

参 考 資 料

参考資料－１ シーパヤ処理場の処理フロー

参考資料－２ ファマーク処理場の平面図

参考資料－３ ホイクアン処理場の処理フロー図

参考資料－４ ヤナワ処理場の処理フロー

参考資料－５ Bung Thung Sang 処理場 処理フロー

参考資料－６ Bung Nong Ki 処理場 平面図

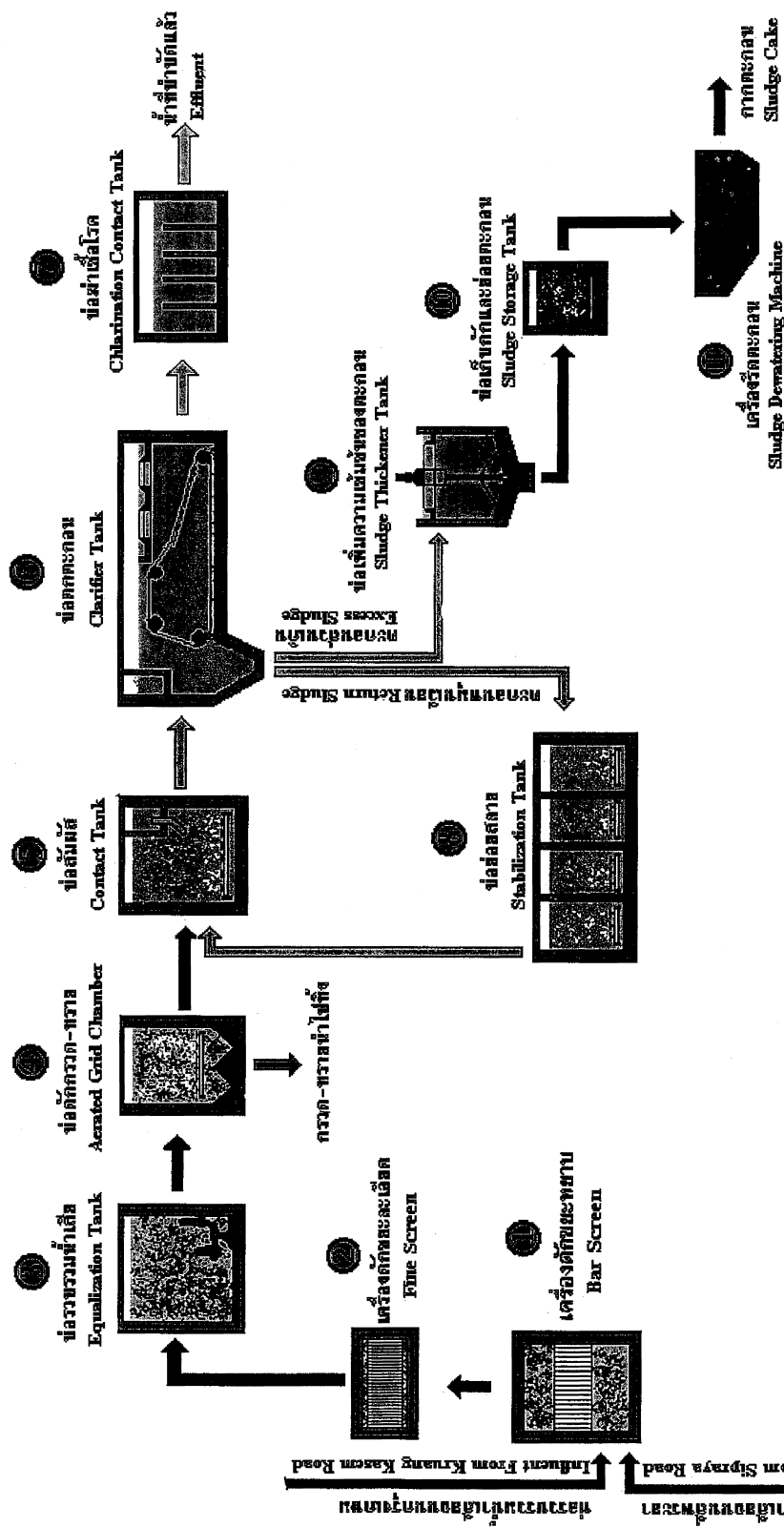
参考資料－７ Bung Nong Ki 処理場 処理フロー模式図

参考資料－８ コンケン市 組織図（１）

参考資料－９ コンケン市 組織図（２）

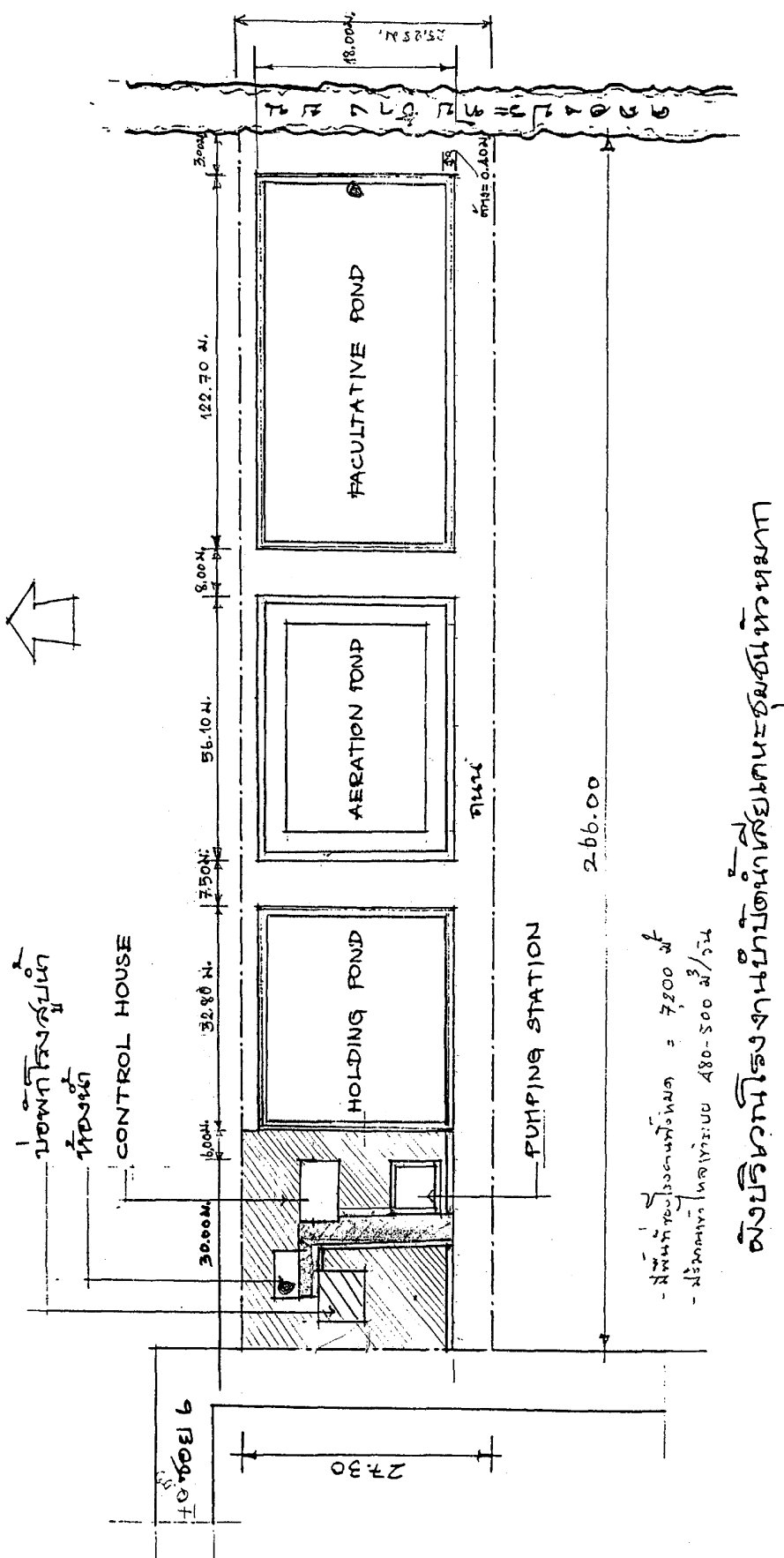
参考資料－１０ 温室効果ガスの排出実態調査

参考資料－１１ タイにおける環境基金事業の現状

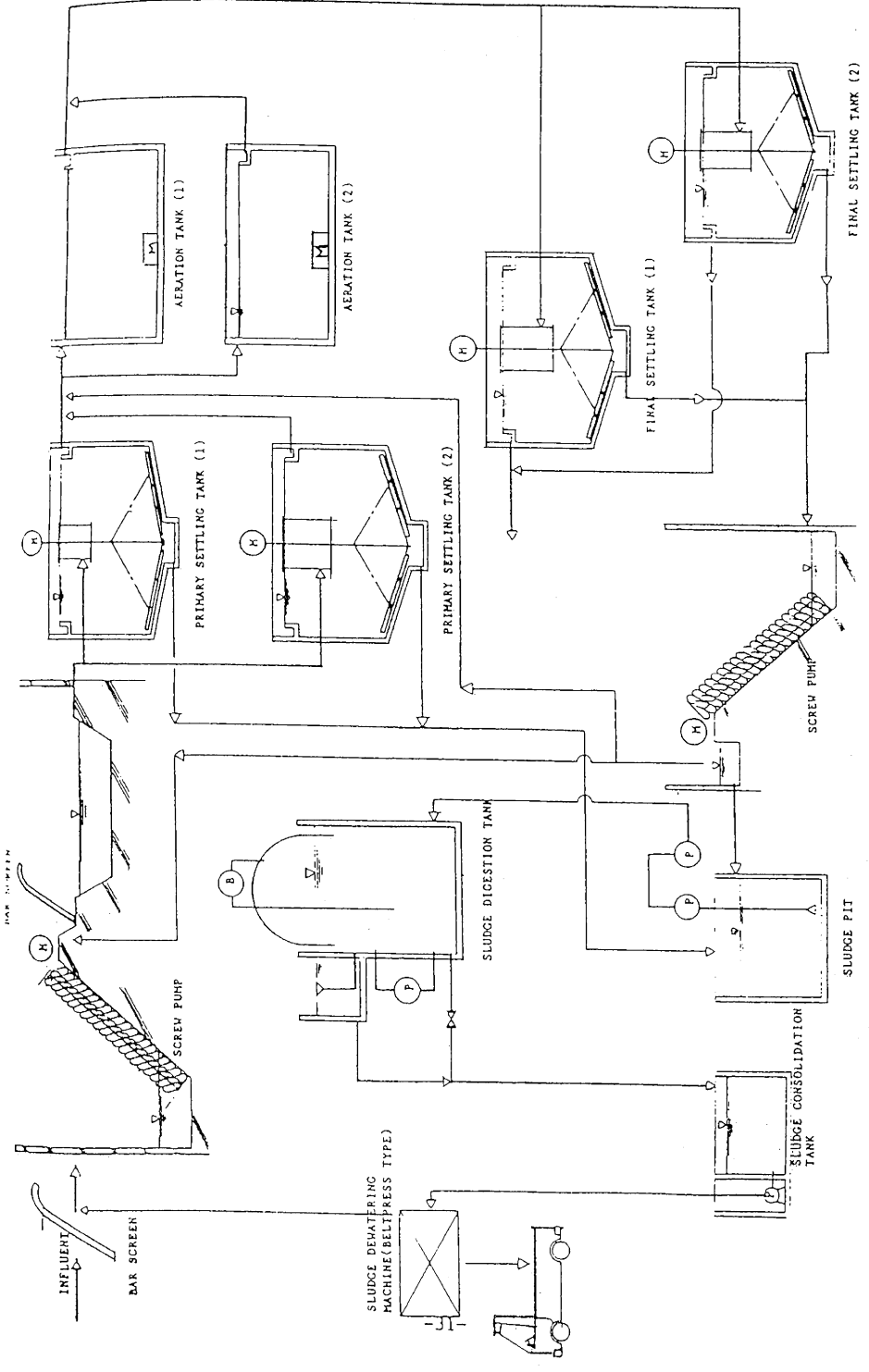


การทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงบำบัดน้ำเสียสัพพะยา
FLOW DIAGRAM OF SIPRAYA WASTE WATER TREATMENT PLANT
CONTACT STABILIZATION PROCESS

ทิศเหนือ (N)

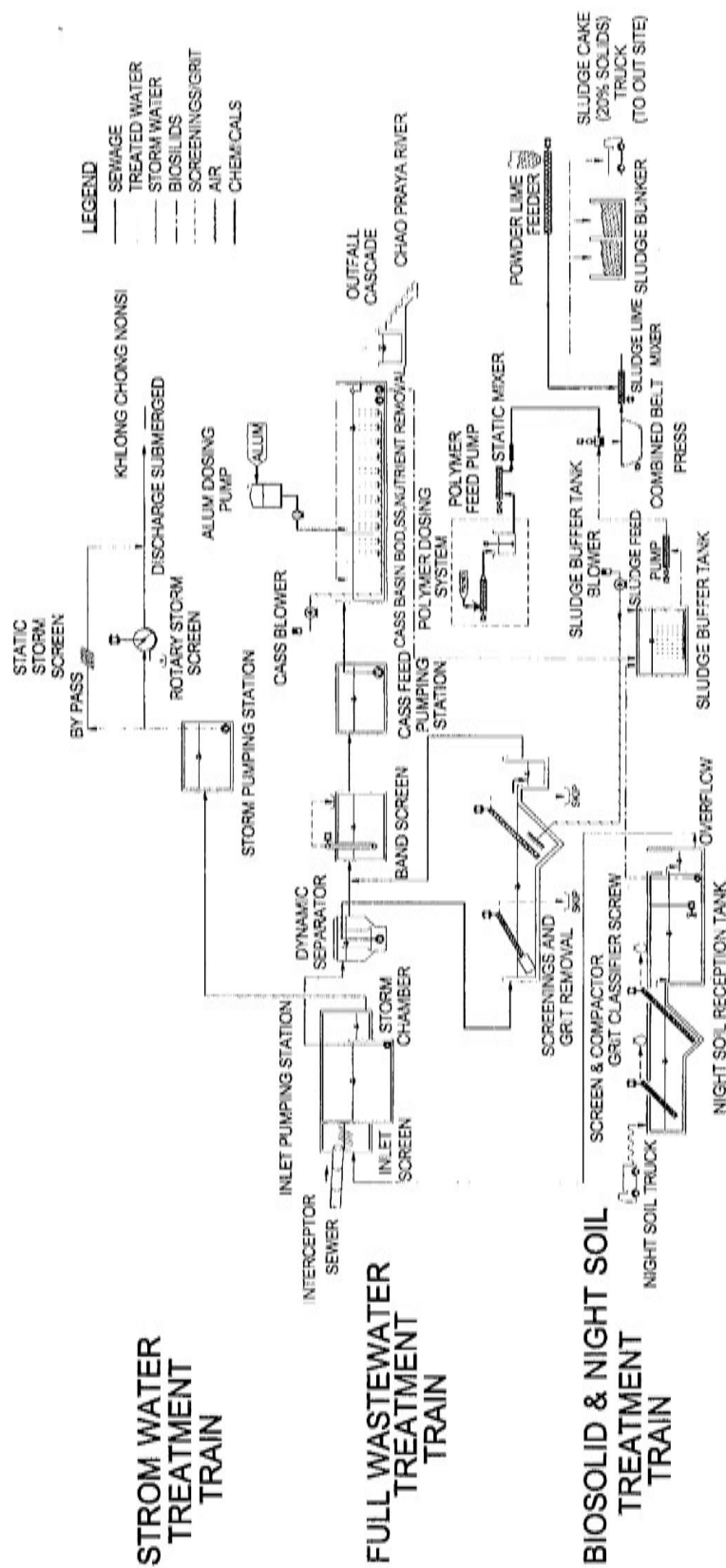


Hug kai



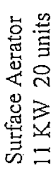
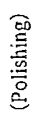
FLOW DIAGRAM
HUAY KWANG WASTE WATER TREATMENT PLA

参考資料-3 ホイクアン処理場の処理フロー図

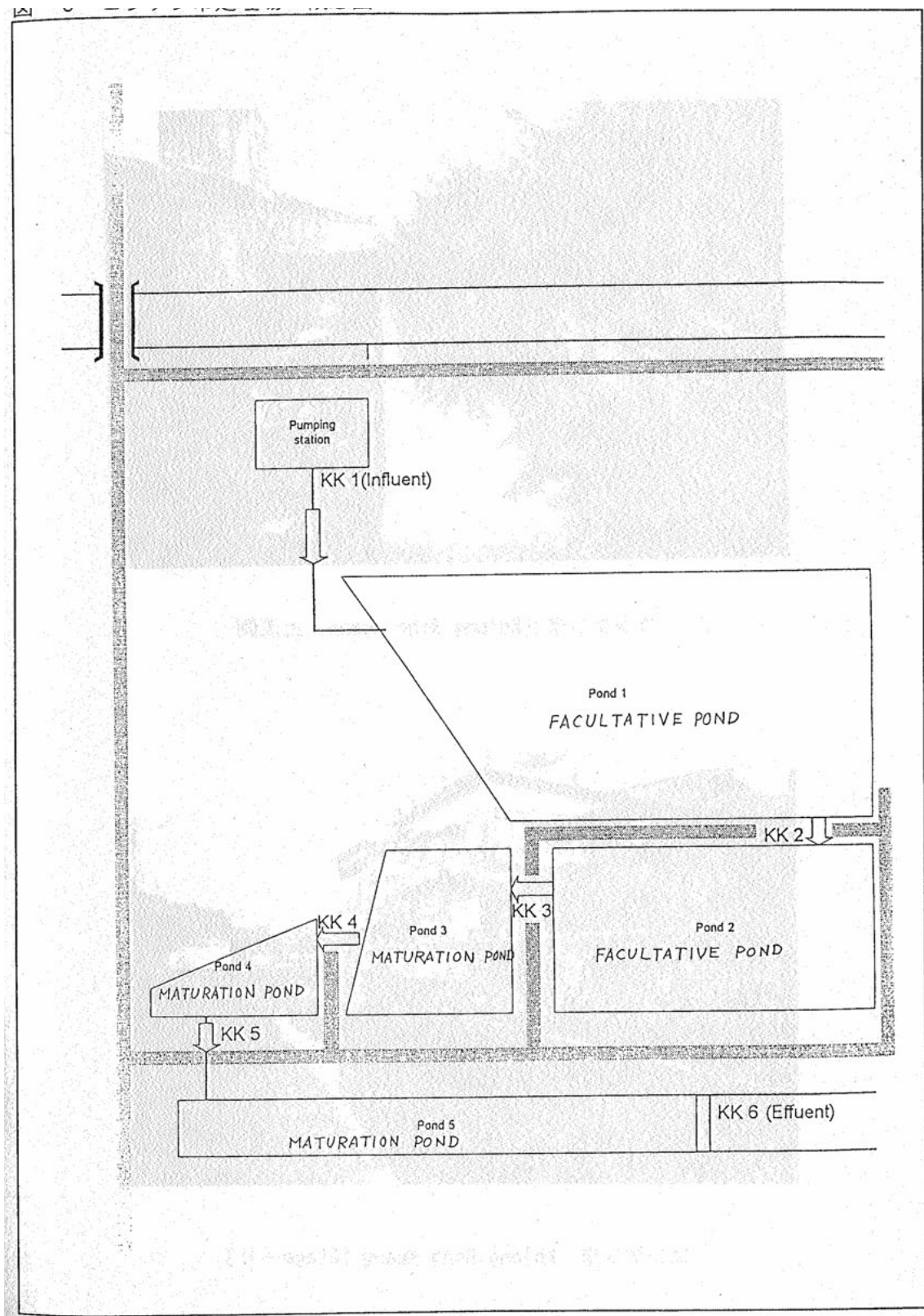


CHONG NONSI WATER ENVIRONMENT CONTROL PLANT

参考資料ー4 ヤナワ処理場の処理フロー

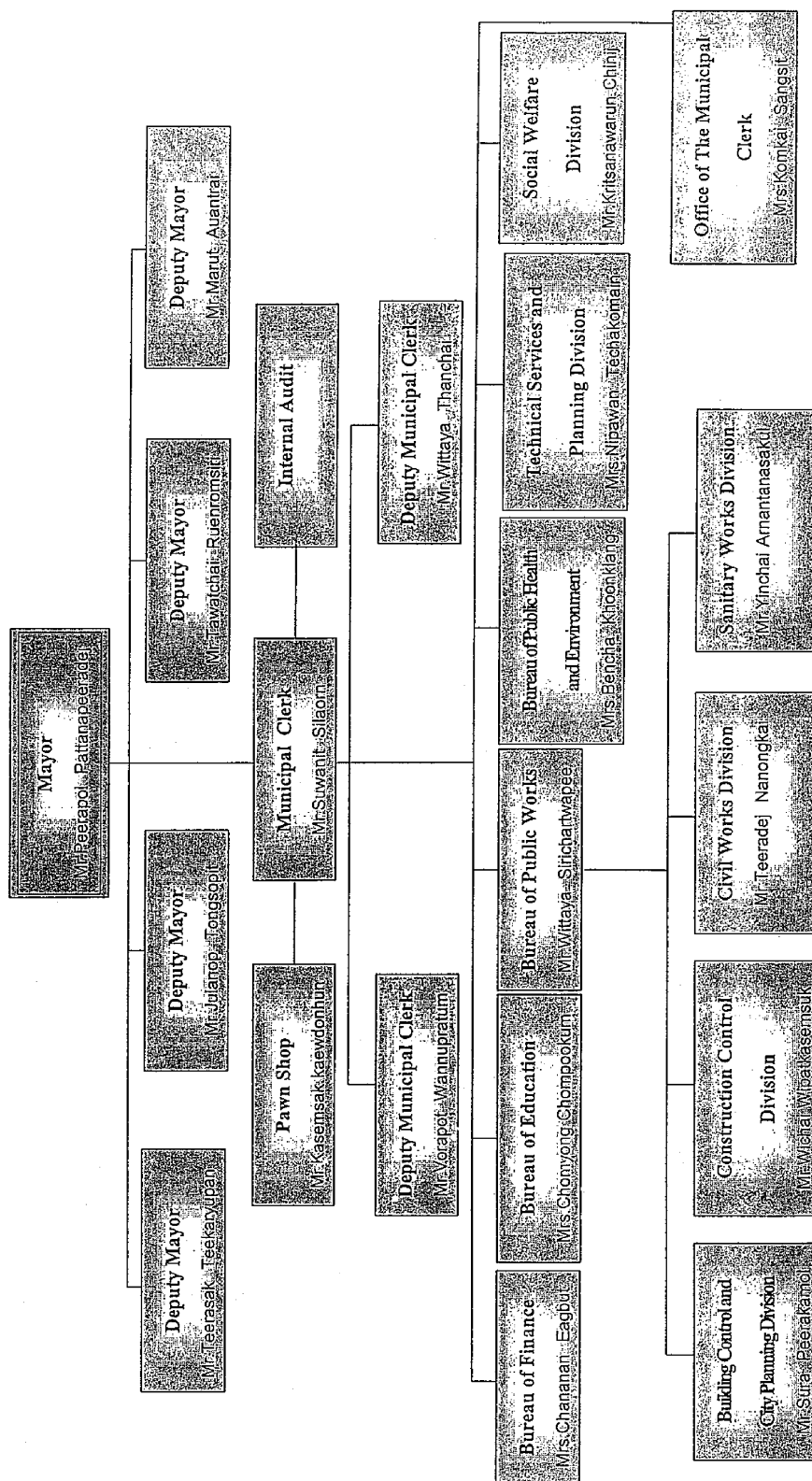


**Flow Diagram : Bung Thung Sang Wastewater System
Khon Kaen Municipality**



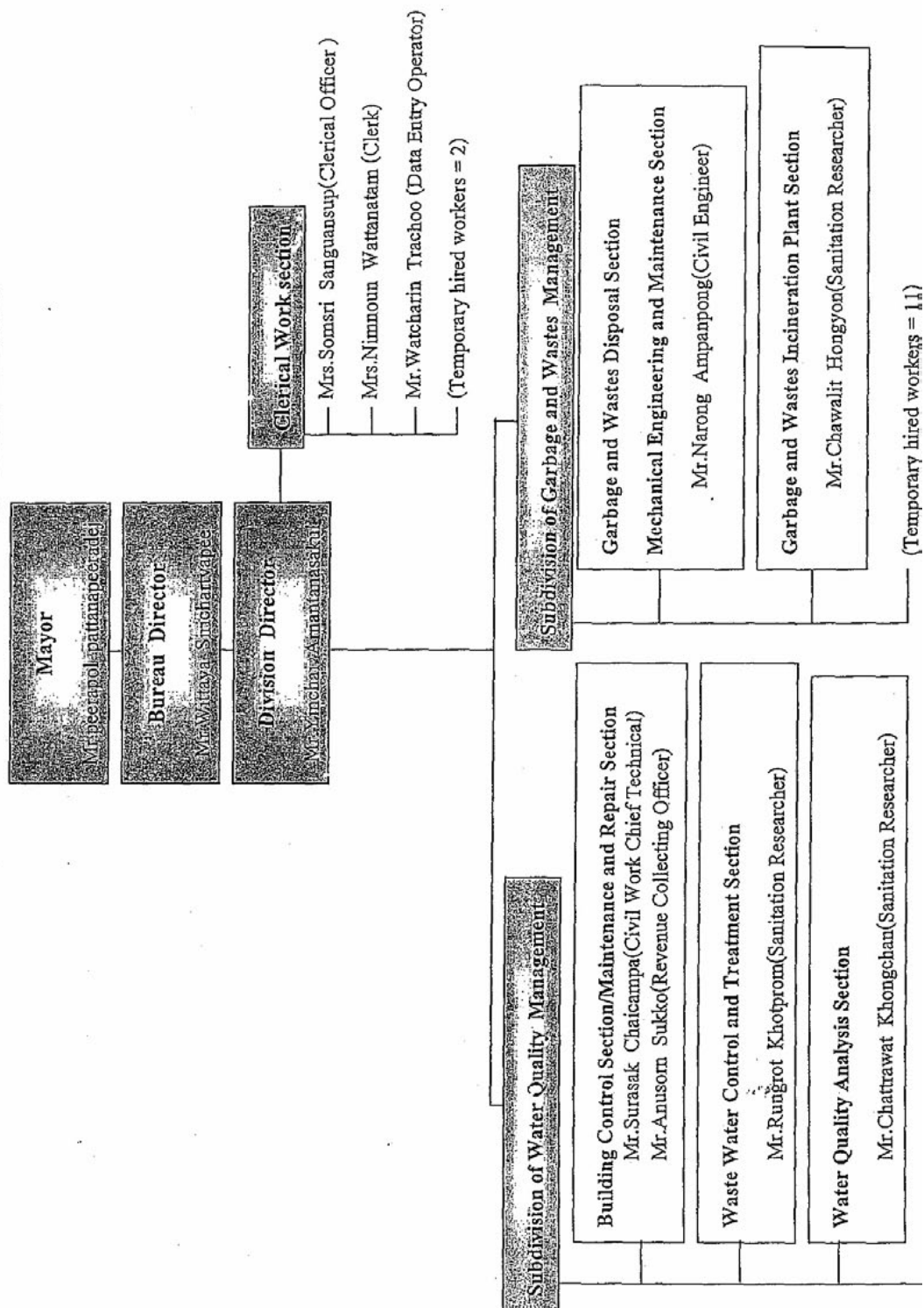
参考資料－ 7 Bung Nong Ki 処理場 処理フロー模式図

Organization Structure of City Khonkaen Municipality



参考資料－8 コンケン市 組織図（１）

Organization Structure of Sanitary works Division



参考資料-9 コンケン市 組織図 (2)

参考資料－１０ 温室効果ガスの排出実態調査

発展途上国の下水処理場から排出される温室効果ガスの実態を把握するため、今回調査を行った処理場のうち、３ヶ所の処理場において温室効果ガス排出量の測定調査を行った。

（１）温室効果ガスについて

① 温室効果ガス

温室効果ガスは、平成９年１２月に採択された気候変動枠組み条約に関する京都会議（COP3）の議定書で指定された以下のガスで、メタン、一酸化二窒素（亜酸化窒素）もこれに含まれている。

主要な発生源は、メタンは燃料の燃焼・漏出（18%）、家畜の腸内発酵・糞尿管理（29%）、稲作（25%）及び固形廃棄物の埋め立て（24%）とされており、亜酸化窒素は燃料の燃焼（63%）、アジピン酸等製造プロセス（22%）とされている。

表-1 京都会議（COP3）議定書で指定された温室効果ガス

ガス名称	備考（用途等）
二酸化炭素	
メタン	
一酸化二窒素（亜酸化窒素）	
ハイドロフロオロカーボン（HFCs）	冷媒やエアゾール分野等で使用
パーフルオロカーボン（PFCs）	半導体エッチングガス等やイナートリキッド（不活性液体）用に使用
六フッ化硫黄	電気絶縁ガスや半導体エッチングガス等に使用

② メタン

メタンは、湿原や湖沼などの自然発生源と、天然ガスの漏出や家畜・水田・廃棄物埋立地等の人為的発生源があり、その温室効果は二酸化炭素の約 21 倍であると考えられている。

大気中のメタンの濃度は、過去 3000 年間の古大気の実験的分析によると、250 年前まではほぼ一定であり、この 200 年の間に 2 倍以上に増加したと推測されている。

近年、シベリア上空でメタンが高濃度で観測されており、地球レベルでシベリアの湿原がメタンの大規模な発生源となっていることが確認されている。

メタンの発生は気温や降水量に対して敏感で、二酸化炭素の場合と同じ様にメタンの場合も気候（主に気温変化）によるフィードバックが存在する。特に北半球の湿地、永久凍土

地帯からのメタンの放出や大陸棚上のメタン水和物(クラスレート)の分解は、気温や降水量に対して敏感である。

③ 亜酸化窒素（一酸化二窒素）

亜酸化窒素の発生源は、物質の燃焼や農林業における窒素肥料の大量使用などが原因であり、その温室効果は二酸化炭素の約 310 倍になると言われている。

亜酸化窒素には自然及び人為による小さな発生源が無数に存在し、これらを数量化するのは困難である。人為による主なる発生源は農業(特に熱帯域における牧場の開発)、バイオマスの燃焼や数多くの産業の過程(例えば、アジピン酸や硝酸の生産)である。

亜酸化窒素濃度増加の原因は人間活動の活発化による可能性が高く、それを裏付けるかのように、大気の測定と氷床コアの分析から、大気中濃度は産業革命以後上昇していることがわかっている。

亜酸化窒素は成層圏での光化学反応(太陽光による破壊)によって除去されるのみで、大気中に長く(約 120 年)残留するという特徴がある。

④ 下水道とメタン及び亜酸化窒素

下水処理場から排出される温暖化物質については、エアレーションタンクからのメタン、亜酸化窒素の排出量が多い。とくに亜酸化窒素は、水処理プロセスで不十分な硝化が進行する場合には特に排出量が増加することが知られている。

汚泥処理プロセスについては、主として、下水汚泥焼却炉からの亜酸化窒素の発生が多い。メタンについては、嫌氣的となる重力濃縮槽からの排出が多い。

(2) 下水処理施設からのメタン及び亜酸化窒素の排出量

下水処理場の水処理施設からの温室効果ガス排出量(排出係数)として、日本の調査事例(東京都調査)では表-1 に示す値が示されている。表-1 では、水処理の各プロセスごとに(反応槽については、さらに処理水濃度の窒素形態によって区分される)排出係数が示されている。ここでは反応槽から排出される温室効果ガス(亜酸化窒素)は、処理水中の窒素形態によって排出量が異なることが報告されている。つまり、硝化が不十分な状態であると、亜酸化窒素の排出量が多くなることが示されている。

調査で得られたメタン及び亜酸化窒素濃度の測定値と表-2 の排出係数とを比較することで、測定値の評価を行うこととした。すなわち、下表に示された処理区分及び排出係数と今回の観測値を比較して、観測された温室効果ガスが日本の事例と比較して多いのか、少ないのかをみることとした。

表-2 文献による排出係数

単位: g/m³

水処理プロセス		CH ₄	N ₂ O
最初沈殿池		0.176	0.007
反応タンク	硝酸型	0.270	0.061
	亜硝酸型Ⅰ	0.270	0.261
	亜硝酸型Ⅱ	0.270	0.610
	硝化脱窒型	0.270	0.014
	未硝化型	0.270	0.023
最終沈殿池		6.15×10^{-4}	1.74×10^{-4}

処理区分	適用条件	NH ₄ -N mg/l	NO ₂ -N mg/l	NO ₃ -N mg/l
硝酸型	硝化が進み NO ₃ -Nが高い	下記に該当しない		
亜硝酸型Ⅰ	硝化は不十分 だがNO ₂ -Nが高い	—	≤2	—
亜硝酸型Ⅱ	NO ₂ -Nが高い	—	>2	—
硝化脱窒型	硝化脱窒が進み NH ₄ -N及びT-Nが低い	≤1	≤1	≤5
未硝化型	硝化が進まず、 NH ₄ -Nが高い。	>10	≤1	—

出典：下水道施設における温室効果ガス排出量実態調査、東京都下水道局技術調査年報 2001

下水道施設における温室効果ガス排出量実態調査、東京都下水道局技術調査年報 2002

(3) 現地処理場の温室効果ガス測定調査

現地処理場の温室効果ガス測定調査を次のように行った。

①測定処理場

以下の3処理場で測定を行った。

表-3 測定場所、地点

処理場名	場所	処理方式	調査地点
ナコンパトム	タイ国ナコンパトム	安定化池（ラグーン）法	No. 1 池、No. 2 池
ホイクアン	タイ国バンコク	標準活性汚泥法	流入水、反応槽、最終沈殿池
ステアブディー	インドネシア国 ジャカルタ	安定化池（ラグーン）法	流入、流出

②測定手法

サンプルの採取は、水面付近に採取袋を近づけて行った。

ステアブディー処理場
流入部におけるサンプリング



写真－サンプリング状況

また、サンプリングしたサンプルを測定器で濃度測定した。



ホイクワン処理場



ステアブディー処理場

写真－測定状況

(4) 測定結果

①ナコンパトム処理場のガス調査結果

ガス調査の結果は、表-4 のとおりである。本処理場では、もともとの流入水質が低いという点はあるものの、硝化が十分に進行し、T-N が低いことから、表-2 の区分の硝化脱窒型にあたりと考えることができる。

表-4 ナコンパトム処理場のガス調査結果

	項目	単位	濃度	
			No. 1	No. 2
測定値	N ₂ O	ppm	0.1	0.1
	CH ₄	ppm	1.2	1.1
換算値	N ₂ O	mg/L	0.000	0.000
	CH ₄	mg/L	0.001	0.001
硝化脱窒型 排出係数*	N ₂ O	g/m ³	0.014	
	CH ₄	g/m ³	0.270	

*硝化脱窒型の状態における反応タンクからの排出係数

日本における処理場反応槽の実態調査との比較をしてみると、 N_2O についてはほとんど発生していないことがわかる。一方、メタンについても、排出係数との比較により、 $0.001/0.270 = 0.004$ となり 1%以下の排出量である。

②ホイクアン処理場のガス調査結果

ホイクアン処理場でのガス調査結果を表-5 に示す。

表-5 ホイクアン処理場のガス調査結果

項目	単位	濃度		
		NO. 1	NO. 2	NO. 3
N ₂ O	ppm	3.1	1.2	0.2
メタン	ppm	12.3	1.4	57
NO. 1	: 流入水			
NO. 2	: 反応槽			
NO. 3	: 最終沈殿池			

本処理場は流入水質が高いことが特徴である。表-2 のカテゴリーにしたがうと、水質調査結果により、硝化は進行していないことがわかるため未硝化型と考えることができる。観測結果と表-2 の値を比較し、表-6 に示した（流入水におけるガス濃度は、最初沈殿池のガス濃度と比べるものとした。）。

表-6 ホイクアン処理場のガス調査結果換算値

			測定濃度①			排出係数②			①/②		
			NO. 1 流入水	NO. 2 反応槽	NO. 3 最終沈殿池	NO. 1 流入水	NO. 2 反応槽	NO. 3 最終沈殿池	NO. 1 流入水	NO. 2 反応槽	NO. 3 最終沈殿池
換算値	N ₂ O	mg/l	0.006	0.002	0.000	0.007	0.023	1.74×10^{-4}	0.857	0.087	0.000
	メタン	mg/l	0.009	0.001	0.041	0.176	0.270	6.15×10^{-4}	0.051	0.004	235.632

これをみると、最初沈殿池や反応槽からのガス排出量は、流入水 N₂O のガス排出量以外は、排出係数に比べてかなり小さいものとなった。一方、一般にガスの排出量は、反応タンクからの量が大半で、最終沈殿池からのガスは反応タンクと比較すると 1/10 程度の排出量が発生するにとどまる。しかしながら、本処理場の場合、反応タンクよりも最終沈殿池からのメタンガス発生量が顕著である。本処理場では、最終沈殿池から最初沈殿池に余剰汚泥を送り混合して汚泥の引き抜きを行うため、最初沈殿池でメタンの発生が増加することは当然考えられるが、最終沈殿池でメタンの濃度が増加する理由は不明である。

③ステアブディー処理場のガス調査結果

表-7にガス調査結果を示す。ステアブディー処理場は、硝化が進行しており NO_2 が高いと考えられるため、表-2の排出係数一覧表の中では、亜硝酸型Ⅱへの適合性が高いと考えられる。一覧表によると、亜硝酸型Ⅱは、特に N_2O ガスの発生量が多い区分であるが、今回の測定値による N_2O 、メタンガス発生量は、ともに排出係数の10%以下にとどまっており、案外、ガスの発生量が少ない処理場であることがわかった。ただし、 N_2O ガスについては、サンプル採取後数日で NO_2 ガスに転換してしまうことから、今回の測定値が、サンプル採取後1週間程度経過した時点での測定値であることは考慮する必要がある。また、メタンについても、排出係数の一覧表と比較すると排出度合いは小さいものとなるが、同じ安定化（ラグーン）法であるタイの処理場における測定結果と比較すると、排出量が多い結果となった。

表-7 ステアブディー処理場のガス調査結果

	項目	単位	濃度①		排出係数②		①/②		備考
			NO. 1 流入	NO. 2 流出	NO. 1 流入水	NO. 2 反応槽	NO. 1 流入水	NO. 2 反応槽	
測定値 注1)	N_2O	ppm	<5	<5					5ppmとする
	メタン	ppm	11	23					
換算値	N_2O	mg/l	0.010	0.010	0.610	0.610	0.016	0.016	
	メタン	mg/l	0.008	0.016	0.270	0.270	0.030	0.059	

注1) 日本での測定結果を用いた。

以上の結果をまとめると、次のとおりである。

- ・現地の安定化池（ラグーン）法における温室効果ガスの排出量は、日本の活性汚泥法における測定結果と比較してかなり小さい値であった。
- ・現地の標準活性汚泥法における温室効果ガス排出量は、日本の活性汚泥法における測定結果と比較して、最終沈殿池のメタンを除いて低い値であった。
- ・現地の測定結果は、一部を除いて全般的に日本での値よりかなり低い値だったが、この原因として、サンプリング手法の違いなどが影響している可能性も考えられる。また、1回だけの測定であるので、今後のデータの蓄積も必要である。

参考資料－１１ タイにおける環境基金事業の現状

ここでは、平成 13 年度に国際協力銀行がタイにおいて実施したプロジェクトに対現地調査団として参加した際の情報を整理した。

(1) 環境基金事業の現状

1) 下水道使用料

法令により下水処理場の管理者は、使用料を取る権限が与えられ、汚染者支出の原則 (PPP) が成立している。しかし、コスト回収のための使用料の回収は広くは行われていない。現在、Pattaya, Phuket, Saen Suk の 3 箇所で自治体が使用料を徴収している。BMA (バンコク首都圏庁) と 2 つの自治体が 2002 年度に使用料の徴収を計画している。

2) 既存の使用料制度

○ saen Suk

WMA (下水管理局) の支援により使用料制度を実施したが、建設後に維持管理予算がなかったために、供用されなかった。WMA (下水管理局) は、維持管理予算を政府から獲得し、使用料を取り、民間の共同企業体に維持管理業務を委託した。初年度は全ての費用を国費から出したが、2 年度は 75% を国費、25% を使用料で出した。15 年目に全費用が使用料で賄われる予定である。

WMA (下水管理局) は使用料を導入するために、public consultation を用意し、全家庭に説明のために訪問し、今では使用料の回収の全責任を負っている。予算に占める使用料の割合は高い。

○ Pattaya City

使用料回収の容易さから、ホテル、商業、工業のみに使用料を課した。ホテル・事務所は許可を毎年、市から得なければならないので、使用料の徴収は容易である。一般市民も徴収対象に含まれるようになってきている。料金は、市の職員が各件を訪問して徴収している。ただし、徴収の際には、警察の援助を得ている。料金は現在、面積ベースで徴収しているが、2002 年には使用量ベースでの徴収を予定している。

3) 提案されている使用料

Hat Yai, Songkhla、BMA (バンコク首都圏庁) で使用料の導入が計画されている。Hat Yai は 2002 年に使用料を徴集する条例を制定した。料金は、水道メーターにより課金され、水道使用量の 80% が下水使用量として課金される。

4) 使用料への補助

Saen Suk の成功例に基づき、WMA (下水管理局) は使用料を導入する自治体を支援している。

内閣の許可があれば、1年目は100%、2年目は75%、・・・5年目は0%というように補助金が投入される。公共事業局は、同様の補助を、運転されていない Nonthaburi 処理場のような建設された処理場に対して提案している。

5) 使用料の研究

維持管理費、資本費、土地費の回収のための使用料について、国レベルの研究が、EF（環境基金）などの協力により行われている。

- ・下水道当局のための国家財務・費用回収政策の強化（ADB；アジア開発銀行、公害防止局 1999）
- ・下水・廃棄物処理に係る地方自治体のための使用料・運営ガイドラインの研究（OEPP；環境政策計画室 1999）

多くの自治体が適正な料金レベルについて研究を行っている。使用料の設定の法的根拠は、1992年国家環境質保護法、地方分権法である。

出展) JBIC SPECIAL ASSISTANCE FOR PROJECT IMPLEMENTATION(SAPI) FOR THE ENVIRONMENTAL FUND PROJECT IN THE KINGDOM OF THAILAND FINAL REPORT MAIN REPORT (MARCH 2002)より引用