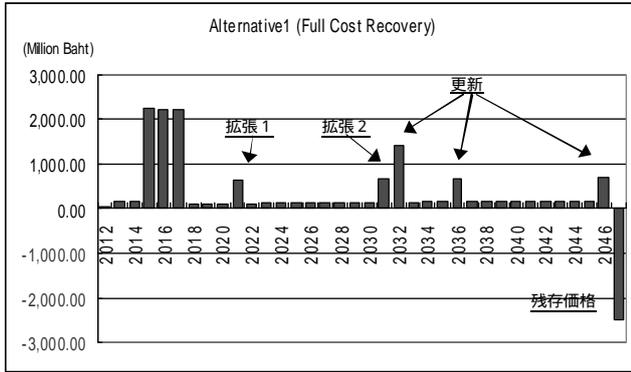
PPP スキームの導入検討

BMA は民間企業参加による業務効率化のため、将来的な PPP (Public Private Partnership) による事業実施を検討している。調査団は上記のプロジェクト費用を元に、1 案として本処理場整備事業を 30 年間 (2018 ~ 2037 年) の BOT (Build-Operate and Transfer) で実施し、BMA が事業者毎年一定額のサービス料を支払う想定とした場合の結果を添付資料に記載した (Alternative-6)。

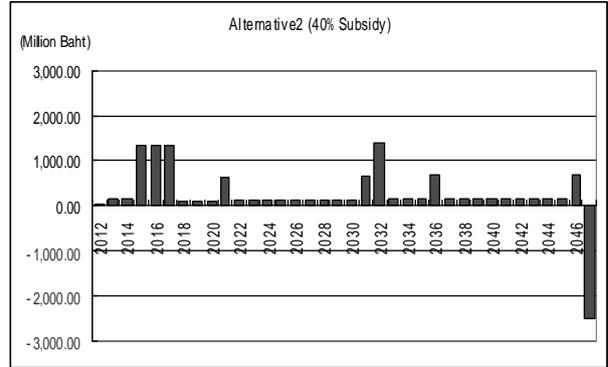
30 年後に実施事業者のキャッシュフローバランスがプラスとなるには、BMA より事業実施者に年間 710.5 百万 Baht 支払う必要があることが判明した。この費用は事業地での料金総額を大幅に上回っている状態であり、補助金・事業分割等の支援が必要である。料金徴収が開始されていない現状では、PPP 事業の採用は時期尚早であると考えられる。

なお、上記の試算には、民間運営による維持管理の業務効率化、設計時の経費削減効果等は検討されていないため、技術的な側面も含め、将来的により詳細な検討が実施されることを期待する。

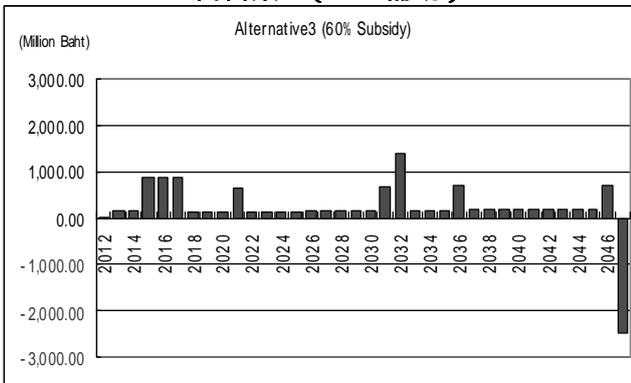
代替案 1 (フルコストリカバリー)



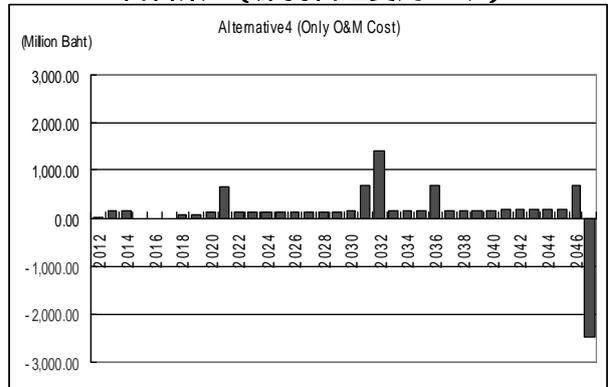
代替案 2 (40%補助)



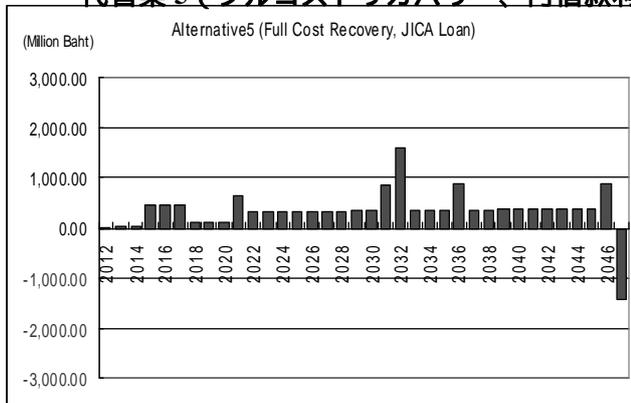
代替案 3 (60%補助)



代替案 4 (維持管理費用のみ)



代替案 5 (フルコストリカバリー、円借款利用)



出典：調査団

図 7.4.1 費用代替案

7.4.3 収入予測

料金収入予測に関し、水道事業の有収水量予測は、MWA から得たデータ (M/P 報告書、表 5.3.1 参照) に基づいている。また、料金は表 7.2.1 に示された現在の料金計画に基づき、2010 年のレポートにおいて分析された、生活用カテゴリー (2.00 Baht/m³) と、商業用カテゴリー (2.37 Baht/m³) での料金平均値を用い、Nong Bon 処理区での 2020 年の計画給水量 (生活用 16,216,409 m³、業務用 24,324,614 m³) より、平均値は 2.22 Baht/m³ と試算した。

ノンボン地区では、下水処理が始まる 2018 年より、料金徴収が開始される予定とし、各年の給水量と徴収料金を乗じて求めた。

料金徴収率（徴収額/請求額）は、MWA の 2010 年 10 月~2011 年 4 月の平均値である 99.2% を用いた。また処理水量予測が 2041 年以降は設計容量を超え一定となるため、下水道料金が徴収できる水量に関してもその後は一定と仮定した。

下水道料金体系に関し、3 つの試算を作成したが、全てのケースで、既存下水処理地区における料金徴収を 2012 年より開始する想定とし、BMA の計画している 5 年毎の料金補正で、10~30% ずつ料金を上げる計画とした。なお、実際の料金改定には、この増加率以外に、インフレ率による料金改定を行なうこととなる。

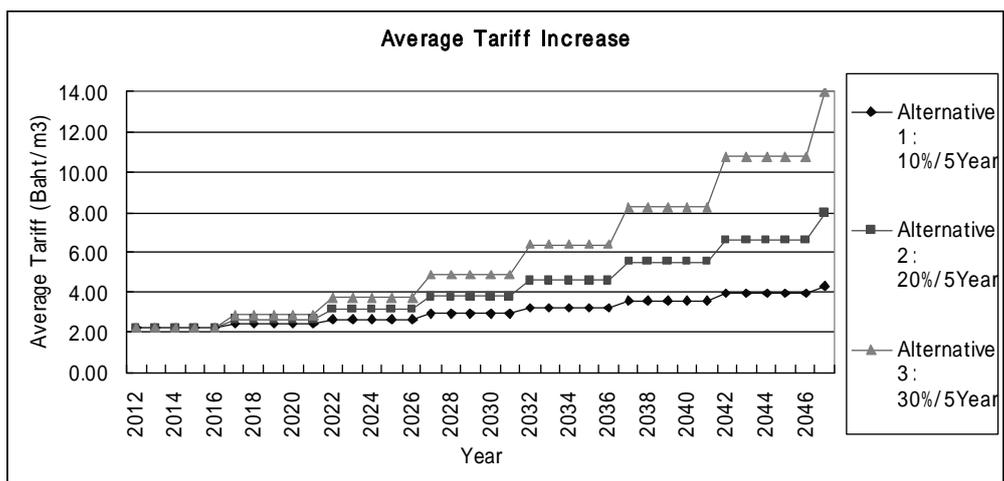
また、BMA は MWA に料金徴収委託料を支払う必要があり、各年の世帯数に毎月 3.5 Baht（年間 42 Baht、ただし初年度開始時のみ 10 Baht）をかけた金額を毎年の収入額より排除して計算した。なお、合計接続数は 2012 年に約 70,000 と予想されており、接続数は給水量に比例して 0.5% ずつ増加すると想定した。

表 7.4.3 料金収入の試算案

	徴収開始	5 年毎の料金増加率
料金試算 1 案 (10%/5 年)	2012 年	10%
料金試算 2 案 (20%/5 年)		20%
料金試算 3 案 (30%/5 年)		30%

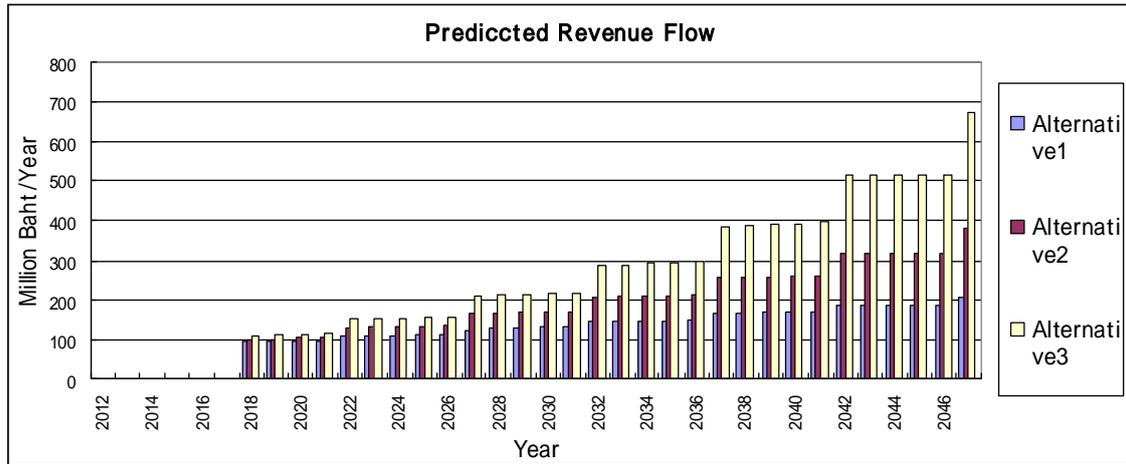
出典：調査団

以下の図に、平均下水料金金額と収入額を示す。(詳細は付録 8 表 8.4 参照)



出典：調査団

図 7.4.2 試算案毎の平均料金設定 (Baht/m³)



出典：調査団

図 7.4.3 試算案毎の平均収入 (百万 Baht)

7.4.4 財務分析結果

5つの費用代替案、および3通りの料金試算案において財務分析を実施し、その結果をFIRR、及び割引率が0%、3.13%の場合の純現在価値（NPV）の値として以下に示す。（詳細キャッシュフローは付録8表8.5参照）

表 7.4.4 財務分析結果

FIRR			Revenue		
			Alternative 1	Alternative 2	Alternative 3
			10%/5years	20%/5years	30%/5years
Cost	Alternative 1	BMA 100%, Subsidy 0%	-5.7%	-3.8%	-1.7%
	Alternative 2	BMA 60%, Subsidy 40%	-4.8%	-2.6%	-0.3%
	Alternative 3	BMA 40%, Subsidy 60%	-4.2%	-1.8%	0.8%
	Alternative 4	BMA 0%, Subsidy 100%	-2.1%	1.6%	5.9%
	Alternative 5	BMA 15%, ODA Loan 85%	-17.7%	-11.7%	-5.5%

NPV (Discount Rate =0%)			Revenue		
			Alternative 1	Alternative 2	Alternative 3
			10%/5years	20%/5years	30%/5years
Cost	Alternative 1	BMA 100%, Subsidy 0%	-7,675.7	-5,743.5	-3,002.2
	Alternative 2	BMA 60%, Subsidy 40%	-5,027.7	-3,095.5	-354.2
	Alternative 3	BMA 40%, Subsidy 60%	-3,703.8	-1,771.6	969.7
	Alternative 4	BMA 0%, Subsidy 100%	-1,055.8	876.4	3,617.7
	Alternative 5	BMA 15%, ODA Loan 85%	-8,494.5	-6,562.3	-3,821.0

NPV (D.R.=3.13%)			Revenue		
			Alternative1	Alternative2	Alternative3
			10%/5years	20%/5years	30%/5years
Cost	Alternative1	BMA 100%, Subsidy 0%	-7,125.3	-6,247.5	-5,033.4
	Alternative2	BMA 60%, Subsidy 40%	-4,783.4	-3,905.6	-2,691.5
	Alternative3	BMA 40%, Subsidy 60%	-3,612.6	-2,734.8	-1,520.7
	Alternative4	BMA 0%, Subsidy 100%	-1,270.7	-392.9	821.2
	Alternative5	BMA15%, ODA Loan 85%	-5,182.2	-4,304.4	-3,090.3

出典：調査団

FIRR の値は、政府補助が 60 % 得られる費用代替案 3 において、5 年間毎に 30 % ずつ料金上昇させる収支試算 3 案の場合、プラスとなった。また、政府補助が 100 % あり、維持管理費のみ支払う条件においては、収入試算 2 案（5 年毎の料金上昇 20 %）において FIRR はプラスを示し、収入試算 3 案（5 年毎の料金上昇 30 %）の想定では基準値である 3.13% 以上となり、財務的な事業実施が妥当な水準となった。

一方、フルコストリカバリーの設定とした費用代替案 1・5 においては、どの収入試算案においても NPV はプラスを示さなかった。従って、現在の料金設定に基づいて料金徴収を開始した場合、フルコストリカバリーを達成することは、非常に難しい状況である。

結論として、財務的には、BMA が安定的に下水道サービスを続けるためには、できるだけ早い時期に料金徴収を開始し、その後の 5 年間の料金改定時に 10 ~ 20 % 程度平均料金が上昇する状態を維持することで、固定費・建設費を含めた維持管理予算のうち、半分程度を徴収料金でまかなっていくことが現実的な対応として必要である。

ただし、前述のとおり、現在のタイ国の下水道料金徴収が実施されている地域は少なく、料金徴収を開始すること自体が難しい状況である。BMA が下水道料金徴収を開始し、順調に事業実施が進んだとしても、その後高い料金増率を達成していくことは、社会的な反対を生むことも考えられる。

これら住民の反発を避け、財務的にも持続的な事業を実施するために、BMA は住民の啓発活動に努めるとともに、サービスの品質向上等で、住民の事業理解を推進することが重要である。

8. 優先プロジェクト事業の総合評価

バンコク下水道整備事業準備調査において、Nong Bon 処理区を優先プロジェクト事業に選定し、フィジビリティスタディを行った。本章において、技術面、経済財務面、社会環境面、組織体制面から総合的に優先プロジェクト事業を評価する。

8.1 各側面からの評価

(1) 技術面からの評価

本事業の下水道システムについては、現在既設排水管を流下し、運河等の公共用水域に直接排水されている汚水を遮集する、タイの合流式下水道方式を採用する。このため、流入汚水量については、既設下水処理場の流入実績から発生汚水量の 80%程度は確保できるものとする。

遮集管及び雨水吐き室等については、既にバンコク都で実績のある手法（遮集管の道路下及び運河下敷設、推進工法による遮集管敷設）を採用するので、事業実施に特に問題はない。

下水処理場については、限られた用地に必要な処理能力を有する処理施設を建設する必要があるため、コンパクトな施設計画となっている。これを具体化するために、担体添加式活性汚泥法の採用を提案している。この処理方式は、日本では一般的であるが、タイでは新技術であるため、技術説明会を開催し DDS 職員の理解を促進した。バンコク都では、従来から NP 除去を目的とした様々な新しい水処理方式を採用してきており、今回の担体添加式活性汚泥法についても、この処理方式は基本的に標準活性汚泥法の変法であるため、適切な情報提供、必要な研修を行うことによって、対応可能である。

一方、バンコク都では、タイ式合流式下水道が抱える様々な課題（低い流入水質の改善、雨水吐き室の削減及びポンプ排水区の導入、運河に直接排出される汚水の収集等）を解決することが、今後のバンコク下水道発展のために求められている。

(2) 経済・財務面からの評価

経済分析結果、本事業の EIRR は環境改善の便益に下水道料金の支払い意思額(WTP)及び支払い可能額(ATP)を採用した各条件でプラスを示し 4.0 %、7.2 %となった。いずれも本事業が社会経済的に実行可能であるとされる 10%以下であるが、下水道事業は裨益効果を具現化されにくい傾向があり、計量化されなかった便益と社会的必要性を考慮し、事業を実施することは可能である。

財務分析では、建設費への政府補助が 60 % ~ 100 %得られ、5 年間毎に 20 ~ 30 %ずつ下水

道料金を上げる場合に、FIRR 値はプラスとなり、財務的に事業実施が妥当な水準となった。一方、フルコストリカバリーを設定したどの収入試算案においても NPV はプラスを示さず、現在の料金設定に基づいて料金徴収を開始した場合、フルコストリカバリーを達成することは、非常に難しい状況である。

結論として、財務的には、BMA が安定的に下水道サービスを続けるためには、できるだけ早い時期に料金徴収を開始し、その後の 5 年間の料金改定時に 10～20 % 程度平均料金の上昇を維持することで、固定費・建設費を含めた維持管理予算のうち、半分程度を徴収料金でまかなっていくことが現実的な対応として必要である。

ただし、現在のタイ国において下水道料金徴収が実施されている地域は少なく、料金徴収を開始すること自体が難しい状況である。また、BMA が下水道料金徴収を開始し、順調に事業実施が進んだとしても、その後高い料金値上げを継続することには、困難も予想される。

(3) 社会・環境面からの評価

本事業の実施に伴い、環境項目の中で特に配慮すべき項目（非自発的住民移転の発生、生活手段の喪失、二次汚染の発生、文化財・遺跡の破損・喪失、自然保護区域への影響）について負の影響はないと判断した。結論として、本事業活動により自然・社会的環境を著しく悪化させる可能性はないが、事業の建設段階および運転段階において配慮すべき環境項目（軽微な負の影響）が予想され、その軽減対策とモニタリングの実施が必要である。

その一方、本プロジェクトは Nong Bon 処理区域の汚水を遮集・処理することにより運河の水環境の改善、将来の水質汚濁の防止に貢献し、その結果として地域住民の生活環境向上と社会基盤施設整備を推進させることが期待される。

(4) 組織・体制面からの評価

排水下水道局（DDS）は、大規模な下水道事業を実施した実績があり、既にマネジメント契約を通じて 5 つの下水処理場を管理した経験を持っているため、本プロジェクトの建設及び運転管理の事業を実施する能力を有している。

ただし、今後提案する事業の実施に借款が要請される場合、DDS は 2 国間や多国間のローンを扱った経験がないため、外部資金管理についての能力増強の必要がある。また、今後も下水処理場の運転管理は外部委託されるので、DDS 職員の技量水準を維持し向上させるには適切な研修が重要である。

一方、バンコク都では、DDS が下水処理場及び遮集管・雨水吐き室の建設・管理を行い、既設排水管及び各戸排水設備については公共事業局（PWD）あるいは各区役所が管轄している。下水道施設の目的達成、機能向上、適正管理のために、これら下水道施設の一元的

管理や下水道条例の制定が求められる。

これらの施策により、組織体制の強化、職員の能力開発が図られ、DDS はその事業管理能力をさらに向上することができる。

8.2 総合評価及び提言

(1) 総合評価

以上、各側面からの評価に示すように、本プロジェクトの事業実施は可能であり、本事業の実施によりノンポン処理区の水環境及び住環境は改善し、住民に多くの恩恵をもたらすことができる。

しかし、本プロジェクトを効率的効果的に実施するためには、タイ式合流式下水道に係る技術的課題、下水道料金徴収に象徴される経済財務的課題、下水道を管轄する関係機関の緊密な協力など、いくつかの課題を克服することが求められている。これらの課題は、本調査で提案する様々な取り組みやBMA、DDSによる戦略的、行政的な努力を通じて、克服されるものと期待される。

(2) プロジェクト効果指標

本プロジェクトの事業実施に借款が要請される場合、貸主は通常プロジェクト完成後にプロジェクト評価を行う。

本プロジェクトは、無処理で公共用水域に放流されている下水を処理するプロジェクトであるため、人口や面積増加は適当な指標とならない。よって、業務指標(PI)を参考に、以下の指標が効果指標にふさわしいと考えられる。

(運営指標)

- ・ 水処理施設稼働率(年間汚水処理水量/処理施設年間処理能力)
- ・ 流入水質達成率(計画流入水質に対する流入水質)
- ・ 目標放流水質達成率(計画処理水質に対する放流水質)
- ・ 目標運河水質達成率(運河目標水質に対する運河水質)
- ・ 再生水利用率(年間再生水利用量/年間汚水処理水量)

(経営指標)

- ・ 有収率(年間有収水量/年間汚水処理水量)
- ・ 汚水処理原価(維持管理費)(年間汚水処理費/年間有収水量)
- ・ 経費回収率(維持管理費)(年間下水道料収入/年間汚水処理費)

(3) 提言

上記評価に基づいて、以下を提言する。

ノンボン処理区は良好な住宅地域として今後の発展が見込まれ、水環境及び住環境の改善が求められていることから、早急に本プロジェクトに着手すべきである。

バンコクの下水道事業を効率的効果的に推進するために、タイ式合流式下水道が抱える様々な課題を解決すべきである。

下水道料金徴収を開始し、下水道経営の安定化・健全化を図るべきである。そのためには、住民の理解が得られるように、これまで以上に水環境汚濁の現状及び解決について住民意識の向上を図る活動を促進すべきである。

下水道施設を管轄している関係機関と協力して、既設二次排水管網の調査等を実施するなど、下水道施設の一元的管理を目指すべきである。あわせて、下水道条例を整備すべきである。

上記の事業を円滑かつ強力に推進するために、事業実施機関の人材育成、能力開発を強化すべきである。

最後に、本プロジェクトの事業実施に際し必要と考えられる、以下のソフトコンポーネント支援を提案する。

(研修)

遮集式下水道の改善技術及び雨天時の汚濁負荷削減技術の習得
小面積を可能とする新下水処理法及び下水道施設でのエネルギー回収技術の習得
建設管理、外部資金管理、下水道施設管理の人材育成・能力開発

(業務改善プログラム)

遮集式下水道システムの改善
既設排水管のインベントリー調査
腐敗槽設置を免除できる下水道整備特区制度
業務指標 (PI) の導入
下水道条例の制定

APPENDICES

TABLE OF CONTENTS

Appendix-1 Record of Meetings

Appendix-2 List of Documents and Data

Appendix-3 Existing Drainage Outlets in Nong Bon Treatment Area

Appendix-4 Results of Runoff Analysis

Appendix-5 Photos and Sample Drawings of Manholes in Klong

Appendix-6 Facility Planning for Nong Bon WWTP

Appendix-7 Breakdown of Project Cost

Appendix-8 Economic and Financial Analysis

Appendix-9 Pamphlet of Nong Bon Wastewater Treatment Project

Appendix-10 Presentation Materials for Stakeholder Meetings

Appendix-11 Proposal for Exceptional Service Area

Appendix-12 Discharge Standards for Industrial Wastewater

Appendix-1

Record of Meetings

- 1) **Manning Schedule**
- 2) **DDS Working Group Member List**
- 3) **100927 Discussion Record on FS**
- 4) **100930 2nd Steering Committee Meeting Report**
- 5) **101022 Discussion Record on FS Condition at Prawet**
- 6) **101102 Discussion Record 2 on FS**
- 7) **101112 Discussion Record 3 on F/S**
- 8) **110120 Discussion Record (1) on F/S**
- 9) **110126 4th Working Group Record**
- 10) **110131 3rd Steering Committee Meeting Report**
- 11) **110217 Stakeholder Meeting Record**
- 12) **110224 Discussion Record (2) on FS**
- 13) **110310 Discussion Record (3) on FS**
- 14) **110316 Discussion Record (4) on F/S**
- 15) **110329 2nd Stakeholder Meeting Record**
- 16) **110330 5th Working Group Record**
- 17) **110331 4th Steering Committee Meeting Report**

1) Manning Schedule

Position	Name	Organization	2010												2011								
			MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAY						
Team Leader/Water Pollution Control	MIYAMOTO MASAFUMI	TOKYO ENGINEERING CONSULTANTS Co., Ltd.	(40)	(40)		(42)			(40)							(38)		(25)					
Sector Development Strategy/Legal System	INOUE YAKURO	NIPPON KOEI Co., Ltd.	(30)	(30)	(30)	(30)																	
Sewerage Planning	TAKAHASHI HARUKI	TOKYO ENGINEERING CONSULTANTS Co., Ltd.	(40)		(40)	(22)	(30)		(21)	(20)								(72)					
Sewer and Pumping Station Design	KAJURA TAKEKI	NIPPON KOEI Co., Ltd.			(40)				(43)									(56)					
WWTP Design/Water Quality Analysis	IZUMI KUNIMASA	TOKYO ENGINEERING CONSULTANTS Co., Ltd.	(30)				(46)		(35)									(39)					
Mechanical and Electrical Facilities Design	MISAWA YOSHINORI	TOKYO ENGINEERING CONSULTANTS Co., Ltd.							(28)														
Cost Estimation/Construction Planning	TANAKA NORIO	TOKYO ENGINEERING CONSULTANTS Co., Ltd.							(34)														
Organization and Business Management	NURUL ISLAM	NIPPON KOEI Co., Ltd.				(30)																	
Economic and Financial Planning	MURAKAMI TAKESHI (KRI International Corp.)																						
Environmental Assessment/Water Pollution Analysis	KAWACHI MASAHIRO	TOKYO ENGINEERING CONSULTANTS Co., Ltd.	(30)				(30)																
Report	Submission		IC/R	P/R	IT/R1	IC/R2	IT/R2	DF/R	F/R														
Remarks:	<p>Phase 1 : Revision of Master Plan</p> <p>Phase 2 : Feasibility Study</p> <p>On-site Work</p> <p>Home Work</p>																						

2) DDS Working Group Member List

คณะกรรมการสนับสนุนโครงการ Preparatory Survey for Bangkok Wastewater Treatment Project

ชื่อ-สกุล	Name	Position
1. นางสาวศุภิมาล เกษสมบูรณ์	Mrs.Suthimol Kessomboon	Sanitary Engineer 8
2. นางจันทนา รัตนพงษ์	Mrs. Chantana Rirattanapong	Scientist 7
3. นางสาวเกศรัชญา กลั่นกรอง	Ms.Katerachada Klankrong	Sanitary Engineer 7
4. นายกฤษภัทร ยินทรีย์	Mr.Kitchapat Yinhirun	Civil Engineer 7
5. นายปธาน บรรจงปรุ	Mr. Pathan Banjongproo	Sanitary Engineer 6
6. นางสาวโสภา บราไกร	Ms. Sopa Burakrai	Sanitary Scientist 6
7. นายโอภาส แสงทองประกาย	Mr. Opas Seangtongprakay	Sanitary Scientist 6 Chononsi WWTP
8. นายประชา แก้วปรำงค์	Mr. Pracha Kaewprang	Sanitary Scientist 6 Chamchark WWTP
9. นายทรัพย์สัน นนสรำช	Mr. Supsin Nonsurach	Sanitary Scientist 6
10. นายศักดำ ประยงค์หอม	Mr. Sakda Prayonghom	Civil Technician 6
11. นายจมาพรรณ มาศจร	Mr. Chamaphan Masjorn	Sanitary Scientist 4
12. นายธีระสันต์ อมรสัน	Mr. Theerasan Amonsin	Sanitary Scientist 3

3) Discussion Record on F/S

Time and date: 14:00, September 27 (Mon.)

Place: 6F, DDS

Participants:	(DDS Working Group)	(JICA Survey Team)
	Ms. Suthimol Kessomboon	Mr. Masafumi Miyamoto
	Ms. Katerachada Klankrong	Mr. Haruki Takahashi
	Mr. Chamaphan Masjorn	Mr. Kunimasa Izumi

The following points were discussed on the Phase 2 Survey (F/S) from October.

1. Data collection on Nong Bon Treatment Area

Survey Team asked Working Group to cooperate in collecting data on Nong Bon Treatment Area, as follows;

(1) Conditions on WWTP site (Dr. Pathan is in charge)

- Building control/regulation (height, underground and so on)
- Approach road to WWTP
- Effluent discharge route and water body (klong, pond or drainage tunnel: wet & dry season)
- Existing topographical and geotechnical investigation data (level data, boring data and benchmark)

(2) Condition on WWTP design (Ms. Sripat in Information Center is in charge)

- Influent characteristics (Average BOD is 100 mg/l and Maximum BOD is 150 mg/l)
- Effluent characteristics (more stringent water quality in national and BMA standards are applied)
- Operation and maintenance of WWTP (refer to attached "Request relating to WWTP")

(3) Conditions on main roads, klongs and drainage system in the Area (Mr. Chamaphan is in charge)

- Topographical and geotechnical data of existing road and klong (level, water depth and boring data)
- Existing drainage system (location on map, diameter, length, depth and so on)
- Large underground facilities data (electricity, water supply and so on)

(4) Cost and price data (Mr. Krichapat and Mr. Prada are in charge)

- Construction cost of interceptor and pipeline to make cost function, including jacking method and shield tunneling method
- Cost and price data related to cost estimation (refer to attached "Price inquiry list" and "Cost

estimation’). This may be partly available via website of Ministry of Trade, Thailand.

2. Public awareness survey and stakeholder meeting (Ms. Sopa is in charge)

Survey Team explained the schedule of public awareness survey in October and 1st stakeholder meeting at the beginning of November.

Ms. Suthimol suggested that the timing of the 1st stakeholder meeting is not suitable, because it is necessary to explain the outline main facilities of Nong Bon Sewerage System at the first stakeholder meeting.

Survey Team agreed to her suggestion and proposed the 1st stakeholder meeting will be postponed in January 2011 with JICA’s consent.

3. Additional data collection on ITR (Dr. Pathan is in charge)

Survey Team asked Working Group to cooperate in collecting the following data to finalize Interim Report.

- (1) Budget and expenditure (settlement of accounts) of DDS/BMA in each field from 2001 to 2010
- (2) Independent industrial water resource apart from water supply by MWA, which is own ground water use in urbanized area and the outskirt in BMA.

Working Group will nominate some members in each theme mentioned above to cooperate with Survey Team.

4) 2nd Steering Committee Meeting Report

- 1 -

Meeting Report 2/2553
The Preparatory Survey for Bangkok Wastewater Treatment Project
Date September 30nd B.E. 2553 10.00-12.00
Nopbhand Room, Drainage and Sewerage Department
3th Floor , Bangkok City Hall 2

Committees who has joined the meeting

- | | |
|---|---------------------------------|
| 1. Mr. Chanchai Vitoonpanyakit
Inspector General, Office of the Permanent Secretary for the BMA) | Deputy Chair person |
| 2. Mr. Thammanat Chunsano
Deputy Director of Drainage and Sewerage Department
(for Water Quality Management Office) | Committee |
| 3. Assoc. Prof. Sutchai Champa
Sanitary Engineer Expert | Committee |
| 4. Assist. Prof. Boonyong Lowongwat
Sanitary Engineer Expert | Committee |
| 5. Ms. Darunee Supanai
On behalf of Director of Economic and Fiscal Office (Committee)
Department of Finance | Committee in charge |
| 6. Ms. Suwannee Phusuwan
On behalf of Director of Legal and Litigation Office (Committee)
Office of the Permanent Secretary for the BMA | Committee in charge |
| 7. Ms. Ammaraporn Jitraphai
On behalf of Director of Drainage Information System Division (Committee)
Drainage and Sewerage Department | Committee in charge |
| 8. Mr. Chainat Niyomtoon
Director of Water Quality Management Office
Drainage and Sewerage Department | Committee and Secretary |
| 9. Ms.Suthimol Kessomboon
Water Quality Management Office
Drainage and Sewerage Department | Committee and Assist. Secretary |
| 10. Ms.Kate-rachada Klankrong
Water Quality Management Office
Drainage and Sewerage Department | Committee and Assist. Secretary |

Participants who has joined the meeting

- | | |
|--------------------------|----------------------------------|
| 1. Mr. Miyamoto Masafumi | JICA STUDY TEAM |
| 2. Mr. Takahashi Haruki | JICA STUDY TEAM |
| 3. Mr. Izumi Kunimasa | JICA STUDY TEAM |
| 4. Ms. Marisa Kanchana | Economic and Fiscal Office (BMA) |

Committees who was absent from the meeting

- | | |
|---|--------------|
| 1. Mr. Chatinai Nauwaphut
Deputy Permanent Secretary (For Department of Drainage and Sewerage) | Chair Person |
| 2. Mr. Sunya Chinimit
General Director Department of Drainage and Sewerage | Committee |

Begin at 10.00

Period 1 : Introduction for meeting

Acting chair committee (Mr. Chanchai) has explained to the committee that Mr. Chatinai (Chair Person) has another official appointment, so Mr. Chanchai will be the acting chairman.

Result : The committee and participants noticed and accepted

Period 2 : Discussion of the Inception report

The JICA study team has proposed the progress task of the Interim Report "Preparatory Survey for Bangkok Wastewater Treatment Project." and the discussions are as follows.

1. The Steering committees suggest that the conventional (combined) Sewage System is not suitable for BMA because the wastewater has low BOD concentration which leads to high energy consumption and another question is how Japan can solve the problem of low BOD in wastewater and the definition of 3W wastewater (WWW).

The JICA study team declared that in Japan the wastewater treatment plant was designed in smaller size and smaller service area. BMA Wastewater is a 5 unique system with a lot of interceptors and very light capacity. The may leads to high rate of infiltration and lower BOD concentration. For about "3W-Wet Weather Wastewater" is Japanese terms to explain very low BOD concentration occurred after heavy rainfall. The wastewater can be treated by special AS system.

2. The special AS System is such as the "Step feed Aeration" and by design optimum size of aeration tank, the problems of low BOD can be avoided. Also the optional design for such low BOD and SS wastewater are design of WWTP without primary settling tank, using limiting area SBR or Modified Activated Sludge or Membrane System but for the Membrane designer must consider about the unstable of influent wastewater quality.

3. The steering committee suggested that the vicinity at outfall should be designed in harmonized with the public park and beautiful landscape. The outfall structure should be dual drainage options, in dry screen the effluent should be discharge to dilute canal water and to help improve water quality, in rainy season the effluent can be diverted in to Nong bon Reservoir to help reduce drainage capacity of the canal system

4. Chairman has given opinion that the water supply statistics BKK should be higher than 75% (of total MWA) as the JICA study team has presented. The JICA study team said the data was obtained from MWA as separated by branch office area respectively. It was clear for most of area, only Prakanong and Thonburi branch office have the common service area in Bangkok and Samutprakarn. Both of areas can be analyzed and the presented result is reasonable. Anyway Mr.Chairman said the information is critically important and should be rechecked for the certainty.

5. Ms.Supanai D, on behalf of department of finance, BMA has given advice that the study team should present the detail of financial analysis on the three options.

5.1 BMA and Central Government of Thailand invest together

5.2 Soft Loan from JICA, ADB, AFD or the others

5.3 Public Private Partnership (PPP)

Practically, JICA study team have to do the risk assessment on both the financial and technical issues especially in case that government join with private.

6. About the Wastewater Service Area Zoning in the year of 2040 and the Nongkhaem and Tung Kru WWTP which are proposed to be expanded , the committee has question on the period of prediction if it is too long or not. Because too long prediction period can lead to higher deviation. The study team has the same opinion that this study is just a master plan that should be revised in every 5-10 years for better solution.

7. The committee offer to the chairman that in strategy 1.2 can not be practically applied.

Consent of Meeting : the study team should have to concern about all suggestion and let this to be implemented.

Period 4 : others

The JICA study team has submitted the plan to do the feasibility study on Non bon Wastewater Project which is as follows

- Area of Study
- Waste Water Treatment Technology (Process and Option)
- Social and Economy study
- Priority of Project
- Cost Estimation and Construction Plan
- Economical Analysis
- Social and Environmental Study

Consent of Meeting : Informed and Accepted

Meeting Closed at 12.00

Recorded by

Chamaphan Masjorn
(Mr.Chamaphan Masjorn)

Translated by

Pathan Banjongproo
(Mr.Pathan Banjongproo)

Approved by

Suthimol Kessomboon
(Ms.Suthimol Kessomboon)

5) Discussion Record on Conditions of Feasibility Study

Time and date: 9:30, October 22, 2010 (Fri.)

Place: 4F, the Office of Prawet District

Participants:

(Prawet District)

(DDS Working Group)

(JICA Survey Team)

Mr. Supakit Patralarp

Dr. Pathan Banjongproo

Mr. Masafumi Miyamoto

(Chief of Public Work – Pravate)

Mr. Chamaphan Masjorn

Mr. Haruki Takahashi

Mr. Takeki Kajiura

Mr. Natjanapong Pimpin

The following points were discussed related to the condition of Feasibility Study.

1. Existing drainage network in Prawet District

Mr. Supakit gave study team the existing drainage network map which the team asked to make.

2. Conditions of WWTP design

a. The height of WWTP should not be higher than 15 meters as mentioned in the Ordinance of City Planning. The information can be reviewed from the reference at the end.

(Note) A building of four divisions (Machinery, Canal System, Drainage Control Structure System and Sewer System Division) of DDS is under construction, which is 21 meters high. They got permission from the Foundation Suan Luang ROR9 together with Public Park Office, Department of Environment, BMA.

b. The WWTP can be built underground and expanded to the area of Nong Bon Pond without any reduction of pond volume.

Inlet pipe and effluent pipe can be laid down underground along the embankment.

These conditions should be consulted with Drainage Control Structure System Division, DDS, who has responsibility for Nong Bon Pond.

3. Dr. Pathan showed some drawings of buildings of Machinery Division, DDS under construction and also the latest results of soil survey implemented by a surveying company, Ten Consulting Company Limited.

4. Public awareness survey and stakeholder meeting

Survey Team explained about the public awareness survey related to environmental and social consideration to the public in surrounding area of WWTP site.

Mr. Supakit informed that there are no legal measures related to the public hearings in the area. The stakeholder meeting can be held at the district office or at the building in the RAMA9 Park. For the neighborhood awareness, the survey team should pay attention to the users and joggers in the park and the luxurious real estate area 'Mai-Lom-Reoun' managed by a politician's family.

Reference

BMA Ordinance : The control areas to construct, renovate, use or modify the uses of the specific buildings around the RAMA9 Park in Nong Bon Sub-district, Prawat District, Bangkok 2532 (1989)

Article 3 - The controlling area comprised of 3 different areas.

The WWTP is located in Area 1. It covers from Klong Makamthed in the north, Klong Nong Bon in the west, Klong Paladprieng in the East. It exempted the area announced in the decree in the Year of 1988.

Article 4 - In the Area 1, any buildings cannot be built or modified except the followings;

- Single houses
- Government offices
- Commercial buildings excluding row buildings or the big buildings
- Sport arenas for 750 audiences or less or the big buildings
- Roads, dams, bridges, tunnels, waterways or sewers, piers, fences, walls, gates, power supplies, water supplies, governments billboards, billboards for elections and the name plate of the businesses which are smaller than 5 square meters.

Those buildings cannot be higher than 15 meters from the nearest road or pavement level to the highest point of the buildings.

Announced on November 10th, 1989

Major General Jamlong Srimeoung

BMA Governor

6) Discussion Record 2 on F/S

Time and date: 13:30, November 2 (Tue)

Place: 6F, DDS

Participants: (DDS Working Group)	(JICA Survey Team)
Ms. Suthimol Kessomboon	Mr. Masafumi Miyamoto
Ms. Katerachada Klankrong	Mr. Haruki Takahashi
Dr. Pathan Banjongproo	Mr. Takeki Kajiura
Ms. Sopa Burakrai	Mr. Norio Tanaka
Mr. Chamaphan Masjorn	Mr. Masahiro Kawachi

The following points were discussed on Feasibility Study

1. Major points of F/S

(1) Interceptor route

Study Team raised the following three types of route and recommended Plan 3;

Plan 1: Interceptors are laid down under klongs

Plan 2: Interceptors are laid down under roads

Plan 3: Interceptors are laid down under klongs and roads in a manner of most suitable

DDS will examine the Plan 3 and consider the most suitable route together with Study Team.

(2) Facilities planning of wastewater treatment plant

Study Team confirmed planning basis of WWTP, such as capacity, design water quality, projected dry weather flow and design concepts/requirements.

(3) Sewage treatment method

Study Team raised four sewage treatment methods, that is, Conventional Activated Sludge Process (CASP), Sequencing Batch Reactor (SBR), Membrane Bio-reactor (MBR) and Carrier Added Activated Sludge Process (CAASP).

(4) Comparison of four sewage treatment methods

Layout plan of sewage treatment facilities are shown by horizontal projection and profile view, and also Cost Analysis of initial investment and O&M cost are shown.

As the results, Study Team recommended Carrier Added ASP.

DDS requested more explanation on CAASP to examine the comparison because DDS have no experience for CAASP which is new technology.

2. A pilot project of separate sewerage system

DDS proposed some sewerage system in housing estate of National Housing Authority as a pilot project of separate sewerage system, which will be transferred to BMA in future, now under negotiation between BMA and NHA.

3. Surveys by sub-contractors

(1) Progress of contract with sub-contractors

Topographic Survey: PENCO,

Geo-technical Survey: STS Instruments

Public Awareness Survey: Ms. Pakwimol Phienlumlert

(2) The supervisory framework during absence of Study Team from November to January

Mr. Kitchapat, Dr. Pathan and Mr. Chamapan will be nominated as the supervisory team.

4. Consideration on Stakeholder Meeting held in January 2011

DDS will consider the followings.

- Date, place, target participants, program and speakers
- Contents of presentation, documents distributed and article on display
- Budget covered by JICA

7) Discussion Record 3 on F/S

Time and date: 15:30, November 12 (Fri)

Place: 3F, DDS

Participants:	(DDS Working Group)	(JICA Survey Team)
	Mr. Chainat Niyomtoon	Mr. Haruki Takahashi
	Ms. Suthimol Kessomboon	Mr. Takeki Kajiura
	Ms. Sopa Burakrai	
	Mr. Chamaphan Masjorn	

The following points were discussed on Feasibility Study

1. Interceptor Route (Final Plan)

Study team proposed Option 4 which has two influent pipes to WWTP. Option 4 has the lowest construction cost and the shallowest inlet depth (-18.85m). And there is no relay pumping station.

Mr. Chainat, Director of WQMD, agreed the Option 4 is adopted as interceptor route for F/S. DDS (Kitchapat team) will examine the route along road and klong.

2. Design flows were discussed, as follows;

(1) Design Wet Weather Inflow

Study team proposed 5 times of Average Dry Weather Flow as the Design Inflow. That is; the intercepting rate at interceptor chamber is 5 ADWF, and interceptor pipes will be designed to flow 3-5 ADWF by gravity.

(2) Design Pretreatment Flow

Study team proposed 3 times of Average Dry Weather Flow as the Design Inflow. This means that the design flow for screen and grit chamber of WWTP is 3 ADWF and excess of 3 ADWF will be discharged before pretreatment facilities. And 2 times of Average Dry Weather Flow (Design pretreatment flow minus Design secondary treatment flow) will be discharged after pretreatment facilities.

(3) Design Secondary Treatment Flow

Study team proposed Average Dry Weather Flow as the Design Inflow.

DDS will review the design secondary treatment flow of Bang Sue WWTP if it is Average Dry Weather Flow or more.

3. Design influent quality in the final and initial stage

(1) Design Influent Quality in the Final Stage

Study team proposed BOD/SS 150 mg/l, T-N 30 mg/l and T-P 8 mg/l as the Design Quality in the final stage.

Mr. Chainat disagreed about BOD/SS 150 mg/l, because it will not increase in future even if we improve interceptor chamber. Then he gave instructions to his staff to review the actual daily maximum influent BOD/SS of non rain day in rainy season.

(2) Design Influent Quality in the Initial Stage

Study team proposed BOD/SS 100 mg/l as the Design Quality in the initial stage. Then T-N might be 15 or 20 mg/l and T-P 4 or 6 mg/l.

DDS will also review the actual daily maximum influent T-N/T-P of non rain day in rainy season.

4. Discharge point and level of each effluent from WWTP

Mr. Chainat agreed about direct discharge of secondary treated wastewater to the reservoir and also required to discharge the treated wastewater to Klong Nong Bon in order to dilute klong water, where is 1.2 km away from.

DDS said eutrophication would not occur because T-N/T-P of effluent is regulated. Study Team expressed an idea to consider setting of discharge pump to save electricity.

Discharge points of pretreated wastewater and untreated wastewater should be considered more.

5. Wastewater Treatment Process

Mr. Chainat agreed the Carrier Added Activated Sludge Process (CAASP) is adopted as wastewater treatment process for F/S in order to avoid underground structure and reduce the construction cost.

DDS requests more information on CAASP such as possible suppliers, experiences, patents and so on.

8) Discussion Record (1) on F/S

Time and date: 14:00, January 20 (Thu)

Place: 6F, DDS

Participants:	(DDS Working Group)	(JICA Survey Team)
	Ms. Suthimol Kessomboon	Mr. Masafumi Miyamoto
	Ms. Katerachada Klankrong	Mr. Takeki Kajiura
	Ms. Sopa Burakrai	
	Mr. Chamaphan Masjorn	

The following points were discussed on Feasibility Study.

- (1) Environmental and social considerations
 - Study team should make an assessment using the specific facilities data of Nongbon area especially about air pollution, noise and so on.
 - Study team should recommend the method to mitigate the impact of construction on the road traffic. This impact will be the biggest problem of the project from DDS experience.
- (2) WWTP
 - In DDS working group, they will discuss the 3 staged development plan of WWTP recommended by study team.
- (3) Interceptor rout plan
 - Regarding to major underground utilities, DDS will check the F/S data of the other flood control project.
- (4) Sewerage planning
 - Study team should write down the current wastewater generation of Nongbon area on the report chapter 1.
- (5) Steering committee and stakeholder meeting
 - Steering committee : the first week of February, stakeholder meeting : mid-February
 - Study team should add the pictures of Rama IX park to the presentation document.
 - DDS requests study team to translate the presentation document into Thai.

9) 4th Working Group Meeting

on JICA Preparatory Survey for Bangkok Wastewater Treatment

Date and time: 14:00 – 15:30 on January 26 (Wed)

Place: 6F, DDS

Participants;

[DDS] Mr. Chainat Niyomtoon: Director of WQMD, DDS (Chairman)

Ms. Sutimol Kessomboon: Chief of Project and Sludge Management Section, WQMD

Working Group Members (12)

[Study Team] Mr. Miyamoto Masafumi, TEC (Team Leader)

Mr. Takahashi Haruki, TEC

Mr. Kajiura Takeki, NK

Mr. Tanaka Norio, TEC

Mr. Misawa Yoshinori, TEC

Dr. Nurul Islam, NK

Documents distributed;

Draft of Interim Report (2)

Issues discussed at the meeting;

1. Opening

The chairman gave opening remarks.

2. Explanation of Interim Report (2)

Mr. Miyamoto explained the contents of Progress Report by power point presentation.

3. Discussion

(1) New wastewater treatment process and effluent standard

- A wastewater treatment process that removes nitrogen to less than 10 mg/l can comply with effluent standard of BOD 20 mg/l.
- Conventional Activate Sludge Process (CASP) in this alternative comparison should be Recirculating Nitrification/Denitrification Process.
- Study team was requested to give more information on new technologies such as CAASP and MBR including their investment/O&M costs, as Japan has considerable O&M experiences on these technologies .

(2) Influent quality

- Target influent quality in 2040 is questioned due to the big difference from present influent quality. Study team gave an appropriate explanation that the target influent quality is set expecting future increase in value until 2040. The provisional influent quality is set as a practical value in 2020. In this case the CAASP without carrier, that is Recirculating Nitrification/Denitrification Process, is adopted in the provisional stage in 2020 and the carrier will be added at an appropriate time.

(3) Environmental and social considerations

- Study team is requested to make an assessment using the specific data of Nong Bon area such as air pollution, noise and so on.
- Study team is requested to recommend the method to mitigate the impact of construction amid the road traffic. This impact is expected to be the biggest problem of the project from DDS experience.

4. Steering committee and stakeholder meeting

- Steering committee will be held on 31st January and stakeholder meeting in mid-February.
- Study team is requested to translate the presentation document into Thai.

10) 3rd Steering Committee Meeting Report

Meeting Report 1/2554 The Preparatory Survey for Bangkok Wastewater Treatment Project Date 31st January B.E. 2554 14.00-16.00 Nopbhand Room, Drainage and Sewerage Department 3th Floor , Bangkok City Hall 2		
Committees who has joined the meeting		
1.	Mr. Thammanat Chunsano Deputy Director of Drainage and Sewerage Department (for Water Quality Management Office)	Committee
2.	Assoc. Prof. Sutchai Champa Sanitary Engineer Expert	Committee
3.	Assist. Prof. Boonyong Lowongwat Sanitary Engineer Expert	Committee
4.	Ms. Darunee Supanai On behalf of Director of Economic and Fiscal Office (Committee) Department of Finance	Committee in charge
5.	Ms. Suwannee Phusuwan On behalf of Director of Legal and Litigation Office (Committee) Office of the Permanent Secretary for the BMA	Committee in charge
6.	Mr. Narong Jirasubkunakran Director of Drainage Information System Division (Committee) Drainage and Sewerage Department	Committee in charge
7.	Mr. Chainat Niyomtoon Director of Water Quality Management Office Drainage and Sewerage Department	Committee and Secretary
8.	Ms. Suthimol Kessomboon Water Quality Management Office Drainage and Sewerage Department	Committee and Assist. Secretary
9.	Ms. Kate-rachada Klankrong Water Quality Management Office Drainage and Sewerage Department	Committee and Assist. Secretary
Participants who has joined the meeting		
1.	Mr. Miyamoto Masafumi	JICA STUDY TEAM
2.	Mr. Takahashi Haruki	JICA STUDY TEAM
3.	Mr. Norio Tanaka	JICA STUDY TEAM
4.	Mr. Nural Islam	JICA STUDY TEAM
5.	Mr. Yoshinori Misawa	JICA STUDY TEAM
6.	Mr. Takeki Kajiura	JICA STUDY TEAM
7.	Mr. Takeshi Murakami	JICA STUDY TEAM
8.	Ms. Yukiko Tahira	JICA Thailand
9.	Ms. Wandee Rojkarnwong	JICA Thailand
10.	Ms. Marisa Kanchana	Economic and Fiscal Office (BMA)
Committees who was absent from the meeting		
1.	Mr. Chatinai Nauwaphut Deputy Permanent Secretary (For Department of Drainage and Sewerage)	Chair Person
2.	Mr. Chanchai Vitoonpanyakit Inspector General, Office of the Permanent Secretary for the BMA)	Committee (Pensionist)
3.	Mr. Sunya Chinimit General Director Department of Drainage and Sewerage	Committee

Begin at 10.00

Period 1. Chairman announcement

Mr.Thammanat (Deputy Director of DDS) has informed the steering committee that the BMA Deputy Permanent Secretary (Mr.Chartinai) and the General Director of DDS (Mr.Sanya) were carrying official mission at the BMA house of representative and could not join this meeting. Mr.Thammanat has been assigned to be the chairman.

Result : The committee and participants noticed and accepted.

Period 2. Approval of Meeting Report 2/2553

Correction on Page 3, number 4 "chairman had has to concerned about data of demand on water supply" should be corrected to "chairman had concerned about data of demand on water supply."

Result : Approve the meeting report 2/2553

Period 3. Consideration of Interim Report (1) Conceptual Master Plan and Interim Report and (2) Feasibility Study, the steering committee has discussed as follow :

- 1) BOD values that presented by Water Quality Model in the Report seems to be unbelievable (page 3 , slide No.5)
JICA expert : the BOD presented by Water Quality Model of Klongs in the report are the results from simplified mathematical model where the deviation can not be omitted .
- 2) Dissolved Oxygen in the effluent is controlled to be 5 mg/l, this value may be not so harmonized with other parameters , especially with the concentration BOD = 20 mg/l and SS = 30 mg/l
JICA expert : the dissolved oxygen level in effluent referred to BMA standard only.
- 3) Comparison between Conventional Activated Sludge Process (CASP) and Carrier added Activated Sludge Process (CAASP)
JICA expert : The Carrier added Activated Sludge Process (CAASP) can receive higher BOD load than the CASP at same size of reactor so this CAASP will help save construction area.
- 4) The Conceptual Master Plan has shown the rearranged service capacity of Dindang WWTP to be 263,171 m³/d and which is less than the designed capacity 350,000 m³/d .
JICA expert : The number 263,171 just shows the estimation of wastewater generated in the rearranged service area of Dindang WWTP but in the practical situation, Dindang WWTP can be operated at the maximum capacity, depends on the operation.
- 5) The number of existing water outlet (136 points) in Nonbon Project should be rechecked because a lot of temporary pumps have been installed in such place and these are not the normal drainage points.
JICA expert : The study team will check again about this matter.
- 6) The designer must concern about odor control, any structure of WWTP should have to be well protected and without future problem with odor.
JICA expert : The study team will consider this comment again.
- 7) The committee has suggested the study team to do the risk assessment for this project investment. The financial analysis should be included with the comparison between case (1) BMA investment together with government subsidies (2) Pubic Private Partnership and (3) Soft loans from various sources

JICA expert : It is trued that the financial expert just have been arrived in Thailand and start his job only few days age. After the financial analysis result has its outcome, it will be reported to the committee.

- 8) The committee has suggested JICA expert to strongly concern about energy saving in the design of the project.

JICA expert : The study team accept this comment.

Result : The study team will concern about all suggestion and let this to be implemented.

Period 4. No matter for discussion.

Meeting Closed at 16.00

Recorded by

Chamaphan Masjorn
(Mr.Chamaphan Masjorn)

Translated by

Pathan Banjongproo.
(Mr.Pathan Banjongproo)

Approved by

Suthamol Kessomboon.
(Ms.Suthamol Kessomboon)

11) Stakeholder Meeting Record

The 1st Stakeholder Meeting for Nongbon Wastewater Treatment Project

17th February B.E. 2554 09.00-12.00

7th Floor , Meeting Room at Prawet District Office

1. A number of stakeholders (participants)

Organization	A number of Stakeholders
1. Steering Committee	6
2. DDS officer	16
3. Prawet District officer	12
4. JICA Study Team and JICA (Thailand)	11
5. Representative from Communities	56
6. Business Representatives	12
Total	113

2. Suggestions from the Stakeholder

In the Nongbon Wastewater Project's Stakeholder meeting, stakeholders can spell their questions directly to the DDS administrator or write their questions and suggestions in the leaflets. All questions can be summarized as follows:

- 1) The wastewater treatment activities should be the co-operation between stakeholder and government bodies. People should have their self respect on water environmental protection while government bodies/ organizations should prepare/implementation of long term environmental project. As they know, the government bodies just work following their responsibilities as described in the legal framework only and many things are not practically applicable. Only when the governor joins the mission, then the canal water can be free from garbage. The suggestions are as follows
 - How can the communities share parts in the integrate wastewater treatment activity
 - People should take part in the work which makes the good cooperation aspect. feeling
 - Government Officer should think on integration model.

Answer: The Project is now under the feasibility study in the construction stage, there will be some impacts but after the construction is finished, the WWTP will be under operation 24 hr, now the project requires comments

from stakeholder to apply to the project. It is possible to let people participate in some wastewater treatment activity.

- 2) Some real estate projects have directly discharge their wastewater to public canal and have no wastewater treatment

Answer: wastewater should be drained into collection pipe (actually, it is the drainage pipe included with rain water) exceeding rain water will pass through to the public canal but wastewater will be separated to the wastewater collection system.

- 3) A Request from the stakeholder is all the sewers should be rechecked the illegal wastewater discharge into public canal.

Answer: The survey will be carried on intensively during the detailed design.

- 4) Suggestion: real situation and information should be obtained from local resident, not only from the district office.

Answer: Accepted to be considered

- 5) Wastewater is not solely originated from water consumption from water supply but also other sources and not has to flow through sewerage network.

Answer: In principle, wastewater is originated from water supply but also some sources such as leachate etc., the organization who is the source of this should take care of the matter.

- 6) BMA Administrator or Officer should visit Tup Chang Canal Area because several new real estate projects have been developed, and they still discharge wastewater directly to the canal.

Answer: there will be additional survey later.

- 7) What is the impact of Sewer Construction in canal?

Answer: the impact may occur during rainy season. But we will apply better technology to minimize the impact to people who use canal for transportation or other proposes.

- 8) The community representative suggest that the DDS should select 2 representatives from each community along the canal to be the committee who is responsible for the canal protection in their community and all over the district area

Answer: DDS may inform the others organization who is in charge to take care of this matter.

- 9) What can local people take part or benefit from the Nongbon's WWTP implementation.

Answer: As the result, Surface Water Quality will be improved, but the canal network is linked cross to other area outside the service area where without WWTP so in some area may have effect from wastewater originated from outside Nongbon Area. In the future after all areas have wastewater treatment service, there will be complete improvement of canal water quality.

10) How long does it take for the project implementation?

Answer: The feasibility study takes about one year period.

11) The community member should have right to be the committee who is responsible for canal protection.

Answer: To be Considered.

12) After the wastewater project finish, there will be also the collection of wastewater tariff or not?

Answer: the answer can not be confirmed now identified, the central government had policy to let MWA (Metropolitan Waterwork Authority) collect the wastewater bills. At the present time, BMA has to pay annually about 550 Million Baht to cover the wastewater treatment expense. The wastewater tariff will help subsidize these facilities.

13) What will be the application of the Effluent Water?

Answer: The Effluent will be partially reuse for road cleansing and plant watering (non-crop irrigation)

14) How about the effluent water quality and control of water qualities?

Answer: The BMA effluent water has higher quality than Effluent Water Quality Standard.

15) What should people adapt themselves to help water environment?

Answer: They should not litter in canal or public waterways.

12) Discussion Record (2) on F/S

Date and time: 15:00 – 16:00 on February 24 (Thu)

Place: 3F, DDS

Participants;

[DDS] Mr. Thammanat Chunsano: Deputy Director General, DDS

Mr. Chainat Niyomtoon: Director of WQMD, DDS

Ms. Sutimol Kessomboon: Chief of Project and Sludge Management Section, WQMD

[Study Team] Mr. Miyamoto Masafumi, TEC (Team Leader)

Mr. Takahashi Haruki, TEC

Mr. Tanaka Norio, TEC

Mr. Misawa Yoshinori, TEC

The following points were discussed on Feasibility Study.

1. Facility Planning of Nong Bon Wastewater Treatment Plant

Mr. Thammanat made a comment on the following points;

- Facility Planning of Nong Bon Wastewater Treatment Plant is planned based on only the economic point of view. Study team should consider some alternative Facility Planning from the view point of social impact.
- People in Prawet District may request the underground structure and it is difficult for DDS to reject such kind of request, because history of modernization, that is, underground structure has been adopted by DDS.

Study Team explained that the surrounding conditions are quite different from those of Bang Sue WWTP site, that there are office building/workshops and reservoir under DDS.

Also Study Team made a point that the idea of modernization history was risky in future development of WWTPs. DDS cannot select above-ground structure anymore in everywhere in future.

Then Mr. Thammanat requested Study Team to show an alternative of underground structure in the report in order to keep room for underground WWTP.

13) Discussion Record (3) on F/S

Date and time: 14:30 – 16:00 on March 10 (Thu)

Place: 2F, DDS

Participants;

[DDS] Mr. Thammanat Chinsano: Deputy Director General, DDS

Mr. Chainat Niyomtoon: Director of WQMD, DDS

Ms. Sutimol Kessomboon: Chief of Project and Sludge Management Section, WQMD

Working Group Members (3)

[Study Team] Mr. Takahashi Haruki, TEC

Mr. Izumi Kunimasa, TEC, Mr. Kawachi Masahiro, TEC

The following points were discussed on Feasibility Study.

1. Cost Estimation

Mr. Thammanat requested Study Team for the following cost comparison, since the estimated cost, 7,835 million Baht, is so high.

(1) To explain the reasons why Nong Bon WWTP is higher than Bang Sue WWTP which is underground structure and includes Environmental Education Building.

- Bang Sue WWTP: 2,475 MB/ 120,000m³/D=20,600 Baht/m³/D

- Nong Bon WWTP: 3,316 MB/ 135,000m³/D=24,563 Baht/m³/D

(2,700MB=135,000m³/D×20,600 Baht/m³/D)

(6) To show necessary indirect cost without foreign loan, since the estimated cost is too high.

- In case of DDS in budget request there is no administration cost, 3% of engineering cost and no contingencies.

(7) To explain the reasons why the cost of alternative plan, underground structure, is 32% higher than the above-ground structure.

2. Facility Planning

(1) Mr. Chainat requested Study Team to consider the alternative plan lowering the roof level to +8m above MSL. This idea comes from the slope setting to approach easily to the roof space which will be utilized for sports/recreation of staff members working at the WWTP.

Mr. Thammanat supported this idea because the 15 m height wall is overpowering for visitors.

(2) Mr. Chainat also requested Study Team to consider the simple structure to enclose the sludge hopper and truck..

14) Discussion Record (4) on F/S

Date and time: 15:00 – 16:30 on March 16 (Wed)

Place: 2F, DDS

Participants;

[DDS] Mr. Thammanat Chinsano: Deputy Director General, DDS

Mr. Chainat Niyomtoon: Director of WQMD, DDS

Ms. Sutimol Kessomboon: Chief of Project and Sludge Management Section, WQMD

Working Group Members (3)

[Study Team] Mr. Miyamoto Masafumi, TEC (Team Leader)

Mr. Takahashi Haruki, TEC

References; Breakdown Sheets of Cost Estimation

The following points were discussed on Feasibility Study.

1. Cost Estimation

(1) Study Team explained the reasons why Nong Bon WWTP is higher than Bang Sue WWTP, as follows;

- Additional cost of CAAS is 251 million Baht
- Additional cost of Emergency Generator and Energy Recovery is 258 million Baht
- Additional cost of Lift Pump for Direct Discharge (2DFW) is 128 million Baht

In addition to above;

- The structure and equipment cost for Dry Pit Pump System is higher than the Submergible Pump System.
- The cost of blower/aeration system and sludge treatment facilities will be higher, because the design influent quality BOD 150 mg/l is higher than the BOD100 mg/l of Bang Sue WWTP.

Furthermore,

- The inflation rate 3.3%/year (an average for the last three years) is considered in the cost estimation of Nong Bon WWTP.; that means 6.6% increase for two years

(Bang Sue WWTP: 2,475 MB/ 120,000m³/D=20,600 Baht/m³/D)

(Nong Bon WWTP: 3,316 MB/ 135,000m³/D=24,563 Baht/m³/D)

3,316 MB - (251 MB+258 MB+128 MB) =3,316MB – 637MB=2,679 MB

2,679 MB/ 1.066=2,513 MB; 2,513 MB/ 135,000m³/D=18,615 Baht/m³/D

- (2) Study Team showed necessary indirect cost according to the request of DDS.
 - The indirect cost of 2,810 million Baht will be lowered to 646 million Baht, under condition of only 3% of engineering cost and tax/duty.
 - Mr. Thammanat requested the necessary indirect cost will be indicated in the report. Study Team answered that the team will consider it in manner of suitable way.

- (3) Study Team explained the reasons why the cost of alternative plan, underground structure, is 32% higher than the above-ground structure.
 - Civil & Architecture Work increase 650 MB
 - Mechanical Work increase 241 MB
 - Electrical Work increase 162 MB
 - Total increase cost is 1,053 MB (32% of 3,316 MB)

2. Facility Planning

- (1) Study Team explained that the proposed alternative plan lowering the roof level to +8m above MSL is almost the same as the underground structure. The reasons are as follows;
 - D-wall will be adopted for earth retaining instead of sheet pile.
 - Effluent Pumps will be operated anytime, even in case of effluent discharge to reservoir.

- (2) Study Team agreed the construction of requested simple building to enclose the sludge hopper and truck.

15) 2nd Stakeholder Meeting Record

The result of
2nd Stakeholder Meeting for Nongbon Wastewater Treatment Project
Date 29th March B.E. 2554 09.00-12.00
Dusit Princess Hotel , Srinagarindra Road, Prawet District

1. Numbers of Stakeholder total 119 participants

From	Number of Participants
1. Member of Bangkok Metropolitan Council and District Council	5
2. The Steering Committee	21
3. Department of Drainage and Sewerage (DDS)	20
4. District officer (Prawet, Suanluang, Bangna)	14
5. JICA Study Team and JICA (Thailand)	9
6. Representative from Communities	47
7. Business Representatives	3
Total	119

2. Stakeholder Suggestions

In the stakeholder meeting for Nong bon wastewater project, it is allowed for the participant to ask directly to the DDS administrator and also to write out their questions and wait for the answer. The stakeholder suggestions can be summarized as follows:

1) A community representative has suggested: As he was informed during the first stakeholder meeting and to join the group of community members from Nongbon wastewater treatment area to visit the Dindang wastewater treatment plant and to see the operation and management of the wastewater treatment plant. He has found that the operation is going on in the good manner with high quality of services. After he asked the local residence near by Dindang WWTP, the answers from the local residents indicated no negative effect from both odor and noise but he want to give some suggestions:

- We should enhance public awareness to manage wastewater before dispose to water sources and also we should.
- Empower law enforcement in the topic of canal area resonation.
- Enhance people's self-discipline about water environment

2) Prawet Community Member has suggested: It is his great pleasure to know about the construction of Nongbon Wastewater Project which will lead to better water environment but he would like to propose possible method to help improve water quality as he has experienced, from Wan Community, that is dispose E.M. into canal twice a month each time 500 liters for 1 years continuously.

3) Ban Mar Community Member has asked: In case of heavy rain fall how can we protect rain water to flow into the wastewater collection system?

Answer: The wastewater sewer is typical a combined system (rain water mixed with wastewater) and is protected by weir and flap gate (for not to contaminate with canal water). During rainy season, the wastewater collection system will accept only 5 times Dry Weather Flow(DWF)only. The excess water runoff will overflow into the canal

4) What time this project will be completed?

Answer : In the next year will be 1 year of design and the next 3 years period will be the construction and testing operation.

5) How long is the sewer to be constructed under Srinagarindra Road?

Answer: It can not be confirmed in this step because this is just preliminary design, not detail design.

6) How much does it cost for the operation and maintenance and when will user being charged for the wastewater fee?

Answer : Bangkok Metropolitan Administration is responsible for the operational expense of the 7 Wastewater Treatment Plants, under the Pollute-Pay-Principle policy of the government, but practically the wastewater user charge still has not fix schedule.

7) How long is the project plan (at 135,000 cubic meters per day)

Answer: The beginning stage (2020) was designed to have capacity 90,000 cubic meter per day but the maximum capacity 135,000 was targeted in the year 2040.

8) How much does it cost for the project construction?

Answer: The construction cost around 7,000 Million Baht. The first stage design is for with the capacity close to 100,000 cubic meter per day but the next step will expand the capacity in accordance with wastewater inflow.

9) According to the information given during this meeting, the distance of sewer construction under road is 43.8 kilometers long. Which Street and road are under the construction plan? This will effect to people who pass on the street and other public utilities.

Answer : The sewer construction under main roads will not be done by open cut method but will be done by pipe jacking method and the opening of manhole/pit will be during late night time only with very small effect to traffic.

10) What is the impact during operation of wastewater treatment plant?

Is it possible to trap all of wastewater in to the treatment process?

Is the user charges are equal between the enterprise and normal local resident?

Answer: During dry season, all wastewater will be collected into the wastewater treatment plant but during rainy season some parts of run-off water will dilute with wastewater and overflow into the canal. The rate of wastewater use charge for business will be higher that the local residents due to higher pollution load and sharing of some investment cost.

11) The sewer construction under the canal will effect to people/local residents or not?

Answer: The sewer construction will be done under the canal not in the canal and at depth about 10 meters underground with the size of diameter around 2-3 meters so it will not effect the usage of Klong by local residents. Even it is the drainage tunnel, the tunnel line will lay more deeper than wastewater sewers at about 20-30 meters under mean sea or ground level with pipe diameter about 5-6 meters and also will not effect to usage of Klong by local residents.

12) When will this project finished?

Answer : The design will be during 2012-2013 and construction begin in 2014.

13) The canal bank in many areas have been occupied by illegal settlement. What will be the solution for this matter? And How?

Answer : Normally, under existing law and regulations this people should be move out but the operation can not be done practically and easily in many area. The gradually application of law should be done together with budget in hand and also the construction of wastewater collection system and treatment plant will help solve such problems by means of sustainable solution.

16) 5th Working Group Meeting on JICA Preparatory Survey

Date and time: 10:00 – 12:00 on March 30 (Wed)

Place: 3F, DDS

Participants;

[DDS] (Acting Chairman)

Ms. Sutimol Kessomboon: Chief of Project and Sludge Management Section, WQMD
Working Group Members (10)

[Study Team] Mr. Miyamoto Masafumi, TEC (Team Leader)

Mr. Takahashi Haruki, TEC, Mr. Izumi Kunimasa, TEC, Mr. Kawachi Masahiro, TEC

Documents distributed;

Power point handout of Draft Final Report on Feasibility Study

Issues discussed at the meeting;

1. Opening

The acting chairman gave opening remarks.

2. Explanation of Draft Final Report on Feasibility Study

Mr. Miyamoto explained the contents of the Draft Final Report by power point presentation.

3. Discussion

(1) Interceptor Route

- Length of interceptor indicated in the pamphlet is wrong. The following is correct.

Length of interceptor under klong is 43.6 km.

Length of interceptor under road is 20.6 km.

- Depth of interceptor under Klong Nong Bon is shallow as 5-10m below MSL, while on the other hand depth of Deep Drainage Tunnel is 20-30m below MSL.

(2) Designed wastewater treatment capacity

- The capacity of secondary treatment is designed by one Average Dry Weather Flow., but hydraulically hourly maximum DWF, that is, two times of DWF, can be received in secondary treatment process in dry season.

(3) Reuse of treated wastewater

- The treated wastewater of Nong Bon WWTP is planned to use for water resource of Rama IX Park.

17) 4th Steering Committee Meeting Report

Meeting Report 2/2554
The Preparatory Survey for Bangkok Wastewater Treatment Project
Date March 31st B.E. 2554 10.00-12.00
Nopbhand Room, Drainage and Sewerage Department
3th Floor, Bangkok City Hall 2

Committees who has joined the meeting

1. Mr. Thammanat Chunsano Committee
Deputy Director General of Drainage and Sewerage Department
(for Water Quality Management Office)
2. Assoc. Prof. Sutchai Champa Committee
Sanitary Engineer Expert
3. Ms. Darunee Supanai Committee in charge
On behalf of Director of Economic and Fiscal Office (Committee)
Department of Finance
4. Ms. Suwannee Phusuwan Committee in charge
On behalf of Director of Legal and Litigation Office (Committee)
Office of the Permanent Secretary for the BMA
5. Ms. Ammaraporn Jitraphai Committee in charge
On behalf of Director of Drainage Information System Division (Committee)
Drainage and Sewerage Department
6. Mr. Chainat Niyomtoon Committee and Secretary
Director of Water Quality Management Office
Drainage and Sewerage Department
7. Ms. Suthimol Kessomboon Committee and Assist. Secretary
Water Quality Management Office
Drainage and Sewerage Department
8. Ms. Kate-rachada Klankrong Committee and Assist. Secretary
Water Quality Management Office
Drainage and Sewerage Department

Participants who has joined the meeting

1. Mr. Miyamoto Masafumi JICA STUDY TEAM

- | | | |
|----|------------------------|-----------------|
| 2. | Mr. Takahashi Haruki | JICASTUDY TEAM |
| 3. | Mr. Izumi Kunimasa | JICA STUDY TEAM |
| 4. | Mr. Kawachi Masahiro | JICA STUDY TEAM |
| 5. | Ms. Yukiko Tahira | JICA Thailand |
| 6. | Ms. Wandee Rojkarnwong | JICA Thailand |

Committees who was absent from the meeting

- | | | |
|----|--|--------------|
| 1. | Mr. Chatinai Nauwaphut | Chair Person |
| | Deputy Permanent Secretary (For Department of Drainage and Sewerage) | |
| 2. | Mr. Sunya Chinimit | Committee |
| | Director General Department of Drainage and Sewerage | |
| 3. | Assist. Prof. Boonyong Lowongwat | Committee |
| | Sanitary Engineer Expert | |

Begin at 10.00 a.m.

Period 1 : Introduction for meeting

Acting Chair committee (Mr.Thammanat Chunsano) addressed to the Steering Committee that Mr.Chatinau Nauwaphut (Deputy Permanent Secretary to BMA) and Mr.Sunya Chinimit (Director General, DDS) are on other official appointment. Mr.Thammanat is assigned to be the acting chairman in this meeting and will be the last meeting to summarize the project contents within the Draft Final Report.

Result : The committee and participants noticed

Period 2 : Approval of the 1/2554 meeting report

1. The committee suggests to the secretary to correct line 2 page 3 from the last meeting report to be “such as the comparison between in the case that BMA invest together with central government and the case that BMA invest together with private sector and the case of soft loan (different sources of loans)
2. Correction of writing in page 3 line 5 the word in Thai mean “economic” is not in correct writing.

Result : The 1/2554 steering committee meeting report has been approved.

Period 3 : Consideration of the Final Report. “Feasibility Study : Nongbon Treatment Area” , the committee has suggestion on some topics as follows.

(1) Correction of Flow Diagram in the slide powerpoint presentation “Design Concept and Requirements” should be reconsider because it can lead to misunderstanding such as: the receiving water body should be “Klong Nong Bon” and “Storm Water Reservoir rather than “Primary Treatment and Secondary Treatment” and at the Sedimentation Basin, there should be the line of “Return Sludge” back to the aeration tank.

(2) The effluent outfall to Klong Nong bon, designers have to assess the adverse effect to the recipient (Klong Nong bon) particularly the problem of hydraulics overload, higher water level effect to people who lives on both sides of the canal. The detail should be written in the final report.

(3) The design of aeration upon the sedimentation tank, designer has to consider the effect of outfall aerosol, if necessary, there should be the cover structure to protect of wastewater aerosol. The JICA working group explains that the cover structure is already designed for the aeration basin to help solve the effect of aerosol.

(4) The project cost consideration, in the list of Foreign Cost (F.C.), there should be the detail of calculation (back up sheet) for the heavy equipments from abroad country and also shows the cost in Thai Baht currency.

(5) The committee suggests the working group to recheck the details of “Financial Status of BMA” in the topic of “Current Liquidity Ratio” data between years 2006-2007 because the printed out value is higher than the aspect.

(6) The committee suggests the word “(Financial Analysis)” to change to be “(Economic Analysis)” and in the final report should identify which alternative is the best.

(7) The JICA study team should estimate the additional cost for the upgrade installation of equipment from the first phase WWTP around 100,000 cubic meter per second to be the second phase at capacity 135,000 cubic meter per second

Result : The JICA study team will complete the project report content as suggested by the steering committee.

Period 4 : Others

(1) The study team will submit “Draft Final Report” to JICA on 15 April 2554 and JICA will pass the document to BMA later.

(2) The secretary inform to the meeting that the representative from Department of Finance suggestion for Draft Final Report that the study team should add some more Financial Analysis which compare 5 alternatives. This is to add more private investment or PPP : Public Private Partnership to be the sixth alternative and to cover all existing possibilities.

Result : The study team will add this analysis into the Appendix.

Meeting closed at 12.00

Recorded by _____ (Mr.Chamaphan Masjorn)

Translated by _____ (Mr.Pathan Banjongproo)

Approved by _____ Ms.Suthimol Kessomboon)

Appendix-2

List of Documents and Data

- 1) Summary of Documents and Data**
- 2) List of Documents and Data**

Category		Number of Document				Administration/Policy			Technical				Economic		
		Document	Sheet	Map	CD	Brochure	General	Strategy	Policy/Regulations	Planning	Design	Survey	Environment	Organization	Finance
21	The meeting document of the Master Plan for drainage system project in Lad prao area, Bang khen area and the part of Chatuchak. (Document & Questionnaire)	129									0				
22	The Revenue and Payment report of BM A budget in 1997-2008	130												0	
23	The Operation & Maintenance and Management of WWTP – Chatuchak	139						/	0						
24	Klong Toey Wastewater Treatment Project, Oct. 2010	140							/		0		/		
25	Location of pumping station installation at Prawet district	141						/	0	/					
26	The Revenue and Payment report of BM A budget in 2007-2009	156							/					0	
27	BOD Loading in the Chaophraya River		23					/				0			
28	Questionnaire on Technical Survey		41								0	/			
29	Major public Park in Bangkok		46				/					0			
30	Operation and maintenance data in 2009		48											0	
31	Map of Nongbon WWTP		60							0					
32	(Draft) Summary of waterworks improvement project and Demand for water and Capability to produce water		67				/			0					
33	Comparative study on Integrated Wastewater Management System Model for Developing Countries under Rapid Urbanization		72				/			/	0				
34	Critina for obstaing the service of sewerage in BKK		74							0	/				
35	Geology of the lower central Plain. (Eng. Ver.)		75				/								
36	History and organization chart of DDS 1999		77 *							/	0		/		
37	(Content) Regulation of environment health in 1992		78							0					
38	Fiscal Year 2007-2008 of DDS		79											0	
39	BKK : primate city (area & population)		80				0								
40	Data of Kh long in water environment control plant		81								0		/		

Category		Number of Document				Administration/Policy			Technical			Economic			
		Document	Sheet	Map	CD	Brochure	General	Strategy	Policy /Regulators	Planning	Design	Survey	Environment	Organization	Finance
41	Chart of Septic tank ,Chart of drainage pipe elevation plan		82 *							0					
42	(Drawing)Network Map of the existing Combined Drains in Din Daeng and Nongbon		84							0					
43	The Land development Act BE2543 (A.D.2000) (Eng. & Thai Ver.)		86 *					0							
44	(Copy) Plan of Minburi WWTP (June 18,2010)		89 *						0						
45	Databse & Tariff Colletion Section of WQMD		90					0				/			
46	Budget Fiscal year of DDS(2006-2009)(Eng&Thai Ver.)		96											0	
47	Report of survey : WTP the tariff in wastewater treatment area		97								0				
48	The study on wastewater treatment change in Thailand and foreign countries, 2010 DDS, BMA (Eng&Thai Ver.)		98									/			0
49	Project drainage tunnel construction in BKK area		99					0	/						
50	Bangkok Four year Public Administration Plan,2005-2008		100				/						0		
51	Canal network (West & East Bangkok)		102 *								0	/			
52	Meeting report (Management about wastewater, garbage and tariff of wastewater treatment)		103						/				0		
53	Chart of Prawet district(Cleaning drainage and manhole)		105 *								0				
54	Profile of Bangkok City		109 *					0	/						
55	Water Quality Management		110 *						/				0		
56	Strategy to increase the efficiency of quality water management		111 *					/	0						
57	(Drawing)Bangkok Wastewater Project – YANNAWA (3 items - In Interceptor-Sewers Calculations : KCN catchment, Rama 4 catchment Final design submission		116							0					
58	Pipe Jacking Cost		121						/						0
59	Drawing of Buildings in Rama 9 Park		125							0					
60	Drawings of the existing WWTPs		126							0					

Category		Number of Document				Administration/Policy			Technical			Economic		
		Document	Sheet	Map	CD	Brochure	General	Strategy	Policy/Regulations	Planning	Design	Survey	Environment	Organization
61	(Copy) Documents of Price Assessment of Bang Sue Project		132						/					0
62	(Copy) Bangkok MRT of the dark yellow line F/S Drawings		133							0				
63	Drainage Project at Suwannabhumi Airport, Dec. 2010		142			/			0					
64	Map show the area of south- Thonburi WWTP Project		143 *						0					
65	Steps for Consultant Selection (Thai&English Version)		151					0						
66	Monthly Results of Water Quality Analysis in 2010		152									/		0
67	Expense for operating wastewater system of WWTP in 2010		153									/		0
68	Financial Assistance From the Danish International Development Agency		155											0
69	(Copy) AS-Built Drawings (Manhole in Klong Sam Sen and Sen Sep)		157							0				
70	(Copy) AS-Built Drawings (Manhole-Type I & II)		158							0				
71	(Drawing) Profile of Klong Nongbon		159							0				
72	Land use Map 2006			53					0			/		
73	Chart of the position of manhole, pipe and septic tank in household			83						0				
74	AS Network Map of the existing Intercept or Pipes in Din Daeng			85						0				
75	WWTP 7			87 *						0				
76	DDS Sewerage Treatment Areas			91						0				
77	Maps of all administrative districts in Bangkok			107					0					
78	Wastewater and Pump station Chart			112					0	/		/		
79	Network Map of the existing Combined Drains Phra Khanong District			113						0				
80	Network Map of the existing combined drains in "Pratwet" District			122						0				

Category		Number of Document				Administration/Policy			Technical				Economic		
		Document	Sheet	Map	CD	Brochure	General	Strategy	Policy/Regulations	Planning	Design	Survey	Environment	Organization	Finance
81	Bangna District – City Planning Map			123						0					
82	Scope of the polders system for solving the flood problem			131					0						
83	Non-ghon Area Topographic MAP			136						0					
84	Electricity Conduit Information Map of Nongbon Area			137						0					
85	Klong Water Quality Improvement Project			154					0	/		/			
86	Chatuchak WWTP : CD # 1			37					0	/					
87	Din Daeng WWTP CD#7			38					0	/					
88	Nong Khaem WWTP : CD #4 As-Built drawing			39					0	/					
89	Tungku WWTP CD#6			40					0	/					
90	Water Quality Management Office Annual Report 2549-2551 (2006-2008)			45 *						/				/	0
91	BKK Comprehensive Plan (Regulation)			52					0						
92	Chaophraya River			58								0			
93	(a) SEA (Thai&Eng. Ver.) (b) Announcement – guideline of EIA (Eng Ver.)			70					0			/			
94	MWA Water Consumption (Dr. Pathan's Thesis)			104				/	/		0				
95	Khlong Data in BKK. (Water Transportation Plan)			108						0					
96	PC Improvement Drawing of Rattanakosin and PCD			114							0				
97	WWTP- Bangsue VDO Representation			135					/				/		
98	Map of WWTP site			144						0					
99	STP Brochures (WWTP: Chon nongsi, Si phraya, Din daeng, Thung Khru)			94 *						0		/			
100	DDS E-magazine			95									0		

Appendix 2-6

Category	Name of Document and Organization	Number of Document					Administration/Policy			Technical				Economic	
		Document	Sheet	Map	CD	Brochure	General	Strategy	Policy /Regulations	Planning	Design	Survey	Environment	Organization	Finance
	221 Annual Report 2007	22						/	/	/			/	0	
	222 Annual Report 2009 (Thai Version)	68							/	/			/	0	
	223 Annual Report 2008 (Thai Version)	69											/	0	
	224 Data of water consumption 2553 (2010)		47									0			
	225 MWA (a)History (b)Water Treatment Plant-Bangkheng (c) Water Treatment Plant – Mahasawat				66		/		0						
Ministry of Natural Resources and Environment															
	226 EIA in Thailand (2007)	61							0			/			
	227 Guidelines for participation of people and assessment the impact of social environment (EIA) (2006)	62							0			/			
	228 Strategic Environment Assessment : SEA (2009)	63 *						0	/			/			
	229 Guidelines for health impact assessment (EIA) (2009)	64 *							0			/			
Pollution Control Department :PCD															
	130 Bangkok Metropolitan Region Wastewater Management Action Plan and Feasibility Study - Vol 1 : Executive Summary (1996)	10					/			0		/			
	131 Vol12: Main Report (1996)	11					/		/	0	/	/		/	
	132 Vol13: Appendices (1996)	12					0								
	133 Vol14: WMA Corporate Plan (1996)	13								0		/			
	134 Bangkok Metropolitan Region Wastewater Management Plan - Main Report (1996)	14					/				/	0	/	/	
	135 Bangkok Metropolitan Region Wastewater Management Plan- Appendices : Part I	15					0					/			
	136 Long Term Plan 32-years (2010 – 2041)		54						0	/		/			
	137 (a) Wastewater Management in Thailand (Eng Ver.) (b) Wastewater Management of community (Thai Ver.)		55						/			0			
	138 Building Effluent Standards from PCD		56						0						
	139 (a) Water Quality in Chaophraya River(2009 : Jan.-July) (b) Water Quality of Khlong in BKK		57							0		/			
	140 Human Development Report 2007		65 *		(65)		/	/				0			

Category		Name of Document and Organization		Number of Document				Administration/Policy			Technical				Economic	
				Document	Sheet	Map	CD	Brochure	General	Strategy	Policy /Regulators	Planning	Design	Survey	Environment	Organization
141		Solid waste management	76 *		(76)				0	/						
142		(Book)Maps of all administrative districts and (CD#1) district & Bangkok map	106		(106)						0		/			
143		(a) Data of industrial activity, estimated wastewater volume, (b) Data of livestock and (c) Journal of infection diseases department			49 *						/		/	0		
144		CPD Brochure - Land use				128					0					
The Other																
145		The study for the Master Plan on Sewage Sludge Treatment/Disposal and Reclaimed Wastewater Reuse – Vol 1 : Executive Summary (1999)	6											0		
146		The study for the Master Plan and Reclaimed Wastewater Reuse in Bangkok – Vol 2 : Main Report (1999)	7											0		
147		Vol 3 : Supporting Report (1999)	8											0		
148		Vol 4 : Data Book (1999)	9											0		
149		Nongkhaem - Tungkru W WTP (Annual Report 2008)	26					/						0		
150		Hydraulic Design	88									/	0			
151		Wastewater Treatment Tank (AQUA Nishiara co., ltd.)	93									0				
152		Soil Boring Report – Project : DDS Building and Work Shop Nongchon swamp, Prawet (JUNE2010)	124											0		
153		Draft Report of Public Awareness Survey (2 copies)	138											0		/
154		Drawing of Telecom Information at Prawet, On Nueh and Suan Luang	145										0			
155		Presentation Sheet : Summary of Inception Report	42									/		0		
156		Water Supply Districts and Sewerage Treatment Areas		92										0		
157		Information of the housing areas in Prawet District				101								0		
158		Catalogs of Screw Press Dewatering				127								0		
159		Bangkok MRT Master Plan				134 *								0		

Appendix 2-9

List of Documents and Data

1. Water Quality Management Office – Annual Report 2551 (2008)
2. Performance Plan of BMA 2009-2012 (English Version)
3. Performance Plan of BMA 2009-2012 (Thai Version)
4. Statistical Profile of BMA (2008) (English Version)
5. Statistical Profile of BMA (2008) (Thai Version)
6. The study for the Master Plan on Sewage Sludge Treatment/Disposal and Reclaimed Wastewater Reuse in Bangkok – Vol 1 : Executive Summary (1999)
7. The study for the Master Plan on Sewage Sludge Treatment/Disposal and Reclaimed Wastewater Reuse in Bangkok – Vol 2 : Main Report (1999)
8. The study for the Master Plan on Sewage Sludge Treatment/Disposal and Reclaimed Wastewater Reuse in Bangkok – Vol 3 : Supporting Report (1999)
9. The study for the Master Plan on Sewage Sludge Treatment/Disposal and Reclaimed Wastewater Reuse in Bangkok – Vol 4 : Data Book (1999)
10. Bangkok Metropolitan Region Wastewater Management Action Plan and Feasibility Study – Vol 1 : Executive Summary (1996)
11. Bangkok Metropolitan Region Wastewater Management Action Plan and Feasibility Study – Vol 2 : Main Report (1996)
12. Bangkok Metropolitan Region Wastewater Management Action Plan and Feasibility Study – Vol 3 : Appendices (1996)
13. Bangkok Metropolitan Region Wastewater Management Action Plan and Feasibility Study – Vol 4 : WMA Corporate Plan (1996)
14. Bangkok Metropolitan Region Wastewater Management Plan – Main Report (1996)
15. Bangkok Metropolitan Region Wastewater Management Plan – Appendices : Part I
16. Metropolitan Water Works Authority – Annual Report 2000
17. Metropolitan Water Works Authority – Annual Report 2001
18. Metropolitan Water Works Authority – Annual Report 2002
19. Metropolitan Water Works Authority – Annual Report 2003
20. Metropolitan Water Works Authority – Annual Report 2004
21. Metropolitan Water Works Authority – Annual Report 2006
22. Metropolitan Water Works Authority – Annual Report 2007
23. BOD Loading in the Chaophraya River
24. Dindaeng Water Environment Control Plant – Annual Report 2009
25. Chatujak Water Environment Control Plant – Annual Report 2009
26. Nongkhaem - Tungkru Water Environment Control Plant – Annual Report 2008

27. Bang Sue Feasibility Study Report Volume 1/5 - For executive summary (Thai Ver.) (2006)
28. Bang Sue Feasibility Study Report Volume 2/5 - For executive summary (Eng. Ver.) (2006)
29. Bang Sue Feasibility Study Report Volume 3/5 - Main Report (Thai Ver.) (2006)
30. Bang Sue Feasibility Study Report Volume 4/5 - Appendices (Thai Ver.) (2006)
31. Bang Sue Feasibility Study Report Volume 5/5 – Basic (2006)
32. Wastewater Tariff : Feasibility Study – Main Report (Thai Version) (1998)
33. Feasibility Study of Klong Toey Wastewater Treatment Project Vol.1 :Executive Summary (2001)
34. Feasibility Study of Klong Toey Wastewater Treatment Project Vol.2 : Main Report(2001)
35. Feasibility Study of Klong Toey Wastewater Treatment Project Vol.3 : Appendices (2001)
36. Feasibility Study of Klong Toey Wastewater Treatment Project Vol.4 : Preliminary Design Drawings (2001)
37. Chatuchak WWTP : CD #1
38. Din Daeng WWTP : CD #7
 - Bangkok Wastewater project stage 1 (PART1) 1/2 AS-Built drawing
 - Bangkok Wastewater project stage 1 (PART2) 1/1 AS-Built drawing
 - Bangkok Wastewater project stage 1 (PART3) 1/4 AS-Built drawing
 - Bangkok Wastewater project stage 1 (PART3) 3/4 AS-Built drawing
 - Bangkok Wastewater project stage 1 (PART4) 1/1 AS-Built drawing
 - Bangkok Wastewater project stage 1 (PART5) 1/3 AS-Built drawing
 - Bangkok Wastewater project stage 1 (PART5) 3/3 AS-Built drawing
39. Nong Khaem WWTP : CD #4 As-Built drawing
40. Tungklu WWTP : CD #6
41. Questionnaire on Technical Survey
42. Presentation Sheet : Summary of Inception Report
43. Bangkok State of Environment Report 2006-2007
44. Water Quality Management Office – Annual Report 2550 (2007)
45. (CD #1) Water Quality Management Office – Annual Report 2549-2551 (2006-2008)
46. Major Public Park in Bangkok
47. (CD #1) Data of water consumption 2553 (2010) -Transition of water supplied population and water consumption by use (domestic,commercial and industrial)
48. Operation and maintenance data in 2009
 - (a) O&M cost and utility consumption for personal, electrical power, chemicals, repair, replacement and so on
 - (b) Wastewater flow of influent and effluent

- (c) Treatment performance: Influent and effluent wastewater characteristic and target value
- 49. (CD #1) (a) Data of industrial activity, estimated wastewater volume
 - (b) Data of livestock
 - (c) Journal of infection diseases department
- 50. (CD #1) Factory BMA Sep 2009 (Industrial area)
- 51. City Planning BMA (Edit #2) and (CD #1) Map : landuse,transport and openspace.
- 52. (CD #1) BKK Comprehensive Plan (Regulation)
- 53. Map and (CD #1) (Land use 2006)
- 54. Long Term Plan 32 years (2010 – 2041) from PCD
- 55. (a) Wastewater Management in Thailand (Eng Ver.)
 - (b) Wastewater Management of community (Thai Ver.)
- 56. Building Effluent Standards from PCD
- 57. (a) Water Quality in Chaophraya River (2009 : Jan.-July)
 - (b) Water Quality of Khlong in BKK
- 58. Map and (CD #1) Chaophraya River
- 59. (CD #1) Rainfall Data from BMA
- 60. Map of Nongbon WWTP
- 61. EIA in Thailand (2007)
- 62. Guidelines for participation of people and assessment the impact of social environment (EIA) (2006)
- 63. Strategic Environment Assessment : SEA (2009)
- 64. Guidelines for health impact assessment (EIA) (2009)
- 65. (CD #1) Human Development Report 2007
- 66. (Brochure #3) MWA (a) History
 - (b) Water Treatment Plant-Bangkhen
 - (c) Water Treatment Plant – Mahasawat
- 67. (Draft) Summary of waterworks improvement project
 - And Demand for water and Capability to produce water
- 68. Metropolitan Water Works Authority – Annual Report 2009 (Thai Version)
- 69. Metropolitan Water Works Authority – Annual Report 2008 (Thai Version)
- 70. (CD #1) (a) Strategic Environmental Assessment : SEA (Thai & Eng. Version)
 - (b) Announcement – guideline of EIA (Eng. Version)
- 71. Action Plan for Flooding Prevention (2010) (Thai Version)
- 72. Comparative study on Integrated Wastewater Management System Model for Developing Countries under Rapid Urbanization (Eng. Version)

73. BMA ordinance: Collection of Wastewater Tariff B.E.2547 (2004) (Thai & English Version)
74. Criteria for obstaing the service of sewerage in BKK.(Thai Version & Translation)
75. Geology of the lower central Plain. (Eng. Version)
76. (CD #1)(Power point) Solid waste management
77. History and organization chart of DDS 2542 (1999)
78. (Content) Regulation of environment health in 1992.
79. Fiscal Year 2007-2008 of DDS
80. BKK : primate city (area & population)
81. Data of Khlong in water environment control plant
82. Chart of Septic tank #5, Chart of drainage pipe elevation plan #1
83. Chart of the position of manhole, pipe and septic tank in household
84. (Drawing) Network Map of the existing Combined Drains in Din Daeng and Nongbon
85. AS Network Map of the existing Interceptor Pipes in Din Daeng
86. The Land development Act B.E.2543 (A.D.2000) (Eng. & Thai Version)
87. (Map) WWTP 7
88. Hydraulic Design
 - 88.1&2.for interceptor route&point chamber at Banthad Thong Rd., (Vol.2/1)
And for throttle pipe at Rama 4 (Vol.2/2)
 - 88.3. for throttle pipe (Vol.3) Khlong Suan Luang
 - 88.4. for interceptor route & point chamber (Vol.4) Khlong Suan Oi
 - 88.6. for interceptor route (Vol.6) Samsen Rd.,
 - 88.7. for interceptor route (Vol.7) Si Ayutthaya Rd., - Ratchasima Rd.,
 - 88.8. Hydraulic Design (Vol.8) Pitsanuloh Rd.,
 - 88.9. for interceptor route & point chamber (Vol.9) Klong Bang Lamphu
 - 88.10. for interceptor route & point chamber (Vol.10) Krung Kasem Rd.,
 - 88.11. for interceptor route & point chamber (Vol.11) Krung Kasem Rd.,-Luk Luang Rd.,
 - 88.12. for throttle pipe (Vol.12) Krung Kasem Rd.,-Luk Luang Rd.,
 - 88.13. for throttle pipe (Vol.13) Rama 4 Rd., - Nakonpathom Rd.,
 - 88.14. for throttle pipe (Vol.14) Klong Phadung Krung Kasem
 - 88.15. for interceptor route (Vol.15) Klong Phadung Krung Kasem
 - 88.16. for interceptor point chamber (Vol.16) Klong Mahanak-Rama 6 Rd.,
 - 88.17. for throttle pipe (Vol.17) Klong Mahanak
 - 88.18. for interceptor point chamber (Vol.18) Klong Mahanak- Klong Bang Lumphu-
Soi Bothitpimuk
89. (Map) Plan of Minburi WWTP (June 18,2010)
90. Database & Tariff Collection Section of WQMD

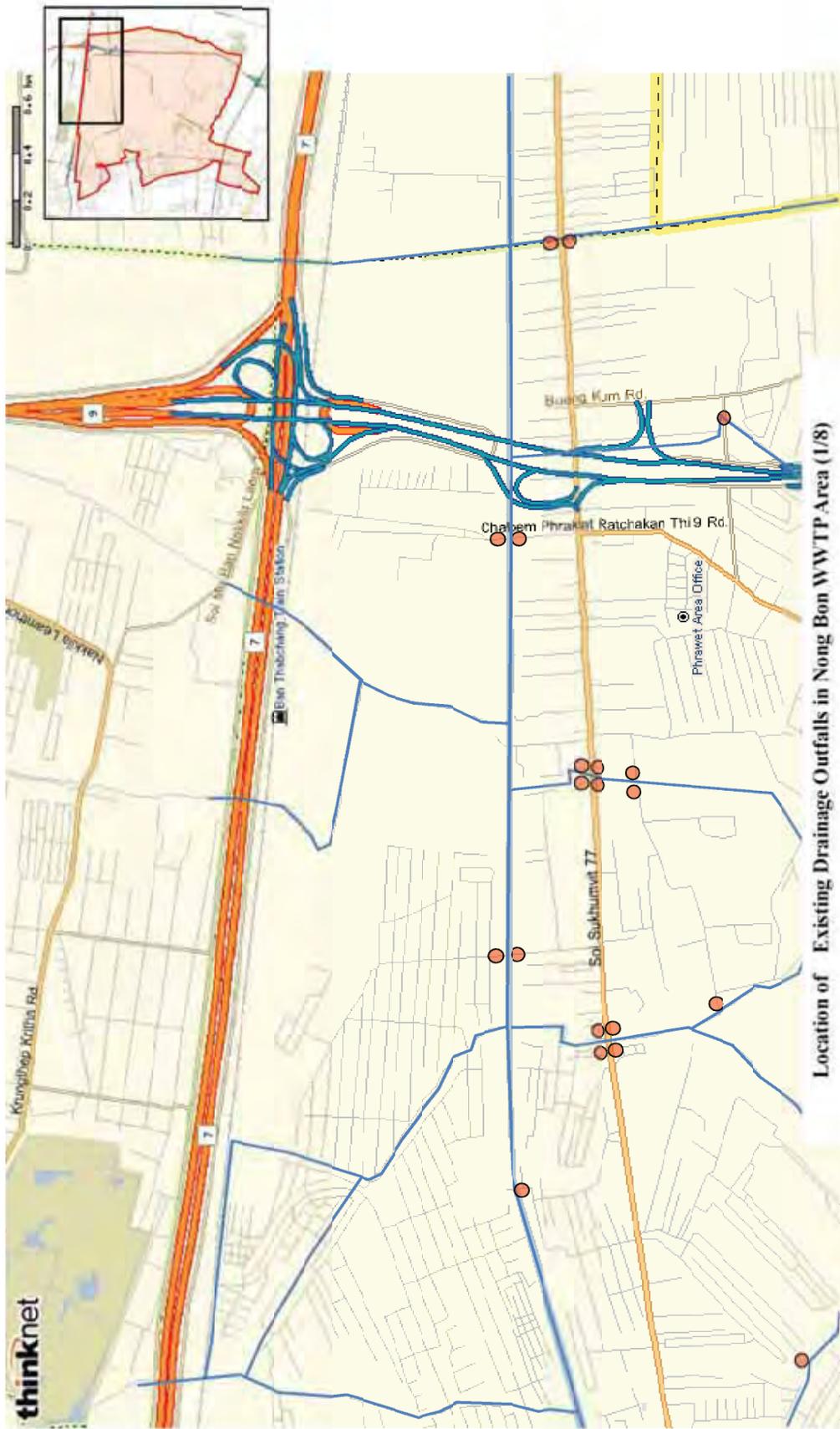
91. (Map) DDS Sewerage Treatment Areas
92. (Drawing) Water Supply Districts and Sewerage Treatment Areas
93. Wastewater Treatment Tank (by AQUA Nishihara co., ltd.)
94. STP Brochures (WWTP Chon nongsi, WWTP Si phraya, WWTP Dindaeng, WWTP Thung Khru #2, UNEP, BMA)
95. DDS E-magazine
96. Budget Fiscal year of DDS (2006 – 2009) (Eng. & Thai Version)
97. Report of survey : Willingness for paid the tariff in wastewater treatment area (from DDS)
98. The study on wastewater treatment charge in Thailand and foreign countries, 2010 DDS, BMA.
(Eng. & Thai Version)
99. Project drainage tunnel construction in BKK area. (DDS,BMA)
100. Bangkok Four year Public Administration Plan, 2005 – 2008.
101. Information of the housing areas in Prawet District.
102. Canal network (West & East Bangkok)
103. Meeting report (Management about wastewater , garbage and tariff of wastewater treatment)
104. MWA Water Consumption (Dr.Pathan's Thesis)
105. Chart of Prawet district (Cleaning drainage and manhole)
106. (Book) Maps of all administrative districts in Bangkok – separate district
(CD) district & Bangkok map
107. (Map #2) Maps of all administrative districts in Bangkok
108. Khlong Data in BKK. (Water Transportation Plan)
109. Profile of Bangkok City
110. Water Quality Management
111. Strategy to increase the efficiency of quality water management
112. Watergate and Pump station Chart
113. Network Map of the existing Combined Drains in Phra Khanong District
114. (CD) IPC Improvement Drawing of Rattanakosin and PCD (from DDS)
115. Final Design Report of Chatuchak District (from DDS)
116. Bangkok Wastewater Project – YANNAWA (3 items - Interceptor Sewers Calculations : KCN catchment, Rama 3 catchment, Rama 4 catchment Final design submission)
117. The survey and design the drainage system project in Bangkokapi district – Main road (# 1/10)
118. The survey and design the drainage system project in Bangkokapi district – Bangkokapi district (#5/10)
119. The survey and design the drainage system project in Bangkokapi district – Wang Thong Lang District (#8/10)

120. Regulation of the office of the Prime Minister in case of public consultation (2005) (From DDS)
121. Pipe Jacking Cost (From DDS)
122. Network Map of the existing combined drains in “Prawet” District
123. Bangna District – City Planning Map
124. Soil Boring Report – Project: DDS Building and Work Shop , Nongbon swamp, Prawet (JUNE 2010)
125. Drawing of Buildings in Rama 9 Park
126. Drawings of the existing WWTPs
127. Catalogs of Screw Press Dewatering
128. CPD Brochure - Land use
129. The meeting document of the Master Plan for drainage system project in Lad prao area, Bang khen area and the part of Chatuchak. (Document & Questionaire)
130. The Revenue and Payment report of BMA budget in 1997 - 2008
131. (MAP) Scope of the polder system for solving.
132. (Copy) Documents of Price Assessment of Bang Sue Project.
133. (Copy) Bangkok MRT of the dark yellow line, F/S Drawings
134. Bangkok MRT Master Plan
135. (DVD) WWTP- Bangsue VDO Representation
136. Nongbon Area Topographic MAP
137. Electricity Conduit Information Map of Nongbon Area
138. Draft Report of Public Awareness Survey (2 copies)
139. The Operation & Maintenance and management of WWTP – Chatuchak
140. Klong Toey Wastewater Treatment Project ,October 2010. (From DDS)
141. Location of pumping station installation at Prawet district
142. Drainage Project at Suwannabhumi Airport (Royal Irrigation Dept. ,Dec.2010)
143. Map show the area of south-Thonburi WWTP Project
144. (CD#1) Map of WWTP site (8 Feb. 2011 from DDS)
145. Drawing of Telecom Information at Prawet, On Nuch and Suan Luang
146. Annual Performance Report for the Fiscal Year 2009
147. (#1 sheet) Organization Chart of Finance Dept,BMA.
148. Credit News of BMA (Announcement No.742)
149. Balance Sheet of BMA as at Sep. 2008-2007 , Sep.2007-2006 and Sep.2006-2005
150. The Expenditure & Budgeting of BMA
151. (#1 sheet) Steps for Consultant Selection (Thai & Eng. Version)
152. Monthly Results of Water Quality Analysis in 2010 (From DDS)

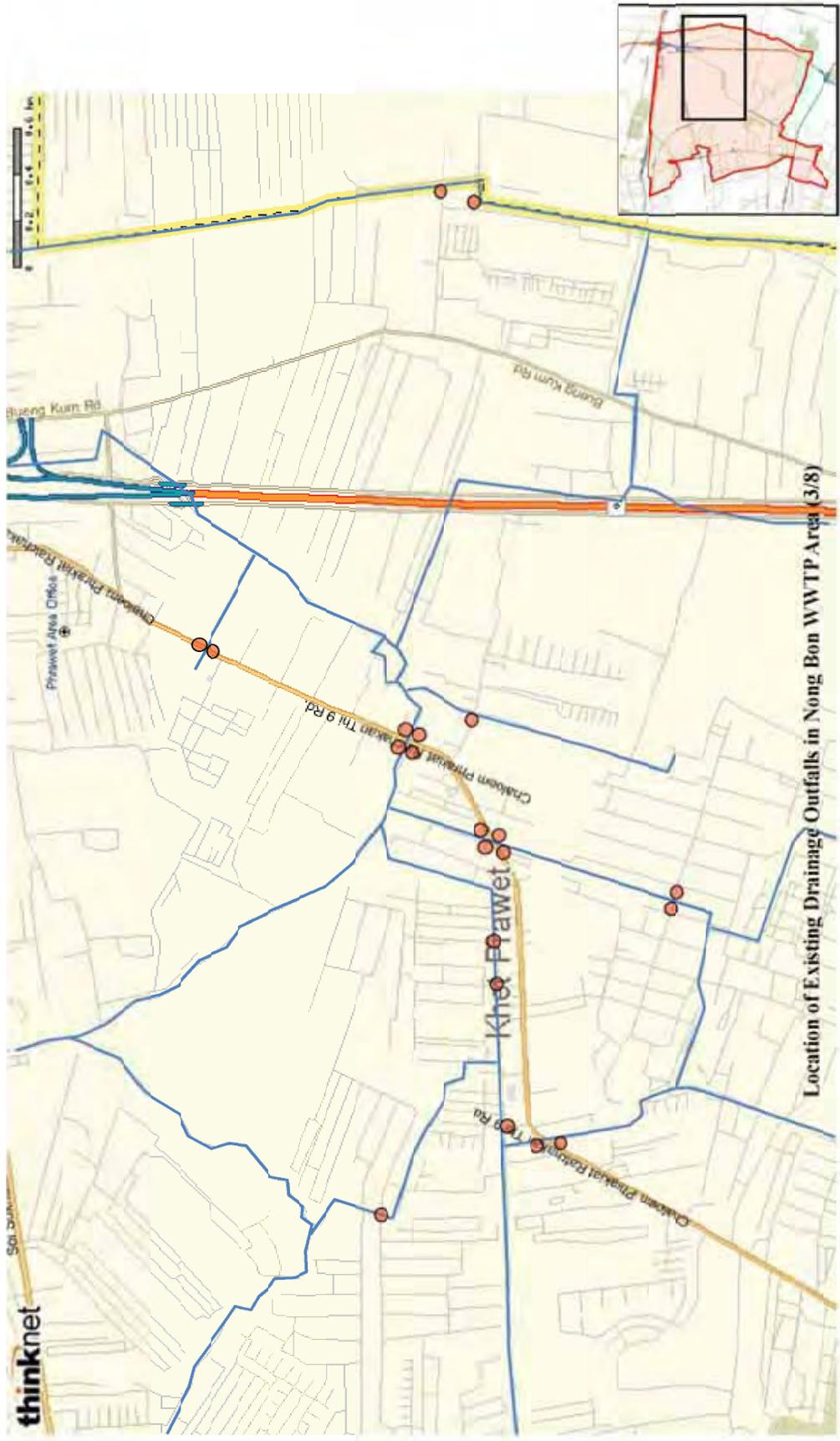
- 153. Expense for operating wastewater system of WWTP in 2010 (From DDS)
- 154. (Map) Klong Water Quality Improvement Project (From DDS)
- 155. Financial Assistance From the Danish International Development Agency
- 156. The Revenue and Payment report of BMA budget in 2007 - 2009
- 157. (Copy) AS-Built Drawings Installation Details (Manhole 171A-3/4 in Klong Sam Sen and Manhole 1.60X in Klong Sen Sep)
- 158. (Copy) AS-Built Drawings Manhole and IPC Installation Details (Manhole Type I & II)
- 159. Profile of Klong Nongbon

Appendix-3

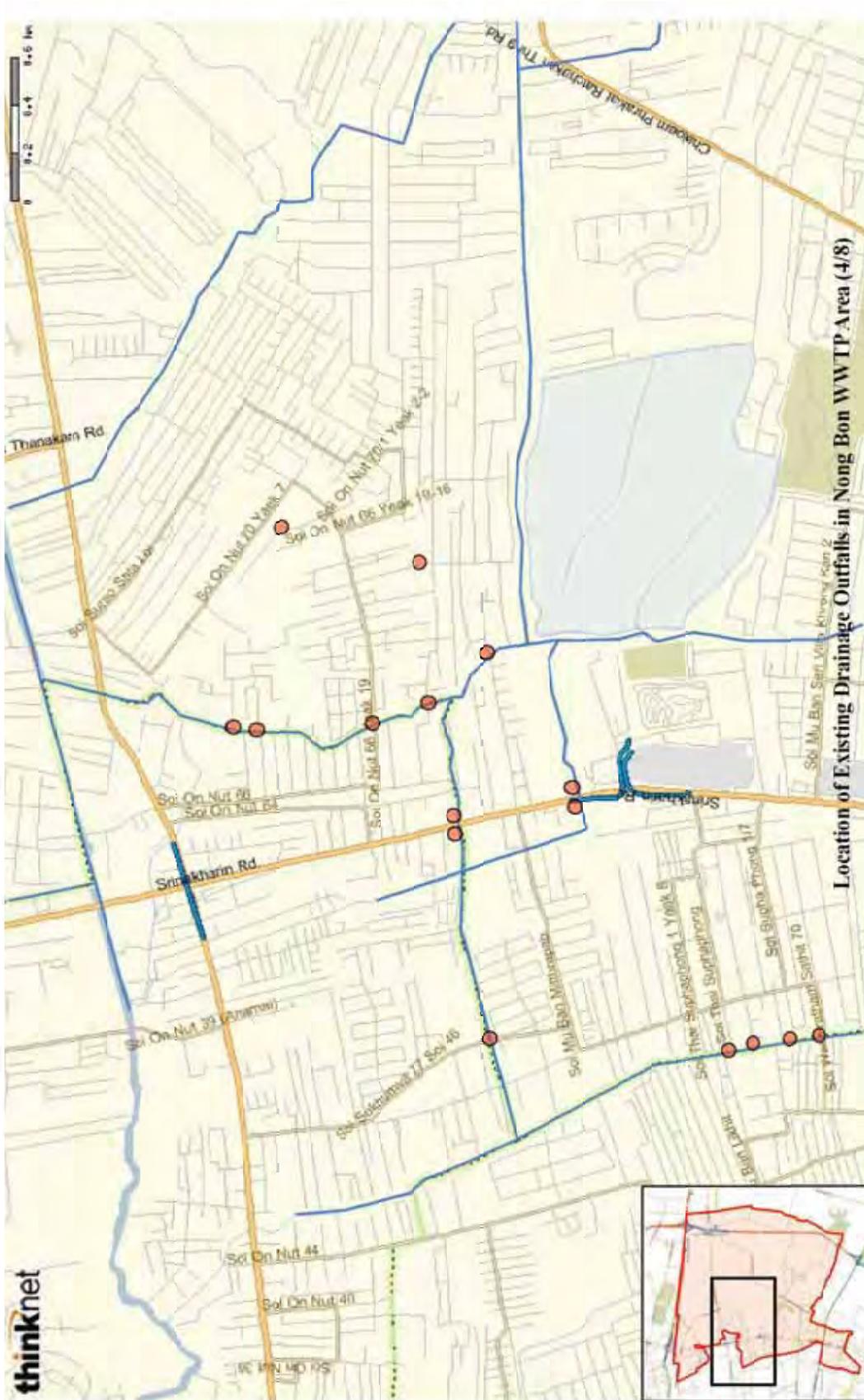
Existing Drainage Outlets in Nong Bon Treatment Area

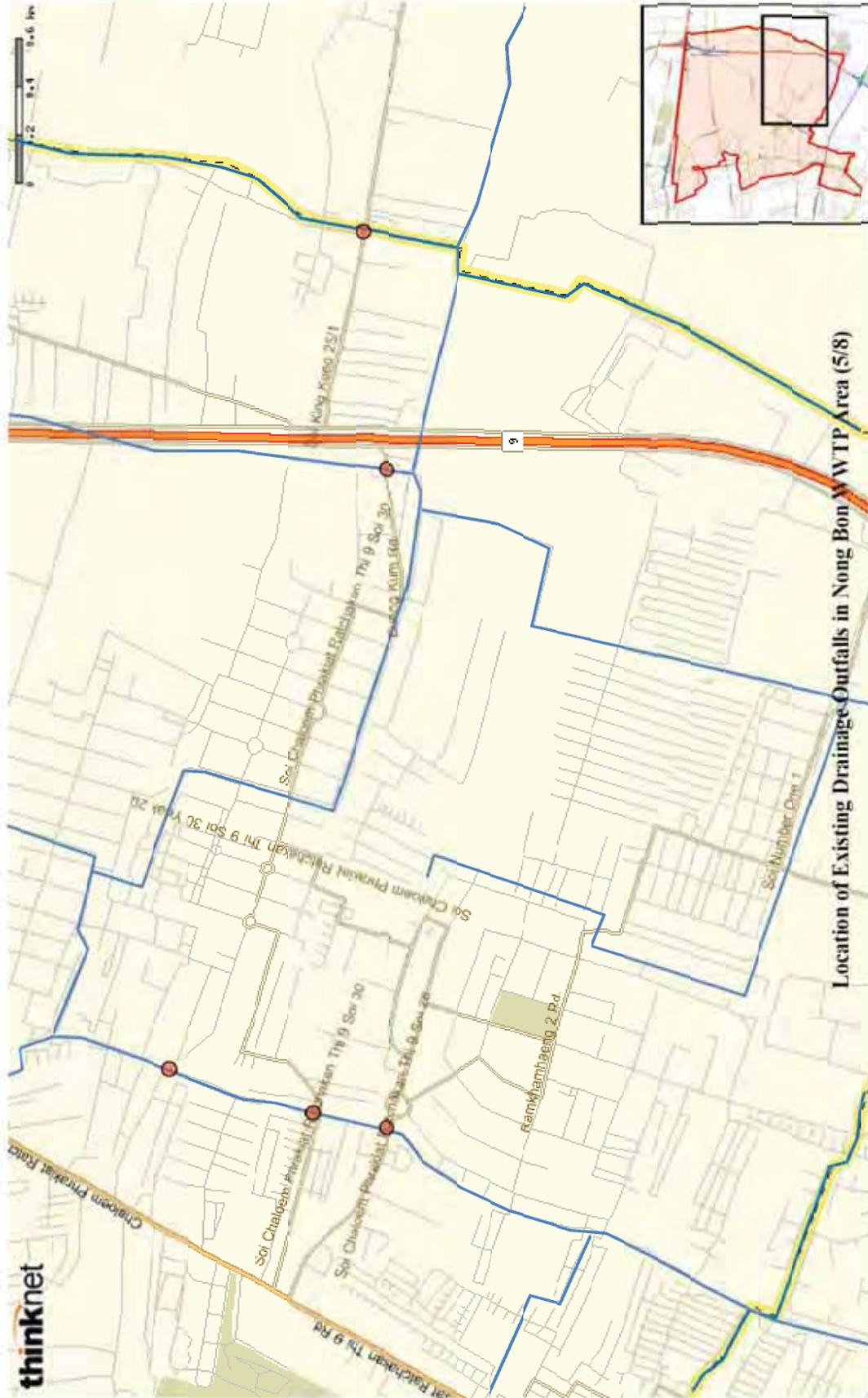


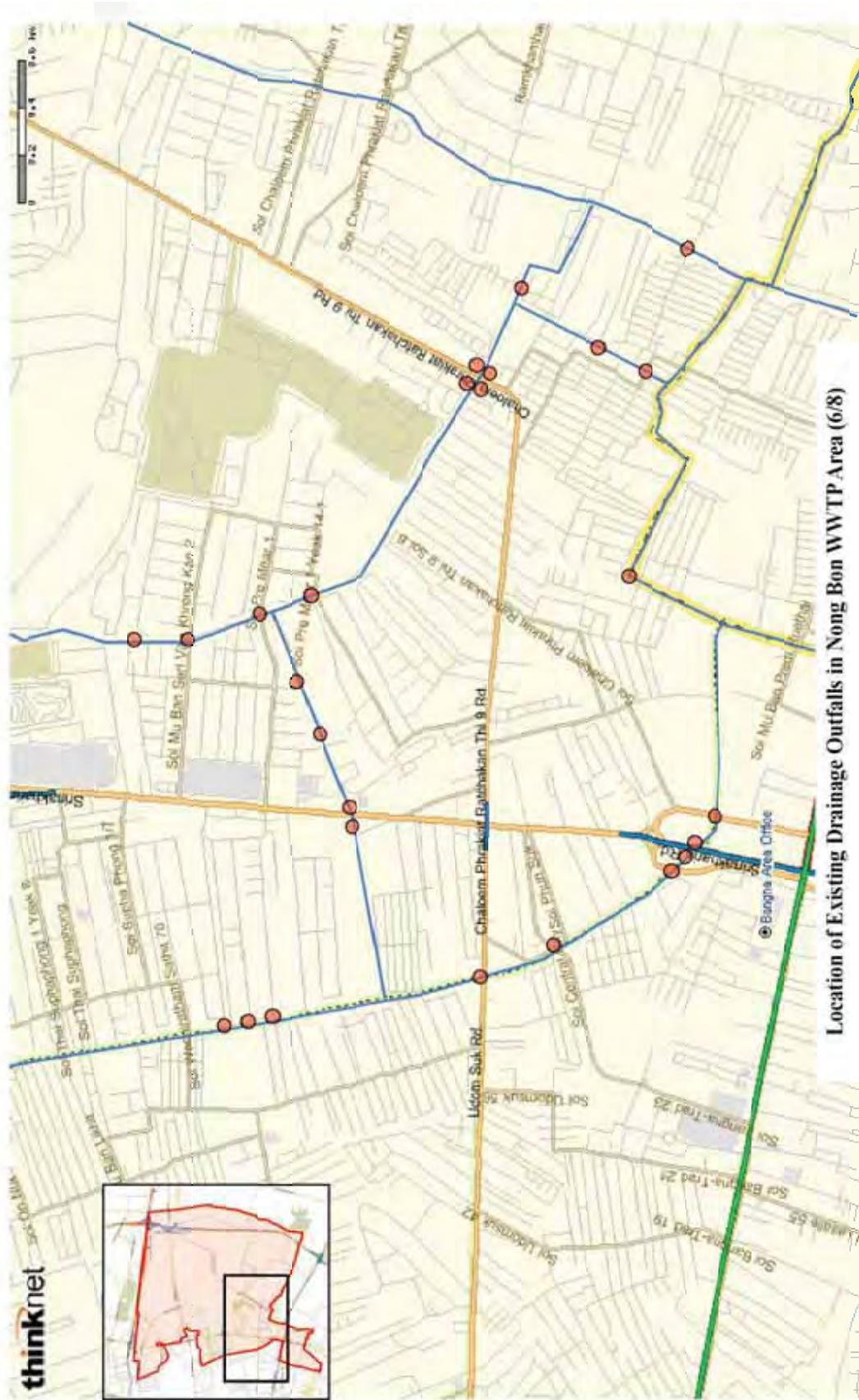
Appendix 3-2



Appendix 3-4







Location of Existing Drainage Outfalls in Nong Bon WWTP Area (6/8)



Appendix 3-8

