

보고서 제출문

환경부장관 귀하

본 보고서를 『태국 개도국 환경개선 마스터플랜 수립 지원사업』(총 연구기간 : 2016년 04월 15일~ 2017년 11월 20일)과제의 보고서를 제출합니다.

개도국 환경개선 마스터플랜 수립 지원사업 관리지침 제 19조 (사업 결과의 확정 및 활용)에 따라 최종보고서의 산업계, 학계 및 관련 연구기관 등으로의 배포에 동의합니다.

- 전문기관 : 한국환경산업기술원
연구 책임자 : 조명현
연구 원 : 김홍석, 김선영, 황근아, 김윤희
- 주관연구기관 : 동부엔지니어링(주)
연구 책임자 : 박일영
연구 원 : 유만식, 김성근, 이창원, 변기상, 박구준, 장은철, 성운태, 임경진, 배봉현, 김세진, 박종현, 천민규
- 컨소시엄기관 : (주)경동엔지니어링, (주)대우건설
연구 책임자 : 채수향, 김태훈
연구 원 : 안병수, 이현규, 김병수, 이준, 송종원, 이성동, 정현석, 남택근, 안수혁, 김경남, 이진호, 윤지현, 박한석, 채욱, 윤준현, 원성민, 김경한, 이강우, 엄병희, 오희경, 김미나

첨부 : 최종보고서 10부 및 C/D 1장

2017 년 11월 20일

사업책임자 :

박 일 영

한국환경산업기술원장 귀하

요 약 문

요 약 문

1. 과업명

- 태국 동부지역 폐수처리개선 마스터플랜 수립사업

2. 사업의 목적 및 필요성

2.1 사업의 목적

- 본 사업은 태국 동부지역을 대상으로 폐수처리분야에 대한 기초조사와 현지조사를 통해 마스터플랜을 수립하고, 태국 정부의 환경정책수립 등의 지원을 바탕으로 환경협력사업을 도출함으로써 양국 간 환경협력의 기반을 구축하는데 목적이 있다.

가. 태국 동부지역의 폐수처리 기반시설 기본계획 수립

- 단계적인 폐수처리시설 설치사업을 위한 기본계획을 수립하여 방류수역의 수질을 확보함과 동시에 생활환경 개선 필요성 기초 마련

나. 태국 하수도 정책 개선방안 제시

- 태국 관련분야 정책, 법규 및 제도 분석 등을 통한 합리적인 정책수립 지원

다. 폐수처리시장 진출전략 수립

- 환경협력사업을 통한 성공적인 현지진출 등을 통해 국내 환경기술의 해외진출을 위한 기반 마련

2.2 사업의 필요성

- 본 태국 동부지역 폐수처리개선 마스터플랜 수립사업은 태국 내 하수도 시설에 대한 현황조사 및 검토, 환경정책 및 제도의 개선방안 수립과 중·장기적인 상하수도 시설 확충계획의 수립과 한-태국 환경협력사업의 발굴 등을 통하여 태국 내의 상하수도 분야의 미래적 개발 대안을 제시하고, 태국의 열악한 환경인프라시설의 확충을 지원함으로써 태국의 공중보건 증진 및 복지 향상을 이룩하고, 개도국의 환경분야에 대한 보다 적극적인 협력과 지원으로 양국 간 환경산업의 우호증진을 목적으로 한다.

- 우리나라는 해외시장 진출 대상국인 태국에 환경개선 마스터플랜을 수립을 지원함으로써 국가 간 협력사업 발굴을 통해 환경시장 개척 및 환경산업 협력을 강화하고, 국내 기업들의 현지 진출을 위한 우호적 여건 형성에 기여하고자 한다.

3. 사업의 범위

3.1 시간적 범위

■ 과업기간 : 2016.04~2017.11

3.2 공간적 범위

■ 본 마스터플랜의 사업범위는 태국 동부지역 4개 주(춘부리, 짬타부리, 라용, 뜨랏)에 대한 현장조사를 통해 환경개선 마스터플랜을 수립하고, 환경협력 후속사업을 발굴한다.

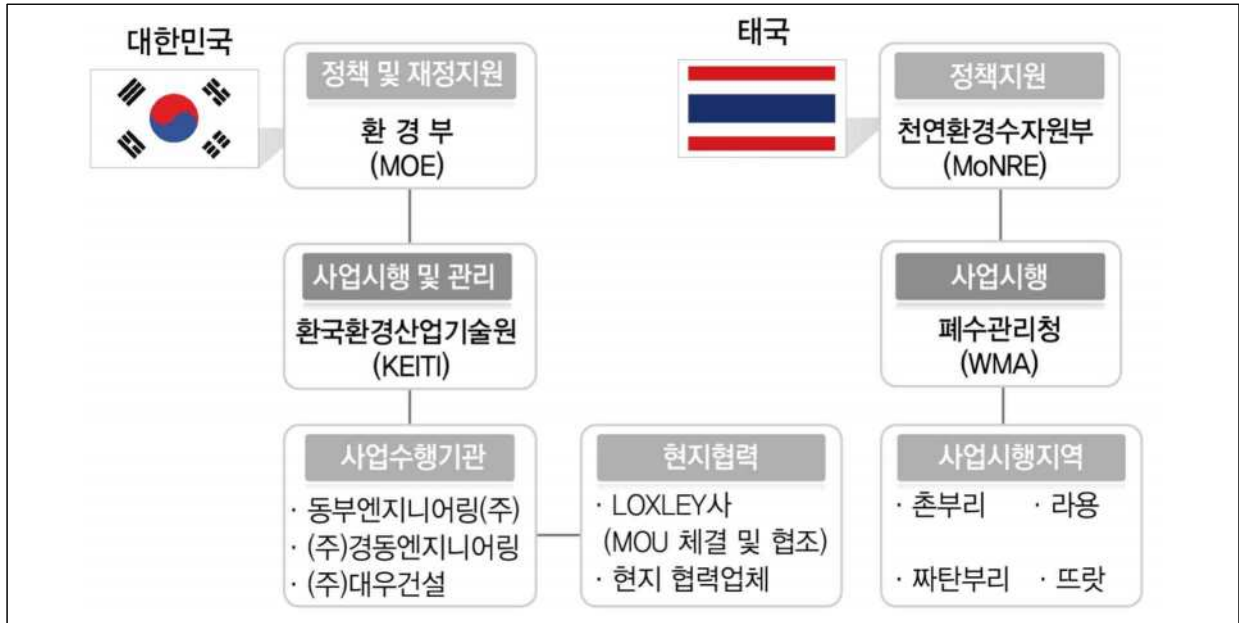
<그림 요약-1 사업대상지역>



4. 사업의 추진전략 및 방법

■ 본 사업은 한국 환경부가 지원하고 한국환경산업기술원(KEITI)가 주관하는 사업으로 대상국인 태국은 천연환경수자원부(MoNRE)와 폐수 관리기관은 폐수관리청(Wastewater Management Authority)이 시행주체이다.

<그림 요약-2> 사업의 주요 추진체계



<표 요약-1> 사업관계기관별 주요역할

구 분	기관	추진역할	비 고
대한민국	환경부	• 양국간 환경협력체계 구축을 위한 중앙 정부 간 협의 주체	
	환경산업기술원	• 사업시행기관 : 사업수행 및 성과관리 주체	
	사업수행기관 (동부·경동·대우)	• 환경현황 기초조사 • 태국 폐수처리 개선 마스터플랜 수립 • 협력과제 발굴 및 진출 수요 예측	
태국	천연환경수자원부	• 양국간 환경협력체계 구축을 위한 중앙 정부 간 협의 주체	
	폐수관리청	• 기초자료 제공 및 사업수행 지원 • 마스터플랜(안) 의견 제안 및 폐수처리시설 개선 협력과제 협의	
	사업시행지역	• 사업대상지역별 기초자료 제공 및 현지조사 지원	
	현지 파트너사	• 후속사업 공동개발 및 참여, 현지 활동 지원	
	현지 협력업체	• 측량조사, 수질 및 유량조사	

5. 주요 추진경위

■ 2016년 6월 착수보고회를 시작으로 현지조사, 1차 및 2차 현지 워크샵, 중간보고회 및 사업대상지역 주민설명회 개최 등을 통해 태국 측 의견을 최대한 반영하여 마스터플랜 수립 후, 2017년 11월 15일 태국 방콕에서 최종보고회를 개최하였다.

<표 요약-2> 사업의 주요 추진경위 및 실적

주요 추진경위		주요 수행실적
2016.06.26 ~07.02	사전조사	<ul style="list-style-type: none"> · 사업착수전 실무자 협의 및 대상국 Needs 파악 · 사업의 기본방향 및 착수보고 관련사항 협의 · 사업대상지역 주요 지자체 방문 및 요구사항 사전 검토 · 현지 파트너사 사전 협의 및 협력체계 구축
2016.07.22 ~08.05	착수보고 및 환경협력회의, 현장조사	  <ul style="list-style-type: none"> · 양국간 환경협력체계 강화를 위한 정부 간 환경협력회의 · 한국-태국 환경협력 세미나 및 본 사업 착수보고회 - 양국 환경정책, 본 마스터플랜 사업수행방안 등 발표 · 태국 현지 파트너(LOXLEY社) MOU 체결 · 마스터플랜 수립을 위한 기초자료 조사 및 사업대상지역 현장조사
2016.09.04 ~09.10	현장조사 및 업무협의	<ul style="list-style-type: none"> · 사업대상지역 선정을 위한 협의 진행 · 기술정책협력 Workshop 일정 협의 · Pattaya시 방문 및 Wat Nong Yai 폐수처리장 증설계획 정보입수 및 협의
2016.10.17 ~11.04	1차 워크샵 및 현장조사	  <ul style="list-style-type: none"> · 1차 기술정책협력 Workshop을 통한 사업대상지역 선정 · 마스터플랜 사업대상지역 현장조사 수행 · Pattaya시 신규사업 발굴관련 조사 및 협의

<표 요약-2> 사업의 주요 추진경위 및 실적(계속)

주요 추진경위	주요 수행실적
<p>2016.11.16 ~11.19</p> <p>LOI 제출</p>	 <ul style="list-style-type: none"> · Pattaya시 방문 및 관련사업 협의 · Wat Nong Yai 폐수처리장 증설 PPP사업 투자의향서(LOI) 제출 · 기술정책협력 2차 Workshop 일정 협의 · 현지 파트너(LOXLEY社)와 태국 내 PPP사업 참여 협의
<p>2016.12.18 ~12.24</p> <p>2차 워크샵 및 현장조사</p>	 <ul style="list-style-type: none"> · 2차 기술정책협력 Workshop 실시 · 우선협력사업 대상지역 선정 · Wat Nong Yai 폐수처리장 증설사업 사업화 협의 · 마스터플랜 수립 사업대상지역 추가 현장조사 수행 · 현지 파트너(LOXLEY社)와 태국 PPP추진방법 관련 협의
<p>2017.02.05 ~02.11</p> <p>중간보고회 사전협의 및 현지 외주 사전조사</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 중간보고회 초청인원 및 일정 사전협의 · 수질조사 및 유량측정, 측량 등을 위한 현지업체 사전 협의 · Wat Nong Yai 폐수처리장 증설사업 관계자 협의
<p>2017.03.12 ~03.18</p> <p>사업관계자 업무협의</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 중간보고회 및 환경현황조사 관련 협의 · 방류수 재이용 및 산업단지 용수공급 등을 위한 East Water 협의 · Pluak Daeng 지역 방문 및 협의 · 파타야시 폐수처리장 및 방류하천 현장조사 · 현지 외주업체 계약 및 수행방법 협의

<표 요약-2> 사업의 주요 추진경위 및 실적(계속)

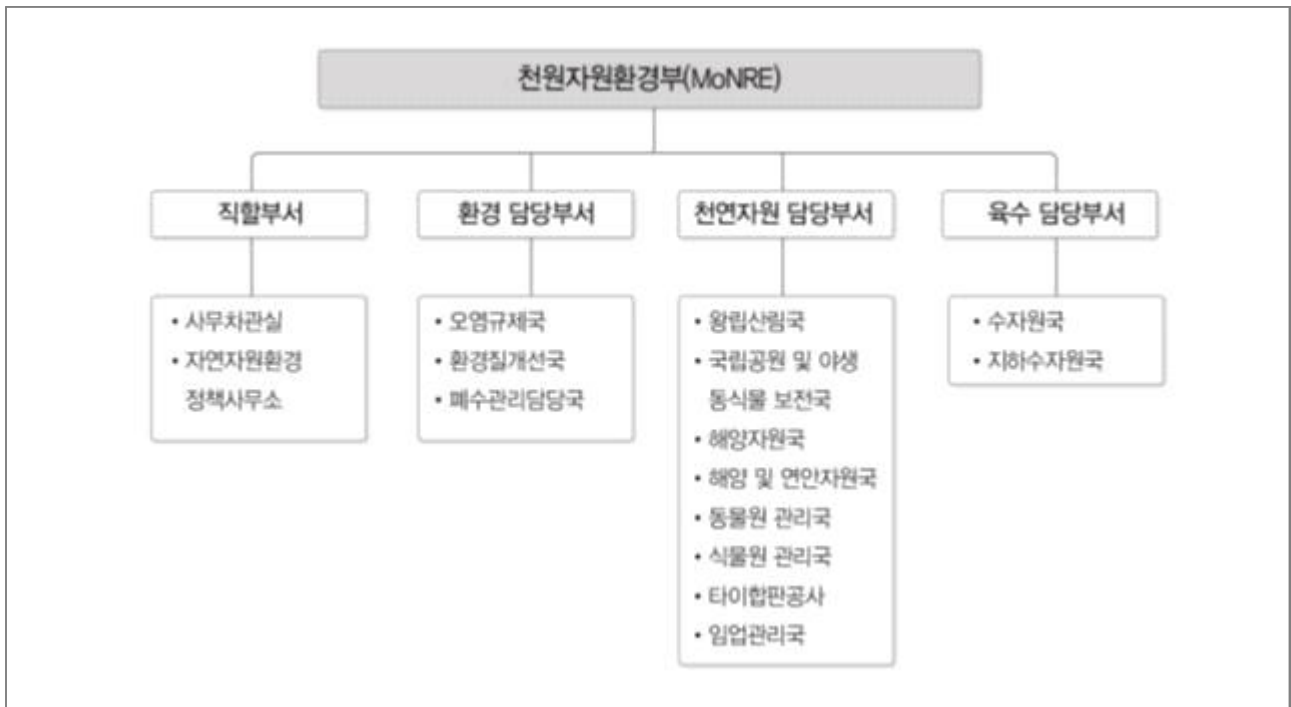
주요 추진경위	주요 수행실적
<p>2017.03.27 ~03.31</p> <p>중간보고회 및 환경협력 회의</p>	 <ul style="list-style-type: none"> · 양국간 환경협력 성과 및 향후 협력계획 등 논의 · 마스터플랜 추진실적 및 우선협력사업 추진계획 보고 · 선진기술이 적용된 국내 우수 환경기초시설 견학, 한국문화체험
<p>2017.06.04 ~06.10</p> <p>주민설명회 개최 및 관계기관 협의</p>	 <ul style="list-style-type: none"> · 우선협력대상지역(Pluak Daeng) 주민설명회 개최 · 현지 투자기관 및 상수도 공급기관 협의
<p>2017.11.14</p> <p>Pattaya시 최종 성과품 제출</p>	 <ul style="list-style-type: none"> · Wat Nong Yai폐수처리장 증설사업 타당성 조사 최종보고 · 타당성조사 성과품 제출 및 향후 추진방향 협의
<p>2017.11.15</p> <p>한-태 환경협력회의 및 최종보고</p>	 <ul style="list-style-type: none"> · 한-태 환경협력회의 · 태국 마스터플랜 수립 최종보고회 · 한국 민간기업 신기술 박람회

6. 환경제도 및 정책현황

6.1 태국 환경관리조직 현황

- 태국은 2002년 이전까지 과학기술에너지부(MoSTE) 산하에 3개의 환경정책 집행부서(환경정책계획실, 오염규제국, 환경질개선국)를 설치하여 환경정책의 결정 및 집행체계를 시행하였음. 2002년 정부개혁법에 따라 정부의 행정조직을 개편하였고, 이에 따라 기존의 과학기술에너지부(MoSTE)에서 천연자원환경부(Ministry of Natural Resources and Environment; MoNRE)가 새로 설치되었다.
- MoNRE는 “천연자원과 환경의 관리를 통하여 국민들을 녹색사회로 인도” 를 비전으로 하고 있으며, 환경을 관리감독하고 관련 부처들간에 기능의 조정과 통합을 촉진하고 서비스를 강화하기 위한 목적을 지니고 만들어졌다. MoNRE는 크게 직할부서, 환경오염 담당부서, 자연자원 담당부서, 육수 담당부서로 분류되어 있다.

<그림 요약-3> 천연환경자원부 조직도



- 천연자원환경부에서 가장 핵심적인 역할을 담당하고 있는 부서는 자연자원환경정책 및 계획실, 오염규제국, 환경질개선국으로 나누어 볼 수 있고, 이외에도 수자원국과 지하수자원국 등이 중요한 역할을 하고 있다.

6.1.1 상수도 기관

■ 태국내 지하수 및 지표수, 산업용수 등을 포함한 수도공급은 재무부, 내무부, 천연자원환경부 등 여러개의 기관에서 나누어 수도공급을 하고 있다.

<그림 요약-4> 태국내 물공급 관계기관



■ 태국내의 가장 큰 상수도 관리기관은 내무부 산하의 수도공급 책임을 맡고 있는 수도권 상수도국(Metropolitan Waterworks Authority, MWA)과 지방 상수도국(Provincial Waterworks Authority, PWA)에서 맡고 있다. 수도권 상수도국은 방콕 및 주변도시의 수도공급의 책임을 맡고 있으며, 지방상수도국은 이외의 지방의 모든 도시 및 시골마을에 설치된 식수원 개발, 공급, 배관, 처리, 보관 및 분배시설을 관리감독한다.

■ MWA 및 PWA의 주요 상수도 관련 보급현황은 다음과 같다.

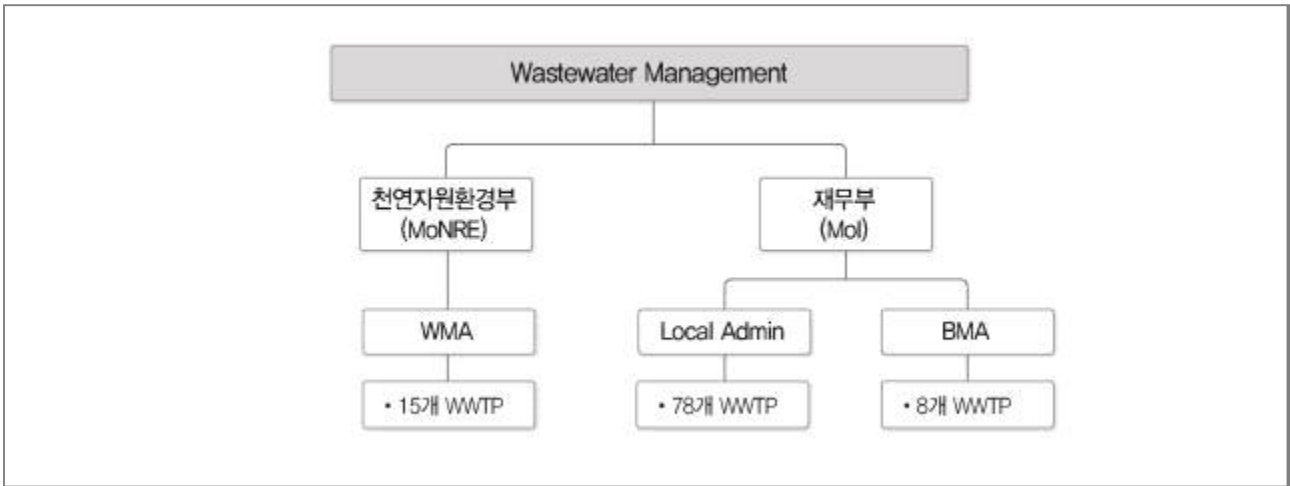
<표 요약-3> MWA 및 PWA 주요 보급 현황

MWA	PWA		
<ul style="list-style-type: none"> 주요 공급지역 : 방콕 및 중심도시 4개 지역 정수장 개소 : 4개소 펌프장 개소 : 4개소 MWA 지점수 : 16개소(3,800명 직원) 생산량 : 1,715.8 MCM 판매량 : 1,262.4 MCM 이용자수 : 2백만명 누수율 : 25% 직원/고객 비율 = 1:534 	<ul style="list-style-type: none"> MWA 미공급지역 전역 공급 공급지역 : 74개의 주 공급현황 		
	인구수(명)	지점수	비율(%)
	1-5,000	57	24.0
	5,001~10,000	71	31.0
	10,001~15,000	39	17.0
	15,001~20,000	18	8.0
	20,001~25,000	15	6.0
	>25,000	34	14.0
	전체	234개소	100.0

6.1.2 폐수관리 기관

■ 태국의 폐수는 천연자연환경부와 재무부 산하로 구분하여 폐수처리시설 등을 관리하고 있고, 방콕 지역은 BMA(Bangkok Metropolitan Administration)와 주변도시를 담당하고 있는 WMA(Wastewater Management Authority), 지방 도시폐수를 책임지고 있는 지자체 소속의 LAOs(Local Administrative Organization)로 구분되어 관리되고 있다.

<그림 요약-5> 태국 폐수처리시설 관리기관



■ WMA는 MoNRE의 산하기관으로 Chao Praya 및 Tha Chin 강의 오염문제를 해결하기 위하여 1995년에 설립되었으며, 다음과 같은 목적을 가지고 있다.

- ① 도심지역 폐수처리시설의 계획, 설계, 건설, 운영 및 유지관리
- ② 폐수처리구역 관리를 위한 운영 및 유지관리
- ③ 폐수처리구역 관리를 위한 민간투자회사 설립
- ④ 태국 내외의 민간기업 또는 국제기구와 사업 파트너십 관계 유지

■ WMA는 크게 3개의 분야에서 6개부서(Dept)로 구분되어 있다.

<그림 요약-6> WMA 조직도



6.2 환경법제 현황

6.2.1 국가 환경질 개선 및 보전법(NEQA)

- 태국은 환경보호를 위한 포괄적인 법률인 국가 환경질 개선 및 보전법(Enhancement and Conservation of National Environment Quality Act; NEQA)를 1975년에 제정하고, 1992년에 개정하였다.
- NEQA(1992)는 기본적인 가장 최상위의 환경보호법으로 환경기준 제정, EIA 보고서 의무화, 환경규제를 위한 실행력 강화 등을 서술하고 있으며, 오염자 부담원칙과 손해배상금에 대한 정책 등이 명시되어 있다.
- 태국의 환경법규는 NEQA(1992)를 기본법으로 하여 오염분야에 19개 법률, 생태분야 5개 법률, 기타분야 6개 법률 등 총 30개 법률을 제정하여 시행중에 있으며, 주요 내용은 다음과 같다.

<표 요약-4> 국가 환경 질 개선 및 보전법의 주요내용

구 분	주요 내용
제 1 장	<ul style="list-style-type: none"> · 국가환경위원회의 설립, 구성, 권한 및 의무에 대해 명시 · 국가환경위원회는 기준 및 계획서의 승인을 위해 관련내용을 내각에 제출하며 법률시행에 필요한 규제 및 명령을 감독
제 2 장	<ul style="list-style-type: none"> · 대기, 폐수, 폐기물 처리시설을 위한 환경기금설립에 관한 법령을 명시 · 본 기금은 환경시설, 유지보수, 운영목적으로 정부기관 또는 지방행정부에 보조금으로 지출되며 기금설립의 의의와 뜻이 같은 민간기관에 용자로 지출
제 3 장	<ul style="list-style-type: none"> · 환경보호와 관련된 환경의 질 기준을 규정 · 환경의 질 기준, 질 관리 계획, 보존구역 및 환경보호구역 관리와 환경영향평가 등에 관한 세부사항을 규정
제 4 장	<ul style="list-style-type: none"> · 오염관리와 관련하여 오염관리위원회(PCC)의 설립, 권리 및 의무를 명시 · 오염관리위원회는 환경의 질 기준을 충족시키기 위한 오염물질 배출에 관한 기준을 개정 및 공고, 오염관리구역 설정, 기준 위배시 수리 및 개선될 때까지 사용금지 등의 권한을 가짐
제 5 장	<ul style="list-style-type: none"> · 촉진방법과 관련된 내용 · 서비스 계약자의 홍보와 지원요청에 관한 내용
제 6, 7장	<ul style="list-style-type: none"> · 환경오염과 관련한 민사책임과 이에 대한 형사 규정

6.2.2 폐수처리장 방류수 배출 허용기준

- 태국은 현재 폐수처리장 방류수 배출 허용기준을 별도로 규정하고 있지 않고 있으나, WMA(Wastewater Management Authority)에서는 폐수처리장 운영사와 계약시 상기에서 검토한 배출수 배출기준 중 Building Effluent Standards A와 Industrial Effluent Standards의 COD 항목을 복합적으로 적용하고 있음.

<표 요약-5> 태국 폐수처리장 방류수 배출 허용기준

측정항목	단위	배출기준(최대)	측정시기
1. 온도	℃	40	1회/일
2. pH	-	5.0~9.0	1회/일
3. BOD	mg/L	20	2회/주
4. COD	mg/L	120	1회/일
5. SS	mg/L	30	1회/일

자료) WMA 제공

6.3 개선안 제언

- 태국은 국가 환경질 개선 및 보전법(NEQA)에서 수질기준을 포함한 환경관리 기준을 정하여 규제하고 있으나, 재정확보 및 시스템 미구축 등으로 인하여 상수도 보급과 폐수처리시설 구축이 지연되고 있다.
- 태국의 경우 1980년대와 2000년대 급속한 산업화와 도시화를 이루었으나 방류수역의 수질보호와 폐수처리수 재이용, 전세계적인 기후변화에 대응하기 위해서는 폐수처리장 방류수 수질기준, 사업장 배출허용기준 및 기타 수질 환경기준 등을 재설정할 필요가 있다.

6.3.1 중장기적인 상하수도 정책 제언

- 태국의 전반적인 경제수준이 우리나라의 1980~90년대와 비슷하기 때문에 환경정책 수립을 통한 환경규제를 강화하여 상하수도 부분에 부족한 예산을 보충하는 방안을 검토해야 한다.
- 이를 위하여, 우리나라의 배출부과금 제도, 물이용부담금 제도, 폐수처리수 재이용제도 등의 도입이 필요하다.

6.3.2 환경기준 제언

- 태국은 환경보호를 위한 포괄적인 법률인 「국가 환경질 개선 및 보전법(NEQA)」를 1975년도에 제정하여 1991년 개정을 통해 수질, 대기질, 소음 등을 관리하고 있으나, 태국내 관광객의 증가에 따른 급속한 환경오염 야기와 함께, 기 보급된 폐수도시설의 인프라 부족으로 지하수 및 하천의 오염이 심각해지고 있는 실정이다.
- 현재 태국 폐수처리시설은 별도의 방류수질 기준이 없으며, 앞서 검토한 바와 같이 WMA 운영 또는 폐수처리시설 운영사와 계약시 Building Effluent Standards와 Industrial Effluent Standards를 복합적으로 적용하고 있음에 따라, 우리나라와 같이 지역별 설정기준과 함께 지역별 목적에 부합하는 기준을 적용하여야 한다.
- 태국은 현재 폐수 관리청인 WMA(Wastewater Management Authority)에서 방콕 인근 주요 폐수처리장에 대하여 CCTV 및 드론을 활용한 감시제어를 하고 있으나, 이는 단순 폐수처리장 감시제어로, 향후 우리나라와 같이 수질TMS 도입을 통하여 상시 감시체계를 구축하여야 한다.

6.3.3 환경부문 요금 제언

- 태국의 상수도 요금은 도심지역 기준 최소 8.5~9.5 baht/m³(약 280원/m³)임에 따라 현실화할 필요가 있고, 하수도 요금은 일부지역만 징수하고 있어 전국적으로 확대해야 한다.
- 또한, 수도요금 계산시 OECD 선진국과 마찬가지로 총비용을 회수해 적용하여 수도서비스 제공에 소요되는 모든 비용을 원가에 반영되도록 해야한다. 구체적으로 환경비용부담, 자원비용부담, 오염부담금 등을 함께 검토하여 적용할 수 있다.

7. 사업대상지역별 마스터플랜 수립

7.1 마스터플랜 수립 및 우선협력 대상지역 선정

■ 사업대상지역인 태국 동부지역(춘부리주, 라용주, 찐타부리주, 트랏주)에 대하여 1~3차 현장조사기간 동안 태국의 MoNRE 동부지역청 및 WMA와의 현장조사를 통해 4개주 15개 지역을 마스터플랜 수립 대상 후보지로 선정 후, 공동 워크숍을 통해 각 주마다 1개 지역씩 총 4곳을 마스터플랜 수립 대상지역으로 선정하였다.

<표 요약-6> 사업대상지역 선정결과

지역		추천 기관	폐수처리 시급성	부지 확보	사업 규모	지역 특성	신설/ 개량	합계	우선 순위
Chonburi	Saensuk	5	3	5	3	3	3	22	13
	Laem Chabang	5	3	5	3	4	3	23	12
	Na Jom Tien	5	5	3	4	5	5	27	4
	Bang Sare	5	3	5	4	3	5	25	9
Rayong	Maptaphut	5	3	5	5	3	5	26	5
	Koh Samet	5	5	3	3	4	5	25	9
	Pluak Daeng	5	5	5	5	4	5	29	2
	Ban Chang	5	5	3	5	3	5	26	5
Chanthaburi	Mueang Chanthaburi	5	3	5	5	3	5	26	5
	Tha Chang	5	5	5	3	5	5	28	3
Trat	Mueang Trat	5	5	3	3	3	5	24	11
	Koh Chang	5	5	3	4	4	5	26	5
	Khlong Yai	5	5	5	5	5	5	30	1

■ 상기 사업대상지역 선정결과를 바탕으로, 2차 Workshop 및 관련기관과의 협의를 통하여 우선협력사업 대상지역을 아래와 같이 선정하였다.

<표 요약-7> 우선협력사업 대상지역 선정을 위한 평가항목

구 분	폐수의 영향성	사업규모	대상지의 관심도	부지확보	국가정책 부합성	계
Na Jom Tien	3	5	3	5	4	20
Pluak Daeng	5	5	5	5	4	24

7.2 Na Jom Tien 마스터플랜 수립

7.2.1 계획목표년도 결정

- 하수도분야 계획의 목표연도는 시설의 내구년한, 건설기간 및 시설확장의 어려움 등을 고려하여 한국의 경우 수립예정일을 기준으로 5년 단위로 4단계의 시행단계로 구분함을 원칙으로 하고 있다. 본 마스터 플랜에서도 2035년을 최종목표년도로 하여 4개의 단계로 세분화 하여 단계별 목표연도를 설정하였다.

<표 요약-8> 단계별 목표년도

구 분	기준년도	1단계	2단계	3단계	4단계	비 고
목 표 년 도	2016년	2020년	2025년	2030년	2035년	

7.2.2 계획구역 설정

- 계획구역의 설정은 폐수처리시설의 현황과 유지관리 상태를 파악하고 각종 폐수처리 시설과 관련시설의 확충 및 보완을 위한 종합적이고 기본적인 작업이다. 또한 계획구역 설정의 목표는 폐수의 원활한 배제 및 폐수의 위생적인 처리와 방류하천의 오염을 방지하는데 있다. 본 마스터 플랜의 계획구역은 Na Jom Tien 지역에서 계획하고 있는 도시지역을 바탕으로 계획하였으며, 폐수처리 서비스를 공급지역 전체를 계획구역으로 설정하여 본 계획을 수립하였다.

7.2.3 폐수발생량 산정

- Na Jom Tien 지역의 폐수는 관광산업의 발달로 인한 관광객 증가 및 물사용 증가로 인해 목표연도 까지 폐수량이 증가할 것으로 예상된다. 따라서 이를 수용하기 위한 폐수처리 용량을 계획하는 것이 필요하다.

<표 요약-9> Na Jom Tien 계획폐수 발생량

구 분	단위	2020년	2025년	2030년	2035년	비 고
총인구	인	34,809	36,892	39,107	41,814	
생활폐수 발생량	m ³ /일	3,375	3,611	3,859	4,120	
관광폐수 발생량	m ³ /일	1,517	1,542	1,569	1,607	
지하수 유입량	m ³ /일	489	515	543	573	일일발생 오수량의 10%
계획 폐수량	m ³ /일	5,382	5,668	5,970	6,300	

7.2.4 폐수처리시설 계획 수립

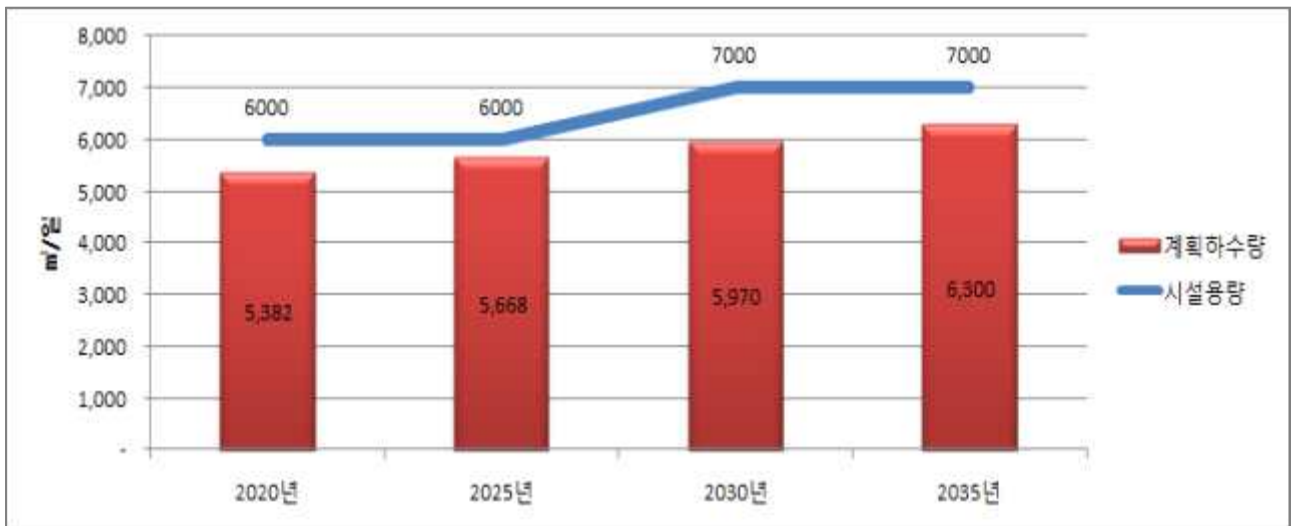
가. 폐수처리시설 시설용량

■ 폐수처리시설의 시설계획은 효율성, 경제성뿐만 아니라 안전성, 신뢰성, 장애 확장 가능성 등에 고려하여 결정하여야 한다. 본계획 대상 처리구역은 관광지역으로서 계획 인구추정 결과 주거인구와 관광인구의 유입이 매년 증가되고 있는 상황이다. 따라서 계획폐수량에 여유율을 고려하여 시설용량 7,000m³/일으로 결정하였다.

<표 요약-10> 단계별 시설용량

구분	2020년	2025년	2030년	2035년	비고
폐수발생량	5,382m ³ /일	5,668m ³ /일	5,970m ³ /일	6,300m ³ /일	
단계별	1단계		2단계		
시설용량	6,000m ³ /일		7,000m ³ /일		

<그림 요약-7> 단계별 시설계획(m³/day)



나. 폐수처리공정 선정

- 태국의 기존 폐수처리장은 안정화지(라군) 처리공법을 사용하고 있으며, 이는 처리효율이 떨어지고 소요부지가 많이 소요되는 공법으로 가장 원초적인 처리공법이다.
- 기존 폐수처리장의 문제점을 해소하고 좀 더 발전된 처리공법을 사용할 수 있도록 폐수처리 공법을 비교 설명하여 처리효과가 더 좋고 소요부지면적이 작은 ‘표준활성 슬러지 공법’으로 제안한다.

나. 폐수처리시설 위치 선정

- 폐수처리시설의 위치는 지형적 여건 및 폐수관로, 방류수역의 위치, 주변시설 현황 등을 고려하여 결정하여야 하며, 도시계획, 유역의 특성, 토지이용현황, 방류수역의 물이용 현황 등을 종합적으로 고려하되, 설치비, 운영관리비 등의 경제성과 생태계 보전을 위한 환경성 등을 검토하여 폐수수집 및 처리가 용이한 지역을 선정해야한다.
- 본 마스터 플랜에서는 Na Jom Tien 지역에서 기 계획된 폐수처리시설 부지를 채택하여 폐수처리 계획을 수립하였다.

<그림 요약-8> 폐수처리시설 위치도



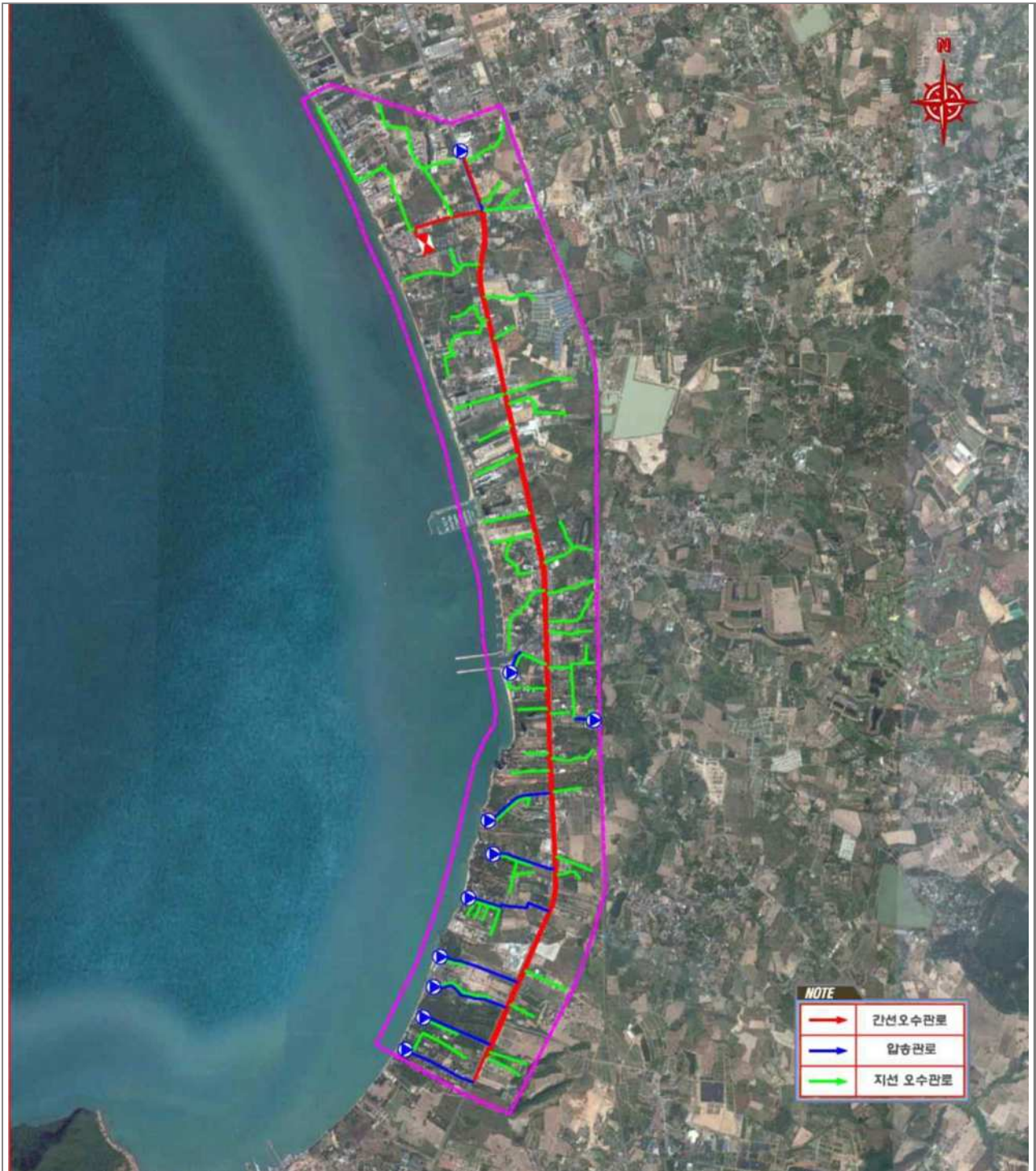
<그림 요약-9> 폐수처리시설 예정부지



다. 폐수관로 노선계획

■ 현재 Na Jom Tien 지역에서는 현재 분류식 방식의 폐수처리방식을 희망하나 자원부족에 따라 합류식으로 존치중이며, 현재 폐수관로 매설이 체계적으로 매설되어 있지 않아 향후 공사 시 기존 관로와의 연결에 문제가 발생할 가능성이 있으므로 정확한 측량을 통한 적정 노선계획과 관경설정이 필요할 것으로 판단되며 노선계획은 다음 그림과 같다.

<그림 요약-10> 폐수관로 노선계획



7.3 Tha Chang 마스터플랜 수립

7.3.1 계획목표년도 결정

- 폐수도분야 계획의 목표연도는 시설의 내구년한, 건설기간 및 시설확장의 어려움 등을 고려하여 한국의 경우 수립예정일을 기준으로 5년 단위로 4단계의 시행단계로 구분함을 원칙으로 하고 있다. 본 마스터 플랜에서도 2035년을 최종목표년도로 하여 4개의 단계로 세분화 하여 단계별 목표연도를 설정하였다.

<표 요약-11> 단계별 목표년도

구 분	기준년도	1단계	2단계	3단계	4단계	비 고
목 표 년 도	2016년	2020년	2025년	2030년	2035년	

7.3.2 계획구역 설정

- 계획구역의 설정은 폐수처리시설의 현황과 유지관리 상태를 파악하고 각종 폐수처리 시설과 관련시설의 확충 및 보완을 위한 종합적이고 기본적인 작업이다. 또한 계획구역 설정의 목표는 폐수의 원활한 배제 및 폐수의 위생적인 처리와 방류하천의 오염을 방지하는데 있다. 본 마스터 플랜의 계획구역은 Tha Chang 지역에서 계획하고 있는 도시지역을 바탕으로 계획하였으며, 폐수처리 서비스를 공급지역 전체를 계획구역으로 설정하여 본 계획을 수립하였다.

7.3.3 폐수발생량 산정

- Tha Chang 지역의 폐수는 택지 및 상업지역으로 목표연도 까지 급격한 폐수량의 증가는 없을 것으로 예상되며 4단계의 목표연도인 2035년까지 단계별로 폐수처리 용량을 계획하였다.

<표 요약-12> Tha Chang 계획폐수 발생량

구 분	단위	2020년	2025년	2030년	2035년	비 고
총인구	인	16,363	17,628	18,957	20,184	
생활폐수 발생량	m ³ /일	2,455	2,661	2,878	3,078	
관광폐수 발생량	m ³ /일	104	104	104	104	
지하수 유입량	m ³ /일	256	277	298	318	일일발생 오수량 10%
계획 폐수량	m ³ /일	2,815	3,042	3,280	3,501	

7.3.4 폐수처리시설 계획 수립

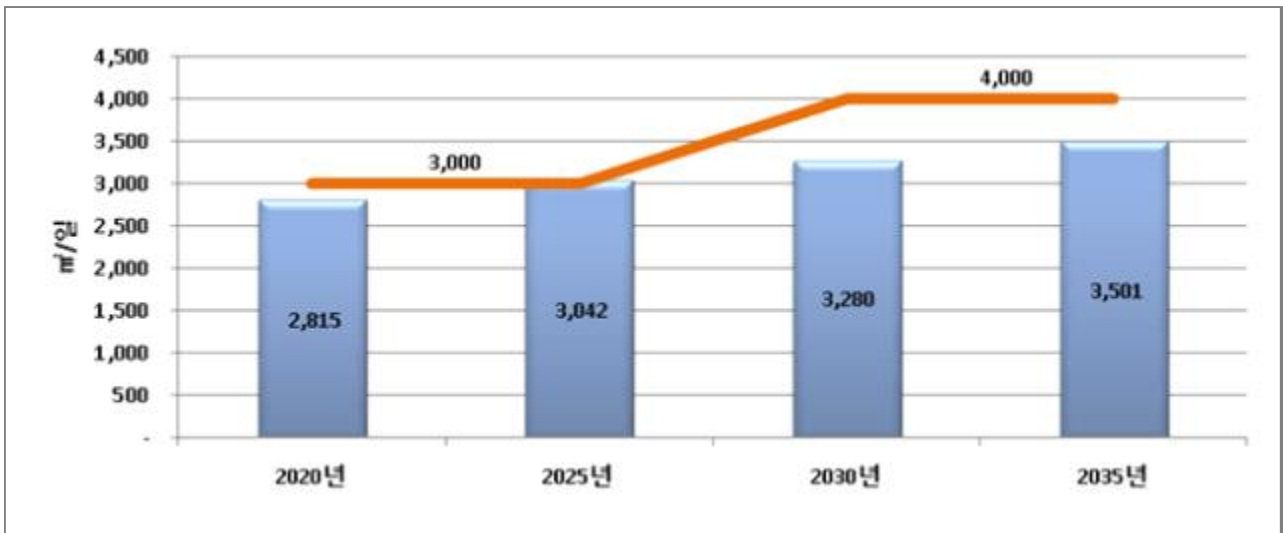
가. 폐수처리시설 시설용량

■ 폐수처리시설의 시설계획은 효율성, 경제성뿐만 아니라 안전성, 신뢰성, 장래 확장 가능성 등에 고려하여 결정하여야 한다. 대상 지역은 택지 및 상업지역으로 중·소규모의 처리시설 설치가 필요할 것으로 예상된다. 따라서 계획폐수량에 여유율을 고려하여 시설용량 4,000m³/일으로 결정하였다.

<표 요약-13> 시설용량

구분	2020년	2025년	2030년	2035년	비고
폐수발생량	2,815m ³ /일	3,042m ³ /일	3,280m ³ /일	3,501m ³ /일	
단 계	1단계		2단계		
시 설 용 량	3,000m ³ /일		4,000m ³ /일		

<그림 요약-11> 단계별 시설계획(m³/day)



나. 폐수처리공정 선정

- 태국의 기존 폐수처리장은 안정화지(라군) 처리공법을 사용하고 있으며, 이는 처리효율이 떨어지고 소요부지가 많이 소요되는 공법으로 가장 원초적인 처리공법이다.
- 기존 폐수처리장의 문제점을 해소하고 좀 더 발전된 처리공법을 사용할 수 있도록 폐수처리 공법을 비교 설명하여 처리효과가 더 좋고 소요부지면적이 작은 ‘표준활성 슬러지 공법’으로 제안한다.

나. 폐수처리시설 위치 선정

- 폐수처리시설의 위치는 지형적 여건 및 폐수관로, 방류수역의 위치, 주변시설 현황 등을 고려하여 결정하여야 하며, 도시계획, 유역의 특성, 토지이용현황, 방류수역의 물이용 현황 등을 종합적으로 고려하되, 설치비, 운영관리비 등의 경제성과 생태계 보전을 위한 환경성 등을 검토하여 폐수수집 및 처리가 용이한 지역을 선정해야하나다.
- 본 마스터플랜에서는 Tha Chang 지역에서 기 계획된 폐수처리시설 부지를 채택하고 또한 현재 처리시설 예정부지는 부족할 것으로 예상되므로 추가 부지 확보방안을 검토하여 지역 관계자와 검토 및 협의가 필요할 것으로 예상된다.

<그림 요약-12> 폐수처리시설 위치도



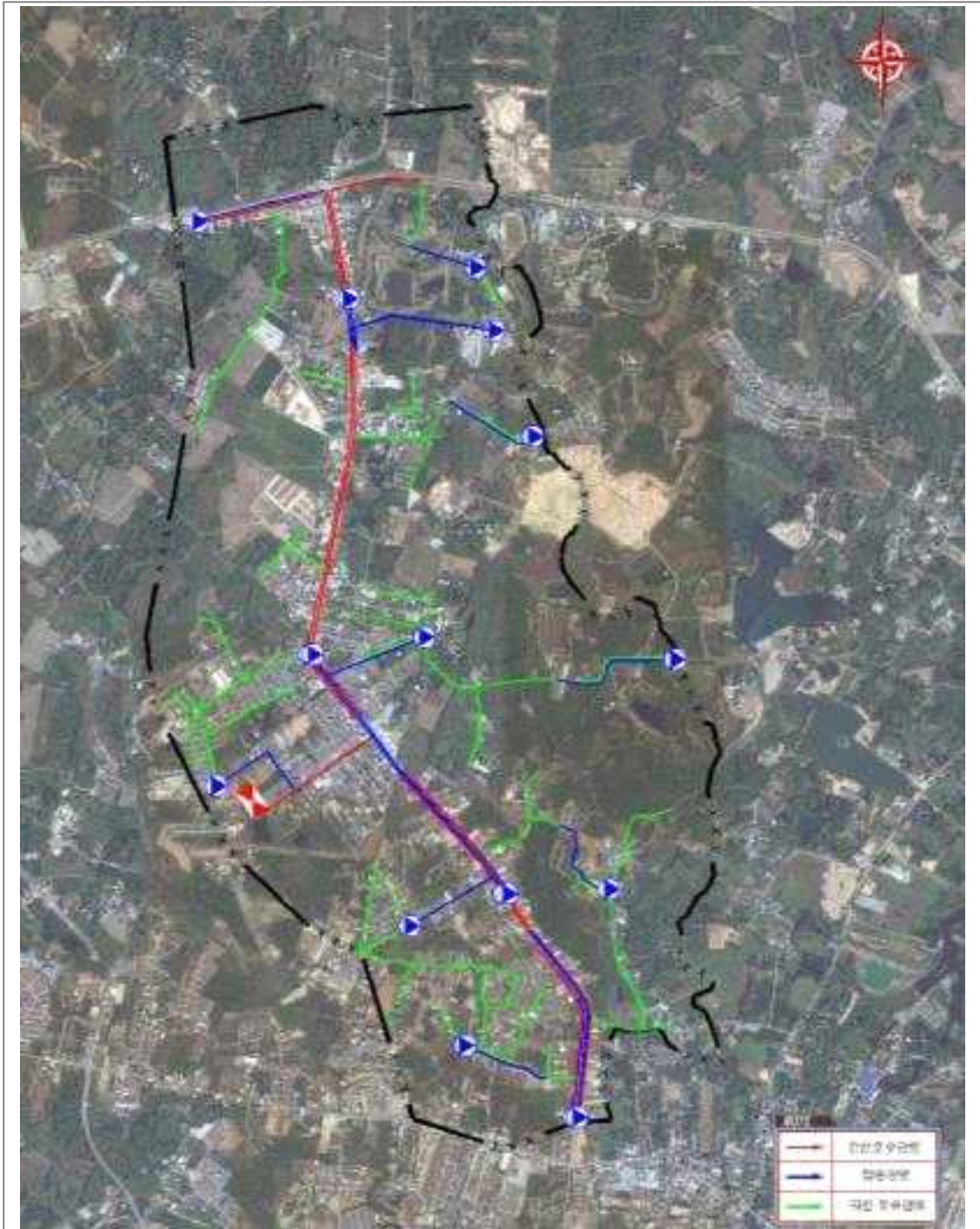
<그림 요약-13> 폐수처리시설 예정부지 및 주변전경



다. 폐수관로 노선계획

■ 현재 Tha Chang 지역에서는 현재 분류식 방식의 폐수처리방식을 희망하나 자원부족에 따라 합류식으로 존치중이며, 현재 폐수관로 매설이 체계적으로 매설되어 있지 않아 향후 공사 시 기존 관로와의 연결에 문제가 발생할 가능성이 있으므로 정확한 측량을 통한 적정 노선계획과 관경설정이 필요할 것으로 판단되며 노선계획은 다음과 같다.

<그림 요약-14> 오수관로 노선계획



7.4 Pluak Daeng 지역 마스터플랜 수립

7.4.1 계획목표년도 결정

- 계획 목표년도는 시설의 내구년한, 건설기간 및 시설확장의 어려움 등을 고려하여 장기적인 계획을 수립하여야하며, 한국의 경우 수립예정일을 기준으로 20년 후를 계획 목표년도로 설정하며 5년 단위로 4단계의 시행 단계로 구분함을 원칙으로 하고 있다.
- 금회 계획의 목표년도는 한국의 기준을 적용하여 2035년을 최종 목표년도로 하여 2단계로 구분화하여 단계별 목표년도를 설정하였다.

<표 요약-14> Pluak Daeng 단계별 목표년도

구 분	기준년도	1단계		2단계		비 고
목표년도	2016년	2020년	2025년	2030년	2035년	

7.4.2 계획구역 설정

- 처리구역 대상은 일반적으로 계획구역내의 전 지역을 대상으로 시가화구역 및 장래 시가화 개발계획 지역을 검토하여 처리구역으로 설정한다.
- Pluak Daeng 지역내에는 현재 장래 시가화 개발계획이 없는 것으로 조사되었다.
- 일부 외곽 지역의 경우 소규모 취락지구의 형태를 보이고 있다. 외곽지역의 소규모 취락지구를 포함한 전 지역을 차집관거로 연결할 경우 관거 연장의 증가, 최소유속 미확보로 인한 관거 퇴적, 관거 심도의 증가, 경제성 악화 등 많은 문제점이 발생할 것으로 예상된다.
- 인근 산업단지의 경우 발생폐수를 자체처리후 방류 수질기준에 적합하게 방류가 이루어지고 있으며, 유입폐수량 또한 처리시설 용량 대비 약 50% 수준으로 연계처리가 불필요한 것으로 판단된다.
- 다만, 향후 산업단지의 개발계획 및 확장계획의 수립시, 산업단지 연계처리에 대한 검토가 필요할것으로 판단되며, 그에 따른 처리시설 시설용량에 대한 재검토 또한 필요할 것으로 판단된다.
- 따라서, 본 계획에서는 외곽지역의 일부 소규모 취락지구 및 인근 산업단지를 제외한 Pluak Daeng Municipality 지역과 그 외 지역인 Non-Municipality의 두 지역으로 구분하여 단계적 계획 구역을 설정하였다.

<표 요약-15> Pluak Daeng 단계별 계획구역

목표년도 2025년	• Pluak Daeng Municipality
목표년도 2035년	• Pluak Daeng Municipality + Pluak Daeng Non-Municipality

7.4.3 폐수발생량 산정

■ Pluak Daeng 지역의 인구의 증가 및 물사용의 증가로 인하여 폐수량이 증가할 것으로 예상된다. 계획 폐수량은 목표연도 2025년 8,480m³/일, 최종 목표년도 2035년 14,401m³/일로 계획하였다.

<표 요약-16> Pluak Daeng 계획폐수 발생량

구분		2016년	2020년	2025년	2030년	2035년
계획인구(인)		35,587	40,577	46,825	53,072	59,320
생활폐수 발생량 (m ³ /일)	Municipality	4,404	5,054	7,320	11,142	12,469
	Non-Municipality	-	-	-	2,820	3,146
관광폐수 발생량 (m ³ /일)	Municipality	43	43	54	54	54
	Non-Municipality	-	-	-	-	-
지하수 유입량(m ³ /일)		667	765	1,106	1,679	1,878
계획 폐수량(m ³ /일)		5,114	5,862	8,480	12,875	14,401

7.4.4 폐수처리시설 계획 수립

가. 폐수처리시설 시설용량

- 폐수처리시설의 시설계획은 효율성, 경제성 뿐만 아니라 안전성, 신뢰성, 장래 확장 가능성 등에 고려하여 결정하여야 한다.
- 본 계획에서는 Municipality 지역과 Non-Municipality 지역을 구분하여 단계적 폐수처리시설 용량 계획을 수립하였다.

<그림 요약-15> 단계별 시설계획



나. 폐수처리공정 선정

- 처리공법은 방류수 수질기준을 준수할 수 있어야 함과 동시에 유지관리가 용이하며 경제적으로 유리한 처리방식이 선정되어야 하며 다음과 같은 사항을 고려하여야 한다.
 - 유입수질의 시간대별, 일별, 계절별 변동에 대처할 수 있어야 한다.
 - 공사비, 유지관리비 등의 경제성이 고려되어야 한다.
 - 운전 및 유지관리가 용이하여야 한다.
 - 방류수의 수질기준을 만족하여야 한다.

(1) 고도처리 공법 도입의 타당성

- 고도처리란 통상의 유기물 제거를 주목적으로 하는 2차 처리에서 얻어지는 처리수질 이상의 수질을 얻기 위하여 행해지는 처리를 말하며, 방류수역의 수질환경 기준을 달성하고 부영양화를 방지하여 방류수역의 수질환경을 안전하게 유지하고 용수 이용도를 높이기 위해 도입될 필요가 있다.

<표 요약-17> 고도처리 공법 도입의 타당성

기술적 타당성	폐수처리에 일반적으로 적용되어온 2차 처리는 유기물 제거효율은 우수하지만, 질소인 등 영양물질 제거에는 한계가 있음. 2차처리만으로는 방류수 수질기준을 만족시킬 수가 없어 고도처리시설을 도입해야 함.
사회·환경적 타당성	처리구역에서 발생하는 폐수를 처리하여 식수원인 Nong Pla Lhai Reservoir의 적조현상 및 부영양화를 방지하는 주민친화적인 환경사업으로 주민들의 요구에 부응하기 위해서는 고도처리공법을 도입하여야 함.

(2) 처리공법의 선정

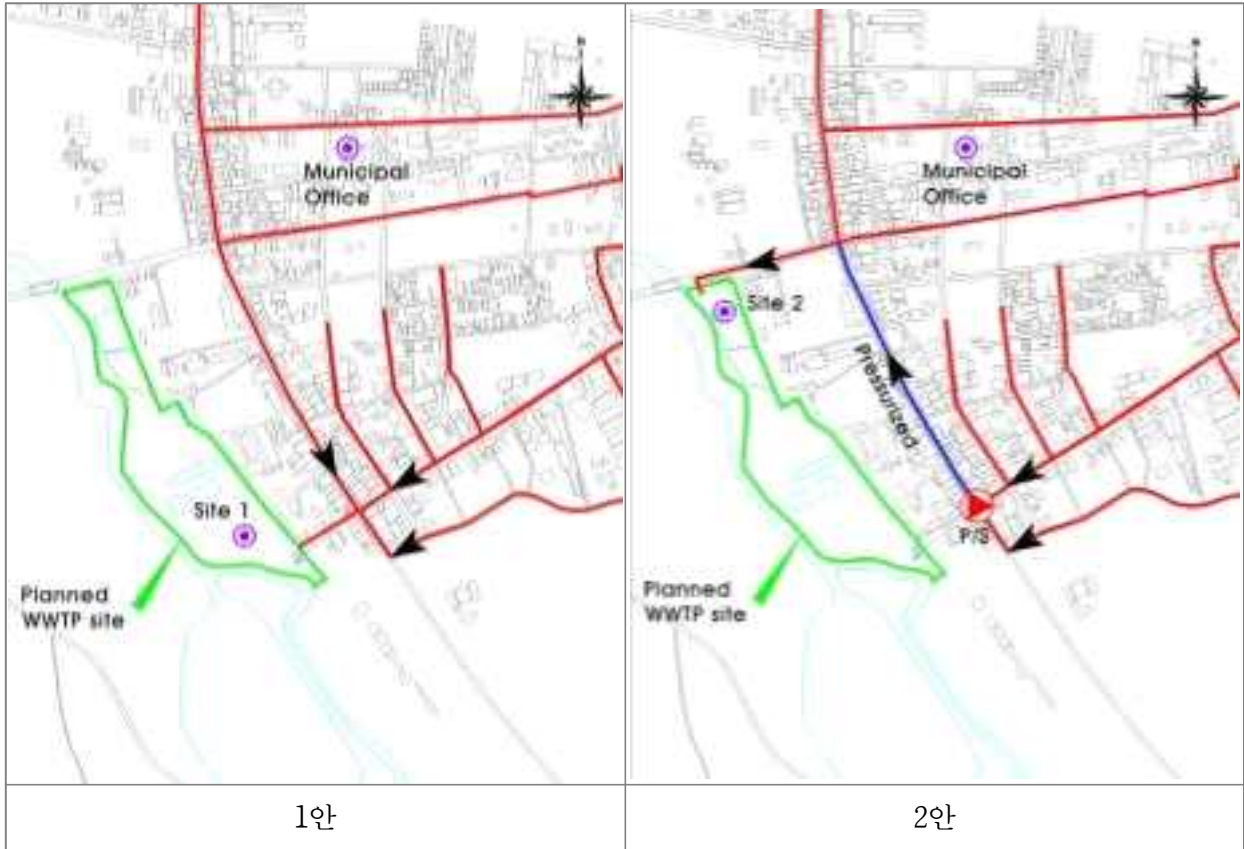
- 처리공법들을 비교한 결과 처리성능의 운전성, 운전관리의 용이성, 시공성, 경제성, 적용실적 및 기술이전 자립성 등의 종합적인 면에서 우수한 간헐포기접촉산화 공법으로 선정하였으며, 추후 실시설계시 Pluak Daeng 지역의 적합한 수처리 공법의 재검토가 필요해 보인다.

다. 폐수처리시설 위치 선정

- Pluak Daeng 지역에는 현재 폐수처리시설 부지가 계획되어있으며, 지형적 여건 및 계획 폐수관거, 방류수역의 위치, 주변시설 현황 등을 고려하여 폐수처리시설 예정 부지내에 설치하는 것으로 계획하였다.

- 폐수처리시설 설치를 위해 예정부지내 2곳을 비교 검토하였으며, 자연유하가 가능하여 펌프시설의 설치를 피할수 있으며, 2안보다 부지의 폭이 넓어 처리시설의 배치가 용이한 1안을 채택하는 것으로 계획하였다.

<그림 요약-16> Pluak Daeng 폐수처리시설 위치 선정



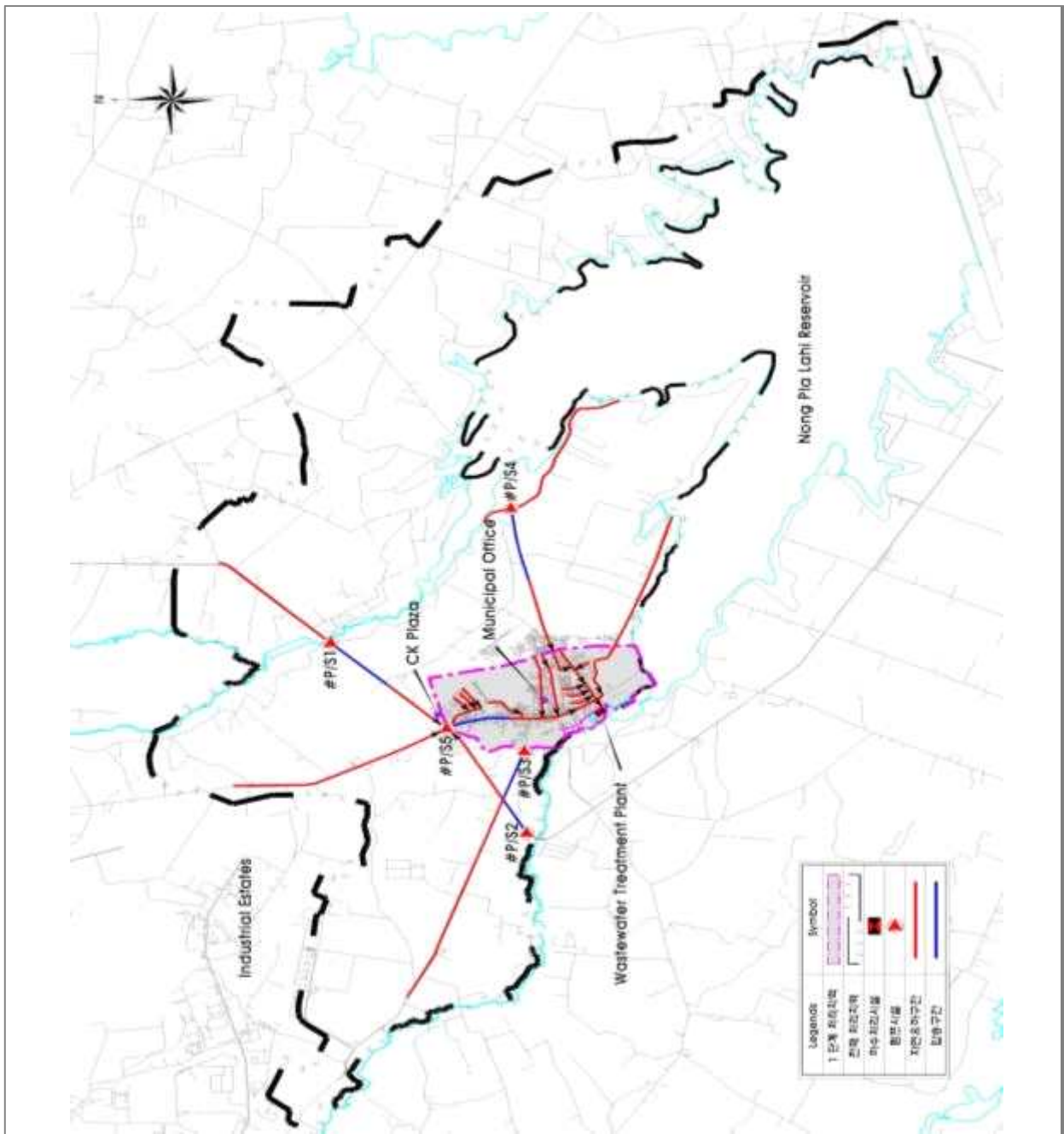
라. 폐수관거 노선계획

- Pluak Daeng 지역의 현재 폐수배제 방식은 도로변에 설치된 측구 및 개거 또는 원형관을 이용한 합류식 폐수처리시설이 Municipality 지역을 중심으로 일부 설치 되어 있으며 미처리 상태의 폐수가 하천으로 방류되어 Nong Pla Lhai Reservoir로 유입되고 있는 상황이다.
- 분류식은 합류식에 비해 유지관리면이나 하천오염, 처리효율면에서 유리하므로, 본 계획에서는 방류 수역인 Nong Pla Lhai Reservoir의 수원 보호를 위해 기존 합류식 관거는 우수관으로 활용하고 폐수관거의 신설을 통한 분류식화를 원칙적으로 채택하는 것으로 계획하였다.
- Pluak Daeng 지역내 필요한 폐수관로는 약 26.7km가 필요할 것으로 예상되며 세부적인 사항은 다음과 같다.

<표 요약-18 폐수관거 계획 >

구분		D100 (압송관)	D200	D250	D300	D400	D500	D600	계	비고
관거 연장 (m)	Municipality	667	4,808	-	1,102	1,691	496	115	8,879	1단계 (2025년)
	Non- Municipality	3,036	13,638	1,200	-	-	-	-	17,874	2단계 (2035년)
계		3,703	18,446	1,200	1,102	1,691	496	115	26,753	

<그림 요약-17 폐수관거 노선 계획>



8. 환경협력사업 발굴

8.1 환경협력사업 도출

■ 대상지역에 대한 사업평가와 한-태국 환경협력사업 도출을 위한 사업 수행중 태국내 관련사업 정보입수 및 관계자 면담을 통해 협력사업을 발굴하였고, 필요사업에 대한 해당지역의 의견을 수렴하여 폐수도분야 우선협력사업 4개 및 협력사업 7개를 도출하여 총 11개의 사업을 도출하였다.

<표 요약-19> 후속협력사업 리스트

지역	사업명		사업내용	비고
Pluak Daeng	폐수처리장 건설사업	1단계	· 처리시설 : Q=8,500m ³ /일(목표년도 2025년) · 처리공법 : 간헐포기 접촉산화법	우선협력사업
		2단계	· 처리시설 : Q=7,000m ³ /일(목표년도 2035년) 총Q=14,500m ³ /일 · 처리공법 : 간헐포기 접촉산화법	
	폐수관로 설치사업	1단계	· 폐수관로 신설 : L= 8.9km · 맨홀펌프장 : 2개소	
		2단계	· 폐수관로 신설 : L= 17.8km · 맨홀펌프장 : 3개소	
Na Jom Tien	폐수처리장 건설사업		· 처리시설 : Q=7,000m ³ /일(목표년도 2035년) · 처리공법 : 표준활성 슬러지법	후속협력사업
	폐수관로 설치사업		· 폐수관로 신설 : L= 50km · 맨홀펌프장 : 10개소	
Tha Chang	폐수처리장 건설사업		· 처리시설 : Q=4,000m ³ /일(목표년도 2035년) · 처리공법 : 표준활성 슬러지법	
	폐수관로 설치사업		· 폐수관로 신설 : L= 38km · 맨홀펌프장 : 19개소	
Pattaya	폐수처리장 증설사업		· 기존 시설개량 : Q=65,000m ³ /일 · 증설 처리시설 : Q=65,000m ³ /일 · 처리공법 : DNR	
	태양광 발전사업		· 태양광을 통한 전력생산으로 태국 전력청(PEA:Provincial Electricity Authority)에 전력 판매	
	방류하천 경관사업		· 폐수처리장 방류하천 일부구간에 경관조성을 통하여 주민생활 편의성 및 관광 상품 활용 기대	

나. 경제적 타당성

(1) 편익산정

- 2단계 사업기간은 시기적인 면에서 분석결과의 정확성을 저하시킬 우려가 있어 본 분석에서는 1단계 사업만을 반영하였다.
- 폐수처리시설에 대한 편익은 1. 개별현장 정화조 설치비용 절감, 2. 일차리 창출 및 지역경제 성장, 3. 수인성 질병 감소로 인한 근로손실 감소, 4. 생활환경 개선, 5. 공공수역의 수질 개선, 6. 홍수피해 감소 등의 편익항목이 있으며, 여기서 중요한 점은 상기 열거한 편익항목 중 1-3번 항목은 시장가격으로 정량화가 가능한 반면 4-6번 항목은 정량화하기 어렵다는 것이다. 따라서 4, 5, 6번 편익은 하기 표에 “정성화(Qualitative)” 항목으로 구분하였다.

<표 요약-21 편익산정결과>

(단위: 천 USD, 연간)

구분	경제적 편익
정량화 항목	
1. 개별현장 정화조 설치비용 절감	3,809
2. 일차리 창출 및 지역경제 성장	14,791
3. 수인성 질병 감소로 인한 근로손실 감소	117,483
정성화 항목	
4. 생활환경 개선	-
5. 공공수역의 수질 개선	-
6. 홍수피해 감소	-
합 계	136,082

(2) 총사업비

<표 요약-22 1단계 총사업비>

(단위: 천 USD)

구분	금액(불변가)	금액(경상가)	비고
1. 직접공사비	21,074	23,271	
2. 시운전 및 교육훈련비	391	447	
3. 컨설팅서비스 비용	1,236	1,324	설계비+감리비
4. 보상비	-	-	
5. 법인설립비	89	89	
6. 사업관리비	908	1,003	(1+2+3)의 4.00%
7. 이행보증보험료	203	203	
8. 금융부대비용	2,257	2,354	
9. 물량예비비	2,270	2,507	(1+2+3)의 10.00%
합 계	28,428	31,197	

■ 연도별 투자계획은 다음과 같다.

<표 요약-23 1단계 연도별 투자계획>

(단위: 천 USD)

구분		2020	2021	2022	2023	2024	Total
금액	불변가	2,655	4,660	9,999	9,267	1,847	28,428
	경상가	2,721	5,026	10,975	10,376	2,099	31,197

(3) 운영비

■ 운영비는 인건비, 제경비 등과 같은 운영관리 비용과 대수선비, 경상수선비 등과 같은 유지관리비용으로 구성된다. 본 사업의 총 운영비는 다음과 같다.

<표 요약-24 1단계 운영비>

(단위: 천 USD)

구분		합계 (20년)	연평균	분기평균
금액	불변가	51,027	2,551	638
	경상가	71,328	3,566	892

(4) 경제적 타당성 분석 결과

■ 경제성 분석결과 B/C비율은 1보다 크고, 순현재가치는 0보다 크며, 내부수익률은 사회적 할인율보다 크다. 이러한 점에서 우리는 상술한 기준에 따라 본 사업이 경제적으로 타당성이 있는 사업이라고 결론지을 수 있다.

<표 요약-25 1단계 분석결과>

구분	결과 값
ENPV (Economic Net Present Value)	7,971 천USD
EIRR (Economic Internal Rate of Return)	8.26%
B/C (Benefit Cost Ratio)	1.17

다. 재무적 타당성

■ 재무적 타당성(또는 재무성) 분석은 건설, 운영자의 자금능력과 재무상태를 비교하고, 본 사업이 운영 주체의 재무상태에 미치는 영향을 평가하여 사업 운영주체가 투자 및 운영비 지출에 대응할 만큼 충분한 수익을 기대할 수 있는가를 분석, 검토하여 투자의 효율성을 극대화 할 수 있는 최적의 재원조달방안을 수립, 제시하기 위함이다. 사업의 효율적인 건설 및 운영을 위해서는 재무적 타당성 분석에 기초한 견고한 재무계획 (Financial Plan)의 수립이 필수적으로 요구된다.

(1) 기본가정

■ 본 사업의 재무적 타당성 검토를 위한 기본가정은 아래와 같다.

<표 요약-26 기본가정>

구분		내용
사업명		Pluak Daeng 폐수처리시설 및 폐수관거 건설
사업방식		BLT (Build-Lease-Transfer)
가격기준일 (불변가격)		2017년 09월 01일
기준통화		USD
사업기간	예상 공사기간	2020년~2024년 (총 51개월)
	예상 운영기간	2024년~2044년 (총 20년)
연간운영일		365일
세금		VAT excluded, Corporate Tax 20%
금리		6.20%
자본구조		자본 : 부채 = 25 : 75
자금투입계획		Pro-rata basis
목표사업수익률		8.80%
재무적할인율 (FDR)		5.50%

※상기 재무할인율과 이후 분석한 현금흐름은 세전 기준임.

※한국 공공투자 사업의 경제성분석을 위한 사회적 할인율 5.5%를 중용하였음.

(2) 총투자비 산정

- 일반적으로 총투자비는 정부의 건설보조금이 존재하지 않는다는 가정하에 총사업비와 건설이자, 물가변동예비비의 합으로 구성된다.
- 하지만, 본 사업의 총투자비는 정산 시 물가상승률에 따라 조정될 것이므로 현시점에서 물가변동예비비는 산정하지 않았다. 따라서, 본 분석에서의 총투자비는 총사업비와 건설이자의 합과 같다.

총투자비 = 총사업비 + 건설이자

<표 요약-27 1단계 총사업비 구성>

(단위: 천 USD)

구분	금액(불변가)	금액(경상가)	비고
1. 직접공사비	21,074	23,271	
2. 시운전 및 교육훈련비	391	447	
3. 컨설팅서비스 비용	1,236	1,324	설계비+감리비
4. 보상비	-	-	
5. 법인설립비	89	89	
6. 사업관리비	908	1,003	(1+2+3)의 4.00%
7. 이행보증보험료	203	203	
8. 금융부대비용	2,257	2,354	
9. 물량예비비	2,270	2,507	(1+2+3)의 10.00%
합 계	28,428	31,197	

<표 요약-28 1단계 건설이자>

(Unit: 천 USD)

구분	금액 (경상가)	비고
건설이자	3,047	

- Target Debt Size: 최적타인자본조달 (총투자비의 75%)
- 건설기간 (자본화기간): 2020년 07월 01일 - 2024년 09월 30일 (51개월)

<표 요약-29 1단계 총투자비>

(Unit: 천 USD)

구분	금액
1. 총민간사업비	28,428
2. 건설보조금	-
3. 소계 (총사업비): 1+2	28,428
4. 물가변동예비비	2,770
5. 건설이자	3,047
6. 합계 (총투자비): 3+4+5	34,244

(3) 목표사업수익률 산정

<표 요약-30 산정기준>

구분	내용
장기투자 프리미엄	· 단기투자자와 장기투자의 차이에 따른 Spread
건설위험 프리미엄	· 사업이행에 대한 이행보증보험의 행사 risk · 협약 미이행에 따른 risk · 출자자 신용 risk · 공사지연 risk
운영위험 프리미엄	· 정부지급금 미지급 or 지연 risk · 운영보장에 대한 추가 보증 risk · 사업 해지 시 원리금 연체이자와 정부지급금 차액 risk 등
국가위험 프리미엄	· 국가부도(Default) risk

■ 이러한 점에서, 1단계 목표사업수익률은 8.80%로 결정 되었으며, 2단계 목표사업수익률도 이와 같다고 가정하였다. 단, 추후 특정 조건에 따라 변경 될 수 있다.

<표 요약-31 목표사업수익률>

구분	%	비고
목표사업수익률	8.80	세전기준

(4) 정부지급금 산정

■ 임대료 산정

- 정부는 사업운영주체가 건설기간 동안 투자한 총투자비에 대해 시설임대기간 동안 정부지급금을 분기별 지급하여 보전할 것이다. 시설임대료는 총투자비를 바탕으로 아래 공식에 따라 산출되었다.

$$\text{분기 평균 시설임대료} = \text{총투자비} \times \frac{\text{분기 목표사업수익률}}{1 - (1 + \text{분기 목표사업수익률})^{-\text{임대기간}}}$$

- 1단계 임대기간 (총20년) 동안의 시설임대료는 아래 표와 같다.

<표 요약-32 1단계 시설임대료>

(Unit: 천 USD)

구분		합계 (20년)	연평균	분기별평균
금액	불변가	51,539	2,577	644
	경상가	71,638	3,582	895

※시설임대료는 운영기간 동안 경상가격 기준으로 매분기 일정한 금액을 수령하는 것을 가정함.

■ 평균운영비 산정

<표 요약-33 1단계 운영비>

(단위: 천 USD)

구분		합계 (20년)	연평균	분기평균
금액	불변가	51,027	2,551	638
	경상가	71,328	3,566	892

■ 폐수처리단가

- 상기 산출한 정부지급금 및 운영비를 근거로 처리 용량 당 폐수처리 단가를 다음과 같이 산출하였다.

<표 요약-34 1단계 처리단가>

구분	금액(불변가)		금액(경상가)	
	합계 (천 USD)	톤당비용 (USD/m ³)	합계 (천 USD)	톤당비용 (USD/m ³)
총시설임대료	51,539	0.0008	71,638	0.0012
O&M비용	51,027	0.0008	71,328	0.0011
합 계	102,565	0.0017	142,966	0.0023

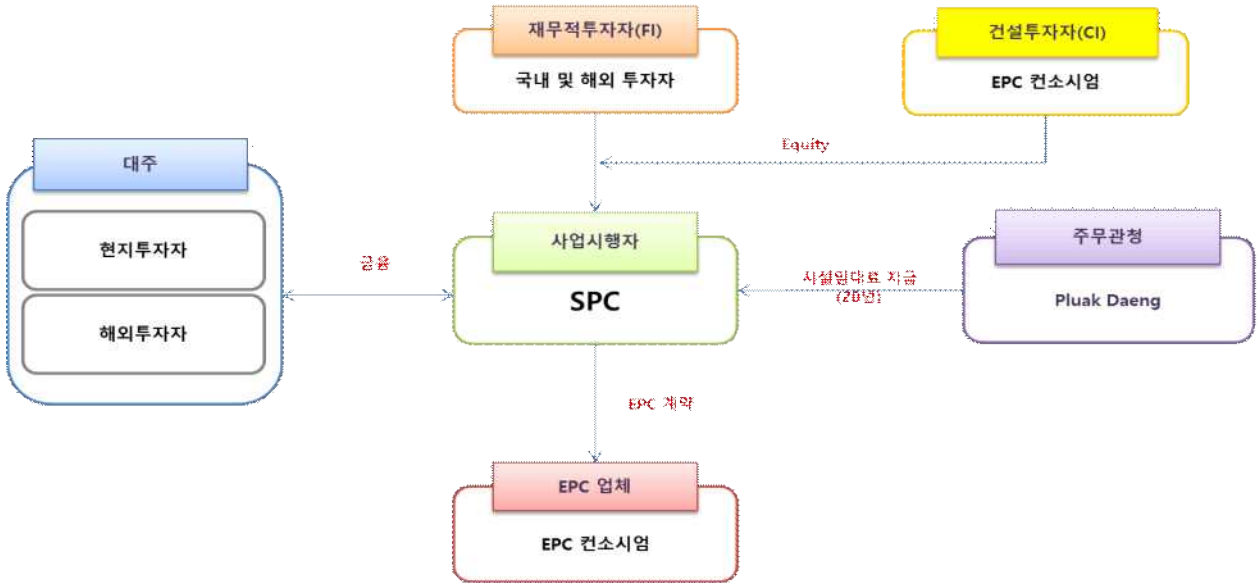
※상기 결과는 일일처리량 8,500m³, 연 365일 시설운영을 기준으로 산정하였음.

(5) 사업 및 자본 조달 구조

■ 사업구조

- 본 사업은 사업제안자가 재무투자자와 함께 공동 투자하는 것으로 가정하며, 사업구조는 아래와 같다.

<그림 요약-18 사업구조>



■ 자본구조 및 조달재원

- 본 사업은 자기자본 25%, 타인자본 75%로 조달될 예정이다. 1단계 사업의 조달재원은 구체적으로 다음과 같다.

<표 요약-35 1단계 자본구조 및 조달재원>

(Unit: 천 USD, 경상가)

구분	비율(%)	금액	이자율(%)	조달재원
총투자비	100	34,244	-	-
자기자본	25	8,561	-	- 재무적투자자(FI) - 건설투자자(CI) - 기타
타인자본	75	25,683	4.86%	-

※자본구조와 조달재원은 시장상황에 따라 변할 수 있다. 그럼에도 불구하고 위에 언급된 비율은 현 시점의 금융 조건 하에서 추구하는 목표 구조, 즉 자기자본 25%, 타인자본 75%를 나타낸다. 이러한 점에서 4.86%의 금리 또한 필요에 따라 조달구조와 함께 적절히 조정될 필요가 있음.

(6) 재무적 타당성 분석 결과

■ 상기 기본가정 및 분석 방법을 바탕으로 산출된 FNPV(재무적 순현재가치)는 607,000USD이다. FIRR(재무적 내부수익률)은 불변가 분석 기준을 바탕으로 산출되었으며, 분석결과는 5.77%이다. 따라서 FNPV가 0보다 크고 FIRR이 5.77%임에 따라, 이는 본 사업을 수행하기에 재무적 타당성이 존재함을 의미한다.

라. 사업시행 계획

■ Pluak Daeng 폐수처리시설 및 폐수관거 건설을 위한 예정공정계획은 사업준비(6개월), 기본 및 실시설계(6개월), 시공사 선정(1개월), 시공 및 감리(36개월), 시운전 및 평가(6개월)를 포함하여 총 55개월로 계획하였다.

<표 요약-36 사업시행 계획 >

공 종	사업기간(Year)																						
	2020				2021				2022				2023				2024				2025		
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
1. 행정 및 사업비 확보	■	■																					
2. 사업조직 구성	■	■																					
3. 컨설턴트 선정																							
■ 기본 및 실시설계		■	■																				
4. 시공사 입찰 및 계약					■																		
5. 컨설턴트 공사 감리						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
6. 시설공사																							
■ 폐수관거(펌프장 포함)						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
■ 폐수처리시설																							
- 토목						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
- 건축										■	■	■	■	■	■	■							
- 기계								■	■	■	■	■	■	■	■	■							
- 전기 및 계측제어											■	■	■	■	■	■	■						
7. 시운전 및 평가																							
■ 시운전 계획 수립																		■	■	■			
■ 시운전																		■	■	■			
8. 교육 및 기술이전																		■	■	■			
9. 사업 준공																				■			
10. 폐수처리장 운영																				■	■	■	■

주) 상기 일정은 과업진행에 따라 변경 될 수 있음

8.3 후속협력사업

가. 후속협력사업

- 후속 협력사업도 우선협력사업과 마찬가지로 태국의 환경문제를 해결하기 위해 시급한 실정이다. 사업의 실제적인 수행을 위해서 양국 관계자들간의 협의를 통해 7개의 사업을 선정하였다. 후속 협력사업은 우선 협력사업에 비해 중요도가 떨어지는 것이 아니며, 태국의 재정상태 및 도시개발 등을 고려하여 목표연도인 2030년도 까지의 사업의 순의를 정하였으나, 재원확보를 위한 태국정부 재정사업 및 민간투자사업이 가능하다면 사업을 조기에 수행하는 것도 가능하다.
- 본 마스터플랜을 수행하며 조사한 바에 따르면 대부분의 지역이 폐수처리시설이 부족한 실정이며, 폐수처리시설의 신설 및 증설 등이 태국정부의 재원부족으로 체계적인 시설확충이 어려운 것으로 판단된다. 현재 목표연도인 2035년 까지 계획한 폐수처리개선 분야의 후속 협력사업은 다음과 같다.
- 아래 사업중 Pattaya 사업은 본 마스터플랜 수립사업 진행중, 현지 관계자와 협의중에 파타야 폐수처리시설 증설사업에 대한 사업정보를 확보, 파타야 시장 및 현지 관계자들의 적극적인 추진의사를 보여 사업을 추진하였으며 타당성조사 보고서는 별첨 보고서로 제출하였다.

<표 요약-37 후속협력사업 리스트>

지역	사업명	사업내용	비고
Na Jom Tien	폐수처리장 건설사업	· 처리시설 : Q=7,000m ³ /일(목표년도 2035년) · 처리공법 : 표준활성 슬러지법	후속협력사업
	폐수관로 설치사업	· 폐수관로 신설 : L= 50km · 맨홀펌프장 : 10개소	
Tha Chang	폐수처리장 건설사업	· 처리시설 : Q=4,000m ³ /일(목표년도 2035년) · 처리공법 : 표준활성 슬러지법	
	폐수관로 설치사업	· 폐수관로 신설 : L= 38km · 맨홀펌프장 : 19개소	
Pattaya	폐수처리장 증설사업	· 기존 시설개량 : Q=65,000m ³ /일 · 증설 처리시설 신설 : Q=65,000m ³ /일 · 처리공법 : DNR	후속협력사업 (추가 발굴)
	태양광 발전사업	· 태양광을 통한 전력생산으로 태국 전력청(PEA:Provincial Electricity Authority)에 전력 판매	
	방류하천 경관사업	· 폐수처리장 방류하천 일부구간에 경관조성을 통하여 주민생활 편의성 및 관광 상품 활용 기대	

8.4 역량강화 사업

- 태국 환경 및 건설 관련 공무원을 대상으로 한 인력교류 및 환경전문지식 전달이 가능하며, 제도 및 정책교육, 환경의식 함양, 기술교육 등을 통한 역량강화사업을 진행하도록 한다.

목 차

목 차

I 부

제1장 사업의 개요

1.1 사업의 목적 및 필요성	15
1.1.1 사업의 목적	1-5
1.1.2 사업의 필요성	1-5
1.2 사업의 범위	16
1.2.1 사업의 개요	1-6
1.2.2 사업의 범위	1-7
1.2.3 기대효과	1-8
1.3 사업의 추진체계 및 방법	19
1.3.1 사업추진체계 및 전략	1-9
1.3.2 국가별/시행기관별 사업 추진역할	1-10
1.3.3 사업수행방법	1-11
1.3.4 사업수행 세부내용	1-12
1.3.5 공사발주 방안	1-13
1.3.6 재원확보 계획	1-13
1.3.7 사업추진 전략	1-15
1.4 사업의 추진경위	1-16

제2장 국가현황

2.1 일반현황	2-3
2.1.1 국가개요	2-3
2.1.2 행정구역	2-4
2.1.3 인문현황	2-6
2.2 자연현황	2-9
2.2.1 지리 및 지형적 현황	2-9

2.2.2 기후 현황	2-10
2.3 정치·사회 현황	2-14
2.3.1 정부형태	2-14
2.3.2 정치·사회 동향	2-16
2.4 경제 현황	2-18
2.4.1 태국 경제 개요	2-18
2.4.2 국내 경제	2-18
2.4.3 대외 경제	2-19
2.5 환경 일반 현황	2-29
2.5.1 수자원 현황	2-29
2.5.2 상수도 현황	2-31
2.5.3 하수도 현황	2-35
2.6 환경 관리 현황	2-36
2.6.1 수질 관리 현황	2-36
2.6.2 대기오염 관리 현황	2-41
2.6.3 폐기물 관리 현황	2-43

제3장 환경제도, 정책현황 및 개선안 제언

3.1 태국 환경제도 및 정책현황	33
3.1.1 태국 환경관리조직 현황	3-3
3.1.2 태국 환경법제 현황	3-8
3.1.3 태국 환경기준 현황	3-11
3.1.4 태국 환경정책 현황	3-22
3.1.5 환경부문 요금 현황	3-28
3.2 한국 환경제도 및 정책현황	33
3.2.1 한국 환경관리조직 현황	3-30
3.2.2 한국 환경법제 현황	3-33
3.2.3 한국의 환경정책 현황	3-35
3.3 태국의 환경정책 및 개선안 제언	37

3.3.1 태국 경제규모에 따른 제언	3-37
3.3.2 환경정책 및 개선방안	3-38

제4장 마스터플랜 수립 대상지역 선정

4.1 마스터플랜 수립대상지역 선정	4-3
4.1.1 마스터플랜의 목적	4-3
4.1.2 마스터플랜 수립대상지역 선정	4-3
4.1.3 우선협력사업 대상지역 선정	4-6

제5장 Na Jom Tien 지역 마스터플랜 수립

5.1 지역현황	5-3
5.1.1 Chonburi province 개황	5-3
5.1.2 Na Jom Tien 개황	5-4
5.1.3 인구현황	5-5
5.1.4 환경시설현황	5-6
5.2 Na Jom Tien 지역 마스터플랜 수립	5-9
5.2.1 계획목표년도 결정	5-9
5.2.2 계획구역 설정	5-9
5.2.3 계획인구 산정	5-9
5.2.4 각종 기준 선정	5-11
5.2.5 계획 폐수량 산정	5-14
5.2.6 폐수처리시설 공급계획	5-17
5.2.7 폐수관로 계획	5-22
5.2.8 사업의 효과	5-27

제6장 Tha Chang 지역 마스터플랜 수립

6.1 지역현황	6-3
6.1.1 Chanthaburi province 개황	6-3
6.1.2 Tha Chang 개황	6-4

6.1.3 인구현황	6-5
6.1.4 환경시설현황	6-6
6.2 Tha Chang 지역 마스터플랜 수립	69
6.2.1 계획목표년도 결정	6-9
6.2.2 계획구역 설정	6-9
6.2.3 계획인구 산정	6-9
6.2.4 각종 기준 선정	6-11
6.2.5 계획 폐수량 산정	6-14
6.2.6 폐수처리시설 공급계획	6-17
6.2.7 폐수관로 계획	6-22
6.2.8 사업의 효과	6-26

제7장 Pluak Daeng지역 마스터플랜 수립

7.1 지역현황	73
7.1.1 Rayong province 개황	7-3
7.1.2 자연적 현황	7-4
7.1.3 사회적 현황	7-7
7.1.4 환경시설 현황	7-9
7.2 Pluak Daeng지역 마스터플랜 수립	73
7.2.1 계획목표년도 결정	7-13
7.2.2 계획구역 설정	7-13
7.2.3 계획인구 산정	7-14
7.2.4 계획 폐수량 산정	7-17
7.2.5 계획 수질 결정	7-22
7.2.6 폐수처리시설 계획	7-31
7.2.7 폐수배제방식 결정	7-37
7.2.8 폐수관거 계획	7-38
7.2.9 중계펌프장 계획	7-40
7.2.10 사업의 효과	7-41

제8장 환경협력사업 발굴

8.1 환경협력사업의 접근방법	8
8.1.1 협력사업 도출	8-4
8.2 협력사업의 일반적 분류	8
8.2.1 지식전파 사업	8-5
8.2.2 역량강화 사업	8-6
8.2.3 한-태 환경시설 협력사업	8-7
8.3 한-태국 환경협력사업	8
8.3.1 협력사업 도출경위	8-8
8.3.2 우선협력사업	8-9
8.3.3 후속협력사업	8-13
8.3.4 역량강화사업	8-17
8.3.5 재원확보 방안	8-19

II 부

제1장 환경협력사업 추진

1.1 환경협력사업 추진방안	13
1.1.1 환경협력사업 추진배경	1-3
1.2 우선협력사업 추진여건 검토	14
1.2.1 외국기업 투자동향	1-4
1.2.2 외국인 투자법 및 투자정책	1-6
1.2.3 투자진출 형태	1-9
1.2.4 투자진출 환경여건	1-10
1.3 우선협력사업 재원확보 방안	12
1.3.1 공적개발원조	1-12
1.3.2 민간투자	1-13
1.3.3 민간협력사업	1-16

제2장 우선협력사업 기본계획(Pluak Daeng)

2.1 사업의 개요	2-3
2.1.1 사업의 선정 배경	2-3
2.1.2 사업의 추진 경위	2-3
2.1.3 사업의 개요	2-4
2.1.4 사업의 기대효과	2-6
2.2 현지조사	2-7
2.2.1 일반 현황	2-7
2.2.2 자연적 현황	2-8
2.2.3 사회적 현황	2-11
2.2.4 환경시설 현황	2-13
2.2.5 측량 조사	2-16
2.2.6 토질 조사	2-19
2.2.7 수질 조사	2-24
2.3 기본계획	2-26
2.3.1 계획목표년도 설정	2-26
2.3.2 계획처리구역 설정	2-26
2.3.3 계획인구	2-27
2.3.4 계획하수량	2-30
2.3.5 계획수질	2-35
2.4 토목 및 공정분야 시설 계획	2-44
2.4.1 폐수처리시설 위치 선정	2-44
2.4.2 폐수처리시설 용량 계획	2-45
2.4.3 폐수처리 방식 검토	2-45
2.4.4 폐수처리시설 배치 계획	2-68
2.4.5 폐수처리시설 부지 계획고 및 구조물 기초 계획	2-70
2.4.6 폐수배제 방식	2-71
2.4.7 폐수관거 계획	2-73
2.4.8 중계펌프장 계획	2-76

2.5 기계분야 시설 계획	2-78
2.5.1 개요	2-78
2.5.2 설계 주안점	2-78
2.5.3 기계설비 배치 계획	2-79
2.5.4 단위 설비별 공정계획 및 기기선정	2-80
2.6 전기 및 계측제어분야 시설 계획	28
2.6.1 개요	2-87
2.6.2 적용법령, 규정 및 표준	2-87
2.6.3 전기설비 계획	2-87
2.6.4 계측제어설비 계획	2-96
2.7 운영 및 유지관리 계획	2-102
2.7.1 운영관리 계획	2-102
2.7.2 유지관리 계획	2-105
2.8 유지관리비 산정	2-107
2.8.1 유지관리비 산정	2-107
2.9 사업비 산정	2-108
2.9.1 개요	2-108
2.9.2 사업비 산정	2-109
2.10 경제적 타당성 분석	2-114
2.10.1 기본방향	2-114
2.10.2 분석방법	2-114
2.10.3 기본가정	2-115
2.10.4 편익산정	2-116
2.11 재무적 타당성 분석	2-121
2.11.1 분석기준	2-121
2.11.2 기본가정	2-121
2.11.3 총 민간투자비 산정	2-123
2.11.4 목표사업수익률 산정	2-125
2.11.5 정부지급금 산정	2-126

2.11.6 사업 및 자본 조달 구조 2-128

2.11.7 재무적 타당성 분석 결과 2-129

2.12 사업시행 계획 2-130

2.13 성과활용 2-131

2.13.1 발주국에 미치는 영향 2-131

2.13.2 수출과급효과 2-131

2.13.3 후속사업수주 연계 방안 2-132

부 록

제1장 (계획인구, 계획하수량, 사업비 산출근거

제2장 (태국 입수자료 및 관련협약서

제3장 (기본계획도면(Plauk Daeng)

제4장 (출장결과 보고서 및 발표자료

I 부 마스터플랜 수립

제 1장 사업의 개요

- 1.1 사업의 목적 및 필요성
- 1.2 사업의 범위
- 1.3 사업의 추진체계 및 방법
- 1.4 사업의 추진경위

제1장 사업의 개요

1.1 사업의 목적 및 필요성

1.1.1 사업의 목적

- 본 사업은 태국 동부지역을 대상으로 폐수처리분야에 대한 기초조사와 현지조사를 통해 마스터플랜을 수립하고, 태국 정부의 환경정책수립 등의 지원을 바탕으로 환경협력사업을 도출함으로써 양국 간 환경협력의 기반을 구축하는데 목적이 있다.

가. 태국 동부지역의 폐수처리 기반시설 기본계획 수립

- 단계적인 폐수처리시설 설치사업을 위한 기본계획을 수립하여 방류수역의 수질을 확보함과 동시에 생활환경 개선 필요성 기초 마련

나. 태국 하수도 정책 개선방안 제시

- 태국 관련분야 정책, 법규 및 제도 분석 등을 통한 합리적인 정책수립 지원

다. 폐수처리시장 진출전략 수립

- 환경협력사업을 통한 성공적인 현지진출 등을 통해 국내 환경기술의 해외진출을 위한 기반 마련

1.1.2 사업의 필요성

<표 1.1-1 사업의 필요성>

사업의 필요성	세부 필요성 검토
생활의 질 향상 및 지역경제 활성화 필요	<ul style="list-style-type: none"> · 체계적 폐수처리시설 확충계획 수립 · 폐수처리시설 부족, 시설노후 및 선진기술 도입 필요 · 폐수처리시설 보급을 통한 생활환경 향상 필요 · 환경개선을 통한 경제상승효과 필요
관련제도 개선 필요	<ul style="list-style-type: none"> · 환경정책 및 제도, 계획분야의 일관성 부족
한-태국 환경협력 강화	<ul style="list-style-type: none"> · 장래 가치를 고려한 기술 및 재정지원 · 지속적인 기술교류를 바탕으로 한 협력체계 구축
국내 환경기술의 해외진출 기반 마련	<ul style="list-style-type: none"> · 태국 관계기관 초청 등을 통한 후속 환경관련 사업에 대한 기반 마련
국제 환경시장 진출의 교두보 역할	<ul style="list-style-type: none"> · 후속사업 발굴을 통한 국내기업의 현지진출로 신성장동력 확보 필요

1.2 사업의 범위

1.2.1 사업의 개요

<표 1.2-1 사업의 필요성>

구분	내용
사업명	<ul style="list-style-type: none"> · 국문 : 태국 동부지역 폐수처리 개선 마스터플랜 수립사업 · 영문 : Establishment of Wastewater Management Master Plan in Eastern Region, Thailan
사업비	<ul style="list-style-type: none"> · 750 백만원
사업기간	<ul style="list-style-type: none"> · 2016년 4월 ~ 2017년 11월
사업대상지역	<ul style="list-style-type: none"> · 태국 동부지역 4개주(Chonburi, Chanthaburi, Rayong, Trat)
사업시행기관	<ul style="list-style-type: none"> · 한국측 : 환경산업기술원(KEITI), 태국측 : 천연자원환경부(MoNRE, WMA)
사업수행조직	<ul style="list-style-type: none"> · 사업수행기관 : 동부엔지니어링(주) · 컨소시엄(1) : (주)경동엔지니어링 · 컨소시엄(2) : (주)대우건설
사업내용	<ul style="list-style-type: none"> · 마스터플랜 수립 <ul style="list-style-type: none"> - 대상국 환경시장, 환경정책 및 법규 등 기초조사 - 대상지역 현지조사를 통한 환경분야 현황 등 자료수집 및 분석 · 협력사업 발굴 <ul style="list-style-type: none"> - 수질조사, 측량 토질조사 등을 통한 상세조사 수행 - 협력사업 발굴 및 사업별 개략사업비 도출 등 · 기본계획 수립 및 투자방안 제시 <ul style="list-style-type: none"> - 최우선 협력사업에 대한 개략도면 및 수량 산출을 통한 사업비 산출 - 운영 및 유지관리 기술제시 및 비용산출 - 발주방식에 따른 단계별 투자계획 수립, 현지투자법 등 관련법 조사 · 경과보고(착수·중간) 및 최종보고회 개최 <ul style="list-style-type: none"> - 양국 협력 세미나 형식의 착수보고회 및 최종보고회 개최(현지) - 사업 추진현황 점검 및 공유를 위한 중간보고회 개최(한국) · 태국 관계 공무원 초청 국내 우수환경시설 견학 및 문화체험 시행

1.2.2 사업의 범위

■ 지리적 범위 : 태국 동부지역 4개주(Chonburi, Chanthaburi, Rayong, Trat)

■ 시간적 범위 :

구분	1단계	2단계	3단계	4단계
목표년도	2020년	2025년	2030년	2035년
추진사업	최우선 환경협력사업		중장기 환경협력사업	

■ 공간적 범위

<그림 1.2-1 사업대상지역>



1.2.3 기대효과

가. 기술적 기대효과

- 기초자료의 데이터베이스화 및 중장기적인 폐수처리 계획 수립
- 한국의 우수기술 태국 환경기술 향상에 이바지

나. 환경적 기대효과

- 폐수처리시설 및 폐수관로계획 수립으로 공공수역 수질개선 기대
- 주민 보건위생 및 삶의 질 향상 기대
- 환경개선에 따른 태국 관광자원 지속가능성 확보

다. 경제적·산업적 기반효과

- 양국 간 교역규모 확대 기대
- 국내 환경산업체의 현지진출 도모
- 국내 환경분야 운영 및 유지관리 기술 전파 및 기자재 수출

라. 환경산업 교류 및 해외진출 측면

- 후속사업 연계를 통한 지속적인 양국 기술교류 가능
- 태국 환경시장을 교두보로 동남아시아 시장 진출
- 환경시장을 바탕으로 건설, IT 등 한국기업체의 진출 도모

마. 종합 기대효과

- 한국과 태국 간 환경산업 및 환경기술 협력기반 조성
- 태국 폐수처리분야 협력·진출분야 발굴 및 진출 전략을 수립하여 국내 환경산업체의 태국 폐수처리사업시장 진출 촉진
- 태국 주변국으로의 폐수처리사업 진출 확대

1.3 사업의 추진체계 및 방법

1.3.1 사업 추진체계 및 전략

- 본 사업은 한국 환경부가 지원하고 한국환경산업기술원(KEITI)가 주관하는 사업으로 대상국인 태국은 천연환경수자원부(MoNRE)와 폐수 관리기관인 폐수관리청(Wastewater Management Authority)이 시행주체이다.
- 사업추진체계는 정부와 사업수행기관 간 정책차원의 협의를 바탕으로, 사업관계기관별로 능동적인 사업참여가 가능하도록 구성하였다. 본 사업의 기본목표인 양국간 환경협력강화 및 관련사업의 추진을 위하여 양국 환경분야 중앙부처간 협의체 구성후, 한국환경산업기술원과 태국 폐수관리청과의 네트워크 구축후에 사업대상지역과의 수행체계를 구축하였다.
- 사업추진의 효율성을 위하여 사업수행기관이 조사계획 수립부터 기본계획의 수립 및 사업발굴, 발굴사업 참여까지 사업을 총괄관리까지 가능한 컨소시엄을 구성하였으며, 컨소시엄 참여기관별로 강점을 최대한 활용하여 시너지 효과를 얻을수 있도록 설계사(동부+경동)는 기초조사, 마스터플랜 수립 및 기본계획 수립 부분을, 협력사업 발굴 및 재원확보 계획은 대우건설, 현지 파트너사는 수질 및 유량측정, 측량조사 및 현지 사업정보 제공 등으로 중점분야를 분할하여 사업을 추진하였다.

<그림 1.3-1> 사업의 주요 추진체계



1.3.2 국가별/시행기관별 사업 추진역할

■ 사업관계 기관별 주요 역할은 다음과 같다.

<표 1.3-1> 사업의 주요 추진체계

구 분	기관	추진역할	비 고
대한민국	환경부(MOE)	<ul style="list-style-type: none"> • 양국간 환경협력체계 구축을 위한 중앙 정부 간 협의 주체 	
	환경산업기술원 (KEITI)	<ul style="list-style-type: none"> • 사업시행기관 : 사업수행 및 성과관리 주체 	
	사업수행 기관 (동부엔지니어링, 경동엔지니어링, 대우건설)	<ul style="list-style-type: none"> • 사업총괄 추진 및 사업수행방안 제시 • 기초자료 조사(정책, 산업, 시장 및 기술)를 통한 현황 분석 및 전망 • 태국 폐수처리 개선 마스터플랜 수립 <ul style="list-style-type: none"> - 폐수처리 분야 시설계획 수립 - 폐수처리분야 사업 발굴 및 추진 전략 • 협력과제 발굴 및 진출 수요 예측 • 폐수처리 개선 협력 우선순위 선정 및 협력사업 발굴 • 폐수처리 개선 우선 협력사업 기본계획(타당성조사 수준) 수립 	
태 국	천연환경수자원부 (MoNRE)	<ul style="list-style-type: none"> • 양국간 환경협력체계 구축을 위한 중앙 정부 간 협의 주체 	
	폐수관리청 (WMA)	<ul style="list-style-type: none"> • 기초자료 제공 및 사업수행 지원 <ul style="list-style-type: none"> - 폐수처리분야 관련법령 기준, 시설 현황 및 동향 - 폐수처리정책, 각종 개발계획 및 상위계획 등 • 마스터플랜(안) 의견 제안 및 폐수처리시설 개선 협력과제 협의 	
	사업수행지 주정부	<ul style="list-style-type: none"> • 사업대상지역별 기초자료 제공 및 현지조사 지원 <ul style="list-style-type: none"> - 현지 폐수처리 현황 자료 제공 - 현지 처리시설 계획부지 위치 제공 	
	현지 협력사 (LOXLEY)	<ul style="list-style-type: none"> • 후속사업 공동개발 및 참여 • 현지 활동 지원 	
	현지 외주업체	<ul style="list-style-type: none"> • 수질조사 및 유량조사 • 측량조사 및 환경관련 기초자료 제공 	

1.3.3 사업수행방법

가. 현장조사 단계

■ 현지 기초자료 수집 및 현황파악

구분	수행내용
기초자료 수집 및 분석	<ul style="list-style-type: none"> · 태국의 문헌자료 조사 · 인문, 경제, 정치 현황 분석 · 상하수도 시설 및 관련업체, 기관 현황 파악
환경정책 및 제도조사	<ul style="list-style-type: none"> · 관련 법규, 정책, 제도 분석 · 중앙정부 및 지방정부 조직 및 제도파악
현장조사 수행	<ul style="list-style-type: none"> · 사업대상지역 조사, 수질 및 유량 조사, 측량조사 등 수행

나. 수요예측 및 기본계획 수립단계

■ 사업 대상 지역 실정에 부합하는 기본계획 수립

구분	수행내용
환경수요량 예측	<ul style="list-style-type: none"> · 폐수처리시설 보급현황 파악 및 향후 수요량 예측 · 폐수 발생량 및 처리현황 파악 · 장래 발생 폐수량 예측 및 재이용 가능성 모색
기본계획 수립	<ul style="list-style-type: none"> · 기본계획 수립 배경 및 필요성 도출 · 기본방향 및 정책적 목표 수립 · 지역 실정을 고려한 폐수처리 계획 수립 · 현지 여건을 고려한 사업비 산출

다. 협력사업 도출 단계

■ 한국-태국간 협력사업 발굴을 위한 사업추진

구분	수행내용
협력사업 발굴	<ul style="list-style-type: none"> · 사업의 시급성 및 실현가능성 등을 고려한 협력사업 발굴 · 현지 시장 진출 기반 확보를 고려한 현지화 계획 수립

라. 사업 실현단계

■ 도출된 협력사업의 사업실현화

구분	수행내용
사업실현화	<ul style="list-style-type: none"> · 태국 관련기관과의 협력체계를 통한 지속적 사업추진 · 민간투자 등을 고려한 재원확보 방안 모색

1.3.4 사업수행 세부내용

구분	주요항목	세부수행내용	비고
1 단계	과업수행계획 및 과업착수	<ul style="list-style-type: none"> · 과업추진계획수립 및 착수보고 · 관련계획 조사 및 검토 · 사회, 경제현황, 일반현황 등 기초자료 수집 분석 	<p>현지 착수보고회 개최</p>
2 단계	현지조사	<ul style="list-style-type: none"> · 상위 및 관련계획 검토 · 수질조사 및 유량측정, 측량조사 수행 (사업대상지역) · 상하수도 시설현황 조사 · 용수공급 및 폐수발생량 조사 	<p>현지 전문업체 공동수행</p>
3 단계	환경정책제도 조사 및 시설 문제점 파악	<ul style="list-style-type: none"> · 현지 환경정책, 제도 검토 및 분석 · 환경관련 기업체 및 정부관계자 면담 · 상하수도 시설 문제점 파악 · 현지 수질오염 실태 파악 	
4 단계	시설수요 예측 및 마스터플랜 수립 (3개 대상지역)	<ul style="list-style-type: none"> · 관련기관 및 대상지역과의 협의를 통한 사업대상지 선정 · 기존시설 용량 및 검토 · 계획폐수량 산정 · 폐수처리시설 도입계획 · 폐수처리구역 설정 	<p>1차 및 2차 workshop</p>
5 단계	후속사업도출	<ul style="list-style-type: none"> · 중간보고회를 통한 협력사업 도출 · 지역여건에 맞는 후속사업 발굴 · 사업비 적정성 검토 	<p>중간보고회 개최 (서울)</p>
6 단계	사업구체화 및 기본설계	<ul style="list-style-type: none"> · 사업구체화를 위한 세부조사 실시 · 실측자료를 바탕으로한 용량산정 · 시설 물량 산출 및 사업비 산정 · 운영 및 유지관리 방안 제시 	
7 단계	재원확보	<ul style="list-style-type: none"> · 사업의 경제적 타당성 검토 · 유사프로젝트 재원확보 방안 검토 · 태국 정부 지원가능 재원 확인 · PPP 및 BLT 등 다양한 사업추진방식 검토 	

1.3.5 공사발주 방안

- 수립된 마스터플랜에 근거하여 협력사업 발굴 → 태국 정부와 협력사업 제안
 - 사업의 우선순위를 결정하고, 협력가능성 및 기대효과를 반영하여 공사 발주 유형을 고려한 사업 확정
 - 사업의 적정성 검토를 위한 자문회의, 전문가 검토 등을 통한 검증
 - 태국 정부의 추진사업과 중복 배제를 위해 태국 정부와 협의 후 확정
 - 최종 확정된 사업은 공사 발주 유형에 따라 지원방안을 논의 및 구체적인 사업 실현 방안을 도출
- PPP, 보증, 기자재, 차관 등 다양한 개발금융을 활용할 수 있도록 수출입은행, 기재부, 태국 정부가 참여하는 협의체를 구성하여 대형사업을 발굴할 필요가 있다

1.3.6 재원확보 계획

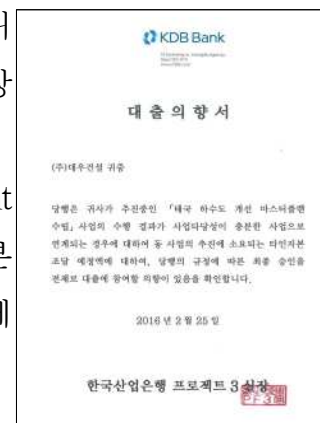
- 발굴된 사업을 안정적으로 추진하기 위해서는 재원의 확보가 가장 중요한 요소이며, 재원을 확보하는 방안은 아래와 같다.

가. ODA(Official Development Assistance) 및 PF(Private Flows) 검토

- 공적개발원조(ODA : Official Development Assistance)는 21세기 개발협력 전략을 토대로 빈곤근절을 위해 설정한 세계적 규범의 기능으로서 ‘밀레니엄개발목표(Millennium Development Goals, MDGs)’의 달성을 위해 OECD(Organization for Economic Cooperation and Development) 회원국별 GNI(Gross National Income)의 0.7% 까지 지원규모의 확대를 계획하며, 이에 따라 OECD회원국(우리나라의 경우 양자간 무상원조는 KOICA, 양자간 유상원조는 EDCF(Economic Development Cooperation Fund)를 통해 참여 하고 있음)들은 저개발국에 대해서 사업발굴을 통해 지원하고 있다.

- 하지만, 태국은 1인당 국민총소득(GNI)이 2015년 기준으로 상위 중소득(\$4,126~12,735)국가로 분류되어 ODA 자금지원이 사실상 어려운 실정이다.

- 본 컨소시엄사인 대우건설의 대주주인 KDB(Korea Development Bank)에서는 본 사업 수행중 사업성이 우수한 사업 발굴시 자본 출자 의향이 있음을 밝혀 우수 사업 발굴시, 민간투자 자금 확보에는 큰 어려움이 없을 것으로 판단된다.



나. 태국 내부정책을 통한 확보

- 태국은 인프라 개발을 위하여 교통 및 에너지인 2개의 분야로 구분하여 장래 개발계획 (Enhancing Infrastructure Development for Thailand's Future Growth)을 추진하고 있다.
- 분야별 주요 개발계획 내용은 다음과 같다.

<표 1.3-2> 분야별 주요 개발계획 내용

구분	내용
Infrastructure Development Master Plan	<ul style="list-style-type: none"> · Inter-City Rail Network : 철도 개발계획 · Capacity enhancement for highway network to link with key areas : 도로 개발을 통한 인접국가 접근 도로망 개선계획 · Public transportation network development plan : 방콕 및 인접지역 도심철도 개발계획 · Air transport capacity enhancement 및 Maritime transport : 산업단지 개발을 통한 공기질 개선 및 용수 공급계획
Thailand Integrated Energy Blueprint (2015-2036)	<ul style="list-style-type: none"> · Power Plant Plan : 화석연료 및 가스 공급 계획 · Gas Plan : LNG 구축계획 수립 · Alternative Energy Development Plan(AEDP) : 경제개발계획과 연계한 계획 수립 · Oil Plan : 20%의 바이오연료 활용 계획 · Energy Efficiency Plan(EEP) : 30% 에너지 소비 감소 계획

- 인프라시설의 민관합동개발방식인 PPP(Public Private Partnership)사업은 외국인 투자기업도 참여할 수 있으며, 세제혜택 등 재정적 인센티브 부여 및 금융지원을 통하여 투자금을 회수할 수 있도록 함에 따라 이를 통한 사업추진도 적극 검토할 필요가 있음.

다. 태국정책 및 외국 자본을 활용한 확보

- 태국은 현재 전 세계적으로 4차 산업혁명을 대비하고 있는 흐름에 발맞추어 태국 동부지역을 아시아 최대의 생산지역으로 육성하려는 Thailand's Eastern Economic Corridor(이하 EEC) 계획을 수립하였다. 이 계획은 동부지역 13,285km²의 면적에 해당하는 춘부리, 라용과 함께 차청사오(Chacheongsao) 지역을 대상으로 하고 있고, 향후 5년간 외국인의 직접적인 투자가 43억 \$ 정도로 기대하고 있다.
- 이 계획은 10개의 산업을 중점적으로 육성하는 것으로 Next-generation cars, smart electronics, affluent medical and wellness tourism, agriculture and biotechnology, food, robotics for industry,

logistics and aviation, biofuels and biochemical, digital and medical services의 분야로 나뉘어진다.

■ 이는 태국 내부정책을 바탕으로, 외국 자본유입을 통한 재원확보에 초점이 맞추어져 있다.

1.3.7 사업추진 전략

■ 상기에서 검토한 바와 같이 민관합동 개발방식(PPP)을 통한 재원확보가 가능한 점, 외국인 투자에 우호적인 점 등의 장점을 적극 활용한 발굴사업의 추진이 필요하다.

■ 아울러 대부분의 우리나라 환경기술은 중소기업이 보유하고 있으며, 해외로 외형을 넓힐 필요성이 대두되고 있는 점을 고려하여, 중소기업이 태국 환경산업 시장 개척 초기에는 상당한 어려움이 예상되기 때문에 정부의 적극 적인 지원이 필요하다.

<표 1.3-2> 유형별 재원 형태

구분	항목	내용
다 자 간 원 조		<ul style="list-style-type: none"> · 국제기구(WB, ADB등) 출연(분담금) 및 출자 · 국제 기구에 대한 양허성 차관
민간투자	BTL	<ul style="list-style-type: none"> · 준공 후 소유권 정부에 귀속 · 일정기간 사업시행자 운영권 확보
	BOT	<ul style="list-style-type: none"> · 준공 후 사업시행자 소유권 확보 · 일정기간 후 소유권 정부에 귀속
	BOO	<ul style="list-style-type: none"> · 준공 후 사업 시행자 소유권 확보
하 이 브 리 드 형 연 계 지 원 (O D A + P P P)		<ul style="list-style-type: none"> · 사업내 공종 또는 규모에 따라 유상원조 부분과 민간투자부분으로 분류 · 민간투자 부분은 사업시행자가 일정기간 운영권 확보

1.4 사업의 추진경위

■ 아래 <표 1.4-1>에서는 본 사업의 주요 추진경위 및 실적을 시간순으로 정리하였음.

<표 1.4-1> 사업의 주요 추진경위 및 실적

주요 추진경위	주요 수행실적
<p>2016.06.26. ~2016.07.02</p> <p>사전조사</p>	 <ul style="list-style-type: none"> · 사업착수전 실무자 협의 및 대상국 Needs 파악 · 사업의 기본방향 및 착수보고 관련사항 협의 · 사업대상지역 주요 지자체 방문 및 요구사항 사전 검토 · 현지 파트너사 사전 협의 및 협력체계 구축
<p>2016.07.22. ~2016.08.05</p> <p>착수보고 및 환경협력회의, 현장조사</p>	 <ul style="list-style-type: none"> · 양국간 환경협력체계 강화를 위한 정부 간 환경협력회의 · 한국-태국 환경협력 세미나 및 본 사업 착수보고회 <ul style="list-style-type: none"> - 양국 환경정책, 본 마스터플랜 사업수행방안 등 발표 · 태국 현지 파트너(LOXLEY社) MOU 체결 · 마스터플랜 수립을 위한 기초자료 조사 및 사업대상지역 현장조사
<p>2016.09.04. ~2016.09.10</p> <p>현장조사 및 업무협의</p>	 <ul style="list-style-type: none"> · 사업대상지역 선정을 위한 협의 진행 · 기술정책협력 Workshop 일정 협의 · Pattaya시 방문 및 Wat Nong Yai 하수처리장 증설계획 정보입수 및 협의

<표 1.4-1> 사업의 주요 추진경위 및 실적(계속)

주요 추진경위	주요 수행실적
<p>2016.10.17. ~2016.11.04</p> <p>1차 워크숍 및 현장조사</p>	 <ul style="list-style-type: none"> · 1차 기술정책협력 Workshop을 통한 사업대상지역 선정 · 마스터플랜 사업대상지역 현장조사 수행 · Pattaya시 신규사업 발굴관련 조사 및 협의
<p>2016.11.16. ~2016.11.19</p> <p>LOI 제출</p>	 <ul style="list-style-type: none"> · Pattaya시 방문 및 관련사업 협의 · Wat Nong Yai 폐수처리장 증설 PPP사업 투자의향서(LOI) 제출 · 기술정책협력 2차 Workshop 일정 협의 · 현지 파트너(LOXLEY社)와 태국 내 PPP사업 참여 협의
<p>2016.12.18. ~2016.12.24</p> <p>2차 워크숍 및 현장조사</p>	 <ul style="list-style-type: none"> · 2차 기술정책협력 Workshop 실시 · 우선협력사업 대상지역 선정 · Wat Nong Yai 폐수처리장 증설사업 사업화 협의 · 마스터플랜 수립 사업대상지역 추가 현장조사 수행 · 현지 파트너(LOXLEY社)와 태국 PPP추진방법 관련 협의

<표 1.4-1> 사업의 주요 추진경위 및 실적(계속)

주요 추진경위	주요 수행실적
<p>2017.02.05. ~2017.02.11</p> <p>중간보고회 사전협의 및 현지 외주 사전조사</p>	 <ul style="list-style-type: none"> · 중간보고회 초청인원 및 일정 사전협의 · 수질조사 및 유량측정, 측량 등을 위한 현지업체 사전 협의 · Wat Nong Yai 폐수처리장 증설사업 관계자 협의
<p>2017.03.12. ~2017.03.18</p> <p>사업관계자 업무협의</p>	 <ul style="list-style-type: none"> · 중간보고회 및 환경현황조사 관련 협의 · 방류수 재이용 및 산업단지 용수공급 등을 위한 East Water 협의 · Pluak Daeng 지역 방문 및 협의 · 파타야시 폐수처리장 및 방류하천 현장조사 · 현지 외주업체 계약 및 수행방법 협의
<p>2017.03.27. ~2017.03.31</p> <p>중간보고회 및 환경협력 회의</p>	 <ul style="list-style-type: none"> · 양국간 환경협력 성과 및 향후 협력계획 등 논의 · 마스터플랜 추진실적 및 우선협력사업 추진계획 보고 · 선진기술이 적용된 국내 우수 환경기초시설 견학, 한국문화체험

<표 1.4-1> 사업의 주요 추진경위 및 실적(계속)

주요 추진경위		주요 수행실적	
2017.06.04. ~2017.06.10	환경시장조사 관련조사 및 Pluak Daeng 주민설명회	 <ul style="list-style-type: none"> · 태국 환경시장조사 관련 업무협의 및 태국 폐수처리장 방문 및 현장조사 · 우선협력사업 대상지역(Pluak Daeng) 주민설명회 개최 	
2017.08.07. ~2017.08.12	사업대상지역 (Na Jom Tien, Tha Chang, Pluak Daeng) 사전 최종보고	 <ul style="list-style-type: none"> · 최종보고회 관련 WMA 일정관련 협의 · 사업대상지역 3개소 방문(사전 최종보고 및 협의) 	
2017.08.07. ~2017.08.12	수도권 상수도청 (MWA) MOU체결	<ul style="list-style-type: none"> · MWA 파리냐 아마사밋 청장, 한국환경산업기술원 조명현 단장 G-BEST 최승일 단장, 대우건설 김민근 상무 MOU날인 및 체결 	
2017.11.14	파타야 시청	 <ul style="list-style-type: none"> · Wat Nong Yai폐수처리장 증설사업 F/S 최종보고 · 향후 사업 진행방향 협의 · 타당성조사 성과품 제출 · MOU 문건 협의 및 제출 	

<표 1.4-1> 사업의 주요 추진경위 및 실적(계속)

주요 추진경위	주요 수행실적
<p>한-태국 환경협력회의 및 마스터플랜 최종보고</p> <p>2017.11.15.</p>	<p><한-태 환경협력회의></p>  
	<p><태국 마스터플랜 수립 최종보고회></p>  
	<ul style="list-style-type: none"> · 한-태 환경협력회의 · 태국 마스터플랜 수립 최종보고회 · 한국 민간기업 신기술 박람회

제 2장 국가현황

2.1 일반현황

2.2 자연현황

2.3 정치·사회 현황

2.4 경제 현황

2.5 환경 일반 현황

2.6 환경관리 현황

제2장 국가 현황

2.1 일반현황

2.2 자연현황

2.3 정치·사회현황

2.4 경제 현황

2.5 환경 일반 현황

2.6 환경 관리 현황

2.7 국가 환경 계획

제2장 국가 현황

2.1 일반 현황

2.1.1 국가 개요

<표 2.1-1 국가 개요>

국명	• 태국 (The Kingdom of Thailand)
위치	• 동남아시아 말레이 반도와 인도차이나 반도 사이에 걸쳐 있는 나라. • 동쪽으로 라오스와 캄보디아, 남쪽으로 타이만과 말레이시아, 서쪽으로 안다만해와 미얀마와 국경을 접하고 있음.
면적	• 513천km ² (한반도의 약2.3배)
행정구역	• 1개의 특별시(방콕), 1개의 직할시(파타야), 77개 Province(Changwat, 방콕포함), 795개 District(Amphoe), 7,225개 Subdistrict(Tambon)으로 이루어져 있다.
인구	• 6,774만명 (2014년 6월)
민족	• 태국계(85%), 중국계(12%), 말레이계(2%), 기타(0.1%)
언어	• 태국어(공용어), 영어(상용어)
종교	• 불교(94.6%), 이슬람교(4.6%), 기독교(0.7%), 기타(0.1%)
시차	• 그리니치 표준시 +7(한국보다 2시간 느림)

<그림 2.1-1 태국 위치도>



2.1.2 행정구역

■ 태국의 지역 행정구역은 77개의 Province로 이루어져있고 다시 877개의 District (태국어 Amphoe)로 구분된다. District (태국어 Amphoe)는 다시 Sbudistrict (태국어 Tambon), Village (태국어 Muban)으로 세분화된다.

<표 2.1-2 태국 행정구역>

Region	No.	Province	Region	No.	Province		
Capital	1	Bangkok		40	Nong Khai		
Central	2	Samult Prakan	North eastern	41	Maha Sarakham		
	3	Nonthaburi		42	Roi Et		
	4	Pathum Thani		43	Kalsain		
	5	Ayutthaya		44	Sakon Nakhon		
	6	Ang Thong		45	Nakhon Phanom		
	7	Lop Buri		46	Mukdahan		
	8	Sing Buri		Northern	47	Ching Mai	
	9	Chai Nat	48		Lamphun		
	10	Saraburi	49		Lampang		
	11	Chon Buri	50		Uttaradit		
	12	Rayong	51		Phrae		
	13	Chanthaburi	52		Nan		
	14	Trat	53		Phayao		
	15	Chachoengsao	54		Chiang Rai		
	16	Prachin Buri	55		Mae Hong Son		
	17	Nakhon Nayok	56		Nakhon Sawan		
	18	Sa Kaeo	57		Uthai Thani		
	19	Ratchaburi	58		Kamphaeng Phet		
	20	Kanchanaburi	59		Tak		
	21	Suphan Buri	60		Sukhotthai		
	22	Nakhon Pathom	61		Phitsanulok		
	23	Samult Sakhon	62		Phichit		
	24	Samult Songkhram	63		Phetchabun		
	25	Phetchaburi	64		Nakhon Si Thammarat		
	26	Prachuap Khiri Khan	65		Krabi		
	27	Samutprakan	66		Phangnga		
	North eastern	28	Nakhon Ratchasima		Southern	67	Phuket
		29	Buri Rarm			68	Surat Thani
		30	Surin			69	Ranong
		31	Si Sa Ket			70	Chumphon
		32	Ubon Ratchathani			71	Songkhla
		33	Yasothon			72	Satun
		34	Chaiyaphurm			73	Trang
		35	Amnat Charoen			74	Phatthalung
		36	Nong Bua Lam Phu			75	Pattani
		37	Khon Kaen			76	Yala
		38	Udon Thani			77	Narathiwat
		39	Loei				

<그림 2.1-2 태국 행정구역도>



- 이러한 행정구역외에 District (태국어 Amphoe) 또는 Subdistrict (태국어 Tambon)로부터 자치권을 인정받는 자치체인 Municipality (태국어 Thetsaban)가 있으며, 인구, 재정상태 등에 의하여 City, Town, Subdistrict Municipality의 세개의 자치체로 나누어진다.
- 태국내 총 2,440개의 Municipality가 있으며, 30개의 City Municipality, 178개의 Town Municipality, 2,232개의 Sub District Municipality로 구성된다.

<표 2.1-3 태국 지방 행정구역>

Municipality(Thetsaban)	구성조건
City Municipality (Thetsaban Nakhon)	<ul style="list-style-type: none"> • 인구 5만명 이상, 인구밀도 3,000/km² 이하 • 자치체로서 기능을 수행 할 충분 수입 • 국왕의 칙령
Town Municipality (Thetsaban Mueang)	<ul style="list-style-type: none"> • 인구 1만명 이상, 인구밀도 3,000/km² 이하 • 자치체로서 기능을 수행 할 충분 수입 • 국왕의 칙령
Sub District Municipality (Thetsaban Tambon)	<ul style="list-style-type: none"> • 인구 5천명 이상, 인구밀도 1,500/km² 이하 • 자치체로서 기능을 수행 할 최소 5백만 바트의 수입 • 주민의 총의에 근거

주) 인구 밀도에 관한 사항은 2000년에 폐지

2.1.3 인문 현황

가. 인구 현황

- 태국의 인구조사는 매 10년마다 시행되며 가장 최근 조사된 인구 조사는 2010년이다.
- 1990년 태국의 인구는 54,548천인, 2000년 60,917천인, 2010년 65,982천인으로 꾸준한 증가세를 보이고 있지만, 인구증가율은 1960년 이후 큰 폭으로 하락세를 보이고 있다. 1960년에서 1970년 인구증가율은 2.7%에서 2000년에서 2010년 0.8%를 나타냈다.
- 국가 경제 사회 발전 위원회(National Economic and Social Development Board)의 예측에 따르면, 향후 10년~20년 후 인구는 2020년 0.4%의 증가율로 68.1백만명, 2030년에 0.03%의 증가율로 68.3백만으로 증가할 것으로 예상된다.

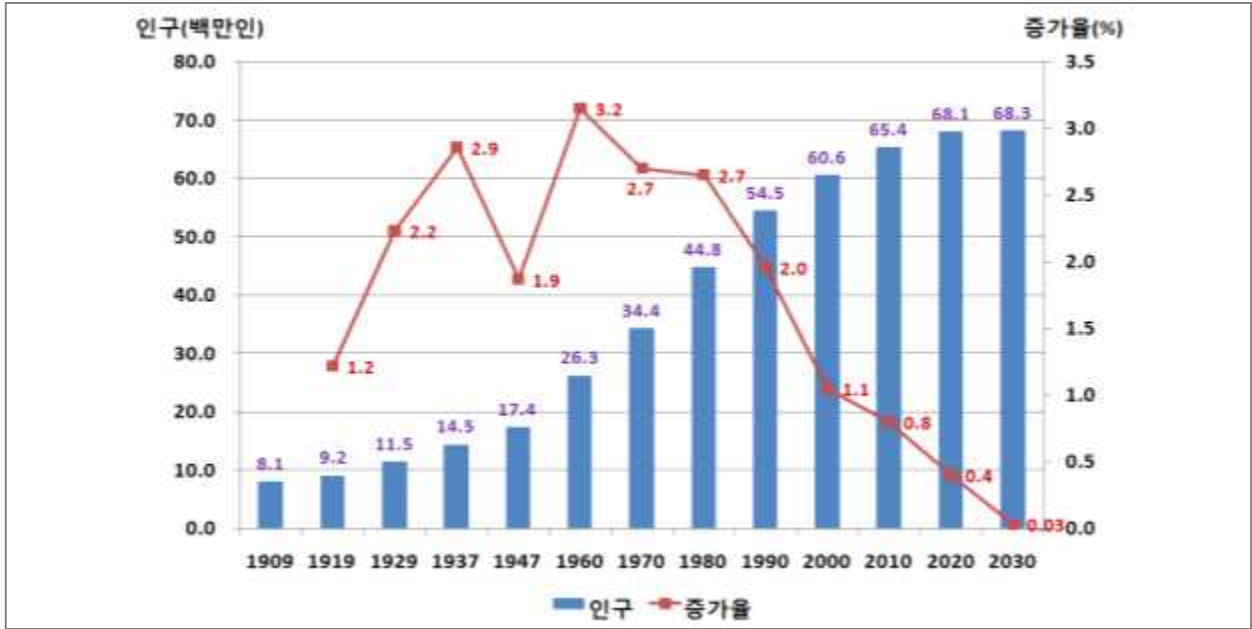
<표 2.1-4 태국 지역별 인구현황>

(단위: 천인)

Region	1990년	2000년	2010년	비고
Bangkok	5,882	6,355	8,305	
Central	17,959	20,571	26,489	
Northeastern	19,038	20,825	18,966	
Northern	10,585	11,433	11,656	
Southern	6,966	8,088	8,871	
총계	54,548	60,917	65,982	

자료: Thailand National Statistical Office

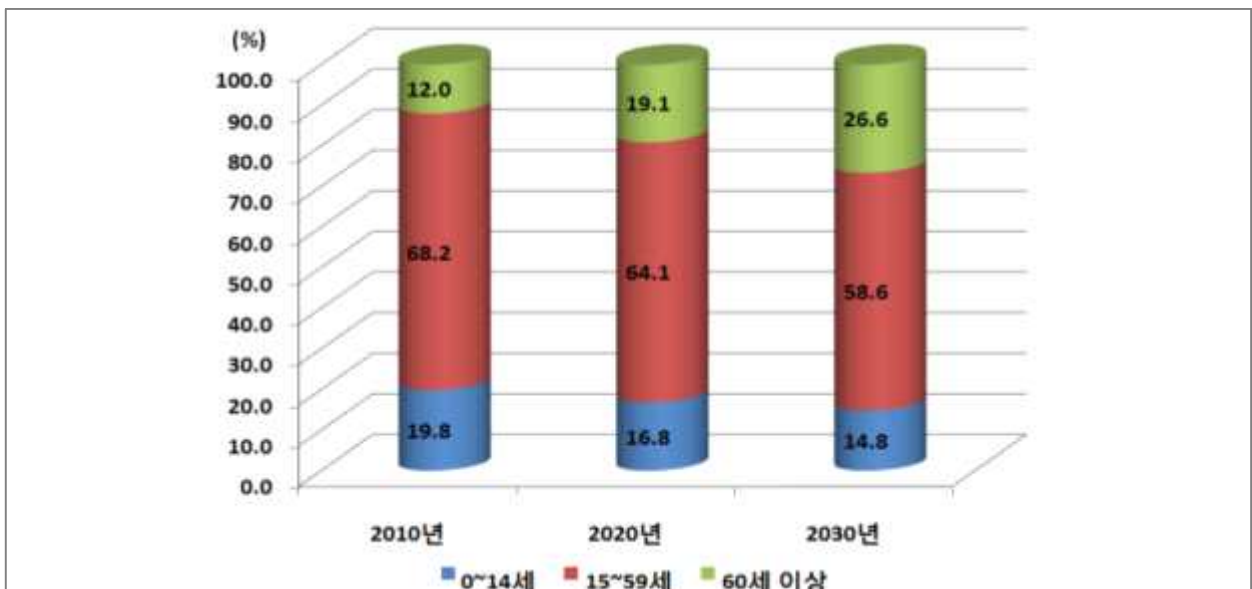
<그림 2.1-3 태국 인구 추이>



자료: Thailand National Statistical Office

- 태국의 인구는 매년 증가하고 있지만, 출생율의 저하로 인하여 인구 증가율은 지속적으로 감소하는 추세이다. 0~14세 인구는 2010년 전체인구의 19.8%에서 지속적으로 감소하여 2030년 전체인구의 14.8%로 예측되며, 이러한 인구 구조의 변화는 향후 태국의 경제 및 사회에 영향을 미칠것으로 예상된다.
- 태국 인구구조의 또 다른 특징은 의료서비스의 발달로 인한 고령화 사회로 가고 있다는 것이다. 2010년 60세 이상의 인구는 12.0%에서 2030년 26.6%로 늘어날 것으로 예측된다.

<그림 2.1-4 태국 나이대별 인구 추이>



자료: Thailand National Statistical Office

나. 세대 및 주거 현황

■ 2010년 태국의 전체 세대수는 20.5백만 세대로 2000년 15.9백만 세대 대비 약 4.6백만 가구가 증가하였으며, 세대별 평균 세대원수는 2010년 3.1명으로 2000년 3.8명 대비 약 0.7인이 감소하였다.

<표 2.1-5 태국 세대수 현황>

구분	2000년	2010년	비고
세대수(백만가구)	15.9	20.5	
평균 세대원수(인)	3.8	3.1	
인구(백만인)	60.9	66.0	

자료: Thailand National Statistical Office

■ 단독주택의 비율은 2011년 80.3%에서 2014년 74.3%로 지속적으로 감소 추세를 보였다. 반면에 아파트 및 연립주택의 비율은 증가세를 보여 2011년 18.4%에서 2014년 24.8%로 점차적인 증가 추세를 나타냈다.

<표 2.1-6 태국 주거 형태>

(단위: %)

주거형태	2011년	2012년	2013년	2014년	비고
단독주택	80.3	78.2	78.5	74.3	
연립주택	16.1	15.8	16.2	20.6	
아파트	2.3	5.1	4.6	4.2	
임시숙소	1.1	1.0	0.7	0.9	
계	100.0	100.0	100.0	100.0	

자료: Thailand National Statistical Office

다. 토지이용 현황

■ 태국의 토지이용 현황은 전체 면적 513,115km²의 47%가 농업용지, 32%가 삼림용지, 22%가 비농업용지로 이용되고 있다.

<표 2.1-7 태국 토지이용 현황>

(단위: km²)

지역	전체면적	농업용지	비농업용지	삼림지
계	513,115	238,778	110,946	163,391
북 부	169,644	51,983	27,607	90,054
중 부	168,854	102,156	41,396	25,302
북 동 부	103,901	49,809	23,738	30,355
남 부	70,715	34,829	18,205	17,681

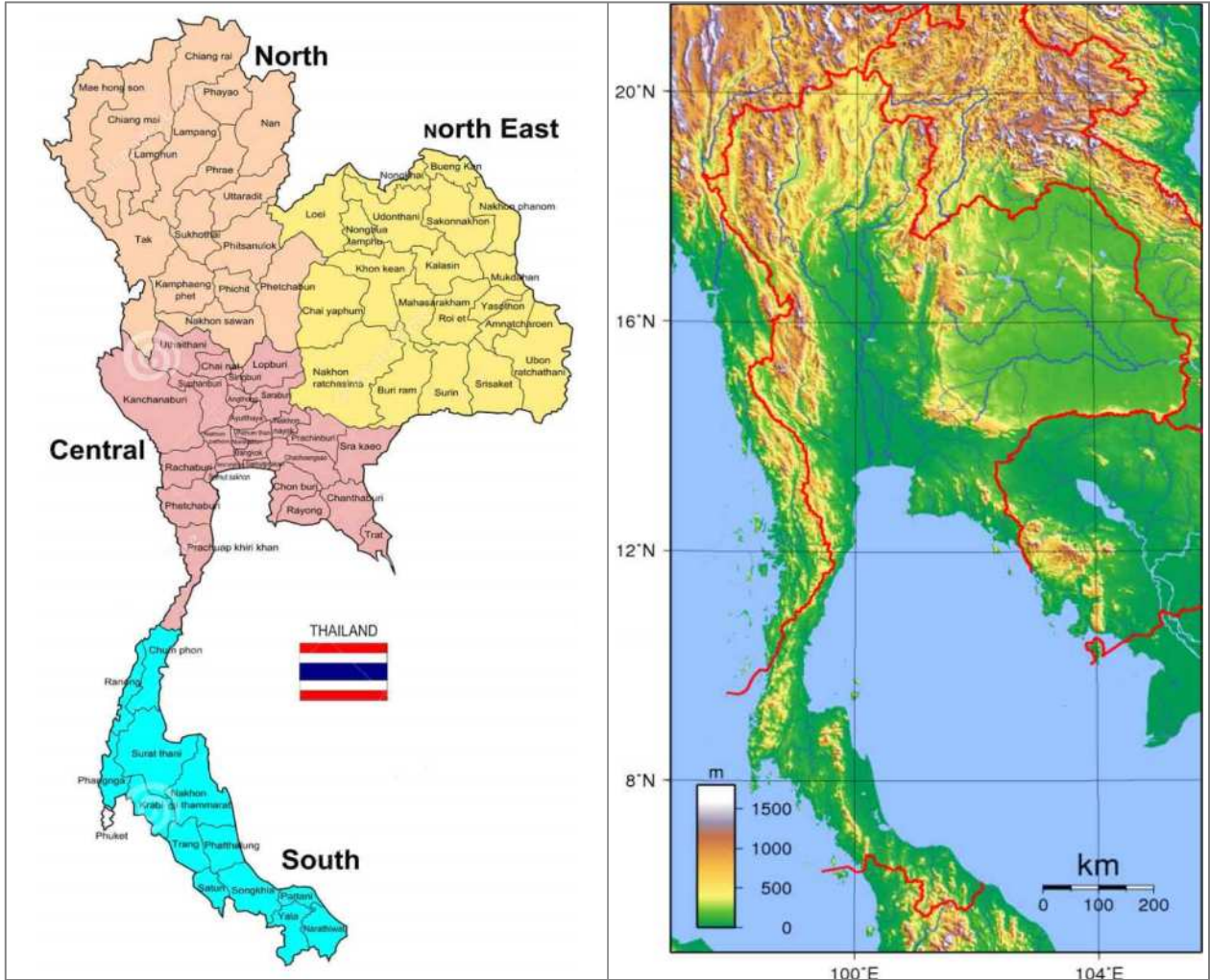
자료: Office of Agricultural Economics

2.2 자연 현황

2.2.1 지리 및 지형적 현황

태국은 지형학적으로 북부 산악지대, 중부 평원지대, 북동 고원지대, 남부 밀림지대 등 4개 지역으로 나누어진다.

<그림 2.2-1 태국의 지형도>



<표 2.2-1 태국의 지형>

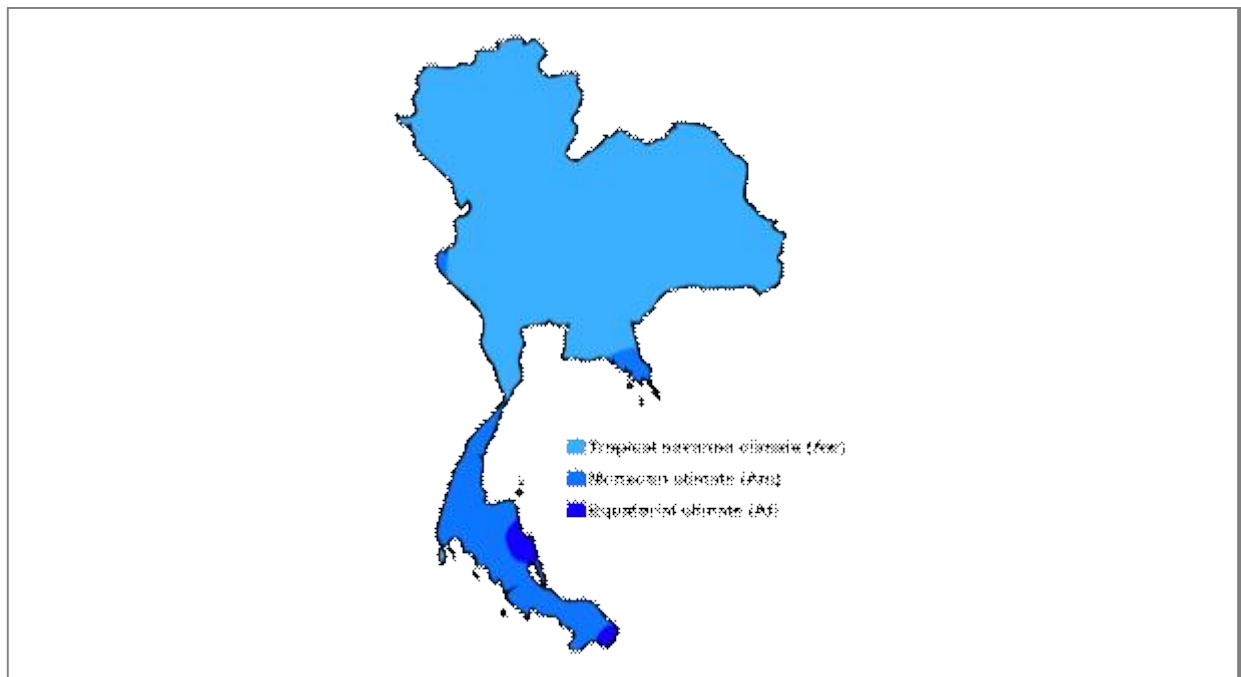
북 부	<ul style="list-style-type: none"> 북부 산악지대에는 평균고도가 1,200m 정도의 여러 산맥들이 세로로 나란히 뻗어 있으며 그 사이로 가파른 골짜기를 이루고 있다. 태국내 최고봉인 도이 인타논(Doi Inthanon, 2,576m)이 산맥 북서쪽에 위치한다.
중 부	<ul style="list-style-type: none"> 중부에는 짜오프라야(Chao Phraya) 강이 형성한 광대한 짜오프라야 삼각주로 불리는 광대한 평지가 펼쳐져 있고, 세계에서 손꼽히는 우수한 벼농사 지대를 만들어 내고 있다.
북 동 부	<ul style="list-style-type: none"> 북동부는 거의 전역에 코랏 분지가 펼쳐져 있으며, 모래질의 메마른 토양에 자리잡은 건조지대로 대부분 사바나형 목초와 관목으로 뒤덮여 있다.
남 부	<ul style="list-style-type: none"> 말레이반도 북반부를 차지하고 있는 남부 밀림지대는 완만한 산악지형에 속하는 곳으로 평지가 거의 없다.

2.2.2 기후 현황

가. 일반적 기후 특성

- 태국은 보통 우기, 겨울, 여름 세 계절로 나누어지며, 계절풍의 영향을 받는다.
 - 우기(5월 중순 ~ 10월 중순): 인도양으로부터 불어오는 고온다습한 남서풍의 영향과 열대수렴대 및 열대성 저기압의 영향으로 많은량의 비를 수반한 우기가 5월경 시작되어 10월경까지 계속된다.
 - 겨울(10월 중순 ~ 2월 중순): 한랭건조한 북동풍의 영향을 받는 기간으로 12월과 1월에 태국의 북부 지역은 서늘한 기후를 보이며 남부 동부 해안 지역은 10월과 11월 사이에 상당량의 강우를 보인다.
 - 여름(2월 중순~5월 중순): 전형적으로 북동풍과 남서풍의 영향을 받는 기간으로 기온이 상승하고 4월이 가장 더운 기온을 보인다.
- 지역별로 보면 북부, 북동부, 중부지역은 열대 사바나 기후 지역이며, 남부 지역은 열대몬순 기후와 적도 기후를 보이는 지역이다.

<그림 2.2-2 태국 기후 분포도>



나. 기온

- 태국의 북부, 북동부, 중부, 동부지역은 내륙의 특성과 열대성 위도대의 영향으로 고온이 상당기간 지속되며 3월에서 5월이 가장 더운 기간으로 기온이 최대 40° C에 도달하기도 한다. 5월 중순 시작되는 우기의 영향과 겨울철 한랭건조한 북동풍의 영향으로 온도가 상당히 내려가며 북부와 북동부의 내륙 산간지역의 경우 영하권으로 내려가기도 한다.

■ 남부지역의 경우 해양기후의 영향으로 연중 내내 비교적 온화한 기후를 보인다. 다른 지역에서 보이는 극단적인 40° C이상의 고온 현상과 계절적 온도의 차이는 크게 나타나지 않는다.

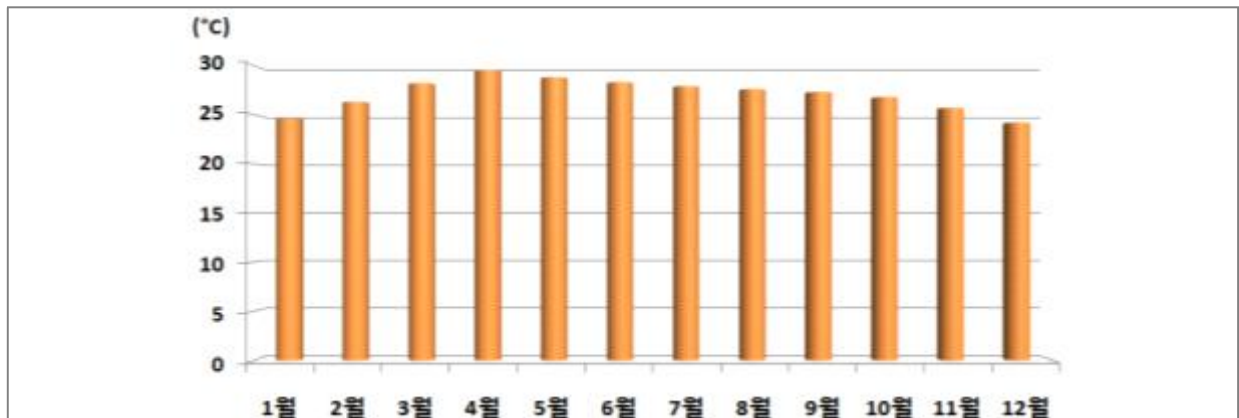
<표 2.2-2 지역별 계절적 기온 특성, 1981년~2010년 >

(단위: ° C)

구분		겨울	여름	우기	
평균	북부	23.4	28.1	27.3	
	북동부	24.2	28.6	27.6	
	중부	26.2	29.7	28.2	
	동부	26.7	29.1	28.3	
	남부	동부해안	26.3	28.2	27.8
		남부해안	27.0	28.4	27.5
평균대	북부	31.1	36.1	32.4	
	북동부	30.6	35.2	32.6	
	중부	32.3	36.2	33.4	
	동부	32.0	34.1	32.3	
	남부	동부해안	30.1	33.0	32.7
		남부해안	32.0	34.1	31.6
평균소	북부	17.5	21.8	23.8	
	북동부	18.7	23.2	24.4	
	중부	21.2	24.6	24.8	
	동부	22.3	25.2	25.2	
	남부	동부해안	22.8	24.1	24.4
		남부해안	23.2	24.0	24.3

자료: Thai Meteorological Department

<그림 2.2-3> 태국 월별 표준 평균기온 (1981년~2010년)



자료: Thai Meteorological Department

<표 2.2-3 지역별 최대 기온, 1951년~2015년>

(단위: °C)

구 분		최대 기온	일자	지역(Province)	
최 대	북 부	44.5	1960. 4. 27	Uttaradit	
	북 동 부	43.9	1960. 4. 28	Udon Thani	
	중 부	43.5	1958. 4. 29 1983. 4. 14 1992. 4. 20	Kanchanaburi	
	동 부	42.9	1990. 4. 23	Prachin Buri	
	남 부	동부해안	41.2	1998. 4. 15	Prachuap Khiri Khan
		남부해안	40.5	1992. 5. 29	Trang

<표 2.2-4 지역별 최저 기온, 1951년~2015년>

(단위: °C)

구 분		최대 기온	일자	지역(Province)	
최 대	북 부	0.8	1999. 12. 27	Tak	
	북 동 부	-1.4	1974. 1. 2	Sakon Nakhon	
	중 부	5.2	1993. 12. 27	Kanchanaburi	
	동 부	7.6	1963. 1. 16	Sra Kaeo	
	남 부	동부해안	6.4	1999. 12. 26	Prachuap Khiri Khan
		남부해안	13.7	1956. 1. 21	Ranong

다. 강우량

- 태국의 북부 지역은 한랭건조한 북동풍의 영향으로 인하여 비교적 건조한 기후를 보인다. 5월 중순에 시작하여 10월 중순까지 지속되는 남서풍으로 인하여 강우량이 급속히 증가하며, 8월과 9월에 강우량이 집중되는 경향이 있다.
- 남부 지역에서의 우기는 다른 지역과 다른 경향을 보인다. 강우량이 남서풍 기간 뿐만 아니라 북동풍 기간에도 집중이 된다. 남서풍 기간에는 태국 남부 지역의 서쪽해안 지역이, 북동풍 기간에는 동쪽해안 지역에 많은 비가 내린다.
- 과거 20년간의 기록에 의하면, 태국 대부분의 지역에 년평균 1,200~1,600mm의 강우량을 보인다.

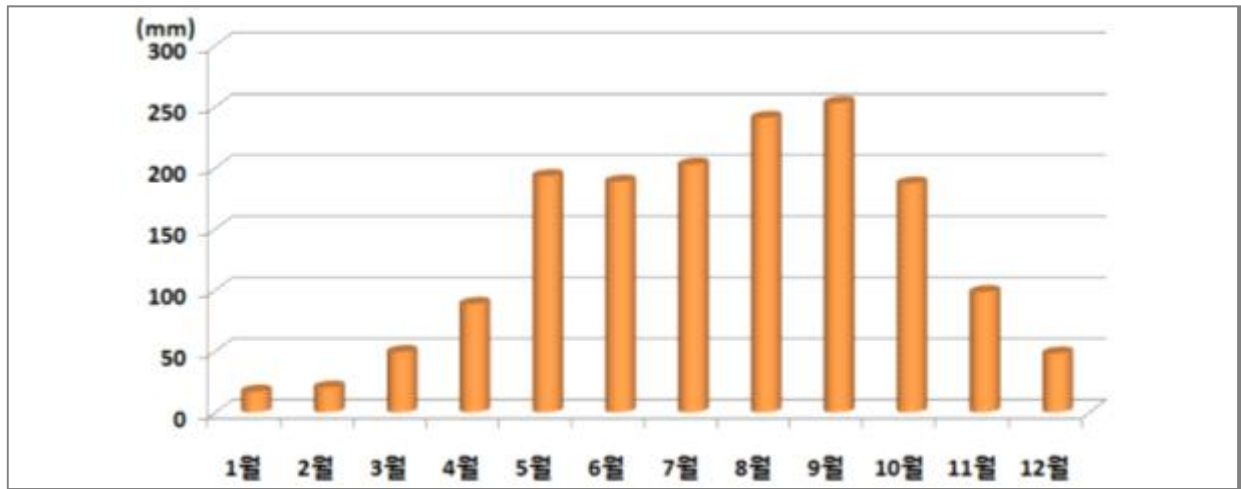
<표 2.2-5 지역별 계절적 강우 특성, 1981년~2010년>

(단위: mm, 일)

구 분			겨 울	여 름	우 기	우기일수
평 균	북	부	100.4	187.3	943.2	122
	북	동 부	76.3	224.3	1,103.8	116
	중	부	127.3	205.4	942.5	116
	동	부	178.4	277.3	1,432.2	130
	남 부	동부해안	827.9	229.0	680.0	145
		남부해안	464.6	411.3	1,841.3	178

자료: Thai Meteorological Department

<그림 2.2-4> 태국 월별 표준 평균강우량 (1981년~2010년)



자료: Thai Meteorological Department

라. 습도

- 태국은 내륙지역을 제외하고 연중내내 고온다습한 공기로 인하여 습도가 높다. 특히 남부 지방은 해양 기후의 영향으로 인하여 상대적으로 높은 습도를 나타낸다.

<표 2.2-6 지역별 계절적 습도 특성, 1981년~2010년>

(단위: %)

구 분			겨 울	여 름	우 기
평 균	북	부	74	63	81
	북	동 부	69	66	80
	중	부	70	68	78
	동	부	71	75	81
	남 부	동부해안	81	78	79
		남부해안	78	77	84

자료: Thai Meteorological Department

2.3 정치·사회 현황

2.3.1 정부형태

<표 2.3-1 정부형태>

건국일	•1782년 4월 6일(현 Chakri 왕조 출범일)
정부형태	•입헌군주제에 근거한 민주주의
정치형태	•입헌군주제에 기초한 내각책임제 •입헌군주국으로 국왕이 국가원수로서 국민들의 정신적인 지주 역할을 하고 있음
국가원수	•국왕: Bhumibol Adulyadej / 9대왕, 1946.5.5 즉위, 2016.10.13 서거 : 왕세자 Maha Vajiralongkorn 왕위 승계 •총리: General Prayuth Chan-O-Cha / 29대, 2014년 8월 취임, 임기: 4년
의회	•양원제(상원 150명, 하원 500명)
내각	•총리 1명 및 35명 이하의 각료

가. 행정부

- 태국은 입헌군주국으로 정부는 내각책임제를 채택하고 있다. 내각은 총리를 포함한 36명 이내의 각료로 구성된다. 총리의 임기는 4년이며, 총선 후 의원들이 선출하고 국회의장은 국왕의 천거로 임명된다.
- 국왕은 3권 및 국군 최고 통수권자로서 최종 결정권을 보유한다. 태국의 국왕은 다른 입헌군주제 국가와는 달리 그 권한이 상징적인데 그치지 않고 실제로 원하면 최종결정권을 사용할 수 있다는 점에서 보다 강력한 권한을 행사한다고 볼 수 있다.

나. 사법부

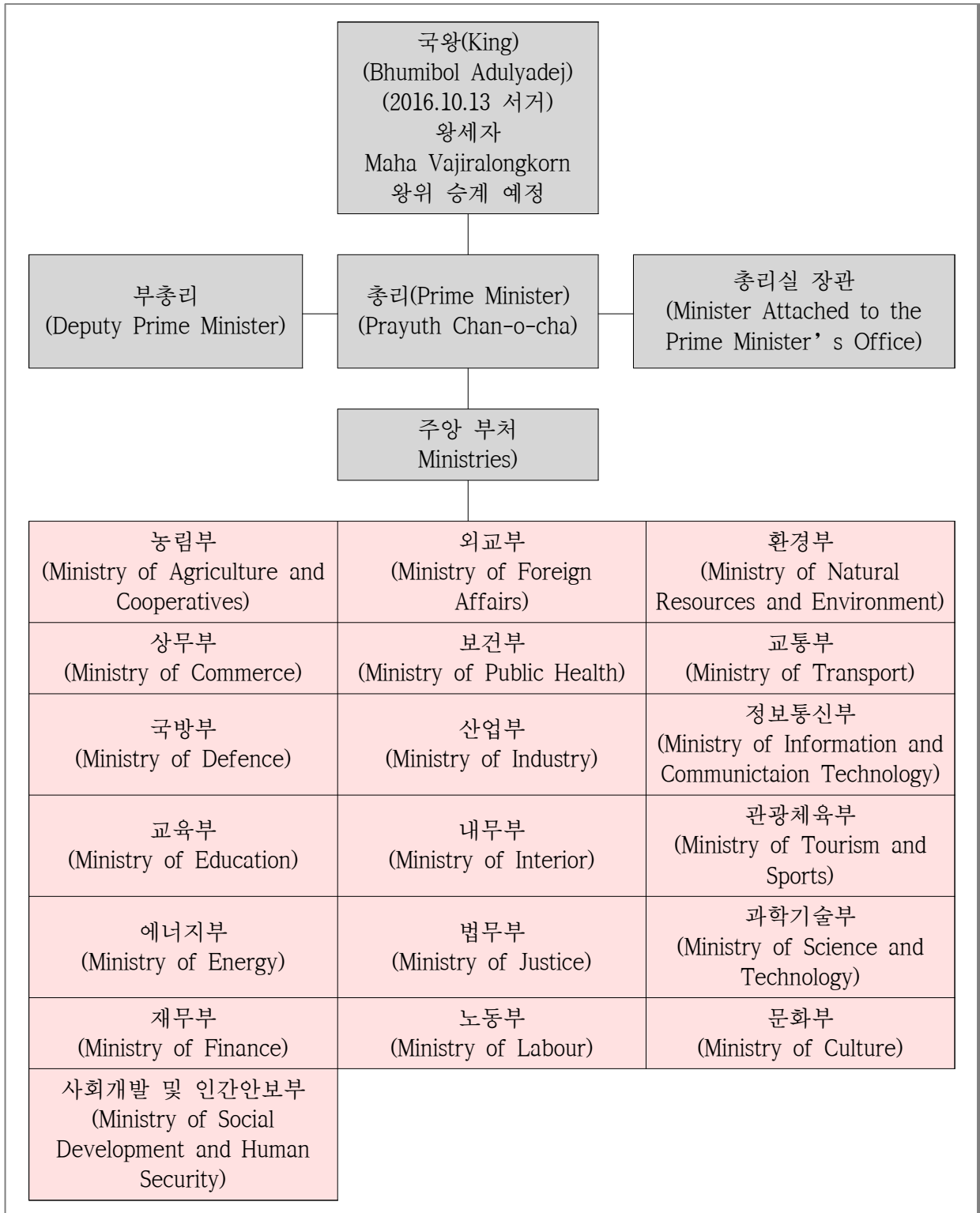
- 1907년에 근대적인 사법 제도가 도입되었으며, 1932년에 사법권이 독립됐다. 3심제로서 대법원, 항소법원(고등 재판소), 지방법원(하급 법원)으로 구성된다. 항소 법원에는 민사 법원과 형사 법원이 있고 지방법원은 모두 9개로 구성되어 있다. 일반 재판과 약식 재판 제도를 운영 하고 있으며, 국왕이 사면권을 행사한다.

다. 입법부

- 양원제로서 하원의원은 정원 500명 중 국민 투표로 선출된 375명의 지역구 의원과 정당별 득표율에 따라 배분되는 125명의 비례 대표 의원(Party-List MP)으로 구성된다. 하원의 주요 권한은 입법, 예산결정 및 감독, 정부 불신임권 이다. 정당의 난립을 방지하기 위해 전국적 득표율이 5%에 미치지 못한 정당에게는 비례대표의원이 주어지지 않는다. 의원의 임기는 4년이다.

■ 상원은 선출직 77명(각 도 1명), 임명직 73명 등 150명으로 구성되어 있으며, 최초의 직접 선거가 2000년 3월 4일에 실시되었다. 임기가 6년으로 주요 권한은 하원 발의 법률안 및 예산안 심의, 각종 감찰기구 위원 임명권, 각료, 정무직 공무원, 헌법재판 소장, 행정재판소장, 검찰총장, 하원의원의 비리조사 요구권 등이다.

<그림 2.3-1 태국 중앙정부기관 조직도>



2.3.2 정치 · 사회 동향

가. 최근 정치 · 사회 동향

■ 2013년 탁신 친총리 사면 법안으로 촉발된 반정부시위

- 2013년 잉락 친나왓 전 총리가 친오빠인 탁신 친나왓 전 총리 등 정치사범 사면을 위한 법안 통과를 강행한데 대해 야당 세력이 반발하면서 대규모 반정부 시위가 발생하였다.

■ 태국정부 비상사태 선포

- 정부는 2014년 1월 22일 비상사태를 선포한 이후 의회를 해산하고 조기총선을 실시했으나, 반정부 시위대의 반발로 정상적인 선거가 시행되지 못하고 헌법재판소에 의해 총선무효 판결이 내려지는 등 불안정한 정국이 지속되었다.

■ 태국 군부 쿠데타 및 프랏 차오찬 총리 과도 정부 출범

- 2014년 5월 22일 태국 군부는 쿠데타를 일으켜 경찰과 군부로 구성된 국가평화질서위원회(National Committee for Peace and Order, NCPO)를 발족한 이후, 2014년 7월 22일 기존 309개 조항에 달했던 것을 48개 조항으로 줄여놓은 과도헌법을 발효하였고 국왕의 승인을 받아 2014년 9월 프랏 차오찬 총리를 필두로 한 과도정부를 출범하였다.
- 과도 헌법은 군부의 통치기구인 NCPO가 과도 정부를 통제할 수 있는 특별권한을 부여하고 있다. 과도 헌법 44조에는 “군부 지도자는 국가의 통합과 화해, 개혁에 도움이 될 때는 어떤 행동이든 실시 중지할 수 있다” 는 조항이 있다. 이는 과도정부가 들어서더라도 군부가 이를 통제하고 최고 권한을 행사할 수 있도록 명시한 것으로 볼 수 있다.

■ 새 헌법 제정을 위한 헌법기초위원회 출범

- 2014년 11월 4일 태국은 새 헌법을 제정하기 위해 헌법기초위원회(Constitution Drafting Commission, CDC)를 구성했다. 헌법기초위원회는 전 헌법재판소장, 전 상원 의장 등 36명으로 구성되었으며 이들은 국가평화질서회의(NCPO), 내각, 국가입법의회(National Legislative Assembly, NLA) 등에 의해 선출되었다.

■ 2017년 총선 이후 민정으로 이양 계획

- 프랏 차오찬 총리는 당초 2015년 10월 총선을 실시하여 민정으로 이양하겠다고 밝혔으나 헌법개정의 지연으로 2017년 하반기에나 총선이 실시될 전망이다.

<표 2.3-2 태국 최근 정치 동향>

일 자	내 용
2013년 11월 1일	탁신 전총리 사면법안 추진에 대한 민주당 및 옐로셔츠 그룹 반발, 시위 시작
2013년 12월 5일	푸어타이당 하원 해산 및 조기 총선(' 14.2.2) 공포
2014년 1월 13일	국민민주개혁위원회(PDRC) 방콕 섯다운 시위 개시, 7개 방콕 시내 주요지역 점거
2014년 1월 22일	태국 과도정부 비상사태 선포
2014년 2월 2일	총선: 전국 10만여 투표구 중 89%에서 투표 실시, 시위대 및 민주당 방해로 헌법상의 개원요건 및 정부 구성 최소요건인 재적의원(500석) 95% 이상 미충족
2014년 3월 21일	헌법 재판소 2월2일 실시된 총선 무효 판결 (4월 보궐 선거 취소)
2014년 5월 7일	헌법재판소 권력남용 혐의로 잉락총리 등 내각 10명 사퇴 판결
2014년 5월 20일	태국 군부 계엄령 선포
2014년 5월 22일	군부 쿠데타 선포(19번째), 국가평화질서위원회(NCPO) 행정, 입법, 사법권 통제
2014년 7월 22일	과도헌법 발효 및 국왕의 승인
2014년 9월 4일	프랏 차오찬 과도정부 출범
2014년 11월 4일	헌법기초위원회(CDC) 출범
2017년 하반기	총선실시 후 민선 정부 출범 전망

자료: Kotra 국가정보(태국)(kotra, 2016.04)

2.4 경제 현황

2.4.1 태국 경제 개요

<표 2.4-1 태국 경제의 경쟁력과 한계성>

경쟁력	한계성
-대외 개방성 ●미소의 나라 이미지로 연간 외국인 관광객 2천만명 유치 ●외국인 투자의 적극적인 유치를 통한 국내산업 발전 추진	-외국기업에 대한 의존도 심화 ●주요산업분야에서 국내기업이 자생하지 못하고 외국투자기업들에 의존 ●외국기업 철수시 산업 공백 우려
-동남아 중심의 전력적 위치 ●인근 미얀마, 캄보디아, 라오스의 태국과의 국경 무역 의존도 ●태국 진출 외국기업의 동남아 시장공략의 유리한 기회 제공	-정치적 불안정 ●군부 쿠데타로 국론분열 우려 ●쿠데타로 인한 외국인 투자자 감소
-발달된 사회 간접자본 ●도로, 항공, 전력, 통신 등의 기초적 사회간접자본 확립 ●기업활동에 수반되는 비용 감소	-중진국 함정 ●과거 노동집약적 산업에서 부가가치산업으로의 전환에 필요한 노동자본 부족
-안정된 사업환경 ●정치격변에도 불구하고 친기업적 정책의 일관적 유지	-자연재해 ●매년 반복되는 극심한 홍수 또는 가뭄에 대한 대비책 부재

2.4.2 국내 경제

가. 국내경제지표

<표 2.4-2 태국 주요 국내경제지표>

구분	단위	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	
국내 경제	경제성장률	%	7.3	2.8	0.9	2.5	3.2
	물가상승률	%	3.0	2.2	1.9	-0.9	1.5
	1인당 GDP	US\$	5,849	6,152	5,896	5,426	5,697
	G D P	억US\$	3,975	4,202	4,048	3,735	3,930
	재정수지 / GDP	%	-0.9	0.4	-0.8	-1.2	-1.4
	실업률	%	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8

자료: 한국수출입은행, NESDB, 2015년 자료는 추정치, 2016년 자료는 전망치임.

(1) 경제성장률

- 태국은 1990년 대 연평균 경제성장률이 8~9%에 달하는 고성장을 기록하였으나, 1997년 아시아 금융위기와 더불어 경제가 무너진 이후 2000년 대 이후부터는 연평균 4% 안팎의 경제성장률을 보였다.
- 2013년 11월부터 2014년 5월까지 7개월 동안 지속된 반정부 시위는 태국 경제에 치명타가 되었고 정정불안으로 인한 소비 및 투자심리 위축으로 2014년 태국 경제성장률은 0.9%를 기록하는데 그쳤다.
- 태국 정부의 인프라 개발 투자 확충, 민간투자 증대, 정부 예산 지출 확대, 수출확대 정책 등으로 인하여 2015년 경제성장률 2.5%를 달성하며 경제가 회복세를 보였다.
- 2016년 경제성장률은 전년과 비슷하거나 소폭 상승할 것으로 전망된다. 민간 소비 및 투자의 증가와 관광산업부분에서의 회복세, 정부의 경기부양책 등이 태국의 경제성장률을 견인할 것으로 전망된다.

(2) 물가상승률

- 태국의 소비자 물가상승률은 국제유가 및 자원가격 안정세로 인하여 비교적 안정적인 수준을 유지하고 있다.

(3) 실업률

- 태국의 최근 5년동안 연평균 실업률 0.8%를 유지하고 있다. 2015년 12월 기준 태국의 실업자수는 25만명 정도이다.
- 태국 일일 최저 임금은 2012년 220바트에서 2013년 이후 300바트를 유지하고 있다.

2.4.3. 대외경제

가. 대외경제지표

<표 2.4-3 태국 주요 대외경제지표>

구분		단위	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년
대 경 제	환 율	THB/USD	31.1	30.7	32.5	34.3	35.7
	경 상 수 지	백만US\$	-1,499	-3,881	13,412	23,206	21,378
	수 출	백만US\$	225,703	225,421	224,762	214,800	228,755
	수 입	백만US\$	219,015	218,689	200,201	196,355	215,031
	외 환 보 유 액	백만US\$	181,610	167,289	157,107	148,570	152,821
	총 외 채 잔 액	백만US\$	130,700	141,900	142,100	149,200	156,900

자료: 한국수출입은행, 2015년 자료는 추정치, 2016년 자료는 전망치임.

나. 태국의 수출 현황

- 태국 수출의 특징은 2015년 미국이 중국을 제치고 태국의 최대 수출국으로 부상하였으며, 2015년 기준 한국은 태국의 17위 수출국가로 수출액은 40억 달러이다.

<표 2.4-4 태국 국가별 수출 현황>

구분	2012년	2013년	2014년	2015년	
	금액 (백만달러)	금액 (백만달러)	금액 (백만달러)	금액 (백만달러)	
전체	225,703	225,421	224,762	214,800	
1	미국	22,668	22,600	23,639	23,681
2	중국	26,730	26,821	24,825	23,311
3	일본	23,344	21,889	21,516	19,757
4	홍콩	13,055	12,986	12,468	11,642
5	말레이시아	12,364	12,805	12,615	10,020
6	호주	9,721	10,186	9,202	9,612
7	베트남	6,450	7,066	7,791	8,757
8	싱가포르	10,773	11,057	10,307	8,587
9	인도네시아	11,154	10,704	9,412	7,706
10	필리핀	4,835	4,957	5,805	5,900
17	한국	4,756	4,516	4,471	4,036

자료: Kotra

- 태국의 주요 수출 품목은 제조업 분야이며, 그 중 전자기기와 자동차 등이 주요 품목이다. 2014년 태국의 주요 수출 품목은 컴퓨터 부품, 쌀, 프로필렌, 에틸렌 종합체 원료 등이 전년도에 비해 높은 증가율을 보인 반면 정제유, 화학제품, 고무제품 등이 전년도에 비해 다소 많은 감소율을 보였다.
- 2015년 태국의 주요 수출품 중 1위인 자동차 및 자동차 부품을 비롯한 귀금속, 전자회로, 철강철을 제외한 모든 품목이 전년대비 감소세를 보였다.

<표 2.4-5 태국 상위 수출품목 현황>

(단위: 백만 달러)

No.	품목명	2012년	2013년	2014년	2015년
1	자동차 및 부품	22,913	24,401	24,548	25,608
2	컴퓨터 부품	19,057	17,751	18,313	17,643
3	귀금속	13,148	10,085	10,080	10,995
4	프로필렌, 에틸렌 종합제 원료	8,532	8,956	9,681	8,262
5	정제유	12,881	12,729	11,310	8,061
6	전자직접회로	6,689	7,200	7,496	7,730
7	기계류	6,240	6,787	7,217	7,067
8	고무제품	8,410	8,511	8,006	6,851
9	화학제품	8,516	9,106	8,602	6,407
10	철, 철강	7,045	6,348	5,271	5,318
11	천연고무	8,755	8,234	6,022	5,057
12	쌀	4,632	4,420	5,439	4,613
13	에어컨 부품	4,081	4,507	4,610	4,594
14	생선	5,225	4,829	4,311	3,740
15	TV수신기 및 부품	4,234	3,888	4,015	3,667

자료: Kotra

다. 태국의 수입 현황

- 2013년까지 일본이 최대 수입국이었으나, 2014년부터 중국이 1위 자리를 차지하고 있고, 2015년 기준 한국은 태국의 8위 수입국가로 수입액은 70억 달러이다.

<표 2.4-6 태국 국가별 수입 현황>

(단위: 백만 달러)

구분		2012년	2013년	2014년	2015년
전체		219,015	218,689	200,201	196,355
1	중국	37,366	37,622	38,540	40,912
2	일본	49,957	41,008	35,563	31,133
3	미국	12,604	14,594	14,603	13,818
4	말레이시아	13,203	13,248	12,764	11,875
5	아랍에미리트	15,768	17,379	12,728	8,135
6	대만	8,270	7,578	7,548	7,504
7	싱가포르	7,891	8,186	7,896	7,143
8	한국	9,068	9,049	8,563	7,015
9	인도네시아	8,153	8,071	7,292	6,537
10	독일	6,025	6,102	5,926	5,525

자료: Kotra

- 태국의 2014년 수입품목 중 원유의 수입이 가장 큰 비중을 차지하며 그 뒤를 이어 기계부품, 전기기기 및 부품, 화학품, 철강, 금은보석, 전자직접회로, 자동차 부품 등이 있다.
- 2015년에는 원유의 수입이 전년 대비 41.2%로 급감하여 2위로 밀려났고, 기계 및 부품 수입이 1위를 차지하였다.

<표 2.4-7 태국 상위 수입품목 현황>

(단위: 백만 달러)

No.	품목명	2012년	2013년	2014년	2015년
1	기계 및 부품	26,177	23,182	21,375	19,548
2	원유	35,843	39,346	33,217	19,521
3	전기기기 및 부품	17,005	15,170	15,290	15,824
4	화학품	14,733	14,373	14,527	13,108
5	철강	15,165	11,950	12,802	10,555
6	자동차부품	12,609	11,913	9,062	10,006
7	전자직접회로	9,176	9,215	9,689	9,437
8	금은보석	15,805	17,824	8,870	9,327
9	컴퓨터 및 부품	9,360	8,501	7,903	7,449
10	철강석	8,129	8,042	7,868	7,041
11	가전제품	6,910	7,011	7,104	6,807
12	농작물	6,805	6,224	6,259	6,342
13	천연가스	5,729	6,891	6,586	5,387
14	금속제품	4,477	4,469	4,527	3,971
15	어유	3,424	3,668	5,565	2,986

자료: Kotra

라. 주요산업 현황

<표 2.4-8 태국 산업별 성장률>

(단위: %)

구분	2013년	2014년	2015년				2015년 GDP 점유율
			1분기	2분기	3분기	4분기	
농업	1.5	0.9	-5.3	-4.2	-5.5	-4.4	5.2
어업	-7.0	-2.0	2.2	-1.5	-3.1	6.5	1.4
광업	1.8	-1.6	0.1	-1.4	2.4	3.7	2.5
제조업	1.7	-0.2	2.2	-0.2	1.0	0.8	28.1
전기, 가스, 수도	-1.0	2.7	3.7	2.8	4.8	5.0	3.3
건설업	0.1	-3.7	19.6	12.5	9.4	23.9	2.8
도소매업	0.8	-0.5	4.1	3.7	4.1	5.5	14.6
숙박, 요식업	10.1	2.4	18.0	22.1	12.7	5.0	5.2
교통, 통신업	5.6	3.4	8.1	9.7	6.7	5.3	10.2
금융중개업	14.1	6.8	8.0	7.7	5.9	7.5	6.9
부동산업	2.6	0.5	4.5	2.2	3.1	6.6	8.3
공공업	0.2	1.3	-2.8	-1.4	0.0	1.3	5.2
교육업	2.1	0.9	-5.8	-4.0	-3.9	2.3	3.3
의료보건업	0.5	2.7	-0.8	0.9	3.0	4.2	1.8
사회서비스업	6.8	-0.1	2.9	5.4	6.1	8.3	2.0
가사서비스업	-7.3	-4.4	-2.3	-0.9	-0.6	1.5	0.2
GDP	2.8	0.9	3.0	2.7	2.9	2.8	100.0

자료: World Bank

- 2015년 농업부분에서 가격의 하락과 엘리뇨 현상의 영향으로 인하여 성장률이 심각하게 위축이 되었다.
- 외부수요의 감소로 인하여 제조업부분에서 저조한 성장률을 보였다. 2015년 중국경제의 침체와 신흥경제국들의 등장으로 인하여 상품 수출은 5.6% 감소하였다. 그럼에도 불구하고 자동차 부품 수출의 회복세, 회로 및 컴퓨터 부품의 회복세를 보였다.
- 2015년 서비스업부분에서 2014년 대비하여 주목할 만한 성장세를 보였다.
- 비록 2015년 GDP 점유율에서 차지하는 비중은 낮지만, 건설업, 숙박업, 요식업은 빠른 성장세를 보였다.

마. 지역무역협정 체결 현황

- 태국은 아세안 회원국으로서 자유무역협정에 참여하는 동시에 아세안과는 별도로 독자적인 자유무역협정을 다수의 국가들과 맺고 있다. 태국이 가입한 자유무역협정은 12개로서 이중 태국이 개별적으로 맺은 협정은 페루, 칠레, 뉴질랜드, 호주, 인도, 일본 등 6개이며, 나머지는 아세안의 회원국으로서 호주, 뉴질랜드, 중국, 인도, 일본, 한국, 벵갈만 등 6개이다.

<표 2.4-9 태국 자유무역협정 체결 현황>

자유무역협정	서명시기	발효시기
Thailand-India Free Trade Agreement(FTA)	2003.10.9	2004.9.1
Thailand-Australia Free Trade Agreement(FTA)	2004.7.5	2005.1.1
Thailand-New Zealand Closer Economic Partnership Agreement(TNZCEP)	2005.4.19	2005.6.1
Thailand-Peru Free Trade Agreement(FTA)	2005.11.19	2011.12.31
Japan-Thailand Economic Partnership Agreement(JTEPA)	2007.4.3	2007.11.1
Thailand-Chile Free Trade Agreement(FTA)	2013.10.4	2015.11.5
ASEAN-China Free Trade Agreement(FTA)	2004.11.29	2005.7.20
ASEAN-India Free Trade Agreement(FTA)	2009.8.13	2010.1.1
ASEAN-Australia-New Zealand Free Trade Agreement(FTA)	2009.2.27	2010.3.12
ASEAN-Japan Comprehensive Economic Partnership(AJCEP)	2008.4.11	2009.6.1
ASEAN-Korea Free Trade Agreement(FTA)	2009.2.27	2010.1.1
Bay of Bengal Initiative for Multi-Sectoral Technical and Economic Cooperation (BIMSTEC)	2007.8.1	2012.7.1
ASEAN Free Trade Agreement(FTA)	1992.1.28	2003.1.1

자료: Kotra

■ 한-태국 FTA 협정 체결

- 한국과 아세안은 2006년 8월 상품협정에 서명하였으나 아세안 국가 중 태국만은 서명에 불참하였다. 그 후 2007년 12월 한국과 태국은 상품협정 가입을 위한 협상을 타결하고 2009년 2월 27일 태국에서 상품 및 서비스 협정 가입의정서에 양국대표가 서명하였고 상품협정은 2010년 1월부터 정식으로 발효되었다.
- 상품 양허안은 전체 품목을 일반품목, 민감품목, 초민감품목으로 구분하여 관세를 단계적으로 철폐하도록 구성되어 있다.
- 한국은 품목 수의 83%에 이르는 4,329개의 공산품을 원칙적으로 개방하며 일부 민감 품목 147개는 2016년까지 관세를 감축하기로 하였다.
- 태국을 포함한 아세안 국가는 자동차, 철강, 플라스틱 분야의 품목 상당수를 민감 또는 초민감 품목으로 분류하여 관세의 폭이 작도록 하였다.

바. 한국과의 교역

- 2012년 한국의 대 태국 수출은 전년대비 2.8% 감소한 82억 달러로 감소하였으며, 수입은 1.1% 감소한 54억 달러를 기록하였다.
- 2013년 들어 대 태국 수출은 상반기 상승 호조를 보였으나, 하반기 들어 태국 경제 성장 둔화, 바트화 약세 등으로 수출여건이 악화되어 전년대비 1.8% 감소한 81억달러를 기록하였고, 대 태국 수입은 전년대비 2.3% 감소한 52억달러를 기록하였다.
- 2014년 수출은 76억 달러로 전년대비 5.9% 감소한 반면, 수입은 53억달러로 2.2% 증가한 수치로 23억달러의 무역수지 흑자를 보였지만, 이는 전년대비 20.7% 줄어든 수치이다.
- 2015년 수출은 64억 달러로 전년대비 16.3% 감소하였으며, 수입은 9.2% 감소한 49억달러를 기록하였다. 무역수지는 15억달러로 이는 전년대비 49.6% 감소한 수치이다.

<표 2.4-10 한-태국 수출입 및 무역수지 현황>

(단위: 백만 달러, %)

구분	2012년		2013년		2014년		2015년	
	금액	증감률	금액	증감률	금액	증감률	금액	증감률
수출	8,221	-2.8	8,072	-1.8	7,599	-5.9	6,362	-16.3
수입	5,353	-1.1	5,231	-2.3	5,345	2.2	4,854	-9.2
수지	2,868	-5.8	2,841	-0.8	2,254	-20.7	1,508	-49.6

자료: Kotra

사. 국제신인도

- 2014년 OECD는 정치적 혼란에도 불구하고 경제 기초가 견고한 점을 감안하여, 태국의 국가신용등급을 3등급으로 결정한 이후 동일등급을 유지하고 있다.
- GDP 대비 낮은 외채 비중, 우호적 투자환경, 안정적인 물가수준을 고려하여 S&P(BBB+), Moody's(Baa1), Fitch(BBB+)등 주요 신용평가기관들은 투자적격등급을 유지하고 있다.

<표 2.4-11 태국 국가신용등급>

구분	2014년	2015년	2016년 7월	비고
한국수출입은행	B2	B2	B2	
OECD	3	3	3	
S&P	BBB+	BBB+	BBB+	
Moody's	Baa1	Baa1	Baa1	
Fitch	BBB+	BBB+	BBB+	

아. 태국 경제 전망

(1) 태국 경제 전망

- 태국 국가 경제 사회 발전위원회(The National Economic and Social Development Board)에 의하면, 수출부분에서의 점차적인 회복세, 농업부분에서의 회복세, 공공투자의 확대, 관광부분에서 지속적인 성장세 등의 이유로 태국의 경제 상황은 지속적으로 개선될 것으로 전망된다.
- 수출부분에서의 회복세는 주요국 경제 회복에 따른 수출부분의 점진적인 회복 및 국제시장에서의 상품가격의 상승이 주요 요인일 것이며, 그로 인한 산업생산과 민간투자의 점차적인 증대로 이어질 것으로 전망된다.
- 농업생산의 회복 추세는 엘리뇨 현상에 의해 심하게 위축된 가계 수입과 소비지출을 창출하는 원동력이 될 것으로 예상된다.
- 공공투자는 2017년 1조 4천억 바트 규모의 도로 기반시설 개발계획의 진전과 함께 가속될 것으로 예상된다. 게다가, 2016년 11월 특별경제구역 특별개발정책 위원회는 7,126억 바트 규모의 173프로젝트와, 70억 바트 규모의 48개 조기개발 프로젝트를 포함하는 동부지역 경제개발계획(2017-2021)을 승인하였고 2017년 시행예정이다.
- 관광부분은 지속적인 성장을 유지할 것으로 예상된다. 2015년과 2016년 9개월 동안 각각 20.6%와 12.4%로 크게 증가하였으며 태국 경제의 주요 성장 원천 중 하나였다. 그러나, 태국 국왕의 서거로 인한 애도 기간 중 관광객의 행동에 대한 우려로

단기적으로 관광객의 수는 줄어들 것으로 예상되나, 이러한 단기적인 요인은 점차 감소할 것으로 전망되며 관광객 및 관광 수입의 성장은 호의적인 수준으로 돌아설 것으로 예상된다.

(2) 위험 요소

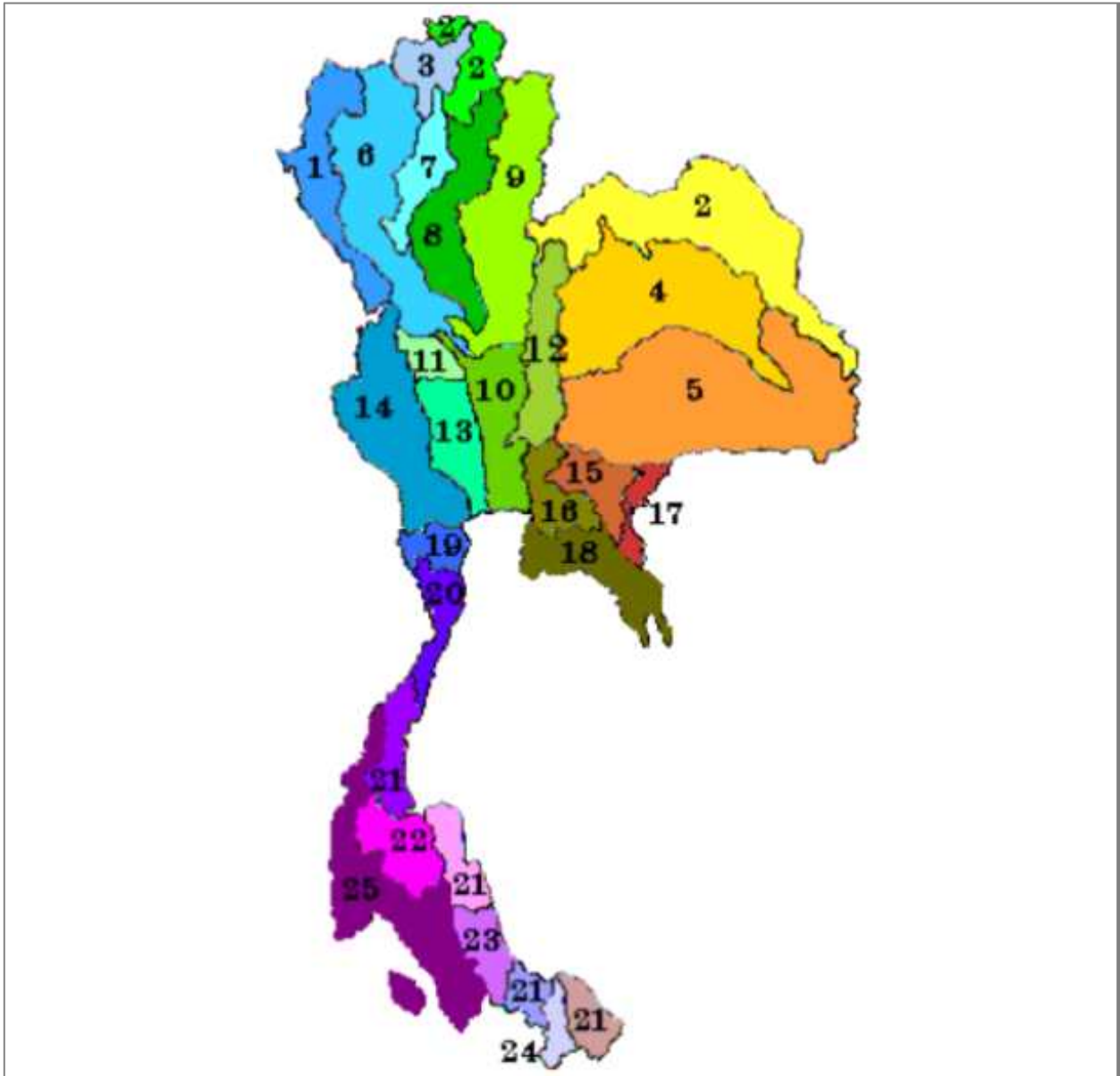
- 세계 경제 전망이 호의적이고 2017년 수출이 다시 증가할 것으로 예상되지만 세계 경제 및 금융 시스템의 변동성을 유발할 수 있는 요인이 있으며, 면밀히 모니터링하고 평가하여야 할 요소로는 미국 트럼프 행정부의 정책 방향, 2017년 3월 영국의 유럽 연합 조약 50조와 영국과 남은 유럽연합간의 무역 관계에 관한 협상 결과, 중국 금융기관의 문제와 부동산 거품의 위험 등이 있다.

2.5 환경 일반 현황

2.5.1. 수자원 현황

■ 태국의 수자원은 크게 7개강의 대유역으로 나누어지고, 다시 지형적 특성에 의하여 25개의 소유역으로 나누어진다. 전체 지표수량은 213.35km³/년이다. 전체 강수량중 지하수 충전량은 약 41.90km³/년이며, 이중 약 30.70km³/년이 하천으로 유출된다. 태국의 총 수자원은 224,550백만m³/년이다.

<그림 2.5-1 태국 수자원 현황>



자료: TAQUASTAT, Food and Agricultural Organisation of the United Nations

<표 2.5-1 태국 소유역 현황>

No.	소유역	집수면적(km ²)		평균 유출수(km ³ /년)	
1	Salawin	17,918	3.50%	8.38	3.93%
2	Mekong	57,424	11.23%	30.77	14.42%
3	Kok	7,895	1.54%	4.18	1.96%
4	Chi	49,476	9.68%	11.24	5.27%
5	Mun	69,700	13.63%	19.50	9.14%
6	Ping	33,896	6.63%	8.73	4.09%
7	Wang	10,792	2.11%	1.62	0.76%
8	Yom	23,616	4.62%	3.66	1.71%
9	Nan	34,331	6.71%	12.01	5.63%
10	Chao Phraya	20,125	3.94%	1.73	0.81%
11	Sakae Krang	5,192	1.02%	1.12	0.53%
12	Pasak	16,292	3.19%	2.90	1.36%
13	Tha Chin	13,681	2.68%	1.36	0.64%
14	Mae Klong	30,836	6.03%	15.13	7.09%
15	Prachin Buri	10,481	2.05%	5.09	2.39%
16	Bang Pakong	7,977	1.56%	3.34	1.57%
17	Tonle SAP	4,150	0.81%	2.39	1.12%
18	East Coast Gulf	13,829	2.70%	12.98	6.08%
19	Phetchaburi	5,603	1.10%	1.38	0.65%
20	West Coast	6,744	1.32%	1.34	0.63%
21	Southeast Coast	26,353	5.15%	22.26	10.43%
22	Tapi	12,224	2.39%	10.53	4.94%
23	Songkhla Dam	8,495	1.66%	6.63	3.11%
24	Pattani	3,858	0.75%	2.67	1.25%
25	Southwest Coast	20,473	4.00%	22.40	10.50%
	계	511,361	100.0%	213.35	100.00%

자료: TAQUASTAT, Food and Agricultural Organisation of the United Nations

<표 2.5-2 태국 수자원 현황>

구분	수량(km ³ /년)	비고
지표수량	213.35	
지하수량	11.20	
계	224.55	

자료: TAQUASTAT, Food and Agricultural Organisation of the United Nations

2.5.2. 상수도 현황

- 태국의 상수도는 주로 Metropolitan Waterworks Authority (MWA), Provincial Waterworks Authority (PWA), 및 Local Government Organization (LGO)에 의하여 공급되어진다.
- MWA와 PWA에 의해 공급되는 태국의 총 상수공급 세대수는 2014년 5,951천인, 2015년 6,182천인므로 전년 대비 각각 4.1%, 3.9% 증가하였다.
- 누수율은 2014년 전년 대비 1.5% 감소하였으며 2015년은 전년대비 변동이 거의 없었다.

<표 2.5-3 태국 상수도 공급 현황>

구분	2013년	2014년	2015년	전년대비 증감(%)	
				2014년	2015년
Number of Customers (Connection)	5,714,930	5,950,724	6,182,061	4.1	3.9
Total Water Production (Million m ³ /yr)	3,376	3,420	3,537	1.3	3.4
Total Water Consumption (Million m ³ /yr)	2,453	2,496	2,581	1.8	3.4
Non-Revenue-Water(%)	27.4	27.0	27.0	-1.5	0.0

가. Metropolitan Waterworks Authority(MWA)

- MWA의 전체 상수 공급지역은 3,192km²,로 Bangkok, Nonthaburi, Samut Prakan 지역을 포함하고 Chao Phraya, Mae Klong강이 취수원이다.
- MWA 공급지역에는 4개의 주요 정수장이 있으며, 총 시설용량 5.92 Million m³/d이다.

<표 2.5-4 MWA 공급지역 정수장 현황>

구분	시설용량 (백만m ³ /d)	비고
Bangkhen 정수장	0.550	
Samsen 정수장	0.170	
Thonburi 정수장	3.600	
Mahasawat 정수장	1.600	
총계	5.920	

자료: MAW Annual Report

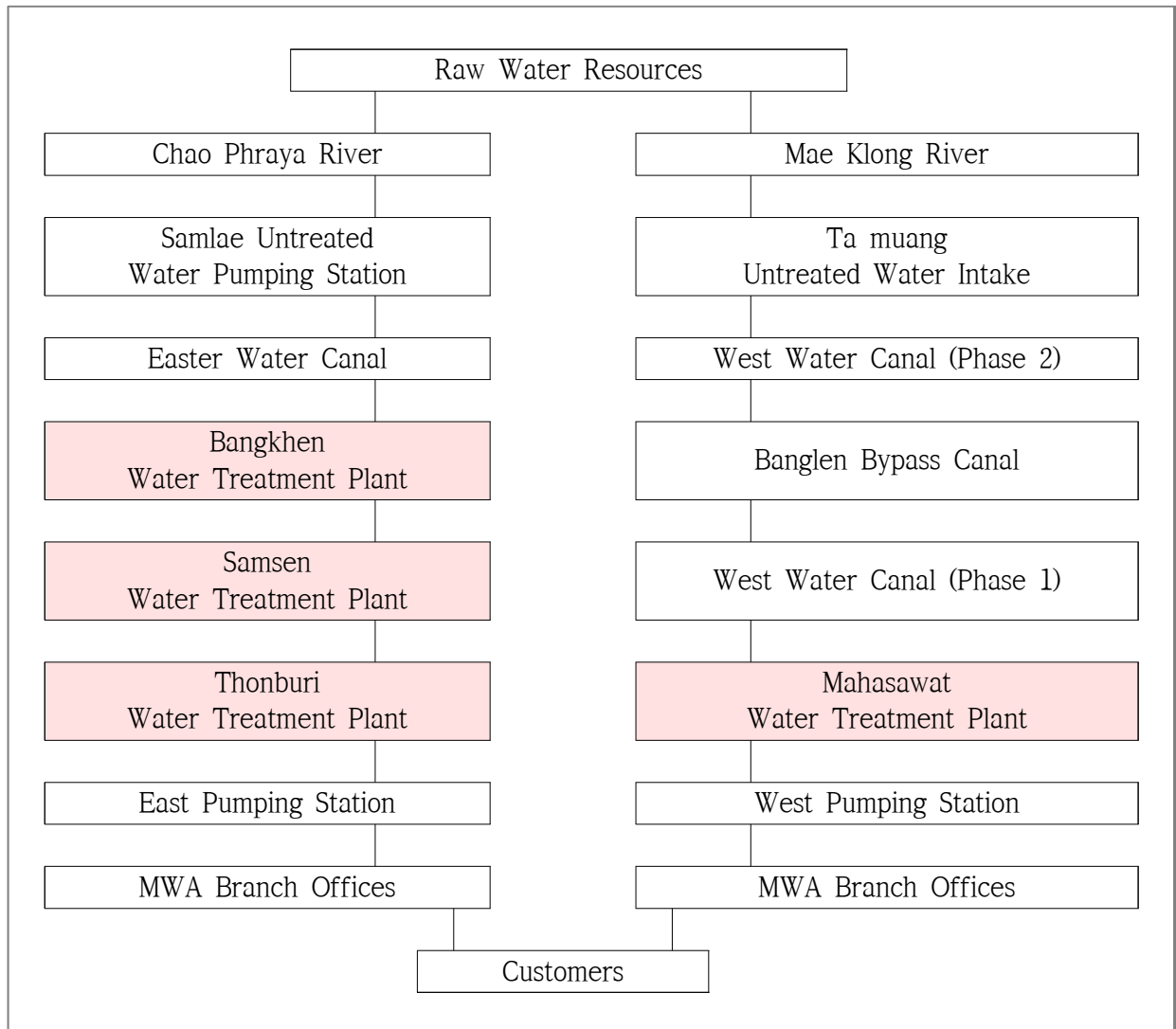
<표 2.5-5 MWA 공급지역 상수도 현황>

정수장	2012년	2013년	2014년	2015년
Number of Customers (Connection)	2,060,446	2,113,674	2,171,371	2,226,707
Total Water Production (Million m ³ /yr)	1,763.6	1,804.5	1,797.8	1,835.1
Total Water Consumption (Million m ³ /yr)	1,317.3	1,361.0	1,377.2	1,406.3
Non-Revenue-Water(%)	25.3	24.6	23.4	23.4

자료: MAW Annual Report

■ MWA의 상수 공급 시스템은 다음과 같으며, Mahasawat 정수장은 Mae Klong River에서, 나머지 3개의 정수장은 Chao Phraya River에서 원수를 취수하여 상수를 공급하고 있다.

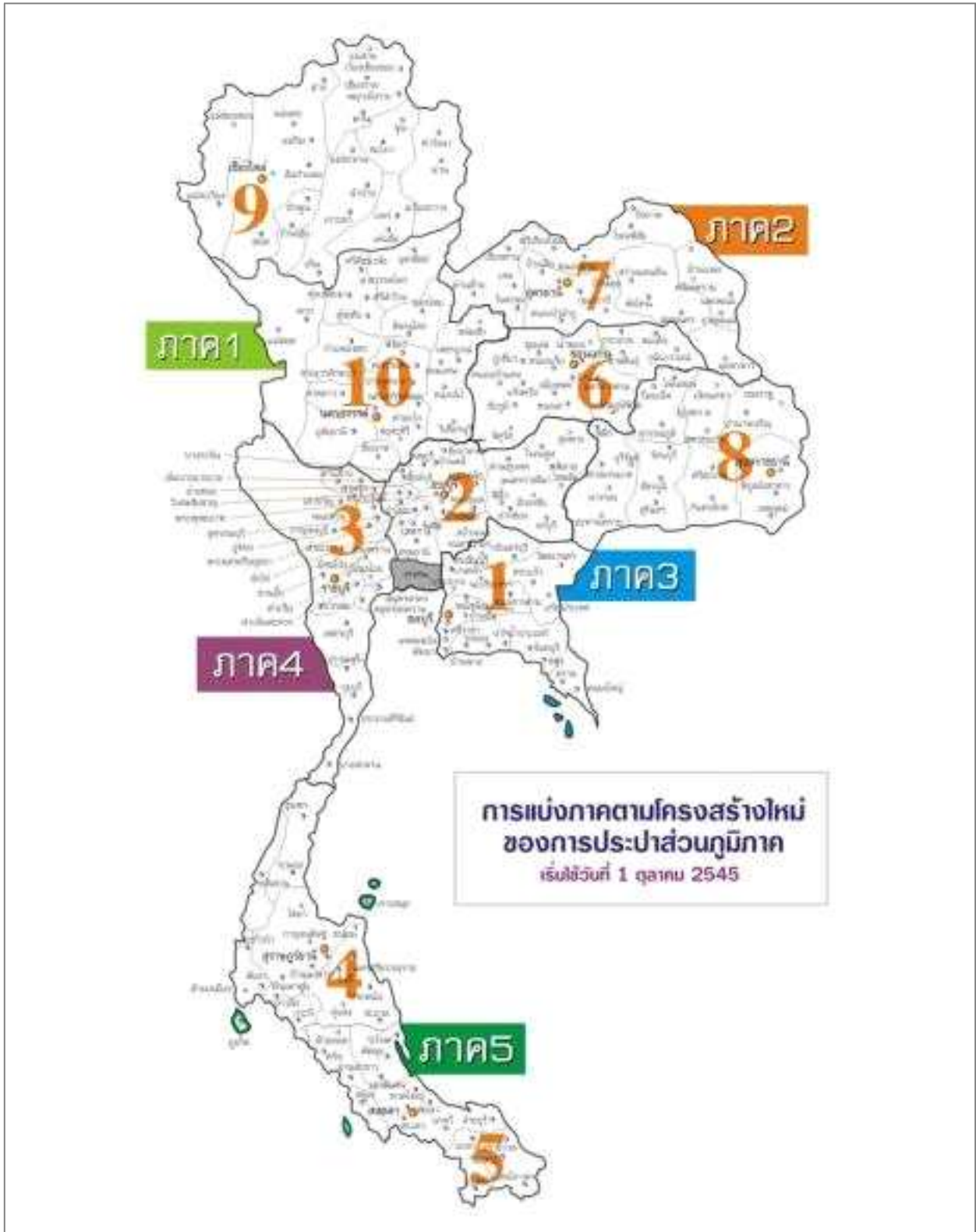
<그림 2.5-2 MWA 상수 공급 시스템>



나. Provincial Waterworks Authority(PWA)

■ PWA 공급지역은 MWA 관할지역인 Bangkok, Nonthaburi, Samut Prakan 등을 제외한 태국전역이며, 10개의 지역으로 나누어지고, 지자체수는 1,000개에 달한다.

<그림 2.5-3 PWA 관할지역>



자료: PWA

<표 2.5-6 PWA 공급지역>

지역	지자체	비고
Regional Office 1	• Chonburi, Chachoengsao, Rayong, Chanthaburi, Trat, Sa Kaeo and Prachin Buri.	7 Provinces
Regional Office 2	• Saraburi, Lop Buri, Sing Buri, Ang Thong, Phra Nakhon Si Ayuthaya, Pathum Thani, Nakhon Nayok and Nakhon Ratchasima.	8 Provinces
Regional Office 3	• Ratchaburi, Samut Songkhram, Samut Sakhon, Nakhon Pathom, Suphan Buri, Kanchanaburi, Phetchaburi and Prachuab Kirikhan.	8 Provinces
Regional Office 4	• Surat Thani, Ranong, Chumporn, Phangnga, Phuket, Krabi and Nakhon Si Thammarat.	7 Provinces
Regional Office 5	• Songkhla, Phatthalung, Trang, Satun, Pattani, Yala and Narathiwat.	7 Provinces
Regional Office 6	• Khon Kaen, Kalasin, Maha Sarakham, Chaiyaphum and Roi Et.	5 Provinces
Regional Office 7	• Udon Thani, Loei, Nongkhai, Sakon Nakhon, Nakhon Phanom, Nong Bua Lumphu.	6 Provinces
Regional Office 8	• Ubon Ratchathani, Si Sa Ket, Surin, Buriram, Yasothorn, Amnaj Charoen and Mukdahan.	7 Provinces
Regional Office 9	• Chiang Mai, Mae Hong Son, Chiang Rai, Phayao, Nan, Phrae, Lampang and Lamphoon.	8 Provinces
Regional Office 10	• Nakhon Sawan, Chai Nat, Tak, Kam Paeng Phet, Sukhothai, Phichit, Uttaradit, Phetchabun, Uthai Thani and Phitsanulok.	10 Provinces

자료: PWA

- 2014년 기준 PWA는 234개의 지점을 보유하고 3.8백만 가구에 상수를 공급하고 있으며 현황은 다음과 같다.

<표 2.5-7 PWA 공급지역 상수도 현황>

구분	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년
Number of Customers (Million connection)	3.11	3.26	3.42	3.60	3.78
Total Water Production (Million m ³ /yr)	1,303	1,338	1,462	1,522	1,568
Total Water Consumption (Million m ³ /yr)	960	982	1,053	1,092	1,119
Non-Revenue-Water(%)	26.2	26.5	27.9	28.2	28.7

자료: PWA

다. Local Government Organization(LGO)

- 태국은 2,440여개의 지자체로 이루어져있다. 일부 지자체는 MWA와 PWA 관리 아래 상수공급을 하고 있으며, 상당수의 지자체가 자체적으로 상수공급을하고 있다.
- 2014년 기준 LGO는 11.5만 세대에 상수를 공급하고 있으며, 주로 농어촌 지역의 3.5백만 세대가 여전히 상수공급 서비스를 받지 못하는 있다.

2.5.3. 폐수처리 현황

가. 폐수처리 관련 기관

■ 태국내 폐수와 관련된 기관은 Wastewater Management Authority (WMA), the Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning (ONEP), the Pollution Control Department (PCD) 및 Local Government Organizations (LGO)가 있다.

나. 태국 하수도 보급률 및 폐수처리를

■ 태국 전체 하수도 보급률은 92.1%이고 폐수처리율은 22.9%로 보급률에 비해 처리율이 낮은 편이다. Pluak Daeng지역의 하수도 보급은 65.7%이나 처리시설용량이 부족하여 처리율 또한 매우 낮은 상황이어서 폐수처리시설 건설이 시급한 상황이다.

<표 2.5-8 태국 하수도 보급률 및 폐수처리율>

구분	전체인구(인)	하수처리 인구(인)	발생하수량 (m ³ /일)	처리용량 (m ³ /일)	하수도 보급율(%)	폐수처리율 (%)
태국전체	65,982,000	60,792,641	14,000,000	3,211,025	92.1	22.9
Pluak Daeng	35,587	23,387	5,114	150	65.7	2.9

다. 태국 폐수 발생 및 시설 현황

■ 태국내 총 폐수 발생량은 약 14.0 Million m³/d 로 총 폐수처리시설 용량 3.2 Million m³/d 대비 폐수처리비율은 약 22.9% 이다.

<표 2.5-9 태국 폐수 발생 현황>

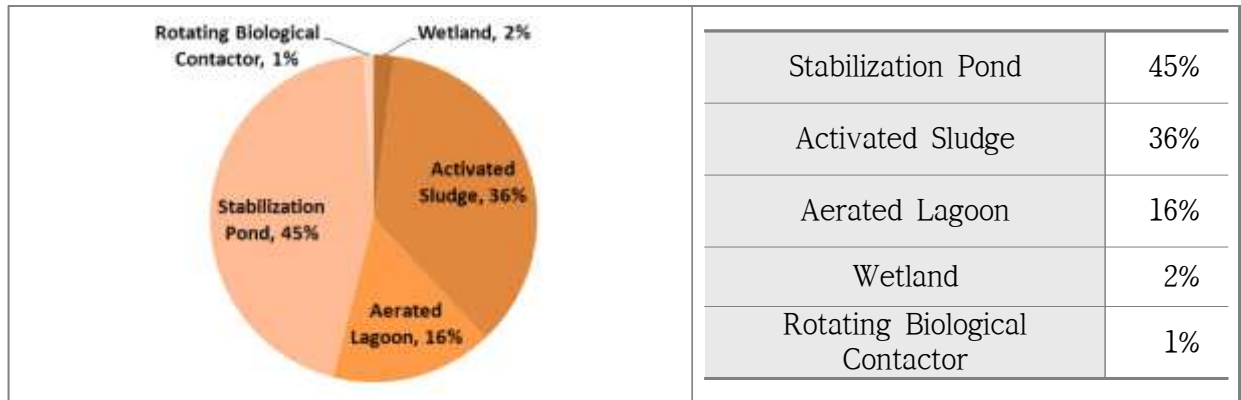
총 폐수 발생량	14.0 Million m ³ /d
2,006개 자치체(Municipality)	2.5 Million m ³ /d
Bangkok, Pattaya	2.5 Million m ³ /d
5,776개 지자체(Local Administration)	9.0 Million m ³ /d
총 폐수처리시설 용량	3.2 Million m ³ /d
처리율	22.9%

■ 태국내 총 101개의 폐수처리시설이 운영중이며, 총 시설용량은 3,211,025m³/d 이다.

<표 2.5-10 태국 폐수처리시설 현황>

지역	처리시설 수	시설용량(m ³ /d)
Wastewater Management Authority (WMA)	23	513,669
Bangkok Metropolitan Administration (BMA)	8	1,112,000
SamutprakanProvince (KlongDan)	1	525,000
Sub District Administrative Organization	69	1,060,365
Total	101	3,211,025

<그림 2.5-11 태국 폐수처리 공법 현황>



2.6 환경 관리 현황

2.6.1. 수질 관리 현황

가. 지표수

(1) 지표수 수질 관리 현황

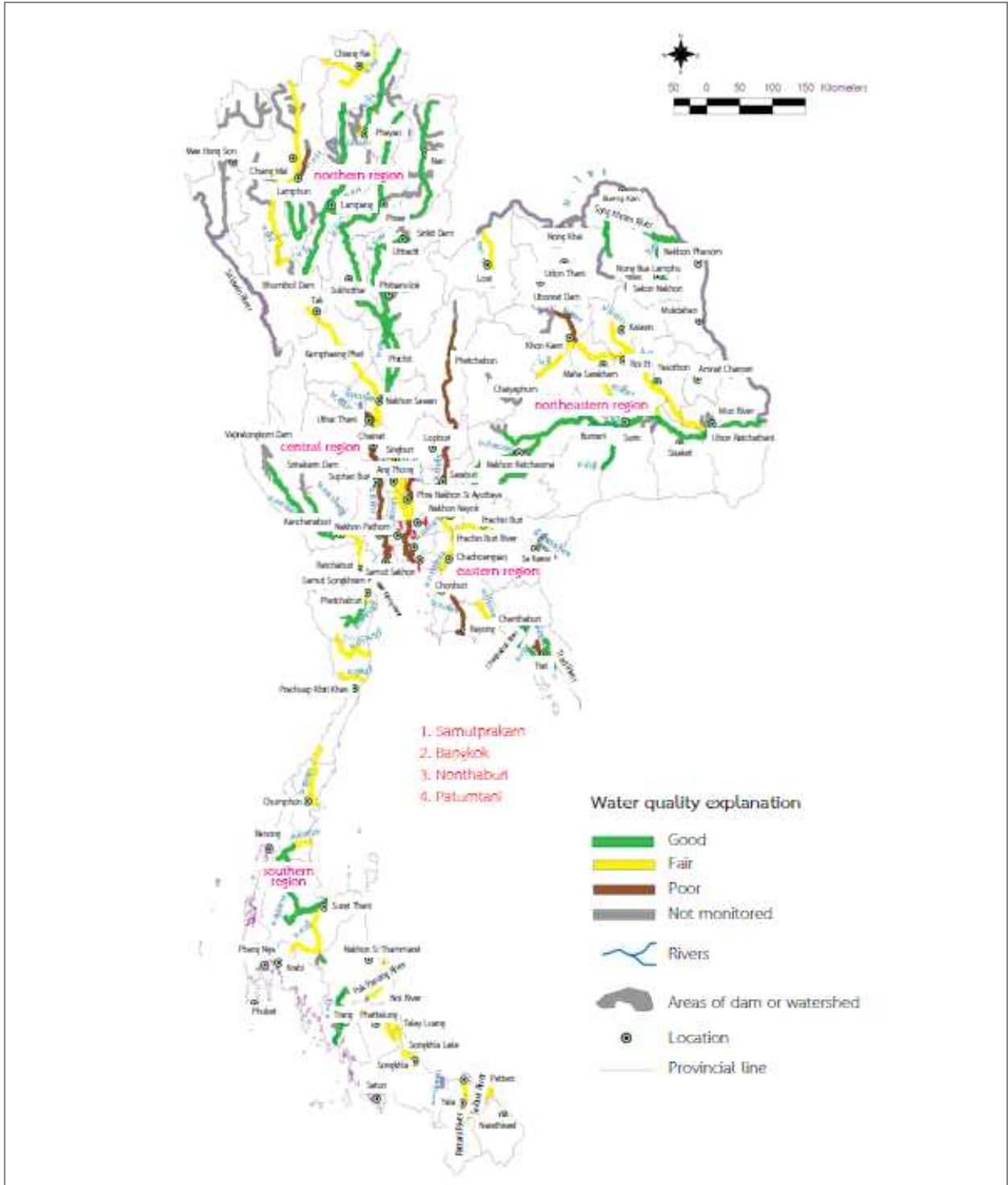
■ 2015년 366개의 수질관리 모니터링 시스템에 의하여 65개의 주요 수원에 대한 수질 조사가 수행되었다.

< 표 2.6-1 지역별 지표수 수질 현황 >

Water Quality	Surface water resources in each region ⁽²⁰¹⁵⁾					Percentage
	Northern region	Central region	Northeastern region	Eastern region	Southern region	
Excellent (91 - 100)	-	-	-	-	-	0
Good (71 - 90)	Li ^(12/15) Yom ^(17/15) Wang ^(7/15) Nan ^(17/15) Ing ^(1/15) Mae Chang ^(16/15)	Khwaeng Noi ^(2/15) Khwaeng Yai ^(17/15) Upper Phetchaburi ^(7/15)	Mun ^(17/15) Lam Chee ^(16/15) Songkram ^(7/15) Nong Han ^(7/15) Oon ^(17/15) Upper Lamtakong ^(7/15)	Trat ^(7/15) Wetu River ^(16/15) Chanthaburi ^(7/15)	Phum Duang ^(17/15) Upper Tapi ^(17/15) Trang ^(16/15) Upper Lang Suan ^(17/15)	34
Fair (61 - 70)	Kok ^(17/15) Ping ^(16/15) Kwin Phayao ^(16/15)	Upper Chao Phraya ^(16/15) Kui Buri ^(17/15) Fran Buri ^(7/15) Noi ^(16/15) Mae Klong ^(16/15) Lower Phetchaburi ^(16/15)	Loei ^(16/15) Chi ^(16/15) Siak ^(16/15) Lampao ^(16/15)	Bang Pakong ^(16/15) Prasae ^(16/15) Prachinburi ^(16/15) Nakhon Nayok ^(16/15) Lower Phangrad ^(16/15)	Chumphon ^(16/15) Lower Tapi ^(16/15) Lower Lang Suan ^(16/15) Pak Phanang ^(16/15) Sai Buri ^(16/15) Thale Luang ^(16/15) Songkhla Lake ^(16/15) Upper Pattani ^(16/15) Lower Pattani ^(16/15)	41
Poor (51 - 60)	Kuang ^(16/15) Bueng Boraphet ^(16/15)	Central Chao Phraya ^(16/15) Lower Chao Phraya ^(16/15) Upper Tha Chin ^(16/15) Central Tha Chin ^(16/15) Lower Tha Chin ^(16/15) Pa Sak ^(16/15) Sakao Krang ^(16/15) Lopburi ^(16/15)	Phong ^(16/15) Lower Lamtakong ^(16/15)	Upper Rayong ^(16/15) Lower Rayong ^(16/15) Upper Phang Rad ^(16/15)	Thale Noi ^(16/15)	25
Very poor (0 - 30)	-	-	-	-	-	0

Remarks: * represents a water source whose water quality was one index level higher than that of 2014
 † represents a water source whose water quality was one index level lower than that of 2014

<그림 2.6-2 태국 지면수 수질 현황>



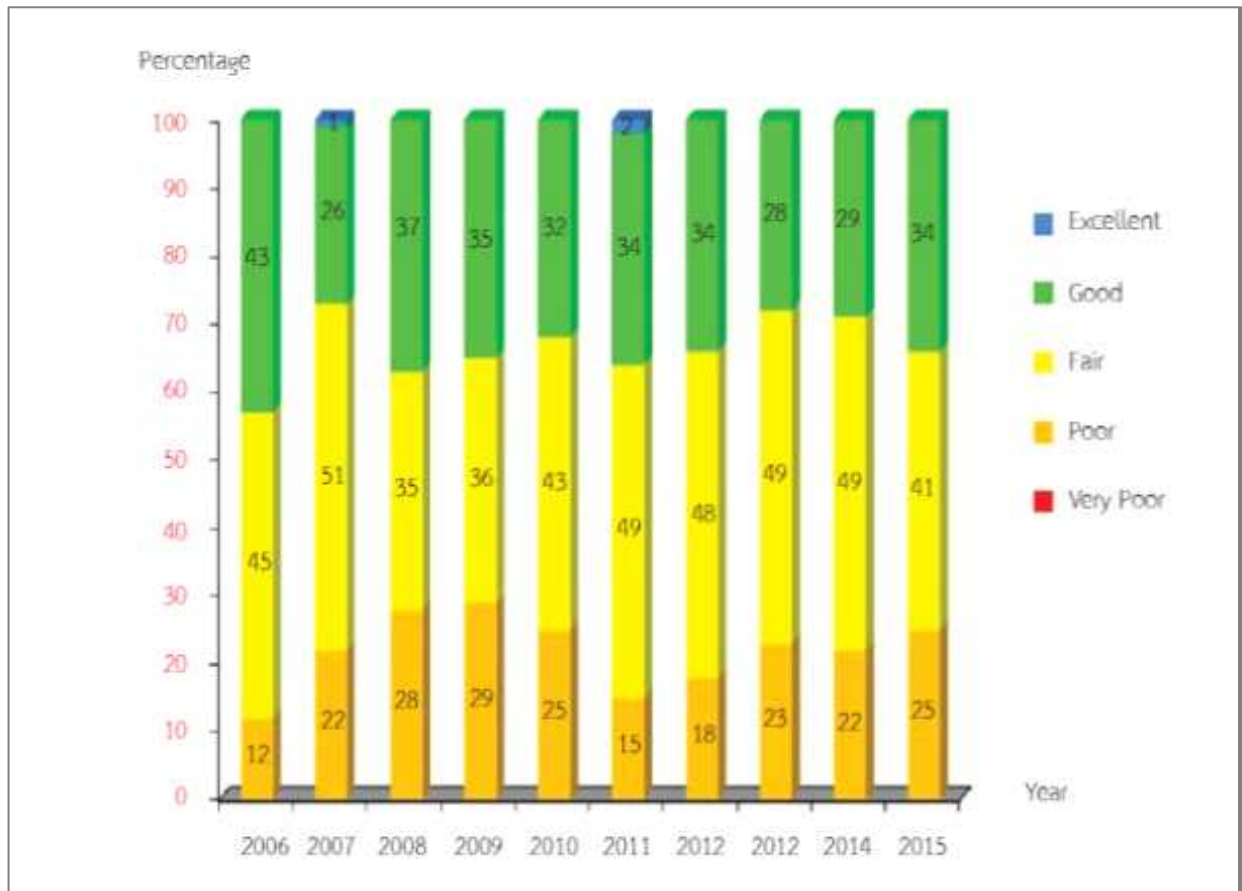
자료: PCD

■ 5개의 주요 수질오염 조사 항목은 DO(Dissolved Oxygen), BOD(Biological Oxygen Demand), TCB(Total Coliform Bacteria), FCB(Faecal Coliform Bacteria), NH₃-N(Ammonia-Nitrogen)으로 결과는 아주 좋음(91-100), 좋음(71-90), 보통(61-70), 나쁨(31-60), 아주나쁨(0-30)으로 나타낸다.

(2) 지표수 수질 조사 결과

- 과거 10년간(2006년~2015년)의 지표수 수질 조사 결과에 의하면 지표수 수질은 큰 변화를 보이지 않았다.
- 2015년 수질조사 결과 34%가 좋음, 41%가 보통, 25%가 나쁨으로 나타났다.
- 2012년에서 2015년 사이 조사된 수질 조사결과 나쁨 등급이 2012년 18%에서 2015년 25%로 점차 증가하는 추세를 보였으며, 보통, 좋음 등급의 수질오염 상태 비율이 각각 82%, 77%, 78%, 75%로 점차 감소하는 추세를 보여 지표수의 수질이 악화되고 있는 실정이다.

<그림 2.6-3 태국 과거 10년간 지표수 수질관리 현황>



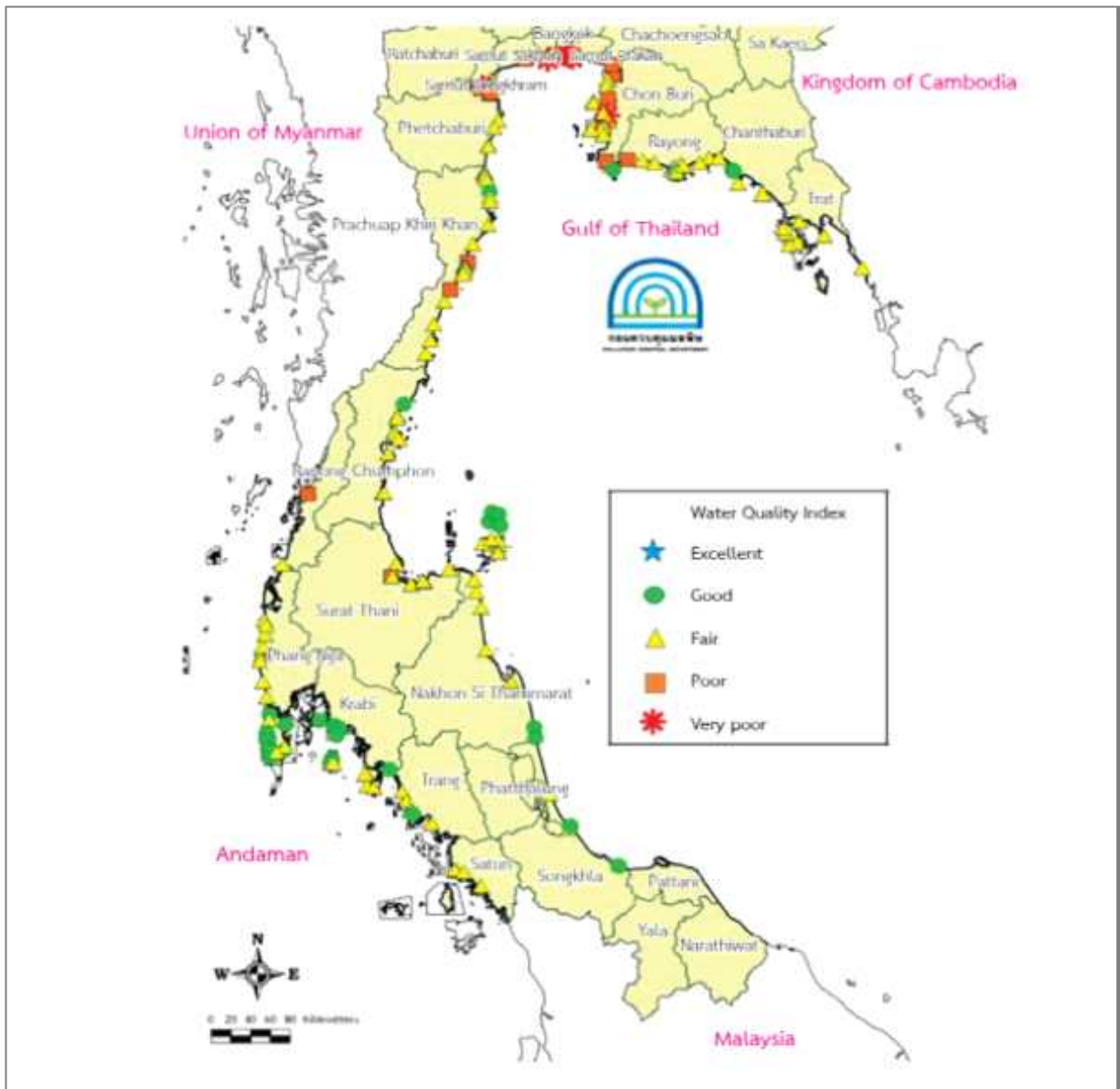
자료: PCD

나. 연안수

(1) 연안수 수질 관리 현황

- 2015년 태국 연안수 수질관리 모니터링 시스템에 의하여 202개의 지점에서 연안수 수질조사가 수행되었다.
- 조사결과 16%가 좋음, 72%가 보통, 9%가 나쁨, 3%가 아주 나쁨 등급으로 조사되었다.

<그림 2.6-4 연안수 수질 현황>



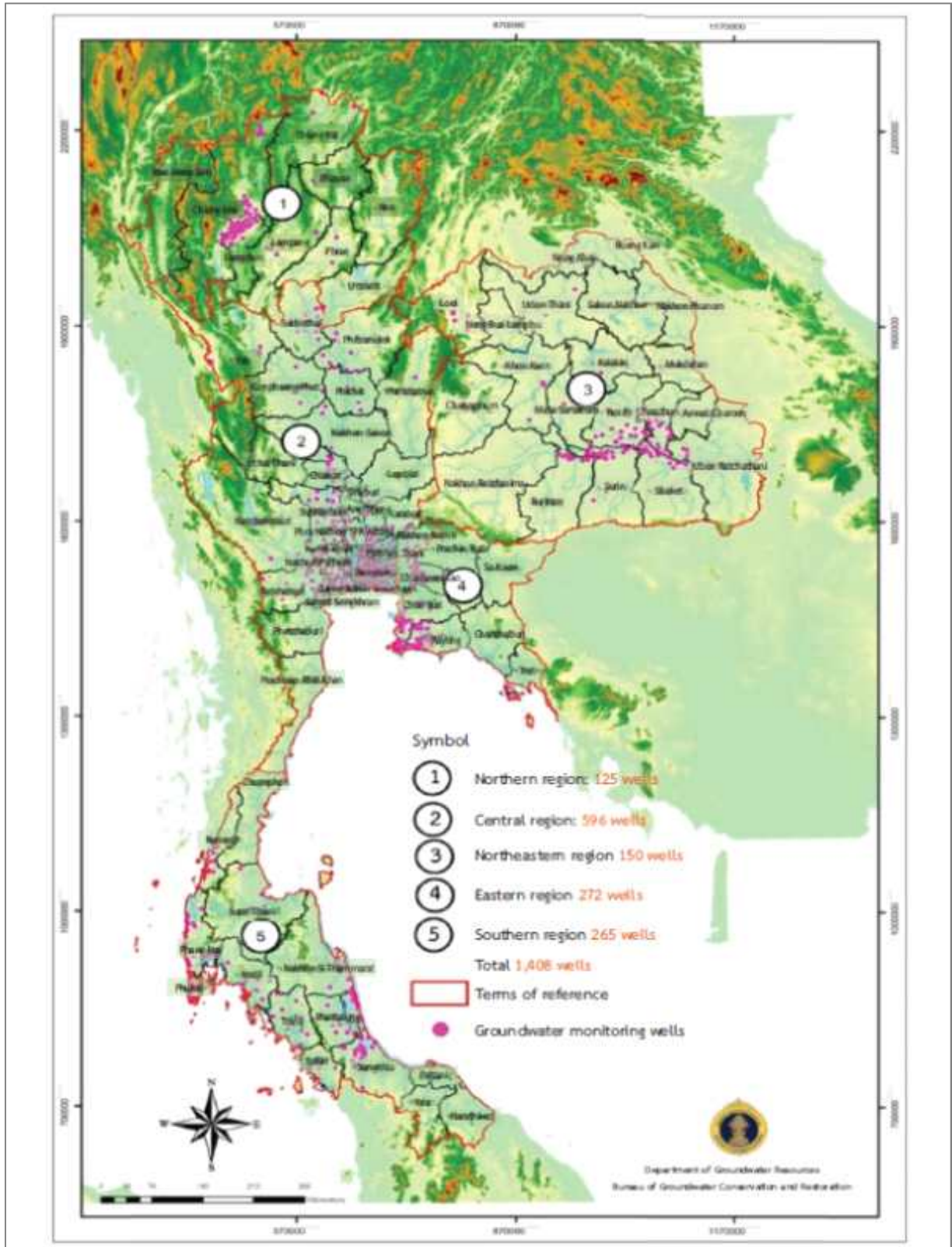
자료: PCD

- 나쁨 및 아주 나쁨의 수질오염 등급을 나타내는 지점은 태국만(Gulf of Thailand)의 내부 지역으로 나타났다.
- 태국만(Gulf of Thailand) 내부 지역 수질오염의 주된 원인은 오염물질을 수반한 많은 하천들이 해안으로의 유입되고 있기 때문이다.

다. 지하수

■ 태국은 27개의 지하수 모니터링 시스템이 가동중에 있으며, 775개의 관측소에서 1,408개의 관정에 의하여 지하수 수질을 관리하고 있다.

<그림 2.6-5 지하수 모니터링 시스템 위치도>



자료: PCD

2.6.2. 대기오염 관리 현황

가. 대기오염 현황

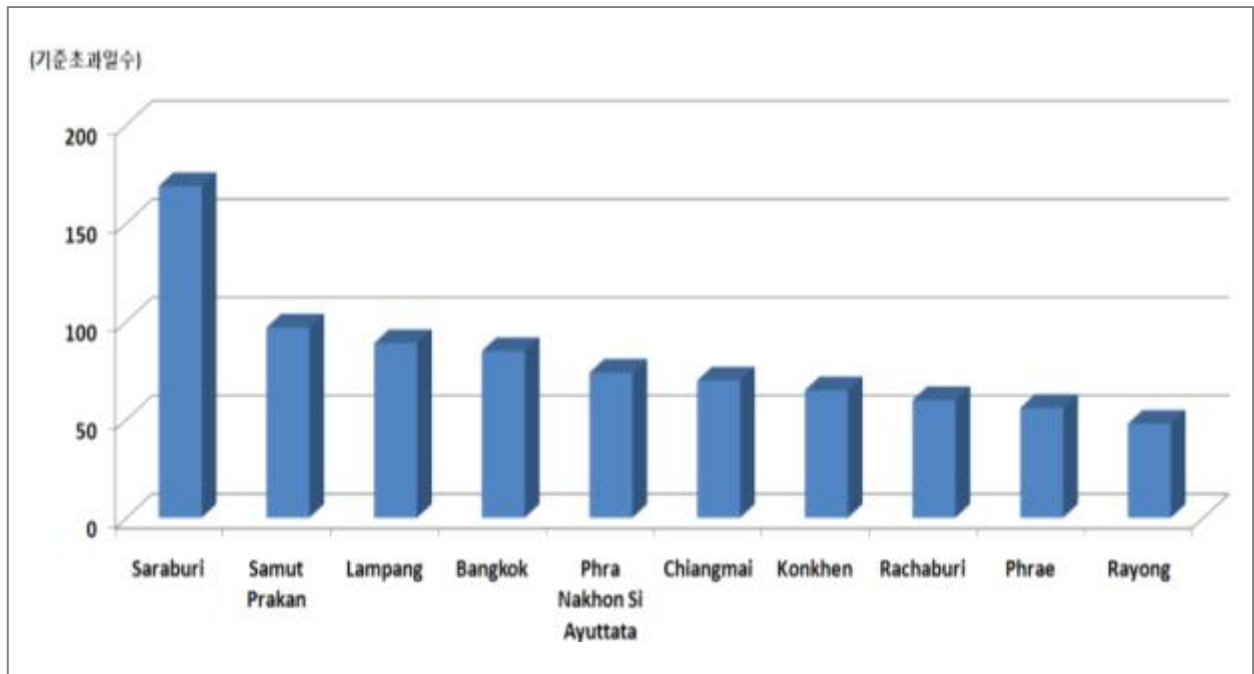
- 2015년 오염관리국 (Pollution Control Department)에 의해 수행된 대기 오염 평가에 의하면, 많은 도시들이 대기오염 기준을 초과하고 있다. 주요 5대 대기오염물질은 이산화황 (SO₂), 이산화질소 (NO₂), 일산화탄소 (CO), 오존 (O₃), 미세먼지(PM₁₀, PM_{2.5})이다.
- 태국내 29주에서 61개소의 대기오염 모니터링 시스템이 가동중이다. 29주의 모니터링 시스템 결과 Saraburi 주가 기준 초과일수가 169일로 대기오염이 가장 심각한 지역으로 나타났고, 이어서, Samut Prakan(97일), Lampang(89일), Bangkok(85일)로 나타났다.

<표 2.6-2 태국 대기오염 기준>

구분	대기 오염 기준	비고
PM ₁₀ (입자크기 ≤ 10 micrometer)	50 µg/m ³	
PM _{2.5} (입자크기 ≤ 2.5 micrometer)	25 µg/m ³	
오존 (O ₃)	70ppb	
이산화질소 (NO ₂)	30ppb	
이산화황 (SO ₂)	40ppb	

자료: PCD

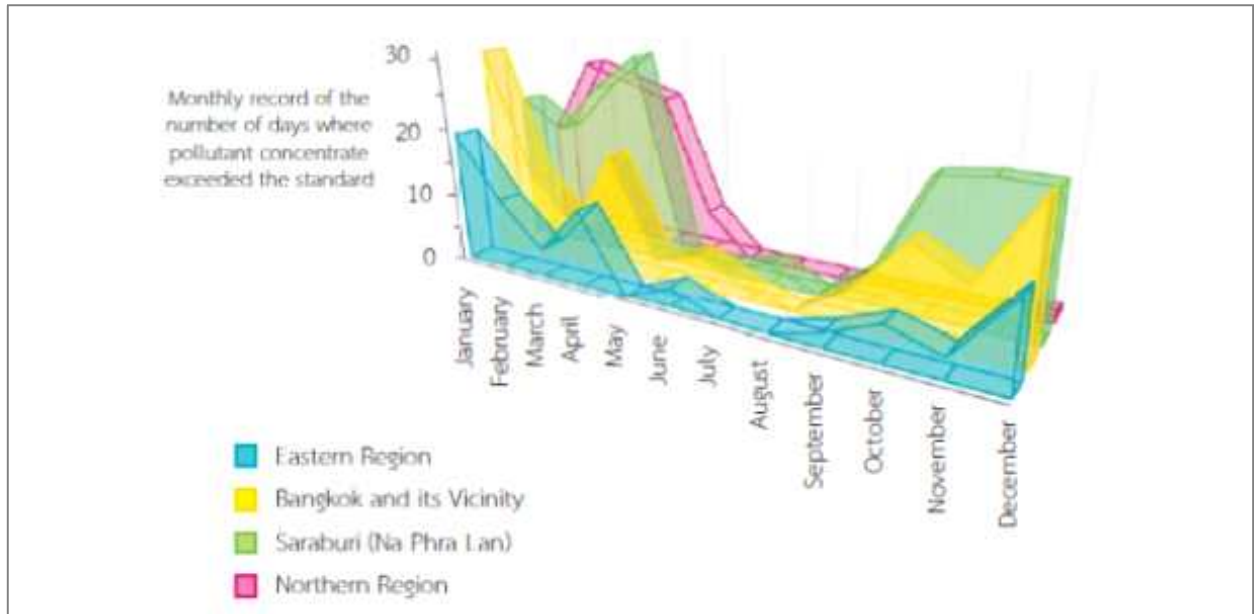
<그림 2.6-6 대기오염 기준 초과지역 현황>



자료: PCD

나. 대기오염오염원

<그림 2.6-7 분야별 에너지 소비 현황>



자료: PCD

- 태국의 대기오염은 오염원으로부터 발생하는 오염물질량과 풍속, 강우량, 대기압 등 기후의 영향을 받는다. 따라서 5월부터 9월사이의 우기에 대기오염의 정도가 가장 적다.
- 대기오염은 지역에 따라 다양하며, 국가 전체적으로 볼 때 주요 대기오염원은 요리, 석탄 및 석유 같은 에너지 소비활동에 의한 것이다. 석유, 벤젠, 가솔린, 디젤과 같은 연료를 사용하는 운송분야 또한 주요 대기오염원중 하나이다.
- 2015년 에너지 소비량은 농업, 생활, 상업, 운송분야에서 증가하였지만, 산업분야에서는 전년대비 감소세를 보였다.

<그림 2.6-8 분야별 에너지 소비 현황>



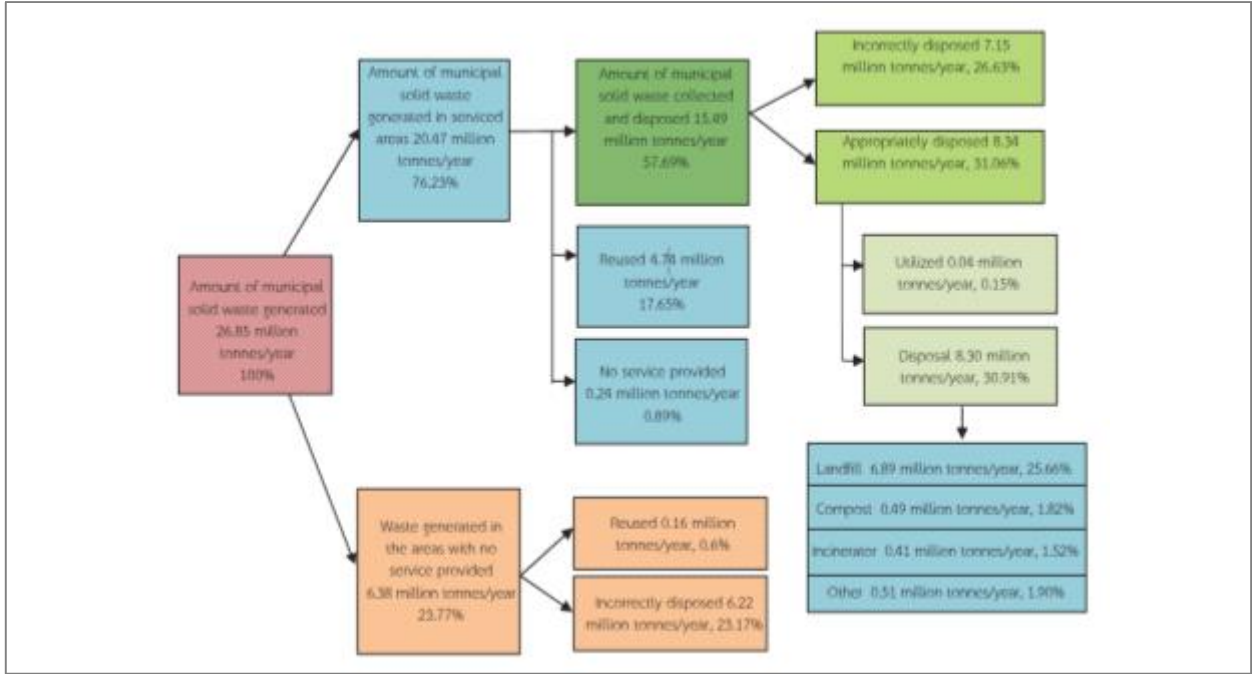
자료: PCD

2.6.3. 폐기를 관리 현황

가. 폐기물 현황

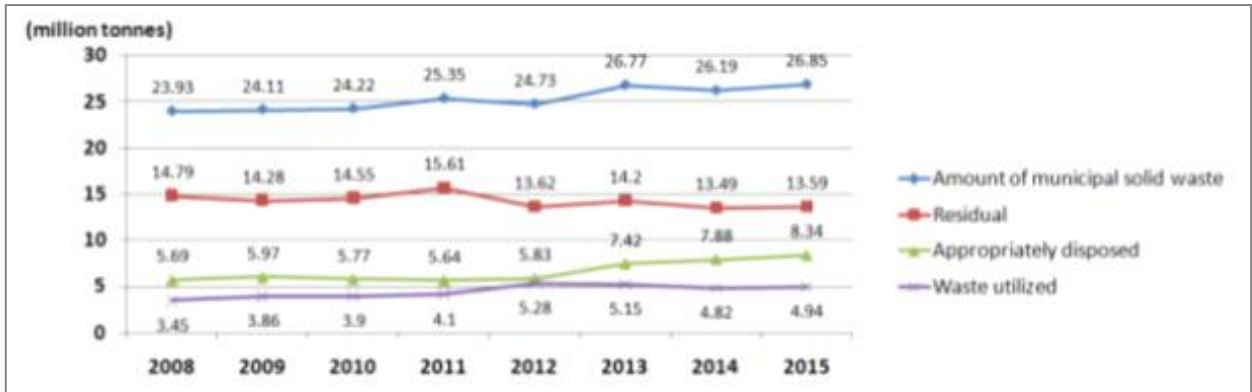
■ 2015년 도심지역에서 발생하는 폐기물의 총량은 26.85백만톤(0.074백만톤/일)의 폐기물이 발생하였다. 이중 4.19백만톤 약 16%가 Bangkok 에서 발생되었고, 폐기물 발생량이 많은 지역은 Bangkok(11,500톤/일), Chonburi(2,487톤/일), Nakorn ratchasima(2,293톤/일), Samut Prakarn(2,049톤/일), Khon Kaen(1,870톤/일) 이다.

<그림 2.6-9 2015년 폐기물 처리 현황>



자료: PCD

<그림 2.6-10 폐기물 관리 현황>



자료: PCD

■ 2015년 도심지역에서 발생된 26.85백만톤의 폐기물중 매립, 소각, 퇴비 등의 방법에 의해 처리되는 폐기물량은 전체 폐기물량의 약 31%인 8.34백만톤, 재활용 및 재이용되는 폐기물량은 약 18%인 4.94백만톤, 부적절하게 처리되는 폐기물량은 약 51%인 13.59백만톤으로 나타났다.

제3장 환경제도, 정책현황 및 개선안 제언

3.1 태국 환경제도 및 정책현황

3.2 한국 환경제도 및 정책현황

3.3 태국의 환경정책 및 개선안 제언

제3장 환경제도, 정책현황 및 개선안 제언

3.1 태국 환경제도 및 정책현황

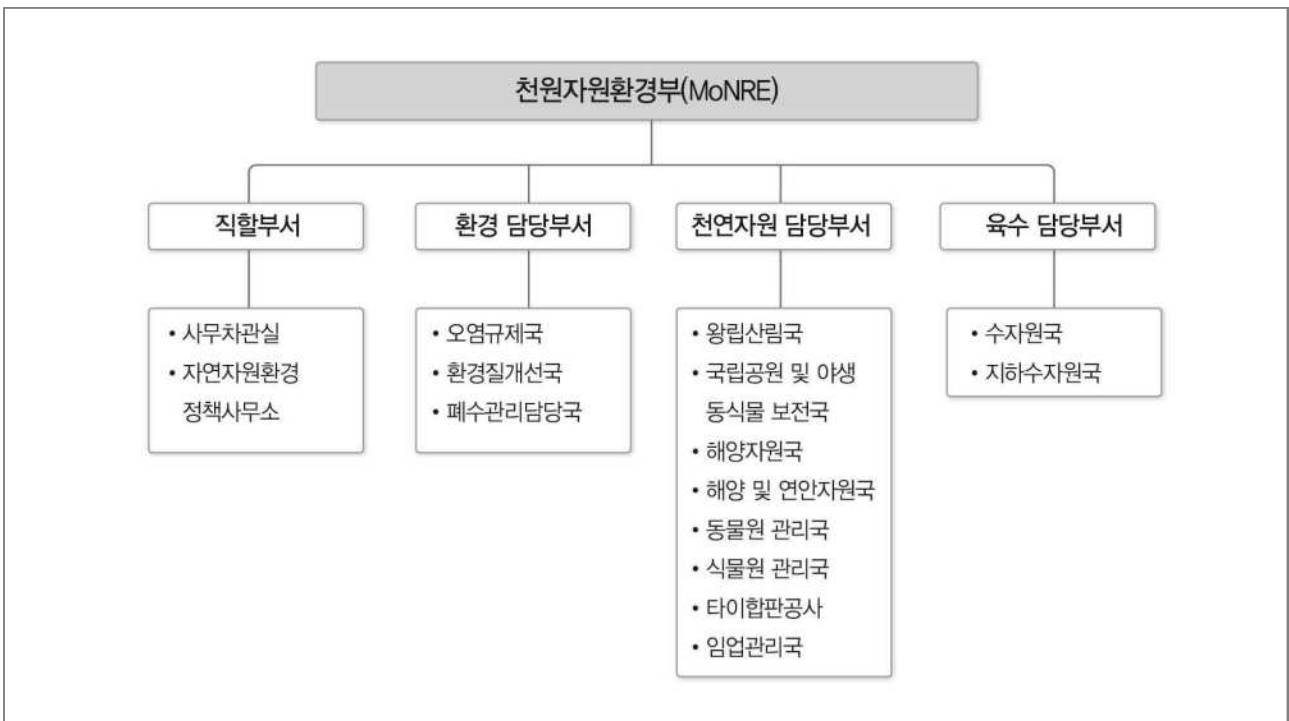
3.1.1 태국 환경관리조직 현황

- 태국의 환경관련문제는 천연자원환경부의 각 부서에서 담당하고 있으며, 수자원과 밀접한 관계가 있는 사항은 여러국으로 담당부서가 분할되어 있고, 방콕 및 지자체에 별도의 부서를 운영하고 있다.

가. 천연자원환경부

- 태국은 2002년 이전까지 과학기술에너지부(MoSTE) 산하에 3개의 환경정책 집행부서(환경정책계획실, 오염규제국, 환경질개선국)를 설치하여 환경정책의 결정 및 집행체계를 시행하였음. 2002년 정부개혁법에 따라 정부의 행정조직을 개편하였고, 이에 따라 기존의 과학기술에너지부(MoSTE)에서 천연자원환경부(Ministry of Natural Resources and Environment; MoNRE)가 새로 설치되었다.
- MoNRE는 “천연자원과 환경의 관리를 통하여 국민들을 녹색사회로 인도”를 비전으로 하고 있으며, 환경을 관리감독하고 관련 부처들간에 기능의 조정과 통합을 촉진하고 서비스를 강화하기 위한 목적을 지니고 만들어졌다. MoNRE는 크게 직할부서, 환경오염 담당부서, 자연자원 담당부서, 육수 담당부서로 분류되어 있다.

<그림 3.1-1> 천연환경자원부 조직도



■ 천연자원환경부에서 가장 핵심적인 역할을 담당하고 있는 부서는 천연자원환경정책 및 계획실, 오염규제국, 환경질개선국으로 나누어 볼 수 있고, 이외에도 수자원국과 지하수자원국 등이 중요한 역할을 하고 있다.

(1) 천연자원환경정책 및 계획실

(ONEP:Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning)

■ 직할부서중의 하나인 천연자원환경정책 및 계획실은 ① 자연자원과 환경에 대한 보전 및 관리 정책과 계획수립, ② EIA 보고서에 제시된 방법에 조항에 따라 환경영향 모니터링 및 실제 적용, ③ 지속가능한 개발과 생활환경 개선지원 등이다.

(2) 오염규제국(PCD:Pollution Control Department)

■ 오염규제국은 태국 전역을 16개의 권역으로 나누어 환경상태를 감시하고 오염과 관련된 분석을 실시하는 등 환경문제의 관리, 방지, 해결과 관련된 역할과 의무를 한다. 즉, 오염관리의 대상, 방법과 조건 등의 규정을 정하고 요금, 벌금, 시민의 의무와 위반시 벌칙규정 등을 설정하고 오염물질 배출 및 환경질 현황을 모니터링 한다.

(3) 환경질개선국(DEQP:Department of Environmental Quality Promotion)

■ 환경질 개선국은 대중의 이해와 참여를 촉진하고 지역사회의 쾌적한 생활환경을 조성할 수 있도록 하기 위해서 지역사회에 필요한 기술을 확산하는 활동을 한다.

(4) 수자원국(DWR:Department of Water Resources)

■ 수자원 분야에 관련된 정책의 기본계획을 수립하고 교육연구, 자원보전 추진 및 수역의 재생 등을 실시하고 유역분과위원회를 통해 주민 참여를 장려하는 활동을 한다.

(5) 지하수자원국(DGR:Department of Groundwater Resources)

■ 지하수자원국은 지하수에 있어 이해관계자들에게 공평한 배분이 될 수 있도록 시스템을 구축 및 운영하고 있으며, 수리지질조사 연구 및 지하수 자원의 성분을 분석하고 이를 지질 및 지하수자원 정보시스템을 운영하는 활동을 한다.

(6) 기타

■ 그 외, 해양연안자원국, 광물자원국, 국립공원 야생 동식물국, 왕립산림청 등이 천연자원환경부에 소속되어 있으며, 본 사업의 시행기관인 폐수관리담당국은 환경관련부서에 속하여 있는 기관이다.

나. 상수도 기관

■ 태국내 지하수 및 지표수, 산업용수 등을 포함한 수도공급은 재무부, 내무부, 천연자원환경부 등 여러개의 기관에서 나누어 수도공급을 하고 있다.

<그림 3.1-2> 태국내 물공급 관계기관



■ 태국내의 가장 큰 상수도 관리기관은 내무부 산하의 수도공급 책임을 맡고 있는 수도권 상수도국(Metropolitan Waterworks Authority, MWA)과 지방 상수도국(Provincial Waterworks Authority, PWA)에서 맡고 있다. 수도권 상수도국은 방콕 및 주변도시의 수도공급의 책임을 맡고 있으며, 지방상수도국은 이외의 지방의 모든 도시 및 시골마을에 설치된 식수원 개발, 공급, 배관, 처리, 보관 및 분배시설을 관리감독한다.

■ MWA 및 PWA의 주요 상수도 관련 보급현황은 다음과 같다.

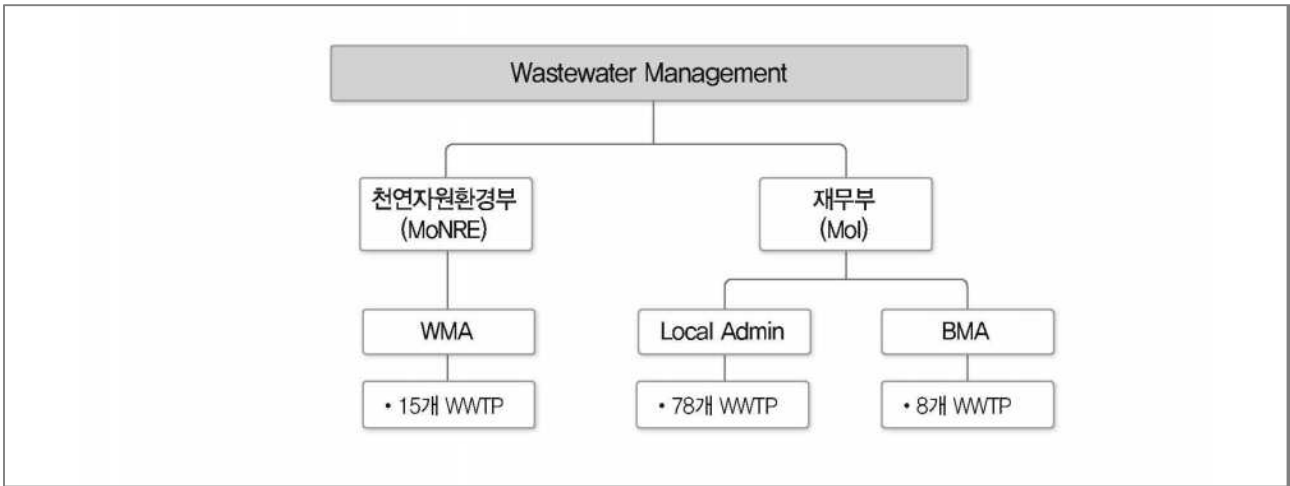
<표 3.1-1> MWA 및 PWA 주요 보급 현황

MWA	PWA		
<ul style="list-style-type: none"> · 주요 공급지역 : 방콕 및 중심도시 4개 지역 - 정수장 개소 : 4개소 - 펌프장 개소 : 4개소 - MWA 지점수 : 16개소(3,800명 직원) - 생산량 : 1,715.8 MCM - 판매량 : 1,262.4 MCM - 이용자수 : 2백만명 - 누수율 : 25% - 직원/고객 비율 = 1:534 	<ul style="list-style-type: none"> · MWA 미공급지역 전역 공급 - 공급지역 : 74개의 주 - 공급현황 		
	인구수(명)	지점수	비율(%)
	1-5,000	57	24.0
	5,001~10,000	71	31.0
	10,001~15,000	39	17.0
	15,001~20,000	18	8.0
	20,001~25,000	15	6.0
	>25,000	34	14.0
	전체	234개소	100.0

다. 폐수관리 기관

■ 태국의 폐수는 천연자연환경부와 재무부 산하로 구분하여 폐수처리시설 등을 관리하고 있고, 방콕 지역은 BMA(Bangkok Metropolitan Administration)와 주변도시를 담당하고 있는 WMA(Wastewater Management Authority), 지방 도시폐수를 책임지고 있는 지자체 소속의 LAOs(Local Administrative Organization)로 구분되어 관리되고 있다.

<그림 3.1-3> 태국 폐수처리시설 관리기관

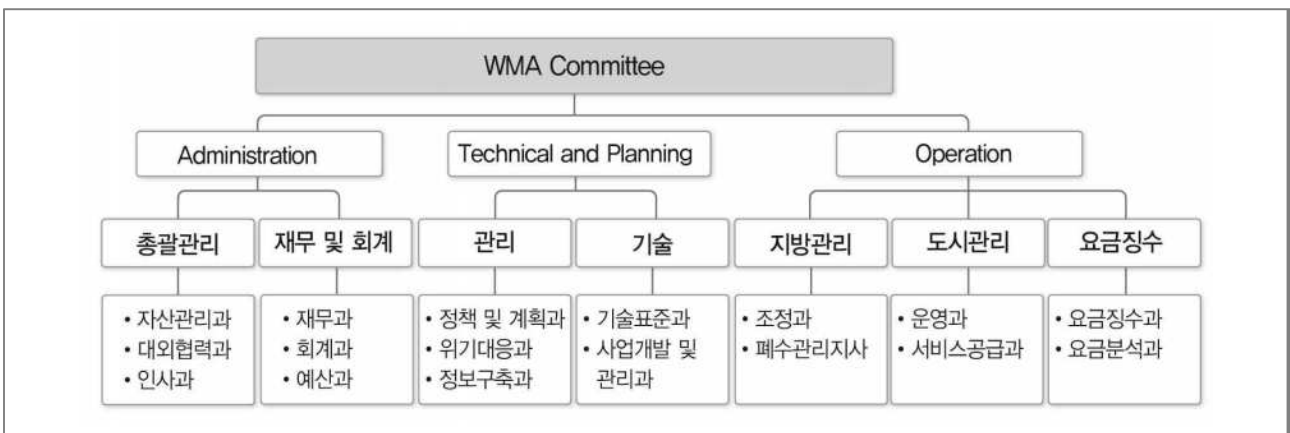


■ WMA는 MoNRE의 산하기관으로 Chao Praya 및 Tha Chin 강의 오염문제를 해결하기 위하여 1995년에 설립되었으며, 다음과 같은 목적을 가지고 있다.

- ① 도심지역 폐수처리시설의 계획, 설계, 건설, 운영 및 유지관리
- ② 폐수처리구역 관리를 위한 운영 및 유지관리
- ③ 폐수처리구역 관리를 위한 민간투자회사 설립
- ④ 태국 내외의 민간기업 또는 국제기구와 사업 파트너십 관계 유지

■ WMA는 크게 3개의 분야에서 6개부서(Dept)로 구분되어 있다.

<그림 3.1-4> WMA 조직도



■ BMA는 방콕 및 주변도시의 폐수시스템과 관련된 계획, 관리 시행 그리고 홍수예방 및 수처리 등을 관리함과 더불어 다음과 같은 목적을 가지고 있다.

- ① 방콕 및 주변도시 도시개발계획 수립
- ② 방콕 및 주변도시의 도로 건설 및 유지, 대중교통시스템의 제공
- ③ 공중보건 및 위생서비스 제공
- ④ 환경개발 및 보전 및 사회복지와 삶의 질 향상

라. 기타기관

■ 천연자원환경부와 산하 WMA, BMA와 더불어 다양한 중앙정부 산하기관에서 상하수도과 직간접적으로 관련된 책임이 있다. 이는, 수질오염을 겪고 있는 지역에 오폐수 처리시설 건설, 기존의 처리시설 능력회복 및 향상, 그리고 지방정부의 환경기초시설 관리능력 향상 등과 관련하여 중앙정부의 예산이 투입되고 있기 때문이다.

<표 3.1-2> 태국 상하수도 오염관리 관련기관

구 분		주요 역할	
중앙 정부	천연자원환경부 (MoNRE)	오염규제국 · 물 오염규제관리 : 정책, 개발전략 계획, 수질 기준의 수립과 모니터링	
	산업부 (MoI)	산업업무국 · 폐수 배출량 제한, 화학물질 및 금속 오염물질의 농도 규제	
		산업단지청 · 산업단지 또는 공장내 시스템 설치 및 제공, 폐수발생 제어	
	내무부 (MoInterior)		· 지방정부 감독, 환경관련 기반시설 투자
	농업협동조합부 (MOAC)		· 하천 유해화학물 투기 및 배출 관리
	공중보건부 (MoPH)		· 건강상 유해한 영향을 미치는 수질오염 물질과 관련된 불법활동 규제
	교통통신부 (MoTC)		· 기름 및 화학물질과 관련한 강, 운하, 습지, 저수지, 호수, 수로 등 관리
지방 행정조직		· 폐수시스템과 관련된 계획, 관리 시행 및 홍수예방, 수처리	
국영 사업	시의 수로 건설사업		· 방콕, Nonthaburi, Samut Prakan 지역 상수도 제공
	지역 물 관리		· 방콕, Nonthaburi, Samut Prakan 지역 이외의 지역 상수도 제공
	폐수관리		· 방콕 및 주변지역 폐수처리시설 제공

3.1.2 태국 환경법제 현황

■ 1977년 태국 헌법은 “주정부가 환경을 관리하고 사람의 건강과 행복에 해로운 독성물질을 제거한다”, “주정부는 경제 및 사회적 발전과 안보를 위하여 천연자원 그리고 경제적, 사회적 상황을 고려하여 인구 정책을 만들어야 한다.” 고 환경정책의 방향을 언급하였다. 그리고 시민단체와 일반 대중의 참여를 강조하고 지방분권화의 중요성에 대하여 언급하였다.

가. 국가 환경질 개선 및 보전법(NEQA)

■ 태국은 환경보호를 위한 포괄적인 법률인 국가 환경질 개선 및 보전법(Enhancement and Conservation of National Environment Quality Act; NEQA)를 1975년에 제정하고, 1992년에 개정하였다.

■ NEQA(1992)는 기본적인 환경보호법으로 환경기준 제정, EIA 보고서 의무화, 환경규제를 위한 실행력 강화 등을 서술하고 있으며, 오염자 부담원칙과 손해배상금에 대한 정책 등이 명시되어 있다.

■ 태국의 환경법규는 NEQA(1992)를 기본법으로 하여 오염분야에 19개 법률, 생태분야 5개 법률, 기타분야 6개 법률 등 총 30개 법률을 제정하여 시행중에 있으며, 주요 내용은 다음과 같다.

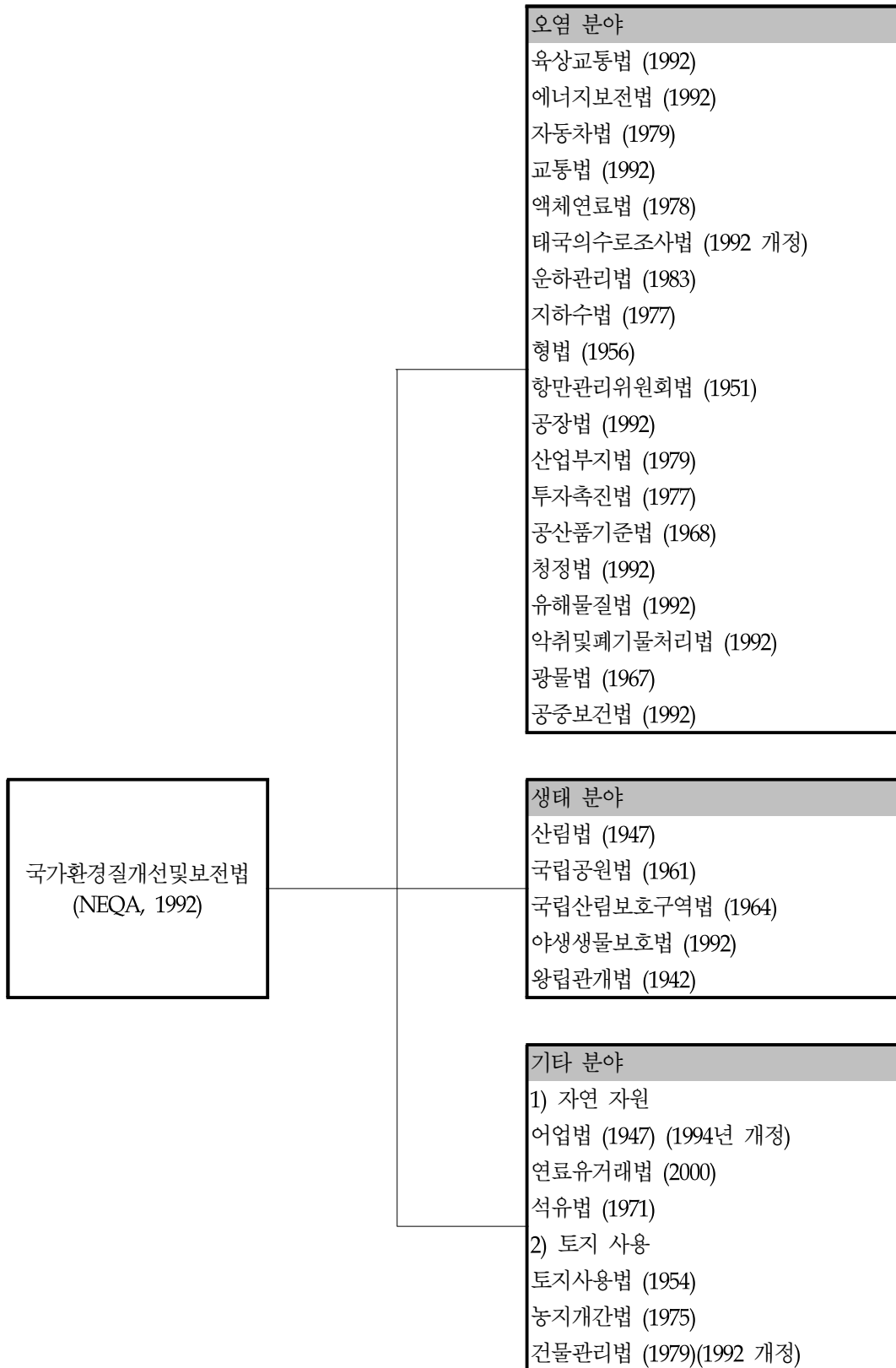
<표 3.1-3> 국가 환경 질 개선 및 보전법의 주요내용

구 분	주요 내용
제 1 장	<ul style="list-style-type: none"> · 국가환경위원회의 설립, 구성, 권한 및 의무에 대해 명시 · 국가환경위원회는 기준 및 계획서의 승인을 위해 관련내용을 내각에 제출하며 법률시행에 필요한 규제 및 명령을 감독
제 2 장	<ul style="list-style-type: none"> · 대기, 폐수, 폐기물 처리시설을 위한 환경기금설립에 관한 법령을 명시 · 본 기금은 환경시설, 유지보수, 운영목적으로 정부기관 또는 지방행정부에 보조금으로 지출되며 기금설립의 의의와 뜻이 같은 민간기관에 용자로 지출
제 3 장	<ul style="list-style-type: none"> · 환경보호와 관련된 환경의 질 기준을 규정 · 환경의 질 기준, 질 관리 계획, 보존구역 및 환경보호구역 관리와 환영영향 평가 등에 관한 세부사항을 규정
제 4 장	<ul style="list-style-type: none"> · 오염관리와 관련하여 오염관리위원회(PCC)의 설립, 권리 및 의무를 명시 · 오염관리위원회는 환경의 질 기준을 충족시키기 위한 오염물질 배출에 관한 기준을 개정 및 공고, 오염관리구역 설정, 기준 위배시 수리 및 개선될 때까지 사용금지 등의 권한을 가짐
제 5 장	<ul style="list-style-type: none"> · 촉진방법과 관련된 내용 · 서비스 계약자의 홍보와 지원요청에 관한 내용
제 6, 7장	<ul style="list-style-type: none"> · 환경오염과 관련한 민사책임과 이에 대한 형사 규정

자료: Domestic Wastewater Department

■ NEQA(1992)를 기초로 한 오염분야, 생태분야, 기타분야의 주요 관련법 분류체계는 다음과 같다.

<그림 3.1-5> 국가 환경질 개선 및 보전법 체계



나. 공장법(the Factories Act)

■ 태국의 산업활동으로 발생하는 오염물질의 배출량 및 농도 등을 규제하는 법으로 MoNRE 산하의 PCD(Pollution Control Department)에서 관리하고 있다. 이 법은, 오염물질의 처리를 관리하기 위한 기준과 방법을 설정하고 있으며, 공장운영의 면허 및 처리 등은 DIW(Department of Industrial Works), 발생된 오염물의 처리 등은 PCD로의 역할을 구분하고 있다.

다. 공중보건법(the Public Health Act)

■ 공중위생에 영향을 미치는 불법 활동을 규제하는 법으로 PCD에서 함께 관리하고 있으며, 고형폐기물 관리와 관련된 가장 포괄적인 법이다. 이 법은 폐기물 사업자 허가, 위생기준, 수거, 운반, 폐기 등의 방법을 명시하는 지방 하부법률을 제정시 기초법이 된다.

라. 기타 수질오염 관련법

■ 태국은 다양한 책임부서에서 법을 적용하여 수질을 보고하고 있으며, 이 관련법들은 자연자원과 환경을 보호하는 것보다 수자원 이용 및 관리에 집중되어 제정 및 집행되고 있다.

<표 3.1-4> 국가 환경 질 개선 및 보전법의 주요내용

구분	주요 내용	책임기관
태국 수로조사법 (Navigation in Thai Waterways Act, 1992)	· 기름과 화학물질 등의 쓰레기를 강이나 운하, 저수지, 호수 등에 버리는 행위 금지	MoTC
전국토청정법 (Cleanliness and Tidiness of the Country Act, 1992)	· 수로에 쓰레기를 버리는 행위 금지	LAOs
운하관리법 (Canal Maintenance Act, 1983)	· 운하의 수로에 폐기 또는 오염물질 배출 금지	MoAC
항만관리위원회법 (Port Authority of Thailand Act, 1951)	· 항구 근처의 준설 및 토양 투기 관리	Port Authority
건물관리법 (Building Control Act, 1979)	· 건물에서 나오는 수질오염물질 배출 규제	MoInt
형법 (Penal Code, 1956)	· 용수로 지정된 수자원에 해로운 물질이 투입되지 않도록 규제	OAG
어업법 (Fisheries Act, 1947, 1994 개정)	· 어업용으로 지정된 수자원에 화학물질의 폐기 및 배출 금지	MoAC
왕립관개법 (Royal Irrigation Act, 1942)	· 관개용 운하에 오염된 물 또는 화학물질을 버리거나 배출하는 행위 금지	MoAC
지하수법 (Ground Water Act, 1977)	· 지하수 개발비용의 회수, 판매, 관리 원칙 제시 · 지하수 보전과 관련된 원칙, 방법, 요금 산정 및 징수	MoNRE

3.1.3 태국 환경기준 현황

- 태국의 환경관련 기준 중 물과 관련된 기준은 크게 음용수 기준, 배출수 기준, 지표수 기준 등으로 3가지 유형으로 나누어 볼 수 있다.

<표 3.1-5> 태국 환경기준 현황 분류

구 분	주요 내용	페이지
음용수 기준	지하수 (Ground water for Drinking)	p.12
	먹는 물 수질기준 (Drinking Water Standards)	p.13
	병에 담긴 물 (Bottled Drinking Water)	p.14
배출수 기준	산업폐수 (Industrial Effluent Standards)	P.15
	지하수 침입수 (Discharged into Deep Wells)	P.16
	빌딩 배출수 (Building Effluent Standards)	P.16
	빌딩 배출유량 (Type and Sizes of Buildings Subject to Effluent Control)	P.17
	주거단지 (Housing Estate Standards)	P.17
	관개수로 침입수 (Discharged into Irrigation System)	P.18
	돼지농장 유출수 (Effluent Standard for Pig Farm)	P.18
	가스 및 주유소 유출수 (Gas Station Effluent Standard and Oil Terminal Effluent Standards)	P.19
	산업오염규제시설 (Regulations of Industrial Pollution Control Facilities)	P.19
연안수 배출수 (Effluent Standard for Coastal Aquaculture)	P.19	
지표수질기준 (Surface Water Quality Standards)	P.20	
민물고기를 위한 수질 (Water Quality for Fresh Water Animal)	P.21	

가. 음용수 기준(Drinking Water Standards)

■ 음용수 수질기준은 크게 먹는 물(Drinking Water), 병에 담긴 물(Bottled Drinking Water), 지하수(Ground water for Drinking)로 나누어 관리되고 있으며, MoNRE 산하의 PCD에서 관리하고 있다. 각각의 수질기준은 크게 물리적 및 화학적 특성, 독성물질, 박테리아로 나누어져 있으며, 먹는물 30개 항목, 병에 담긴 물 29개 항목, 지하수 23개 항목에 대하여 검사기준을 제시하고 있다.

① 지하수(Ground water for Drinking)

<표 3.1-6> 지하수 음용수질기준

분야	오염항목	단위	기준	
			권장기준	허용기준
물리적 특성	1. Colour	Pt-Co	5	15
	2. Turbidity	JTU	5	20
	3. pH	-	7.0-8.5	6.5-9.2
화학적 특성	4. Iron (Fe)	mg/L	<=0.5	1.0
	5. Manganese (Mn)	mg/L	<=0.3	0.5
	6. Copper (Cu)	mg/L	<=1.0	1.5
	7. Zinc (Zn)	mg/L	<=5.0	15.0
	8. Sulphate (SO4)	mg/L	<=200	250
	9. Chloride (Cl)	mg/L	<=250	600
	10. Fluoride (F)	mg/L	<=0.7	1.0
	11. Nitrate (NO3)	mg/L	<=45	45
	12. Total Hardness as CaCO3	mg/L	<=300	500
	13. Non-carbonate hardness as CaCO3	mg/L	<=200	250
	14. Total solids	mg/L	<=600	1,200
독성물질	15. Arsenic (As)	mg/L	None	0.05
	16. Cyanide (CN)	mg/L	None	0.1
	17. Lead (Pb)	mg/L	None	0.05
	18. Mercury (Hg)	mg/L	None	0.001
박테리아	19. Cadmium (Cd)	mg/L	None	0.01
	20. Selenium (Se)	mg/L	None	0.01
	21. Standard plate count	Colonies/cm ³	<=500	-
	22. Coliform bacteria	MPN/100 cm ³	<2.2	-
	23. E.Coli	-	None	-

② 먹는 물 수질기준(Drinking Water Standards)

<표 3.1-7> 음용수 수질기준

분야	오염항목	단위	기준	
			권장기준	허용기준
물리적 특성	1. Colour	Pt-Co	5	15
	2. Taste	-	-	-
	3. Odour	-	-	-
	4. Turbidity	SSU	5	20
	5. pH	-	6.5-8.5	9.2
화학적 특성	6. Total Solids	mg/dm ³	500	1,500
	7. Iron (Fe)	mg/dm ³	0.5	1.0
	8. Manganese (Mn)	mg/dm ³	0.3	0.5
	9. Iron & Manganese (Fe&Mn)	mg/dm ³	0.5	1.0
	10. Copper (cu)	mg/dm ³	1.0	1.5
	11. Zinc (Zn)	mg/dm ³	5.0	15.0
	12. Calcium (Ca)	mg/dm ³	75	200
	13. Magnesium (Mg)	mg/dm ³	50	150
	14. Sulphate (SO4)	mg/dm ³	200	250c
	15. Chloride (Cl)	mg/dm ³	250	600
	16. Fluroride (F)	mg/dm ³	0.7	1.0
	17. Nitrate (NO3)	mg/dm ³	45	45
	18. Alkylbenzyl Sulfonates (ABS)	mg/dm ³	0.5	1.0
	19. Phenolic substance (as phenol)	mg/dm ³	0.001	0.002
독성물질	20. Mercury (Hg)	mg/dm ³	0.001	-
	21. Lead (Pb)	mg/dm ³	0.05	-
	22. Arsenic (As)	mg/dm ³	0.05	-
	23. Selenium (Se)	mg/dm ³	0.01	-
	24. Chromium	mg/dm ³	0.05	-
	25. Cyanide (CN)	mg/dm ³	0.2	-
	26. Cadmium (Cd)	mg/dm ³	0.01	-
	27. Barium (Ba)	mg/dm ³	1.0	-
박테리아	28. Standard plate count	Colonies/cm ³	500	-
	29. Total coliform	MPN/100cm ³	< 2.2	-
	30. E.coli	MPN/100cm ³	None	-

③ 병에 담긴 물(Bottled Drinking Water)

<표 3.1-8> 병에 담긴 음용수질기준

분야	오염항목	단위	허용기준
물리적 특성	1. Colour	Hazen	20
	2. Odour	-	None
	3. Turbidity	SSU	5
	4. pH	-	6.5-8.5
화학적 특성	5. Total Solids)	mg/l	500
	6. Total Hardness as CaCO ₃	mg/l	100
	7. Arsenic (As)	mg/l	0.05
	8. Barium (Ba)	mg/l	1.0
	9. Cadmium (Cd)	mg/l	0.005
	10. Chloride as Chlorine	mg/l	250
	11. Chromium (Cr)	mg/l	0.05
	12. Copper (cu)	mg/l	1.0
	13. Iron (Fe)	mg/l	0.3
	14. Lead (Pb)	mg/l	0.05
	15. Manganese (Mn)	mg/l	0.05
	16. Mercury (Hg)	mg/l	0.002
	17. Nitrate as Nitrogen (NO ₃ - N)	mg/l	4.0
	18. Phenol	mg/l	0.001
	19. Selenium (Se)	mg/l	0.01
	20. Silver (Ag)	mg/l	0.05
	21. Sulphate (SO ₄)	mg/l	250
	22. Zinc (Zn)	mg/l	5.0
	23. Fluoride as Fluorine (F)	mg/l	1.5
	24. Aluminium (Al)	mg/l	0.2
	25. Alkylbenzene Sulfonate	mg/l	0.2
	26. Cyanida (CN)	mg/l	0.1
박테리아	27. Coliform	MPN/100cm ³	2.2
	28. E.Coli	MPN/100cm ³	None
	29. Disease causing bacteria	MPN/100cm ³	None

나. 배출수 기준(Effluent Standards)

■ 태국은 산업폐수, 주택단지, 지하수, 해수 등 총 11개 항목으로 배출기준을 명시하고 있다.

① 산업폐수(Industrial Effluent Standards)

<표 3.1-9> 산업폐수 배출수질 기준

측정항목	수질기준	측정방법
1. pH value	5.5-9.0	pH Meter
2. Total Dissolved Solids	· 산업별 3,000mg/L 이하, 5,000mg/L 이하	103~105℃ 건조
3. Suspended solids	50mg/L 미만	Glass Fiber 필터
4. Temperature	40℃ 미만	현장측정
5. Color and Odor	-	-
6. Sulphide as H ₂ S	1.0mg/L 미만	적정법
7. Cyanide as HCN	0.2mg/L 미만	증류법
8. Fat, Oil & Grease	5.0mg/L 미만	중량추출법
9. Formaldehyde	1.0mg/L 미만	흡광광도법
10. Phenols	1.0mg/L 미만	증류법
11. Free Chlorine	1.0mg/L 미만	요오드법
12. Pesticides	불검출	GC측정
13. Biochemical Oxygen Demand	20mg/L 미만	Azide변법
14. Total Kjeldahl Nitrogen	100mg/L 미만	킬달법
15. Chemical Oxygen Demand	120mg/L 미만	KMnO ₄ 법
16. Heavy metals		
1) Zinc (Zn)	5.0mg/L 미만	AAs, ICP 등
2) Chromium (Hexavalent)	0.25mg/L 미만	
3) Chromium (Trivalent)	0.75mg/L 미만	
4) Copper (Cu)	2.0mg/L 미만	
5) Cadmium (Cd)	0.03mg/L 미만	
6) Barium (Ba)	1.0mg/L 미만	
7) Lead (Pb)	0.2mg/L 미만	
8) Nickel (Ni)	1.0mg/L 미만	
9) Manganese (Mn)	5.0mg/L 미만	
10) Arsenic (As)	0.25mg/L 미만	
11) Selenium (Se)	0.02mg/L 미만	
12) Mercury (Hg)	0.005mg/L 미만	

② 지하수 침입수(Water Characteristics Discharged into Deep Wells)

<표 3.1-10> 지하수 배출수질 기준

측정항목	단위	수질기준
1. Color	Pt-Co	50
2. Turbidity	JTU	50
3. pH	-	5.0-9.2
4. Total Solids	mg/L	2,000
5. BOD	mg/L	40
6. Fat , Oil and Grease	mg/L	5.0
7. Free Chlorine	mg/L	5.0
8. Copper (Cu)	mg/L	1.5
9. Zinc (Zn)	mg/L	15.0
10. Chromium (Cr)	mg/L	2.0
11. Arsenic (As)	mg/L	0.05
12. Cyanide (CN)	mg/L	0.2
13. Mercury (Hg)	mg/L	0.002
14. Lead (Pb)	mg/L	0.1
15. Cadmium (Cd)	mg/L	0.1
16. Barium (Ba)	mg/L	1.0

③ 빌딩 배출수(Building Effluent Standards)

<표 3.1-11> 빌딩 배출수질 기준

측정항목	단위	A	B	C	D	E	수질기준
1. pH	-	5-9	5-9	5-9	5-9	5-9	pH Meter
2. BOD	mg/l	20	30	40	50	200	아지드 변법
3. Soilds	mg/l	30	40	50	50	60	GF필터
- Suspended Soilds	mg/l	30	40	50	50	60	GF필터
- Settleable Soilds	mg/l	0.5	0.5	0.5	0.5	-	임호프콘
- Total Dissolved Soilds	mg/l	500*	500	500	500	-	103~105℃ 건조
4. Sulfide	mg/l	1.0	1.0	3.0 -	4.0	-	적정법
5. Nitrogen as TKN	mg/l	35	35	40	40	-	킬달법
6. Fat, oil and grease	mg/l	20	20	20	20	100	중량추출법

④ 빌딩 크기별 분류(Summary of Type and Sizes of Building Subject to Effluent Control)

<표 3.1-12> 오염물질 배출 건물 크기별 분류

측정항목	A	B	C	D	E
1. 콘도	500 이상	100이상 ~ 500 미만	100 미만	-	-
2. 호텔	200개 객실 이상	60 이상 ~ 200 미만	60 미만	-	-
3. 아파트	-	250 방 이상	50이상 ~ 250 미만	50 미만	-
4. 마사지	-	5,000㎡ 이상	1000이상 ~ 5000㎡ 미만	-	-
5. 병원	30 침상 이상	10 이상 ~ 30 미만	-	-	-
6. 학교 및 교육기관	25,000㎡ 이상	50 이상 ~25,000㎡ 미만	-	-	-
7. 관공소 및 빌딩 등	55,000㎡ 이상	10 이상 ~55,000㎡ 미만	5,000 이상 ~ 10,000㎡ 미만	-	-
8. 백화점	25,000㎡ 이상	5,000 이상 ~25,000㎡ 미만	-	-	-
9. 시장	2,500㎡ 이상	1,500 이상 ~2,500㎡ 미만	1,000㎡ 이상 ~1,500㎡ 미만	500 이상 ~1,000㎡ 미만	-
10. 식당	2,500㎡ 이상	500 이상 ~2,500㎡ 미만	250 이상 ~500㎡ 미만	100 이상 ~250㎡ 미만	100㎡ 미만

⑤ 주거단지(Housing Estate Standards)

<표 3.1-13> 주거단지 배출수질 기준

측정항목	단위	분류		측정방법
		100이상~500가구 미만	500가구 이상	
1. pH	-	5.5-9.0	5.5-9.0	pH 미터
2. BOD	mg/ l	30	20	아지드변법
3. Solids				
1) Suspended Solids	mg/ l	40	30	GF필터
2) Settleable Solids	mg/ l	0.5	0.5	임호프콘
3) Total Dissolved Solids	mg/ l	500	500	103~105℃ 건조
4. Sulfide	mg/ l	1.0	1.0	적정법
5. TKN	mg/ l	35	35	킬달법
6. Fat , Oil and Grease	mg/ l	20	20	중량추출법

⑥ 관개수로 유입수(Water Characteristics Discharged into Irrigation System)

<표 3.1-14> 관개수로 유입수 배출수질 기준

측정항목	단위	수질기준
1. pH	-	6.5-8.5
2. Conductivity	μMole/cm	2,000
3. Total Dissolved Solids (TDS)	mg/L	1,300
4. Biochemical Oxygen Demand (BOD5)	mg/L	20
5. Suspended solids (SS)	mg/L	30
6. Permanganate (PV)	mg/L	6.0
7. Sulphide (as H2S)	mg/L	1.0
8. Cyanide (as HCN)	mg/L	0.2
9. Fat ,Oil and Grease	mg/L	5.0
10. Formaldehyde	mg/L	1.0
11. Phenol & Cresols	mg/L	1.0
12. Free chlorine	mg/L	1.0
13. Pesticides	mg/L	None
14. Radioactivity	mg/L	None
15. Colour and Odour	-	Not objectionable
16. Tar	-	None
17. Heavy metals	mg/L	
- Zinc (Zn)		5.0
- Chromium (Hexavalent)		0.3
- Arsenic (As)		0.25
- Copper (Cu)		1.0
- Mercury (Hg)		0.005
- Cadmium (Cd)		0.03
- Barium (Ba)		1.0
- Selenium (Se)		0.02
- Lead (Pb)		0.1
- Nickel (Ni)		0.2
- Manganese (Mn)	0.5	

⑦ 돼지농장 유출수(Effluent Standard for Pig Farm)

<표 3.1-15> 돼지농장 유출수 배출허용 기준

측정항목	단위	기준		측정방법
		A	B	
1. pH	-	5.5-9	5.5-9	pH 미터
2. Biochemical Oxygen Demand (BOD)	mg/ l	60	100	아지드 변법
3. Chemical Oxygen Demand (COD)	mg/ l	300	400	KMnO4법
4. Suspended solids (SS)	mg/ l	150	200	GF필터
5. Total Kjedahl Nitrogen (TKN)	mg/ l	120	200	킬달법

⑧ 가스 및 주유소 유출수(Gas Station Effluent Standard and Oil Terminal Effluent Standards)

<표 3.1-16> 가스 및 주유소 배출수질 기준

측정항목	단위	허용기준	측정방법
1. pH	-	5.5-9.0	pH 미터
2. Chemical Oxygen Demand (COD)	mg/ l	200	KMnO4법
3. Suspended solids (SS)	mg/ l	60	GF필터
4. Fat Oil and Grease	mg/ l	15	킬달법

⑨ 산업시설 오염규제 기준(Regulations of Industrial Pollution Control Facilities)

<표 3.1-17> 산업시설 오염규제 기준

1. 다음의 시설들은 감독자와 설비 운영자가 오염을 방지하는데 책임이 있다.

- 1) 60m³/hr 또는 BOD 부하량 100kg/day 이상 폐수를 배출하는 산업시설
- 2) 생산공정에서 중금속을 사용하는 산업공정 중 50m³/day 이상 배출하는 시설 중, 아래의 중금속량이 함유된 산업시설

(단위: mg/day)

측정물질	Zn	Cr	As	Cu	Hg	Cd	Ba	Se	Pb	Mn
부하량	250,000	25,000	12,500	50,000	250	1,500	50,000	1,000	10,000	250,000

3) 철과 강을 다루는 산업시설

- 100ton/day 이상의 가열로 또는 산, 다른 물질을 취급하는 시설
- 5ton/day 이상의 제련시설을 갖춘 사업장

4) 100ton/day 이상의 정제시설을 갖춘 석유회사

5) NaCl, Na₂CO₃, NaOH, HCl, Cl₂, NaOCl 등을 원료로 하는 100ton/day 이상의 산업시설

6) 시멘트를 생산하는 산업시설

7) 50ton/day 이상의 금속 제련시설을 갖춘 산업시설

8) 원유를 정제하는 산업시설

⑩ 연안 배출수(Effluent Standard for Coastal Aquaculture)

<표 3.1-18> 연안지역 배출수 허용기준

측정항목	단위	허용기준	측정방법
1. pH	-	6.5-9.0	pH 미터
2.BOD (Biochemical Oxygen Demand)	mg/L	20	야지드변법
3.SS (Suspended Soilds)	mg/L	70	GF필터
4.NH ₃ -N (Ammonia Nitrogen)	mg-N/L	1.1	킬달법
5.Total Phosphorus	mg-P/L	0.4	인도페놀법
6.H ₂ S (Hydrogen Sulfide)	mg/L	0.01	메틸렌블루법
7.Total Nitrogen	mg-N/L	4.0	퍼설페이트 소화법

다. 지표수 기준(Surface Water Standards)

■ 하천수를 이용조건(Beneficial Usage)에 따라 Class를 5개 등급으로 구분하여 기준을 제시하고 있고 이를 바탕으로 지표수질 기준을 제시하고 있다.

<표 3.1-19> 지표수 수질기준

측정항목	단위	등급분류					측정방법
		Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5	
1. Colour, Odour and Taste	-	n	n'	n'	n'	-	-
2. Temperature	C°	n	n'	n'	n'	-	온도계
3. pH	-	n	5-9	5-9	5-9	-	pH 미터
4. Dissolved Oxygen (DO)	mg/L	n	6.0	4.0	2.0	-	아지드변법
5. BOD (5 days, 20° C)	mg/L	n	1.5	2.0	4.0	-	아지드변법
6. Total Coliform Bacteria	MPN/100ml	P80	n	5,000	20,000	-	유당배지법
7. Fecal Coliform Bacteria	MPN/100ml	P80	n	1,000	4,000	-	유당배지법
8. NO3 -N	mg/L	-	n	5.0	-	-	카드뮴환원법
9. NH3 -N	mg/L	-	n	0.5	-	-	Nessler법
10. Phenols	mg/L	-	n	0.005	-	-	증류법
11. Copper (Cu)	mg/L	-	n	0.1	-	-	AAs
12. Nickle (Ni)	mg/L	-	n	0.1	-	-	AAs
13. Manganese (Mn)	mg/L	-	n	1.0	-	-	AAs
14. Zinc (Zn)	mg/L	-	n	1.0	-	-	AAs
15. Cadmium (Cd)	mg/L	-	n	0.05	-	-	AAs
16. Chromium Hexavalent	mg/L	-	n	0.05	-	-	AAs
17. Lead (Pb)	mg/L	-	n	0.05	-	-	AAs
18. Total Mercury (Total Hg)	mg/L	-	n	0.002	-	-	CVAA
19. Arsenic (As)	mg/L	-	n	0.01	-	-	AAS
20. Cyanide (Cyanide)	mg/L	-	n	0.005	-	-	피리딘법
21. Radioactivity							
- Alpha	Becquerel/L	-	n	0.1	-	-	GC
- Beta				1.0			
22. Total Organochlorine Pesticides	mg/L	-	n	0.05	-	-	GC
23. DDT	µg/L	-	n	1.0	-	-	GC
24. Alpha-BHC	µg/L	-	n	0.02	-	-	GC
25. Dieldrin	µg/L	-	n	0.1	-	-	GC
26. Aldrin	µg/L	-	n	0.1	-	-	GC
27. Heptachlor & Heptachlorepoide	µg/L	-	n	0.2	-	-	GC
28. Endrin	µg/L	-	n	None	-	-	GC

라. 민물고기를 위한 수질(Water Quality for Fresh Water Animal)

■ 수생물을 대상으로 5개 항목에 대한 수질기준을 적용하고 있다.

<표 3.1-20> 수생환경 수질기준

측정항목	단위	허용기준	비고
1. Temperature	℃	23~32	자연적 변화범위
2. pH	-	5~9	하루에 2.0이상 변하지 아니함
3. Dissolved Oxygen(DO)	mg/L	최대 3	-
4. CO2	mg/L	최대 30	DO 부족량
5. Turbidity			
- Transparency	cm	30~60	-
- Suspended Solids	mg/L	최대 25	

자료) 표 3.1-8~3.1-22 : 태국 MoSTE, MoNRE, MoIndustry, PCD등 홈페이지 참고

마. 폐수처리장 방류수 배출 허용기준

■ 태국은 현재 폐수처리장 방류수 배출 허용기준을 별도로 규정하고 있지 않고 있으나, WMA(Wastewater Management Authority)에서는 폐수처리장 운영사와 계약시 상기에서 검토한 배출수 배출기준 중 Building Effluent Standards A와 Industrial Effluent Standards의 COD 항목을 복합적으로 적용하고 있음.

<표 3.1-21> 태국 폐수처리장 방류수 배출 허용기준

측정항목	단위	배출기준(최대)	측정시기
1. 온도	℃	40	1회/일
2. pH	-	5.0~9.0	1회/일
3. BOD	mg/L	20	2회/주
4. COD	mg/L	120	1회/일
5. SS	mg/L	30	1회/일

자료) WMA 제공

3.1.4 태국 환경정책 현황

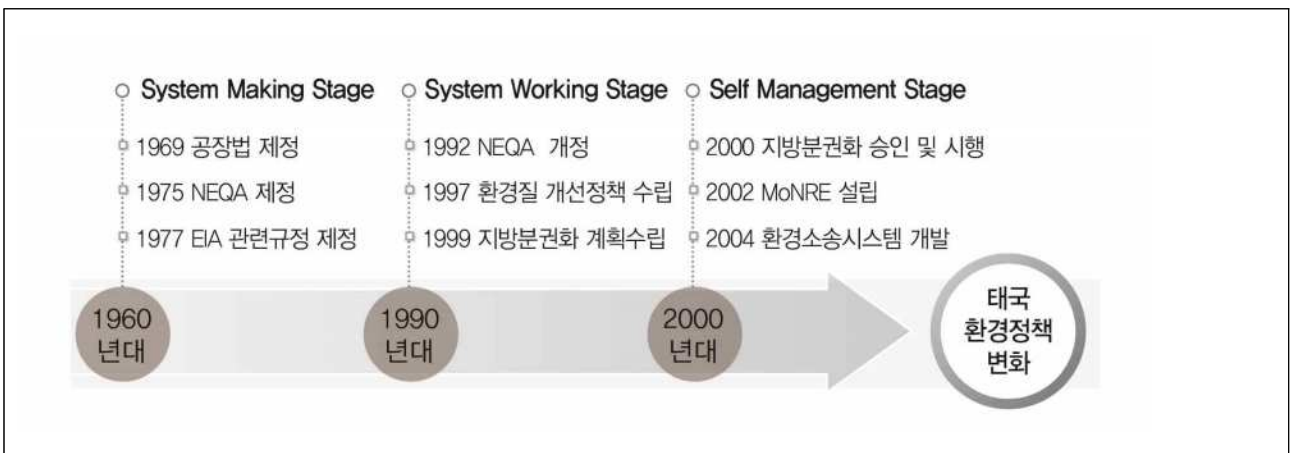
- 태국의 환경정책은 1969년 공장법 제정, 1992년 국가 환경질 개선 및 보전법 제정, 1997년 지방분권화와 관련하여 크게 3단계로 나누어 볼 수 있다.
- 1960~70년대의 경우 산업활동으로 인해 배출되는 오염물질의 배출량 및 농도 규제에 공장법, 공중위생에 영향을 미치는 불법 활동을 규제하는 공중보건법 등이 제정되면서 오염물질에 대한 사후처리에 집중을 하며 환경관련 법 및 정책 등을 개발하였고, 1992년 NEQA를 개정하면서 환경에 관한 포괄적인 법률 제정과 함께 많은 정책들을 시행하였다. 이 때, 기업체에 대한 오염규제조치를 하여 산업부문에서 배출되는 오염물질이 감소하는 효과를 나타내었다. 1997년 이후부터는 자율관리 단계로 헌법 개정에 따라 지방분권화와 지역 주민의 참여가 강조되면서 환경정책도 환경관리권한이 대폭 지방정부에 위임되고, 이해당사자의 참여를 적극 유도하였다.

<표 3.1-22> 연도별 태국 환경정책 변화

구분	환경관련 정책	관련계획 및 관련기관, 관련내용 등
1969년	공장법 수립	· 공장 운영시 발생하는 오염물질 기준 수립
1975년	NEQA 수립	· 국가환경위원회를 총리 사무실 산하에 설립
1977년	투자촉진법 수립	· EIA관련규정 제정
1992년	NEQA 개정	· 1992년~1995년 25개의 폐수처리시설 건설
1997년	OEPP 환경질 개선정책 수립(1997~2016)	· 제8차 국가경제사회개발계획(1997~2001)
1999년	지방분권화법 시행	· 지방정부 권한 위임
2002년	MoNRE 설립	· 정부개혁법 시행, 환경법 및 규제가 통합

주) NEQA : 국가 환경질 향상 및 보전법, OEPP : Office of Environmental Policy and Planning(환경정책계획실)

<그림 3.1-6> 단계별 태국 환경정책 변화



가. National Economic and Social Development Plan(국가경제사회개발계획)

- 1961년을 시작으로 태국정부는 국가경제 사회개발 5개년 계획을 수립하였고, 현재 11차 계획(2012~2016)이 시행중이다. 이 계획을 통해 국가의 종합적 정책우선순위를 정하고 국가 발전에 대한 기본방향을 제시하였다. 초창기 개발계획은 기존의 삼림을 유지하고, 수변구역의 삼림을 전체 국토의 50%까지 복원하는 계획을 수립하였으며, 제 7차 개발계획은 Chao Praya 와 Tha Chin River 하류의 수질을 복원하는 것이었다.
- 11차 개발계획은 지속가능성을 위한 천연자원 및 환경관리 전략을 제시하고 있으며, 물부족을 완화하기 위하여 관개면적의 확대 등과 같은 기후변화 대응을 목표로 하고 있고, 2016년 7월 태국 국가경제사회개발위원회는 제12차 개발계획을 발표하였다. 이 개발계획에는 온실가스 배출량의 20~25%를 감축하는 내용이 포함되어 있다.

나. National Environmental Quality Policy and Plan(국가 환경질 정책 및 계획)

- 태국은 1992년 국가 환경질 정책 및 계획을 수립하면서 국가 환경보호법 및 환경품질 개선법 등을 폐지하고, 환경위원회의 구성, 환경기금 조성, 환경보호를 위한 분야별 기준 및 관리계획, 천연자원의 보호, 환경영향평가 등의 환경분야의 포괄적인 정책 및 계획을 수립하였다. 본 정책 및 계획은 20년 정책(1997~2016)으로 5개년 환경질 관리계획(Environmental Quality Management)을 세부적으로 시행하고 있다.

다. National Environment Quality Management Plan(국가 환경질 관리계획)

- 태국은 상위 정책 및 계획인 국가 환경질 정책 및 계획을 바탕으로 5개년 단위로 국가 환경질 관리계획을 수립하고 있다. 이 계획은 환경관리, 자연자원보호, 인간환경 보호, 오염예방에 대한 계획을 수립하고 있다.
- 태국 지방정부는 국가 환경질 관리계획에 근거하여 매년 지방 환경질 관리 행동계획(Provincial Environmental Quality Management Action Plan)을 수립해야 한다. 행동계획 수립시 EQM을 준수하고 해당지역을 사회적 여건을 고려하여 수질, 대기물, 폐기물 및 유해폐기물 분야로 나뉘어져 있으며 환경인식개선 방안, 모니터링 방안, 환경복원 방안, 환경관련 연구 분야 등을 제시해야 한다.

라. 기타 정책 및 계획

- 위에서 살펴본 환경과 직접적으로 연계되는 정책 및 계획 이외에 보건 및 위생분야, 산업분야 등과 연관한 다수의 정책들이 있다.

(1) National Environmental Health Plan(국가 환경건강계획)

■ 이 계획은 태국의 환경보건 개발을 목표로 하고 있으며 환경보건 문제의 최소화, 환경보건 관리 역량강화, 환경관련기관 간 협력을 제시하고 있다.

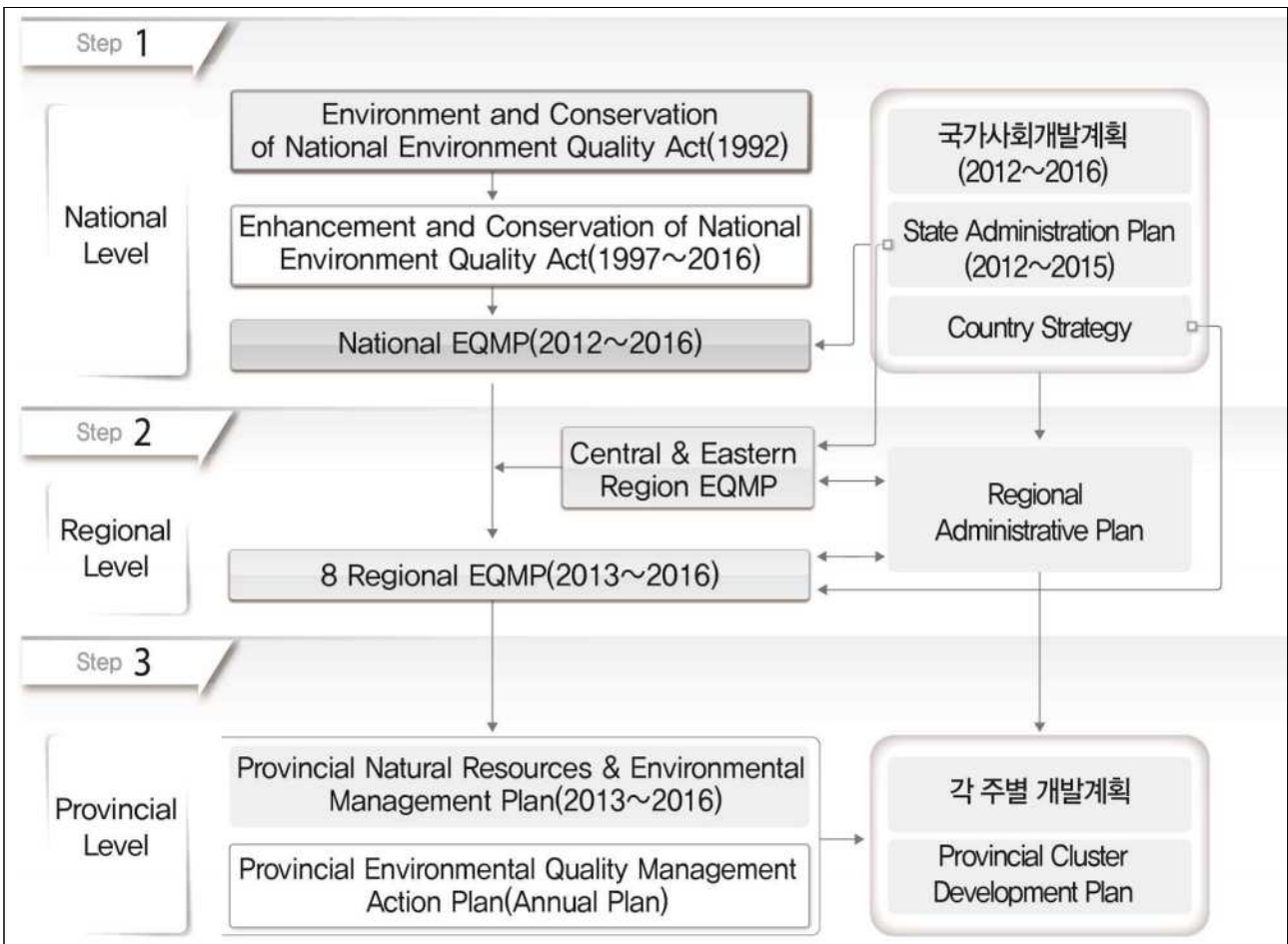
(2) Pollution Management Plan(오염관리계획)

■ 오염관리계획은 환경악화에 따른 비상상황 발생시 대응방안, 환경재해, 수처리 부분에 대한 지방정부 지원, 오염자 부담원칙을 제시하고 있다.

(3) Thailand Climate Change Master Plan(태국 기후변화 대응계획)

■ 전세계적으로 기후변화 대응에 동참하기 위한 계획으로 기후변화에 취약한 지역의 시범사업 실시, 기후변화 모니터링 및 복원계획 수립, 통합 데이터베이스 구축을 통한 계획을 제시하고 있다.

<그림 3.1-7> 태국 환경정책 및 시행 추진체계



자료 : Regional Environmental Quality Management Plan(2013-2016, MoNRE)

(4) Water Concession Rights(물양허권)

■ 태국 개인 또는 민간사업자는 사업을 영위하기 위하여 누구나 관련 정부기관으로부터 용수를 공급받는 권리를 1972년에 제정(The Declaration of the Revolutionary Council No. 58 B.E. 2515(1972) 하였으며, 다음과 같이 3개의 그룹으로 분류된다.

- 소규모 용수공급 시스템 : 3,000m³/day 미만의 용수공급, 기간은 5년 미만
- 대규모 용수공급 시스템 : 3,000m³/day 이상의 용수공급, 기간은 10~30년 미만
- 특별 용수공급 시스템 : 고도정수처리 공정(ex. 이온교환, 흡착, 막기술 등)을 통한 용수공급 시스템으로, 기간은 30년 이상이 가능하다.

(5) State Irrigation Act of B.E 2485

■ 농업장관이 관개수로와 관련하여 선포한 것으로 관개수로를 활용한 이익 행위를 하는 자에 대한 사용료를 징수하는 법률이다. 관개용수 사용료는 0.5baht/m³로 책정되어 있고, 관개수로의 오염행위에 대한 처벌과 복구행위 주체 등을 명시하고 있다.

(6) WMA(Wastewater Management Authority) 4개년 전략계획

■ 태국은 현재 대규모 수처리 사업이 없음에 따라, WMA는 다음과 같은 목적을 가지고 4개년 전략계획(2014~2017)을 수립하였다.

- 2014년 기준 16,246,007 m³/day 처리용량을 2017년까지 연간 555,000 m³/day 용량추가
- 태국 내 21개 중심지역 및 소규모 폐수처리시스템을 3,164.77백만바트 투입하여 효율을 개선하는 것으로 세부내용은 다음과 같음.

- ① Chao Phraya 유역에 3,060.14백만 바트를 투입하여 폐수처리장 개선
 - ② Pak Phanang 유역에 소규모 폐수처리시설 개선을 위한 104.63백만바트 예산 투입
- 태국 방콕 중심지역 35개 폐수처리장을 2,147.99백만바트를 투입하여 폐수처리장 효율 개선

(7) 12개년 방콕 개발계획(12-Year Bangkok Development Plan)

■ 2014년 BMA 연간보고서에 따르면, 폐수처리시설의 설계용량을 1,136,800 m³/day, 실제 처리용량 717,702 m³/day로 계획하고 있다. 이 목표용량을 달성하기 위하여 BMA는 3개의 폐수처리장 확충계획을 수립하고 있으나, 예산이 확정되지 않은 상태이다. 폐수처리시설 확충계획은 다음과 같다.

- Thon Buri Wastewater Treatment Project(용량 : 148,000 m³/day)
- Bueng Nong Bon Wastewater Treatment Project(용량 : 135,000 m³/day)
- Khlong Toei Wastewater Treatment Project(용량 : 360,000 m³/day)

(8) Thailand's Eastern Economic Corridor(EEC)

- 태국은 4차 산업혁명을 대비하여 현재 동부지역을 아시아 최대의 생산지역으로 육성하려는 Thailand's Eastern Economic Corridor(이하 EEC) 계획을 수립하였다. EEC 계획은 동부지역 13,285km²의 면적에 해당하는 촌부리, 라용과 함께 차청사오(Chacheongsao) 지역을 대상으로 하고 있고, 향후 5년간 외국인의 직접적인 투자가 43억 \$ 정도로 기대하고 있다.
- 이 계획은 10개의 산업을 중점적으로 육성하는데 있음 : Next-generation cars, smart electronics, affluent medical and wellness tourism, agriculture and biotechnology, food, robotics for industry, logistics and aviation, biofuels and biochemical, digital and medical services.
- EEC 계획은 현재의 BOI-Act를 뛰어넘는 인센티브를 받을 것으로 판단되고 주요 인센티브는 다음과 같다.
 - 최장 15년 법인 소득세 면제
 - 개인소득세 최대 17% 징수
 - 5년의 사업비자 발급
 - 토지임대 50+49년
 - 무역시 외환적용(타이바트 환율 미적용)
 - PPP시행시 3개월 평가 및 빠른 EIA 승인
- 다음의 EEC 계획지역을 4개로 구분하고, 15개의 중요 투자사업을 나타내었다.

<그림 3.1-8> 15개 주요 투자사업



■ EEC 계획 중, 2017년도에 시작하는 상위 5개 계획은 다음과 같다.

<표 3.1-23> 태국 EEC 2017년 시행 5개 상위 프로젝트

구분	주요 내용
U-Tapao Airport	<ul style="list-style-type: none"> · 라용 지역에 위치한 U-Tapao 국제공항 확장 개발계획 - 활주로 신설, 승객 터미널 신설, 고속철도 연결, 상업지구 조성, 자유무역지대 조성, 교육 및 연수기관 건설 등
Laem Chabang Port	<ul style="list-style-type: none"> · 촌부리에 위치한 Laem Chabang 항구를 세계 10대 항구로 육성 - 컨테이너 및 차량 수출용량 현재의 2배 확보 - 인도 및 중국 수출입의 교역 중심으로 지정
High Speed Rail	<ul style="list-style-type: none"> · 태국 내 국제공항간 1시간 내 고속철도 연결(년간인원 110백만명) - Don Muang, Suvarnabhumi, U-Tapao 공항간 1시간 이내 철도 연결 - Suvarnabhumi에서 U-Tapao 공항간 1시간 이내 연결 · Laem Chabang ~ Map Ta Phut 항구간 왕복철도 신설 - Laem Chabang - Pluak Daeng - Rayong간 신설 - Map Ta Phut - Rayong - Chanthaburi - Trat간 노선 검토중
Target Industries	<ul style="list-style-type: none"> · 신기술을 활용한 새로운 가치 창출 - 바이오 제품 확대, 생활 접목형 로봇 개발, 항공 및 의료분야 발전
New Cities	<ul style="list-style-type: none"> · 개발자금을 활용한 도시개발계획 수립 - Muang Chacheongsao, Pattaya, Baan Chang, Muang Rayong 지역 - 상기 4개 지역 도시지역 발전계획 수립 및 국제기준 환경기준 적용 - 국립대학 및 국제학교 유치 - 국립병원 및 재활센터 유치 - 관광중심지로 개발 및 상업지역 개발

<그림 3.1-9> 지역별 주요 분야 및 사업계획



3.1.5 환경부문 요금 현황

가. 상수도 요금

- 태국 수도공급기관인 MWA와 PWA는 수도요금에 대하여 원가가산 방식을 채택하고 있다. 수도요금 징수는 주택블럭 단위로 물사용 부과(m³/month)로 계산한다. 수도요금의 가장 낮은 사용량은 일상생활을 유지할 수 있는 가장 낮은 양을 기준으로 한다.
- PWA의 경우, 수도사용량이 100m³/month를 넘지 않을 경우, 주거지역과 정부단체/중소기업의 요금과 같은 비율로 납부하게 된다. PWA는 MWA보다 수처리 비용이 높기 때문에 MWA보다 수도요금이 약간 높다. PWA 관할지역의 용수생산과 공급비용은 서로 다르지만 PWA에서는 모든 관할지역의 수도요금을 평균값으로 적용하고 있다.

<표 3.1-24> 태국 도심지역 물공급기관(MWA) 수도요금 체계(THB/m³/month)

사용량(m ³)	주거지역	상업, 정부기관, 공단 등
0-30	8.50(최소 45바트)	9.50(최소 90바트)
31-40	10.03	10.70
41-50	10.35	10.95
51-60	10.68	13.21
61-70	11.00	13.54
71-80	11.33	13.86
81-90	12.50	14.19
91-100	12.82	14.51
100-120	13.15	14.84
121-160	13.47	15.16
161-200	13.80	15.49
200이상	14.45	15.81

<표 3.1-25> 태국 지방지역 물공급기관(PWA) 수도요금 체계(THB/m³/month)

사용량(m ³)	주거지역	정부단체, 중소기업	정부기업, 공단, 대기업
0-10	10.20	11.45	12.50
11-20	10.95	14.20	15.50
21-30	13.20	15.45	18.50
31-50	15.20	16.45	21.50
51-80	16.45	16.85	23.50
81-100	16.95	16.95	23.75
101-300	-	17.05	24.00
301-1,000	-	17.15	24.25
1,001-2,000	-	17.25	24.00
2,001-3,000	-	17.35	23.75
3,000 이상	-	17.45	23.50

나. 하수도 요금

- 2003년에 NEB에서는 국가 환경질 개선 정책 및 계획(NEQA)을 바탕으로 하수도 요금체계를 발표(The resolution of NEB on the Wastewater Tariff Collection's Guideline)하였다. NEQA에 근거한 하수도요금 승인절차는 다음과 같다.

<그림 3.1-10> 태국 하수도 요금 승인 절차



- 하수도 요금체계는 지방정부(Local Government Authorities, LGAs)의 지출을 충당하기 위한 재원마련을 목적으로 하고 있으며, 하수도 요금 부과 원칙은 폐수처리장에서 폐수처리를 하는 처리구역내 폐수 배출원을 대상으로 하며, 하수도 요금은 오직 폐수처리장의 O&M(operation and maintenance)을 기준으로 책정한다.

- Pond system : 2.4 Baht/m³
- Aeration system : 3~5 Baht/m³
- Activated Sludge : 3~8 Baht/m³
- 기타 공법(RBC, Biofilter 및 습지공법)은 O&M 에 근거하여 산정

- 태국에서는 다음의 표에 나와있는 지역들만 하수도 요금을 조례로 제정하여 징수하고 있으며, 환경기금(Environment Fund) 및 내무부의 DOPA(Department of Provincial Administration)에서 지원을 받고 있다.

<표 3.1-26> 태국 하수도요금 징수지역

구 분	지 역
환경기금 지원 (Environment Fund)	· 2003년 : Hat Yai Municipality, Pattaya City, Karon Municipality · 2008년 : Tarae Municipality · 2009년 : Maesod Municipality, Hungkhang Municipality, Mungdahan Municipality, Huahin Municipality, Patong Municipality
DOPA 지원 (Department of Provincial Administration)	Sriracha Municipality, Sansuk Municipality, Ban Pae Municipality, Patong Municipality

- 태국 BMA(Bangkok Metropolitan Authority)는 하수도요금 징수를 위하여 MWA와 협의를 거친 후, 2008년 승인을 신청하였다. 주거용 및 공공시설 4baht/m³, 상업용 4~8baht/m³로 책정하였으나 아직까지 징수하지 못하고 있다.

3.2 한국 환경제도 및 정책현황

3.2.1 한국 환경관리조직 현황

■ 한국의 환경관련 문제는 여러부처에서 나누어 관장하고 있으며 환경부, 국토교통부, 농림축산 식품부 및 산업통상자원부에서 나누어 관리하고 있으며 부처별 주요 업무는 다음과 같다.

<표 3.2-1> 환경관련 주요 부처

구분	관련부처
환경보호 및 보전사업	· 환경부, 국토교통부, 농림축산식품부
신재생 에너지 분야	· 환경부, 국토교통부, 농림축산식품부, 산업통상자원부
수자원 개발·처리·관리 분야	· 환경부, 국토교통부

■ 환경분야 사업은 대부분 환경부에서 관리하고 있으나, 광역상수도 및 수자원 관리 등 일부 상수도 관리 업무는 국토교통부에서 담당하고 있다.

가. 환경부(Ministry of Environment)

■ 환경부는 환경보전의 주무부처로 환경법령의 제·개정, 환경관련 제도 도입 등 환경관리를 위한 환경행정 기본체계를 확립하는 부처이다.

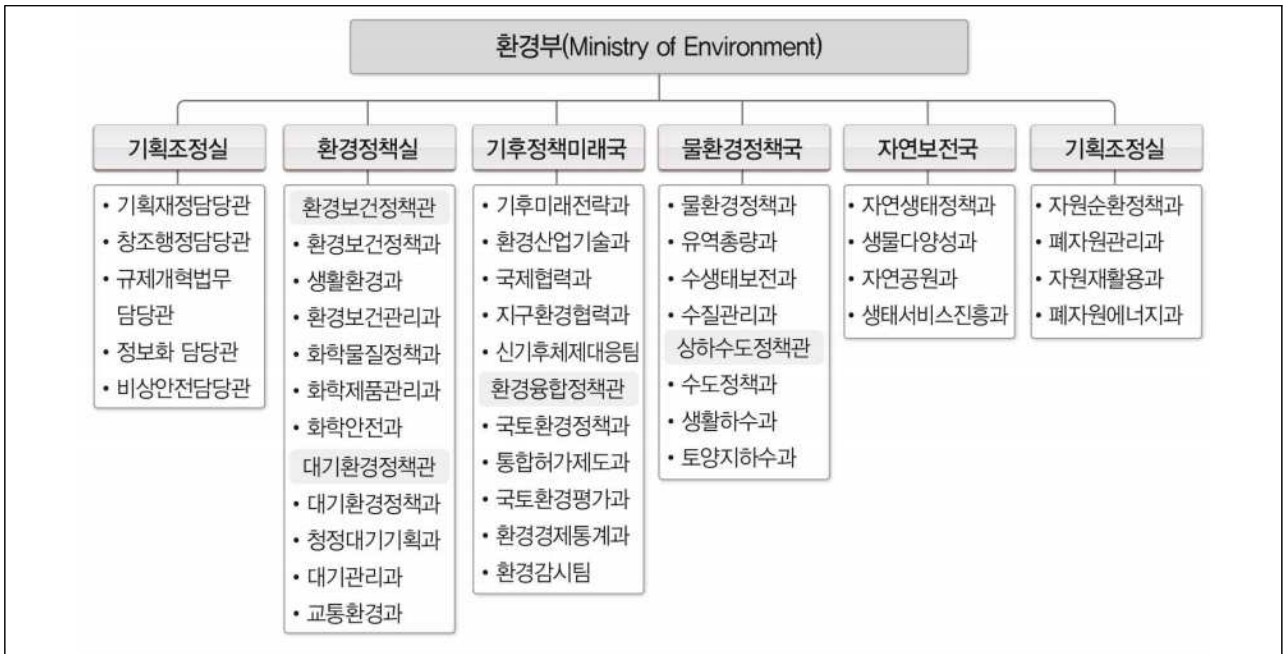
■ 한국은 1967년 보건사회부 환경위생과에 공해계를 설치하여 환경관리를 위한 최소의 행정적 체계를 마련하였고, 1980년 1월 환경청을 발족하여 환경법 체계 정비와 함께 환경오염 관리를 위한 법적·제도적 기반을 마련하였다.

1990년 1월 환경청이 환경처로 승격되었고, 1994년 12월 환경부로 개편되었으며, 각 부처의 환경관련 업무가 환경부로 이관되어 일원화됨으로써 국가 환경정책을 체계적으로 시행하기 위한 행정체계를 갖추게 된다. 1994년 5월 상하수도국을 신설하였으며, 2008년 3월 상하수도국을 물환경정책국 상하수도 정책관실로 변경하였다.

■ 환경부의 환경관련 고유업무는 다음과 같다.

- ① 환경보전을 위한 중장기 종합대책의 수립 및 시행
- ② 각종 환경규제기준의 설정
- ③ 외청인 기상청, 소속기관인 국립환경과학원 외 12개 기관 행정적·재정적 지원
- ④ 산하기관인 환경산업기술원, 환경관리공단 외 6개기관 행정적·재정적 지원
- ⑤ 자치단체의 환경관리를 위한 행·재정적 지원
- ⑥ 국가간 환경보전협력기능 수행

<그림 3.2-1> 환경부 조직체계



자료 : 환경부 홈페이지

■ 환경부내의 국별 주요 기능은 다음과 같다.

<표 3.2-2> 환경부 주요 국별 기능

구분	국별 주요기능
기획조정실	· 예산편성 및 집행, 행정심판 및 소송, 환경규제 심사 및 개선 등
환경정책실	· 환경보건정책관 : 환경보건 유해화학물질 관리, 실내공기질·소음 등 생활 환경 관리, 화학물질의 관리 및 사고예방 등 · 대기환경정책관 : 대기환경보전 기본계획 수립, 미세먼지 대책, 교통공해방지 중장기 대책수립 등
기후미래정책국	· 환경보전 중·장기 종합계획 수립, 기후변화 적응 마스터플랜 수립 등 · 환경융합정책관 : 대기·수질·폐기물 등 환경매체별 정책의 융합·조정·지원, 국토환경보전 중장기계획 수립, 환경오염물질 배출시설에 대한 감시·단속업무의 종합·조정 등
물환경정책국	· 수질보전기본정책 수립, 수생태계 복원, 비점오염원 관리, 수질오염 총량관리, 폐수관리 기본계획 수립 등 · 상하수도 정책관 : 상수도 기본정책 수립 및 물수요 관리시책 추진, 하수도 및 생활오수 처리 기본정책 수립, 토양·지하수 보전 종합대책 수립 등
자연보전국	· 자연환경보전 기본정책 수립, 생물다양성·생물자원보전 종합대책 수립 등
자원순환국	· 폐기물 관리 정책 및 계획수립, 자원화 종합시설의 관리 등

■ 물관리와 관련된 상하수도정책관실은 수도정책과, 생활하수과, 토양지하수과로 구성되어 있으며, 각 과별 주요기능은 다음과 같다.

<표 3.2-3> 상하수도 정책관실의 주요 역할

구분	주요역할
수도정책과	<ul style="list-style-type: none"> · 상수도에 관한 기본정책의 수립·조정 · 상수도 사업계획 및 예산의 총괄·조정·지원 · 상수원 보호구역의 지정·관리 및 주민지원 · 수돗물 수질관리 및 기준설정, 검사방법 제·개정 · 국내 물산업 육성
생활하수과	<ul style="list-style-type: none"> · 하수도정비 기본계획 승인, 하수도시설 예산지원 및 승인관리 · 분뇨처리에 관한 기본계획의 수립 및 승인 · 오수 및 분뇨처리시설 설치지원 및 유지관리 · 하수도 관련 기자재의 연구·개발 및 보급 · 물 재이용 촉진 및 지원에 관한 정책 수립
토양지하수과	<ul style="list-style-type: none"> · 토양 및 지하수 보전대책의 수립 및 시행 · 토양오염도 조사 및 관리, 지하수 수질보전 및 관리 · 먹는샘물 수질기준 설정 및 관리

나. 국토교통부(Ministry of Land, Ministry of Land, Infrastructure and Transport)

■ 국토교통부는 국토이용을 위하여 효율적으로 개발하는 건설행정과 교통행정서비스를 제공하는 기관으로 국토개발, 수자원의 개발업무를 수행하고 있다.

■ 국토교통부의 업무중 환경부분과 관련된 업무분야는 다음과 같다.

- ① 수자원 정책의 입안 및 수자원 장기계획 수립
- ② 댐 건설계획 총괄 및 광역상수도 계획 등의 수립·시행
- ③ 각종 수해방지대책 및 내륙주운 관련사항을 총괄
- ④ 해양환경관리 정책 인프라 구축
- ⑤ 해양오염원 관리 및 해양생태계 보전 기반 구축

다. 농림축산식품부(Ministry of Food, Agriculture, Forestry and Fishers)

■ 농림축산식품부는 농산·축산, 농지·수리, 식품산업진흥, 농촌개발 및 농산물 유통에 관한 사무를 관장하고 있으며, 주로 농업에 이용되는 관개용수를 관리하고 있다.

3.2.2 한국 환경법제 현황

가. 환경법의 변천

■ 1960년 이후 현재까지 우리나라 환경법은 많은 발전을 이루었고, 다음과 같이 크게 3단계로 나누어 볼 수 있다.

(1) 명령강제방식의 도입(1960~1970년 후반)

■ 1960년대 ‘제1차 경제개발 5개년 계획’ 시행에 따라, 공업화 추진에 따라 발생하는 환경오염 등에 대처하기 위하여 1963년 환경기본법인 「공해방지법」을 제정·공표하였다. 1970년대를 거치면서 가파른 경제성장이 있었으나, 환경오염문제는 사회문제로 부각되어 1977년 「환경보전법」을 제정하여 환경기준 및 배출허용기준을 설정, 환경감시제도 도입, 방지시설 설치 의무화, 환경영향평가 등의 근거를 마련하였다.

(2) 명령강제방식의 정착과 경제적 유인책, 사전예방책의 도입(1980년대)

■ 1980년 헌법에서 ‘환경권’에 관한 조항을 처음으로 명시하였고, 환경보전을 담당하는 환경청이 발족되었다. 환경기준과 배출기준을 정비하여 명령강제방식을 정착화 하였고, 배출부과금 제도를 통한 경제적 유인책의 도입, 환경영향평가 도입을 통한 예방적 환경정책을 시행하였다.

(3) 자발적 참여와 적극적 환경창조(1990~2000년)

■ 1990년대 접어들면서 환경문제가 심각한 사항으로 대두되었고, 낙동강 폐놀오염사고 등 국내의 환경문제에 대한 국민의 관심이 증대되면서 환경정책의 변화가 따랐고, 환경청이 1990년도에 환경처를 거쳐, 1994년도에 환경부로 승격되었다.

■ 기존의 「환경보전법」은 기본법인 「환경정책기본법」과 「대기환경보전법」, 「수질환경보전법」, 「소음·진동규제법」, 「유해화학물질관리법」, 「환경오염피해분쟁조정법」 등 6개 법으로 분화되었다. 또한, 「자연환경보전법」 및 「환경영향평가법」 등 제정과 「자연공원법」 및 「조수보호 및 수렵에 관한법률」이 환경부로 이관되는 등 자연환경보호를 위한 법률의 제정이 증가했다.

(4) 환경예방 및 보존정책 도입(2000년 이후)

■ 2000년대에는 기존의 사후적인 환경관리의 틀을 벗어나 사전예방적인 환경관리정책의 기틀이 마련 되었고, 관리대상도 매체별로 세분화·전문화 되면서 환경부가 관장하는 법률은 총 53개 까지 확대 되었다.

나. 한국의 환경법 체계

- 우리나라의 환경법은 헌법 제35조에 따라 보장된 환경권을 구체화한 법으로 환경정책기본법을 바탕으로 환경일반, 자연보전, 대기보전, 수질보전, 상하수도 관리, 폐기물 관리(자원순환)등 6개 분야로 나누어지는 세부 법률들로 구성되어 있다.
- 1960년대 수도법 등 6개 법률의 제정으로부터 시작하여 1970~1980년대 정비기와 1990~2000년대 확장기를 거쳐 현재 53개의 법률로 정비되어 있다.

<그림 3.2-2> 한국의 환경법 체계



- 상기에서 검토한 환경부 소관의 환경정책기본법 이외의 타 부처 소관 환경관련 법령들은 다음과 같다.

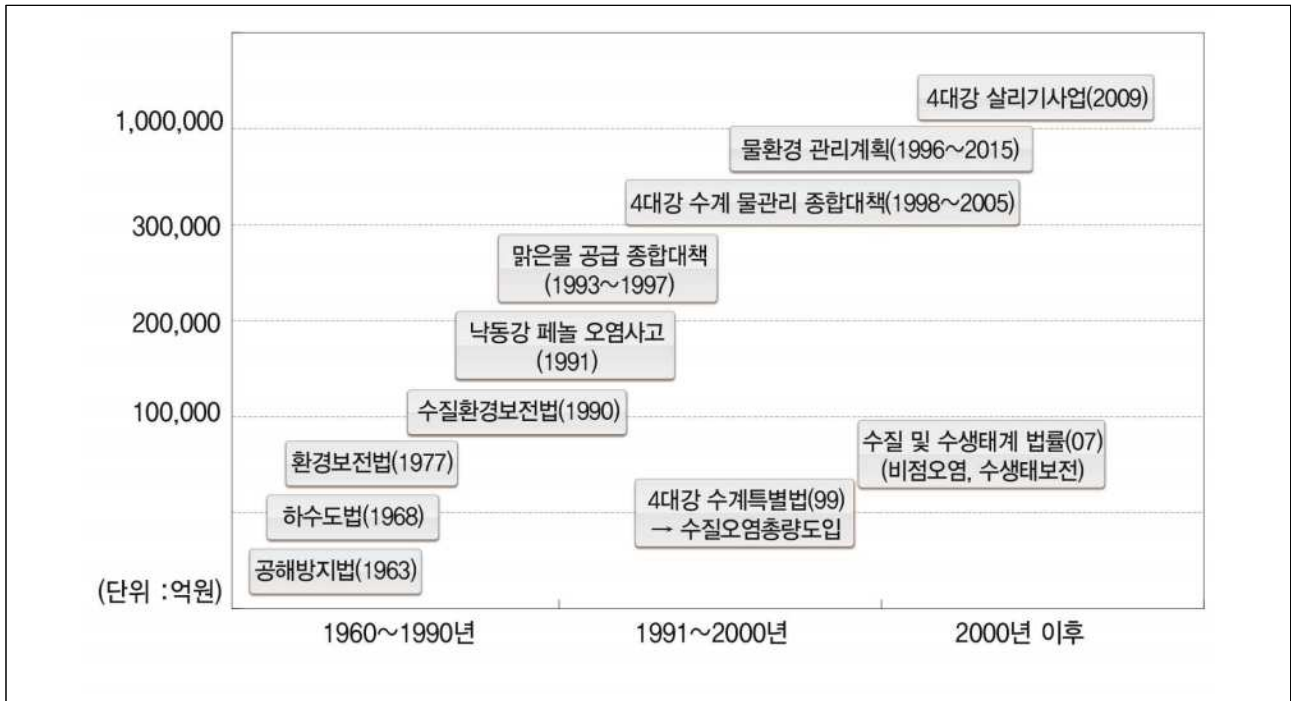
<표 3.2-4> 타 부처 소관 환경관련 법령

구분	주요역할
수질부분	• 해양환경관리법, 지하수법, 하천법, 공유수면매립법, 댐건설 및 주변지역 지원등에 관한 법률, 소하천정비법 등
대기부분	• 신에너지 및 재생에너지 개발 이용·보급촉진법, 오존층 보호를 위한 특정 물질의 제조규제 등에 관한 법률 등

3.2.3 한국의 환경정책 현황

■ 한국의 환경정책 중 물 환경부문에 있어서 1991년의 낙동강 폐놀유출 사건으로 인하여 우리 사회에 수질문제와 먹는 물의 안정성에 대한 경각심을 일깨워 주었다. 연도별 주요 환경 정책 및 주요 현황을 다음에 나타내었다.

<그림 3.2-3> 한국의 주요 환경정책 및 현황



가. 4대강 물관리 종합대책(1996~2005)

■ 4대강 물관리 종합대책은 수질관리 방식을 유역관리 체제로 변환한데 의의가 있다. 또한 오염총량관리제도, 수변구역, 토지매수제도, 물이용부담금 등의 선진적 정책수단을 도입하였다. 또한, 하수처리장 방류수 허용기준 조정 및 총인처리시설을 설치하였다.

<표 3.2-5> 4대강 대책의 주요지표

구 분	한강	낙동강	금강	영산강
수질개선목표(ppm)	1997 2005 1.5 → 1.0 (팔당호, BOD)	1996 2005 4.8 → 3.0 (물금, BOD)	1998 2005 3.2 → 2.0 (주암호, BOD)	1998 2005 2.9 → 1.9 (BOD)
대책기간	1998~2005	1999~2005	2001~2005	2001~2005
투자사업비(억원)	26,385	47,472 (수자원별도)	27,240	15,021
하수처리율	58.8→81.6%	40.2→84.4%	60.3→72.6%	64.7→76.4%

자료 : 4대강 물관리종합대책 수립 및 특별법의 제정·시행(환경부)

나. 물환경관리 기본계획(2006~2015)

■ 물환경관리 기본계획은 하천·호소·연안수계 등 전국토의 물환경 개선을 위한 국가 기본방침으로 각 중앙부처의 정책입안 지침서이자, 중권역·소권역별 수질보전계획의 지침서로 주요 특징은 다음과 같다.

<표 3.2-6> 물환경관리 기본계획의 주요 특징

당초 계획	2015년 계획
· 안전한 먹는물 확보	· 수생태계의 건강성, 유해물질로 부터의 안전
· 상수원 중심	· 하천·호소·연안의 전국토 관리
· 선진적 제도의 도입	· 제도의 내실화 및 발전
· 비점오염원, 가축분뇨 관리의 시작	· 비점오염원, 가축분뇨의 본격적 관리
· 수질관리 중심의 유역관리체제	· 유역통합관리체제 구축

자료 : 물환경관리 기본계획(2006.09, 환경부)

다. 제4차 국가환경종합계획(2016~2035)

■ 환경정책기본법 제14조에 근거하여 향후 20년간의 국가 환경정책의 비전과 장기전략을 제시하는 법정계획으로 환경분야의 범정부 최상위 계획으로 분야별 환경계획, 타 중앙행정기관·지자체 환경계획에 대한 기본원칙 및 방향을 제시하고 있다. 제4차 국가환경종합계획의 주요내용은 다음과 같다.

<표 3.2-7> 제4차 국가환경종합계획

구분	주요 내용
비전/목표	· 자연과 더불어, 안전하게, 모두가 누리는 환경행복 (Nature plus, Safety up, Happy Korea)
목표	· 풍요롭고 조화로운 자연과 사람 · 환경위험으로부터 자유로운 안심사회 · 국격에 걸맞는 지속가능환경
추진계획	① 생태가치를 높이는 자연자원 관리, ② 고품질 환경서비스 제공, ③ 건강위해 환경요인의 획기적 저감, ④ 미래 환경위험 대응능력 강화, ⑤ 창의적 저탄소 순환경제의 정착, ⑥ 지구환경 보전 선도, ⑦ 환경권 실현을 위한 정책기반 조성

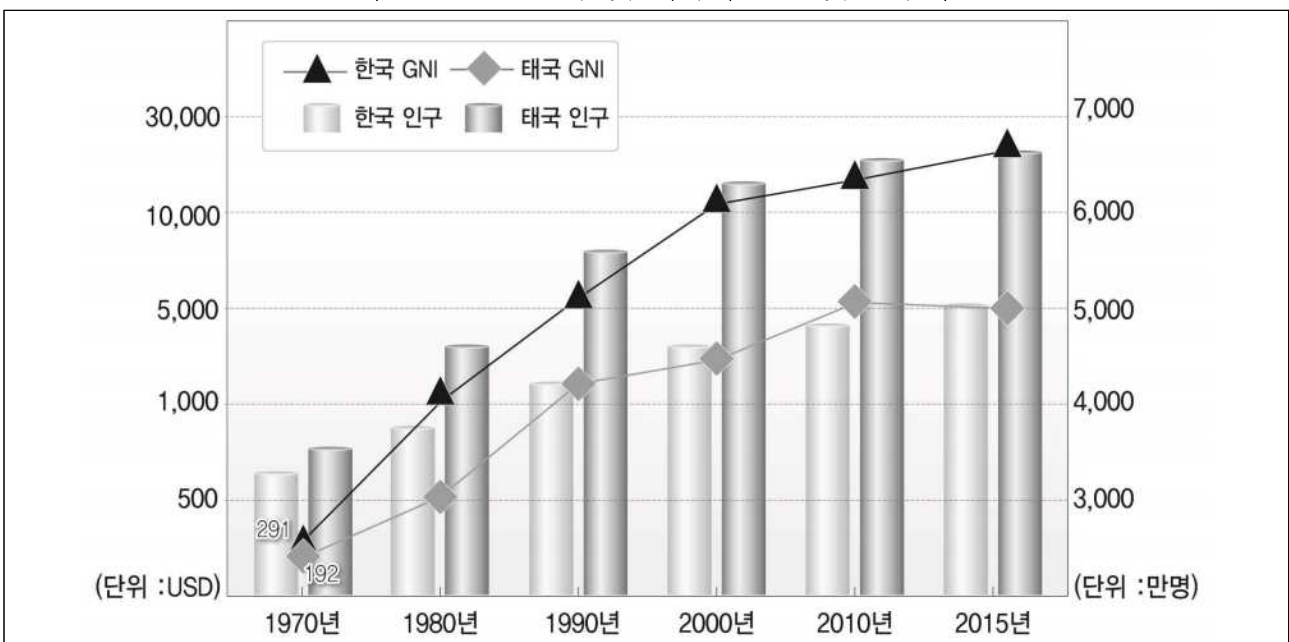
자료 : www.me.go.kr

3.3 태국의 환경정책 및 개선안 제언

3.3.1 태국 경제규모에 따른 제언

- 태국은 2차 세계대전 이후 관광산업을 바탕으로 한 경제성장을 이루었다. 2015년 기준 1인당 국민소득(GNI per Capita)은 5,816USD로 우리나라의 1980년대 후반 경제수준에 해당한다고 볼 수 있다.
- 한국은 1970년대 후반과 1980년대 급격한 산업화 및 도시화로 경제성장을 이루었으나, 급격한 산업화와 도시화로 환경부분에 대한 문제가 발생하였다. 급속한 경제발전과 일부 대도시의 팽창 및 인구밀집은 상수도 공급과 하수도 처리의 문제가 발생할 수 밖에 없으나, 우리나라의 경우 1977년 환경보전법 제정과 1990년 수질환경보전법을 제정하여 환경기준을 점차 강화하였고, 1991년 낙동강 페놀사건은 국민 모두에게 환경분야에 대한 경각심을 일깨우는 계기가 되어, 국민건강을 위한 환경법들을 정비하고 체계화 하였다.
- 태국은 국가 환경질 개선 및 보전법(NEQA)에서 수질기준을 포함한 환경관리 기준을 정하여 규제하고 있으나, 재정확보 및 시스템 미구축 등으로 인하여 상수도 보급과 폐수처리시설 구축이 지연되고 있다.
- 태국의 경우 1980년대와 2000년대 급속한 산업화와 도시화를 이루었으나 방류수역의 수질보호와 폐수처리수 재이용, 전세계적인 기후변화에 대응하기 위해서는 폐수처리장 방류수 수질기준, 사업장 배출허용기준 및 기타 수질 환경기준 등을 재설정할 필요가 있다.

<그림 3.3-1> 한국 및 태국의 GNI 및 인구비교



3.3.2 환경정책 및 개선방안

■ 태국은 2003년도에 GNI의 0.13%에 달하는 1.67억불을 라오스, 몰디브, 캄보디아, 미얀마 등에 ODA자금으로 지원하면서 한국과 마찬가지로 원조의 수혜국에서 공여국으로 탈바꿈을 하고 있으나 우리나라의 1980년대와 마찬가지로 경제성장에 초점을 둔 정책으로 환경부분은 재정부족 및 환경관련 정책 및 제도가 부족한 실정이다.

지금까지 태국의 환경분야를 비롯한 상하수도 관리, 정책 및 제도 현황을 검토한 결과는 다음과 같다.

- ① 환경정책과 법령이 방대화하여 목표 달성을 위한 구체적인 제도 및 세부법령 미흡
- ② 환경보호 및 기초시설 확충에 필요한 재원의 절대적 부족
- ③ 환경기초시설 운영관리 능력 미흡
- ④ 환경기초시설 관리기관의 체계화 부족
- ⑤ 환경기초자료의 데이터베이스화 부족
- ⑥ 폐수재이용 관련 법령의 부재

가. 중장기적인 상하수도 정책 제언

■ 태국의 전반적인 경제수준이 우리나라의 1980~90년대와 비슷하기 때문에 환경정책 수립을 통한 환경규제를 강화하여 상하수도 부분에 부족한 예산을 보충하는 방안을 검토해야 한다.

(1) 배출부과금 도입 검토

■ 한국은 1981년 환경보전법 개정시 배출부과금 제도를 도입하고, 1983년부터 폐수배출시설, 공공폐수처리시설 등의 설치 및 운영중인 자에 대하여 배출부과금을 부과하고 있다.

<표 3.3-1> 태국 배출부과금 제도 도입 검토

구분	주요 내용
목적	· 오염물질 배출감소 및 환경부분 예산 확보
적용대상	· 산업폐수 배출업자
주요내용	· 배출부과금 : 폐수배출시설의 배출허용기준 초과시설에 대한 부과 · 초과부과금 : 배출허용기준을 초과한 오염물질량에 대한 단위량 산정 후, 오염물질 항목에 따른 부과계수 적용
고려사항	· 산업체 관계자의 반발과 이로 인한 투자축소로 연결될 우려가 있음에 따라, 관련정책 공표 및 산업계 대표 등의 면밀한 협의가 필요

(2) 물이용부담금 도입 검토

- 한국은 한강수계관리기금을 조성하여 재정여건이 열악한 상류지역의 폐수처리장 설치사업 등을 보조하는 등 수질개선사업에 투자, 토지이용규제로 재산권에 제한을 받는 상류지역 주민들의 소득과 복지증진을 위하여 물이용부담금 제도를 시행하고 있다.

<표 3.3-2> 태국 배출부과금 제도 도입 검토

구분	주요 내용
목적	· 상수도 수원보호 및 수자원 보호 예산 확보
적용대상	· 공공상수도 사용자
주요내용	· 태국 내 공공상수도 이용자들에게 m ³ 당 일정 금액을 부과
고려사항	· 상수원 보호구역 설정에 따른 토지매입 및 수변녹지조성이 사전에 필요

(3) 폐수처리수 재이용 제도 도입 검토

- 한국은 도시발전 및 산업화에 따른 용수수요증가에 대한 수자원 고갈문제를 해결하기 위한 용수원의 추가확보 방안으로 폐수처리수를 중수도원수로 이용하여 하천유지용수 및 공업용수 등으로 활용하기 시작하였다. 이를 위하여 수도법에서 규정하고 있는 중수도를 하수도법으로 이관하였다.
- 태국은 한국의 청계천 복원사업에 대한 열망이 있음에 따라, 하천정비 후 폐수처리수를 이용한 인공생태하천 조성으로 관광객 유치 도모와 경제성장을 도모할 수 있다.

<표 3.3-3> 태국 배출부과금 제도 도입 검토

구분	주요 내용
목적	· 수자원 고갈에 대한 대응 및 용수원의 추가확보 · 폐수처리시설의 확충 및 운영에 필요한 예산 확보
적용대상	· 폐수처리시설
주요내용	· 폐수처리수를 하천유지용수 및 공업용수 등으로 이용 · 친수공간 부족지역 및 건천화된 하천에 재공급하여 인공생태하천 조성
고려사항	· 정부에서 사전에 중수도 수질기준 마련 필요 · 폐수처리시설 관계자와 산업체간의 용수필요용량 사전 검토 필요

나. 환경기준 제언

- 태국은 관광수입이 국가경제를 운영하는데 큰 역할을 하는 만큼, 관광객의 증가와 더불어 빠른 경제성장은 필연적으로 급속한 환경오염을 야기할 수 밖에 없고, 기 보급된 하수도 인프라의 부족으로 지하수 및 하천의 오염이 심각해 지고 있는 실정이다.
- 태국은 환경보호를 위한 포괄적인 법률인 「국가 환경질 개선 및 보전법(NEQA)」를 1975년도에 제정하여 1991년 개정을 통해 수질, 대기질, 소음 등을 관리하고 있다.

(1) 폐수처리시설 방류수 수질기준 설정 제언

- 현재 태국 폐수처리시설은 별도의 방류수질 기준이 없으며, 앞서 검토한 바와 같이 WMA 운영 또는 폐수처리시설 운영사와 계약시 Building Effluent Standards와 Industrial Effluent Standards를 복합적으로 적용하고 있다.
- 한국은 1978년 공해방지법이 환경보전법으로 개편되면서, 현실적인 수질기준을 설정하였고, 1991년 수질환경보전법 제정으로 기준항목을 확대, 2001년 하수도법에서 관리하며 지역별·용량별 수질기준을 차등하여 적용하였다.
- 현재 우리나라는 지역별 설정기준을 상이하게 하여, 지역별 목적에 부합하는 기준을 적용하고 있으나, 태국은 현재 우리나라의 1990년대 수준임에 따라, 향후 한국의 폐수처리장 방류수 수질기준 변화과정을 고려하여 태국 폐수처리장 수질기준 설정시 도움이 될 수 있도록 제시하였다.

<표 3.3-4> 한국의 공공폐수처리시설 방류수질 기준 변화 및 태국의 기준

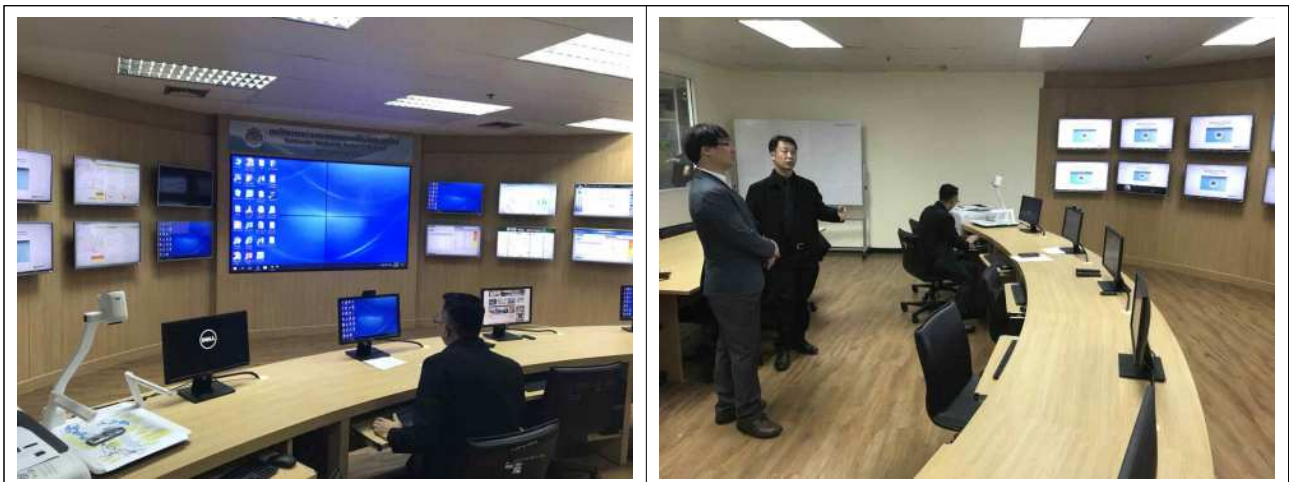
구 분	한국						태국
	1983.03	1993.07	1996.01	2001.10	2011.01	2012.01	
BOD	30	30	20	10	10	5	20
COD	-	50	40	40	40	20	120
SS	70	70	20	10	10	10	30
TN	-	-	60	20	20	20	-
TP	-	-	8	2	2	0.2	-
대장균군	-	-	-	3,000	3,000	1,000	-
생태독성	-	-	-	-	1	1	-
적 용			단기		장기		

주) 한국 : COD_{Mn}, 태국 : COD_{Cr}

(2) 폐수처리시설 수질TMS 도입

- 우리나라는 2004년 폐수배출업소 TMS 관리계획 수립을 시작으로 하여 폐수종말처리시설, 공공폐수처리시설, 1-3종 사업장, 공동방지사설 설치·운영사업장에 수질자동 측정기기 및 부대설비를 설치하고 있다.
- 수질TMS 설비는 방류수질을 실시간 관리·점검하여 수질오염사고를 예방하고, 사업장 스스로 수질현황을 분석·관리하여 공정운영의 효율성을 제고함과 더불어, 수질오염물질 배출현황을 신속·정확히 관리하여 수질환경정책 기초자료로 활용하고 배출부과금 산정 등 수질관리의 선진·과학화를 도모하고 있다.
- 수질TMS를 통해 수질원격감시체계 관제시스템에서 시스템감시 및 자동측정자료 분석 통계, 예·경보 기능을 통해 해당 지자체와 환경부에 자동측정자료를 제공하고 있다.
- 태국은 현재 하수도 관리청인 WMA(Wastewater Management Authority)에서 방콕 인근 주요 폐수처리장에 대하여 CCTV를 활용한 감시제어를 하고 있으나, 이는 단순 폐수처리장 감시제어로, 향후 우리나라와 같이 수질TMS 도입을 통하여 상시 감시체계를 구축하여야 한다.
- 태국에 수질TMS 도입을 위해서는 최우선 적으로, 우리나라와 같이 우선적으로 관련법에 따른 설치근거가 마련되어야 한다. 태국 환경분야 최상위법인 국가 환경질 개선 및 보전법(NEQA)내의 건물관리법과 왕립관계법, 형법 등에서 우리나라와 같이 관련법령을 신설해야 한다. 우리나라의 수질TMS 설치근거는 다음과 같다.
 - 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 제38조의 2(측정기기의 부착 등)
 - 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 시행령 제37조(수질원격감시체계 관제센터의 설치·운영)

<그림 3.3-2> 태국 WMA 원격 감시제어 현황(2017.08기준)



다. 환경부문 요금 제언

- 한국의 상하수도 요금 변경 요청 및 공포는 시장 또는 군수가 요금의 결정권자는 지방의회 (조례 제정)에 있으며, 2015년 요금 현실화율은 수도의 경우 77.5%, 하수도 39.1%이다.
- 상수도 요금은 2015년 기준 전국 평균 683.4원/m³이고 생산원가 881.7원/m³의 77.5%수준이며, 하수도 요금은 2014년 기준 386.2원/톤으로 처리원가 987.2원/m³의 39.1% 수준이다. 한국도 태국과 마찬가지로 수도가 공공재라는 인식이 있고 물공급이 국가의 책무로 여겨짐에 따라 수도 요금의 현실화가 정책적으로 억제되고 있다.
- 태국의 상수도 요금은 도심지역 기준 최소 8.5~9.5 baht/m³(약 280원/m³)임에 따라 현실화할 필요가 있고, 하수도 요금은 일부지역만 징수하고 있어 전국적으로 확대해야 한다.
- 또한, 수도요금 계산시 OECD 선진국과 마찬가지로 총비용을 회수해 적용하여 수도서비스 제공에 소요되는 모든 비용을 원가에 반영되도록 해야한다. 구체적으로 환경비용 부담금, 자원비용, 오염부담금 등을 함께 검토하여 적용할 수 있다.
- 프랑스는 2008년부터 수도서비스 제공으로 인한 외부효과와 환경비용을 반영시키기 위하여 7개의 세금을 새로 도입했으며, 이는 전국 7개의 Water Agency에서 부과하고 있다.

<표 3.3-5> 프랑스 신규 도입 물분야 세금 유형

구분	주요 내용
수질오염세	<ul style="list-style-type: none"> · Tax on water pollution · 공공하수도 시스템 연결여부와 관계없이 모든 물 사용자에게 부과하는 것으로 가정용은 물 사용량 기준으로, 비가정용은 실제 배출되는 오염물질의 양에 따른다.
농업용 비점 오염세	<ul style="list-style-type: none"> · Tax on diffuse agricultural pollution · 농약 사용자가 납부하는 것으로 농약 소매상에 납부한다.
물환경 보호세	<ul style="list-style-type: none"> · Tax for the protection of aquatic environments · 낚시꾼이 납부한다.
폐수배수시스템 현대화세	<ul style="list-style-type: none"> · Tax on modernization of wastewater drainage system · 폐수도 시스템에 연결된 모든 사용자에게 음용수 사용량에 따라 부과한다.
수자원 취수세	<ul style="list-style-type: none"> · Tax on the abstraction of water resources · 모든 물 사용자가 납부하며, 금액은 연간 취수량에 따라 결정된다.
강 장애물 설치세	<ul style="list-style-type: none"> · Tax on obstacles on rivers · 강에 상시적인 장애물을 설치하는 모든 사람이 납부한다.
갈수지 저수세	<ul style="list-style-type: none"> · Tax on storage in low water periods · 저수지 소유자가 납부한다.

제4장 마스터플랜 수립 대상지역 선정

4.1 마스터플랜 수립대상지역 선정

제4장 마스터플랜 수립 대상지역 선정

4.1 마스터플랜 수립대상지역 선정

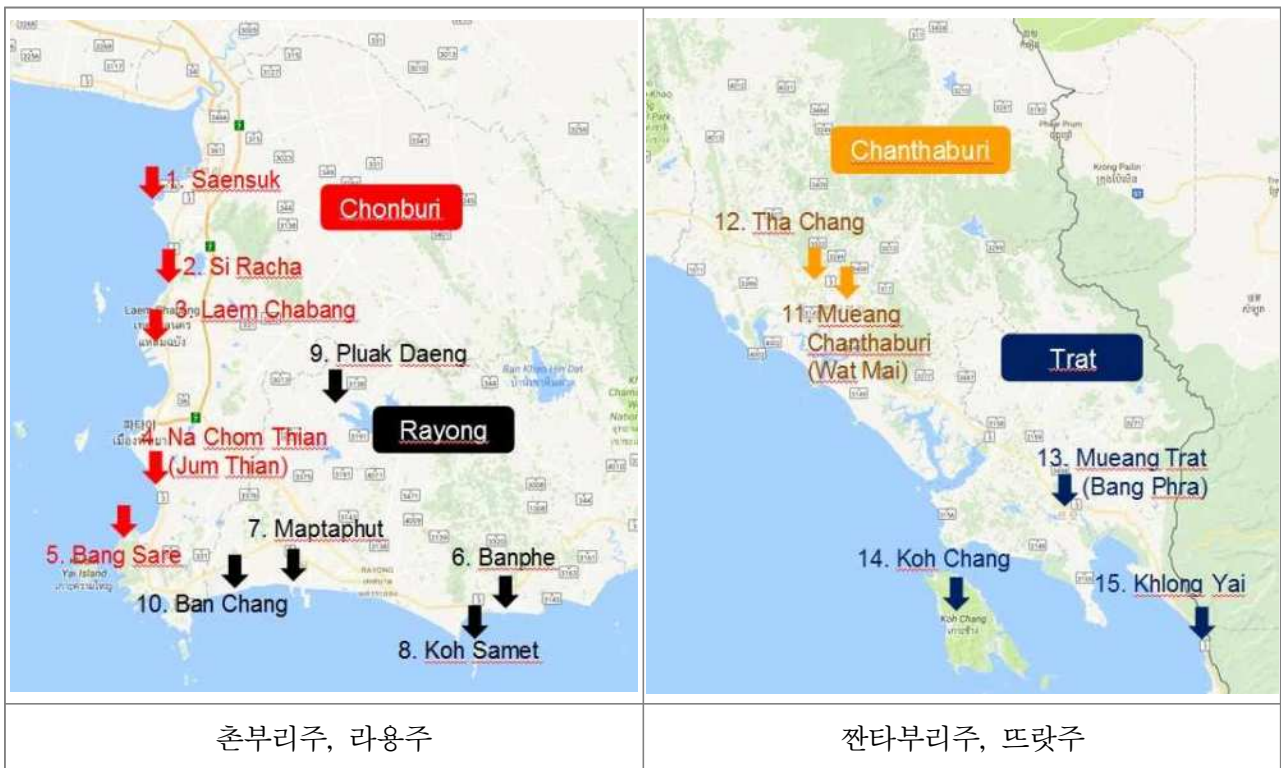
4.1.1 마스터 플랜의 목적

■ 본 계획은 태국의 지속적인 인구증가와 관광산업의 개발 등으로 인하여 하수발생량이 증가하고 발생 하수 대부분이 미처리 상태로 토양 및 인근 수역으로 방류되어 오염이 가중되고 있는 현실이다. 이에 폐수처리시설 및 폐수관로 신설계획이 불가피 함에 따라 생활환경 개선과 도시계획이 수립된 지역 및 인구밀집 지역에 대하여 하수도정비 계획을 수립하여 체계적인 하수도 사업을 추진 할 수 있도록 단계별 계획을 수립하여 주민의 생활환경을 개선하고 하천 및 해양의 수질 보전 및 효율적인 하수도 행정을 도모하는데 그 목적이 있다.

4.1.2 마스터 플랜 수립대상지역 선정

■ 사업대상지역인 태국 동부지역(춘부리주, 라용주, 찬타부리주, 트랏주)에 대하여 1~3차 현장조사기간 동안 태국의 MoNRE(Ministry of Natural Resources and Environment) 동부지역청 및 WMA(Wastewater Management Authority)와의 현장조사를 통해 4개주 15개 지역을 마스터플랜 수립 대상 후보지로 선정하였다.

<그림 4.1-1> 사업대상지역 위치도



<표 4.1-1> 사업대상지역 후보지

주	대상지역	주	대상지역
촌부리 (5개지역)	<ul style="list-style-type: none"> • Saensuk • Leam Chabang • Na Jom Tien 	<ul style="list-style-type: none"> • Si Racha • Bang Sare 	<ul style="list-style-type: none"> • Mueang Chanthaburi • Tha Chang
라용 (5개지역)	<ul style="list-style-type: none"> • Banphe • Koh Samet • Pluak Daeng 	<ul style="list-style-type: none"> • Maptaphut • Ban Chang 	<ul style="list-style-type: none"> • Mueang Trat • Koh Chang • Khlong Yai

■ 이후 태국의 MoNRE 동부지역청, 사업대상지가 속해 있는 각 주의 MoNRE Office 및 WMA와 대상지 선정을 위한 평가항목 및 선정기준을 협의하여 아래와 같이 선정하였다.

<표 4.1-2> 사업대상지역 선정기준

평가항목	점수			
	추천기관	MoNRE, WMA		그 외 기관
5점		0점		
사업의 규모	신설			기존시설 개량
	10,000m ³ /일 이상	5,000m ³ /일 이상	10,000m ³ /일 미만	기존시설
	5점	4점	3점	3점
폐수처리 시급성	현재 미처리 폐수방류		현재 처리폐수 방류	
	5점		0점	
프로젝트 추진대상의 지역특성	토지개발계획& 특별경제자유구역	산업단지& 관광지	주거지역	
	5점	4점	3점	
하수처리시설 부지확보	용이		어려움	
	5점		0점	
신설/개량	신설		개량	
	5점		0점	

■ 위와 같은 기준으로 1차 Workshop에서는 MoNRE 동부지역청, 각 주의 MoNRE Office 및 WMA와 협의를 통하여 15개 예비 사업대상지를 점수화하여 아래와 같이 4개 지역(Na Jom Tien, Tha Chang, Pluak Daeng, Khlong yai)을 마스터플랜 수립대상지역을 선정하였다.

<표 4.1-3> 사업대상지역 선정결과

지역		추천 기관	폐수처리 시급성	폐수처리 시설 부지확보	사업 규모	지역 특성	신설/ 개량	합계	우선 순위
Chonburi	Saensuk	5	3	5	3	3	3	22	13
	Laem Chabang	5	3	5	3	4	3	23	12
	Na Jom Tien	5	5	3	4	5	5	27	4
	Bang Sare	5	3	5	4	3	5	25	9
Rayong	Maptaphut	5	3	5	5	3	5	26	5
	Koh Samet	5	5	3	3	4	5	25	9
	Pluak Daeng	5	5	5	5	4	5	29	2
	Ban Chang	5	5	3	5	3	5	26	5
Chanthaburi	Mueang Chanthaburi	5	3	5	5	3	5	26	5
	Tha Chang	5	5	5	3	5	5	28	3
Trat	Mueang Trat	5	5	3	3	3	5	24	11
	Koh Chang	5	5	3	4	4	5	26	5
	Khlong Yai	5	5	5	5	5	5	30	1

<그림 4.1-2> 1차 Workshop 전경



- 1차 Workshop후 사업대상지로 선정된 4곳에 대하여 상세조사를 실시한 결과 프랏주의 Khlong Yai 지역은 지역 내 주거형태의 약 40%이상이 수상가옥의 형태이며, 특별 경제 자유구역으로 선정되었음에도 불구하고 구체적 계획이 전무하므로 금회 사업대상지역에서 제외 하였다.
- 2차 Workshop을 통해 마스터플랜 수립은 4개 지역중 Khlong Yai지역을 제외한 3개 지역에 대하여 마스터플랜을 수립하는 것으로 계획하였다.

<표 4.1-4> 최종 마스터플랜 수립지역

구 분	대상 지역
마스터플랜 수립지역	· Na Jom Tien, Tha Chang, Pluak Daeng 3개 지역

4.1.3 우선협력사업 대상지역 선정

- 2016년12월 21일 실시한 기술정책협력 2차 Workshop에서 논의된 마스터플랜 수립대상지역중 Na Jom Tien 및 Pluak Daeng 지역을 대상으로 5개 항목(미처리된 폐수의 영향, 사업규모, 지자체장의 관심도, 부지확보 및 국가 정책성)에 대해 한국 사업수행기관과 태국정부의 WMA간 협의에 의해서 우선협력사업 대상지역을 결정하였다.
- 사업대상지역의 1차 및 2차 Workshop 참여도, 한국 사업수행기관의 추가 조사내용 및 태국 현지 상황을 고려하여 각 항목별 점수평가 방식으로 고득점 지역인 Pluak Daeng 지역을 우선협력사업 대상지역으로 선정하였다.

<그림 4.1-3> 2차 Workshop 전경



<표 4.1-5> 우선협력사업 대상지역 선정

구 분	폐수의 영향성	사업규모	대상지의 관심도	부지확보	국가정책 부합성	계
Na Jom Tiem	3	5	3	5	4	20
Pluak Daeng	5	5	5	5	4	24

4.1.4 태국 내 기수행 프로젝트 분석

가. 치앙마이 폐수처리시설 설치사업 프로젝트 (2012년)

- 치앙마이 폐수처리시스템은 WMA에 의해 사업대상지로 선정되어 2012년 WMA로 이관되었다. 이 프로젝트는 기존 시설을 개량하는 것으로 시작되었으며 사업비용은 46.5million 바트(1.5 million EUR)이며, 폐수처리시설은 2014년 10월부터 운영되었다.

구분	내용
On site Treatment	· All house Discharge partially treated effluent to the sewer network
Pumping Station	· 9 stations
Treatment Capacity	· 55,000m ³ /day
Population Served	· 140,000 population equivalents
Average influent	· 18,000m ³ /day, 20mg/L BOD
Treatment system	· Areated Lagoon

- 2012년에 재정사업으로 시행된 치앙마이 폐수처리시설 설치사업 프로젝트는 처리구역 모든 가정내 하수를 수집하여 라군 타입의 처리장으로 보낸 후 처리수를 배출하는 태국의 전형적인 하수처리방식이다.
- 라군타입의 처리방식은 하수를 처리하는데 많은 시간이 걸리는 점과 넓은 부지의 확보가 가능해야 한다는 단점을 가지고 있다.
- 금회 마스터플랜을 통해 마스터플랜 수립대상지역인 Na Jom tien, Tha Chang지역에는 선진폐수처리공법인 표준 활성슬러지법을 적용하였고, 우선협력 사업대상지역인 Pluak Daeng 지역에는 간헐적 포기접촉산화 공법을 적용하여 폐수의 처리효율을 높이고 경제적으로 유리한 방식을 선정하여 각 지역별 마스터플랜을 계획하였다.

제5장 Na Jom Tien 지역 마스터플랜 수립

5.1 지역현황

5.2 Na Jom Tien지역 마스터플랜 수립

제5장 Na Jon Tien 지역 마스터플랜 수립

5.1 지역 현황

5.1.1 Chonburi Province 개황

<표 5.1-1> Chonburi Province 개요

위 치	· 태국 동부지방으로 인접한 지방은 Chachoengsao, Chanthaburi, Rayong Province가 있으며 서쪽으로는 태국만이 접해 있다.
면 적	· 4,363km ²
행정구역	· 11개 District(Amphoe), 92개Subdistrict(Tambon), 691개 Villages(muban)
인 구	· 1,455,039명
인구밀도	· 333.5명/km ²

<그림 5.1-1> Chonburi Province 위치도



5.1.2 Na Jom Tien 개황

■ Na Jom Tien 지역이 속해있는 Sattahip Amphoe는 태국 동부지방의 Chonburi Province의 11개 Amphoe중의 하나이며 Sattahip amphoe의 면적은 348.122km² 인구는 159,395명이다. 특히 Na Jom Tien 지역은 태국에서 가장 큰 관광 중심 도시인 Pattaya 지역과 인접하고 있다.

가. 지리 및 지형적 현황

■ Sattahip 지역은 북쪽으로는 Ban Lamung, 동쪽으로는 라용주의 Ban Chang, 남쪽과 서쪽으로는 태국만이 위치하고 있다. Na Jom Tien 지역 북쪽으로는 Pattaya시와 인접해 있고 또한 Na Jom Tien 지형은 -4.0m~62.0m 높이의 지형으로 이루어져 있으며 해안가는 저지대 지형, 도시의 중심부인 스쿰빗로드는 약간 고지대 지형을 이루고 있다.

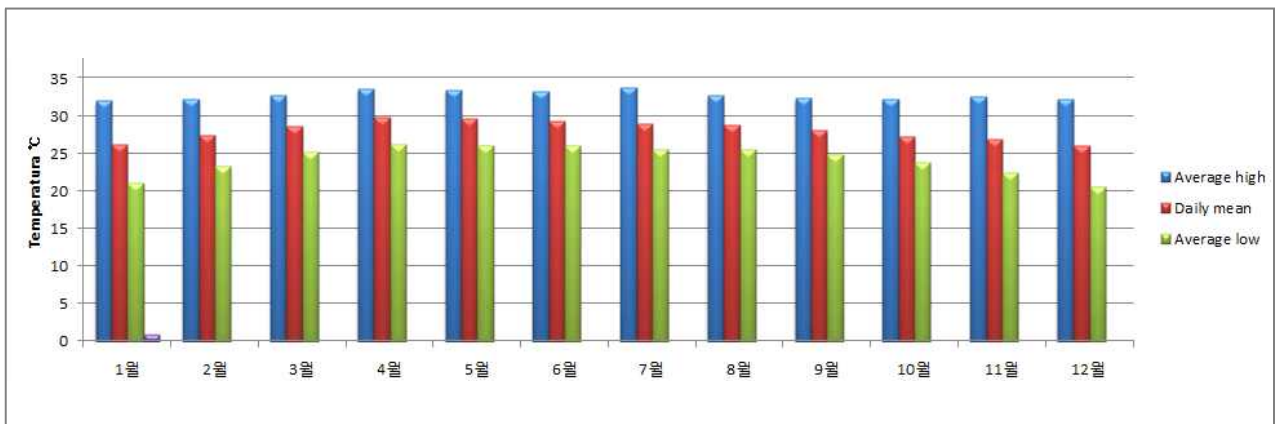
<그림 5.1-2> Na Jom Tien 전경



나. 기후 현황

■ Na Jom Tien 지역은 동남아시아의 전형적인 몬순기후를 나타내고 있다. 보통 3계절로 대별되는데, 3월~5월은 고온이고, 6월~10월은 우기이며, 11월~2월은 비교적 저온이다. 연평균 기온은 28.1℃이며 계절적으로는 9월과 10월에 가장 많은 강우량을 보이며 가장 강수량이 적은 달은 12월~2월이다. 이 지역은 건기 및 우기가 분명히 구분되는 지역으로 기후 특성상 스콜현상이 자주 일어난다.

<그림 5.1-3> Na Jom Tien 월별 기온



<그림 5.1-4> Na Jom Tien 월별 강수량



5.1.3 인구현황

가. 과거 인구현황

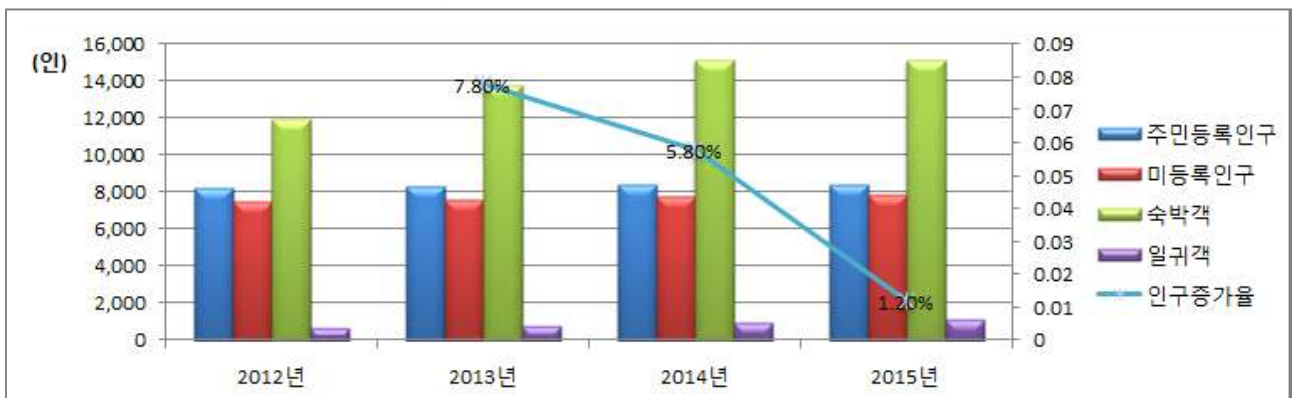
■ Na Jom Tien지역은 주거인구 현황이 주민등록인구와 미등록인구로 구분되며 지역의 과거 인구통계 자료의 불충분으로 과거 인구현황을 파악할 수 없고 현장 조사시 입수한 최근 4년간의 인구현황은 다음표와 같다.

<표 5.1-2> Na Jom Tien의 연도별 과거인구

구분		2012년	2013년	2014년	2015년	비고
상주인구	등록인구	8,232	8,314	8,397	8,479	
	미등록인구	7,483	7,633	7,782	7,932	
관광인구	숙박객	11,957	13,796	15,196	15,196	
	일귀객	677	833	988	1,143	
계		28,349	30,576	32,363	32,750	
인구증가율		-	7.8%	5.8%	1.2%	

자료: Na Jom Tien Municipality Office

<그림 5.1-5> Na Jom Tien 인구현황



5.1.4 환경시설현황

가. 폐수 시설현황

- Na Jom Tien 지역은 태국내 다른 지역들과 마찬가지로 현재 합류식 하수도로 설치되어 있으며, 기존 Pattaya 폐수처리시설에서 Na Jom Tien 일부지역 발생폐수를 이송처리하고 있었으나, Pattaya 폐수처리시설의 시설용량 부족에 따라 신규폐수처리장이 필요한 실정이다. 현재 오염발생원은 저지대인 해변가를 따라 조성된 리조트, 고급빌라 등 관광지 휴양시설로서 대규모 리조트 등은 자체 간이 처리시설로 방류 중에 있다.
- 저지대인 해안가의 주택 및 상가 등에서 발생하는 폐수는 비교적 고지대인 Sukhumvit road에 매설된 메인 관로로 압송하므로 해안가에서는 폐수차집 및 펌프시설이 별도로 기설치 되어있다.

<그림 5.1-6> Na Jom Tien의 폐수시설 현황



- 또한 폐수처리시설의 부족으로 해안가 수질 및 지하수를 점차 오염시키고 있는 실정이다.
- 일부 해안가 펌프시설 유입부의 우수토실 월류웨어 미설치로 우천시 일부 펌프시설이 침수되는 사례가 발생하고 있다.

<그림 5.1-7> Na Jom Tien의 폐수 방류현황



나. 기존 폐수처리시설 현황

- 현재 Na Jom Tien 지역의 폐수는 파타야 Watbun 폐수처리시설로 일부 이송중이며 폐수처리시설에 대한 용량은 다음과 같다.

<표 5.1-3> Watbun 폐수처리시설

구 분	내 용
시설용량	· 85,000m ³ /day
처리방법	· 표준활성 슬러지법
가용용량	· 85,000m ³ /day

<그림 5.1-8> Watbun WWTP 위치도

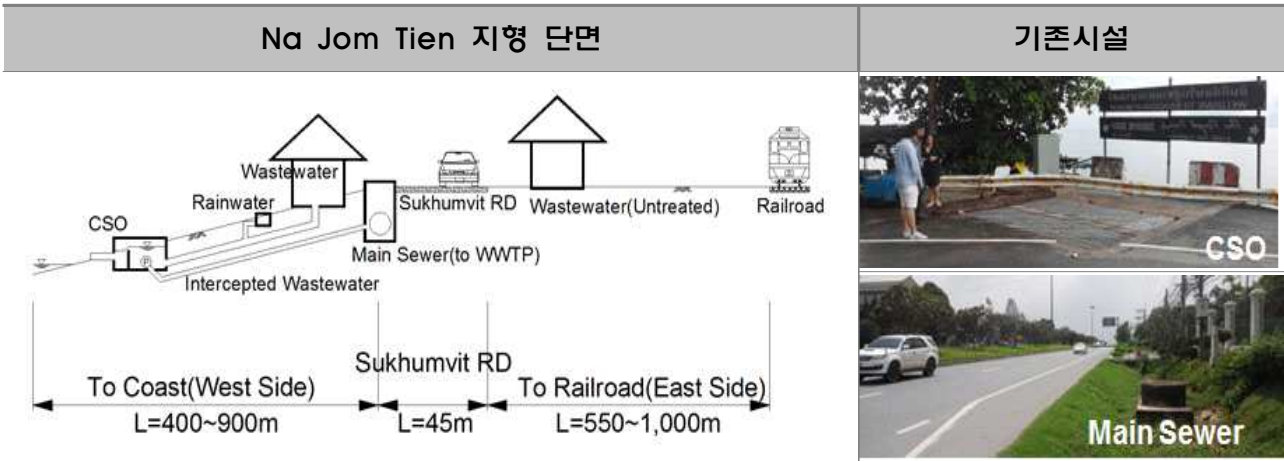


다. 폐수시설 문제점 분석

- Na Jom Tien 지역은 태국의 대표적인 관광지인 Pattaya시와 인접하여 위치하고 있어 향후 발전 가능성이 매우 높은 지역이다. 하지만 기존 이 지역의 폐수를 처리하던 Pattaya시의 Watbun처리시설의 용량초과로 현재는 미처리된 상태로 폐수가 방류되고 있어 지역 해안가의 수질오염에 직접적인 원인이 되고 있다.
- 이러한 이유로 Na Jom Tien 지역에는 폐수처리시설의 신설이 매우 시급한 상황이다.
- 또한, Na Jom Tien 지역은 고급리조트가 많은 해안가지역이 저지대이며 메인 폐수관로가 매설되어 있는 스쿰빗로드 다른 지역보다 약간 고지대이다. 해안가 저지대에 1개의 차집관로를 부설하여 폐수처리시설로 이송하는 방안이 가장 합리적이거나 해안을 따라

다수의 휴양시설이 위치하고 있으며, 대부분 사유지이므로 차집관로를 설치할 수 없는 실정이다. 따라서 Na Jom Tien의 지형적인 요소를 고려하면 관로 정비 사업시 많은 펌프장의 건설이 필요하다.

<그림 5.1-9> Na Jom Tien 폐수시설 현황



라. 개선 필요사항

- 기존 Wetban WWTP와 연계 미처리 방류 폐수의 처리계획 수립 필요
- 기존 하수도 시설 개량 방안 검토 필요
- 저지대 해안가의 폐수처리를 위한 관로 확충 및 펌프장 건설 필요

5.2 Na Jom Tien 지역 마스터플랜 수립

5.2.1 계획목표년도 결정

- 하수도분야 계획의 목표연도는 시설의 내구년한, 건설기간 및 시설확장의 어려움 등을 고려하여 한국의 경우 수립예정일을 기준으로 5년 단위로 4단계의 시행단계로 구분함을 원칙으로 하고 있다. 본 마스터 플랜에서도 2035년을 최종목표년도로 하여 4개의 단계로 세분화 하여 단계별 목표연도를 설정하였다.

<표 5.2-1> 단계별 목표년도

구 분	기준년도	1단계	2단계	3단계	4단계	비 고
목 표 년 도	2016년	2020년	2025년	2030년	2035년	

5.2.2 계획구역 설정

- 계획구역의 설정은 폐수처리시설의 현황과 유지관리 상태를 파악하고 각종 폐수처리 시설과 관련시설의 확충 및 보완을 위한 종합적이고 기본적인 작업이다. 또한 계획구역 설정의 목표는 폐수의 원활한 배제 및 폐수의 위생적인 처리와 방류하천의 오염을 방지하는데 있다. 본 마스터 플랜의 계획구역은 Na Jom Tien 지역에서 계획하고 있는 도시지역을 바탕으로 계획하였으며, 폐수처리 서비스를 공급지역 전체를 계획구역으로 설정하여 본 계획을 수립하였다.

5.2.3 계획인구 산정

가. 과거인구 증가율

- Na Jom Tien의 인구는 관광도시로서 도시의 지속적인 성장으로 인구수 또한 지속적인 증가세를 보이고 있으며, 인구 증가율은 과거 4년간 약 18.0%(2012~2015년 평균값)로 급격한 증가세를 보이고 있다.

<표 5.2-2> Na Jom Tien의 과거인구

구 분	과 거 인 구				비 고
	주민등록인구	미등록인구	숙박객	일귀객	
2 0 1 2 년	8,232	7,483	11,957	247,196	
2 0 1 3 년	8,314	7,633	13,796	303,916	
2 0 1 4 년	8,397	7,782	15,196	360,636	
2 0 1 5 년	8,479	7,932	15,196	417,357	

자료: Na Jom Tien Municipality Office

나. 관광인구

- Na Jom Tien 지역은 Pattaya City가 인접해 있는 관광도시로서 과거 숙박객에 대한 통계가 되어 있지 않은 상황이며 지역내 숙박업소 현황을 기초로 산정하였다.
- 지역의 특성상 관광도시로서 숙박율이 높을 것으로 판단되며 금회 계획에서는 숙박율을 100%으로 적용 하였다.

<표 5.2-3> Na Jom Tien의 숙박업소현황

구 분	개소	객실수	수용인원(인)	숙박율	숙박인원(인/일)
레 지 던 스 콘 도	22	890	2	100%	1,780
호 텔	24	6,708	2	100%	13,416

자료: Na Jom Tien Municipality Office

다. 장래인구 계획

- 장래 계획인구의 산정은 과거의 인구추이를 파악하고, 자연적 인구증가 및 도시의 발전에 따른 사회적 인구증가 추세 등 복잡하고 다양한 요소를 감안하여 추정해야 하며, 이와 같은 여러 가지 여건에 따라 실제로 그 양상이 달라진다.
- 일반적으로 장래인구를 추정하는 방법으로는 과거인구의 변화추세에 따라 통계학적으로 추정하는 방법과 관련 상위계획상의 인구 지표를 반영하여 추정하는 방법이 있다. 따라서 본 마스터 플랜에서도 향후 장래 계획인구 추정을 위해서 지자체의 과거 인구자료를 기초로 수학적 방법으로 추정한 계획인구를 비교하여 장래 계획인구를 적용 하였다.

<표 5.2-4> Na Jom Tien의 장래계획인구 산정

구 분	계 획 인 구				비 고
	주민등록인구	미등록인구	숙박객	일귀객	
2 0 1 6	8,560	8,081	15,196	1,319	
2 0 1 7	8,641	8,231	15,196	1,495	
2 0 1 8	8,722	8,382	15,196	1,675	
2 0 1 9	8,004	8,536	15,196	1,856	
2 0 2 0	8,887	8,691	15,196	2,035	
2 0 2 1	8,970	8,849	15,196	2,212	
2 0 2 2	9,053	9,008	15,196	2,385	
2 0 2 3	9,137	9,169	15,196	2,555	
2 0 2 4	9,222	9,333	15,196	2,723	
2 0 2 5	9,307	9,498	15,196	2,891	
2 0 2 6	9,393	9,666	15,196	3,061	
2 0 2 7	9,479	9,836	15,196	3,235	
2 0 2 8	9,565	10,007	15,196	3,417	
2 0 2 9	9,653	10,181	15,196	3,608	
2 0 3 0	9,740	10,357	15,196	3,813	
2 0 3 1	9,829	10,536	15,196	4,034	
2 0 3 2	9,918	10,716	15,196	4,276	
2 0 3 3	10,007	10,889	15,196	4,541	
2 0 3 4	10,097	11,085	15,196	4,833	
2 0 3 5	10,188	11,272	15,196	5,158	

5.2.4 각종 기준 선정

가. 급수원단위

- 일반적으로 계획급수량 원단위는 과거 급수사용 실적이나 유사도시의 급수사용 실적으로 바탕으로 산정한다. 태국의 경우 급수원단위는 인구 기준에 따른 원단위를 제시하고 있다.

<표 5.2-5> 태국 급수 원단위

인구	급수원단위	일최대계수
3,000 ~ 10,000	120	1.20
10,001 ~ 20,000	170	1.20
20,001 ~ 30,000	200	1.20
30,001 ~ 50,000	250	1.20
50,001~	300	1.20

참고 : Provincial Waterworks Authority, Department of Water Resources, 2006

나. 폐수전환율

- 폐수전환율은 급수사용량 중 폐수로 전환하여 발생하는 양의 수치로 일반적으로 80-95%가 폐수로 전환된다. 이는 기온, 강수량, 강수일수, 인구변화, 경제성장율, 가구 수, 상수도 요금 인상을 등과 연관되어지거나 특정 인자에 의한 뚜렷한 상관성을 보이지 않으므로 한국의 문헌자료와 태국의 기준을 참고하여 80%로 결정하였다.

<표 5.2-6> 오수전환율

구 분	대한민국	태국	적 용
폐수전환율(%)	80~95	80	80

다. 지하수 유입율

- 수도의 경우 압력관에서 누수는 고려하여야 하나 지하수의 유입은 고려할 필요가 없다. 단 폐수는 일반적으로 자연유하에 의존하게 되어 있고 지하수에서 자연수면을 형성하게 되므로 지하수위가 폐수관로 내의 수위보다 높을 경우에는 관 접합부 및 맨홀에서 다량의 지하수가 유입된다.
- Na Jom Tien시에는 현재 폐수관로 유지관리 시스템이 구축되어 있지 않아 침입수/유입수 (I/I) 및 누수량(Exfiltration)의 실측 데이터가 전무함으로 관련 자료를 통해 지하수량을 산정함이 바람직하다.
- 폐수관로는 그 재질 및 구조상, 시공상 절대 수밀이 어려워 지하수 침투가 불가피하므로 폐수시설 계획에서는 폐수발생량에 포함하여 계산하게 된다. 폐수관로의 지하수 유입은 토질, 지하수위, 관 재질, 접합상태, 환경 및 연장에 따라 상이하며 특히 접합부의 구조와

시공, 오점에 가장 지배를 받아 정확한 추정은 어려운 실정이다.

■ 일반적으로 사용되고 있는 지하수 유입량의 추정 방법은 다음과 같다.

- 폐수관로 1km 당 0.2~0.4 l/sec
- 일최대 폐수량의 10~20%
- 배수면적당 17,500~36,600 l/ha day

■ 한국의 하수도 시설 기준(2011, 한국 상하수도협회)에서는 경험적으로 일최대 폐수량의 10~20%를 적용하도록 규정하고 있다. 또한 Na Jom Tien 지역의 지하수 유입에 대한 자료 부족으로 한국의 하수도 시설 기준값을 적용하였다.

<표 5.2-7> 지하수 유입율

구 분	지하수 유입범위	적 용
지하수 유입율	일최대 폐수량의 10~20%	10%

자료: 하수도 시설기준(2011, 한국 상하수도 협회)

라. 공장 폐수량 산정

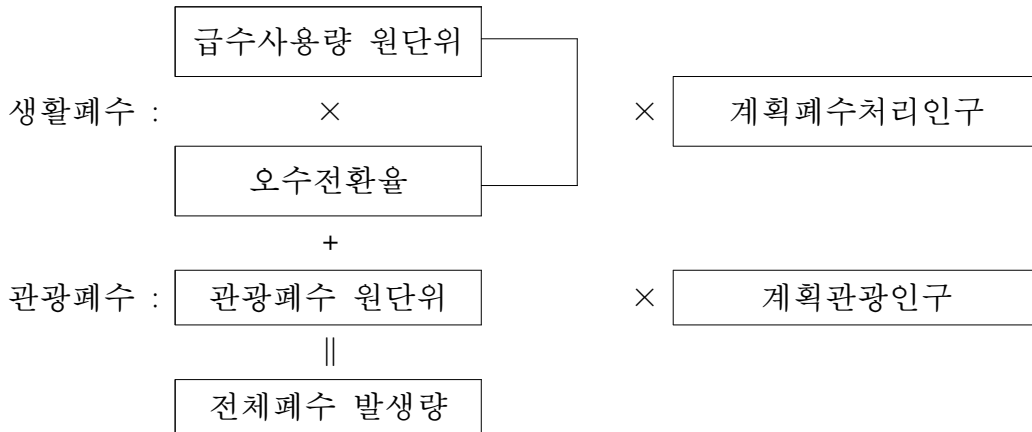
- 공장 폐수는 업종에 따라 그 발생량이 다르고 동일업종이라 하여도 제조공정, 자동화 정도 및 폐수의 회수율에 따라 양과 성분이 매우 다양해진다.
- 현재 Na Jom Tien 지역의 폐수는 그양이 적을뿐만 아니라 생활 폐수량에 포함되어 있으므로 별도로 계상하지 않았다.

마. 일최대 계수(Daily Factor)

■ 침투부하율은 평균 급수량에 대한 최대급수량의 크기를 나타내는 것이며, 상하수도 시설의 규모를 결정하는 주요인자이다. 일반적으로 소규모 도시 일수록 급수량 변동 폭이 커서 침투부하율 값이 커지고 도시 규모가 커짐에 따라 최대와 평균급수량의 변동 폭이 작아져서 침투부하율 값이 작아지는 경향이 있다. 상하수도 소비량은 시간단위, 일단위, 주간 및 월간 단위, 그리고 계절 단위로 수시로 변하며, 대도시의 규모 및 발전상황, 도시의 성격 등의 특징에 따라 변한다. 일반적으로 침투부하율은 10년 이상의 자료를 바탕으로 분석하나 태국의 경우 관련자료의 데이터베이스 구축이 전혀 안되었는 실정이다. 태국 규격인 “Provincial Waterworks Authority, Department of Water Resources, 2006” 에 따라 본 마스터 플랜에서는 일최대계수 1.2를 적용하였다.

5.2.5 계획 폐수량 산정

■ 폐수는 가정에서 세탁, 요리, 화장실, 청소 등의 생활폐수와 사무실, 상업 건물, 공공시설 등에서 발생하는 상업 폐수, 관광객에 의해 발생하는 관광 폐수, 지하수, 불명수 등을 포함한 기타용수로 이루어진다. 본 마스터 플랜에 적용한 계획폐수량 산정절차는 다음과 같다.



■ Na Jom Tien 지역은 관광도시로서 호텔, 식당 등 관광관련 시설들만 존재하므로, 상업폐수는 별도로 산출하지 않고 관광 폐수만을 산정하였다.

가. 생활폐수 원단위

■ 생활폐수 발생량 원단위는 위에서 검토한 바와 같이 태국 기준에 제시된 원단위 인 200lpcd를 사용하였다.

<표 5.2-8> Na Jom Tien 지역 폐수발생량 원단위

구분	단위	2020년	2025년	2030년	2035년	비고
급수량 원단위	LPCD	200	200	200	200	
폐수전환율	%	80				
생활폐수원단위	LPCD	160	160	160	160	

■ 폐수전환율은 급수사용량 중 폐수로 전환하여 발생하는 양의 수치로 일반적으로 80-90%가 상수에서 폐수로 전환된다. 본 마스터 플랜에서는 태국 기준인 폐수전환율 80%로 적용하여 생활폐수 원단위를 계산하였다.

나. 생활폐수량

■ 본 계획에서 산정한 일최대 생활폐수 발생량은 다음과 같다.

<표 5.2-9> Na Jom Tien 지역 생활폐수량

구분	단위	2020년	2025년	2030년	2035년	비고
상주 인구	인	17,578	18,805	20,098	21,460	
폐수량원단위	LPCD	160	160	160	160	
일최대계수	-	1.20	1.20	1.20	1.20	
생활폐수량	m ³ /일	3,375	3,611	3,859	4,120	

다. 관광폐수

■ Na Jom Tien지역은 과거의 관광객의 증가율을 볼 때, 매년 관광산업이 가파르게 성장하고 있다. 관광인구는 숙박객과 일귀객으로 나뉘는데 숙박객 파악을 위한 Na Jom Tien지역 숙박업소 자료 조사결과 호텔 24개소 6,708개의 객실이 있으며 레지던스 콘도 22개소 2,890개의 객실이 있는 것으로 조사 되었다. 이에 따라 숙박객 인구수를 산정하였으며 또한 일귀객은 과거 일귀객의 현황을 토대로 수학적 방법으로 장래 일귀객을 산정하였다.

<표 5.2-10> Na Jom Tien 지역 과거 관광인구

구분	단위	2012년	2013년	2014년	2015년	비고
관광인구	일귀객	인	247,196	303,916	360,636	417,357

자료: Na Jom Tien Municipality Office

■ 관광객 폐수 발생량은 기후 및 사회 경제 조건 그리고 숙박여부에 따라 차이가 난다. 태국은 관광객에 대한 원단위 기준이 없으므로 한국의 관광원단위 산정기준에 따라 본 계획에서는 숙박객은 폐수량원단위의 50%를 적용하고 일귀객은 폐수량원단위의 15%를 적용한다.

<표 5.2-11> Na Jom Tien 지역 관광폐수량

구분	단위	2020년	2025년	2030년	2035년	비고
관광인구	숙박객	인	15,196	15,196	15,196	15,196
	일귀객		2,035	2,891	3,813	5,158
관광폐수량 원단위	숙박객	LPCD	80	80	80	80
	일귀객		24	24	24	24
관광폐수량	m ³ /일		1,517	1,542	1,569	1,607

라. 폐수발생량 산정

■ Na Jom Tien 지역의 폐수는 관광산업의 발달로 인한 관광객 증가 및 물사용 증가로 인해 목표연도 까지 폐수량이 증가할 것으로 예상된다. 따라서 이를 수용하기 위한 폐수처리 용량을 계획하는 것이 필요하다.

<표 5.2-12> Na Jom Tien 계획폐수 발생량

구 분	단위	2020년	2025년	2030년	2035년	비 고
총인구	인	34,809	36,892	39,107	41,814	
생활폐수 발생량	m ³ /일	3,375	3,611	3,859	4,120	
관광폐수 발생량	m ³ /일	1,517	1,542	1,569	1,607	
지하수 유입량	m ³ /일	489	515	543	573	일일발생 오수량의 10%
계획 폐수량	m ³ /일	5,382	5,668	5,970	6,300	

마. 계획 방류수 수질

■ 앞에서 언급한 바와 같이 태국에는 아직까지 공공폐수처리장에 대한 법적 방류수질이 재정되어 있지 않다. 따라서 본 계획에서는 앞 절의 “제3장 환경제도, 정책현황 및 개선안 제언” 에서 제언한 단기 법적 방류수질을 계획 방류수질로 계획하였다.

<표 6.2-12> 방류수 수질기준

구 분	한국						태국
	1983.03	1993.07	1996.01	2001.10	2011.01	2012.01	
BOD	30	30	20	10	10	5	20
COD	-	50	40	40	40	20	120
SS	70	70	20	10	10	10	30
TN	-	-	60	20	20	20	-
TP	-	-	8	2	2	0.2	-
대장균군	-	-	-	3,000	3,000	1,000	-
생태독성	-	-	-	-	1	1	-
적 용			단기 (본계획 적용)		장기		

5.2.6 폐수처리시설 공급계획

■ Na Jom Tien 지역은 폐수처리장이 설치되어 있지 않고 해변가를 따라 조성된 고급호텔 및 빌라, 관광서 등에 자체 간이처리시설에서 처리방류하고 있으며 기존 Pattaya 폐수처리장에서 Na Jom Tien 일부지역 발생오수를 이송 처리하고 있었으나, 파타야 폐수처리장의 시설용량 부족에 따라 Na Jom Tien 지역에 신규 폐수처리장이 필요한 실정이다.

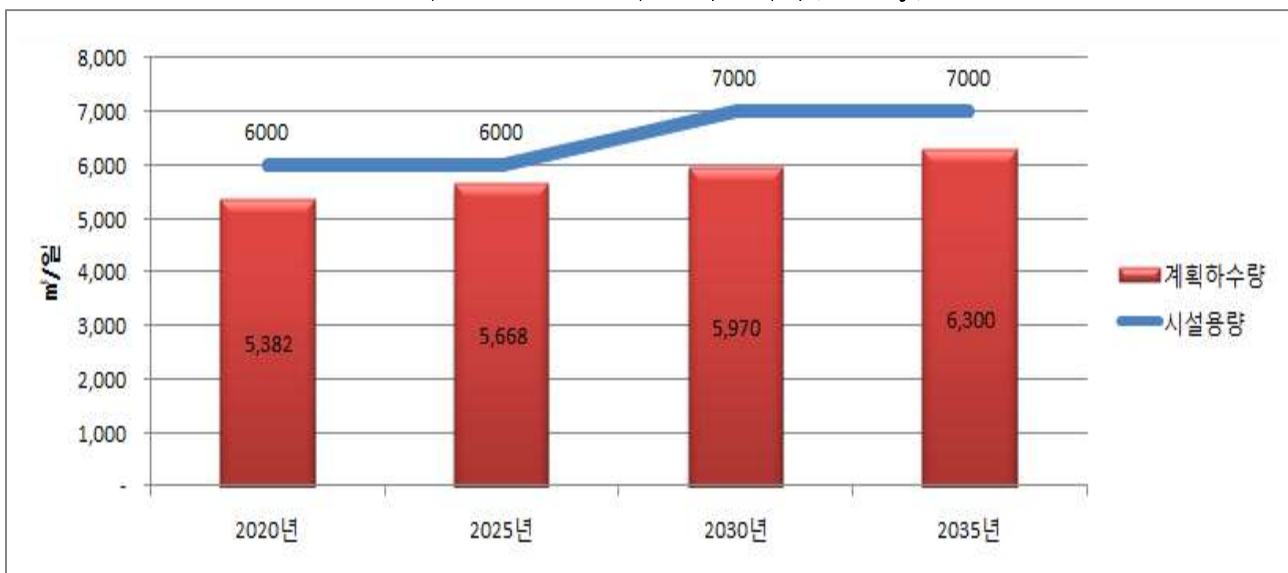
가. 폐수처리시설 시설용량

■ 폐수처리시설의 시설계획은 효율성, 경제성뿐만 아니라 안전성, 신뢰성, 장애 확장 가능성 등에 고려하여 결정하여야 한다. 본계획 대상 처리구역은 관광지역으로서 계획 인구추정 결과 주거인구와 관광인구의 유입이 매년 증가되고 있는 상황이다. 따라서 계획폐수량에 여유율을 고려하여 시설용량을 1단계에는 6,000m³/일, 2단계인 2035년까지는 7,000m³/일 까지 확장하는 것으로 계획하였다.

<표 5.2-14> 단계별 시설용량

구분	2020년	2025년	2030년	2035년	비고
폐수발생량	5,382m ³ /일	5,668m ³ /일	5,970m ³ /일	6,300m ³ /일	
단계별	1단계		2단계		
시설용량	6,000m ³ /일		7,000m ³ /일		

<그림 5.2-1> 단계별 시설계획(m³/day)

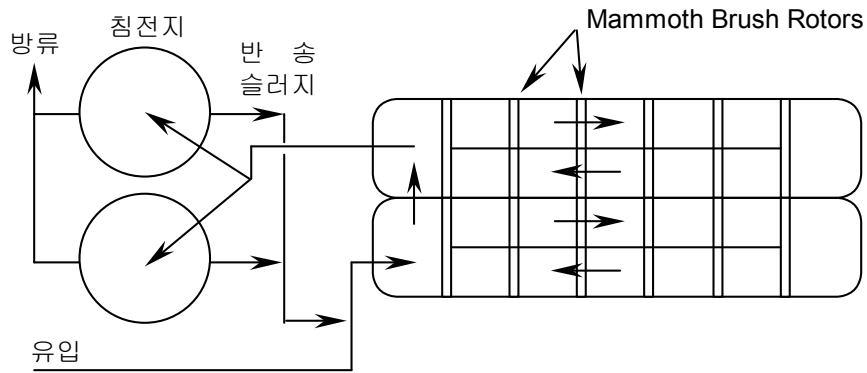


나. 폐수처리시설 공법선정

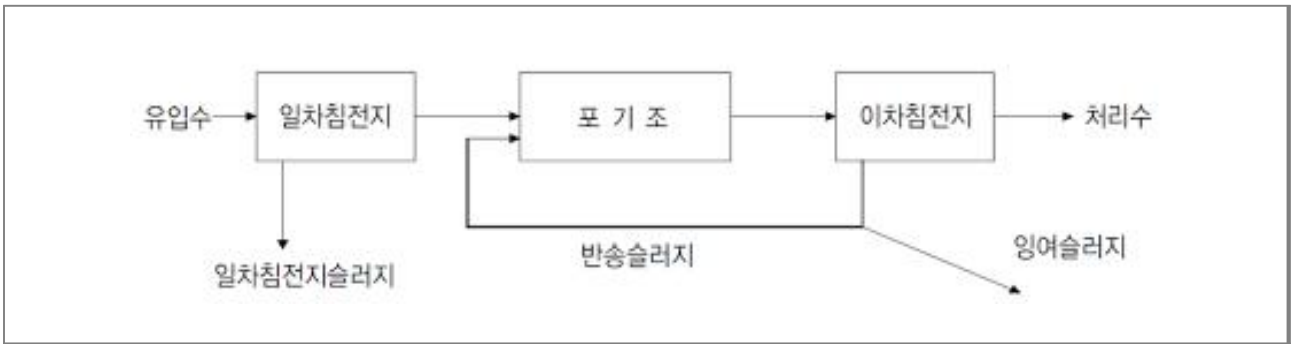
(1) 산화구법(OxiDatiom Ditch)

- 산화구법은 폐수와 슬러지의 혼합액을 산화구 폭기조(깊이 1.5m~3.5m, 폭 2.0~10.0m 정도의 수로)에 유입되도록 하여 Rotor에 의해 폭기 및 순환 후 침전지에서 고액분리시키고, 침전된 슬러지의 일부는 산화구 폭기조로 반송하여 폐수처리에 재이용되며, 잉여슬러지는 슬러지 처리시설로 이송하여 처리한다.
- 처리공정에서 발생된 잉여슬러지는 장시간 산화로 안정되어 소화조 등과 같은 처리단계가 필요 없이 기계적인 탈수에 의해 비료 등으로 이용이 가능하고, 1차 침전지를 설치하지 않을 수도 있으며, 수로의 길이를 길게 하여 일부에 혐기성 영역을 형성시킬 경우 질산화(Nitrification) 및 탈질(Denitrification)효과를 동시에 기대할수 있다.

<그림 5.2-2> 산화구법의 처리계통도



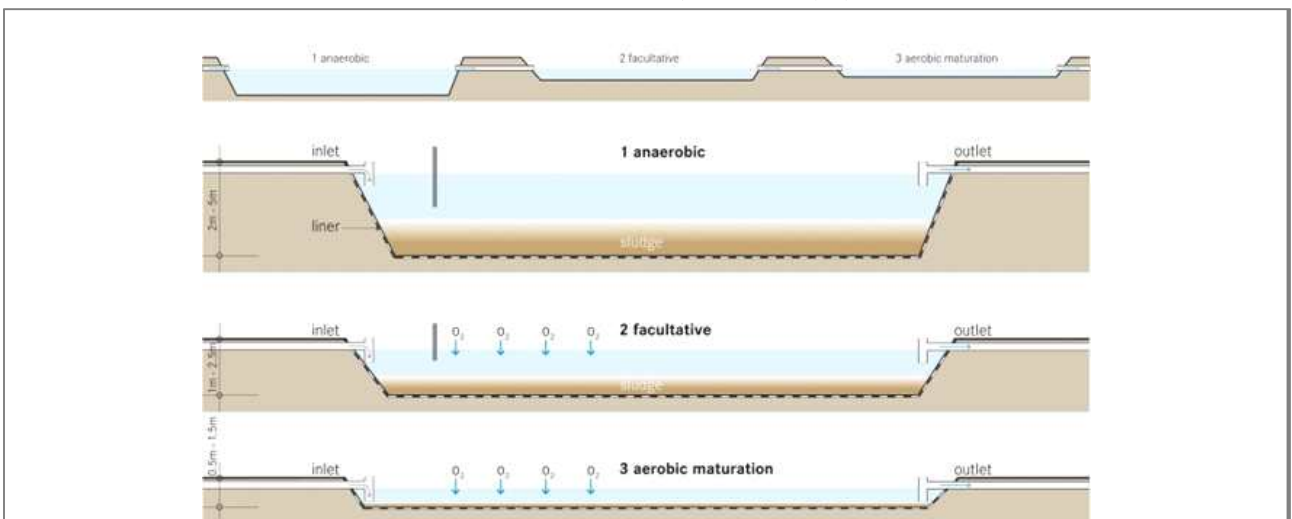
<그림 5.2-3> 표준활성슬러지법의 처리계통도



(3) 안정화지(Waste Stabilization Pond)

- 안정화지는 라군이나 산화지 등 주로 넓은 부지면적이 소요되는 처리공법으로써 바람에 의한 표면포기와 조류의 탄소동화작용에 의한 광합성으로 산소를 공급하여 유기물을 제거하는 방식과 기계식 표면포기기 등을 이용하는 호기식 안정화지로 구분한다.
- 조류에 의한 산소생산량은 유입폐수내에 있는 영양소의 양과 질, 일조시간, 온도, 체류시간, pH 및 혼화정도에 따라 처리효율이 결정된다. 유기물의 제거에 있어서는 온도가 매우 중요한 역할을 하는데 연중 기준 처리효율을 계속 유지하기 위해서는 겨울철을 기준으로 설계하나, 겨울철 최저 기준을 적용할시 조의 면적이 과다하게 커질 우려가 있으므로, 사업지역의 기후 및 지형현황과 경제성, 소요 부지 매입비용 등을 감안하여 합리적인 설계인자의 적용이 필요하다.
- 지의 구성은 혐기성조, 임의성조, 숙성조로 이루어지며 기계 및 전기설비가 거의 소요되지 않아 전력공급이 어렵고, 부지매입비가 적게 드는 개발도상국에서 주로 적용하는 공법으로써, 충분한 체류시간이 확보된다면 유기물 제거 효율도 상당히 우수하며, 유지관리비용이 적고, 운전이 쉽다.

<그림 5.2-4> 안정화지의 처리계통도



(4) 폐수처리공정 선정

- 태국의 기존 중, 소규모 폐수처리장은 안정화지(라군) 처리공법을 사용하고 있으며, 이는 처리효율이 떨어지고 소요부지가 많이 소요되는 공법으로 가장 원초적인 처리공법이다.
- 본 계획에서는 이러한 단점을 보완하고 운전기술이 잘 적립되어 운영기술에 큰 어려움이 없는 “표준활성 슬러지 공법” 으로 계획하였다.

<표 5.2-15> 폐수 처리공법 비교

구 분	산화구법	표준활성슬러지법	안정화지
1.처리기능 ①처리효과 -BOD제거율 ②부하변동에 대한 안정성 ③기후에 대한 영향	<ul style="list-style-type: none"> · 80~90% · 반응조 체류시간이 길어 대응용이 · 수온이 5℃ 이하일 경우 효율저하 우려 	<ul style="list-style-type: none"> · 90~95% · 유입수량, 수질의 변동이 큰 경우 효율저하 · 비교적 기후영향이 적음 	<ul style="list-style-type: none"> · 90%이상 · 반응조 체류시간이 길어 대응용이 · 수온저하시 효율저하
2.유지관리 ①공정관리 ②유지관리	<ul style="list-style-type: none"> · 용이 · pH저하시 알칼리도 회수설비 필요 · 관리기종이 작음 · 포기기 및 송풍기 · 슬러지 제거기 · 슬러지 펌프 · 스크 제거 	<ul style="list-style-type: none"> · 다소 어려움 · 처리공정이 타방식에 비해 복잡함 · 유지관리 기종이 많음 · 산기장치, 송풍기 · 슬러지 제거기 · 슬러지펌프 	<ul style="list-style-type: none"> · 용이 · 자연조건에 의한 유기물제거로 별다른 공정 관리기술이 필요없음 · 기계설비 없음
3.경제성 -건설비 -유지관리비	<ul style="list-style-type: none"> · 높음 · 저렴 	<ul style="list-style-type: none"> · 다소 높음 · 높음 	<ul style="list-style-type: none"> · 저렴 · 가장저렴
4.장·단점 비교 ①장점 ②단점	<ul style="list-style-type: none"> · 슬러지 발생량이 적음 · 유지관리가 용이 · 부하변동 대처용이 · 질소처리 가능 · 동절기 효율저하가 우려됨 · 부지면적이 넓음 · 경제성면에서 불리 · pH저하시 처리효율 저하 	<ul style="list-style-type: none"> · 처리효율이 좋고 투시도가 양호 · 기후영향이 적음 · 부지면적이 작음 · 부하변동에 대처 곤란 · 슬러지발생량 많음 · 유지관리 기종이 많으며 관리기술이 다소복잡 	<ul style="list-style-type: none"> · 슬러지 발생량이 적고 안정화 · 유지관리가 거의없음 · 부지면적이 작음 · 부지면적이 넓음 · pH, 바람, 온도 등의 변화에 민감
선정		◎	

다. 폐수처리시설 위치 선정

- 폐수처리시설의 위치는 지형적 여건 및 폐수관로, 방류수역의 위치, 주변시설 현황 등을 고려하여 결정하여야 하며, 도시계획, 유역의 특성, 토지이용현황, 방류수역의 물이용 현황 등을 종합적으로 고려하되, 설치비, 운영관리비 등의 경제성과 생태계 보전을 위한 환경성 등을 검토하여 폐수수집 및 처리가 용이한 지역을 선정해야한다.
- 본 마스터 플랜에서는 Na Jom Tien 지역에서 기 계획된 폐수처리시설 부지를 채택하여 폐수처리 계획을 수립하였다.

<그림 5.2-6> 폐수처리시설 위치도



<그림 5.2-7> 폐수처리시설 예정부지



5.2.7 폐수관로 계획

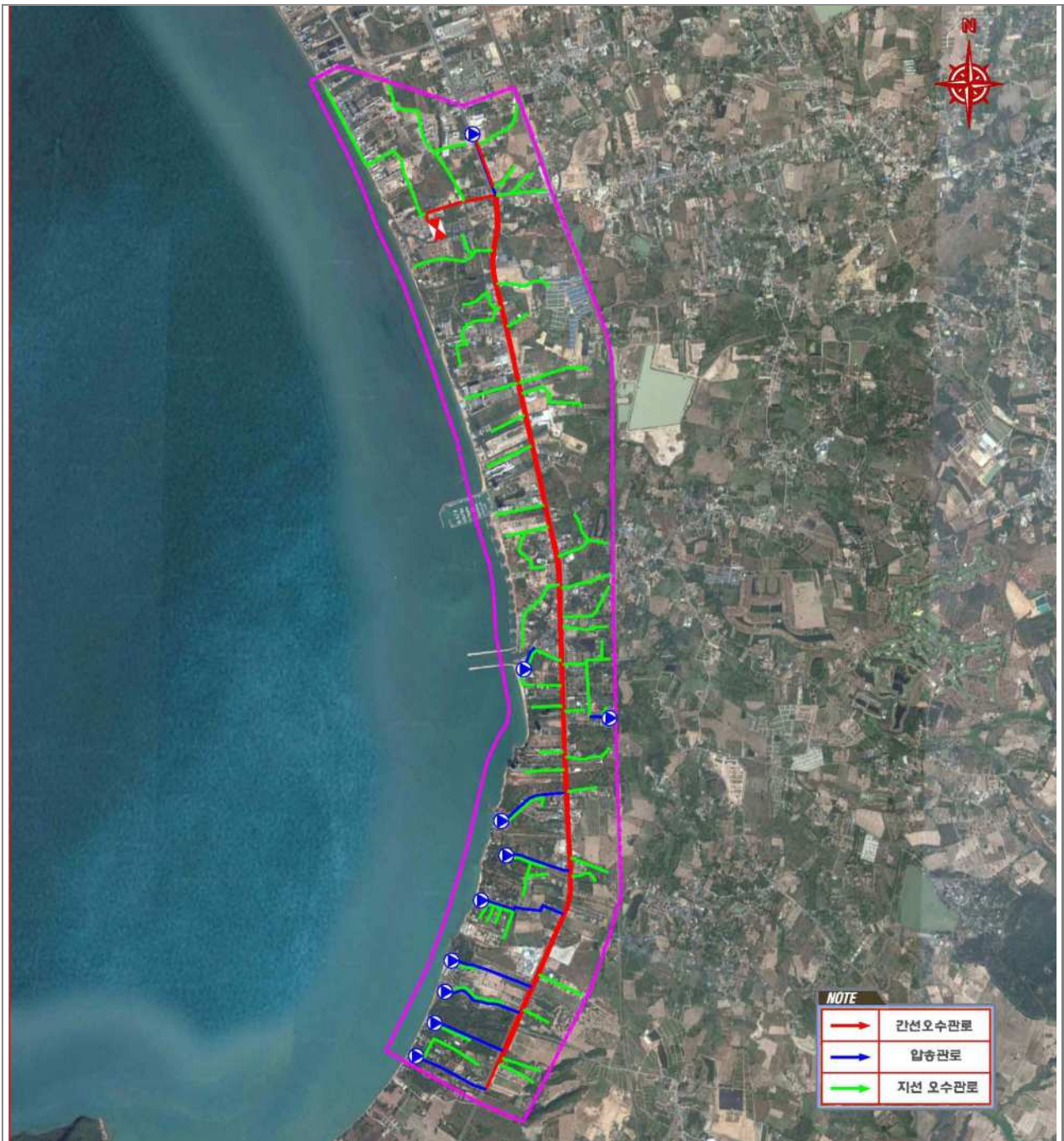
가. 개요

- 현재 합류식 폐수관로 시스템을 운영 중에 있으나 지자체의 희망에 따라 방류수역 수질개선 측면에서 유리한 분류식 배제방식을 최종 목표로 하되, 예산현황을 고려하여 단계별 부분 분류식 배제방식 도입방안이 필요하다.
- 분류식 폐수관로는 관로가 보급된 시설로부터 유역 내의 폐수를 효과적으로 차집하여 폐수처리시설으로 수송키 위하여 설치되는 시설로서 관로시설과 기타 부대시설(펌프장) 등으로 구성된다.
- Na Jom Tien 지역은 장기적으로 폐수관로의 시설이 절대적으로 부족한 실정이므로 단계별로 관로정비 계획을 수립하여야 하며, 기존에 합류식으로 사용하고 있는 폐수관로는 우수관로로 사용하고, 별도의 폐수관로를 매설하여 폐수를 차집한 후 처리시설로 보내도록 계획하여야 한다.

나. 노선계획

■ 현재 Na Jom Tien 지역에서는 현재 분류식 방식의 폐수처리방식을 희망하나 자원부족에 따라 합류식으로 존치중이며, 현재 폐수관로 매설이 체계적으로 매설되어 있지 않아 향후 공사 시 기존 관로와의 연결에 문제가 발생할 가능성이 있으므로 정확한 측량을 통한 적정 노선계획과 관경설정이 필요할 것으로 판단되며 현장조사 결과에 따른 노선계획은 다음과 같다.

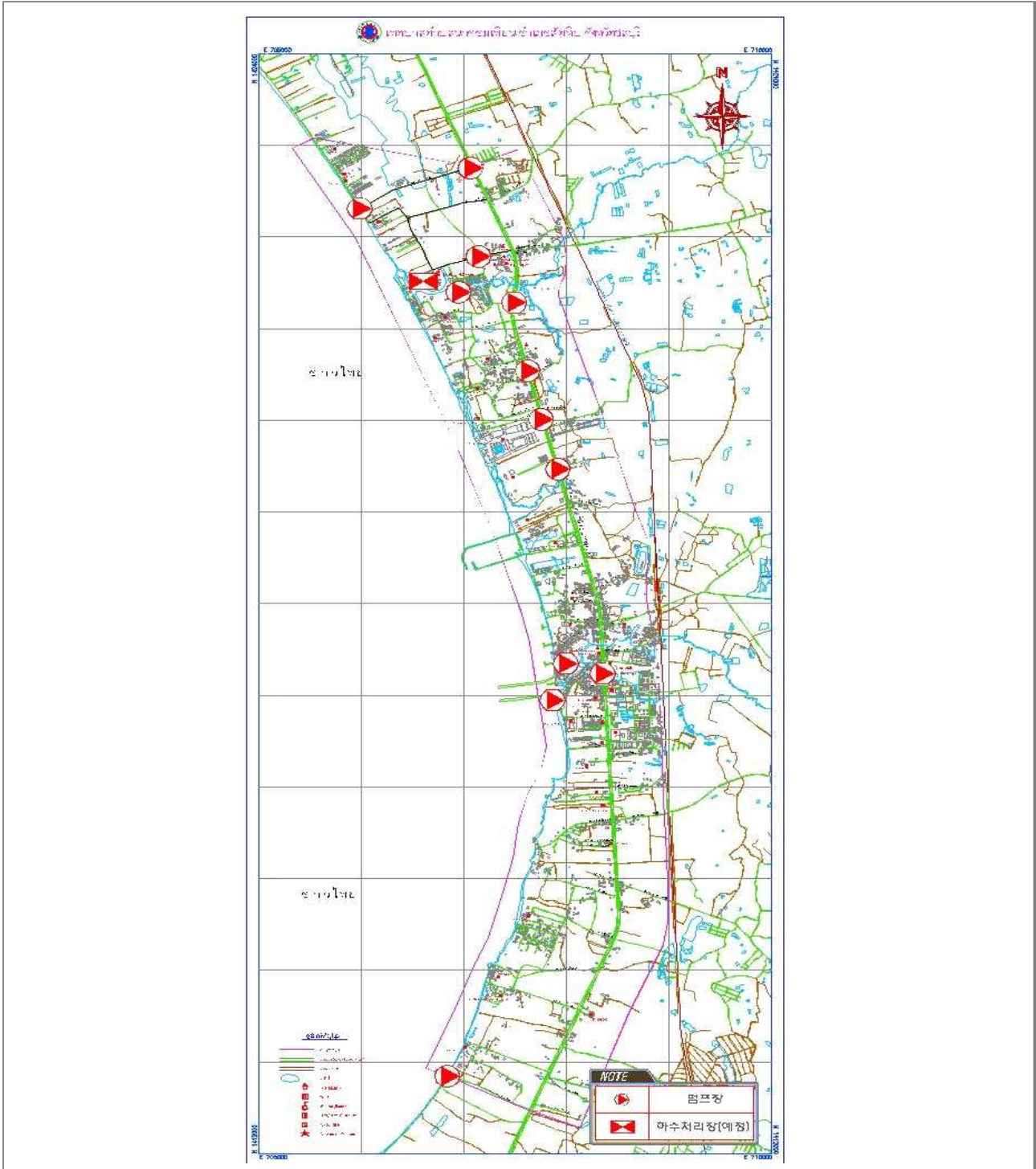
<그림 5.2-8> 폐수관로 노선계획



다. 기존 맨홀펌프장 현황

■ 금회 마스터플랜 수립계획에 따라 Na Jom Tien 지역 기존 펌프장 현황을 파악한 결과 기존 맨홀펌프장은 12곳으로 나타났다. 폐수관로의 노선에 따라 향후 기본설계와 실시설계시 기존 맨홀펌프장을 활용할 수 있는 곳과 활용하지 못하는 시설로 판단하도록 한다. Na Jon Tien 지역 기존 맨홀펌프장 현황은 다음과 같다.

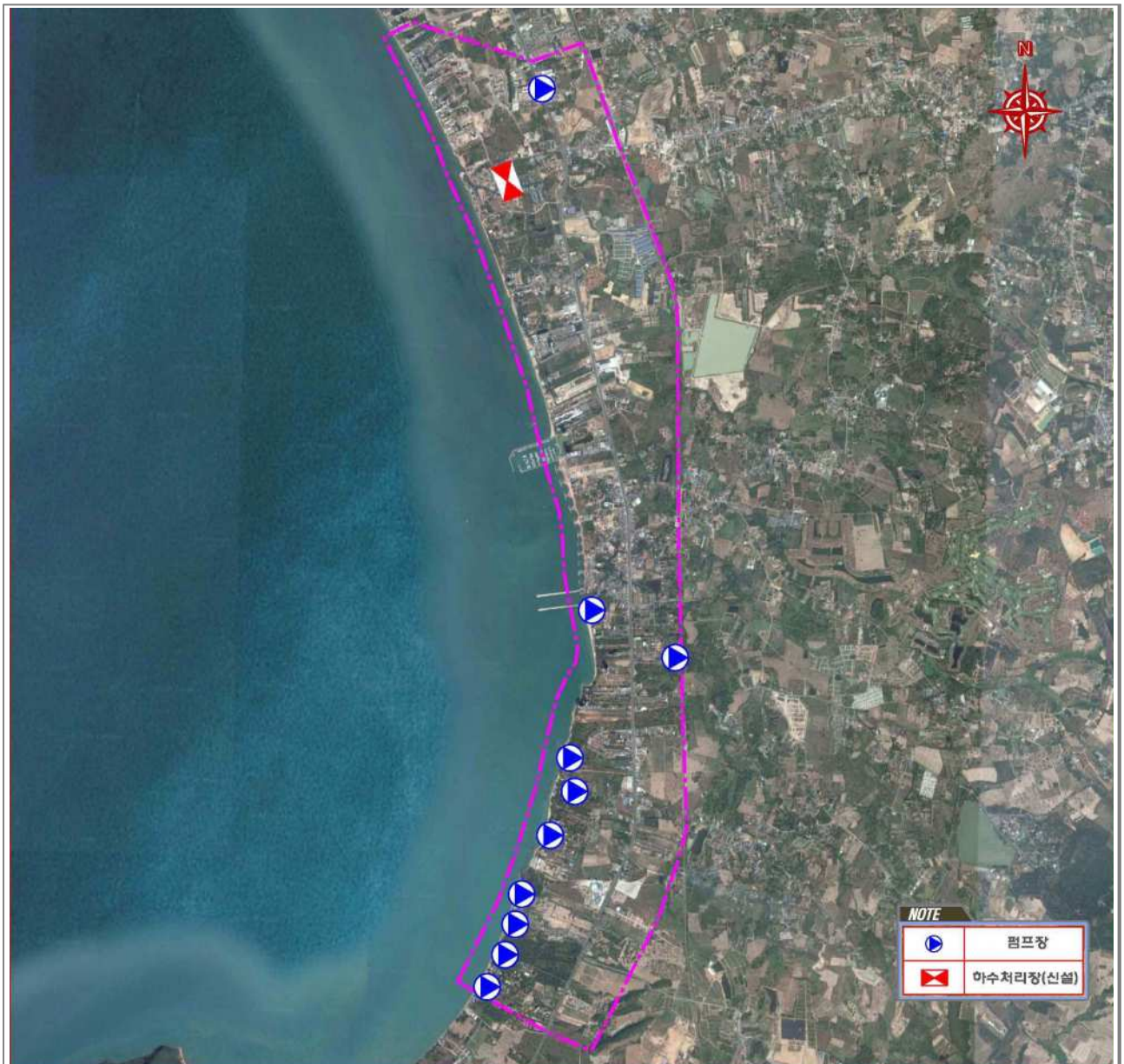
<그림 5.2-10> 기존 맨홀펌프장 현황



라. 맨홀펌프장 계획

■ 폐수관로는 자연유하는 원칙으로 하므로 대상지역의 지형 및 지세와 밀접한 관계가 있다. 따라서 본 계획 대상 처리구역인 Na Jom Tien 지역은 지형 및 지세가 메인 도로를 기준으로 양안의 고저차가 심하며 해안가 저지대에 1개의 차집관로를 부설하여 폐수처리 시설로 이송하는 방법이 가장 합리적이다. 해안을 따라 다수의 휴양시설과 개인의 사유지 및 공공도로의 미형성으로 차집관로 설치가 현실적으로 불가능한 상황이다. 해안가는 저지대이며 도시의 중심부인 간선관로가 계획된 도시의 중심부인 스쿰빗로드는 처리구역 내의 다른 지형보다 약간 고지대이므로 지형적인 요인에 의하여 다수의 펌프시설 설치가 불가피한 상황이다.

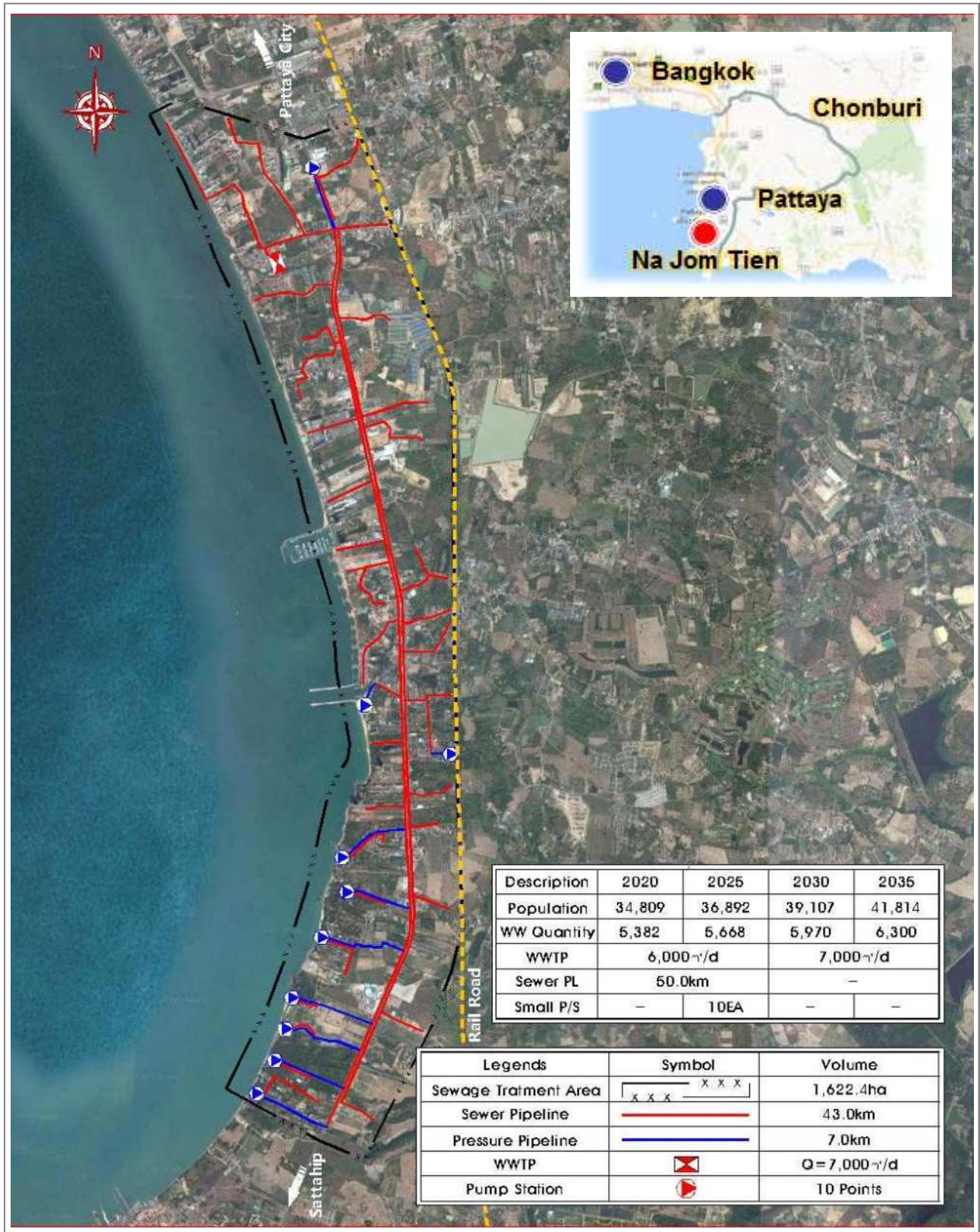
<그림 5.2-9> 펌프장 계획



마. Na Jom Tien 마스터플랜

■ Na Jom Tien 지역 마스터플랜은 다음과 같다.

<그림 5.2-10> Na Jom Tien Master Plan



5.2.8 사업의 효과

가. 정성적 효과

(1) 경제적 효과

- 미처리 폐수로 인한 토양 및 지하수 오염 최소화
- 폐수처리로 인한 공공수역의 수질 보전
- 쾌적한 생활환경 및 주민들의 공중보건 및 위생향상으로 수인성 질병감소
- 기초 인프라시설 구축으로 이지역에 대한 투자환경 개선효과로 지역경제 활성화
- 한국의 폐수 관련 기업 및 인력의 해외진출 기회
- 한국 기업체의 태국 시장 선점 효과 및 향후 환경시장 교두보 확보

(2) 사회적 효과

- 도시미관의 향상 및 악취발생 예방
- 주민들의 보건위생에 대한 인식 증진
- 방류수역에 대한 수질개선을 통한 수질보전
- 우수한 폐수처리시설 구축을 통한 한국의 이미지 제고

나. 정량적 효과

- Na Jom Tien 지역의 폐수처리 설치사업을 통한 정량적 효과를 도출하기 위해 “우리나라의 취업구조 및 노동연관효과(2010년 개정, 한국은행)”의 산업별 고용유발계수(2008년 경상가격 기준)을 이용하여 일자리 창출에 효과를 분석하였다.

<표 5.2-16> 산업별 고용유발계수

구 분	2005년 가격 기준(명/10억원)				2008년 (경상)
	2005년	2006년	2007년	2008년	
농 립 어 업	7.2	7.5	7.3	7.0	7.1
광 업	8.3	8.0	8.3	8.5	7.1
제 조 업	7.2	6.9	6.6	6.7	5.5
전력,가스,수도	3.2	3.1	3.1	2.9	2.4
건 설 업	14.8	15.2	14.8	14.9	12.6
서 비 스 업	12.6	12.6	12.6	12.8	11.6
전 산 업	9.9	9.7	9.5	9.6	8.3

■ Na Jom Tien 지역 폐수처리시설 총 사업비 중 기타비용(컨설팅비, 세금, 예비비등)을 제외한 직접공사비에 건설업 고용계수를 적용한 결과, 창출된 일자리는 611명으로 계상되었다.

<표 5.2-17> 일자리 창출효과 분석

직접공사비		고용계수	창출일자리
백만원	천USD		
41,376	35,979	14.9인/10억원	611명(운영·관리 25명 포함)

자료 : 한국의 취업구조 및 노동연관 효과(2008년, 한국은행)

제6장 Tha Chang 지역 마스터플랜 수립

6.1 지역현황

6.2 Tha Chang지역 마스터플랜 수립

제6장 Tha Chang 지역 마스터플랜 수립

6.1 지역현황

6.1.1 Chanthaburi Province 개황

<표 6.1-1> Chanthaburi Province 개요

위 치	· 태국 동부지방으로 인접한 지방은 동쪽으로는 Trat, 서쪽과 북쪽으로는 Rayong, Chonburi, Chachoengsao, Sa Kaeo 가 위치해 있다.
면 적	· 6,338km ²
행정구역	· 10개 District(Amphoe), 76개Subdistrict(Tambon), 690개 Villages(muban)
인 구	· 527,350명
인구밀도	· 83.2명/km ²

<그림 6.1-1> Tha Chang 위치도



6.1.2 Tha Chang 개황

■ Tha Chang 지역이 속해있는 Mueang Chanthaburi는 태국 동부지방의 Chanthaburi 주의 10개 Amphoe중의 하나이며 면적은 253.0km² 인구는 125,924명이다. 특히 Tha Chang 지역은 도시개발계획이 없는 택지 및 상업지역으로 으로 급속한 인구 증가보다는 점진적인 인구증가가 예상되는 지역이다.

가. 지리 및 지형적 현황

■ Chanthaburi 지역은 남부쪽의 태국 만에 인접한 지역에는 충적토로 구성되어 있으며, 내륙부에는 산지로 구성되어 있고, 가장높은 봉우리는 1,556m의 소이 다오누아 봉이다. 또한, 인접한 프랏 주와 함께 보석의 산출지로 유명하고 루비, 사파이어 등의 보석이 주요 생산품이며 또한 열대 과일인 두리안의 주요 생산지이다.

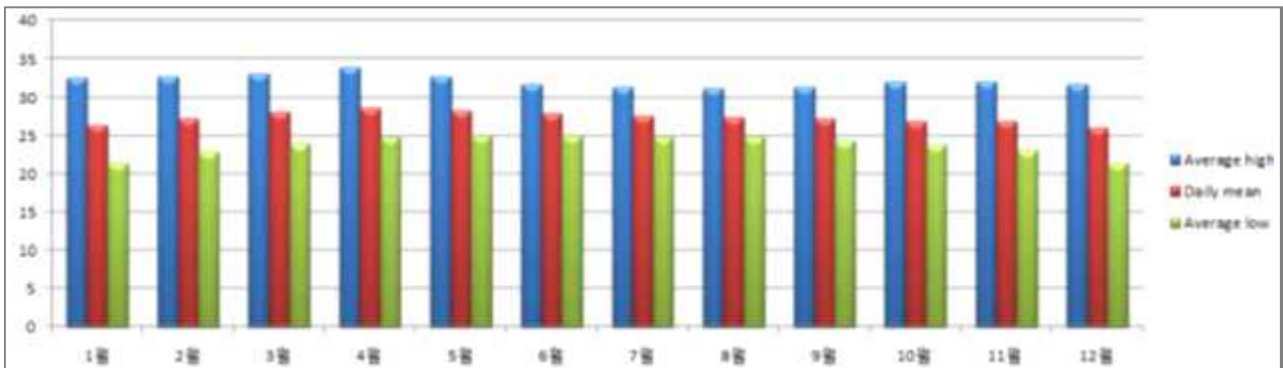
<그림 6.1-2> Tha Chang지역 전경



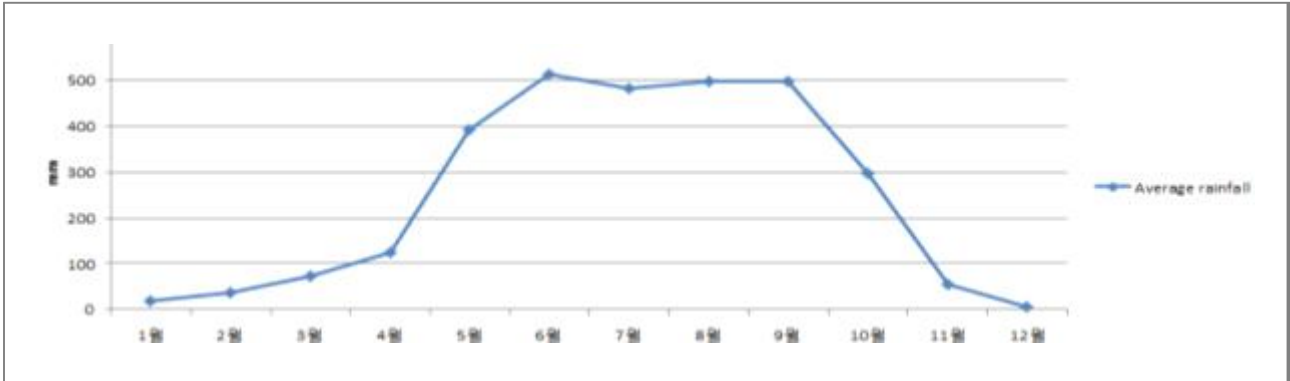
나. 기후 현황

■ Tha Chang 지역은 동남아시아의 전형적인 몬순기후를 나타내고 있으며 1년내내 온도의 변화가 거의 없다. 보통 3계절로 대별되는데, 3월~5월은 고온이고, 6월~10월은 우기이며, 11월~2월은 비교적 저온이다. 강수량은 계절에 따라 나타나며 계절적으로는 건기인 (12월~1월)에 적으며, 우기(4월말~10월)에는 많은 강수량을 보인다. 이 지역은 건기 및 우기가 분명히 구분되는 지역으로 기후 특성상 스콜현상이 자주 일어난다.

<그림 6.1-3> Chanthaburi주 월별 기온



<그림 6.1-4> Chanthaburi주 월별 강수량



6.1.3 인구현황

가. 과거 인구현황

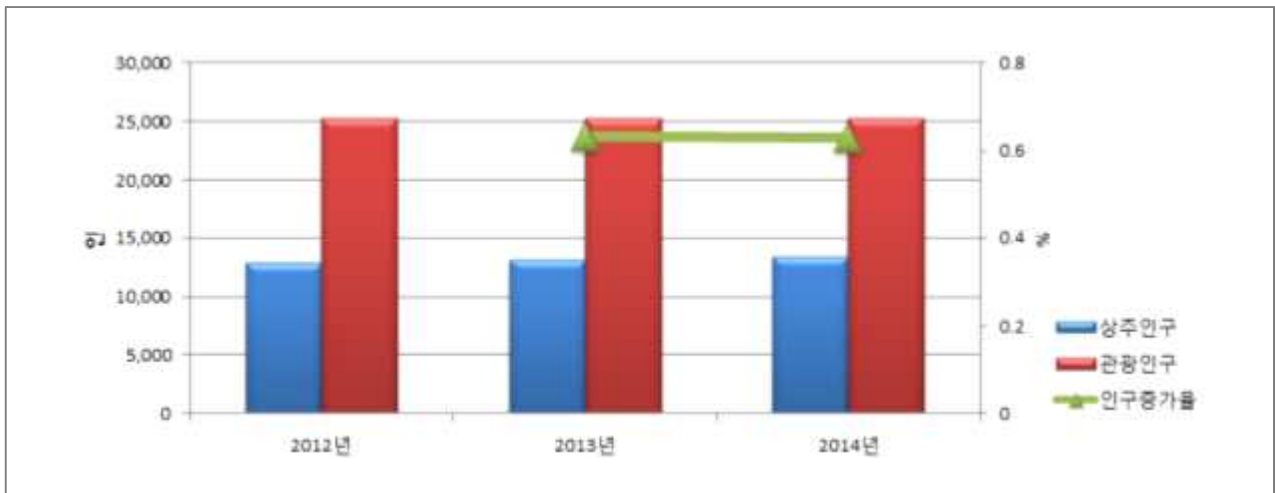
■ Tha Chang 지역은 과거 인구통계 자료가 없고 인구통계 자료의 불충분으로 태국에서 입수한 지방통계 보고서 2014년을 참고하여 최근 3년간의 과거 인구현황을 파악하였다. 과거 인구현황은 다음표와 같다.

<표 6.1-2> Tha Chang의 연도별 과거인구

구분	2012년	2013년	2014년	비고
상주인구	12,887	13,129	13,370	
관광인구	25,256	25,256	25,256	
계	38,143	38,385	38,626	
인구증가율	-	0.6%	0.6%	

자료: Tha Chang Municipality Office

<그림 6.1-5> Tha Chang 인구현황



6.1.4 환경시설현황

가. 폐수 시설현황

- Tha Chang지역은 태국의 다른 지역들과 마찬가지로 주요도로를 위주로 우수배제위주의 합류식 관로 및 측구형태로 설치 및 운영 중이며 타 지역에 비해 폐수관로 시설이 부족한 것으로 조사 되었다.

<그림 6.1-6> Tha Chang의 폐수시설 현황



- 소규모 마을을 처리대상으로 기존과 동일한 라군 타입의 처리시설을 설치계획으로 부지를 확보 하였으나, 타당성 조사 및 폐수처리시설 설계 등은 현재까지 미수행 되었다.
- 또한 지역내 폐수관로 시설용량 부족으로 방류수역 및 지하수를 점차 오염시키고 있는 실정이다. 아래 사진은 합류관로의 방류현황이다.

<그림 6.1-7> Tha Chang의 폐수 방류현황



나. 기존 환경시설 현황

- 현재 하천수를 수원으로 하여 정수시설(시설용량 2,800m³/일)을 통해 상수도 100%를 공급하고 있으며 일부지역은 건기 시를 대비하여 지하수 이용을 위한 고가 저수조를 설치하여 운영중에 있다.

■ 기존 라군타입의 소규모 폐수처리시설(2,800~2,900m³/일)을 설치 운영중에 있으며, 처리시설 주위에 다양한 체육시설을 비치하여 주민친화시설로 활용중에 있다.

<표 6.1-3> Tha Chang 폐수처리시설

구분	Capacity
시설용량	· 2,900m ³ /day
처리방법	· 라군(Lagoon) 형식
가용용량	· 2,900m ³ /day

<그림 6.1-8> Tha Chang Lagoon 위치도



<그림 6.1-9> Tha Chang의 폐수처리시설

기존 폐수처리시설(Lagoon)



다. 폐수시설 문제점 분석

■ 태국은 폐수시설에 대한 관심은 높으나 지식부족 및 투자자본 부족으로 체계적인 유지관리와 자료 수집 등이 이루어지지 않아 상습적인 침수 및 배수불량, 악취발생 등으로 공중보건 위생에 문제가 많은 것으로 판단된다.

- Tha Chang지역은 택지 및 상업지역으로 중·소규모의 처리시설 설치가 필요할 것으로 예상되며, 타 지역에 비해 폐수관로시설이 부족한 것으로 조사되었다.
- 주요도로 밑 빗물 배수의 목적으로 폐수관로가 설치되어 있으나 폐수관로 설치 지역은 상대적으로 크지 않는 편이며 Tha Chang지역의 지형적인 요소를 고려하면 관로 정비 사업시 많은 펌프장의 건설이 필요하다.
- 현재 합류식 배제방식을 운영 중에 있으나, 지자체의 희망에 따라 방류수역 수질개선 측면에서 유리한 분류식 배제방식을 최종목표로 하되, 예산현황을 고려하여 단계별 부분 분류식 배제방식 도입방안 검토가 필요하며 Tha Chang지역은 라군타입의 처리시설을 운영 및 계획 중으로 현재까지는 문제가 없을 수도 있으나, 장래를 고려하여 활성슬러지 공법 등의 개선된 처리공정의 검토 및 제시가 필요하다.

라. 개선 필요사항

- 현재 적용기술 및 장래개량을 고려한 폐수처리시설 도입
- 단계별 부분 분류식 배제방식 도입을 위한 하수도 보급률 향상
- 무단 방류되는 폐수처리를 위한 폐수처리시설 신설
- 유입 수질의 분석 및 먹는물 수질 기준을 고려하여 적절한 폐수처리 공법 도입

6.2 Tha Chang 지역 마스터플랜 수립

6.2.1 계획목표년도 결정

- 하수도분야 계획의 목표연도는 시설의 내구년한, 건설기간 및 시설확장의 어려움 등을 고려하여 한국의 경우 수립예정일을 기준으로 5년 단위로 4단계의 시행단계로 구분함을 원칙으로 하고 있다. 본 마스터 플랜에서도 2035년을 최종목표년도로 하여 4개의 단계로 세분화 하여 단계별 목표연도를 설정하였다.

<표 6.2-1> 단계별 목표년도

구 분	기준년도	1단계	2단계	3단계	4단계	비 고
목 표 년 도	2016년	2020년	2025년	2030년	2035년	

6.2.2 계획구역 설정

- 계획구역의 설정은 폐수처리시설의 현황과 유지관리 상태를 파악하고 각종 폐수처리 시설과 관련시설의 확충 및 보안을 위한 종합적이고 기본적인 작업이다. 또한 계획구역 설정의 목표는 폐수의 원활한 배제 및 폐수의 위생적인 처리와 방류하천의 오염을 방지하는데 있다. 본 마스터 플랜의 계획구역은 Tha Chang 지역에서 계획하고 있는 도시지역을 바탕으로 계획하였으며, 폐수처리 서비스를 공급지역 전체를 계획구역으로 설정하여 본 계획을 수립하였다.

6.2.3 계획인구 산정

가. 과거인구 증가율

- Tha Chang지역은 택지 및 상업지역으로 도시계획 및 택지개발계획은 없으며 이에 따른 급격한 인구증가도 없었다. 인구 증가율은 과거 3년간 약 0.6%(2011~2013년 평균값)로 나타났다.

<표 6.2-2> Tha Chang의 과거인구

구 분	과 거 인 구		계	인구증가율
	상주인구	관광인구		
2 0 1 1 년	12,887	25,256	38,143	-
2 0 1 2 년	13,129	25,256	38,385	0.6%
2 0 1 3 년	13,370	25,256	38,626	0.6%

자료: provincial statistical report, 2014, Chanthaburi

나. 관광인구

- Tha Chang 지역은 택지 및 상업지역으로서 과거 숙박객에 대한 통계가 되어 있지 않는 상황이며 지역 내 숙박업소 현황을 기초로 산정하였다.
- 지역내 관광시설은 Rajabhat Rambhai Bhatti대학과 인접한 골프장 및 Rajabhat Rambhai Bhatti 왕비 생가가 유일하며 연간 방문객수는 24,000명 수준이다
- 지역내 숙박업소는 총 9개소로 총 객실수는 628개로 파악되었다. 이에 따라 금회 계획에서는 숙박율을 100%로 적용하여 숙박객과 일귀객 수를 산정하였다.

<표 6.2-3> Tha Chang의 숙박업소현황

구 분	개소	객실수	수용인원(인)	숙박율	숙박인원(인/일)
호 텔	9	628	2	100%	1,256

자료: Na Jom Tien Municipality Office

다. 장래인구 계획

- 장래 계획인구의 산정은 과거의 인구추이를 파악하고, 자연적 인구증가 및 도시의 발전에 따른 사회적 인구증가 추세 등 복잡하고 다양한 요소를 감안하여 추정해야 하며, 이와 같은 여러 가지 여건에 따라 실제로 그 양상이 달라진다.
- 일반적으로 장래인구를 추정하는 방법으로는 과거인구의 변화추세에 따라 통계학적으로 추정하는 방법과 관련 상위계획상의 인구 지표를 반영하여 추정하는 방법이 있다. 따라서 본 마스터 플랜에서도 향후 인구추정을 위해서 지자체의 인구 계획 자료와 과거 인구를 기초로 수학적 방법으로 추정한 계획인구를 비교하여 장래 계획인구를 적용 하였다.

<표 6.2-4> Tha Chang의 장래계획인구 산정

구 분	계 획 인 구			계
	상주인구	숙박객	일귀객	
2 0 1 6	14,072	1,256	66	15,394
2 0 1 7	14,311	1,256	66	15,633
2 0 1 8	14,552	1,256	66	15,874
2 0 1 9	14,795	1,256	66	16,117
2 0 2 0	15,041	1,256	66	16,363
2 0 2 1	15,289	1,256	66	16,611
2 0 2 2	15,540	1,256	66	16,862
2 0 2 3	15,793	1,256	66	17,115
2 0 2 4	16,048	1,256	66	17,370
2 0 2 5	16,307	1,256	66	17,629
2 0 2 6	16,567	1,256	66	17,889
2 0 2 7	16,830	1,256	66	18,152
2 0 2 8	17,096	1,256	66	18,418
2 0 2 9	17,365	1,256	66	18,687
2 0 3 0	17,635	1,256	66	18,957
2 0 3 1	17,909	1,256	66	19,231
2 0 3 2	18,185	1,256	66	19,507
2 0 3 3	18,301	1,256	66	19,623
2 0 3 4	18,580	1,256	66	19,902
2 0 3 5	18,862	1,256	66	20,184

6.2.4. 각종 기준 선정

가. 급수원단위

- 일반적으로 계획급수량 원단위는 과거 급수사용 실적이나 유사도시의 급수사용 실적으로 바탕으로 산정한다. 태국의 경우 급수원단위는 인구 기준에 따른 원단위를 제시하고 있다.

<표 6.2-5> 태국 급수 원단위

인구	급수원단위	일최대계수
3,000 ~ 10,000	120	1.20
10,001 ~ 20,000	170	1.20
20,001 ~ 30,000	200	1.20
30,001 ~ 50,000	250	1.20
50,001~	300	1.20

참고 : Provincial Waterworks Authority, Department of Water Resources, 2006

나. 폐수전환율

- 폐수전환율은 급수사용량 중 폐수로 전환하여 발생하는 양의 수치로 일반적으로 80-95%가 폐수로 전환된다. 이는 기온, 강수량, 강수일수, 인구변화, 경제성장을, 가구 수, 상수도 요금 인상을 등과 연관되어지거나 특정 인자에 의한 뚜렷한 상관성을 보이지 않으므로 한국의 문헌자료와 태국의 기준을 참고하여 80%로 결정하였다.

<표 6.2-6> 오수전환율

구 분	대한민국	태국	적 용
폐수전환율(%)	80~95	80	80

다. 지하수 유입율

- 수도의 경우 압력관에서 누수는 고려하여야 하나 지하수의 유입은 고려할 필요가 없다. 단 폐수관로는 일반적으로 자연유하에 의존하게 되어 있고 지하수에서 자연수면을 형성하게 되므로 지하수위가 폐수관로 내의 수위보다 높을 경우에는 관점합부 및 맨홀에서 다량의 지하수가 유입된다.
- Tha Chang지역에는 현재 폐수관로 유지관리 시스템이 구축되어 있지 않아 침입수/유입수(I/I) 및 누수량(Exfiltration)의 실측 데이터가 전무함으로 관련 자료를 통해 지하수량을 산정함이 바람직하다.
- 폐수관로는 그 재질 및 구조상, 시공상 절대 수밀이 어려워 지하수 침투가 불가피하므로 폐수시설 계획에서는 폐수발생량에 포함하여 계산하게 된다. 폐수관로의 지하수 유입은

토질, 지하수위, 관 재질, 접합상태, 관경 및 연장에 따라 상이하하며 특히 접합부의 구조와 시공, 오점에 가장 지배를 받아 정확한 추정은 어려운 실정이다.

■ 일반적으로 사용되고 있는 지하수 유입량의 추정 방법은 다음과 같다.

- 폐수관로 1km 당 0.2~0.4 l/sec
- 일최대 폐수량의 10~20%
- 배수면적당 17,500~36,600 l/ha day

■ 한국의 하수도 시설 기준(2011, 한국 상하수도협회)에서는 경험적으로 일최대 폐수량의 10~20%를 적용하도록 규정하고 있다. 또한 Tha Chang 지역의 지하수 유입에 대한 자료 부족으로 한국의 하수도 시설 기준값을 적용하였다.

<표 6.2-7> 지하수 유입율

구 분	지하수 유입범위	적 용
지하수 유입율	일최대 폐수량의 10~20%	10%

자료: 하수도 시설기준(2011, 한국 상하수도 협회)

라. 공장 폐수량 산정

- 공장 폐수는 업종에 따라 그 발생량이 다르고 동일업종이라 하여도 제조공정, 자동화 정도 및 폐수의 회수율에 따라 양과 성분이 매우 다양해진다.
- 현재 Tha Chang지역에는 플라스틱 재활용 공장 1개소가 있으나 발생폐수를 라군 타입 (L10m×W10m×H3m×4개소)의 처리시설에서 자체 처리하고 있으므로 별도로 계상하지 않았다.

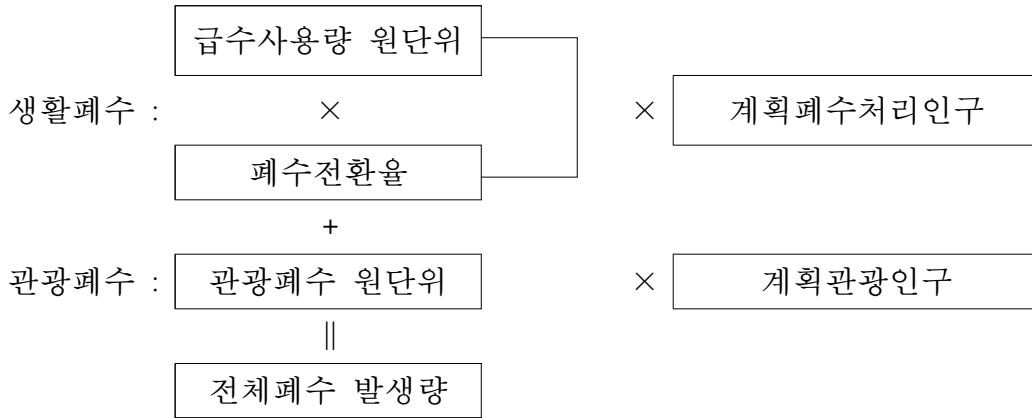
마. 첨두 부하율(Peak Load Factor)

- 첨두부하율은 평균 급수량에 대한 최대급수량의 크기를 나타내는 것이며, 상수도 시설의 규모를 결정하는 주요인자이다. 일반적으로 소규모 도시 일수록 급수량 변동 폭이 커서 첨두부하율 값이 커지고 도시 규모가 커짐에 따라 최대와 평균급수량의 변동 폭이 작아져서 첨두부하율 값이 작아지는 경향이 있다.
- 상수도 소비량은 시간단위, 일단위, 주간 및 월간단위, 그리고 계절단위로 수시로 변하며, 대도시의 규모 및 발전상황, 도시의 성격 등의 특징에 따라 변한다. 일반적으로 첨두부하율은 10년 이상의 자료를 바탕으로 분석하나 태국의 경우 관련자료의 데이터베이스 구축이 전혀 안되어있는 실정이다.

■ “Provincial Waterworks Authority, Department of Water Resources, 2006” 에 따라 본 마스터 플랜에서는 1.2를 적용하였다.

6.2.5 계획 폐수량 산정

■ 폐수는 가정에서 세탁, 요리, 화장실, 청소 등의 생활폐수와 사무실, 상업 건물, 공공시설 등에서 발생하는 상업 폐수, 관광객에 의해 발생하는 관광 폐수, 지하수, 불명수 등을 포함한 기타 용수로 이루어진다. 본 마스터 플랜에 적용한 계획폐수량 산정절차는 다음과 같다.



가. 생활폐수 원단위

■ 생활폐수 발생량 원단위는 위에서 검토한 바와 같이 태국 기준에 제시된 원단위 인 200lpcd를 사용하였다.

<표 6.2-8> Tha Chang 지역 폐수발생량 원단위

구분	단위	2020년	2025년	2030년	2035년	비고
급수량 원단위	LPCD	170	170	170	170	
폐수전환율	%	80				
생활폐수원단위	LPCD	136	136	136	136	

■ 폐수전환율은 급수사용량 중 폐수로 전환하여 발생하는 양의 수치로 일반적으로 80-90%가 상수에서 폐수로 전환 된다. 본 마스터 플랜에서는 태국 기준인 폐수전환율 80%로 적용하여 생활폐수 원단위를 계산하였다.

나. 생활폐수량

■ 본 계획에서 산정한 생활폐수 발생량은 다음과 같다.

<표 6.2-9> Tha Chang 지역 생활폐수량

구분	단위	2020년	2025년	2030년	2035년	비고
상주 인구	인	15,041	16,307	17,635	18,862	
폐수량원단위	LPCD	136	136	136	136	
침투부하율	-	1.20	1.20	1.20	1.20	
생활폐수량	m ³ /일	2,455	2,661	2,878	3,078	

다. 관광폐수

■ Tha Chang 지역의 관광시설은 Rajabhat Rambhai Bhanhi대학과 인접한 골프장 및 Rajabhat Rambhai Bhanhi 왕비 생가가 유일하며 연간 방문객수는 24,000명 수준(관내 숙박업소는 9개소, 총 객실수는 628개)으로 일반적인 택지 및 상업지역이다.

■ 관광객 폐수 발생량은 기후 및 사회 경제 조건 그리고 숙박여부에 따라 차이가 난다. 태국은 관광객에 대한 원단위 기준이 없으므로 한국의 관광원단위 산정기준에 따라 본 계획에서는 숙박객은 폐수량원단위의 50%를 적용하고 일귀객은 폐수량원단위의 15%를 적용한다.

■ 본 계획에서 산정한 관광폐수 발생량은 다음과 같다.

<표 6.2-10> Tha Chang지역 관광폐수량

구분	단위	2020년	2025년	2030년	2035년	비고	
관광인구	숙박객	인	1,256	1,256	1,256	1,256	
	일귀객		66	66	66	66	
관광폐수량 원단위	숙박객	LPCD	68	68	68	68	
	일귀객		20.4	20.4	20.4	20.4	
침투부하율	-	1.2	1.2	1.2	1.2		
관광폐수량	m ³ /일	104	104	104	104		

라. 폐수발생량 산정

■ Tha Chang 지역의 폐수는 택지 및 상업지역으로 목표연도 까지 급격한 폐수량의 증가는 없을 것으로 예상되며 4단계의 목표연도인 2035년까지 단계별로 폐수처리 용량을 계획하였다.

<표 6.2-11> Tha Chang 계획폐수 발생량

구 분	단위	2020년	2025년	2030년	2035년	비 고
총인구	인	16,363	17,628	18,957	20,184	
생활폐수 발생량	m ³ /일	2,455	2,661	2,878	3,078	
관광폐수 발생량	m ³ /일	104	104	104	104	
지하수 유입량	m ³ /일	256	277	298	318	일일발생 오수량 10%
계획 폐수량	m ³ /일	2,815	3,042	3,280	3,501	

마. 계획 방류수 수질

■ 앞 절의 Na Jom Tien 지역의 마스터플랜과 같이 계획 방류수질은 아래와 같이 계획하였다.

<표 6.2-12> 방류수 수질기준

구 분	한국						태국
	1983.03	1993.07	1996.01	2001.10	2011.01	2012.01	
BOD	30	30	20	10	10	5	20
COD	-	50	40	40	40	20	120
SS	70	70	20	10	10	10	30
TN	-	-	60	20	20	20	-
TP	-	-	8	2	2	0.2	-
대장균군	-	-	-	3,000	3,000	1,000	-
생태독성	-	-	-	-	1	1	-
적 용			단기 (본계획 적용)		장기		

6.2.6 폐수처리시설 공급계획

■ Tha Chang 지역은 주요 도로를 위주로 우수배제위주의 합류식관로 및 측구 형태의 폐수관로가 설치 및 운영 중이며, 기존 라군 타입의 소규모 폐수처리시설(2,800m³/일)을 설치 운영 중에 있다. Tha Chang지역은 타 지역에 비해 폐수관로 시설이 부족한 실정이므로 장래 관로 정비사업과 함께 활성슬러지 공법 등의 개선된 처리공정이 필요할 것으로 판단된다.

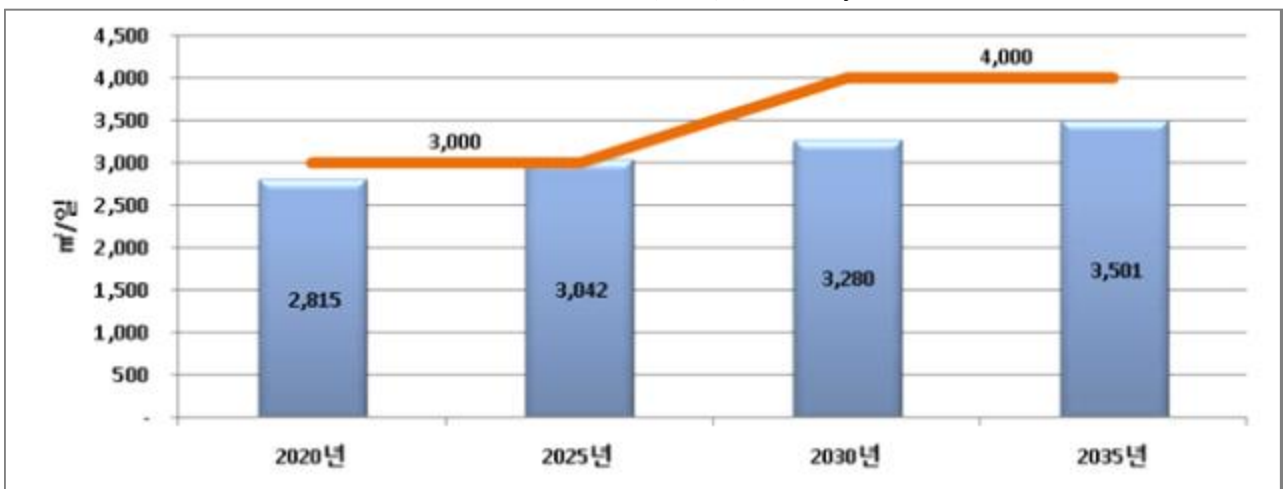
가. 폐수처리시설 시설용량

■ 폐수처리시설의 시설계획은 효율성, 경제성뿐만 아니라 안전성, 신뢰성, 장래 확장 가능성 등에 고려하여 결정하여야 한다. 대상 지역은 택지 및 상업지역으로 중·소규모의 처리시설 설치가 필요할 것으로 예상된다. 따라서 계획폐수량에 여유율을 고려하여 시설용량을 아래와 같이 계획하였다.

<표 6.2-13> 시설용량

구 분	2020년	2025년	2030년	2035년	비 고
폐수발생량	2,815m ³ /일	3,042m ³ /일	3,280m ³ /일	3,501m ³ /일	
단 계	1단계		2단계		
시 설 용 량	3,000m ³ /일		4,000m ³ /일		

<그림 6.2-1> 시설계획(m³/day)

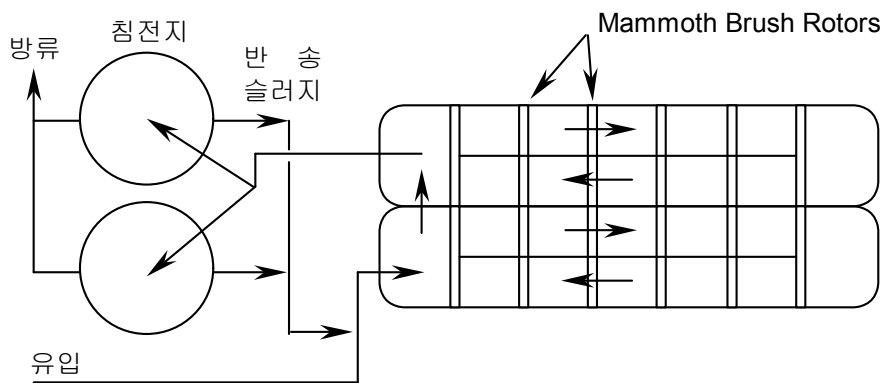


나. 폐수처리시설 공법선정

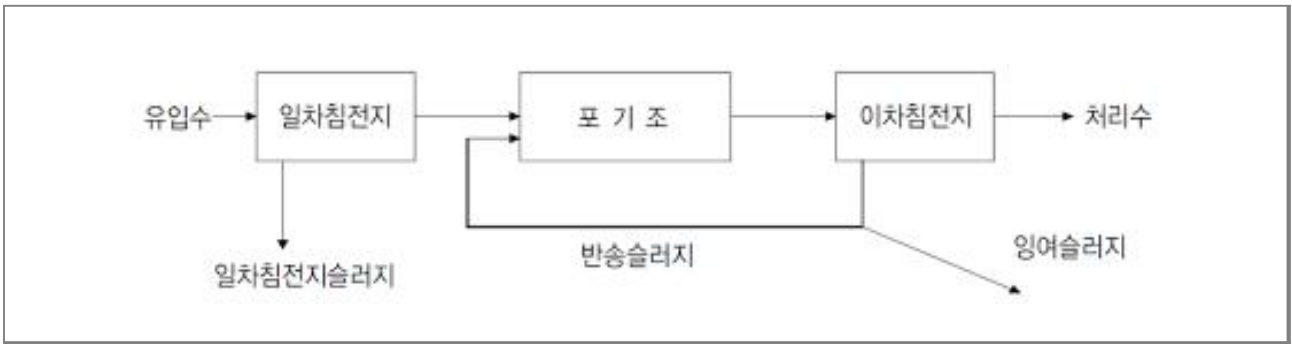
(1) 산화구법(Oxidation Ditch)

- 산화구법은 폐수와 슬러지의 혼합액을 산화구 폭기조(깊이 1.5m~3.5m, 폭 2.0~10.0m 정도의 수로)에 유입되도록 하여 Rotor에 의해 폭기 및 순환 후 침전지에서 고액분리시키고, 침전된 슬러지의 일부는 산화구 폭기조로 반송하여 폐수처리에 재이용되며, 잉여슬러지는 슬러지 처리시설로 이송하여 처리한다.
- 처리공정에서 발생된 잉여슬러지는 장시간 산화로 안정되어 소화조 등과 같은 처리단계가 필요 없이 기계적인 탈수에 의해 비료 등으로 이용이 가능하고, 1차 침전지를 설치하지 않을 수도 있으며, 수로의 길이를 길게 하여 일부에 혐기성 영역을 형성시킬 경우 질산화(Nitrification) 및 탈질(Denitrification)효과를 동시에 기대할수 있다.

<그림 6.2-2> 산화구법의 처리계통도



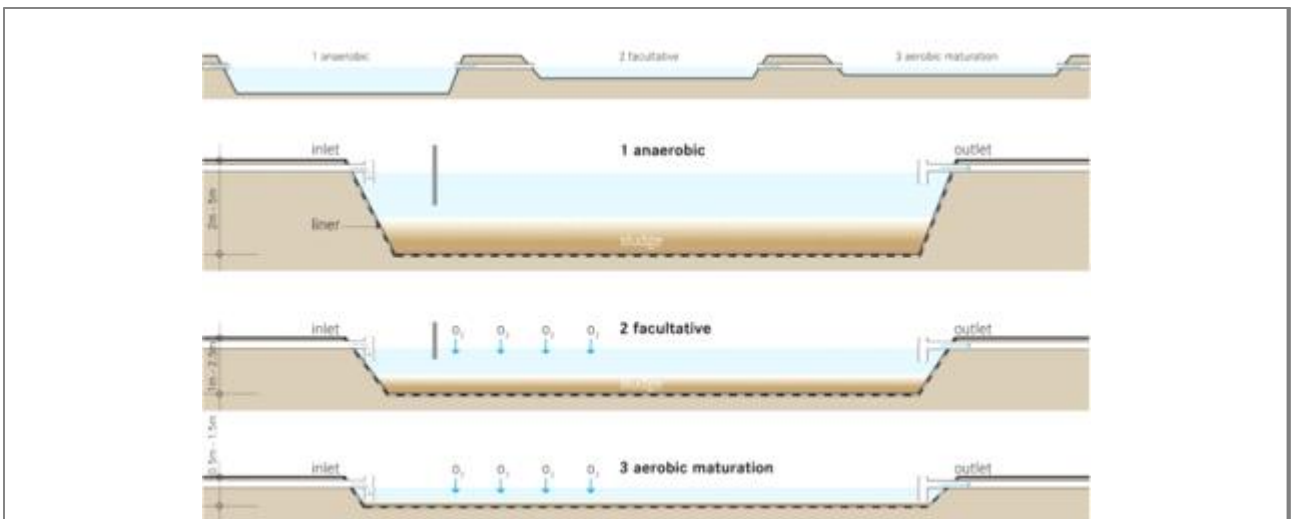
<그림 6.2-3> 표준활성슬러지법의 처리계통도



(3) 안정화지(Waste Stabilization Pond)

- 안정화지는 라군이나 산화지 등 주로 넓은 부지면적이 소요되는 처리공법으로써 바람에 의한 표면포기와 조류의 탄소동화작용에 의한 광합성으로 산소를 공급하여 유기물을 제거하는 방식과 기계식 표면포기기 등을 이용하는 호기식 안정화지로 구분한다.
- 조류에 의한 산소생산량은 유입폐수내에 있는 영양소의 양과 질, 일조시간, 온도, 체류시간, pH 및 혼화정도에 따라 처리효율이 결정된다. 유기물의 제거에 있어서는 온도가 매우 중요한 역할을 하는데 연중 기준 처리효율을 계속 유지하기 위해서는 겨울철을 기준으로 설계하나, 겨울철 최저 기준을 적용할시 조의 면적이 과다하게 커질 우려가 있으므로, 사업지역의 기후 및 지형현황과 경제성, 소요 부지 매입비용 등을 감안하여 합리적인 설계인자의 적용이 필요하다.
- 지의 구성은 혐기성조, 임의성조, 숙성조로 이루어지며 기계 및 전기설비가 거의 소요되지 않아 전력공급이 어렵고, 부지매입비가 적게 드는 개발도상국에서 주로 적용하는 공법으로써, 충분한 체류시간이 확보된다면 유기물 제거 효율도 상당히 우수하며, 유지관리비용이 적고, 운전이 쉽다.

<그림 6.2-4> 안정화지의 처리계통도



(4) 폐수처리공정 선정

■ Tha Chang 지역의 기존 폐수처리장은 안정화지(라군) 처리공법을 사용하고 있으며, 이는 처리효율이 떨어져 일부 기간동안 악취가 발생하고 있으며 소요부지가 많이 소요되는 공법으로 가장 원초적인 처리공법이다.

■ 이에 본 계획에서는 Na Jom Tien 지역과 같이 “표준활성 슬러지공법”으로 계획하였다.

<표 6.2-14> 폐수 처리공법 비교

구 분	산화구법	표준활성슬러지법	안정화지
1.처리기능 ①처리효과 -BOD제거율 ②부하변동에 대한 안정성 ③기후에 대한 영향	<ul style="list-style-type: none"> · 80~90% · 반응조 체류시간이 길어 대응용이 · 수온이 5℃ 이하일 경우 효율저하 우려 	<ul style="list-style-type: none"> · 90~95% · 유입수량, 수질의 변동이 큰 경우 효율저하 · 비교적 기후영향이 적음 	<ul style="list-style-type: none"> · 90%이상 · 반응조 체류시간이 길어 대응용이 · 수온저하시 효율저하
2.유지관리 ①공정관리 ②유지관리	<ul style="list-style-type: none"> · 용이 · pH저하시 알칼리도 회수설비 필요 · 관리기종이 작음 · 포기기 및 송풍기 · 슬러지 제거기 · 슬러지 펌프 · 스크제거 	<ul style="list-style-type: none"> · 다소 어려움 · 처리공정이 타방식에 비해 복잡함 · 유지관리 기종이 많음 · 산기장치, 송풍기 · 슬러지 제거기 · 슬러지펌프 	<ul style="list-style-type: none"> · 용이 · 자연조건에 의한 유기물제거로 별다른 공정 관리기술이 필요없음 · 기계설비 없음
3.경제성 -건설비 -유지관리비	<ul style="list-style-type: none"> · 높음 · 저렴 	<ul style="list-style-type: none"> · 다소 높음 · 높음 	<ul style="list-style-type: none"> · 저렴 · 가장저렴
4.장·단점 비교 ①장점 ②단점	<ul style="list-style-type: none"> · 슬러지 발생량이 적음 · 유지관리가 용이 · 부하변동 대처용이 · 질소처리 가능 · 동절기 효율저하가 우려됨 · 부지면적이 넓음 · 경제성면에서 불리 · pH저하시 처리효율 저하 	<ul style="list-style-type: none"> · 처리효율이 좋고 투시도가 양호 · 기후영향이 적음 · 부지면적이 작음 · 부하변동에 대처 곤란 · 슬러지발생량 많음 · 유지관리 기종이 많으며 관리기술이 다소복잡 	<ul style="list-style-type: none"> · 슬러지 발생량이 적고 안정화 · 유지관리가 거의없음 · 부지면적이 작음 · 부지면적이 넓음 · pH, 바람, 온도 등의 변화에 민감
선정		◎	

다. 폐수처리시설 위치 선정

- 폐수처리시설의 위치는 지형적 여건 및 폐수관로, 방류수역의 위치, 주변시설 현황 등을 고려하여 결정하여야 하며, 도시계획, 구역의 특성, 토지이용현황, 방류수역의 물이용 현황 등을 종합적으로 고려하되, 설치비, 운영관리비 등의 경제성과 생태계 보전을 위한 환경성 등을 검토하여 폐수수집 및 처리가 용이한 지역을 선정해야하나다.
- 본 마스터플랜에서는 Tha Chang 지역에서 기 계획된 폐수처리시설 부지를 채택하고 또한 현재 처리시설 예정부지는 부족할 것으로 예상되므로 추가 부지 확보방안을 검토하여 지역 관계자와 검토 및 협의가 필요할 것으로 예상된다.

<그림 6.2-6> 폐수처리시설 위치도



<그림 6.2-7> 폐수처리시설 예정부지 및 주변전경



6.2.7 폐수관로 계획

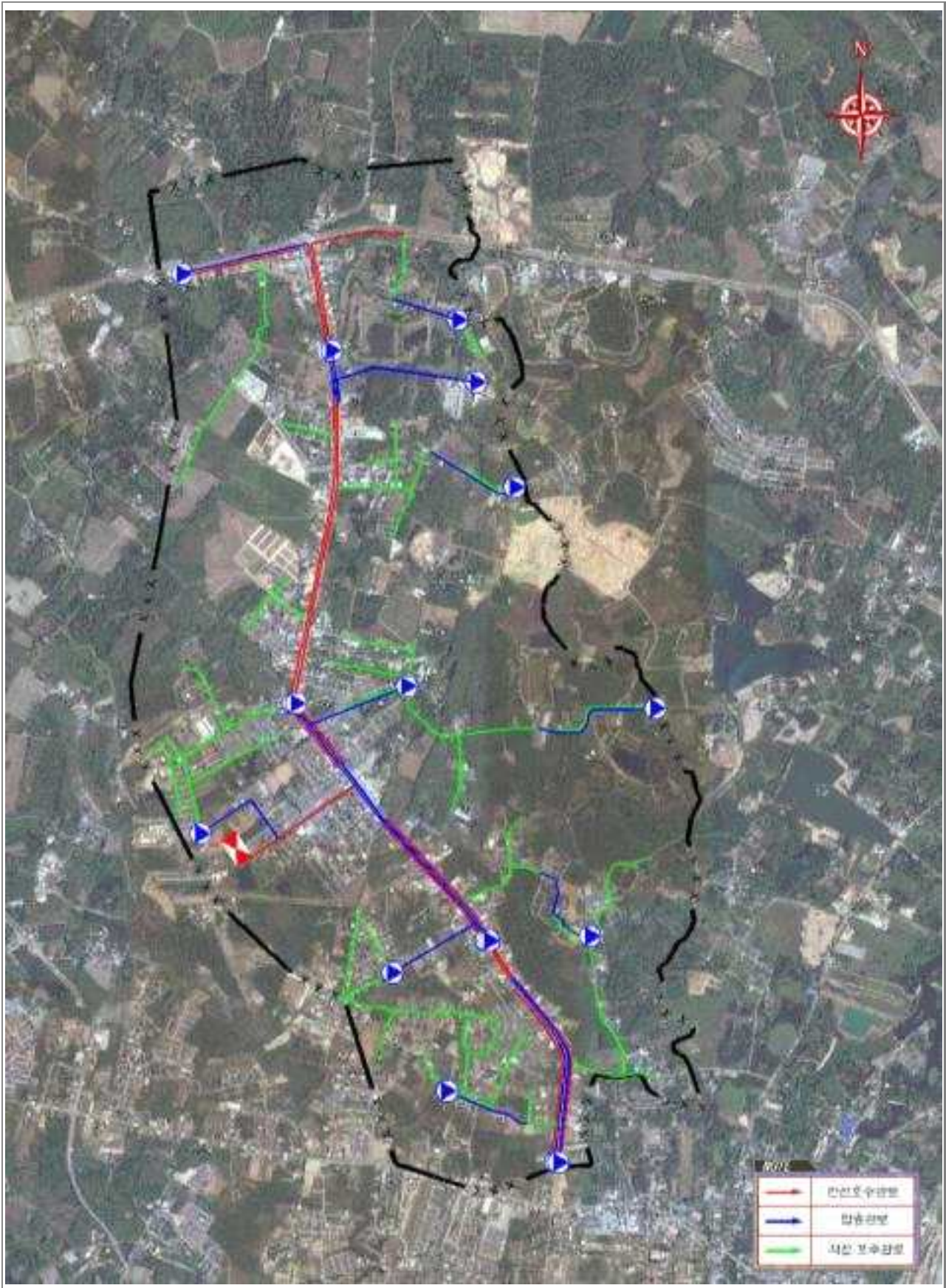
가. 개요

- 현재 합류식 폐수관로 시스템을 운영 중에 있으나 지자체의 희망에 따라 방류수역 수질개선 측면에서 유리한 분류식 배제방식을 최종 목표로 하되, 예산현황을 고려하여 단계별 부분 분류식 배제방식 도입방안이 필요하다.
- 분류식 폐수관로는 관로가 보급된 시설로부터 유역 내의 폐수를 효과적으로 차집하여 폐수처리장으로 수송키 위하여 설치되는 시설로서 관로시설과 기타 부대시설(펌프장)등으로 구성된다.
- Tha Chang 지역은 타지역에 비해 폐수관로의 시설이 절대적으로 부족한 실정이므로 단계별로 관로정비 계획을 수립하여야 하며, 기존에 합류식으로 사용하고 있는 폐수관로는 우수관로로 사용하고, 별도의 폐수관로를 매설하여 폐수를 차집한 후 처리시설로 보내도록 계획하여야 한다.

나. 노선계획

- 현재 Tha Chang 지역에서는 현재 분류식 방식의 폐수처리방식을 희망하나 자원부족에 따라 합류식으로 존치중이며, 현재 폐수관로 매설이 체계적으로 매설되어 있지 않아 향후 공사 시 기존 관로와의 연결에 문제가 발생할 가능성이 있으므로 정확한 측량을 통한 적정 노선계획과 관경설정이 필요할 것으로 판단되며 노선계획은 다음과 같다.

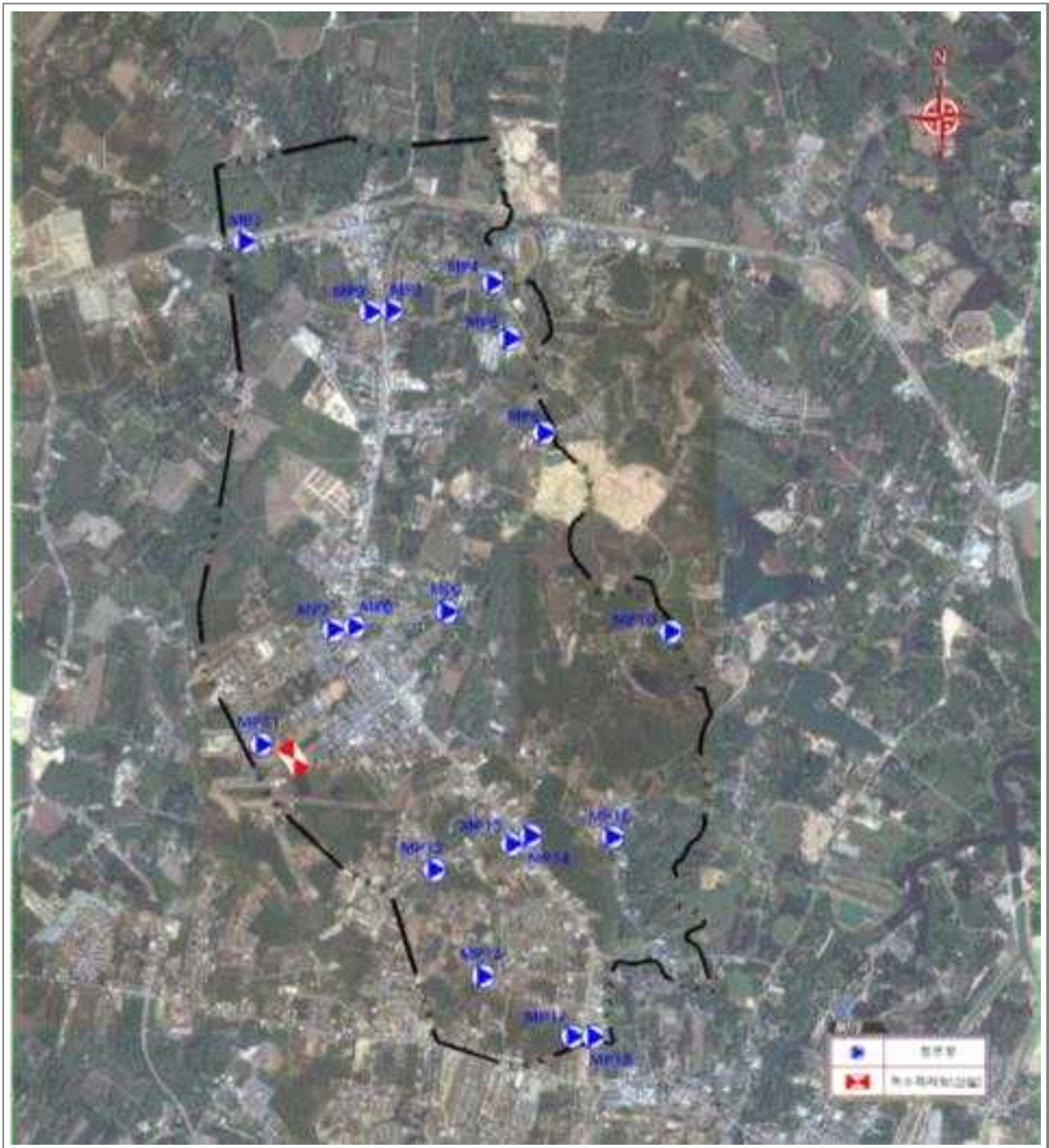
<그림 6.2-8> 오수관로 노선계획



다. 맨홀펌프장 계획

■ 폐수관로는 자연유하는 원칙으로 하므로 대상지역의 지형 및 지세와 밀접한 관계가 있다. 따라서 본 계획 대상 처리구역인 Tha Chang 지역은 지형 및 지세가 메인 도로인 316도로를 기준으로 양안의 고저차가 심하며 그로인해 자연유하 방식으로 폐수 이송이 되지 않아 불가피한 다수의 펌프시설 설치가 필요하게 되었다.

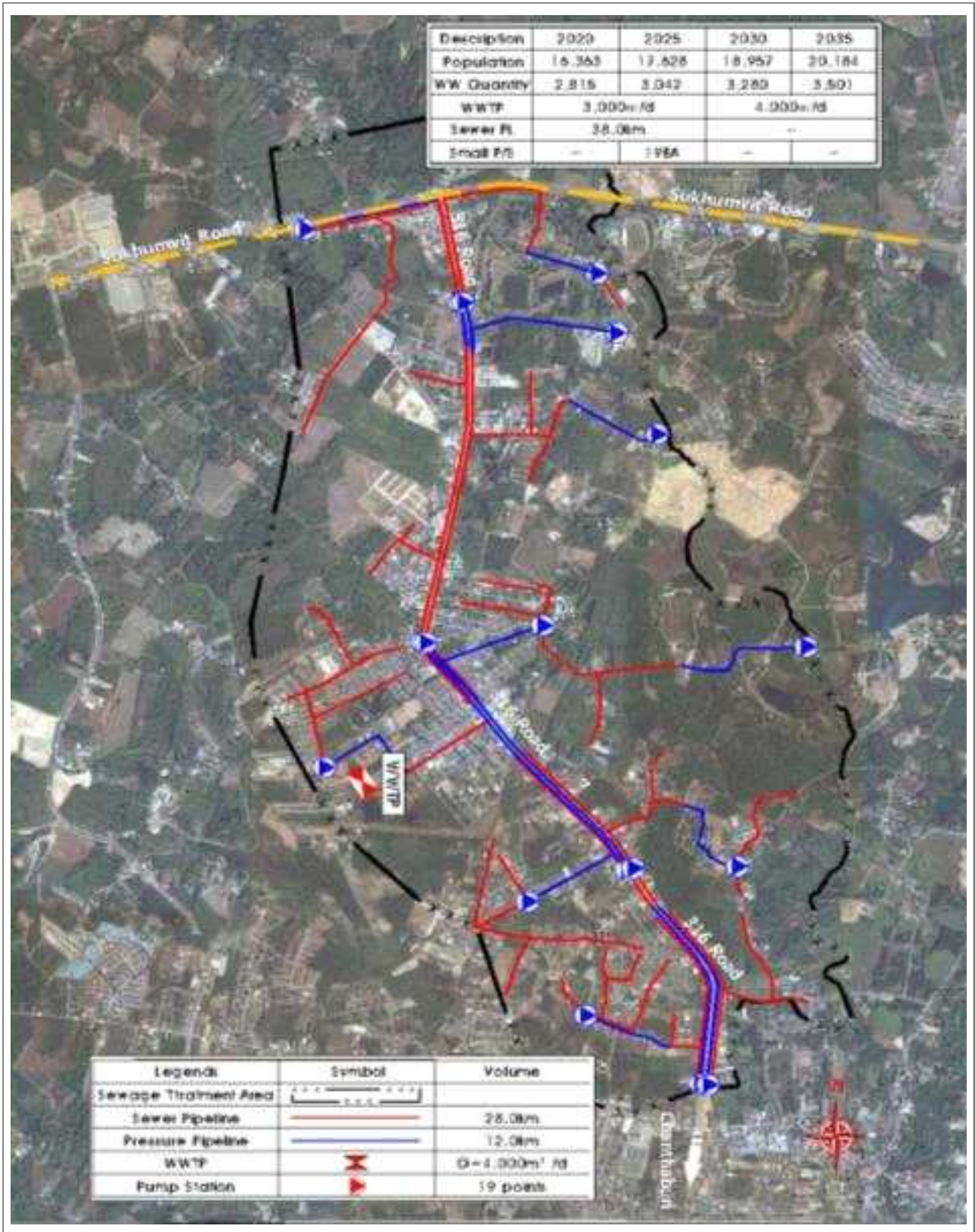
<그림 6.2-9> 펌프장 계획



라. Tha Chang 마스터플랜

■ Tha Chang지역 마스터플랜은 다음과 같다.

<그림 6.2-9> Tha Chang Master Plan



6.2.8 사업의 효과

가. 정성적 효과

(1) 경제적 효과

- 미처리 폐수로 인한 토양 및 지하수 오염 최소화
- 폐수처리로 인한 공공수역의 수질 보전
- 쾌적한 생활환경 및 주민들의 공중보건 및 위생향상으로 수인성 질병감소
- 기초 인프라시설 구축으로 이지역에 대한 투자환경 개선효과로 지역경제 활성화
- 한국의 하수도 관련 기업 및 인력의 해외진출 기회
- 한국 기업체의 태국 시장 선점 효과 및 향후 환경시장 교두보 확보

(2) 사회적 효과

- 도시미관의 향상 및 악취발생 예방
- 주민들의 보건위생에 대한 인식 증진
- 방류수역에 대한 수질개선을 통한 수질보전
- 우수한 폐수처리 공급시설 구축을 통한 한국의 이미지 제고

나. 정량적 효과

- Tha Chang 지역의 폐수처리 설치사업을 통한 정량적 효과를 도출하기 위해 “우리나라의 취업구조 및 노동연관효과(2010년 계정, 한국은행)”의 산업별 고용유발계수(2008년 경상가격 기준)을 이용하여 일자리 창출에 효과를 분석하였다.

<표 6.2-15> 산업별 고용유발계수

구 분	2005년 가격 기준(명/10억원)				2008년 (경상)
	2005년	2006년	2007년	2008년	
농 립 어 업	7.2	7.5	7.3	7.0	7.1
광 업	8.3	8.0	8.3	8.5	7.1
제 조 업	7.2	6.9	6.6	6.7	5.5
전력,가스,수도	3.2	3.1	3.1	2.9	2.4
건 설 업	14.8	15.2	14.8	14.9	12.6
서 비 스 업	12.6	12.6	12.6	12.8	11.6
전 산 업	9.9	9.7	9.5	9.6	8.3

■ Tha chang 지역 폐수처리시설 총 사업비 중 기타비용(컨설팅비, 세금, 예비비등)을 제외한 직접공사비에 건설업 고용계수를 적용한 결과, 창출된 일자리는 432명으로 계상되었다.

<표 6.2-16> 일자리 창출효과 분석

직접공사비		고용계수	창출일자리
백만원	천USD		
29,537	25,685	14.9인/10억원	432명(운영·관리 25명 포함)

자료 : 한국의 취업구조 및 노동연관 효과(2008년, 한국은행)

제 7장 Pluak Daeng지역 마스터플랜 수립

7.1 Plauk Daeng, Rayong province

지역현황

7.2 Plauk Daeng지역 마스터플랜 수립

제7장 Pluak Daeng지역 마스터플랜 수립

7.1 Pluak Daeng, Rayong province 지역현황

7.1.1 Rayong province 개황

<표 7.1-1 Rayong Province 개요>

위치	<ul style="list-style-type: none"> • Rayong 주는 서쪽 시계방향으로 Chonburi, Chanthaburi 주와 이웃하며, 남쪽으로는 타이만과 접하고 있다 • Pluak Daeng 지역은 Rayong 주의 북서쪽에 위치하며 Chonburi Province의 Bang Lamung, Si Racha, Nong Yai와 접하고 있다.
면적	<ul style="list-style-type: none"> • Rayong 주: 3,552km² • Pluak Daeng: 618.34km²
행정구역	<ul style="list-style-type: none"> • Rayong 주: 8개 District(Amphoe), 54개 Subdistrict(Tambon), 30개 Municipality(Thetsaban) • Pluak Daeng: 6개 Subdistrict(Tambon), 2개 Municipality(Thetsaban)
인구	<ul style="list-style-type: none"> • Rayong 주: 6,88,999명(2015년)
인구밀도	<ul style="list-style-type: none"> • Rayong 주: 194.0명/km²

<그림 7.1-1 Rayong 주 위치도>

		
	Rayong 주	Pluak Daeng
	1. Mueang Rayong	1. Pluak Daeng
	2. Ban Chang	2. Ta Sit
	3. Klaeng	3. Lahan
	4. Wang Chan	4. Maenam Khu
	5. Ban Khai	5. Map Yang Phon
	6. Pluak Daeng	6. Nong Rai
	7. Khao Chamao	
8. Nikhom Phatthana		

<표 7.1-2 Rayong 주 행정구역 현황>

District	면적 (km ²)	Municipality			Subdistrict
		City	Town	Subdistrict	
1. Mueang Rayong	514,547	1	1	6	7
2. Ban Chang	238,372	-	1	3	1
3. Klaeng	788,463	-	-	8	9
4. Wang Chan	395,249	-	-	1	4
5. Ban Khai	489,075	-	-	3	5
6. Pluak Daeng	618,341	-	-	2	6
7. Khao Chamao	269,950	-	-	1	3
8. Nikhom Phatthana	238,000	-	-	3	2
계	3,551,997	1	2	27	54

자료: Department of Provincial Administration, Ministry of Interior

7.1.2 자연적 현황

가. 지리 및 지형적 현황

- Rayong 주의 북쪽 지역은 낮은 언덕지형을 이루고 있지만 대부분의 지형은 낮은 해안 평야지대로 구성되어있다.
- Pluak Daeng 지역은 낮은 산들이 산발적으로 분포하여 지형의 기복이 심하며 Rayong 주의 중요 식수원인 Nong Pla Lhai Reservoir가 지역의 중앙에 위치하고 있다.

나. 기후 현황

- Rayong 주는 열대 사바나 기후를 보이며, 계절적 기온, 강수량, 습도의 특성은 다음과 같다.

<표 7.1-3 Rayong 주 계절적 기온 특성, 2014년~2015년 >

(단위: °C)

구분	2014년			2015년		
	평균	최대	최소	평균	최대	최소
1월	28.0	34.0	23.0	20.9	26.0	16.4
2월	29.2	33.0	22.7	23.9	27.1	19.5
3월	-	34.7	23.5	27.6	28.5	23.5
4월	29.8	33.5	23.5	26.8	29.0	23.5
5월	30.3	32.4	23.5	28.3	29.9	24.2
6월	29.0	31.5	23.9	27.2	29.5	23.0
7월	28.5	31.5	23.2	27.9	29.5	23.0
8월	28.5	32.0	23.0	27.1	29.0	23.6
9월	28.1	32.8	23.2	25.8	28.9	23.2
10월	26.9	34.4	22.4	24.9	27.5	23.0
11월	27.4	32.0	16.0	24.8	25.7	24.0
12월	24.1	-	-	23.8	26.4	20.0

자료: Rayong Meteorological Station

<표 7.1-4 Rayong 주 계절적 강수량 특성, 2014년~2015년 >

(단위: mm)

구분	2014년			2015년		
	강수량	강우일수	일최대 강수량	강수량	강우일수	일최대 강수량
1월	-	-	-	1.4	2.0	1.3
2월	12.8	4.0	11.2	38.8	3.0	16.6
3월	2.0	3.0	1.0	28.9	5.0	12.5
4월	44.7	3.0	29.0	25.4	4.0	16.3
5월	22.0	5.0	9.3	175.6	11.0	22.2
6월	124.1	18.0	23.6	233.2	16.0	53.5
7월	80.1	8.0	42.6	52.5	11.0	10.2
8월	133.3	13.0	69.1	107.9	10.0	54.7
9월	108.3	12.0	30.1	407.3	17.0	103.1
10월	420.8	19.0	148.7	228.5	18.0	54.0
11월	95.6	7.0	15.8	108.5	9.0	40.3
12월	6.2	3.0	4.5	41.6	3.0	40.2
계	1,049.9	95.0	-	1,449.6	109.0	-

자료: Rayong Meteorological Station

<표 7.1-5 Rayong 주 계절적 습도 특성, 2014년~2015년 >

구분	2014년				2015년			
	평균	평균최대	평균최소	최소	평균	평균최대	평균최소	최소
1월	76.03	88.26	63.68	35.00	76.21	81.52	70.90	54.00
2월	79.17	88.30	69.28	48.00	70.98	78.96	62.99	66.38
3월	76.51	82.53	67.71	39.00	78.07	79.55	76.58	74.75
4월	77.03	83.55	69.97	46.00	75.88	78.89	72.86	70.75
5월	77.21	89.18	71.55	61.00	76.60	79.08	74.11	72.75
6월	79.91	84.48	74.30	66.00	77.95	86.37	69.52	70.75
7월	79.26	82.11	75.55	65.00	83.57	85.21	81.92	73.25
8월	79.50	82.80	74.48	67.00	76.90	85.10	68.69	71.00
9월	81.22	86.13	75.30	68.00	82.17	85.64	78.70	74.88
10월	85.31	93.55	73.03	56.00	84.40	86.78	82.01	79.25
11월	77.36	86.87	61.77	28.00	79.09	85.62	72.55	71.63
12월	71.58	84.23	52.84	39.00	78.64	82.13	75.14	61.88

자료: Rayong Meteorological Station

다. 수자원 현황

- Rayong 주에는 2015년 기준 총 290개의 저수지, 댐, 수문, 연못, 수로등의 수자원이 있다.
- 2015년 Pluak Daeng 지역내에는 3개의 저수지, 7개의 콘크리트 보, 8개의 연못 및 4개의 수로를 포함한 수자원이 있으며 현황은 다음과 같다.

<표 7.1-6 Rayong Province 수자원 현황>

구분	2015년					
	계	저수지	콘크리트 보	댐	연못	수로
계	290	15	56	3	155	61
1. Mueang Rayong	32	3	4	-	12	13
2. Ban Chang	7	1	3	-	2	1
3. Klaeng	72	1	13	3	42	13
4. Wang Chan	53	4	13	-	30	6
5. Ban Khai	38	1	4	-	18	15
6. Pluak Daeng	22	3	7	-	8	4
7. Khao Chamao	4	2	2	-	-	-
8. Nikhom Phatthana	62	-	10	-	43	9

자료: Department of Provincial Administration, Ministry of Interior

- 2015년 Rayong 주내 사용가능한 저수량은 총 65백만m³이며, Pluak Daeng 지역내 저수량은 총 9백만m³이다.

<표 7.1-7 Rayong Province 물 저류 현황>

(단위: 백만m³)

구분	2015년			
	계	저수지	콘크리트 보	댐
계	65	5	55	5
1. Mueang Rayong	7	-	4	3
2. Ban Chang	3	-	3	-
3. Klaeng	16	1	13	2
4. Wang Chan	14	1	13	-
5. Ban Khai	4	-	4	-
6. Pluak Daeng	9	3	6	-
7. Khao Chamao	2	-	2	-
8. Nikhom Phatthana	10	-	10	-

자료: Department of Provincial Administration, Ministry of Interior

7.1.3 사회적 현황

가. 인구 현황

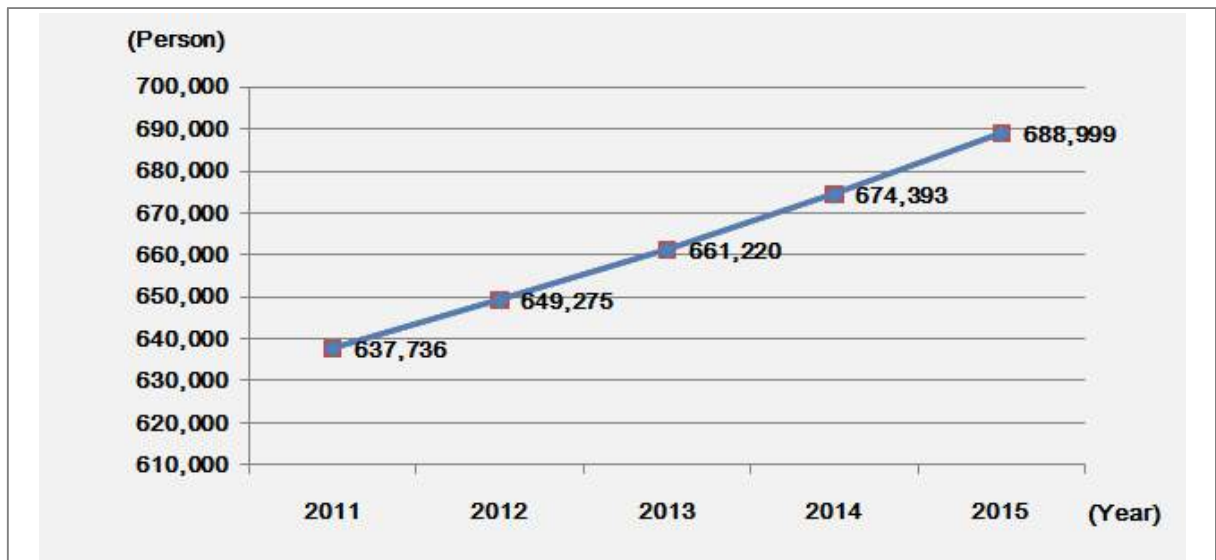
- 2015년말 기준 Rayong 주의 인구는 688,999명으로, 약 1.95%의 증가율로 꾸준히 증가하는 추세이다.
- 전체인구의 약 70%가 타이만과 접하고 있는 Mueang Rayong, Klaeng, Ban Chang 지역에 거주하고 있다.
- 신흥 산업단지가 조성된 Pluak Daeng과 Nikhom Phatthana 지역의 인구증가율이 각각 5.33%, 3.66%로 다른 지역에 비하여 높은 증가율을 보였다.

<표 7.1-8 Rayong 주 인구현황>

District	인구					인구 비율(%)	인구 증가율 (%)
	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년		
1. Mueang Rayong	250,084	254,998	260,490	265,869	271,460	39.4	2.07
2. Ban Chang	64,432	63,802	65,045	67,374	69,622	10.1	1.97
3. Klaeng	128,204	128,940	129,594	129,773	130,304	18.9	0.41
4. Wang Chan	25,562	25,763	25,813	25,810	25,991	3.8	0.42
5. Ban Khai	62,466	63,212	63,915	64,549	65,244	9.5	1.09
6. Pluak Daeng	47,335	49,192	51,452	54,664	58,258	8.5	5.33
7. Khao Chamao	23,344	23,496	23,775	23,816	23,880	3.5	0.57
8. Nikhom Phatthana	38,309	39,872	41,136	42,538	44,240	6.4	3.66
계	637,736	649,275	661,220	674,393	688,999	100.0	1.95

자료: Department of Provincial Administration, Ministry of Interior

<그림 7.1-2 Rayong 주 인구현황>



나. 세대수 및 주거형태

- Rayong 주의 총 세대수는 2015년 기준 423,943 세대이며, 주거형태는 단독주택과 연립주택이 각각 66.6%, 33.0%로 대부분을 차지하고 있다.
- 주거형태는 전반적으로 연립주택의 비율이 감소하고 단독주택의 비율이 증가하는 추세를 보이고 있다.

<표 7.1-9 Rayong 주 세대수 현황>

District	세대수		
	2013년	2014년	2015년
1. Mueang Rayong	154,977	162,651	170,755
2. Ban Chang	35,168	36,771	38,588
3. Klaeng	57,830	59,272	60,327
4. Wang Chan	11,110	11,518	11,973
5. Ban Khai	54,802	64,513	70,852
6. Pluak Daeng	10,201	10,377	10,499
7. Khao Chamao	26,403	28,923	31,011
8. Nikhom Phatthana	27,783	28,886	29,938
계	378,274	402,911	423,943

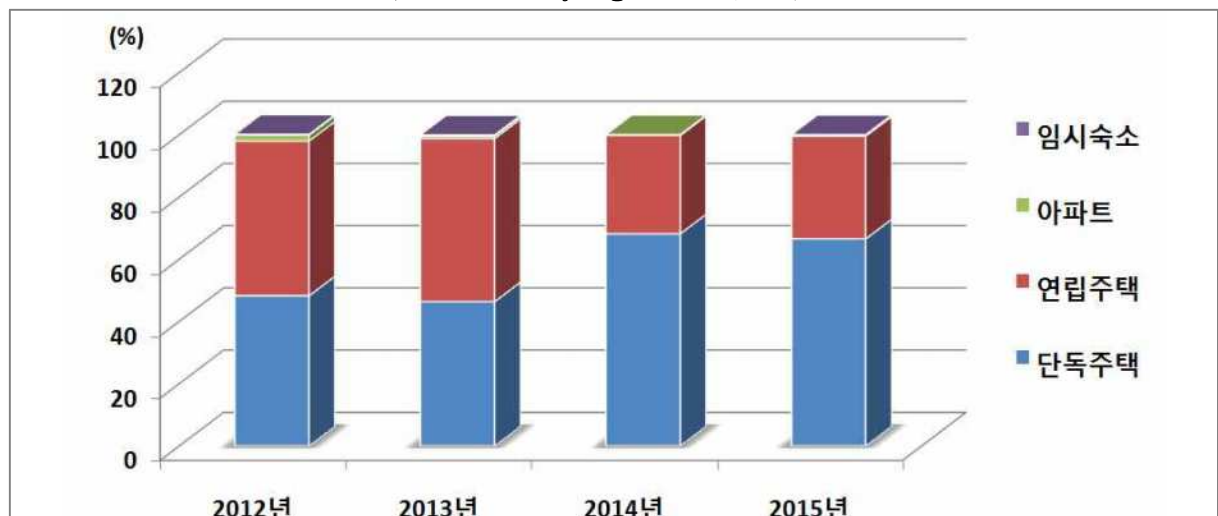
자료: Department of Provincial Administration, Ministry of Interior

<표 7.1-10 Rayong 주 주거형태 현황>

구분	주거형태(%)			
	2012년	2013년	2014년	2015년
단독주택	48.3	46.4	68.2	66.6
연립주택	49.7	52.4	31.6	33.0
아파트	1.9	0.8	0.2	0.0
임시숙소	0.2	0.3	0.0	0.4
계	100.0	100.0	100.0	100.0

자료: Department of Provincial Administration, Ministry of Interior

<그림 7.1-3 Rayong 주 주거형태 현황>



7.1.4 환경시설 현황

가. 상수도 시설 현황

- Rayong 주의 상수공급은 Provincial Waterworks Authority (PWA)에 의하여 일부지역에 보급되고 있으며, 상당수의 지자체가 자체적으로 상수를 공급하고 있다.
- Rayong 주에는 3개의 PWA 지점이 있으며, PWA 공급지역은 Mueang Rayong, Ban Khai, Ban Chang, Klaeng, Nikhom Pattana 지역이다. 2015년말 기준 상수공급 현황은 다음과 같다.

<표 7.1-11 Rayong 주 PWA 급수 현황>

구분	급수인구(인)	시설용량(m ³ /d)	총생산량(m ³)	총급수량(m ³)	상수공급 면적(km ²)
Rayong 주	119,844	116,267	3,623,874	2,750,103	344

자료: Report of the 2012-2015 and household Socio-Economic Survey, Rayong Province, National Statistical Office

- Pluak Daeng 지역은 자체적으로 상수공급을 하고 있다. 원수를 인근의 저수지로부터 취수하여 시설용량 약 10,000m³/일의 정수시설을 거쳐 상수를 공급하고 있다.
- 정수처리 시스템은 원수 → 취수 펌프장 → 침전지 → 여과지 → 배수지 → 소독조 → 급수탑을 거쳐 상수 공급이 이루어지고 있다.

<그림 7.1-4 Pluak Daeng 정수처리시설>



나. 폐수처리시설 현황

(1) 폐수처리 현황

- Pluak Daeng 지역내에는 400여개의 공장들이 가동중이며, 발생된 폐수는 자체 처리시스템에 의해 처리후 방류가 이루어지고 있다.
- Pluak Daeng 지역내에는 시설용량 150m³/d의 규모의 소규모 폐수처리시설이 있지만, 현재 유지관리의 부실로 인한 장비의 고장으로 운영되지 않고 있는 상황이다.

<그림 7.1-5 기존 폐수처리시설>



- 합류식관이 Plauk Daeng 지역내 중심가를 위주로 설치되어 있으며, 가정이나 상업시설에서 발생된 폐수는 합류식관을 통해 미처리 상태로 하천으로 방류되어 Nong Pla Lhai Reservoir로 유입되고 있다.

<그림 7.1-6 기존 합류식 관거>

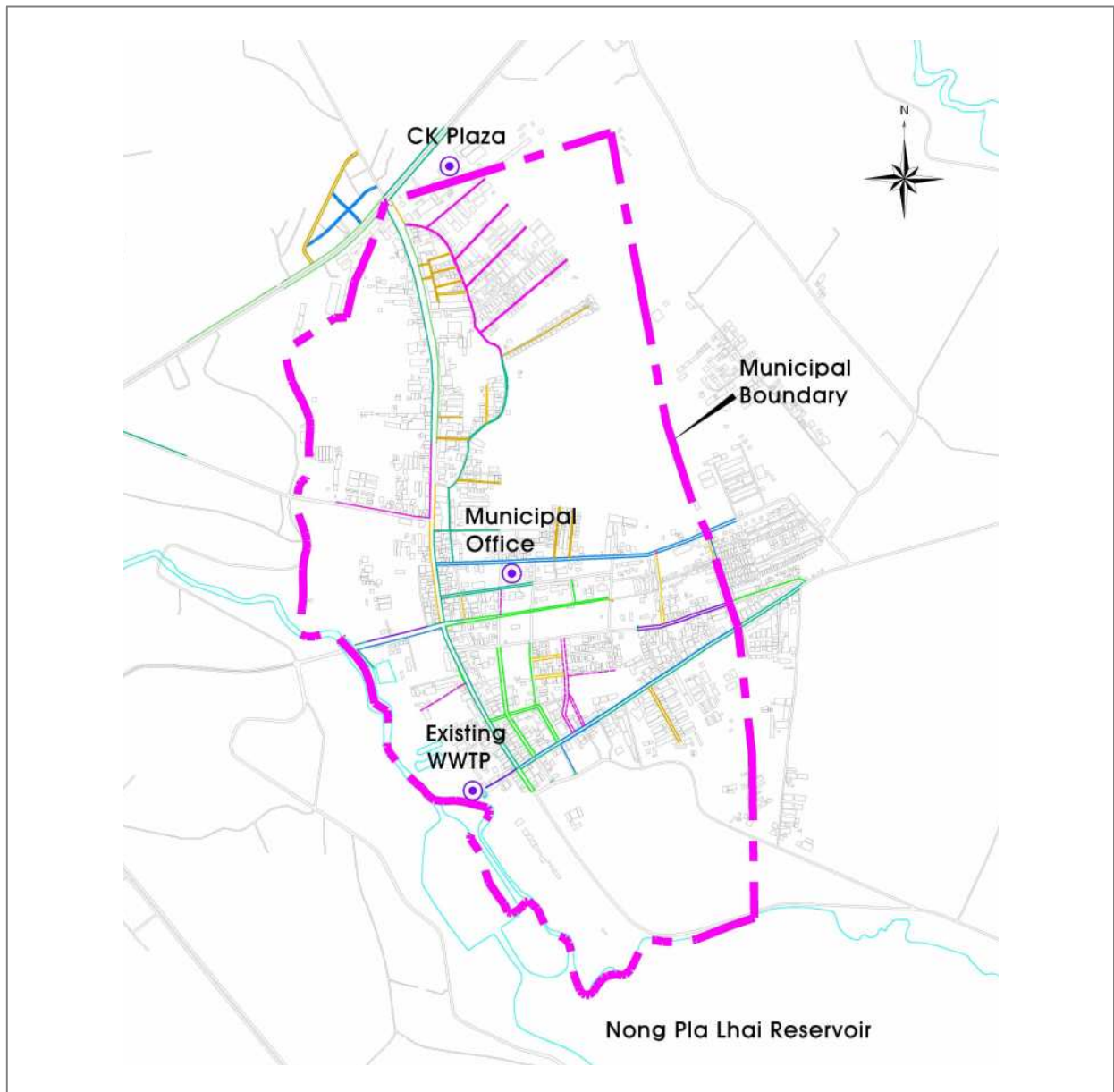


■ 기존 합류식관은 총 28.0km로 원형관이 17.8km, Box관이 10.2km가 부설되어 있으며, 현황은 다음과 같다.

<표 7.1-12 기존 합류식관 현황>

	관경(mm)	연장(m)	Box	규격(m)	연장(m)
	원형관	400		3,654.2	0.4×0.4
600		5,165.1	0.6×0.6	2,988.9	
800		6,882.5	0.8×0.8	870.9	
1,000		2,099.0	1.0×1.0	4,197.6	
			2.0×2.0.	525.8	
계		17,800.8	계		10,248.9

<그림 7.1-7 Pluak Daeng 기존 합류식관 현황>



(2) 기존 폐수처리시설의 문제점

- Pluak Daeng 지역내에는 기존 폐수처리장이 있지만 시설용량이 전체 발생폐수를 처리하기에는 역부족인 상황이며 장비의 고장으로 인하여 운영되지 않고 있어 현재 지역내 발생 폐수는 미처리 상태로 방류되고있다.
- Rayong 주의 주요 식수원중의 하나인 Nong Pla Lhai Reservoir가 인접하고 있으며, Pluak Daeng 지역내 주거지 및 상업시설에서 발생된 미처리 폐수가 하천을 통하여 유입되고 있어 식수원 오염이 심각한 상황이다.
- 기존 합류식관 보급률 또한 저조하여 합류식관이 미설치된 지역의 경우 인근의 하천으로 무단 방류되고 있는 상황이다.

(3) 개선 필요사항

- 폐수처리 보급률 향상을 위한 관망 보급
- Nong Pla Lhai Reservoir로 유입되는 폐수의 처리를 위한 폐수처리장 신설 및 증설
- 분류식 하수배제 방식 도입을 통한 식수원인 Nong Pla Lhai Reservoir의 수질 개선
- 유입 수질의 분석 및 먹는물 수질 기준을 고려하여 적절한 폐수처리 공법 도입

7.2 Pluak Daeng지역 마스터플랜 수립

7.2.1 계획 목표년도 설정

- 계획 목표년도는 시설의 내구년한, 건설기간 및 시설확장의 어려움 등을 고려하여 장기적인 계획을 수립하여야하며, 한국의 경우 수립예정일을 기준으로 20년 후를 계획 목표년도로 설정하며 5년 단위로 4단계의 시행 단계로 구분함을 원칙으로 하고 있다.
- 금회 계획의 목표년도는 한국의 기준을 적용하여 2035년을 최종 목표년도로 하여 2단계로 구분화하여 단계별 목표년도를 설정하였다.

<표 7.2-1 단계별 목표년도>

구분	기준년도	1단계		2단계		비고
목표년도	2016년	2020년	2025년	2030년	2035년	

7.2.2 계획구역 설정

가. 처리구역 설정

- 처리구역 대상은 일반적으로 계획구역내의 전 지역을 대상으로 시가화구역 및 장래 시가화 개발계획 지역을 검토하여 처리구역으로 설정한다.
- Pluak Daeng 지역내에는 현재 장래 시가화 개발계획이 없는 것으로 조사되었다.
- 일부 외곽 지역의 경우 소규모 취락지구의 형태를 보이고 있다. 외곽지역의 소규모 취락지구를 포함한 전 지역을 차집관거로 연결할 경우 관거 연장의 증가, 최소유속 미확보로 인한 관거 퇴적, 관거 심도의 증가, 경제성 악화 등 많은 문제점이 발생할 것으로 예상된다.
- 인근 산업단지의 경우 발생폐수를 자체처리후 방류 수질기준에 적합하게 방류가 이루어지고 있으며, 유입폐수량 또한 처리시설 용량 대비 약 50% 수준으로 연계처리가 불필요한 것으로 판단된다.
- 따라서, 본 계획에서는 외곽지역의 일부 소규모 취락지구 및 인근 산업단지를 제외한 Pluak Daeng Municipality 지역과 그 외 지역인 Non-Municipality의 두 지역으로 구분하여 단계적 계획 구역을 설정하였다.

<표 7.2-2 단계적 계획 처리구역 설정>

목표년도 2025년	• Pluak Daeng Municipality
목표년도 2035년	• Pluak Daeng Municipality + Pluak Daeng Non-Municipality

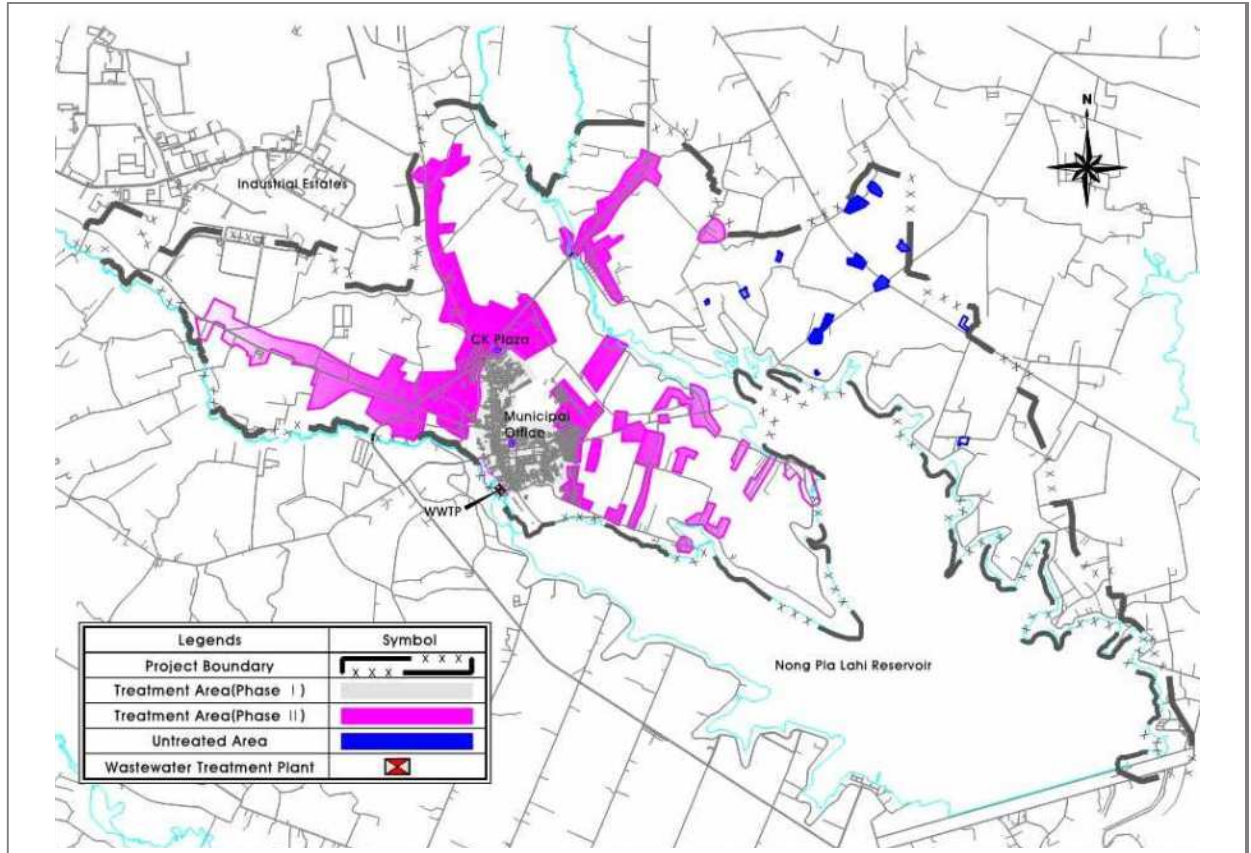
- Pluak Daeng 지역의 계획 처리구역은 미처리구역 0.23km²을 제외한 7.31km²로 폐수가 발생하는 실제 주거 및 상업 지역을 대상으로 설정하였다.

<표 7.2-3 계획 처리구역>

(단위: km²)

구역	Municipality	Non-Municipality	미처리 지역	계
면적	1.38	5.93	0.23	7.54

<그림 7.2-1 Pluak Daeng 계획 처리구역>



- 인근산업단지의 경우 발생폐수에 대한 자체처리가 이루어지고 있는 상황으로, 금회 계획에서는 제외하였지만, 향후 산업단지 확장계획 및 개발계획의 수립시 연계처리 방안 및 처리구역 확대에 대한 검토가 필요 할 것으로 판단된다.

7.2.3 계획인구 산정

- 계획인구의 산정은 과거의 인구추이를 파악하고, 자연적 인구증가 및 도시의 발전에 따른 사회적 인구증가 추세 등의 복잡하고 다양한 가변인자를 감안하여 추정해야 하며 이와 같은 여러 가지 여건에 따라 실제로 그 양상을 달리하게 된다.
- 일반적으로 장래인구 상위계획상의 계획인구와 비교 분석 후 대상지역의 지역적 특수성과 장래 성장잠재력을 고려한 인구증감 요인 등을 종합적으로 검토하여야 하나, 관련 상위계획의 부재 및 자료 미흡으로 통계학적 추정에 의해 계획인구를 산정하였다.

가. 과거 인구 현황

- Pluak Daeng 사업대상지역에는 미등록 상주인구가 상당수 거주하고 있는 것으로 파악되며, 등록인구의 지속적인 증가와 더불어 증가 추세를 보이고 있다.
- 미등록 상주인구는 인근 산업단지 근로자인 것으로 파악되며, 주거지역이 밀집한 Municipality지역에 대다수 거주하는 것으로 파악되었다.

<표 7.2-4 Pluak Daeng 과거 인구 현황>

구역	Municipality			Non-Municipality	계
	등록인구	미등록인구	소계	등록인구	
2014년	4,270	17,000	21,270	11,371	32,641
2015년	4,872	17,500	22,372	11,473	33,845
2016년	5,140	17,800	22,940	12,200	35,140

나. 계획인구 산정

(1) 상주 인구

- Pluak Daeng 지역은 미등록 상주 인구가 상당수 거주하고 있어 인구 계획시 미등록 상주 인구를 고려하여 계획을 수립하여야 한다.
- 따라서 급회 계획에서는 향후 인구추정시 지자체의 인구 통계자료와 미등록 상주인구를 기초로 수학적 방법으로 계획인구를 추정하였다.

<표 7.2-5 수학적 인구 추정 방법>

등차급수	<ul style="list-style-type: none"> ● 인구가 매년 일정하게 증가하고 도시발전이 안정되게 변화하는 기존도시에 적용 가능하나, 신흥도시처럼 인구가 급격히 증가하는 도시에는 추계방법으로서 적당하지 못하다.
등비급수	<ul style="list-style-type: none"> ● 과거 연평균 인구 증가율을 구하여 장래 인구 증가를 추계하는 방법으로서 상당기간 비슷한 인구 증가율을 보이는 발전적인 도시에 적합하고 또한 신흥 공업도시에서는 적용 가능하나 인구 증가율이 감소하는 도시에는 적합하지 않다. ● 오늘날 대도시의 경우처럼 인구가 어느 한계점에서 증가율이 둔화되는 경우에는 적용할 수 없다.
최소자승	<ul style="list-style-type: none"> ● 도시의 인구 증가가 계속적으로 지속되며 증가율이 일정한 경우에 적용할 수 있고, 특히 단기 추계에 적합하다.
로지스틱	<ul style="list-style-type: none"> ● 로지스틱 곡선식에 의한 추정은 인구가 무한년 전에 0이고 경과년수에 따라 점차 증가하여 중간기간에는 증가율이 가장 크고 그후 증가율이 점차 감소하여 무한년 후에 인구가 포화된다는 이론에 기초를 둔 것이며, 포화인구 추정이 곤란한 경우 적용이 어렵다.
적용	<ul style="list-style-type: none"> ● Pluak Daeng 지역의 특성과 가장 유사한 등차급수와 최소자승법을 활용하여 장래인구를 추정하였다.

<표 7.2-6 Pluak Daeng 상주 인구 계획>

구분	2016년	2020년	2025년	2030년	2035년
Municipality	22,940	26,325	30,500	34,675	38,850
Non-Municipality	12,200	13,806	15,878	17,951	20,023
계	35,140	40,130	46,378	52,625	58,873

(2) 관광 인구

- Pluak Daeng 지역은 산업도시로서 관광인구에 대한 집계가 되어 있지 않은 상황이며 지역내 숙박업소 현황을 기초로 산정하였다. Pluak Daeng 사업대상지역에는 7개의 숙박업소가 있으며, 총 객실수는 447개, 숙박율은 50%정도 수준인 것으로 조사되었다.
- 지역의 특성상 관광인구는 주로 숙박객 위주로 일귀객의 수는 많지 않은 것으로 조사되어 금회 계획에서는 반영하지 않는 것으로 계획하였다.

<표 7.2-7 Pluak Daeng 관광 인구>

구분		2016년	2020년	2025년	2030년	2035년
관광인구(인)	숙박객	447	447	447	447	447

(3) 계획 인구

- Pluak Daeng 사업대상지역내 등록인구, 미등록 상주인구, 및 관광인구를 고려한 장래 계획인구는 다음과 같다.

<표 7.2-8 Pluak Daeng 계획 인구>

구분	2016년	2020년	2025년	2030년	2035년
상주인구(인)	35,140	40,130	46,378	52,625	58,873
관광인구(인)	447	447	447	447	447
계	35,587	40,577	46,825	53,072	59,320

다. 폐수처리 인구 계획

- Pluak Daeng Municipality 지역의 폐수처리인구는 산정된 계획인구를 적용하였다.
- Pluak Daeng Non-Municipality 지역은 미처리 지역의 계획인구를 제외한 인구를 폐수처리인구로 계획하였다.
- 미처리 지역의 세대수와 세대별 인구의 자료가 미비하여, 미처리인구는 Non-Municipality 지역의 전체 실제 주거지역 면적 대비 미처리 지역 주거지 면적을 활용하여 산정하였다.

■ 본 계획에서는 태국의 인구에 따른 원단위 산정 기준을 적용하였으며, 급수 원단위 결과는 다음과 같다.

<표 7.2-11 급수 원단위(일평균)>

(단위: lpcd)

구분	2016년	2020년	2025년	2030년	2035년
Municipality	200	200	250	250	250
Non-Municipality	-	-	-	170	170

(2) 폐수전환율

■ 폐수전환율은 급수사용량 중 폐수로 전환하여 발생하는 양의 수치로 일반적으로 80~95%가 폐수로 전환된다. 이는 기온, 강수량, 강수일수, 인구변화, 경제성장율, 가구수, 상수도 요금 인상을 등과 연관되어지거나 특정 인자에 의한 뚜렷한 상관성을 보이지 않으므로 한국의 문헌자료와 태국의 기준을 참고하여 80%로 결정하였다.

<표 7.2-12 오수전환율>

구분	대한민국	태국	적용
오수전환율(%)	80~95	80	80

(3) 생활폐수 원단위 산정

■ Municipality와 Non-Municipality은 지역적 특성이 상이하여, 장래 하수처리 인구에 따라 각 지역에 다른 원단위를 적용하는 것으로 계획하였다.

<표 7.2-13 생활 폐수 원단위(일평균)>

(단위: lpcd)

구분	2016년	2020년	2025년	2030년	2035년
Municipality	160	160	200	200	200
Non-Municipality	-	-	-	136	136

나. 관광폐수

■ 관광객 폐수 발생량은 기후 및 사회 경제 조건 그리고 숙박여부에 따라 차이가 난다. 태국은 관광객에 대한 원단위 기준이 없는 실정으로 한국의 관광원단위 산정기준에 따라 본 계획에서는 숙박객은 폐수량 원단위의 50%를, 일귀객은 폐수량 원단위의 15%를 적용하였다.

■ 지역의 특성상 일귀객이 많지 않은 것으로 조사되었으며, 그에 따른 영향 또한 미비할 것으로 판단된다.

- 따라서, 본 계획에서는 숙박객만을 고려하였으며, 숙박율이 높지 않을 것으로 조사되어, 숙박율을 50%로 계획하였다.

<표 7.2-14 관광 폐수 원단위(일평균)>

(단위: lpcd)

구분	2016년	2020년	2025년	2030년	2035년
Municipality	80	80	100	100	100
Non-Municipality	-	-	-	-	-

다. 지하수 유입율

- 폐수관거는 일반적으로 자연유하에 의존하게 되어 있고 지하수에서 자연수면을 형성하게 되므로 지하수위가 폐수관로 내의 수위보다 높을 경우에는 관점합부 및 맨홀에서 다량의 지하수가 유입된다.
- Pluak Daeng Subdistrict 지역에는 현재 폐수관로 유지관리 시스템이 구축되어 있지 않아 침입수/유입수(I/I) 및 누수량(Exfiltration)의 실측 데이터가 전무한 상황이다.
- 한국의 경우 「하수도 시설기준(2011.환경부)」에서는 경험적으로 일최대 하수량의 10~20%를 적용하도록 규정하고 있다.
- Pluak Daeng 지역 토질조사 결과 지하수위가 높게 형성되어 있는 것으로 조사되었고, 지하수 유입율이 높을 것으로 판단된다.
- 따라서, 한국의 하수도 시설 기준값 및 토질조사 결과를 고려하여 지하수 유입율을 15%로 계획을 하였다.

<표 7.2-15 지하수 유입율>

구분	지하수 유입범위	적용
지하수 유입율	일최대 폐수량의 10~20%	15%

라. 공장폐수

- 공정폐수량은 용수 원단위 및 폐수화율을 업종, 생산물, 생산공정에 따라 차등 적용하여 산정하는 것이 일반적이나 지역별, 업종별로 큰 차이가 있어 정확한 측정이 매우 어려운 실정이며, 실제 사용량과 많은 많은 차이를 나타내는 경우도 흔한 실정이다.
- 따라서, 금회 계획에서 실제 운영자료를 기초로 검토를 하였다. 자료 검토 결과, Pluak Daeng 인근지역의 산업단지는 현재 자체폐수처리시설을 운영해 공장폐수를 배출허용기준 이내로 처리하여 방류하고 있으며, 시설용량 대비 유입폐수량이 평균 50%정도 수준으로 금회 계획에서는 제외하였다.

<표 7.2-16 산업단지 현황>

구분	Industrial Estate 1	Industrial Estate 2	Industrial Estate 3
1. 산업단지	Amata City	Hemraj Eastern Seaboard	Siam Eastern
2. 공장수	268	118	34
3. 근로자수	50,000	21,000	17,855
4. 폐수처리시설 용량(m ³ /일)	33,100	15,200	9,500
5. 공업용수 사용량(m ³ /일)	45,387	7,500	4,673
6. 폐수발생량(유입폐수량)(m ³ /일)	24,675	6,000	3,739
7. 유입폐수량/처리시설 용량(%)	74.5	39.5	39.4

<표 7.2-17 산업단지 방류수질 현황>

(단위: mg/L)

구분	태국 산업폐수 방류수질기준	Industrial Estate 1	Industrial Estate 2	Industrial Estate 3
BOD	<20	11	10	2
COD	<120	52	36	20
SS	<50	18	12	3
TKN	<100	7	8	3
T-P	-	-	2.65	1.28

마. 첨두 부하율(Peak Factor)

- 한국의 경우 「하수도 시설기준(2011.환경부)」에서는 계획 일평균 하수량은 계획 일최대 하수량의 70~80%, 계획 시간최대 하수량은 계획 일최대 하수량의 1.3~1.8배로 규정하고 있다.
- 태국의 경우 「Provincial Waterworks Authority, Department of Water Resources, 2006」에서는 계획 일최대 폐수량 산정시 계획 일평균 폐수량에 1.2배를 명시하고 있다.
- 따라서, 본 계획에서는 한국 및 태국의 기준을 고려하여 첨두 부하율을 다음과 같이 결정하였다.

<표 7.2-18 첨두 부하율(Peak Factor)>

구분	일평균	일최대	시간최대	비고
한국	0.80	1.0	1.5	
태국	0.83	1.0	-	
적용	0.8	1.0	1.5	

바. 계획 폐수량 결정

■ 상기의 계획 폐수량 결정 인자를 고려한 총 계획 폐수량은 목표년도 2025년 8,480m³/일, 최종 목표년도 2035년 14,401m³/일로 계획하였다.

<표 7.2-19 Pluak Daeng 계획 폐수량>

(일최대 기준)

구분		2016년	2020년	2025년	2030년	2035년
계획인구(인)		35,587	40,577	46,825	53,072	59,320
폐수 처리인구 (인)	Municipality	22,940	26,325	30,500	34,675	38,850
	Non-Municipality	-	-	-	17,280	19,275
	관광인구(숙박객)	447	447	447	447	447
	소계	23,387	26,772	30,947	52,401	58,571
급수원단위 (lpcd)	Municipality	240	240	300	300	300
	Non-Municipality	-	-	-	204	204
오수전환율(%)		80	80	80	80	80
생활폐수 원단위 (lpcd)	Municipality	192	192	240	240	240
	Non-Municipality	-	-	-	163	163
관광폐수 원단위 (lpcd)	Municipality	96	96	120	120	120
	Non-Municipality	-	-	-	-	-
생활폐수 발생량 (m ³ /일)	Municipality	4,404	5,054	7,320	11,142	12,469
	Non-Municipality	-	-	-	2,820	3,146
관광폐수 발생량 (m ³ /일)	Municipality	43	43	54	54	54
	Non-Municipality	-	-	-	-	-
지하수 유입량(m ³ /일)		667	765	1,106	1,679	1,878
계획 폐수량(m ³ /일)		5,114	5,862	8,480	12,875	14,401

7.2.5 계획 수질 결정

가. 오염부하량 원단위

- 계획 유입수질은 오염부하량 원단위와 계획폐수량에 따라 달라지며, 오염부하량의 결정은 시설용량 및 처리공정을 결정하는데 매우 중요한 요인이다.
- 폐수처리시설로 유입되는 오염물질은 생활폐수에 의한 것과 공장폐수, 관광폐수 및 기타 발생폐수에 의한 것으로 구분된다.
- 본 계획에서는 처리구역에서 차집되어 폐수처리시설로 유입되는 생활폐수만을 고려하여 계획 수질을 결정하였다.

(1) 생활폐수 오염부하량 원단위

- 생활폐수는 가정폐수와 상업지역에서 배출되는 영업폐수로 구분되고, 가정폐수는 가정잡배수와 분뇨로 구분된다.

(가) 가정폐수 오염부하량 원단위

- 태국내 가정폐수에 의한 오염부하량 원단위에 관한 자료가 전무한 실정으로 한국 및 외국의 문헌자료를 비교·검토하여 다음과 같이 결정하였다.

<표 7.2-20 가정폐수 오염부하량 원단위 검토>

(단위: g/인.일)

항 목		BOD	COD	SS	TN	TP
한국	전국 주요하천 유역 기초조사(1981, 환경부)	20.4	18.8	10.0	0.6	0.0
	하수발생량 원단위 산정에 관한 연구(1994, 환경부)	25.8	28.6	22.9	0.9	0.3
	서남부 환경 마스터플랜(1986, 환경부)	16.0	-	12.0	-	-
	낙동강 보존 마스터플랜(1984, 환경부)	15.0	-	11.0	-	-
외국	하수도시설 설계지침과 해설(1994, 일본 수도 협회)	39.0	23.0	23.0	3.0	0.3
	하천오탁의 모델링 해석(1970~1984년 평균, 일본)	27.0	15.0	14.0	1.5	0.5
	가정잡배수의 오염 원단위(IAWPRC아시안회의(1회))	32.0	16.0	-	1.5	0.5
	Wisconsin & Potage Yangsi's Investigation(미국)	23.3	-	16.0	-	-
적용		25.0	21.0	16.0	1.5	0.3

(나) 분뇨 오염부하량 원단위

■ 분뇨에 의한 폐수처리장 유입 오염부하량은 분뇨의 성상 뿐만 아니라 처리구역내의 하수배제방식, 정화조 설치율 및 처리효율 등에 따라 상이하게 나타난다.

① 오염부하량 원단위 결정

■ 본 계획에서는 국내외 자료를 비교 검토하여 생분뇨에 대한 오염부하량 원단위를 아래 표와 같이 적용하였다.

<표 7.2-21 분뇨에 의한 오염부하량 원단위>

(단위: g/인.일)

항 목		BOD	COD	SS	TN	TP
한국	전국 주요하천 유역 기초조사(1981, 환경부)	19.1	30.6	34.9	7.2	1.6
	하수발생량 원단위 산정에 관한 연구(1994, 환경부)	23.9	20.4	27.6	6.8	1.3
	정화조 오니 위생처리장 건설 기본계획(1955, 서울시)	19.0	-	25.0	-	-
	분뇨처리시설 구조지침 및 해설(1991, 환경부)	24.0	19.0	30.0	6.0	0.6
외국	하수도시설 설계지침과 해설(1994, 일본 수도 협회)	18.0	10.0	20.0	9.0	0.9
	유역별 하수도정비 종합계획조사지침 및 해설 (1980, 일본 하수도 협회)	18.0	10.0	22.0	9.0	0.9
	Wisconsin & Potage Yangsi's Investigation(미국)	23.6	-	30.8	-	-
	하천오탁의 모델링 해석(1970~1984년 평균, 일본)	16.0	9.0	20.0	7.2	0.7
적용		21.0	17.0	27.0	7.6	1.0

② 수세화율

■ Pluak Daeng 지역의 수세화율은 약 20% 정도로 조사되었고, 향후 지속적인 분류식 관거의 설치를 통하여 분뇨의 직투입을 상승이 예상된다.

■ 본 계획에서는 향후 분류식 하수관거 정비 사업을 통하여 최종 목표년도인 2035년 분뇨의 폐수관거 직투입율 98.7%를 목표로 계획하였다.

<표 7.2-22 수세화율 및 정화조 설치율>

구분	2016년	2020년	2025년	2030년	2035년
수세화율(%)	20.0	25.0	66.1	82.5	98.7
분류식관거보급율(%)	-	25.0	66.1	82.5	98.7
관거직투입율(%)	-	10.0	56.2	77.5	98.7
정화조설치율(%)	20.0	15.0	10.0	5.0	-

③ 정화조 처리효율

■ 분뇨에 의한 오염부하량 원단위는 분뇨의 수집 및 수거체계의 특성상 크게 낮아진다. 즉 수거식 변소에서 발생하는 분뇨는 정화조에서 침전 및 분해된 후 방류되는데 이처럼 변소의 수거식 및 수세식율, 수세식인 경우 정화조에 의한 수질항목별 오염부하량 감소율 등에 따라 실제 폐수처리시설로 유입되는 분뇨의 오염부하량은 감소하게 된다.

■ 태국의 경우 정화조 처리효율에 대한 자료나 연구가 전무한 상황이다. 한국의 경우 정화조의 BOD 제거효율을 50% 이상으로 규정하고 있으며, 본 계획에서는 한국의 여러 문헌 자료를 비교하고 안전성을 고려하여 다음과 같이 적용하였다.

<표 7.2-23 정화조 처리효율>

구분	처리효율	비고
오염총량 관리계획 수립지침	합류식 처리구역내 정화시설 처리율 -BOD: 50% -T-N: 15% -T-P: 15%	1999, 환경부
건설기준법에 의한 건설성 고시	처리방법에 따라 구분하여 제시 -BOD제거율: 55~85%이상	2000, 일본
하수도정책 방향연구	BOD 제거율 -가정용: 50% 이상 -500인이상: 60% 이상	1988, 건설부
주택용 간이 정화시설개발에 대한 연구	국내 10개 기존 주택정화조 제거율 조사 -BOD: 49% -SS: 67%	1987, KAIST
분뇨정화조 효율검토 및 개선방안에 대한 검토	-BOD: 60% -SS: 75% -COD: 60%	1982, 국립환경 연구원
적용	-BOD: 50% -COD: 50% -SS: 50% -T-N: 15% -T-P: 15%	

④ 단계별 분뇨 오염 부하량 산정

<표 7.2-24 단계별 분뇨 오염 부하량>

구분		2016년	2020년	2025년	2030년	2035년
1.분뇨오염부하량원단위 (g/인·일)	BOD	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0
	COD	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0
	SS	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0
	T-N	7.60	7.60	7.60	7.60	7.60
	T-P	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2. 수세화율	%	20.0%	25.0%	66.1%	82.5%	98.7%
1) 분류식관거 보급율	%	0.0%	25.0%	66.1%	82.5%	98.7%
2) 분뇨의 관거 직투입율	%	0.0%	10.0%	56.1%	77.5%	98.7%
3) 정화조 설치율	%	20.0%	15.0%	10.0%	5.0%	0.0%
3. 정화조 처리효율	BOD	50%	50%	50%	50%	50%
	COD	50%	50%	50%	50%	50%
	SS	50%	50%	50%	50%	50%
	T-N	15%	15%	15%	15%	15%
	T-P	15%	15%	15%	15%	15%
4.정화조에의한제거량원단위 (g/인·일)	BOD	2.10	1.58	1.05	0.53	0.00
	COD	1.70	1.28	0.85	0.43	0.00
	SS	2.70	2.03	1.35	0.68	0.00
	T-N	0.23	0.17	0.11	0.06	0.00
	T-P	0.03	0.02	0.02	0.01	0.00
5.수거식변소에의한제거량원단위 (g/인·일)	수거식율	80.0%	75.0%	33.9%	17.5%	1.3%
	BOD	16.80	15.75	7.12	3.68	0.27
	COD	13.60	12.75	5.76	2.98	0.22
	SS	21.60	20.25	9.15	4.73	0.35
	T-N	6.08	5.70	2.58	1.33	0.10
T-P	0.80	0.75	0.34	0.18	0.01	
6.처리시설유입오염부하량원단위 (g/인·일)	BOD	2.1	3.7	12.8	16.8	20.7
	COD	1.7	3.0	10.4	13.6	16.8
	SS	2.7	4.7	16.5	21.6	26.7
	T-N	1.29	1.73	4.91	6.21	7.50
	T-P	0.17	0.23	0.64	0.81	0.99

(다) 영업폐수에 의한 오염부하량 원단위

■ 영업폐수에 의한 오염부하량 원단위는 수질이 업종별, 지역별로 상당히 차이가 있으나, 한국의 경우, 일반적으로 영업폐수의 수질은 가정폐수와 동일하게 보며 오염부하량 원단위는 가정하수 오염부하량 원단위에 영업용수율을 곱하여 산정한다. 본 계획에서는 한국의 「하수도 시설기준(2011.환경부)」 상의 자료를 검토하여 영업용수율을 산정하였다.

<표 7.2-25 영업 용수율>

구분	산정방법	영업용수율(%)	채택
하수도시설기준	상업지역	60.0~80.0	
	주거지역	30.0	◎
	준공업지역	50.0	
	공업지역	20.0	

<표 7.2-26 영업폐수 오염 부하량 원단위>

(단위: g/인.일)

구분		2016년	2020년	2025년	2030년	2035년
가정폐수 오염부하량 원단위	BOD	27.1	28.7	37.8	41.8	45.7
	COD	22.7	24.0	31.4	34.6	37.8
	SS	18.7	20.7	32.5	37.6	42.7
	T-N	2.79	3.23	6.41	7.71	9.00
	T-P	0.47	0.53	0.94	1.11	1.29
영업용수율	%	30	30	30	30	30
영업폐수 오염부하량 원단위	BOD	8.1	8.6	11.4	12.5	13.7
	COD	6.8	7.2	9.4	10.4	11.3
	SS	5.6	6.2	9.8	11.3	12.8
	T-N	0.84	0.97	1.92	2.31	2.70
	T-P	0.14	0.16	0.28	0.33	0.39

(라) 생활폐수에 의한 오염부하량 원단위 결정

<표 7.2-27 생활폐수 오염 부하량 원단위>

(단위: g/인.일)

구분		2016년	2020년	2025년	2030년	2035년
가정폐수 오염부하량 원단위	BOD	27.1	28.7	37.8	41.8	45.7
	COD	22.7	24.0	31.4	34.6	37.8
	SS	18.7	20.7	32.5	37.6	42.7
	T-N	2.79	3.23	6.41	7.71	9.00
	T-P	0.47	0.53	0.94	1.11	1.29
영업폐수 오염부하량 원단위	BOD	8.1	8.6	11.4	12.5	13.7
	COD	6.8	7.2	9.4	10.4	11.3
	SS	5.6	6.2	9.8	11.3	12.8
	T-N	0.84	0.97	1.92	2.31	2.70
	T-P	0.14	0.16	0.28	0.33	0.39
생활폐수 오염부하량 원단위	BOD	35.2	37.3	49.2	54.3	59.5
	COD	29.5	31.2	40.8	45.0	49.1
	SS	24.3	26.9	42.3	48.9	55.5
	T-N	3.63	4.20	8.33	10.02	11.70
	T-P	0.61	0.69	1.22	1.44	1.68

(2) 공장폐수 오염부하량

■ 본 계획에서는 인근 산업단지에서 발생하는 공장폐수는 자체 처리후 방류가 이루어지고 있으며, 폐수처리시설과 연계처리하지 않아 공장폐수에 의한 오염부하량은 없는 것으로 계획하였다.

(3) 관광폐수 오염부하량

■ 관광폐수에 의한 오염부하량 또한 영향이 미비할 것으로 판단되며, 지역내 숙박업소에서 발생하는 폐수는 생활하수로 간주하여 계획하였다.

(4) 지하수 오염부하량

■ 유입 지하수는 오염의 정도가 미미하므로 오염부하량 산정에서 일반적으로 제외한다.

나. 계획 수질 산정

(1) 수질조사 측정 결과

<표 7.2-28 Pluak Daeng 수질조사 결과>

조사지점	pH	BOD	COD	SS	TN	O&G	TP
WQQ 1	7.3	98	180	23	32.5	10.7	3.3
WQQ 2	7.6	4.5	<40	30.9	4.2	2	0.4
WQQ 3	7.3	120	190	25.5	35	14.1	3.2
WQQ 4	8.2	3.6	<40	128	1.7	1.4	0.5
기준	5.0~9.0	4.0	-	-	-	-	-

■ WQQ2 및 WQQ4 지점의 수질조사 지점은 Pluak Daeng River로서 주거지역 및 상업지역에서 발생된 폐수가 계곡수 및 하천수와 합류하는 지점으로서 폐수가 희석되어, 향후 Pluak Daeng 폐수처리시설로 유입되는 폐수의 수질을 결정하는 자료로서 사용하기에는 적절하지 않다고 판단된다.

■ WQQ1 지점은 Pluak Daeng River로 합류되기 전 지점으로 주거지역 및 상업지역 발생된 폐수가 방류되는 지점이며, WQQ3 지점은 기존 폐수처리시설로 유입되는 지점으로 유입폐수 수질 파악을 위한 기초 자료로 사용하는 것이 적절하다고 판단된다.

■ 향후, 분류식관거 보급률의 향상을 통한 수세화율 및 분뇨 직투입율이 상승할 것으로 예상되며, 그로 인한 유입수질의 수치 또한 높아질 것으로 판단된다. 따라서, 계획 유입수질의 결정은 한국 및 외국의 문헌 자료를 활용하여 산정된 수질을 활용하는 것으로 계획하였다.

(2) 계획 유입 수질 결정

- 단계별 폐수처리인구와 일최대 폐수량 및 각 오염 물질 배출원별 오염 부하량 원단위를 이용하여 산정한 장래 계획수질은 다음과 같다.

<표 7.2-29 계획 유입 수질>

(단위: g/인.일)

구분		2016년	2020년	2025년	2030년	2035년
계획인구(인)		35,587	40,577	46,825	53,072	59,320
폐수처리인구(인)		23,387	26,772	30,947	52,401	58,571
계획폐수량(m ³ /일)		5,114	5,862	8,480	12,875	14,401
생활폐수 오염부하량 원단위 (g/인.일)	BOD	35.2	37.3	49.2	54.3	59.5
	COD	29.5	31.2	40.8	45.0	49.1
	SS	24.3	26.9	42.3	48.9	55.5
	T-N	3.6	4.2	8.3	10.0	11.7
	T-P	0.6	0.7	1.2	1.4	1.7
생활폐수 오염부하량 (kg/일)	BOD	824	998	1,522	2,847	3,482
	COD	690	834	1,263	2,356	2,876
	SS	569	721	1,308	2,561	3,248
	T-N	85	112	258	525	685
	T-P	14	18	38	75	98
계획수질 (mg/l)	BOD	161	170	179	221	242
	COD	135	142	149	183	200
	SS	111	123	154	199	226
	T-N	16.6	19.2	30.4	40.8	47.6
	T-P	2.8	3.2	4.5	5.9	6.8

(3) 계획 방류 수질 결정

(가) 방류 수질 기준(태국)

■ 태국은 폐수처리시설에 대한 배출기준은 전무한 실정이다. 따라서 태국 WMA는 O&M 계약자에게 “Bulding Effluents standards A” 와 “Industrial Effluent Standards(COD)” 의 기준을 요구한다. 이에 따라 본 계획에서는 태국 폐수관리청(WMA)의 요구 수질을 반영하였다.

<표 7.2-30 태국 폐수관리청(WMA) 요구 수질>

Parameter	Unit	Standard Values	Method for Examination
1. pH	-	5-9	pH Meter
2. BOD	mg/l	20	Azide Modification at 20 °C , 5 days
3. Chemical Oxygen Demand (COD)	mg/l	not more than 120 mg/l depending on receiving water of type of industry under consideration of PCC but not exceed 400 mg/l	Potassium Dichromate Digestion
4. SS	mg/l	30	Glass Fibre Filter Disc
5. Nitrogen as TKN	mg/l	35	Kjeldah
6. Fat, oil and grease(FOG)	mg/l	20	Sovent Extraction by Weight

(나) 방류 수질 기준(한국)

■ 태국 폐수관리청(WMA)의 요구 수질에 반영되는 않은 부분을 결정하기 위해 한국의 방류 수질 기준을 참조하였다.

<표 7.2-31 방류수 수질기준(한국)>

구분	BOD	COD	SS	TN	TP	대장균	생태독성 (TU)
500m ³ /일 이상	I 지역	5이하	20이하	10이하	20이하	0.2이하	1,000이하
	II 지역	5이하	20이하	10이하	20이하	0.3이하	3,000이하
	III 지역	10이하	40이하	10이하	20이하	0.5이하	
	IV 지역	10이하	40이하	10이하	20이하	2이하	
50m ³ /일 이상 500m ³ /일 미만	10이하	40이하	10이하	20이하	2이하	-	
50m ³ /일 미만	10이하	40이하	10이하	40이하	4이하		

<표 7.2-32 적용대상 지역(한국)>

구분	범위
I 지역	-수도법 제7조에 따른 상수원보호구역 -환경정책기본법 제 22조 제1항에 따른 특별대책지역 -영 제4조 제3호에 따른 수변구역 -새만금사업지역으로 유입되는 하천이 있는 지역
II 지역	-수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 제 22조 제2항에서 규정하는 중권역 중 COD 또는 T-P가 당해 권역의 목표기준을 초과하였거나 증가하고 있는 지역으로 환경부장관이 정하여 고시하는 지역
III 지역	-수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 제 22조 제2항에서 규정하는 중권역 중 I·II 지역을 제외한 4대강 본류에 유입되는 지역으로 환경부장관이 정하여 고시하는 지역
IV 지역	-I·II·III 지역을 제외한 지역

(다) 계획 방류 수질 결정

- 태국내 하천 및 호소와 연안 해역은 미처리된 질소 및 인의 유입으로 인한 부영양화로 녹조 및 적조 현상이 커다란 문제로 대두되고 있으며, BOD등 유기물 처리 위주에서 향후 질소 및 인 처리를 위한 방류수 수질기준 강화가 예상된다.
- 방류 수역인 Nong Pla Lhai Reservoir는 Rayong 주의 식수원으로서, 인 및 대장균군수의 항목을 추가하여 태국 폐수관리청(WMA)의 요구 수질 및 한국의 방류수 수질 기준을 고려하였다.
- 또한, 기술적으로 처리 가능한 범위내에서 계획 방류수 수질 기준을 설정하여야 하며, 이러한 사항들을 고려하여 다음과 같이 결정하였다.

<표 7.2-33 계획 방류 수질 결정>

(단위 : mg/l, MPN/100ml)

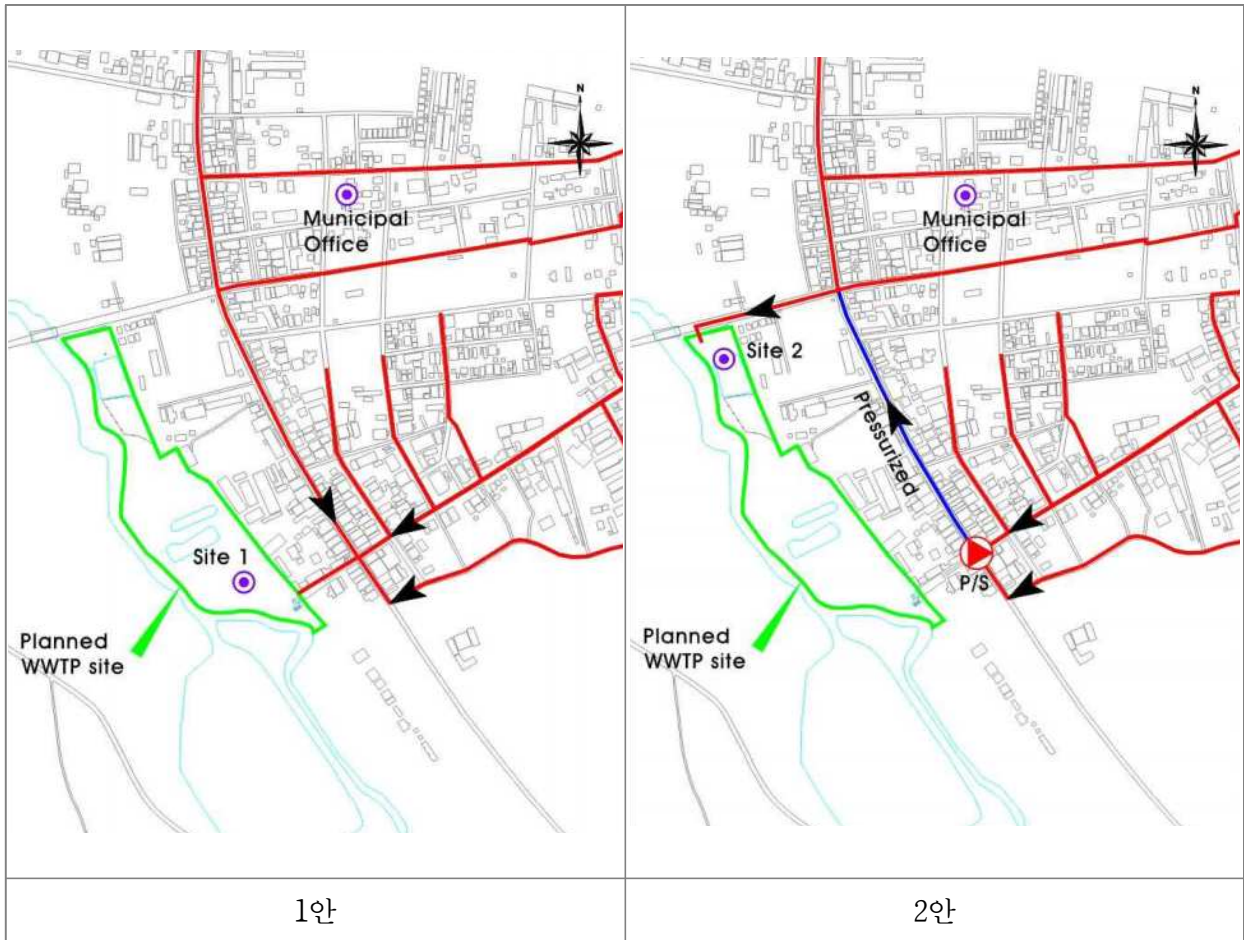
구분	BOD	COD	SS	TN	TP	대장균
계획 유입 수질	242	200	226	47.6	6.8	-
계획 방류 수질	10	20	10	20	2	3000이하

7.2.6 폐수처리시설 계획

가. 폐수처리시설 위치 선정

- Pluak Daeng 지역에는 현재 폐수처리시설 부지가 계획되어있으며, 지형적 여건 및 계획 폐수관거, 방류수역의 위치, 주변시설 현황 등을 고려하여 폐수처리시설 예정 부지내에 설치하는 것으로 계획하였다.
- 폐수처리시설 설치를 위해 예정부지내 2곳을 비교 검토하였다.
- 2안은 진입 및 접근이 용이한 반면 하류측에서 발생하는 폐수의 차집을 위해 펌프시설의 설치가 불가피하며, 또한 부지의 폭이 좁아 하수처리시설의 배치시 어려움이 예상된다.
- 1안의 경우 기존 폐수처리시설 인근에 위치하여 진입에는 큰 어려움이 없으며, 자연유하가 가능하여 펌프시설의 설치를 피할수 있다. 또한 1안보다 부지의 폭이 넓어 폐수처리시설의 배치가 용이할 것으로 판단된다.
- 따라서, Pluak Daeng 폐수처리시설의 부지로 1안을 채택하는 것으로 계획을 수립하였다.

<그림 7.2-2 Pluak Daeng 폐수처리시설 위치 비교>



나. 폐수처리시설 용량 계획

- 폐수처리시설의 시설계획은 효율성, 경제성 뿐만 아니라 안전성, 신뢰성, 장래 확장 가능성 등에 고려하여 결정하여야 한다.
- 본 계획에서는 Municipality 지역과 Non-Municipality 지역을 구분하여 단계적 폐수처리시설 용량 계획을 수립하였다.
- Pluak Daeng 지역은 인구추정 결과 인구가 지속적으로 증가할 것으로 예상된다. 따라서, 목표년도 2025년 계획 폐수량이 8,480m³/일로 시설용량 8,500m³/일을 계획하였으며, 최종목표년도 2035년 계획 폐수량이 14,401m³/일로 6,000m³/일이 증설된 총 시설용량 14,500m³/일을 계획하였다.

<그림 7.2-3 단계별 시설 계획>



다. 폐수처리 방식 검토

- 폐수처리공법의 선정은 폐수처리시설 계획의 가장 중요한 사항 중 하나로서, 처리시설의 각 단위공정은 서로 밀접한 관계를 유지하여 가동되어야 한다. 또한 폐수처리시설은 도시 기본시설로서 일단 건설되면 개조 등이 곤란하고 그 파생효과가 장기간에 걸쳐 발휘되므로 처리효율이 양호하고 방류수질이 안정적이어야 하며 구조물의 안전도가 높아야 한다.
- 처리공법은 방류수 수질기준을 준수할 수 있어야 함과 동시에 유지관리가 용이하며 경제적으로 유리한 처리방식이 선정되어야 하며 다음과 같은 사항을 고려하여야 한다.
 - 유입수질의 시간대별, 일별, 계절별 변동에 대처할 수 있어야 한다.
 - 공사비, 유지관리비 등의 경제성이 고려되어야 한다.
 - 운전 및 유지관리가 용이하여야 한다.
 - 방류수의 수질기준을 만족하여야 한다.

(1) 고도처리 공법 도입의 타당성

■ 고도처리란 통상의 유기물 제거를 주목적으로 하는 2차 처리에서 얻어지는 처리수질 이상의 수질을 얻기 위하여 행해지는 처리를 말하며, 방류수역의 수질환경 기준을 달성하고 부영양화를 방지하여 방류수역의 수질환경을 안전하게 유지하고 용수 이용도를 높이기 위해 도입될 필요가 있다.

<표 7.2-34 고도처리 공법 도입의 타당성>

기술적 타당성	폐수처리에 일반적으로 적용되어온 2차 처리는 유기물 제거효율은 우수하지만, 질소·인 등 영양물질 제거에는 한계가 있음. 2차처리만으로는 방류수 수질기준을 만족시킬 수가 없어 고도처리시설을 도입해야 함.
사회·환경적 타당성	처리구역에서 발생하는 폐수를 처리하여 식수원인 Nong Pla Lhai Reservoir의 적조현상 및 부영양화를 방지하는 주민친화적인 환경사업으로 주민들의 요구에 부응하기 위해서는 고도처리공법을 도입하여야 함.

(2) 고도처리 공법 도입 기준

■ 고도처리공정은 제거대상 물질, 처리성능, 목표수질, 운전관리의 용이성, 하수슬러지 발생량, 경제성 등을 고려하여 결정해야 하며, 하나의 단위조작 또는 두 개 이상의 단위 조작의 조합으로 구성된다. 따라서 고도처리공정을 선정할 때는 목표수질을 설정한 후 여러 가지 관점에서 처리기술을 평가해야 한다.

<표 7.2-35 고도처리 공법 도입 기준>

처리성능 안정성	처리성능(제거성능)이 우수하고 동시에 그 성능이 안정적이며, 유입수량과 수질의 변동에 유연하게 대응할 수 있는 것 등이 평가의 제1순위가 된다. 특히 처리수질에 품질관리측면이 요구되는 경우는 최우선적인 포인트가 된다.
운전관리 용이성	2차 처리의 주류가 되는 생물학적 처리법에서는 주체가 미생물이므로 외적요인(유입수질, 수량 및 수온)의 영향을 받기 쉬우므로 운전관리에 어려움이 있다. 따라서 고도처리기술로서는 외적요인의 영향을 적게 받는 것이 바람직하다.
하수슬러지 발생량	현행의 2차 처리에서도 많은 하수슬러지가 발생하여 그 처리 및 처분에 고심하고 있는 곳이 많다. 따라서 고도처리에서는 가능한 한 하수슬러지 발생량이 적은 기술이 요구된다.
경제성	건설비, 유지관리비가 저렴한 점도 무시할 수 없다. 유지관리비가 적은 점은 자원절약, 에너지절약에 도움이 된다.
환경영향	고도처리기술은 본질적으로 환경보전기술이며, 환경에 악영향을 끼치는 기술은 당연히 바람직하지 않으며, 계획시에 대상기술의 환경영향검토를 실시할 필요가 있다. 또한 처리계통 전체의 에너지 수지도 검토해 둘 필요가 있다.

(3) 고도처리 공법 종류

■ 공공하수처리시설에 유입되는 오염물질 중 부영양화의 원인물질인 영양염류의 제한요소인자로 알려진 질소와 인을 동시에 제거할 수 있는 생물학적 고도처리공법은 다음과 같다. 아래의 고도처리 공법표는 계열별 공법을 예시한 것이며 여러 고도처리 공법 중 처리능력의 안정성, 시공의 용이성, 유지관리의 용이성, 경제성 등을 고려하여 고도처리공법을 선정해야 한다.

<표 7.2-36 고도처리 공법 비교>

구분	A2/O계열	SBR계열	담체계열	막계열	특수미생물 계열 (자연정화법)
개요					
공법 특징	· 혐기, 무산소, 호기조의 수와 배치를 특성에 맞게 구성	· 혐기, 무산소, 호기조 및 2차침전지를 한 반응조에서 Cycle에 따라 운전	· 혐기, 무산소, 호기조의 수와 배치를 특성에 맞게 구성하고 Media충진	· 반응조 내에 혹은 반응조 후단에 MLSS와 유충수를 분리	· 혐기, 무산소, 호기조의 수와 배치를 특성에 맞게 구성하고 토양미생물 배양
유관 용이성	· 용이함	· 용이함 (대용량은 운영이 어려움)	· 운전이 복잡함 (담체관리)	· 운전이 복잡함 (막 관리)	· 운전이 복잡함 (생물반응조 외 미생물 배양조 필요)
체 시간	· 4.5 ~ 14.3hr	· 15 ~ 30hr	· 4 ~ 12hr	· 5 ~ 8hr	· 4 ~ 15hr
장 점	· 운전사수가 많아 운전기술이 화립됨	· 부하변동에 강함 · 중소규모 처리장에 적용사례 많음 · 운전조건 변경이 용이함	· 고농도 하수 및 저온 하수에 강한대용량 소규모부지가 적음	· 부하변동에 강함 · 고품질의 안정된 처리수질 · 소규모부지 적음	· 부하변동에 강함 · 탈위로라
단 점	· 부하변동에 대한 용력이 약함	· 대용량에 적용이 어려움 · 하수찌꺼기(슬러지) 별경 대책이 곤란 · 자동화된 PLC설비가 필요	· 담체 교체로 인한 유지관리비 상승 · 담체의 유출방지 및 미생물의 부착에 주의할 요함	· 공사비가 많이 소요됨 · 적용률이 적음 · 막 교체로 인한 유지관리비 상승	· 운전이 복잡함 · 대용량 적용실적이 적음
소부지	· 많음	· 다소적음	· 보통	· 적음	· 다소 많음
공사비	· 보통	· 낮음	· 다소 높음	· 높음	· 다소 높음
체 시간	· 보통	· 낮음	· 다소 높음	· 높음	· 높음
선정				◎	

(4) 처리공법의 선정

■ 처리공법들을 비교한 결과 처리성능의 운전성, 운전관리의 용이성, 시공성, 경제성, 적용실적 및 기술이전 자립성 등의 종합적인 면에서 우수한 간헐포기접촉산화 공법으로 선정하였으며, 추후 실시설계시 Pluak Daeng 지역의 적합한 수처리 공법의 재검토가 필요해 보인다.

① 처리성능의 안전성

- 생물반응조 내 유동상 미생물접촉제를 이용한 고농도 MLSS 유지로 저농도, 저수온 하수유입 시에도 방류수 수질기준이하로 안정적인 수질의 유지가 가능하다.
- 수질변동에 따른 포기/비포기의 탄력적인 운전대응으로 인하여 처리수질의 변화가 거의 없는 것으로 판단된다.

② 운전관리의 용이성

- 유입부하량 변동시 계열화 운전이 가능하고 간헐포기운전모드를 제어하여 호기 및 혐기 반응시간의 조절이 용이하다.

③ 경제성

- 내부반송이 필요없고 간헐포기방식으로 시설비 및 유지관리비가 절감된다.

라. 폐수처리시설 배치 계획

(1) 주요 시설물 제원

■ 목표년도 2025년 시설용량 8,500m³/일, 최종목표년도 2035년 6,000m³/일이 증설된 총 시설용량 14,500m³/일에 대한 폐수처리 시설물 제원은 다음과 같다.

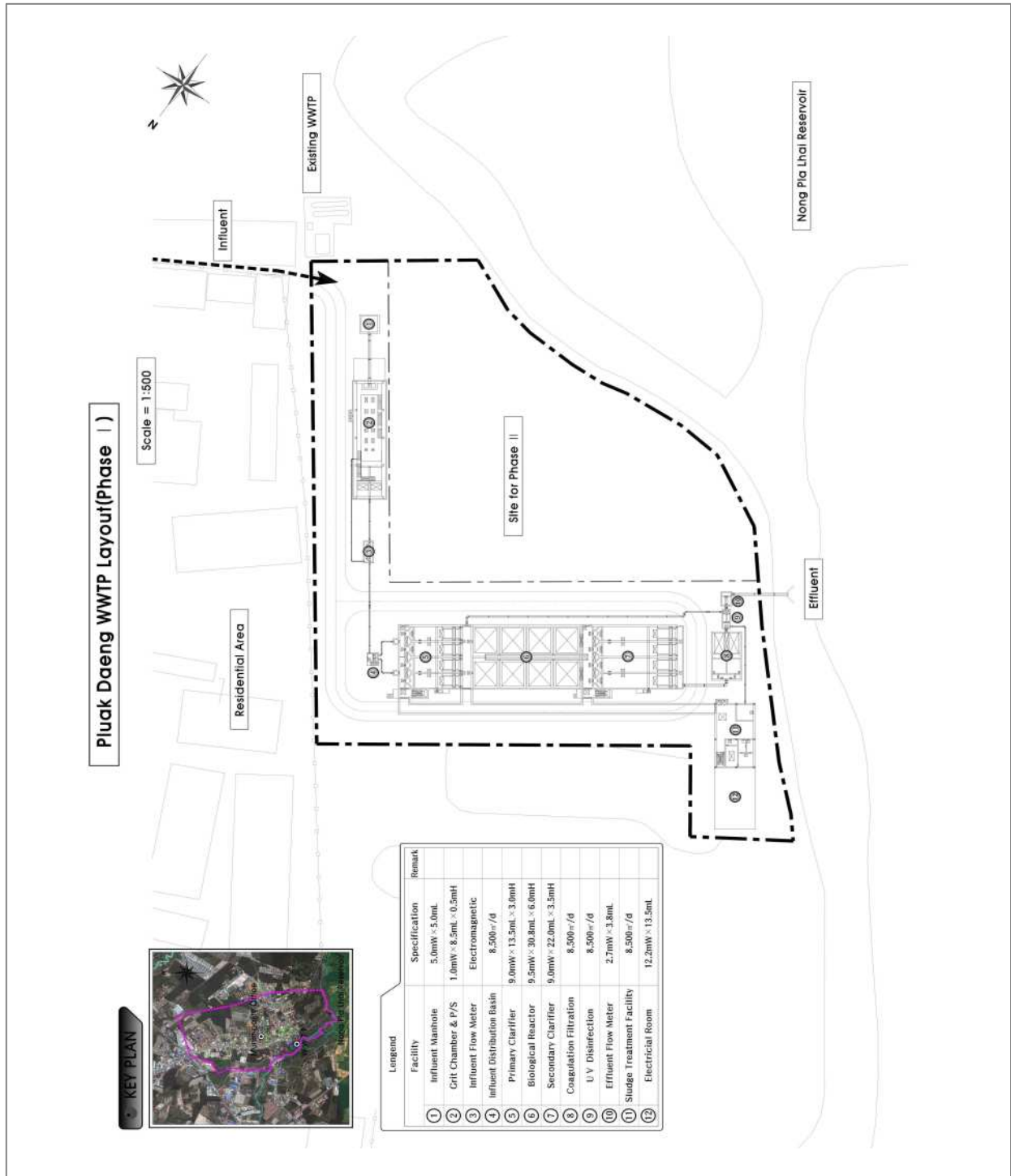
<표 7.2-37 폐수처리 시설물 제원>

구분	형식	시설물 제원	지수/대수	
			2025년	2035년
침사지	중력식 장방형	W 1.0×L 8.0×H 0.5	2지	4지
유입 펌프동	장방형	W 3.5×L 14.0×H 3.5	2지	4지
일차 침전지	장방형	W 9.0×L 13.5×H 3.0	2지	4지
간헐포기접촉조	장방형	W 9.5×L 30.8×H 6.0	2지	4지
이차 침전지	장방형	W 9.0×L 22.0×H 3.5	2지	4지
3차 처리 시설	급속혼화조	W 1.5×L 1.5×H 1.5	2조	4조
	완속혼화조	W 4.0×L 4.5×H 4.0	2조	4조
	섬유디스크필터	섬유여과기	2대	4대
슬러지배양조	장방형	W 3.5×L 8.3×H 4.0	1지	2지
혼합반응조	장방형	W 4.6×L 8.3×H 4.0	1지	2지
UV 소독조	수로형		1대	2대
탈수기	원심기계식 탈수기		2대	4대

(2) 시설물 배치 계획

- 각 단위 처리 시설간 상호 연계성 뿐만 아니라 관련 시설물과의 상호 연관 관계를 감안하여 아래 사항을 고려한 최상의 배치계획이 되도록 합리적인 배치계획을 수립하여야 한다.
- 부지 이용을 극대화하여 장래 시설 증설시 시설의 배치를 고려하여 계획하였다.

<그림 7.2-4 폐수처리시설 배치 계획>



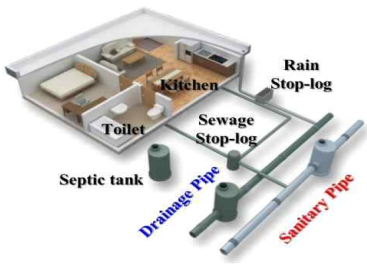
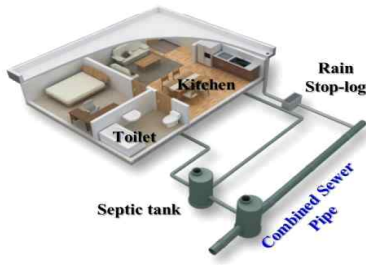
7.2.7 폐수배제 방식 결정

- 폐수를 처리함에 있어 폐수관거의 기능은 폐수처리시설 기능 못지않게 중요하다. 이러한 폐수관거의 완벽한 기능발휘를 위해서 우선적으로 검토·설정되어야 할 사항은 폐수배제방식에 대한 결정이다.

가. 폐수배제 방식의 분류

- 폐수배제방식은 합류식(Combined System)과 분류식(Seperate System)으로 분류되고 있는데 폐수배제에 있어서 폐수와 우수를 전혀 다른 별개의 관거로 배제하는 것을 분류식이라 하고 동일 관거로 배제하는 것을 합류식이라 한다.

<표 7.2-38 폐수 배제 방식 비교>

구분	분류식	합류식
모식도		
건설	<ul style="list-style-type: none"> • 우수와 폐수를 별개의 관거에 배제하기 때문에 폐수배제 계획이 합리적이다 • 폐수관거에서는 소구경관거를 매설하므로 시공이 용이하지만, 관거의 경사가 급하면 매설깊이 깊어지게 된다 	<ul style="list-style-type: none"> • 우수를 신속하게 배수하기 위해서 지형조건에 적합한 관거망이 된다 • 대구경관거가 되면 좁은 도로에서의 매설에 어려움이 있다
유지관리	<ul style="list-style-type: none"> • 관거오점의 철저한 감시 필요 • 관거내 퇴적이 적다 	<ul style="list-style-type: none"> • 청천시에 수위가 낮고 유속이 적어 오물이 침전하기 쉽다. • 우천시 수세효과 있다
수질보전	<ul style="list-style-type: none"> • 오점에 의한 폐수 유출 우려가 있다 • 초기우수의 오염물질이 하천을 오염시킬 수 있다 	<ul style="list-style-type: none"> • 차집시설의 유지관리 소홀로 폐수의 유출 가능성이 있다 • 초기우수를 처리장으로 차집이송처리가 가능하다

나. 기존 폐수배제 방식 현황 및 문제점

(1) 기존 폐수배제 방식 현황

- Pluak Daeng 지역의 현재 하수배제 방식은 도로변에 설치된 측구 및 개거 또는 원형관을 이용한 합류식 폐수처리시설이 Municipality 지역을 중심으로 일부 설치되어 있으며 미처리 상태의 폐수가 하천으로 방류되어 Nong Pla Lhai Reservoir로 유입되고 있는 상황이다.

(2) 기존 폐수배제 방식 문제점

- 각종 배수시설의 미비로 표면수의 집수불량 및 기존 기가지의 U형 측구로 가정폐수가 유입되고 있어 냄새를 유발하고 우천시에는 폐수시설이 제기능을 갖지 못하고 있어 관거 시설의 보급이 시급한 실정이다.
- 폐수처리시설에 대한 인식부족 및 유지관리의 소홀 등으로 폐수처리시설에 토사 및 쓰레기 등을 투기함으로써 표면수의 집수가 이루어지지 않아 배수불량의 원인이 되고 있다.
- 지천 및 미복개구로의 하수 및 오물방류로 인한 비위생적인 폐수배제로 시민의 건강 및 정서생활에 영향을 주고, 처리구역내 폐수처리시설이 설치되어 있지 않아 분노정화조나 폐수 정화조를 설치함에 따라 시설비, 유지관리비 등 시민의 2중 부담이 발생하는 실정이다.

다. 폐수 배제 방식의 결정

- 분류식은 합류식에 비해 유지관리면이나 하천오염, 처리효율면에서 유리하므로, 본 계획에서는 방류 수역인 Nong Pla Lhai Reservoir의 수원 보호를 위해 기존 합류식 관거는 우수관으로 활용하고 폐수관거의 신설을 통한 분류식화를 원칙적으로 채택하는 것으로 계획하였다.
- 다만, 재정 및 도시정비 여건상 Municipality 지역을 목표년도 2025년까지 우선적으로 분류식화를 진행하고 나머지 Non-Municipality 지역을 최종 목표년도인 2035년까지 분류식화를 마무리하는 단계별 시행 계획을 수립하였다.

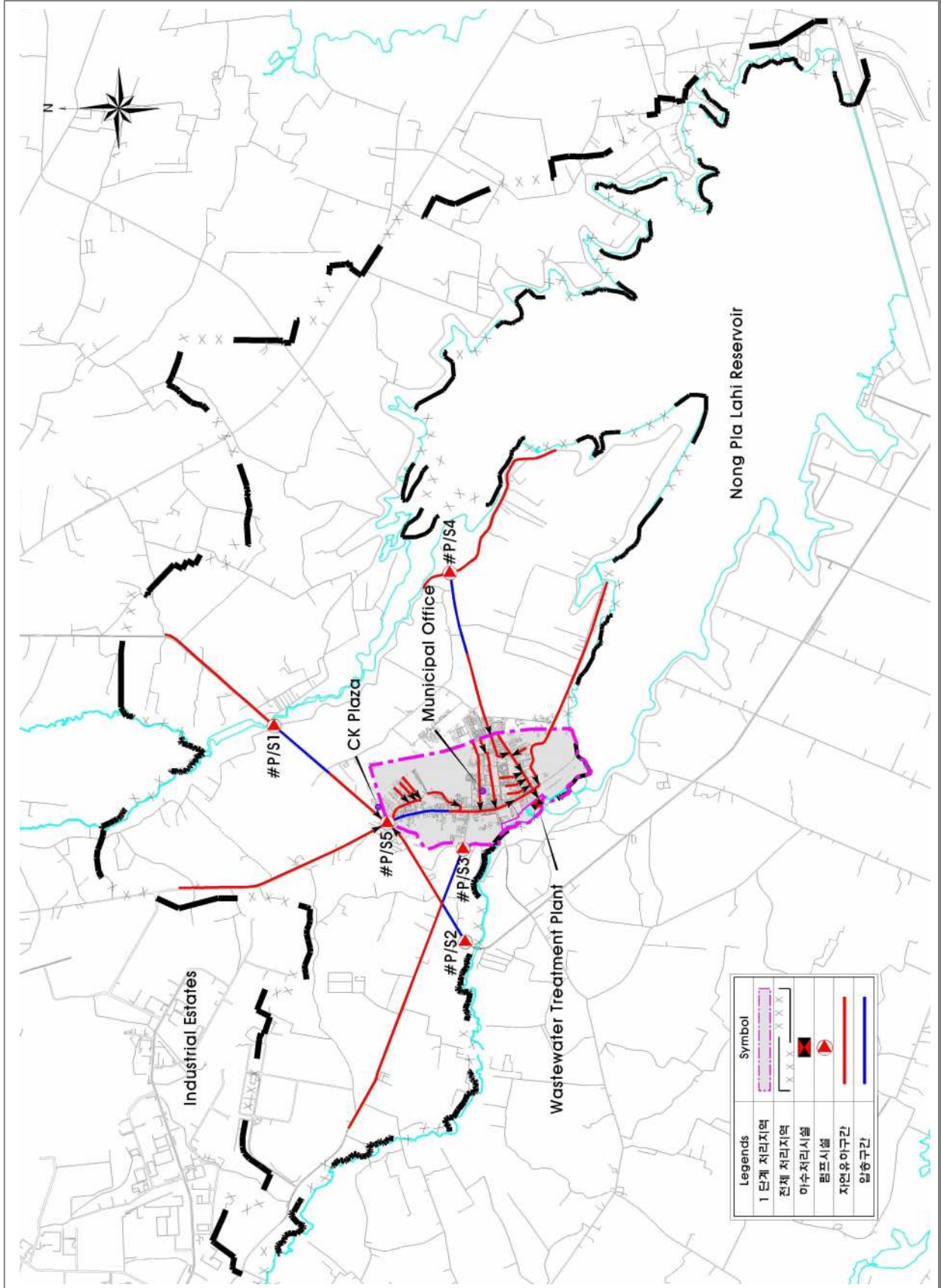
7.2.8 폐수관거 계획

- Pluak Daeng 지역내 필요한 폐수관로는 약 26.7km가 필요할 것으로 예상되며 세부적인 사항은 다음과 같다.

<표 7.2-39 폐수관거 계획 >

구분		D100 (압송관)	D200	D250	D300	D400	D500	D600	계	비고
관거 연장 (m)	Municipality	667	4,808	-	1,102	1,691	496	115	8,879	1단계 (2025년)
	Non-Municipality	3,036	13,638	1,200	-	-	-	-	17,874	2단계 (2035년)
계		3,703	18,446	1,200	1,102	1,691	496	115	26,753	

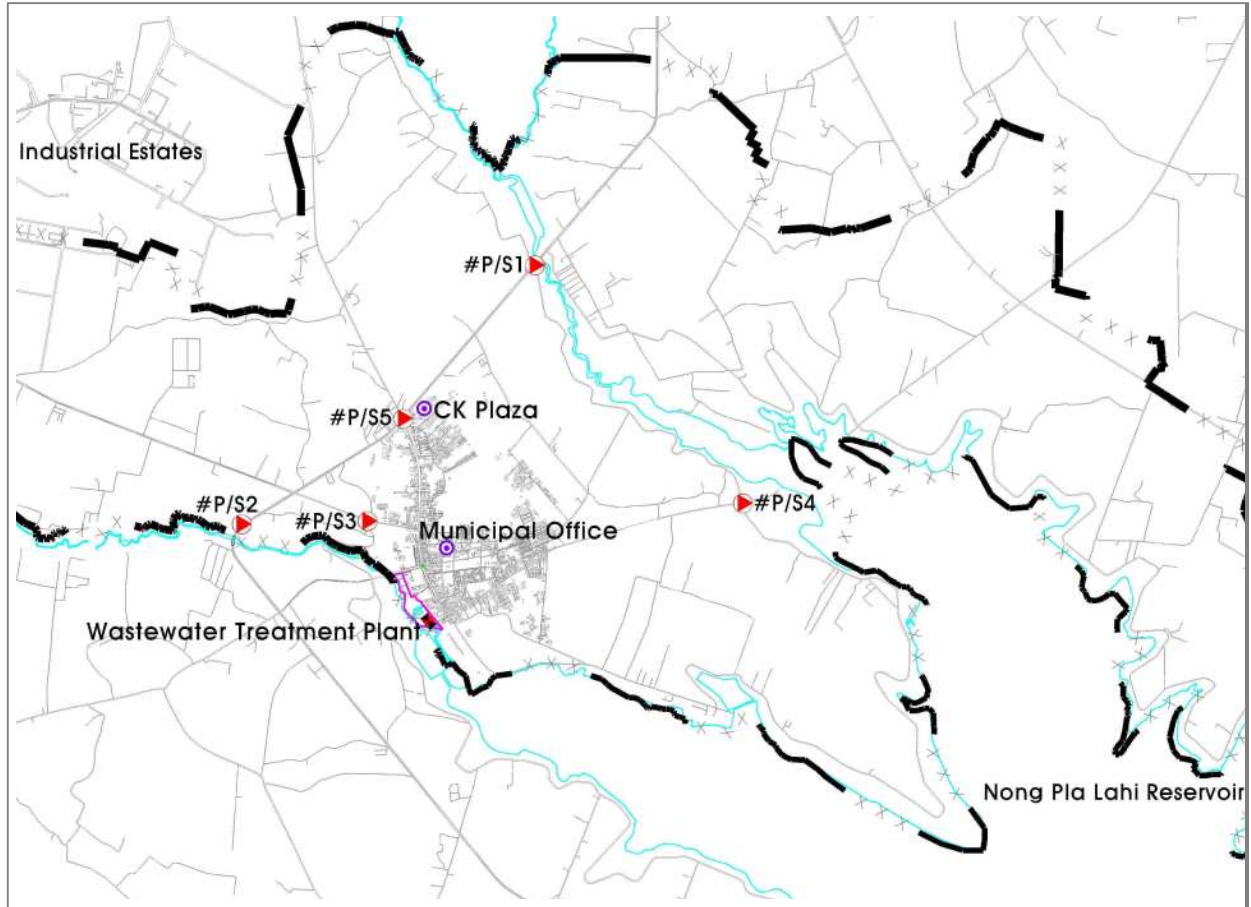
<그림 7.2-5 폐수관거 노선 계획>



7.2.9 중계 펌프장 계획

- 자연유하를 원칙으로 하였지만 Pluak Daeng 지역은 지형의 기복이 심하여 최소 5개구간 압송관거 3.7km 계획이 불가피할 것으로 판단되며, 이에 따른 중계 펌프 시설의 계획을 수립하였다.

<그림 7.2-6 폐수 중계 펌프장 계획>



7.2.10 사업의 기대효과

가. 경제적 효과

- 미처리 폐수로 인한 토양 및 지하수 오염 최소화
- 쾌적한 생활환경 및 주민들의 공중보건 및 위생향상으로 수인성 질병 감소
- 기초 인프라시설 구축으로 이 지역에 대한 투자환경 개선효과로 지역경제 활성화
- 처리장 방류수의 재이용을 통한 수자원 확보
- 한국의 폐수처리 관련 기업 및 인력의 해외진출 기회
- 한국 기업체의 시장 선점효과 및 향후 환경시장 교두보 확보

나. 사회적 효과

- 도시 미관의 향상 및 악취발생 예방
- 주민들의 보건위생에 대한 인식 증진
- 방류수역에 대한 수질개선을 통한 수질보전
- 가용 수원의 보호로 수자원 보전에 기여

다. 기술이전 효과

- 수요처의 설계 및 시공 기술 향상
- 폐수처리시설 운영 및 유지관리 교육 등을 통한 기술력 축적
- 자체 기술력 축적으로 환경기술 발전 발판 마련
- 환경기술 축적으로 인접 국가 기술력 수출 가능성 마련

제8장 환경협력사업 발굴

- 8.1 환경협력사업의 접근방법
- 8.2 협력사업의 일반적 분류
- 8.3 한-태국 환경협력사업

제8장 환경협력사업 발굴

8.1 환경협력사업의 접근방법

- 한국-태국간의 폐수처리분야의 환경협력 사업은 마스터플랜(Master Plan)대상지역인 Pluak Daeng, Na Jom Tien, Tha Chang 등 3개 지역의 폐수처리 개선을 위해 현장조사와 관계자와 협의를 거쳐 결정하였으며 발굴된 협력사업을 가능한 한 조기에 수행함으로써 태국 정부에 대한 환경협력의 당위성 및 협력관계를 강화 할 수 있으며, 태국의 안정적이고 지속적인 환경산업 성장기반을 확충하고, 국가 간의 환경협력 활동과 연계를 확장하고 강화함으로써 유기적인 환경협력관계 구축을 도모할 수 있을 것이다.
- 2017년 10월 태국 방콕에서 양국간 협력회의 및 최종보고회의를 통해 후속사업대 한 구체적인 협의와 사업의 실현을 위한 논의가 이루어졌다.
- 본 마스터플랜사업과 동시에 Pluak Daeng 지역의 하수도시설에 대한 타당성조사를 병행하였으며, 해당사업에 대해서 사업의 규모와 구체화 시기 등을 고려하여 태국 중앙정부, 지방정부와 협의를 통하여 민간투자 사업방식 및 태국의 재정사업으로 추진할 계획이다.
- 발굴된 협력사업은 가능한 한 조기에 수행함으로써 태국 정부에 대한 환경협력의 당위성 및 협력관계를 강화 할 수 있으며, 태국의 안정적이고 지속적인 환경산업 성장기반을 확충하고, 국가간의 환경협력 활동을 강화함으로써 양국간의 우호 증진에 기여하도록 한다.
- 특히 우선협력사업을 조속히 시행하기 위해서는 무엇보다도 태국정부의 천연자원환경부(MoNRE), 내무부(MOD)등의 협력이 중요하며 마스터 플랜보고서 검토 후 타당성 조사를 요청해야 한다.

<그림 8.1-1> 협력사업 도출방법



8.1.1 협력사업 도출

- 환경협력사업의 도출은 현장조사와 협의를 통하여 이루어졌다. 현장조사는 태국측 마스터 플랜 수립대상 요청지역에 대하여 현장조사와 지자체 설명 및 요청사항에 대한 의견수렴을 하여 대상지역을 4개 지역으로 우선 선정하였고, 1차 워크샵을 통해 4개 지역에 대한 추가 현장조사와 태국의 관계자와 회의를 진행하여 최종 3개 지역을 사업대상지역으로 선정하였다.
- 2차 워크샵을 통해 좀 더 현실적인 협력사업이 추진이 될 수 있는 지역을 우선 사업대상 지역으로 최종 선정하였으며 대상지역을 추가 방문하여 현장조사 및 자료조사를 추가로 수행하였다.
- 최종발표회를 통해 후속사업에 대한 구체적인 내용이 발표 되었으며, 최종 환경협력회의를 통해 구체적인 사업 실현을 위한 논의가 있었다.

<그림 8.1-2> 사업추진 협력사업 도출 및 협의 절차



8.2 협력사업의 일반적 분류

■ 환경협력 사업은 크게 지식전파사업, 역량강화사업, 시설투자 사업으로 나눌 수 있으며, 이는 다시 유형적인 것과 무형적인 것으로 분류된다. 시설투자 사업은 인구 및 경제성장애 따른 오염도 증가로 인한 환경시설의 개량, 증설 또는 신설 사업으로 유형적인 것이다. 또한 지식 전파 사업은 환경정책 및 정보전달 등에 관한 것이며, 역량 강화사업은 교육 및 인적교류 등이다.

8.2.1 지식전파 사업

■ 우리나라의 환경관리정책, 지역 환경관리, 기업환경경영 등에 대한 경험과 지식을 외국에 전파하는 사업으로 지식전파 사업은 한-세계은행(World Bank)의 “지식협력사업”과 환경부의 “국제공동프로젝트의 장기종합계획” 등의 방법으로 이루어지고 있다.

가. 한-세계은행 지식협력 사업(BKEP, Bank-Korea Environmental Partnership)

■ 한-세계은행(World Bank)의 지식협력 사업은 우리나라 정부에서 매년 일정규모의 자금을 신탁기금형태로 세계은행에 제공하고, 세계은행이 관리하여 추진하는 협력사업의 형태로 환경부-세계은행간 양해각서 체결(2001.2)후, 2002-2004년 사이에 136만 USD를 기술자문 신탁기금으로 출연, 11개 사업을 추진하였으며, 2005년 세계은행의 기술자문 신탁기금이 폐지된 후에는 특수신탁기금의 형태로 추진하고 있다.

■ 이 사업은 2001년 환경부-세계은행간 체결된 양해각서에 의거 추진되던 지식협력(Knowledge Partnership)사업의 효율성 제고를 위하여 기금출연주체를 환경부에서 환경관리공단으로 변경하여 환경관리공단-세계은행간 환경협력협약을 체결하여 사업을 진행하고 있다. 2006년 8월 기금출연 주체의 변경 이후 동아시아 개도국 대상 환경보전을 위한 컨설팅 및 조사사업을 내용으로 4년(2006.4-2010.4)의 협약기간 동안 총 950천 USD의 기탁금액을 협약하고 5개의 사업을 추진 중에 있는 것으로 조사되었다.

■ 세계은행에서 제시하고 있는 지식전파사업의 형태는 조사사업, 공동연구, 사례연구, 국제세미나 등이며, 위탁교육이나 기타 시설을 설치하는 시범플랜트 사업 등은 제외된다.

나. 환경부 국제공동연구사업

■ 국내 환경기술을 해외진출 대상국의 실수요와 현지 환경현황 여건 등의 특성에 부합하기 위하여 대상국과 공동으로 현지 맞춤형 기술개발 추진을 목적으로 환경시장이 확대되는 중국 및 동남아를 비롯한 세계 전 지역에서 공동연구 과제를 수행하고 있으며, 인근 현지 Pilot시설 개발로부터 기술개발 로드쇼 및 세미나 등과 연계되어 지원되고 있다.

■ 지식전파 또는 지식협력은 협력사업의 초기에는 모듈의 한 형태로 시행되었으나 다른 모듈의 협력 사업을 수행하는 데에 지식협력이 매우 중요하다는 것이 인식됨에 따라

점차 타당성 조사사업, 투자사업, 능력배양사업, 공동사업 등 협력사업의 다른 모듈에서도 지식협력의 요소가 증가하고 있다.

8.2.2 역량강화 사업

■ 개도국의 환경관리 역량강화를 위한 것으로서 주로 인적자원의 개발을 위한 초청연수, 교육 등이 주로 이루어지고 있다. 개도국의 환경 분야, 인적자원개발을 위한 교육, 초청연수 등은 KEITI, KOICA 및 기타 유관기관 등을 통하여 이루어지고 있다.

가. 한국환경산업기술원(KEITI) 협력네트워크 구축

■ 환경산업진출 유망국가를 대상으로 민·관 합동 시장개척단을 파견, 기업간 1:1 비즈니스 상담을 통한 협력분야 발굴 및 현지 고위급 인사와의 면담을 통한 인적 네트워크 구축으로 우리 기업의 해외사업 수주기회 발굴 및 추진을 지원하고 있다.

■ 전 세계 유망 환경 시장을 보유한 국가의 의사결정자와 환경산업의 유력 발주처를 기업수요 기반으로 초청하여 수주 유망 프로젝트 발굴 및 국내 환경기업과 1:1 비즈니스 상담등 수주역량을 강화하고, 글로벌 비즈니스 네트워킹을 수행하고 있다.

나. KOICA의 국내초청 연수사업

■ 국내초청연수사업은 개도국의 정책입안자나 기술인력 등을 초청하여 우리나라가 경제발전 을 이루는 과정에서 축적한 경험과 기술을 전수함으로써 개도국의 국가발전에 필요한 인력 양성을 지원하고, 우리나라에 대한 이해를 증진시킴, 참가국들과의 우호협력관계를 구축하는데 기여하는 사업으로 경제개발, 공공행정, 농림수산 분야에 대한 연수를 중점적으로 실시해 왔으며, 환경관련분야 연수도 지속적으로 확대 실시하고 있다.

■ 연수의 형태는 정형화된 기본과정 이외에 외교적 수요에 한시적으로 운영되는 특별과정, 국가별 맞춤형의 국가별 연수, 국제기구 등과의 공동연수 등이 있다.

다. 환경부 국제협력기반 조성사업

■ 개도국 환경현안 해결에 기여하며 친 한국화를 촉진하여 긴밀한 환경협력관계를 유지하고, 급성장하고 있는 개도국 환경산업 시장에 국내 수출유망환경산업의 진출 기반을 조성하고자 환경기술인력 장·단기 초청연수를 실시하고 있다.

■ 연수의 형태는 단기교육과정과 장기교육과정이 있으며, 단기교육과정은 한국의 환경산업에 대한 기술 설명회, 국내 우수 성공기술 소개 및 견학과 국제박람회 참관 등을 주로하고, 장기교육과정은 단기교육과정의 교육내용 외에 한국문화를 소개할 수 있는 홈스테이 실시, 한국어 연수 및 국내 환경전문 연구기관의 위탁교육을 실시하고 있다.

8.2.3 한-태국 환경시설 협력사업

- 환경시설 협력사업은 본 마스터플랜의 대상지역에 대한 하수도분야의 인프라시설의 구축을 지원하고 향후 우리나라와의 교류를 증진시키고자 지원하는 사업이다. 환경시설 협력 사업은 국내에서 유지되고 있는 대외경제협력기금(EDCF) 혹은 KOICA의 ODA등 공적개발원조를 통하여 추진할 수 있으나 태국의 경우에는 지원조건에 부합하지 않아 적절치 않으며, 사업성 있는 후속사업을 발굴하여 PPP를 통한 PF사업으로 추진하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 본 태국 폐수처리개선 마스터플랜 사업대상 지역인 Pluak Daeng, Na Jom Tien, Tha Chang 및 Pattaya 등 4개 지역에서 11개의 사업을 도출하였으며 우선사업 대상지역을 Pluak Daeng지역으로 선정하였다.
- 기술적인 환경개선 대응반응에 따라 지역별 필요사업이 도출되었지만 태국 현지의 상위계획 및 경제상황, 환경정책 담당자들의 의지, 국내 업체의 진출 가능성을 고려하여 사업의 우선순위를 산정하였다.
- 협력사업의 대부분이 폐수처리시설로써 현재 운영되고 있는 폐수처리시설이 전무한 상황이므로 대규모 시설로 계획되어 사업비가 커짐에 따라 재원조달에 어려움이 예상되므로 단계별로 구분하였다.

8.3 한-태국 환경협력사업

8.3.1 협력사업 도출경위

- 본 마스터플랜 사업에서 사업대상 지역인 Pluak Daeng, Na Jom Tien, Tha Chang지역에 대한 환경현황 분석 및 전망을 통해 각종 문제점을 도출하였으며, 이에 따른 수요량 예측으로 적정 필요용량 및 시설규모를 도출함으로써 궁극적으로 방류하천 오염으로 인해 고통 받고 있는 시민의 생활 환경개선 및 삶의 질 향상을 우선시하여 시설물 계획을 수립하였다.
- 사업의 우선순위는 기존시설의 유무, 방류하천의 오염 및 유량 정도, 경제상황, 국내 업체의 진출성 등을 고려하여 사업의 우선순위를 산정하였다.
- 대상지역에 대한 사업평가와 한-태국 환경협력사업 도출을 위한 사업 수행 중 태국내 관련사업 정보입수 및 관계자 면담을 통해 협력사업을 발굴하였다.
- 또한, 추가로 사업진행 중 Pattaya시의 기존 Wat Nong Yai 폐수처리장 증설사업에 대한 정보를 입수하여 별도의 타당성조사를 실시, 2017년 11월 14일에 최종 성과품을 Pattaya시에 제출하였으며 향후 사업진행 방향에 대하여 협의하였다.
- 본 계획에서는 우선협력사업 4개 및 협력사업 7개 등 모두 11개의 사업을 도출하였다.

<표 8.3-1> 후속협력사업 리스트

지역	사업명		사업내용	비고
Pluak Daeng	폐수처리장 건설사업	1단계	· 처리시설 : Q=8,500m ³ /일(목표년도 2025년) · 처리공법 : 간헐포기 접촉산화법	우선협력사업
		2단계	· 처리시설 : Q=7,000m ³ /일(목표년도 2035년) 총Q=14,500m ³ /일 · 처리공법 : 간헐포기 접촉산화법	
	폐수관로 설치사업	1단계	· 폐수관로 신설 : L= 8.9km · 맨홀펌프장 : 2개소	
		2단계	· 폐수관로 신설 : L= 17.8km · 맨홀펌프장 : 3개소	
Na Jom Tien	폐수처리장 건설사업	· 처리시설 : Q=7,000m ³ /일(목표년도 2035년) · 처리공법 : 표준활성 슬러지법	협력사업	
	폐수관로 설치사업	· 폐수관로 신설 : L= 50km · 맨홀펌프장 : 10개소		

<표 8.3-1> 후속협력사업 리스트(계속)

지역	사업명	사업내용	비고
Tha Chang	폐수처리장 건설사업	· 처리시설 : Q=4,000m ³ /일(목표년도 2035년) · 처리공법 : 표준활성 슬러지법	협력사업
	폐수관로 설치사업	· 폐수관로 신설 : L= 38km · 맨홀펌프장 : 19개소	
Pattaya	Wat Nong Yai 폐수처리장 증설사업	· 기존시설 고도처리개량 : Q=65,000m ³ /일 · 증설 처리시설 : Q=65,000m ³ /일 · 처리공법 : DNR공법(Daewoo Nutrient Removal)	협력사업 (추가 발굴사업)
	태양광 발전 사업	· 태양광을 통한 전력생산으로 태국 전력청(PEA:Provincial Electricity Authority)에 전력 판매	
	방류하천 경관사업	· Wat Nong Yai 방류하천 경관조성 사업으로 주민생활 편의성 향상 및 관광객 향상 효과 기대	

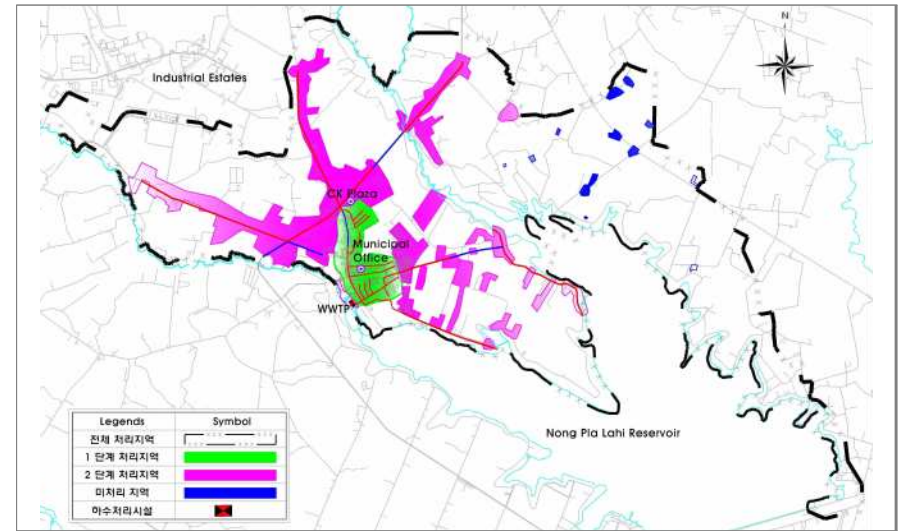
8.3.2 우선협력사업

가. Pluak Daeng 지역 폐수처리시설 및 폐수관로 설치 사업

(1) 사업개요

- Rayong 주의 Pluak Daeng 지역은 인구밀도가 높은 지역으로 Rayong 주의 중요 식수원(Nong Pla Lhai Reservoir)이 위치하고 있다.
- 지역내 시설용량 150m³/일의 기존 폐수처리시설이 있지만 용량이 충분하지 못하며 유지관리의 부실로 인하여 현재 미가동중이다.
- 주요 간선도로를 위주로 합류식관이 부설되어 있으며, 가정 및 상업시설에서 발생하는 폐수는 합류식관을 통하여 인근 하천으로 미처리 방류되어 식수원인 Nong Pla Lhai Reservoir로 유입되고 있는 상황이다.
- 식수원인 Nong Pla Lhai Reservoir의 수질오염이 심각한 상황으로 수질개선을 위한 폐수처리시설 및 폐수관로의 정비가 시급한 상황이다.
- 본 사업의 대상지역은 Pluak Daeng 지역내 Municipality와 Non-Municipality 지역으로 크게 나누어진다.
- 본 사업은 폐수처리 개선을 위한 사업으로 단계별 폐수처리시설 공사를 위한 기본계획 수립을 그 목적으로 하며, 폐수관로, 중계펌프장 및 폐수처리시설 신설을 포함한다.

<그림 8.3-1> Pluak Daeng지역 위치도



(2) 사업 예산 및 기간

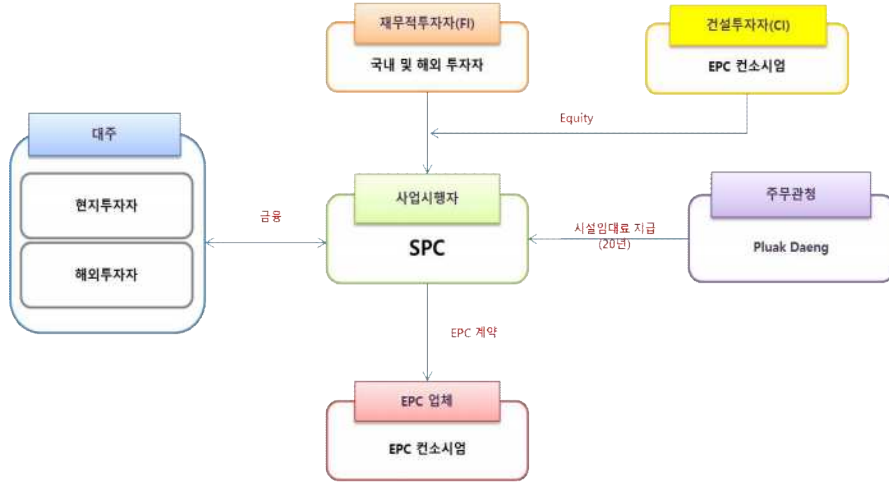
- 사업기간 : 1단계사업의 건설기간은 2020년 07월 01일부터 2024년 09월 30일까지 총 51개월로 가정하였다. 1단계 운영기간은 토목, 건축설비의 경제적 내용연수 및 기계전기, 계측제어 설비의 내용연수를 감안하여 2024년 10월 01일부터 2044년 09월 30일까지 총 20년으로 가정하였다. 단, 2단계 사업기간은 시기적인 면에서 분석 결과의 정확성을 저하시킬 우려가 있어 본 분석에서는 1단계만을 반영하였다.
- 사업방식: 본 사업은 BLT방식을 도입, 즉 민간투자자가 사회기반시설을 건설하고 일정 기간동안 정부에 임대하는 형식이며, 시설에 대한 소유권은 계약기간이 종료된 시점에서 정부에게 이전된다. 그에 따라 주무관청은 임대기간동안에 민간투자자에게 정부지급금을 지급하여 민간의 시설투자에 대해 보전할 것이다.

<표 8.3-2> 1단계 총 사업비

구분	금액(천 USD)
1. 총민간사업비	28,428
2. 건설보조금	-
3. 소계 (총사업비): 1+2	28,428
4. 물가변동예비비	2,770
5. 건설이자	3,047
6. 합계 (총투자비): 3+4+5	34,244

■ 사업의 구조: 본 사업은 사업제안자가 재무투자자와 함께 공동 투자하는 것으로 가정하며, 사업구조는 아래와 같다.

<그림 8.3-2> 사업구조



■ 자본구조 및 조달재원: 타인자본은 비소구 또는 제한적 소구 형태의 신디케이트 프로젝트 파이낸싱으로 조달하는 것으로 가정하였다. 최적 자본 구조는 아래 기준에 따라 결정된다.

<표 8.3-3> 자본구조

구분	자기자본비율	타인자본비율
최적자본구조	· 자기자본 조달비용과 위험 · 유사사업의 자기자본 조달비율	· 대출기간, 사업수익률, 대출상환능력 분석을 통한 조달가능성 · 펀드규모에 따른 타인자본 조달비용 증가 가능성
	· 총민간투자비의 25%	· 총민간투자비의 75%

■ 본 사업은 자기자본 25%, 타인자본 75%로 조달될 예정이다. 1단계 사업의 조달재원은 구체적으로 다음과 같다.

<표 8.3-4> 1단계 자본구조 및 조달재원

(Unit: 천 USD, 경상가)

구분	비율(%)	금액	이자율(%)	조달재원
총투자비	100	34,244	-	-
자기자본	25	8,561	-	- 재무적투자자(FI) - 건설투자자(CI) - 기타
타인자본	75	25,683	4.86%	-

※자본구조와 조달재원은 시장상황에 따라 변할 수 있다. 그럼에도 불구하고 위에 언급된 비율은 현 시점의 금융 조건 하에서 추구하는 목표 구조, 즉 자기자본 25%, 타인자본 75%를 나타낸다. 이러한 점에서 4.86%의 금리 또한 필요에 따라 조달구조와 함께 적절히 조정될 필요가 있음.

8.3.3 후속 협력사업

가. 후속협력사업

■ 후속 협력사업도 우선협력사업과 마찬가지로 태국의 환경문제를 해결하기 위해 시급한 실정이다. 사업의 실제적인 수행을 위해서 양국 관계자들간의 협의를 통해 7개의 사업을 선정하였다. 후속 협력사업은 우선 협력사업에 비해 중요도가 떨어지는 것이 아니며, 태국의 재정상태 및 도시개발 등을 고려하여 목표연도인 2030년도 까지의 사업의 순의를 정하였으나, 재원확보를 위한 태국정부 재정사업 및 민간투자사업이 가능하다면 사업을 조기에 수행하는 것도 가능하다.

■ 본 마스터플랜을 수행하며 조사한 바에 따르면 대부분의 지역이 폐수처리시설이 부족한 실정이며, 폐수처리시설의 신설 및 증설 등이 태국정부의 재원부족으로 체계적인 시설확충이 어려운 것으로 판단된다. 현재 목표연도인 2035년 까지 계획한 폐수처리개선 분야의 후속 협력사업은 다음과 같다.

<표 8.3-5> 후속협력사업 리스트

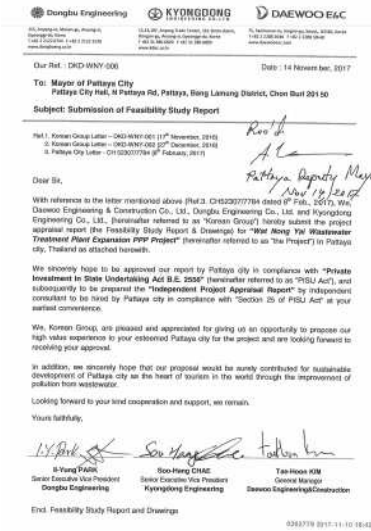
지역	사업명	사업내용	비고
Na Jom Tien	폐수처리시설 건설사업	· 처리시설 : Q=7,000m ³ /일(목표년도 2035년) · 처리공법 : 표준활성 슬러지법	
	폐수관로 설치사업	· 우수관로 신설 : L= 50km · 맨홀펌프장 : 10개소	
Tha Chang	폐수처리시설 건설사업	· 처리시설 : Q=4,000m ³ /일(목표년도 2035년) · 처리공법 : 표준활성 슬러지법	
	폐수관로 설치사업	· 우수관로 신설 : L= 38km · 맨홀펌프장 : 19개소	

나. 추가 사업 발굴(타당성 보고서 별도 제출)

- 본 컨소시엄은 태국 동부지역 마스터플랜 수립사업을 진행중, 현지 관계자와 협의중에 파타야 폐수처리시설 증설에 대한 사업정보를 확보, 파타야 시장 및 현지 관계자들의 적극적인 추진의사 표명에 따라 사업검토 후 추진을 진행하였다.
- 본 사업은 파타야 Wat Nong Yai 폐수처리시설 용량을 기존 Q=65,000m³/day에서 Q=130,000m³/day로 Q=65,000m³/day을 증설하고 T-N 및 T-P를 효과적으로 제거할 수 있도록 하여 주민 생활수준 및 보건향상을 증진하고 파타야 해변의 수질개선 효과로 파타야시의 관광자원을 보존하여 관광산업을 더욱 발전시키고자 하는데 그 목적이 있다.
- 또한, 본 사업은 대한민국 환경부에서 주관하고 환경산업기술원이 시행하는 태국 동부지역 폐수처리개선 마스터플랜 사업의 후속협력사업으로 한-태국 간 환경산업의 우호를 증진하고 관련분야 기술 수준이 미비한 태국 환경산업을 위하여 한국의 기술을 전수함으로써 태국내 한국 환경산업을 우수성을 알리는 좋은 기회이다.
- 본 사업의 타당성조사 보고서는 2017년 11월 14일에 파타야시에 최종 제출되었으며, 현재 파타야시에서는 태국 PPP관련법에 따라 제출된 최종 보고서를 검토중에 있다.

<그림 8.3-2> 파타야 최종성과품 제출

파타야 최종성과품 제출 및 협의



<표 8.3-6> 추가 사업 리스트

지역	사업명	사업내용	비고
Pattaya	Wat Nong Yai 폐수처리장 증설사업	· 기존시설 고도처리개량 : Q=65,000m ³ /일 · 증설 처리시설 : Q=65,000m ³ /일 · 처리공법 : DNR공법(Daewoo Nutrient Removal)	
	태양광 발전 사업	· 태양광을 통한 전력생산으로 태국 전력청 (PEA:Provincial Electricity Authority)에 전력 판매	
	방류하천 경관사업	· Wat Nong Yai 방류하천 경관조성 사업으로 주민생활 편의성 향상 및 관광객 향상 효과 기대	

(1) 사업개요

- 본 사업의 최종 목표연도는 2035년으로 계획하였으며, 아래와 같이 1단계 및 2단계로 구분하여 계획하였다.

<표 8.3-7> 목표년도 설정

구분	1단계	2단계	비고
목표년도	2025년	2035년	

- 파타야시 계획폐수량은 과거 거주인구(등록인구+미등록인구) 및 관광인구 자료를 기초로 장래인구를 예측하였으며 태국 설계기준을 적용하여 다음과 같이 계획함.

<표 8.3-8> 목표년도 설정

구분	현재(2016년)	장래		비고
		1단계	2단계	
목표년도	77,888m ³ /d	120,898m ³ /d	129,593m ³ /d	
폐수처리장 시설용량	65,000m ³ /d	130,000m ³ /d		○ 증설:65,000m ³ /d

- 폐수처리 공법은 파타야 해변의 water bloom방지를 위한 T-N 및 T-P 제거 가능한 고도처리 공법 적용하였고, 기존 시설은 표준환성슬러지법에서 A2O (Anaerobic-Anoxic-Aerobic)로 개량하고 증설시설은 한국에서 가장 많은 실적과 운영효율이 검증된 DNR(Daewoo Nutrient Removal)공법으로 계획하였다.

<표 8.3-9> 폐수처리공법

구분	현재(2016년)	장래		비고
		1단계	2단계	
폐수처리공법	Activated Sludge	A2O	DNR	

■ 계획 유입수질 및 방류수질은 파타야시 Wat Nong Yai 폐수처리시설 운영자료, 수질자료 및 관련계획 검토 등을 통하여 다음과 같이 계획 유입수질을 결정하였다.

<표 8.3-10> 계획 유입수질

(단위 : mg/L)

구분	BOD	COD	SS	T-N	T-P	비고
계획 유입수질	90.0	180.0	150.0	20.0	3.5	
계획 방류수질	6.9	22.0	10.0	5.8	0.9	

(2) 개략 사업비

■ 본 사업의 전체 사업비는 약 117 mil USD로 산정되었으며, 주요 내용은 별첨 보고서에 수록하였다.

(3) 사업의 효과

■ 현재 미 처리된 폐수의 파타야해변으로의 무단 방류로 파타야 해변의 잦은 water bloom 발생으로 파타야시의 관광이미지 및 주요 관광자원의 훼손이 심각한 수준이다. 이에 따라 2013년부터 파타야시로의 관광객 유입이 감소 또는 정체 현상이 있어 파타야시 도시 발전에 악영향을 끼치고 있는 실정이다.

■ 본 사업을 수행했을 경우 파타야 해변의 수질개선에 큰영향을 끼치는 것으로 나타나 파타야시의 관광산업에도 긍정적인 영향을 줄 수 있는 것으로 기대된다.

■ 또한 증설되는 폐수처리시설은 최신 폐수처리 공법 및 태양광, 소수력의 대체 에너지가 적용되는 폐수처리시설로 태국 환경분야 랜드마크로 환경교육의 장이 될 수 있으며 폐수처리시설의 공원화 및 방류하천 생태공원화는 폐수처리시설의 혐오 이미지를 불식시키고 파타야시의 새로운 관광자원으로 파타야시의 관광산업에 긍정적인 역할을 할 것으로 기대할 수 있다.

8.3.4 역량강화 사업

가. 환경전문인력 교류 및 양성교육

(1) 추진목적

■ 태국 환경 및 건설 관련 공무원을 대상으로 한 인력교류 및 환경전문지식 전달

(2) 사업내용

■ 환경관리에 필요한 이론교육과 시설견학 및 운영노하우 전수 등을 실시하며, 체계적이고 지속적으로 이뤄져야 한다. 특히 일회성 이벤트로는 그효과가 미미하므로 지속적인 교류 및 교육사업을 통해 점차적으로 한국의 민간투자 개발 사업을 통해 그 효과를 극대화 할 수 있을 것이다.

(가) 제도 및 정책교육

■ 환경오염에 대한 규제, 제도, 정책의 사례를 교육하고 이로 인한 장·단점을 비교분석하여 태국 환경관련 제도 및 정책의 개선에 대한 인식의 전환을 유도할 수 있을 것이다.

(나) 환경의식 함양

■ 환경오염 매카니즘 및 환경오염사고 사례 등을 소개하여 환경에 대한 의식변화를 지속적으로 교육하여 환경보호에 대한 필요성에 대하여 공감할 수 있도록 의식을 함양하도록 한다.

(다) 기술 교육

■ 폐수처리 시설물 유지관리 기술, 오염 모니터링 기술 및 분석기술등에 대한 실무위주의 교육을 실시한다.

<표 8.3-11> 기술이전계획

구분	대상	기술이전내용	방법
공정기술	분야별 기술자	· 수처리시설의 공정 이해 · 슬러지 가용화 기술 원리 이해 · 재이용수설비 운영방안 · 슬러지처리기술 원리이해	· 수처리 및 슬러지처리공정 세미나 · 혐기성 소화공정 세미나 · 재이용수 처리공정 세미나
시공기술	분야별 기술자	· 기자재 발주 및 설치기술 · 주요부분 시공기술	· 시공기술 세미나 · 기자재 특성 및 운전기술
제어설비 기술	운영 및 계측제어 기술자	· 수처리, 슬러지처리공정 제어운영기술 · 수처리공정 비상시 상황별 운전방안	· 수처리공정 비상시 상황별 운전방안 · 제어설비 시운전 점검 및 기술지원
운전 및 운영관리 기술	시운전 기술자 및 운영자	· 처리공정 O&M 매뉴얼 숙지 · 처리시설 무부하 및 부하시험 결과 분석 · 부하변동에 따른 운전모드 전환방법 · 안전진단 및 시기 및 방법	· 시운전기술 세미나 · 시운전 및 신뢰성시험 기술지원 · 비상시 상황별 시운전 연습 · 비상시 상황별 운전모드 세미나

(3) 추진방안

■ 역량강화사업에 소요되는 총 사업비는 USD 50,000 로서 필요재원이 부족한 실정이다. 따라서 한국의 환경부 재원 활용을 검토 할 수 있다. 특히, 대외경제협력 기금의 “개도국 공무원 연수”, 매년 한국환경산업기술원(KEITT)에서 추진하는 “글로벌 그린 비즈니스 파트너십 구축 지원” 사업 등의 일환으로 추진도 고려할 수 있다.

<표 8.3-12> 글로벌 그린 비즈니스 파트너십 사업내용

구분	대상
사업목적	국내 환경산업체와 해외 발주처간 해외사업 파트너십 구축 및 민관 합동 해외 환경세일즈 지원강화
초청대상	국가별 해외사업 발주 관련 정부, 국영기업, 산업체, 관련기관 및 중·장기 개발계획·투자관련 기관, 지역개발 금융기관 관계자
지원대상국	아시아, 중동, 북아프리카, 중남미, 동유럽 등 해외 진출 유망국
주요프로그램	글로벌 그린포럼 1:1 맞춤형 비즈니스 상담회, 프로젝트 설명회, 국내 우수 기술 및 산업체 소개, 우수환경시설 현장견학 등.

■ 각 기관에서 진행하는 연수사업과는 별개로 향후 태국 환경사업에 우선협력 사업을 비롯한 환경시설 건설사업의 진행시 각 시설의 준공 후 운영 및 유지관리계획과 연계하여 관련 공무원 및 운영자들에 대한 교육을 실시하여야 한다.

8.3.5 재원확보 방안

■ 일반적으로 타당성 조사 이후에는 사업수행을 위한 재원확보가 필수적이며, 이를 통해 설계, 시공, 유지관리, 협력사업, 인력교류 등이 추진될 수 있다.

■ 태국의 경우 아래와 같이 공적개발원조(ODA : Official Development Assistance), 기타 공적자금(OOF : Other Official Flow)현황을 살펴보면 지원 대상에서 제외되며 자금 조달 방안은 크게 민관협력투자(PPP:Public Private Partnership)과 민간투자(PF: Private Flows)로 구분할 수 있다.

가. 공적개발원조(ODA, Official Development Assistance)현황

■ 국제사회의 ODA는 협력형태에 따라 양자, 다자간 협력으로 구분되며, 양자간 협력은 자금상환 조건에 따라 무상(증여, Grant)와 유상(양허성 차관, Concessional Loan)의 형태로 이원화된다.

■ 무상원조는 법적 채무를 동반하지 않는 현금 또는 현물의 이전으로 공여된 원조자금에 대해 수원국의 상환의무가 없는 원조를 의미하며, 유상원조는 법적 채무를 동반하는 현금 또는 현물의 이전으로 공여된 원조자금에 대한 수원국의 상환의무가 있는 원조를 의미한다. 무상원조는 프로젝트, 프로그램, 기술협력, 부채경감, 식량지원, 행정비용 지원 등의 형태이며, 유상원조는 차관, 혼합신용, MDB협조융자, 소액차관의 형태로 이루어지며, 다자간 원조는 국제기구출연 및 출자와 국제기구에 대한 양허성 차관으로 이루어진다.

<표 8.3-13> 공적개발원조 형태 및 내용

양자간(Bilateral Aid)		다자간 원조 (Multilateral Aid)
무상원조(증여, Grant)	유상원조(비증여, Non-Grant)	
<ul style="list-style-type: none"> · 프로젝트 · 프로그램 · 기술협력 · 부채경감 · 식량지원 · 인도적지원, NGO지원 등 	<ul style="list-style-type: none"> · 차관 · 혼합신용 · MDB협조융자 · 차관지원비 · 소액차관 	<ul style="list-style-type: none"> · 국제기구출연 (분담금) 및 출자 · 국제기구에 대한 양허성 차관

■ 우리나라는 중점협력국을 선정하여 범정부차원의 무유상통합 국가협력전략(CPS, Country Partnership Strategy)을 수립하여 협력국 개발환경 분석, 중기 협력방향, 중점협력분야, 성과관리 방안 등을 수립하여 원조 효과성을 높이고 있다.

■ 다음의 표에 2015년 유·무상 ODA 통합 중점협력국 지정현황을 나타내었다.

<표 8.3-14> 2015년 중점협력국 현황

지역(개수)	2015년 중점협력국
아시아(11)	베트남, 인도네시아, 캄보디아, 필리핀, 방글라데시, 몽골, 라오스, 네팔, 스리랑카, 파키스탄, 미얀마
아프리카(7)	가나, 에티오피아, 모잠비크, 르완다, 우간다, 탄자니아, 세네갈
중동/CIS(2)	우즈베키스탄, 아제르바이잔
중남미(4)	콜롬비아, 페루, 볼리비아, 파라과이

■ 다음의 표는 대외경제협력기금 지원대상국가를 소득별로 분류하였다.

<표 8.3-15> 대외경제협력기금 지원대상국가 분류

WB 1인당 GNI(15년도 기준)	EDCF 소득그룹	OECD 소득그룹	비고
\$ 1,025 이하	I 그룹(UN지정 최빈국)	저소득국(LIC)	구속성원조 적격국
	II 그룹		
\$ 1,026~1,185	III 그룹	하위중소득국(LMIC)	
\$ 1,186~1,945			
\$ 1,946~4,035	IV 그룹	상위중소득국(UMIC)	구속성원조 비적격국
\$ 4,036~7,024	V 그룹		
\$ 7,025~12,475			
\$ 12,476 이상	부적격	고소득국(HIC)	

■ 우리나라는 태국에 무상원조 형태로 1991~2013년까지 총 2,370.4만불을 지원하였으며 2011년 7월 태국에 대한 ODA사업을 전면 중단할 계획이었으나 아세안 국가내 주도적 국가인접과 태국내 한국어 교육의 필요성 등을 고려하여 프로젝트 사업대신 봉사단 파견과 초청연수 사업 위주로 시행하고 있다. 또한, 일본은 태국이 ODA차관을 전액 상환함에 따라 ODA평가 대상국에서 제외하였다. 다음의 표에 2015년 태국 ODA 지원현황을 나타내었다.

<표 8.3-16> 태국 ODA 지원 총액(2014.10~2015.09)

(단위 : 천USD)

구분	전문가 파견	자원봉사	글로벌 연수	장비지원	원조	기타	총계	비율
일본	1,755.9	-	736.3	406.7	903.3	-	3,802.2	5.3%
NGO	-	-	-	-	6,817.0	-	6,817.0	9.5%
미국	642.0	-	-	-	-	40,982.8	41,624.8	57.7%
UN	-	-	-	-	-	15,176.5	15,176.5	21.1%
자원봉사	-	3,183.5	-	-	-	-	3,183.5	4.4%
프랑스	777.6	-	15.9	-	-	614.8	1,408.3	2.0%
아세안국가	-	-	68.2	-	-	-	68.2	0.1%
독일	-	-	-	2.0	-	-	2.0	0.0%
SEAMEO	-	-	19.4	-	-	-	19.4	0.0%
CPS	-	-	2.9	-	-	-	2.9	0.0%
Egypt	-	-	8.1	-	-	-	8.1	0.0%
총계	3,175.5	3,183.5	850.8	408.7	7,720.3	56,774.1	72,112.9	100.0%

주) SEAMEO : Southeast Asian Ministers of Education Organization

CPS : Country Partnership Strategy

■ 상기 검토한 바와 같이, 태국은 2015년 기준 GNI 5천불 이상의 중소득 국가임에 따라, 무상 ODA는 부적격 대상국이므로 사업성 높은 사업을 발굴하여 민간투자와 연계한 재정확보 방안을 고려하여야 한다.

나. 민관협력투자(PPP:Public Private Partnership)

(1) 개요

■ 민관협력투자(PPP)란 특별한 개발과제를 실행하기 위한 양자 및 다자간 기관 및 민간 부분과의 협력이나 효율적인 공공서비스의 실현을 위한 정부, 민간기업, 비영리민간단체(NPO, Non-Profit Organization) 지역시민단체(CBOs, Community Based Organizations) 등이 업무를 분담하여 협력관계를 갖는 것을 뜻한다.

■ 태국의 PPP법인 “국가사업 민간투자법” (PISU, Private Investment in State Undertakings Act)은 2013년 10월부터 시행된 정부-민간 합작 법으로 과거 20년간 지속되었던 “국가산업 민간투자법” (Private Participation in State Undertaking Act, 1992)를 대체하고 있다.

■ 새로운 민간투자법(이하, PISU법)은 PPP Policy Committee는 5년마다 PPP Master Plan을 작성해 내각에 제출해야하며, 초안 작성을 담당하는 사무국으로 State Enterprise Policy Office(SEPO)를 지정하였고, 주요 특징은 절차 간소화, 민간투자 영역확대, 감시체계 강화 등으로 요약할 수 있다. 기존의 공공투자법으로 알려진 JV Act(Joint Venture Act, 이하 JV법)의 장애요소 개선을 목표로 하며, 특히 계약규모를 10억 Baht 이하로 변경했던 기존의 관행(소규모 계약으로 분할하여 법 회피)을 개선하거나, 20~30개월에 달했던 사업 승인 기간을 최대 7~12개월로 감소시키는 등 새 PISU법 적용을 통한 태국내 민간투자 활성화를 목적으로 발효되었다.

■ PISU법은 아직 적용단계에 있으나, 지난 3년 동안 태국의 민간투자 부분은 기존의 합작투자 (Joint Venture)뿐 아니라 컨세션(Concession)까지 영역이 확대되어 외국기업의 투자가 활성화 되었다. 특히 태국정부는 PPP 투자계획을 2015~2019년 동안 총 405억 \$US 규모로 발표했고, 이 중 30%에 해당하는 철도부분은 일본이 대부분 수주하는 등(Asia Infrascope, 2014) 국내 기업의 PISU법 적용 진출사례는 찾아보기 힘들다.

■ 상기 법에 따른 사업대상은 사업비 규모가 50억 태국 바트 이상이거나, 10억~50억 태국 바트 사이인 경우에는 공공시설에 해당하는 사업만 PPP Policy Committee의 심사를 받아야 함. 사업규모가 10억 태국바트 미만이거나 10억~50억 태국 바트 사이인 경우 해당 부처장관의 승인으로 추진할 수 있음.

<표 8.3-17> PPP프로젝트 추진대상

구분	50억 태국 바트 이상	10~50억 태국 바트 사이	10억 태국 바트 미만
형태	사업전체	사회공공시설	기타시설
승인기관	PPP Policy Committee	PPP Policy Committee	부처장관

■ 태국 정부는 환경시설, 도로 등 교통 인프라 확충을 위해 노력하나 정부부채 증가에 따른 우려를 감안해 민간투자 활성화에 나서는 만큼 본 사업을 통한 후속사업 발굴시 민간투자자를 통한 재원확보를 노력할 수 있다. 다음에 PISU에 따른 사업진행 절차를 나타내었다.

(2) 태국 PISU법 사업 진행 절차

■ 사업제안(23항~31항)

- 최소 10억 THB(한화 약 330억원)또는 정부규정(Ministerial Regulation) 보다 높은 금액의 사업은 반드시 본 법의 규칙 및 절차를 준수해야 한다. 또한 사업의 가치 평가를 위한 규칙 과 절차는 위원회의 공고문(Notification)을 따른다.
- 사업제안시 주관기관은 위원회 공고에 따라 세부사항을 포함하여 사업감정평가서(Project appraisal report)를 제출해야한다.
- 위원회의 공고문(Notification)에 따라 사업 감정평가서는 다음사항을 기술한다.
 - 전략계획과의 일관성을 포함한 사업의 이점과 필요성 및 근거 제시
 - 추진비용 명시, 정부 예산이 부분적으로 투입된 경우, 사업전제기간 중 필요한 정부예산이 명시되어야 한다.
 - 정부 또는 기간의 사용예산 및 민간 투자금액의 비용비교 및 적격성 조사
 - 투자 형태별 민간투자의 이익과 준비성을 포함한 민간 투자 대안
 - 사업의 효과
 - 사업의 위험관리를 위한 관련 위험도와 접근법 명시
 - 주관기관이 정부예산으로 사업하는 경우 기관의 재정 상태와 자금 출처, 다른 사업에 대한 예산 및 기관의 전반적 재정 상태에 따른 자금 확보력을 보고서에 포함한다.
- 사업 감정보고서는 주관기관이 컨설턴트를 고용하여 준비하며 위에 기술한 내용 뿐 아니라 컨설턴트가 필요하다고 생각되는 내용 또한 기술한다.
- 주관기관은 컨설턴트가 작성한 사업 감정보고서를 책임부서(Responsible Ministe)에게 심의 및 승인을 위해 제출한다. 승인 기간은 주관기간의 제안접수 후 60일 이내로 되어야 하며, 이후 주관기간은 SEPO에게 사업안건을(보고서 및 사업승인 여부) 제출한다.
- 감정보고서 접수 30일 안에 SEPO는 주관기간에게 보고서 또는 관련 문서의 세부항목

및 개정을 요구 할 수 있고, 수정 및 개정이 필요한 경우, 주관기관은 재승인을 위해 수정 및 개정 내용을 SEPO 및 책임부서 모두에게 제출해야한다. 또한 주관기간은 SEPO가 명시한 기일에 따라 제출한다.

- SEPO는 감정보고서와 관련 문서를 접수한 뒤 다음과 같은 절차를 따른다.
 - SEPO가 사업에 동의하는 경우, 원론적으로 사업의 승인 및 인가를 위해 위원회에 제출한다.(SEPO -> Committee)
 - SEPO가 사업에 동의하지 않는 경우, 주관기관과 책임부서에게 결정사항을 고시하며, 주관기관의 책임자가 SEPO의 의견에 반하는 경우 본 사안은 위원회에 제출된다.
 - 주관기관이 정부예산으로 사업하는 경우 기관의 재정 상태와 자금 출처, 다른 사업에 대한 예산 및 기관의 전반적 재정 상태에 따른 자금 확보력을 보고서에 포함한다.
 - 제출문서는 국가경제사회개발국사무소(Office of the National Economic and Social Development Board) 및 관련기관의 의견을 포함하여 제출되어야하며, 국가예산이 필요한 사업의 경우 예산처(the Bureau of the Budget)의 의견을 포함한다.
 - SEPO는 타당성검사보고서 및 관련 문서를 제출받은 뒤 본 법안에 따라 60일 이내에 인가를 완료해야 하며, 기간이 만료하는 경우 사업에 동의하는 것으로 간주한다.
- 국과산업과 관련하여 권한과 의무를 지는 국가기관이 ‘전략 계획’ (Strategic Plan)따라 민간투자에 적합한 사업을 제안하지 않은 경우, SEPO는 민간투자의 사업타당성 예비 평가를 수행하고 사업제안을 위해 국가기관과 협업한다. 본 법의 24항에 따라 사업평가 보고서가 완성되면 주관기관의 지위에 따라 SEPO에 제출되기 전 책임부서에게 먼저 제출되어야 한다.

■ 사업추진(32항~42항)

- 입찰초청장, 투자 입찰서, 선정위원회의 선정절차, 입찰이행채권(Bid bonds) 및 불이행 담보채권(performance bonds)과 민간투자자를 위한 다른 필요한 규정은 위원회에서 승인한 SEPO의 고시를 따른다. 입찰서는 다음과 같은 제목을 포함해야 한다.
 - 입찰서 요금(tender document fee)
 - 입찰 평가 요금(investment bid appraisal fee)
 - 투자계약서 서명 요금(investment contract signing fee)
- 원칙적으로 위원회가 승인하나 본 법 28항에 해당하는 경우 내각(Council of Minister' s)의 승인이 필요하다. 주관기관은 민간 투자를 위한 (가)입찰초청장, (가)과업지시서, (가)민간투자지분계약서를 준비해야한다.
- (가)투자계약서는 SEPO의 고시에 따라 반드시 표준계약약정(Standard contract terms)에

따라야 하며, 다음의 내용을 포함해야한다.

- 사업기간(term of the project)
- 용역내역 및 입찰 사업운영(provision of services and operation of the project)
- 용역비용, 주관기간 또는 계약자(private party)의 지불기간, 주관기관에게 수익금
- 용역 명세서(service description), 계약당사자, 계약자, 협력업자, 청구양도서(assignment of claims)의 변경사항
- 소유권과 사업자산 가치를 포함한 사업자산 명시
- 불가항력 사유와 보상액 지불을 포함한 불가항력의 결과
- 계약해지 이유와 계약해지통지서 및 배상금 지급
- 보험 및 배상금보증서(insurance and indemnities)
- 분쟁 해결책(dispute resolution)
- 주관기관은 선정위원회(selection committee)를 임명해야한다. 위원회 의장은 주관기관의 대표자, 예산국, SEPO, 법무부(Office of the Attorney-General)의 각 대표자는 의원으로 선정되며 4명 이상을 초과하지 않는다. 주관기관의 대표자는 위원과 총무를 맡는다.
- 민간기업 선정은, 주관기관과 선정위원회가 입찰 선정이 부적합하다고 동의하는 경우 SEPO의 심의를 받게 된다. SEPO가 안전에 대하여 동의하면 위원회(Committee)의 승인을 위해 제출된다. 마찬가지로 주관기관과 선정위원회가 입찰선정이 부적합한 것으로 미동하는 경우에도 SEPO에게 제출된다. 마지막으로 SEPO가 적합한 입찰로 판정하면, 입찰 선정 과정은 그대로 적용되며 SEPO가 부적절한 것으로 판정하면, 최종결정을 위해 위원회에 안전이 제출된다.
- 15일 이내에 민간기업 선정결과와 협의 결과가 얻어지면, 선정된 민간기업과 (가)투자계약서를 준비하게 되며, 선정위원회는 다음과 같은 절차를 진행한다.
 - 민간기업 선정결과를 고시하며, 정부해택에 관한 협의와 선정된 민간기업과의 (가)투자계약을 협의한다. SEPO는 민간기업선정과 공공통화, 재정업무에 대한 의견을 제시해야 하며, 선정위원회의 민간기업결정 결과를 접수한 45일 이내에 의견과 관련 자료를 관련기관에 제출
 - 법무부는 (가)투자계약서를 접수한 45일 이내에 검토를 완료하고 (가)투자계약서를 관련부서에 제출
- 책임부서가 40항에 따른 (가)투자계약서뿐 아니라 의견서 및 관련서류를 받으면 계약관련 전체 의견서와 문서들을 30일내에 내각에 제출한다.
- 민간기업선정결과에 대한 심사 후 공공통화, 재정업무 및 가투자계약과 책임부서의

의견서는 내무부에서 검토되며, 내각에서 투자제안이 가결되면 본 안전은 책임부서장에게 반송되어 선정위원회의 재고를 통보한다. 개정결과는 내각에 제출되며, 내각에서 가투자계약과 민간기업선정결과를 승인하면 주관기관은 민간기업과 계약을 진행하게 된다.

■ 감시감독(43항~46항)

- 투자계약 서명시 책임부서는 감독위원회(Supervisory committee)를 임명한다. 의장으로 임기관에 해당하지 않으며 책임부서의 상위 사무국에 해당하는 대표자, 위원으로 SEPO의 대표자, 법무부의 대표자 등 4명 이하로 구성한다. 또한 주관기관의 대표자는 의원 또는 총무직을 맞는다.
- 감독위원회의 권한 및 의무는 다음과 같다.
 - 투자계획과 관련된 운영 수행을 보장하기 위해 프로젝트 감시와 감독; 투자계획하의 운영계획과 사업수행 동안 발생할 수 있는 잠재문제와 해결책 계획
 - 사업수행에서 일어날 수 있는 잠재문제의 해결을 위한 대비책과 주관기관의 컨설턴트 고용을 포함한 접근방안 고려
 - 주관기관 또는 계약당사자에게 사유서 및 관련 문서 제출 요청
 - 관련기관에게 운영과정 문제점과 해결을 위한 접근법 보고, 보고서와 관련서류를 SEPO에게 제출
 - 본 법안 7장에 따라 투자계약서 개정안 고려
- 사업추진과정에 발생하는 잠재문제를 해결하기 위해 SEPO는 주관기관이 해결방안을 마련하도록 지시할 수 있으며, 민간기업 또한 투자계약준수 계획서를 준비하도록 지시할 수 있다. 투자계약 수행동안 계약준수를 보호하기 위해 주관기관 및 민간기업은 감독위원회에게 문제해결방안 결정을 위한 접근법을 제안해야 한다.
- 주관기관이 투자계약상의 구속력을 따르지 못하거나 거부하는 경우 감독위원회는 주관기관이 투자계약을 준수하도록 책임부서에게 의견서와 보고서를 제출한다. 책임부서의 지시가 적용되지 못할 경우 감독위원회는 본 사항을 SEPO에게 보고하고 중대한 사안인 경우 내각에 제출한다.

■ 계약상 수정 및 신규 계약(47항~48항)

- 투자계약의 수정이 필요한 경우 주관기관은 수정 요청을 위한 이론적 근거와 필요성을 감독기관에게 제출한다. 감독위원회가 투자계약서 수정안이 필수사항을 포함하지 않는 것으로 판단하는 경우 감독위원회는 수정안을 심의하고 책임부서에게 통보한다. 반대로 감독위원회가 필수사항이 포함된 것으로 판단하면 주관기관은 투자계약서 개정의

영향, 기타 관련 사항을 감독위원회에 제출한다. 감독위원회가 동의하면, 주관기관은 투자계약서를 법무부로 검토를 위해 제출한다. 또한 신규계약서관련 감독위원회 의견은 내각에게 제출하기 전 책임부서 책임자에게 제출한다.

- 주관기관은 국가사업이 운영하는 경우, 주정부가 운영하는 경우, 민간기업이 운영하는 경우를 비교하여 투자계약기간만으로 인한 후속사업 운영계획을 준비한다. 또한 책임부서장에게 국가산업 운영의 지속성과 정부의 이익을 고려한 후에 최소 5년 기간의 투자계약서를 제출한다. 계획안은 위원회에게 계약을 제안할 책임부서장에게 제출되며 위원회는 심의 후 의견서를 내각에게 제출한다. 내각에서 투자계약의 만료 이후 국가산업의 운영을 민간투자자로 운영하는 것에 대한 결의안을 통과할 경우 23항에 따라 사업평가를 실시하며, 주관기관은 신규 계약의 사업제안 진행절차를 시작할 수 있다.

<그림 8.3-3> PISU에 따른 사업진행 개략도



다. 민간투자(PF : Private Flows)

(1) 개요

■ 민간투자(PF)는 대규모 투자가 수반되는 SOC(사회기반사업)사업에 대해 자금력이 부족한 정부가 사업을 실시함에 있어 효율적 정책실행을 위하여 민간의 자본을 이요하는 사업형태이다.

(2) 투자모델

(가) BTO(Build-Transfer-Operate)방식

■ 사회기반시설의 준공과 동시에 당해 시설의 소유권이 국가 또는 지방자치단체에 귀속되며, 사업시행자에게 일정기간의 시설관리운영권을 인정하게 된다. 수익형 민자사업은 민간이 시설을 건설하고 직접 운영하는 사업을 뜻한다. 건설(Build), 이전(Transfer), 운영(Operate) 순으로 이루어진다고 하여 BTO 사업이라고 불린다.

■ 일반적으로 자체적인 수입 창출이 가능한 시설을 대상으로 정부가 민간에게 위탁하는 방식으로 이루어지며, 위탁한 사업을 일정기간 동안 민간사업자가 사업에서 수익을 직접 거두게 된다. 때문에 이러한 방식은 민간사업자가 해당사업을 진행, 운영하는데 있어서 어느 정도의 자율성이 보장되지만, 사업으로 거둔 수익을 토대로 운영해야 하기 때문에 수익변동이 잦은 것이 특징이다.

(나) BTL(Build-Transfer-Lease)방식

■ 사회기반시설의 준공과 동시에 당해 시설의 소유권이 국가 또는 지방자치단체에 귀속되며, 사업시행자에게 일정기간의 시설관리 운영권을 인정하되, 그 시설을 국가 또는 지방자치단체 등이 협약에서 정한 기간 동안 임차하여 사용·수익하는 방식이다.

(다) BOT(Build-Operate-Transfer)방식

■ 사회기반시설의 준공 후 일정기간동안 사업시행자에게 당해시설의 소유권이 인정되고, 그 기간의 만료 시 시설소유권이 국가 또는 지방자치단체에 귀속되는 방식이며, 해외에서 민간기업 활용을 통한 발전 프로젝트에 주류가 되어 있는 사업방식이다.

(라) BOO(Build-Own-Operate)방식

■ 사회기반시설의 준공과 동시에 사업시행자에게 당해시설의 소유권이 인정되는 방식이다.

라. 자금조달

■ 투자자는 시공사 및 은행, 일반투자회사 등이 될 수 있다. 일반적으로 SPC(Special Purpose Company) 또는 SPV(Special Purpose Vehicle) 또는 SPE(Special Purpose Entity)라고 불리는 제3의 특수목적회사를 설립하여 자금조달 및 운영을 하게 된다.

■ SPC는 운영권을 가지고 운영을 통한 수익을 투자자에게 분배하는 역할을 하게 되며, 채권단은 은행 및 투자회사 등이 될 수 있으며, 주주는 SPC의 주식에 투자하는 투자자를 의미한다.

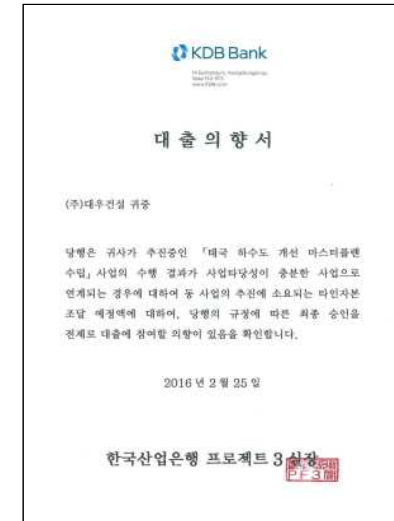
■ 폐수처리 시설에 대한 타당성조사(F/S) 결과를 바탕으로 태국 정부와 민간기업간의 수요량 및 이용료에 대한 합의가 이루어질 경우 민간투자회사의 자금조달이 이루어질 수 있다.

■ 향후 민간투자자가 수익을 회수하고 태국 정부가 폐수처리시설을 인수하여 유지관리를 통한 수익을 창출할 수 있으므로 적정 이윤보장은 필수적이나, 공공성에 기반을 둔 사업이며, 태국의 재정환경이나 여건이 원활하지 않으므로 적정이윤추구를 위해서는 반드시 철저한 사전조사가 필요할 것으로 판단된다.

■ 최근에 태국 정부는 민간투자사업에 우호적이며 최근에는 중국, 라오스, 베트남 등 인접국가들 위주로 BOT 사업에 활발히 참여하고 있다.

■ 본 컨소시엄사인 대우건설의 대주주인 KDB(Korea Development Bank)에서는 본 사업 수행중 사업성이 우수한 사업 발굴시 자본 출자 의향이 있음을 밝혀 우수 사업 발굴시, 민간투자 자금 확보에는 큰 어려움이 없을 것으로 판단된다.

<그림 8.3-4> KDB 대출의향서



II부 우선협력사업 기본계획

제 1장 환경협력사업 추진

- 1.1 환경협력사업 추진방안
- 1.2 우선협력사업 추진여건 검토
- 1.3 우선협력사업 자원확보 방안

제1장 환경협력사업 추진

1.1 우선협력사업 추진방안

1.1.1 환경협력사업 추진 배경

- 태국은 동남아시아의 중심국가로서 넓은 국토와 많은 인구, 풍부한 자원에 지리적 이점까지 더해져 전통적인 농업국가의 이미지를 벗고 자동차 및 전자산업 등 제조업, 관광 등 서비스 산업까지 골고루 발전을 이루고 있다.
- 태국은 급격한 인구의 증가와 산업화가 가속화됨에 따라 가정용수와 산업용수의 사용량은 꾸준히 증가할 것으로 예상된다. 이에 따라, 수자원은 점점 부족해지고 있으며, 태국 정부는 공급과 수요측면에서 어려움을 겪고 있다.
- 태국에는 100여개의 폐수처리시설이 운영중에 있으며, 발생폐수를 처리하기에는 턱없이 부족한 것이 현실이다. 방콕을 비롯한 대도시의 경우는 그나마 폐수처리가 잘되고 있는 상태이나 지방 소도시의 경우에는 아직까지도 수백만명의 주민들이 제대로 된 폐수처리를 받지 못하고 있는 상황이다. 운영중인 처리시설 또한 가장 기초적인 수처리 시설을 운영하고 있으나 운영 및 유지관리가 제대로 이루어지지 않고 있는 상황이다.
- 이에, 태국 정부는 지속가능한 수질개선을 위해 방콕과 같은 대도시 뿐만 아니라 지방 소도시의 폐수처리에도 주력하고 있다. 지방의 경우 지방정부가 폐수처리시설 운영에 책임을 지고 있지만 운영비 부족 및 유지관리능력의 부족으로 인하여 폐수처리시설을 운영 관리할 능력이 없는 경우가 많다.
- 태국정부의 폐수처리에 대한 지원 및 투자가 지속적으로 증가할 것으로 예상됨에 따라 우수한 기술력과 가격경쟁력을 바탕으로 한 외국계 기업의 참여가 늘어날 것으로 예상된다.
- 환경협력사업 대상지인 Pluak Daeng, Na Jom Tien, Tha Chang 중 현장조사와 협의를 통하여 중소도시인 Pluak Daeng 지역을 우선협력사업 대상지로 선정하였으며, Pluak Daeng 지역의 폐수처리개선 사업을 성공적으로 수행함으로써 향후 태국의 폐수처리 분야 진출에 우호적인 여건을 조성하여 국내 기업의 태국 진출에 교두보를 확보할 것이다.
- 따라서, 환경산업의 중요성에 눈뜨기 시작하는 태국시장은 한국의 우수한 환경 기술로 진출할 수 있는 좋은 시장이 될 것이며, 태국에서의 사업성과는 인근 미얀마, 라오스, 캄보디아 등으로 진출을 모색하는 환경기업들에게 또 다른 기회와 장이 될 것이다.

1.2 우선협력사업 추진여건 검토

1.2.1 외국기업 투자동향

- 태국은 외국인 투자유치를 통한 경제개발을 추진하고 있어 외국기업들에 우호적인 정책을 추진하고 있으며, 또한 2003년부터 아세안자유무역협정(AFTA)이 발효되어, 아세안 국가간 자유무역 실시로 인근 국가로의 무관세 수출 기회를 제공함으로써 수출 전략지역으로서 역할을 수행하고 있다.

가. 주요 국가별 투자동향

- 2016년 투자 승인건수는 926건이며, 총 투자액은 3,581억 바트를 기록했다. 주요 투자국은 일본, 중국, 미국 등이었으며 한국의 투자금액은 62억 4,000만 바트로 전체 외국인 투자액의 1.7%를 차지했다.
- 주요 투자국가 중 일본은 285건에 796억 바트를 투자해 전체 투자금액의 22.2%를 차지했다. 일본은 태국을 동남아 진출의 전진기지로 활용해 자동차, 전자제품, 가공식품 등 제조업 전반에 걸쳐 태국에 투자하고 있다.
- 2016년 외국인 총투자금액은 2015년 대비 1,356억 바트 감소하였으며, 태국 정부의 여러가지 투자인센티브 정책에도 불구하고 괄목한 만한 투자유치를 이끌어내지 못하고 있는 실정이다.

<표 1.2-1 국가별 투자 동향>

(단위: 백만 바트)

구분	2014년		2015년		2016년	
	승인건수	투자총액	승인건수	투자총액	승인건수	투자총액
외국인 투자총액	912	483,511	1,151	493,690	926	358,119
외국인 100% 투자	589	267,374	698	235,852	596	139,250
일본	417	181,932	451	148,964	285	79,629
대만	42	3,230	52	15,584	46	8,032
홍콩	25	18,879	71	27,653	32	8,602
한국	44	14,860	37	3,942	32	6,242
ASEAN	103	18,594	175	110,158	148	32,070
중국	40	38,247	81	28,100	107	53,777
인도	13	2,016	15	1,285	21	1,153
미국	38	50,158	48	32,232	27	25,291
캐나다	6	642	5	3,418	8	400
호주	21	7,907	19	1,117	27	19,856
뉴질랜드	-	-	5	163	9	118
유럽	139	75,631	182	48,683	173	42,270
기타	24	71,415	10	72,391	11	80,679

자료: 태국 투자청(BOI)

나. 주요 산업별 투자동향

- 최근 5년간 투자규모가 가장 큰 분야는 서비스, 금속제품 및 기계 전기 및 전자제품, 화학 및 제지 분야로 건수 및 금액 기준 모두 수위를 차지하고 있다.
- 2015년 총 1,151건 중 서비스업이 338건으로 처음으로 가장 많은 건수를 차지했고, 금속제품 및 기계가 310건, 전기전자가 215건, 화학제지가 145건을 차지했다.
- 금액 면에서는 서비스가 1,283억 바트로 26.0%, 금속제품 및 기계산업이 약 1,120억 바트로 전체 투자의 22.7%를 차지하고 있다.
- 금속가공 및 전기전자 분야에 대한 투자집중 현상은 일본의 자동차, 전자 산업 투자와 밀접한 연관이 있으며 도요타, 혼다를 위시한 대부분의 일본 승용차 메이커가 태국에 진출해 있다.
- 태국은 내수 및 아세안 역내시장을 겨냥한 전진 생산기지로 인식되고 있다. 태국이 호주, 뉴질랜드, 일본과 FTA 체결을 완료함에 따라 생산기지로서의 태국의 활용도가 높아지는 추세이며, 이들 일본 업체들의 대태국 추가투자 가능성도 다른 국가보다 높다.

<표 1.2-2 산업별 투자 동향>

(단위: 백만 바트)

구분	2013년		2014년		2015년	
	승인건수	투자총액	승인건수	투자총액	승인건수	투자총액
농업	61	25,662	37	9,783	54	13,715
광물, 세라믹	26	32,103	27	20,127	34	17,296
경공업, 섬유	67	17,377	37	11,430	55	21,417
금속제품, 기계	410	203,097	296	294,165	310	111,962
전기, 전자제품	241	83,583	168	64,606	215	106,716
화학, 제지	169	51,403	106	38,290	145	94,304
서비스	250	65,702	241	45,111	338	128,280
총계	1,224	478,927	912	483,511	1,151	493,690

자료: 태국 투자청(BOI), 2015년을 종점으로 상기 자료 생성 중단

1.2.2 외국인 투자법 및 투자정책

가. 외국인 사업법(Foreign Business Act)

(1) 개요

- 태국정부는 외국인 투자유치를 통한 태국 산업 및 상품의 경쟁력 강화를 위해 외국인 사업법을 기본 정책 방향으로 정하고 있다.
- 일반적으로 외국인이라 함은 다음을 의미한다.
 - 태국인이 아닌 일반인
 - 태국에 등록되지 않은 기업
 - 지분의 50% 이상을 외국인이 소유한 태국에 등록된 기업
 - 외국인이 경영진이거나 관리인인 등록합작회사 또는 유한합자회사

(2) 외국인 투자 제한

- 태국 정부는 외국 사업법에 따라 외국인 사업제한업종을 두고 있으며, 사업제한업종은 외국인이 49%까지만 지분 보유가 가능하다.
- 제조업은 완전 개방 되어 100% 투자가 가능하고, 투자진흥법(Investment Promotion Act)에 따라 태국 투자청(Board of Investment, BOI)에 인센티브를 신청할 수 있으나, 서비스업은 대체로 외국인 지분 비율이 49%로 제한되어 있다.

<표 1.2-3 외국인 사업법에 따른 외국인 사업제한업종>

구분	제한내용	업종
Category A	외국인 지분 50% 이상 소유 금지	신문, TV, 농업, 축산, 임업 등 9개 업종
Category B	외국인 지분 50% 미만 소유, 다만 각료 회의 동의하에 60%(또는 75%) 까지 가능	국가 안보 분야 등 16개 업종
Category C	외국인 지분 50% 미만 소유, 다만 예외적으로 외국인 사업허가(Foreign Business License, FBL) 획득시 100% 소유 가능	국내 사업 보호를 위한 서비스업 중심의 21개 업종

자료: 한-태상공회외소

(3) 예외 조항

- 태국과 우호조약을 체결한 국가의 기업(한국 기업은 해당사항 없음).
- 투자진흥법(Investment Promotion Act)에 따라 투자 인센티브 증서를 받은 기업이거나 산업단지공단(Industrial Estate Authority of Thailand, IEAT)으로부터 허가를 받은 외국기업.
- 도소매업 자본금 규모가 1억 바트 이상이면 외국인 지분 100% 소유 가능.
- 외국인 사업허가(Foreign Business License, FBL) 취득시 외국인 지분 100% 소유 가능.

나. 투자인센티브

(1) 투자진흥법(Investment Promotion Act)에 따른 투자인센티브

- 담당부처: 태국 투자청(Board of Investment, BOI)
- 세제 및 비세제 인센티브
 - 세제혜택: 법인세 감세 및 관세 면제 등 세제상의 인센티브
 - 비세제혜택: 외국인에게 통상 인정되지 않은 토지취득가능, 주재원 워크퍼밋 유효기간 연장(1년→2년) 등의 다양한 행정적인 지원
- 투자정책
 - 외국인투자 유치 확대를 위해 산업 업종별, 지역별 인센티브로 재편 선택과 집중 전략에 따라 태국 경제에 도움이 되는 산업을 선별하여 법인세 면제 혜택 제공.
 - 기술 수준에 따라 업종을 구분하여 세제 및 비세제 혜택을 차별적으로 부여.

<표 1.2-4 업종기준 투자 인센티브 제도>

구분	관련업종	법인세	기계류 수입관세	원부자재 수입관세
법인세 면제	R&D, 전기제품 디자인 및 생산	8년 면제(상한 없음)	면제	면제
	자동차부품, 철도 운송 서비스	8년 면제	면제	면제
	식품 첨가제, 자동차 엔진 등	5년 면제	면제	면제
	재생섬유 등	3년 면제	면제	면제
법인세 비면제	광물 채집, 유리제품 생산 등	면제 없음	면제	면제
	E-Commerce 등	면제 없음		

자료: 태국 투자청(BOI)

- 국경인접지역을 특별경제자유구역으로 지정하여 지정 13개 산업군에 투자할 경우 법인세 면제(8년간 법인세 면제, 추가 5년은 50% 감면) 등의 혜택이 제공되고 있음.

(2) 태국 산업단지공단(IEAT)에 따른 인센티브

- 담당부처: 태국 산업단지공단(Industrial Estate Authority of Thailand, IEAT)
- 산업단지 종류와 투자인센티브
 - 일반산업단지 구역과 IEAT 자유구역으로 구분
 - 일반산업단지: 외자에 의한 사업 목적의 토지 취득 등 일반적인 혜택만 부여하며, 서비스업(운송, 창고, 훈련센터, 병원 등)을 허가
 - IEAT 자유구역: 수출산업을 지원하기 위한 산업단지로 일반적 혜택 외에 세제상 혜택을 부여하며, 서비스업은 원칙적으로 금지된다.

<표 1.2-5 산업단지 종류와 인센티브 제도>

구분	일반산업단지	IEAT 자유구역
인센티브 조건	공통조건 • 태국 내에 있는 산업 및 기술의 발전에 공헌 • 산업단지 내 환경에 악영향을 미치지 않을 것	
	개별조건 • 추가적 요건은 없음	• 토지 점유권 및 소유권 소지 • 해당 IEAT의 이사회의 승인 • 세법상 중대한 과실이 없을 것
투자 인센티브	공통조건 • 외국인 51%이상 출자기업의 토지 점유권 및 소유권 인정 • 기술자, 배우자, 부양자의 입국, 외국 송금 가능	
	개별조건 • 서비스업 운영 허가	세제상 인센티브

다. 동부경제회랑(Eastern Economy Corridor, EEC) 개발계획

- 동부경제회랑(EEC)은 차청사오(Chachoengsao), 촌부리(Chonburi), 라용(Rayong)주 13,285km²에 대한 개발계획으로 2017년부터 5년간 총 1조 5,000억바트(430억 달러) 규모의 투자가 진행될 예정이며 2017~2018년도 EEC개발 관련 70억바트의 예산 승인이 이루어졌다.
- EEC 개발계획은 외국인 투자 유치를 위해 기존 태국 투자청의 규정을 훨씬 능가하는 매력적인 인센티브를 제공한다.
- 2017년 EEC법이 발효될 예정이며, EEC법의 주요 골자는 민간주도 투자 및 개발, 장기 토지 임차허용(50년+49년), EEC 특별기금 조성, 특별 민관 파트너쉽, 세제 및 비세제 혜택 등이 있다.
- 태국정부는 EEC로의 투자를 극대화하기 위해 최장 15년간 기업소득세 면제, 조건충족시 개인소득세 징수율 17%로 제한 등의 특전 또한 고려중이다.
- EEC 개발 프로젝트 참여와 관련해서는 세부안 미확정인 상태로 향후 태국정부의 세부 입찰공고 등을 모니터링 할 필요가 있다.

<그림 1.2-1 태국 동부경제회랑(EEC)>



1.2.3 투자진출 형태

가. 법인

- 태국 민상법(Civil & Commercial Code) 규정에 따라 비공개 주식회사(Private Limited Company) 설립이 일반적이다.
- 주식을 상장할 수 있고, 회사채 공모가 가능하여 대규모 자금조달이 가능한 공개주식회사(Public Limited Company)는 공개주식회사법에 따르며, 제약사항이 많아 일반적이지 않다.

나. 지사

- 외국기업의 지사 설립을 위해서는 외국인사업허가(FBL) 필요.
- 본사와 같은 사업(영리활동가능 및 과세규정도 동일하게 적용)을 할 수 있으나, 외국인사업허가(FBL) 취득이 굉장히 어렵기 때문에 일반적이지 않음.
- 태국에 지사 설립을 위해서는 4년 내 5백만บาท 이상의 투자 필요 (운영자금 반입시 5년 단위로 갱신 가능).
- 은행 등 일부업종이 주로 이용하는 형태이다.

다. 대표사무소

- 본사를 대신하여 정보수집 및 홍보 등 비영리활동만 가능하다.

1.2.4 투자진출 환경여건

가. 국가위험도 평가

- 2014년 6월 OECD는 정치적 혼란에도 불구하고 경제 기초가 견고한 점을 감안하여, 태국의 국가신용등급을 3등급으로 결정한 이후 현재까지 동일 등급을 유지하고 있다.
- GDP 대비 낮은 외채 비중, 우호적인 투자환경, 안정적인 물가 수준을 고려하여 S&P, Moody's, Fitch 등 주요 신용평가기관들은 투자적격등급을 유지하고 있다.

<표 1.2-6 산업단지 종류와 인센티브 제도>

구분	2014년	2015년	2016년
한국수출입은행	B2	B2	B2
OECD	3	3	3
S&P	BBB+	BBB+	BBB+
Moody's	Baa1	Baa1	Baa1
Fitch	BBB+	BBB+	BBB+

나. 투자여건 평가

- 태국의 기업경영여건은 2016년 전체 평가국 190개국중 46위로 인근 국가인 인도네시아 91위, 필리핀 93위, 라오스 139위, 미얀마, 170위에 비하여 기업경영 여건은 양호한 수준인 것으로 판단된다.

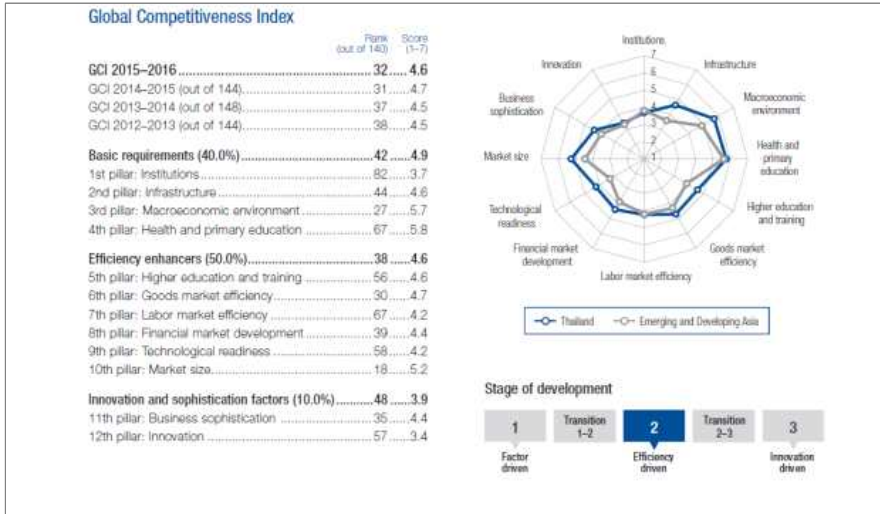
<표 1.2-7 태국 기업경영 여건>

구분	기업경영여건 순위	
	2015년	2016년
종합평가	49	46
창업(Starting a Business)	96	78
건축인허가(Dealing with Construction Permits)	39	42
전기공급(Getting Electricity)	11	37
재산권등록(Registering Property)	57	68
자금조달(Getting Credit)	97	82
소액투자자 보호(Protecting Minority Investors)	36	27
세금납부(Paying Taxes)	70	109
수출입절차(Trading Across Borders)	56	56
법적분쟁해결(Enforcing Contracts)	57	51
사업청산(Resolving Insolvency)	49	23

자료: World Bank(IFC), Doing Business

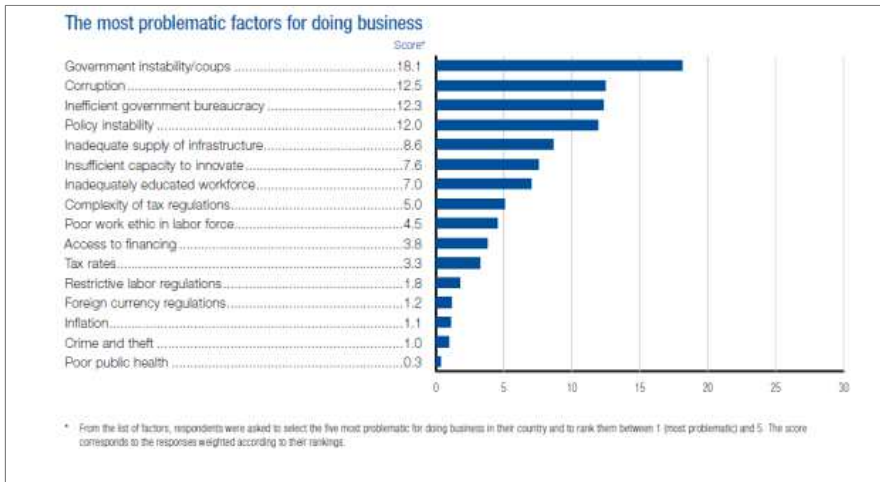
- 세계경제포럼(World Economic Forum)의 글로벌 경쟁력 보고서(The Global Competitiveness Report 2015-2016)에 따르면, 태국은 주로 양호한 재정 건전성, 낮은 물가 상승률, 금융시장 안전성, 외국인 투자와 기술 전도, 금융 서비스 유동성 등 거시 경제적 요인을 긍정적으로 평가하였으나, 쿠데타 등 정치적 불안정성, 부정부패, 정부 비효율성 등은 태국에서 사업할 때 가장 큰 불안요소로 평가하였다.

<그림 1.2-2 태국 글로벌 경쟁력 지수>



자료: World Economic Forum(The Global Competitiveness Report 2015-2016)

<그림 1.2-3 태국에서 사업시 불안요소>



자료: World Economic Forum(The Global Competitiveness Report 2015-2016)

■ 쿠데타에 따른 정치 불안으로 외국인 투자금액이 감소하였으나 이후 회복세를 시현하고 있고, 아울러 외국인 투자에 대한 우호적인 정책기조 및 양호한 국가 신용등급이 지속되고 있는 점을 감안할 때 종합적인 투자환경은 양호한 것으로 평가된다.

1.3 우선협력사업 재원확보 방안

■ 사업의 추진을 위한 재원확보 방안은 크게 공적개발원조(ODA: Official Development Assistance), 민간투자(PF: Private Flow), 민관협력사업(PPP: Public Private Partnership), 구분할 수 있다. 각 재원조달 형태별 특징은 다음과 같다.

1.3.1 공적개발원조(ODA: Official Development Assistance)

- 한국의 공적개발원조는 중앙 및 지방정부를 포함한 공공기관이 개발도상국(또는 개발도상국에 대한 원조에 관여하는 국제기구)의 경제발전과 복지증진을 주목적으로 하여 개도국 또는 국제기구에 공여하는 증여 및 양허적 성격으로 제공하는 차관을 의미한다. 즉 공적개발원조는 정부기관이 개도국의 경제개발 또는 복지증진을 목적으로 개도국에 제공하는 증여 및 양허성 차관으로 분류할 수 있다.(증여는 무상원조, 양허성차관은 유상원조로 일컬음)
- 한국의 공적개발원조는 크게 지원형태별로 양자간 원조(Bilateral Aid)와 다자간 원조(Multilateral Aid)로 나뉘며, 양자간 원조는 원조자금의 상황여부에 따라 무상원조와 유상원조로 나뉜다.
- 양자간 원조에서 무상원조는 개도국 빈곤퇴치에 필요한 다양한 형태의 무상지원, 법적채무를 동반하지 않는 현금 또는 현물이전이다. 즉 개도국은 공여된 원조자금에 대한 상환의무가 없으며, 그 예로 기술협력, 식량원조, 재난구호 등이 있다. 실행기관은 KOICA이다.
- 또한 양자간 원조에서 유상원조는 개도국의 민간자금에 비해 유리한 조건으로 공여되는 양허적 공공차관과 법적채무를 동반하는 현금 또는 현물이전이다. 즉, 개도국은 공여된 원조자금에 대한 상환의무가 있으며, 그 예로 개도국의 공공개발 프로그램 및 사업에 대한 지원이 있다. 실행기관은 한국수출입은행이다.
- 다자간 원조는 개도국을 원조함에 있어 대상국가에 직접자금을 제공하지 않고 세계은행(WB), 미주개발은행(IDB) 등 국제적인 기관에 출자함으로써 간접으로 원조하는 방식이다. 양자간 원조방식과 달리 1970년대부터 채택된 다자간 원조방식은 양자간 원조와 비교하여
 - 첫째, 국제기구에 있는 고도의 전문지식과 경험을 이용할 수 있으며,
 - 둘째, 정부주도로 원조가 불가능하거나 곤란한 국가지원에 대하여 원조가 가능하다는 등의 이점이 있다.

<표 1.3-1 한국의 공적개발원조 형태 및 내용>

주체	상환조건	원조내용
양자간	무상원조	<ul style="list-style-type: none"> 프로젝트 원조 및 프로그램 원조 (Project aid and Program aid) 기술협력 (Technical cooperation) 예산지원 (Budget Support) 개발식량원조 (Developmental food aid) 긴급재난구호 (Emergency and distress relief) 채무탕감 (Debt forgiveness) NGO에 대한 지원 (General support to NGOs) 공공-민간 파트너십에 대한 기부금 (Contributions to public-private partnerships) 개발에 대한 인식환산을 위한 기금 (Promotion of development awareness) 행정비용 (Administrative costs)
	유상원조	<ul style="list-style-type: none"> 차관 (Loans by government or official agencies) 주식취득 (Acquisition of equity)
다자간		<ul style="list-style-type: none"> 국제기구 출연(분담금) 및 출자 (Grants and capital subscriptions) 국제기구에 대한 양허성 차관 (Concessional lending to multilateral agencies)

태국은 1인당 국민총소득(GNI)에 따라 상위중소득(\$4,126~12,735) 국가로 분류되어, 국제개발협력을 위한 공적원조(ODA)에 있어 수원국이 조달하는 물자나 용역의 조달처를 원조공여국이나 특정국가에 한정하는 타이드(Tied)원조가 금지되어있다.

1.3.2 민간투자(PF)

가. 개요

민간투자사업은 전통적으로 정부예산으로 건설, 운영하여 온 도로, 항만, 철도, 환경시설 등 사회기반시설에 대한 민간투자를 촉진하여 창의적이고 효율적인 사회기반시설의 확충, 운영을 도모함으로써 국민경제의 발전에 이바지함을 주목적으로 추진하는 사업이다.

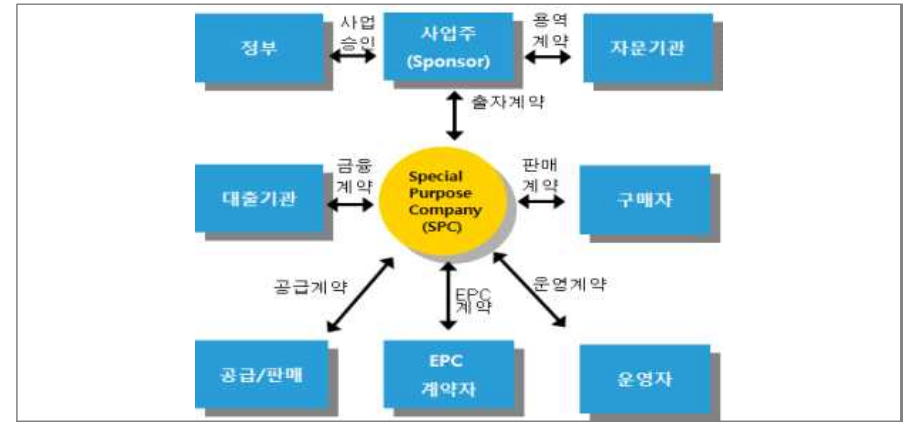
나. 민간투자사업의 특징

- 민간투자사업의 특징은 민간이 재원을 마련하여 시설을 건설하고 정부에 해당시설을 기부채납한 후 정부로부터 관리운영권을 부여받아 운영수입으로 투자금을 회수하는 점이다.
- 민간투자사업은 민간투자사업법인을 설립하여 추진된다. 민간투자법인은 사업의

건설과 운영을 위한 특수목적회사(SPC: Special Purpose Company)설립하고 민간은 특수목적회사에 주식과 대출 등의 방식으로 참여한다. 그리고 특수목적회사는 운영기간중의 운영수입으로 민간이 투자한 자금을 대한 배당과 원금, 이자의 형태로 이익을 돌려주는 방식이다.

- 민간투자사업의 참여자는 건설회사, 금융기관, 전문운영사, 설계사 및 컨설팅기관 등이 있다.
- 민간투자사업의 일반적인 사업조직 구성은 다음과 같다.

<그림 1.3-1 민간투자사업 조직 구성>



다. 민간투자사업의 추진 방식

민간투자사업의 형태는 BTO, BTL, BOT, BOO등이 있으며 사업추진 방식은 정부고시사업과 민간제안방식으로 각각의 일반적인 프로세스는 다음과 같다.

- 정부고시사업: 정부F/S → 사업고시 → 제안서 평가 → 대상자선정
- 민간제안방식: 민간F/S → 투자제안 → 평가 → 대상자선정

(1) BTO(Build-Transfer-Operate) 방식

- 사회기반시설의 준공과 동시에 당해 시설의 소유권이 국가 또는 지방자치단체에 귀속되며, 사업시행자에게 일정기간의 시설관리운영권을 인정하게 된다. 수익형 민자사업은 민간이 시설을 건설하고 직접 운영하는 사업을 뜻한다. 건설(Build), 이전(Transfer), 운영(Operate) 순으로 이루어진다고 하여 BTO 사업이라고 불린다.
- 일반적으로 자체적인 수입 창출이 가능한 시설을 대상으로 정부가 민간에게 위탁하는 방식으로 이루어지며, 위탁한 사업을 일정기간 동안 민간사업자가 사업에서 수익을 직접 거두게 된다.

■ 때문에 이러한 방식은 민간사업자가 해당사업을 진행, 운영하는데 있어서 어느 정도의 자율성이 보장되지만, 사업으로 거둔 수익을 토대로 운영해야 하기 때문에 수익변동이 잦은 것이 특징이다.

(2) BTL(Build-Transfer-Lease) 방식

■ 사회기반시설의 준공과 동시에 당해 시설의 소유권이 국가 또는 지방자치단체에 귀속되며, 사업시행자에게 일정기간의 시설관리운영권을 인정하되, 그 시설을 국가 또는 지방자치단체 등이 협약에서 정한 기간 동안 임차하여 사용·수익하는 방식이다.

(3) BOT(Build-Operate-Transfer) 방식

■ 사회기반시설의 준공 후 일정기간동안 사업시행자에게 당해시설의 소유권이 인정되고, 그 기간의 만료시 시설소유권이 국가 또는 지방자치단체에 귀속되는 방식이며, 해외에서 민간기업 활용을 통한 발전 프로젝트에 주류가 되어 있는 사업방식이다

(4) BOO(Build-Own-Operate) 방식

■ 사회기반시설의 준공과 동시에 사업시행자에게 당해시설의 소유권이 인정되는 방식이다.

라. 사업 추진방식의 결정

■ 민간투자사업은 대상 시설물의 성격에 따라 수익사업을 영위할 수 있는 사업과 수익사업이 어려운 사업으로 나뉘볼 수 있으며, 이러한 사업의 성격에 의해 민간투자사업에 적용되는 추진 방식이 결정된다.

■ BTO, BOT, BOO 사업방식은 민간사업자가 해당시설물을 통한 수익사업을 영위하면서 최종사용자로부터 회수하는 사용료로 투자비를 회수할 수 있는 사업에 적용되는 방식이며, BTL방식은 최종사용자로부터 사용료 징수가 어렵거나 징수하더라도 그 크기가 투자비를 회수하기에는 제한적인 사업에 적용되는 방식이라고 할 수 있다.

■ BTL사업의 경우 투자비 회수의 원천은 해당시설물의 최종이용자가 아닌 국가, 지자체에 있다. 즉 국가, 지자체가 민간투자비에 사업수익률이 반영된 투자원리금을 균등분할하여 매기간 임대료 형식으로 민간사업자에게 지급하게 된다.

■ 따라서, 민간투자방식으로 추진시 본 사업의 1단계 사업은 주거지역을 대상으로 하는 수익성이 크지 않은 공공성이 강한 사업으로 BTL방식을 적용하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

■ 2단계 사업의 경우 인근 5개 산업단지의 연계처리의 가능성이 향후 검토될 것으로 판단되며, 산업단지 연계처리시 민간사업자가 산업단지로부터 직접 사용료를 징수하는 BTO방식으로서의 사업추진도 가능할 것으로 판단된다.

1.3.3 민관협력사업(PPP)

가. 개요

■ PPP는 민간기업과 정부가 협력해 도로, 교통, 공중위생시설, 사회복지시설등을 건설하는 프로젝트이다.

- 대부분의 경우 수익성이 크지 않지만 국가발전을 위한 필수적인 산업인프라 시설을 건설하는 프로젝트로 단일 혹은 다수의 민간기업으로 구성된 컨소시엄이 공동으로 공사비용을 분담하는 시스템이다.

■ 공사를 수주한 업체는 정부가 허가하는 기간(대부분의 경우 30년) 동안 시설 운영권을 보유하게 되며, 이 기간 동안 시설 사용요금을 징수해 일부 투자비용을 회수할 수 있고, 나머지 부분은 정부로부터 직접 돌려받게 된다.

■ 태국의 민자유치법(PPP법)의 주요내용은 다음과 같다.

나. 주요내용

■ 근거법령: Private Investment In State Undertakings Act B.E. 2556(2013) 법령이 2013년 4월 발효되었으나, 실제 법령 적용을 위한 시행령 발표 등이 늦어지고 있다.

- 2013년 새 법령 적용이 늦어지면서 현재까지 Private Investment In State Undertakings Act B.E. 2535(1992) 법을 근거로 민관협력(PPP) 사업이 추진되고 있다.

■ 태국에서 PPP 사업 추진시 PPP 정책 위원회(PPP Policy Committee)의 심사를 받아야하며 심사대상은 다음과 같다.

- 사업규모가 50억 바트 이상인 사업,

- 사업규모가 10억~50억 바트 사이인 경우, 기본 인프라시설 및 공공사업만 심사 대상.

■ PPP 정책 위원회의 심사없이 관련 장관의 승인 사업의 규모가 10억 바트 미만이거나, 10억~50억 바트사이.

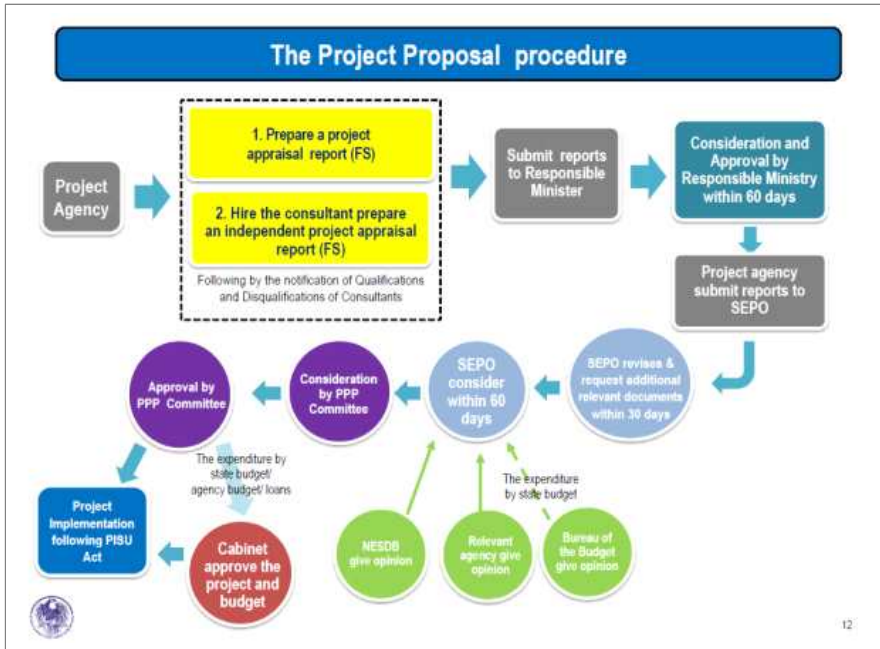
<표 1.3-2 태국 PPP 프로젝트 추진대상>

사업의 규모	50억Baht 이상	10억~50억Baht 사이		10억Baht 미만
사업의 유형	All	Infrastructure Public utility	기타	All
절차	PPP 정책 위원회	PPP 정책 위원회	장관 승인	장관 승인

다. 태국내 PPP 프로젝트 진행 절차

■ 태국내 PPP 사업의 진행 절차는 다음과 같다.

<그림 1.3-2 PPP사업 진행 절차>



제 2장 우선협력사업 기본계획(Pluak Daeng)

- 2.1 사업의 개요
- 2.2 현지조사
- 2.3 기본계획
- 2.4 토목 및 공정분야 시설계획
- 2.5 기계분야 시설계획
- 2.6 전기 및 계측제어분야 시설계획
- 2.7 운영 및 유지관리 계획
- 2.8 유지관리비 산정
- 2.9 사업비 신청
- 2.10 경제적 타당성 분석
- 2.11 재무적 타당성 분석
- 2.12 사업시행 계획
- 2.13 성과활용

제2장 우선협력사업 기본계획(Pluak Daeng)

2.1 사업의 개요

2.1.1 사업의 선정 배경

- Rayong 주의 Pluak Daeng 지역은 인구밀도가 높은 지역으로 Rayong 주의 중요 식수원(Nong Pla Lhai Reservoir)이 위치하고 있다.
- 지역내 시설용량 150m³/일의 기존 폐수처리시설이 있지만 용량이 충분하지 못하며 유지관리의 부실로 인하여 현재 미가동중이다.
- 주요 간선도로를 위주로 합류식관이 부설되어 있으며, 가정 및 상업시설에서 발생하는 하수는 합류식관을 통하여 인근 하천으로 미처리 방류되어 식수원인 Nong Pla Lhai Reservoir로 유입되고 있는 상황이다.
- 식수원인 Nong Pla Lhai Reservoir의 수질오염이 심각한 상황으로 수질개선을 위한 폐수처리시설 및 폐수관로의 정비가 시급한 상황이다.

2.1.2 사업의 추진 경위

<표 2.1-1 사업의 추진 경위>

일자	사업추진 활동	
'16. 04. 15	사업협약 체결	• 개도국 환경개선 마스터플랜 수립 지원 사업 협약 체결
'16. 06. 08		• 사업협약 체결(한국환경산업기술원(KEITI)↔태국 폐수관리청(WMA))
'16. 07. 25	착수 보고회	• 착수보고회 개최(태국 방콕) - 한국-태국 환경 협력회의 - 향후 추진 일정 협의
'16. 10. 21	기술 정책협력 Workshop (1차)	• 기술정책협력 Workshop(1차) 개최(태국 파타야) - 15개 사업대상지 중 4개 마스터플랜 수립 대상지 선정 ⇒ Na Jom Tien, Pluak Daeng, Tha Chang, Khlong Yai
'16. 12. 21	기술 정책협력 Workshop (2차)	• 기술정책협력 Workshop(2차) 개최(태국 짜탄부리) - 우선협력사업 대상지 선정을 위한 Workshop - 4개 마스터플랜 수립 대상지 중 Khlong Yai는 제외하기로 합의 ⇒ 마스터플랜 수립 지역: Na Jom Tien, Pluak Daeng, Tha Chang,
'16. 12. 23	우선협력사업 대상지 선정	• 우선협력사업 대상지 선정 - 3개 마스터플랜 수립 지역 중 Pluak Daeng 지역 선정
'17. 03. 15 ~ 04. 20	현장 조사	• Pluak Daeng 지역 측량, 수질, 토질조사 실시 - 조사업체: TSI Thai Holdings Co., Ltd
'17. 03. 27 ~ 03. 31	중간보고회	• 중간보고회 개최 및 초청연수 실시(한국 서울) - 한국-태국 환경 협력회의 - 사업 진행 사항 및 향후 추진 일정 보고 - 환경기초 시설 견학 및 선진 기술 소개
'17. 06. 08	주민설명회 개최	• Pluak Daeng 지역 관계자 및 주민대표에 사업설명 • 지역 주민들 의견 청취 및 요구사항 수렴

나. 총 투자비

■ 사업대상지역에 소요되는 1단계 총투자비는 32,244천USD로 상세내역은 다음과 같다.

<표 2.1-3 1단계 사업 총 투자비 산정>

(단위 : 천USD)

구분	금액
1. 총민간사업비	28,428
2. 건설보조금	-
3. 소계 (총사업비): 1+2	28,428
4. 물가변동예비비	2,770
5. 건설이자	3,047
6. 합계 (총투자비): 3+4+5	34,244

■ 본 사업은 자기자본 25%, 타인자본 75%로 조달될 예정이다. 1단계 사업의 조달재원은 구체적으로 다음과 같다.

<표 2.1-4 1단계 자본구조 및 조달재원>

(Unit: 천 USD, 경상가)

구분	비율(%)	금액	이자율(%)	조달재원
총투자비	100	34,244	-	-
자기자본	25	8,561	-	- 재무적투자자(FI) - 건설투자자(CI) - 기타
타인자본	75	25,683	4.86%	-

※ 자본구조와 조달재원은 시장상황에 따라 변할 수 있다. 그럼에도 불구하고 위에 언급된 비율은 현 시점의 금융 조건 하에서 추구하는 목표 구조, 즉 자기자본 25%, 타인자본 75%를 나타낸다. 이러한 점에서 4.86%의 금리 또한 필요에 따라 조달구조와 함께 적절히 조정될 필요가 있음.

2.1.4 사업의 기대효과

가. 경제적 효과

- 미처리 폐수로 인한 토양 및 지하수 오염 최소화
- 쾌적한 생활환경 및 주민들의 공중보건 및 위생향상으로 수인성 질병 감소
- 기초 인프라시설 구축으로 이 지역에 대한 투자환경 개선효과로 지역경제 활성화
- 처리장 방류수의 재이용을 통한 수자원 확보
- 한국의 폐수처리 관련 기업 및 인력의 해외진출 기회
- 한국 기업체의 시장 선점효과 및 향후 환경시장 교두보 확보

나. 사회적 효과

- 도시 미관의 향상 및 악취발생 예방
- 주민들의 보건위생에 대한 인식 증진
- 방류수역에 대한 수질개선을 통한 수질보전
- 가용 수원의 보호로 수자원 보전에 기여

다. 기술이전 효과

- 수요처의 설계 및 시공 기술 향상
- 폐수처리시설 운영 및 유지관리 교육 등을 통한 기술력 축적
- 자체 기술력 축적으로 환경기술 발전 발판 마련
- 환경기술 축적으로 인접 국가 기술력 수출 가능성 마련

2.2 현지조사

2.2.1 일반 현황

<표 2.2-1 Rayong Province 개요>

위치	<ul style="list-style-type: none"> • Rayong 주는 서쪽 시계방향으로 Chonburi, Chanthaburi 주와 이웃하며, 남쪽으로는 타이만과 접하고 있다 • Pluak Daeng 지역은 Rayong 주의 북서쪽에 위치하며 Chonburi Province의 Bang Lamung, Si Racha, Nong Yai와 접하고 있다.
면적	<ul style="list-style-type: none"> • Rayong 주: 3,552km² • Pluak Daeng: 618.34km²
행정구역	<ul style="list-style-type: none"> • Rayong 주: 8개 District(Amphoe), 54개 Subdistrict(Tambon), 30개 Municipality(Thetsaban) • Pluak Daeng: 6개 Subdistrict(Tambon), 2개 Municipality(Thetsaban)
인구	<ul style="list-style-type: none"> • Rayong 주: 6,88,999명(2015년)
인구밀도	<ul style="list-style-type: none"> • Rayong 주: 194.0명/km²

<그림 2.2-1 Rayong 주 위치도>



<표 2.2-2 Rayong 주 행정구역 현황>

District	면적 (km ²)	Municipality			Subdistrict
		City	Town	Subdistrict	
1. Mueang Rayong	514,547	1	1	6	7
2. Ban Chang	238,372	-	1	3	1
3. Klaeng	788,463	-	-	8	9
4. Wang Chan	395,249	-	-	1	4
5. Ban Khai	489,075	-	-	3	5
6. Pluak Daeng	618,341	-	-	2	6
7. Khao Chamao	269,950	-	-	1	3
8. Nikhom Phatthana	238,000	-	-	3	2
계	3,551,997	1	2	27	54

자료: Department of Provincial Administration, Ministry of Interior

2.2.2 자연적 현황

가. 지리 및 지형적 현황

- Rayong 주의 북쪽 지역은 낮은 언덕지형을 이루고 있지만 대부분의 지형은 낮은 해안 평야지대로 구성되어있다.
- Pluak Daeng 지역은 낮은 산들이 산발적으로 분포하여 지형의 기복이 심하며 Rayong 주의 중요 식수원인 Nong Pla Lhai Reservoir가 지역의 중앙에 위치하고 있다.

나. 기후 현황

- Rayong 주는 열대 사바나 기후를 보이며, 계절적 기온, 강수량, 습도의 특성은 다음과 같다.

<표 2.2-3 Rayong 주 계절적 기온 특성, 2014년~2015년 >

(단위: ° C)

구분	2014년			2015년		
	평균	최대	최소	평균	최대	최소
1월	28.0	34.0	23.0	20.9	26.0	16.4
2월	29.2	33.0	22.7	23.9	27.1	19.5
3월	-	34.7	23.5	27.6	28.5	23.5
4월	29.8	33.5	23.5	26.8	29.0	23.5
5월	30.3	32.4	23.5	28.3	29.9	24.2
6월	29.0	31.5	23.9	27.2	29.5	23.0
7월	28.5	31.5	23.2	27.9	29.5	23.0
8월	28.5	32.0	23.0	27.1	29.0	23.6
9월	28.1	32.8	23.2	25.8	28.9	23.2
10월	26.9	34.4	22.4	24.9	27.5	23.0
11월	27.4	32.0	16.0	24.8	25.7	24.0
12월	24.1	-	-	23.8	26.4	20.0

자료: Rayong Meteorological Station

<표 2.2-4 Rayong 주 계절적 강수량 특성, 2014년~2015년 >

(단위: mm)

구분	2014년			2015년		
	강수량	강우일수	일최대 강수량	강수량	강우일수	일최대 강수량
1월	-	-	-	1.4	2.0	1.3
2월	12.8	4.0	11.2	38.8	3.0	16.6
3월	2.0	3.0	1.0	28.9	5.0	12.5
4월	44.7	3.0	29.0	25.4	4.0	16.3
5월	22.0	5.0	9.3	175.6	11.0	22.2
6월	124.1	18.0	23.6	233.2	16.0	53.5
7월	80.1	8.0	42.6	52.5	11.0	10.2
8월	133.3	13.0	69.1	107.9	10.0	54.7
9월	108.3	12.0	30.1	407.3	17.0	103.1
10월	420.8	19.0	148.7	228.5	18.0	54.0
11월	95.6	7.0	15.8	108.5	9.0	40.3
12월	6.2	3.0	4.5	41.6	3.0	40.2
계	1,049.9	95.0	-	1,449.6	109.0	-

자료: Rayong Meteorological Station

<표 2.2-5 Rayong 주 계절적 습도 특성, 2014년~2015년 >

구분	2014년				2015년			
	평균	평균최대	평균최소	최소	평균	평균최대	평균최소	최소
1월	76.03	88.26	63.68	35.00	76.21	81.52	70.90	54.00
2월	79.17	88.30	69.28	48.00	70.98	78.96	62.99	66.38
3월	76.51	82.53	67.71	39.00	78.07	79.55	76.58	74.75
4월	77.03	83.55	69.97	46.00	75.88	78.89	72.86	70.75
5월	77.21	89.18	71.55	61.00	76.60	79.08	74.11	72.75
6월	79.91	84.48	74.30	66.00	77.95	86.37	69.52	70.75
7월	79.26	82.11	75.55	65.00	83.57	85.21	81.92	73.25
8월	79.50	82.80	74.48	67.00	76.90	85.10	68.69	71.00
9월	81.22	86.13	75.30	68.00	82.17	85.64	78.70	74.88
10월	85.31	93.55	73.03	56.00	84.40	86.78	82.01	79.25
11월	77.36	86.87	61.77	28.00	79.09	85.62	72.55	71.63
12월	71.58	84.23	52.84	39.00	78.64	82.13	75.14	61.88

자료: Rayong Meteorological Station

다. 수자원 현황

- Rayong 주에는 2015년 기준 총 290개의 저수지, 댐, 수문, 연못, 수로등의 수자원이 있다.
- 2015년 Pluak Daeng 지역내에는 3개의 저수지, 7개의 콘크리트 보, 8개의 연못 및 4개의 수로를 포함한 수자원이 있으며 현황은 다음과 같다.

<표 2.2-6 Rayong Province 수자원 현황>

구분	2015년					
	계	저수지	콘크리트 보	댐	연못	수로
계	290	15	56	3	155	61
1. Mueang Rayong	32	3	4	-	12	13
2. Ban Chang	7	1	3	-	2	1
3. Klaeng	72	1	13	3	42	13
4. Wang Chan	53	4	13	-	30	6
5. Ban Khai	38	1	4	-	18	15
6. Pluak Daeng	22	3	7	-	8	4
7. Khao Chamao	4	2	2	-	-	-
8. Nikhom Phatthana	62	-	10	-	43	9

자료: Department of Provincial Administration, Ministry of Interior

- 2015년 Rayong 주내 사용가능한 저수량은 총 65백만 m^3 이며, Pluak Daeng 지역내 저수량은 총 9백만 m^3 이다.

<표 2.2-7 Rayong Province 물 저류 현황>

(단위: 백만 m^3)

구분	2015년			
	계	저수지	콘크리트 보	댐
계	65	5	55	5
1. Mueang Rayong	7	-	4	3
2. Ban Chang	3	-	3	-
3. Klaeng	16	1	13	2
4. Wang Chan	14	1	13	-
5. Ban Khai	4	-	4	-
6. Pluak Daeng	9	3	6	-
7. Khao Chamao	2	-	2	-
8. Nikhom Phatthana	10	-	10	-

자료: Department of Provincial Administration, Ministry of Interior

2.2.3 사회적 현황

가. 인구 현황

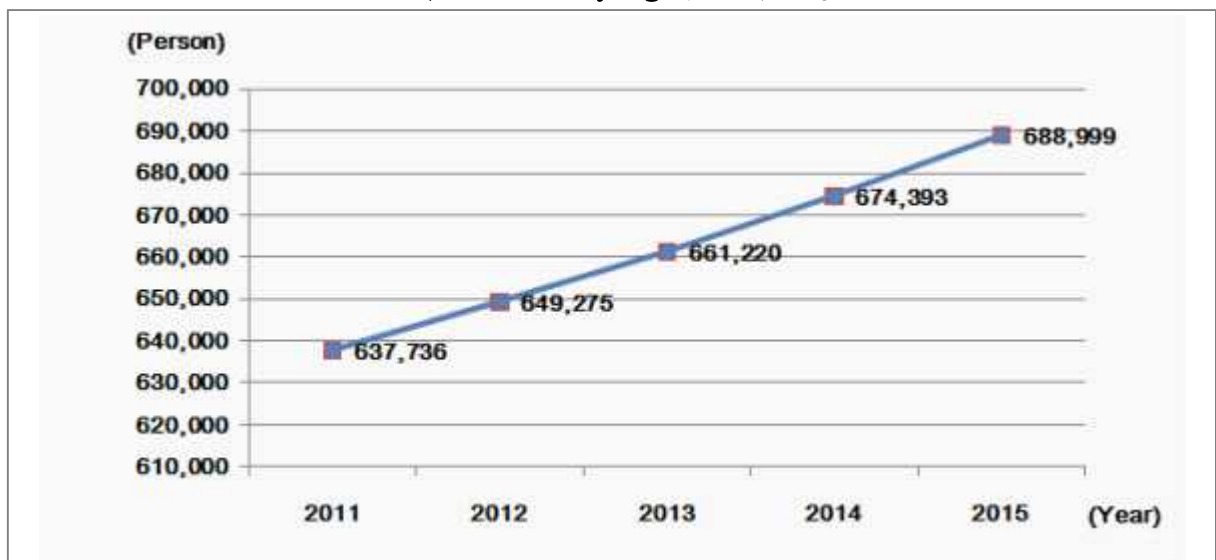
- 2015년말 기준 Rayong 주의 인구는 688,999명으로, 약 1.95%의 증가율로 꾸준히 증가하는 추세이다.
- 전체인구의 약 70%가 타이만과 접하고 있는 Mueang Rayong, Klaeng, Ban Chang 지역에 거주하고 있다.
- 신흥 산업단지가 조성된 Pluak Daeng과 Nikhom Phatthana 지역의 인구증가율이 각각 5.33%, 3.66%로 다른 지역에 비하여 높은 증가율을 보였다.

<표 2.2-8 Rayong 주 인구현황>

District	인구					인구 비율(%)	인구 증가율 (%)
	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년		
1. Mueang Rayong	250,084	254,998	260,490	265,869	271,460	39.4	2.07
2. Ban Chang	64,432	63,802	65,045	67,374	69,622	10.1	1.97
3. Klaeng	128,204	128,940	129,594	129,773	130,304	18.9	0.41
4. Wang Chan	25,562	25,763	25,813	25,810	25,991	3.8	0.42
5. Ban Khai	62,466	63,212	63,915	64,549	65,244	9.5	1.09
6. Pluak Daeng	47,335	49,192	51,452	54,664	58,258	8.5	5.33
7. Khao Chamao	23,344	23,496	23,775	23,816	23,880	3.5	0.57
8. Nikhom Phatthana	38,309	39,872	41,136	42,538	44,240	6.4	3.66
계	637,736	649,275	661,220	674,393	688,999	100.0	1.95

자료: Department of Provincial Administration, Ministry of Interior

<그림 2.2-2 Rayong 주 인구현황>



나. 세대수 및 주거형태

- Rayong 주의 총 세대수는 2015년 기준 423,943 세대이며, 주거형태는 단독주택과 연립주택이 각각 66.6%, 33.0%로 대부분을 차지하고 있다.
- 주거형태는 전반적으로 연립주택의 비율이 감소하고 단독주택의 비율이 증가하는 추세를 보이고 있다.

<표 2.2-9 Rayong 주 세대수 현황>

District	세대수		
	2013년	2014년	2015년
1. Mueang Rayong	154,977	162,651	170,755
2. Ban Chang	35,168	36,771	38,588
3. Klaeng	57,830	59,272	60,327
4. Wang Chan	11,110	11,518	11,973
5. Ban Khai	54,802	64,513	70,852
6. Pluak Daeng	10,201	10,377	10,499
7. Khao Chamao	26,403	28,923	31,011
8. Nikhom Phatthana	27,783	28,886	29,938
계	378,274	402,911	423,943

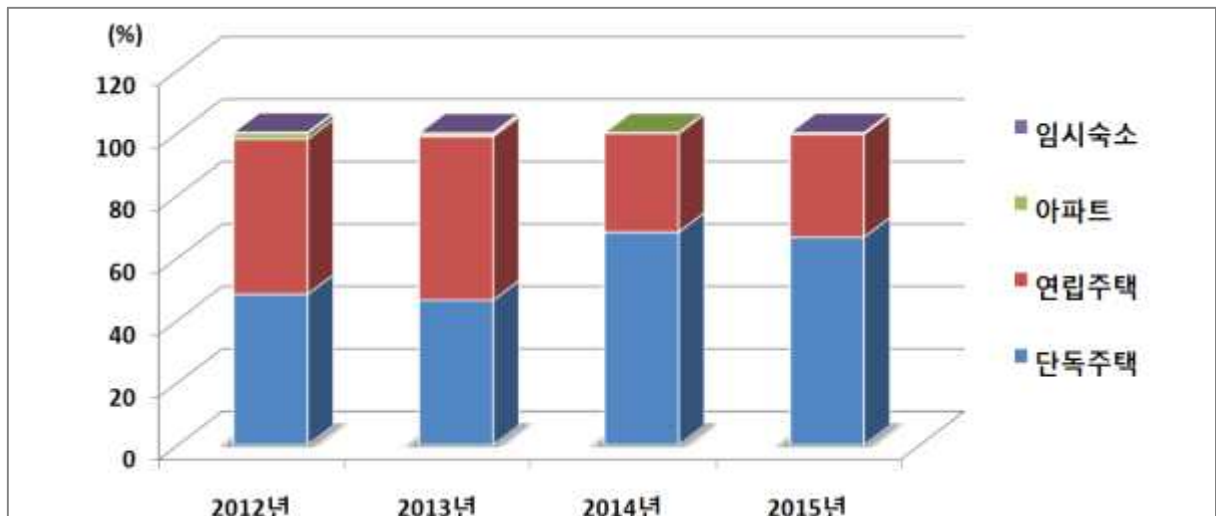
자료: Department of Provincial Administration, Ministry of Interior

<표 2.2-10 Rayong 주 주거형태 현황>

구분	주거형태(%)			
	2012년	2013년	2014년	2015년
단독주택	48.3	46.4	68.2	66.6
연립주택	49.7	52.4	31.6	33.0
아파트	1.9	0.8	0.2	0.0
임시숙소	0.2	0.3	0.0	0.4
계	100.0	100.0	100.0	100.0

자료: Department of Provincial Administration, Ministry of Interior

<그림 2.2-3 Rayong주 주거형태 현황>



2.2.4 환경시설 현황

가. 상수도 시설 현황

- Rayong 주의 상수공급은 Provincial Waterworks Authority (PWA)에 의하여 일부지역에 보급되고 있으며, 상당수의 지자체가 자체적으로 상수를 공급하고 있다.
- Rayong 주에는 3개의 PWA 지점이 있으며, PWA 공급지역은 Mueang Rayong, Ban Khai, Ban Chang, Klaeng, Nikhom Pattana 지역이다. 2015년말 기준 상수공급 현황은 다음과 같다.

<표 2.2-11 Rayong 주 PWA 급수 현황>

구분	급수인구(인)	시설용량(m ³ /d)	총생산량(m ³)	총급수량(m ³)	상수공급 면적(km ²)
Rayong	119,844	116,267	3,623,874	2,750,103	344

자료: Report of the 2012-2015 and household Socio-Economic Survey, Rayong Province, National Statistical Office

- Pluak Daeng 지역은 자체적으로 상수공급을 하고 있다. 원수를 인근의 저수지로부터 취수하여 시설용량 약 10,000m³/일의 정수시설을 거쳐 상수를 공급하고 있다.
- 정수처리 시스템은 원수 → 취수 펌프장 → 침전지 → 여과지 → 배수지 → 소독조 → 급수탑을 거쳐 상수 공급이 이루어지고 있다.

<그림 2.2-4 Pluak Daeng 정수처리시설>



나. 폐수처리시설 현황

(1) 폐수처리 현황

- Pluak Daeng 지역내에는 400여개의 공장들이 가동중이며, 발생된 폐수는 자체 처리시스템에 의해 처리후 방류가 이루어지고 있다.
- Pluak Daeng 지역내에는 시설용량 150m³/d의 규모의 소규모 폐수처리시설이 있지만, 현재 유지관리의 부실로 인한 장비의 고장으로 운영되지 않고 있는 상황이다.

<그림 2.2-5 기존 폐수처리시설>



- 합류식관이 Plauk Daeng 지역내 중심가를 위주로 설치되어 있으며, 가정이나 상업시설에서 발생된 폐수는 합류식관을 통해 미처리 상태로 하천으로 방류되어 Nong Pla Lhai Reservoir로 유입되고 있다.

<그림 2.2-6 기존 합류식 관로>

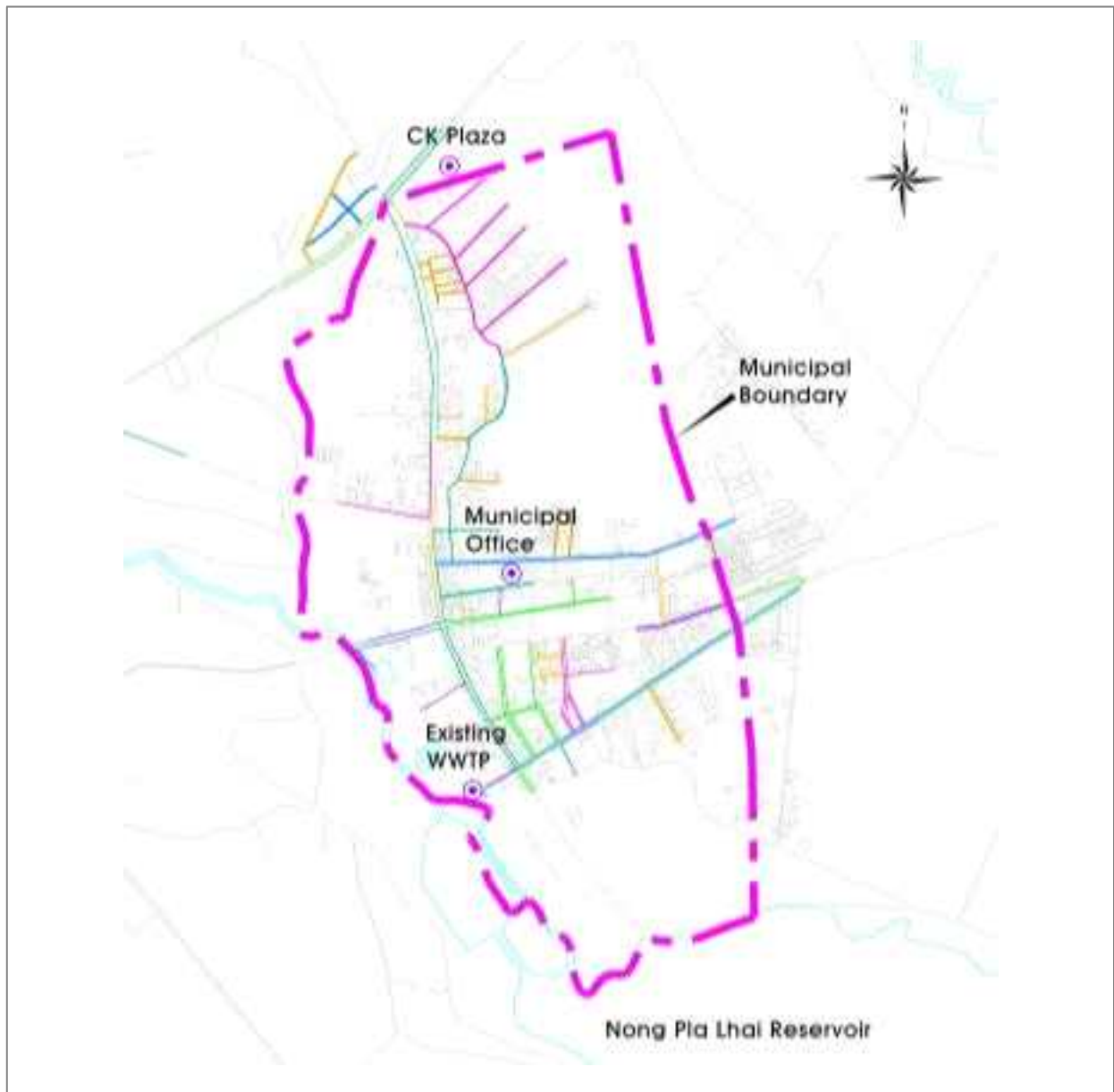


■ 기존 합류식관은 총 28.0km로 원형관이 17.8km, Box관이 10.2km가 부설되어 있으며, 현황은 다음과 같다.

<표 2.2-12 기존 합류식관 현황>

	관경(mm)	연장(m)	Box	규격(m)	연장(m)
	원형관	400		3,654.2	0.4×0.4
600		5,165.1	0.6×0.6	2,988.9	
800		6,882.5	0.8×0.8	870.9	
1,000		2,099.0	1.0×1.0	4,197.6	
			2.0×2.0.	525.8	
계		17,800.8	계		10,248.9

<그림 2.2-7 Pluak Daeng 기존 합류식관 현황>



(2) 기존 폐수처리시설의 문제점

- Pluak Daeng 지역내에는 기존 폐수처리장이 있지만 시설용량이 전체 발생폐수를 처리하기에는 역부족인 상황이며 장비의 고장으로 인하여 운영되지 않고 있어 현재 지역내 발생 폐수는 미처리 상태로 방류되고있다.
- Rayong 주의 주요 식수원중의 하나인 Nong Pla Lhai Reservoir가 인접하고 있으며, Pluak Daeng 지역내 주거지 및 상업시설에서 발생된 미처리 폐수가 하천을 통하여 유입되고 있어 식수원 오염이 심각한 상황이다.
- 기존 합류식관 보급률 또한 저조하여 합류식관이 미설치된 지역의 경우 인근의 하천으로 무단 방류되고 있는 상황이다.

(3) 개선 필요사항

- 폐수처리 보급률 향상을 위한 관망 보급
- Nong Pla Lhai Reservoir로 유입되는 폐수의 처리를 위한 폐수처리장 신설 및 증설
- 분류식 하수배제 방식 도입을 통한 식수원인 Nong Pla Lhai Reservoir의 수질 개선
- 유입 수질의 분석 및 먹는물 수질 기준을 고려하여 적절한 폐수처리 공법 도입

2.2.5 측량 조사

가. 조사 목적

- Pluak Daeng 지역내 계획 시설물 및 계획 관로노선을 대상으로 현황 측량 및 노선 측량을 실시하여, 계획 시설물, 관로 계획 등에 필요한 기초자료로 사용하는데 목적이 있다.

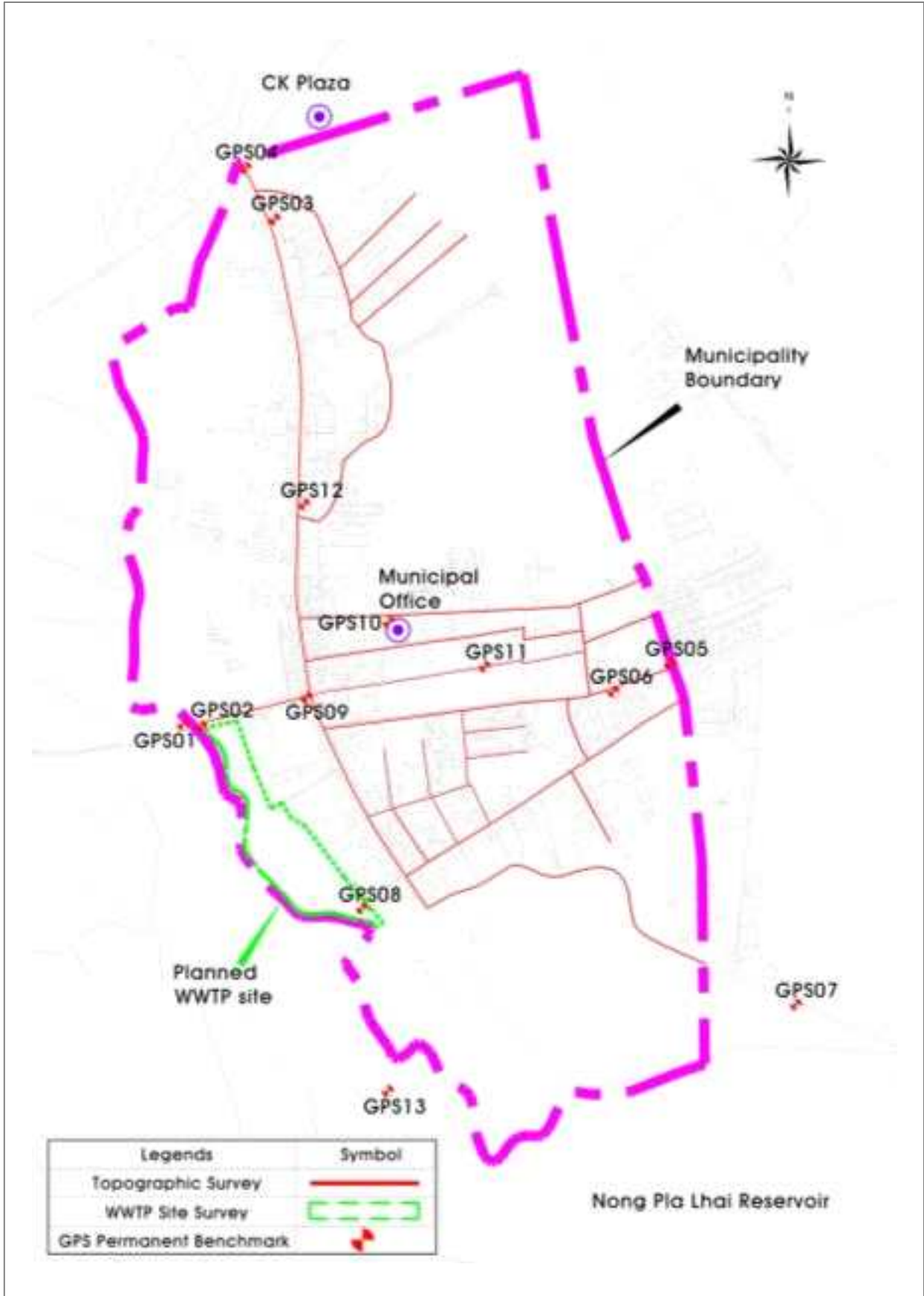
나. 조사 내용

- 본 측량 조사에서는 Municipality 지역에 대한 계획 관로 노선 측량 및 하수처리시설 예정 부지에 대한 현황 측량을 실시하였다.

<표 2.2-13 Pluak Daeng 측량조사 내용>

구분	수질조사
조사일시	• 2017년 3월 21 ~ 3월 25일
조사항목	• 노선 측량: L=21km • 현황 측량: WWTP 예정부지, A=30,000m ²

<그림 2.2-8 Pluak Daeng 측량조사 위치도>



다. 조사 장비

<표 2.2-14 Pluak Daeng 측량조사 장비>

조사 장비		
기준점 측량	지형 측량	수준측량
Real Time Kinematic Global Positioning Instrument (TOPCON GR-5) 2 set	Total Station SOKKIA Set 5F with accessories 1 set	3 Leveling TOPCON 2GD with accessories 1 set
		

라. 조사 방법

① 기준점 성과표

<표 2.2-15 기준점 성과표>

구 분	N(X)좌표(m)	E(Y)좌표(m)	표고(m)
A102165 of Ministry of Agriculture and Cooperatives	1,427,234.475	743,438.109	41.801

② GPS를 활용하여 Pluak Daeng 지역내 13개 지점에 설치기준점 설치.

③ 설치된 13개의 설치기준점을 활용하여 계획 관로 노선 측량 및 폐수처리시설 예정부지 현황 측량 실시.

마. 조사 결과

(1) 설치 기준점 성과표

<표 2.2-16 Pluak Daeng 설치 기준점 성과>

구 분	N(X)좌표(m)	E(Y)좌표(m)	표고(m)
GPS 01	1,434,930.974	739,670.410	48.105
GPS 02	1,434,926.024	739,714.266	48.125
GPS 03	1,436,153.686	739,887.266	56.600
GPS 04	1,436,278.455	739,821.986	56.414
GPS 05	1,435,069.979	740,842.274	59.733
GPS 06	1,435,017.219	740,706.029	54.469
GPS 07	1,434,263.744	741,145.200	47.700
GPS 08	1,434,495.389	740,101.651	46.719
GPS 09	1,434,988.175	739,968.707	49.288
GPS 10	1,435,184.596	740,165.958	57.615
GPS 11	1,435,077.460	740,396.458	56.186
GPS 12	1,435,466.683	739,957.580	60.586
GPS 13	1,434,040.777	740,163.899	48.526

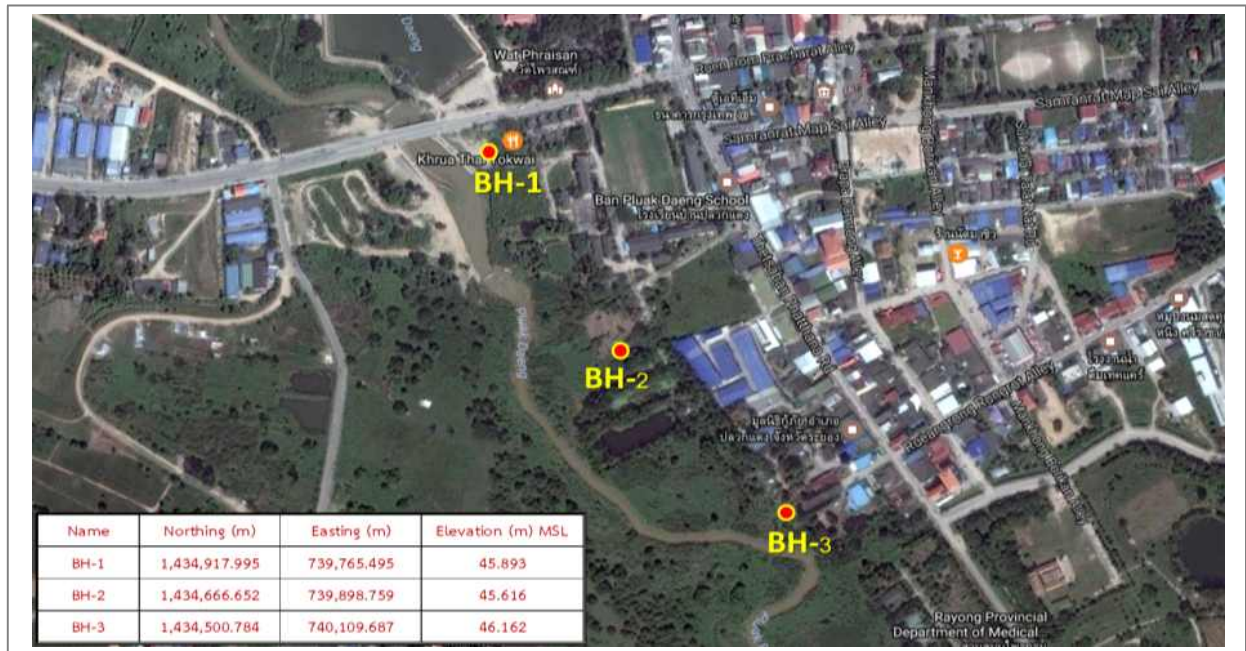
2.2.6 토질 조사

가. 조사 목적

- Pluak Daeng 지역내 폐수처리시설 예정부지에 대한 시추조사, 각종 현장 및 실내시험을 실시하여 지층의 분포현황 및 지층의 성상, 암반의 상태 등을 파악하고 설계 및 시공에 필요한 지반공학적 기초 자료를 제공하여 경제적이고 합리적인 설계가 되도록 하는데 그 목적이 있다.

나. 조사 위치

<그림 2.2-9 Pluak Daeng 토질조사 지점>



다. 조사 방법

(1) 시추(Boring) 조사

- 시추조사는 회전수세식(Rotary Wash Type) 유압형 시추기를 이용하여 표준관입시험(Standard Penetration Test)과 병행하는 방법으로 실시하였다.
- 시추가 진행되는 동안 공내의 토사붕괴를 방지하기 위하여 붕괴가 발생할 수 있는 지점까지 Casing을 설치하여 조사하였다.

<그림 2.2-10 Pluak Daeng 시추조사>



(2) 표준관입시험(Standard Penetration Test)

- 표준관입시험은 시추 작업과 병행하여 지층의 상대밀도(Relative density), 연경도(Consistency index)와 구성 성분을 파악하기 위하여 ASTM D1586에 규정된 방법에 의거하여 1.5m 마다 또는 토층이 변할 때마다 실시하였으며, 이때 교란된 시료도 함께 채취하였다.
- 시험은 63.5kg의 해머를 낙하고 76cm로 자유 낙하시켜 샘플러가 30cm 관입하는데 소요되는 타격횟수를 측정하는 것으로, 매 15cm를 관입시키는데 소요되는 타격횟수를 측정하였으며, 총 45cm를 관입시키는데 필요한 타격횟수를 측정하였다. 이때 처음 15cm 관입에 소요되는 타격횟수는 예비타격이며 마지막 30cm 관입에 소요되는 타격횟수를 관입저항치(N-치)로 하여 시추주상도에 기입하였다.

(3) 지하수위 측정

- 시추작업 완료 24시간 경과 후 지표면으로부터 지하수면까지의 심도를 측정한다.

(4) 실내시험

- 표준관입시험(SPT)에 의해 채취된 모든 시료의 물리적 역학적 특성을 파악하기 위하여 실내시험을 하였으며, 시험 항목은 다음과 같다.
 - 흙의 입도 분석 시험
 - 흙의 액성 한계 및 소성 한계 시험
 - 흙의 비중 시험
 - 흙의 일축 압축 시험
 - 흙의 직접 전단 시험

(5) 토질의 분류 방법

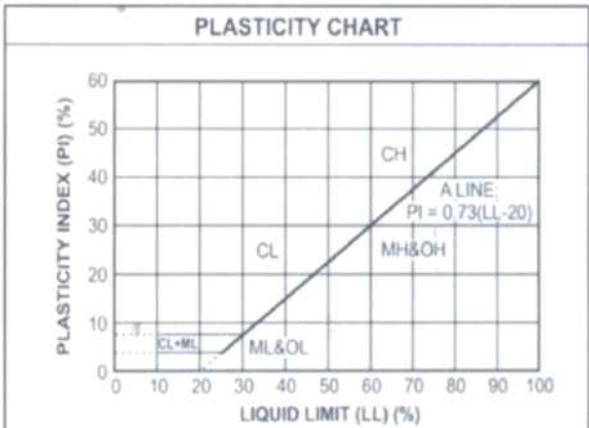
- 표준관입시험(SPT)시 측정된 관입저항치(N-치)는 사질토의 상대밀도나 점성토의 Consistency 추정에 사용된다.

<표 2.2-17 관입저항치(N-치)에 의한 사질토의 상대밀도>

사질토		점성토	
관입저항치(N-치)	상대밀도	관입저항치(N-치)	Consistency
0 - 4	매우 느슨	< 2	매우 연약
4 - 10	느슨	2 - 4	연약
10 - 30	보통 조밀	4 - 8	보통 단단
30 - 50	조밀	8 - 15	단단
> 50	매우 조밀	15 - 30	매우 단단
		> 30	견고

■ 흙의 분류는 현장조사시는 육안적 분류 방법을 활용하였으며, 실내시험 결과는 ASTM의 Unified Soil Classification System(USCS)의 기준을 적용하였다.

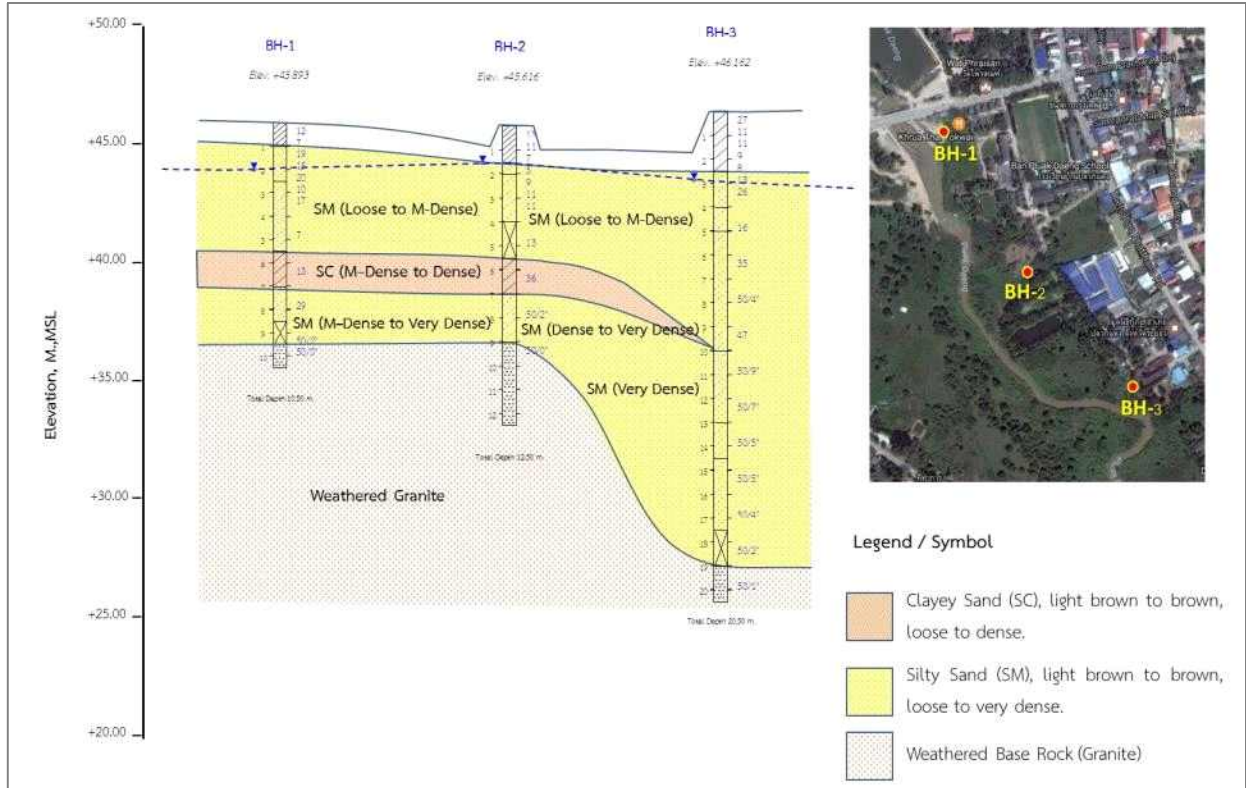
<표 2.2-18 Unified Soil Classification System(USCS)>

UNIFIED SOIL CLASSIFICATION AND SYMBOL CHART			LABORATORY CLASSIFICATION CRITERIA	
COARSE-GRAINED SOILS (more than 50% of material is larger than No. 200 sieve size.)				
GRAVELS More than 50% of coarse fraction larger than No. 4 sieve size	Clean Gravels (Less than 5% fines)			
	GW	Well-graded gravels, gravel-sand mixtures, little or no fines	GW $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ greater than 4, $C_c = \frac{D_{30}}{D_{10} \times D_{60}}$ between 1 and 3	GP Not meeting all gradation requirements for GW
	GP	Poorly-graded gravels, gravel-sand mixtures, little or no fines		
	Gravels with fines (More than 12% fines)			
	GM	Silty gravels, gravel-sand-silt mixtures	GM Atterberg limits below "A" line or P.I. less than 4 Above "A" line with P.I. between 4 and 7 are borderline cases requiring use of dual symbols	GC Atterberg limits above "A" line with P.I. greater than 7
	GC	Clayey gravels, gravel-sand-clay mixtures		
SANDS 50% or more of coarse fraction smaller than No. 4 sieve size	Clean Sands (Less than 5% fines)			
	SW	Well-graded sands, gravelly sands, little or no fines	SW $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ greater than 4, $C_c = \frac{D_{30}}{D_{10} \times D_{60}}$ between 1 and 3	SP Not meeting all gradation requirements for GW
	SP	Poorly graded sands, gravelly sands, little or no fines		
	Sands with fines (More than 12% fines)			
	SM	Silty sands, sand-silt mixtures	SM Atterberg limits below "A" line or P.I. less than 4 Limits plotting in shaded zone with P.I. between 4 and 7 are borderline cases requiring use of dual symbols.	SC Atterberg limits above "A" line with P.I. greater than 7
	SC	Clayey sands, sand-clay mixtures		
FINE-GRAINED SOILS (50% or more of material is smaller than No. 200 sieve size.)				
SILTS AND CLAYS Liquid limit less than 50%	ML	Inorganic silts and very fine sands, rock flour, silty of clayey fine sands or clayey silts with slight plasticity	Determine percentages of sand and gravel from grain-size curve. Depending on percentage of fines (fraction smaller than No. 200 sieve size), coarse-grained soils are classified as follows: Less than 5 percent GW, GP, SW, SP More than 12 percent GM, GC, SM, SC 5 to 12 percent Borderline cases requiring dual symbols	
	CL	Inorganic clays of low to medium plasticity, gravelly clays, sandy clays, silty clays, lean clays		
	OL	Organic silts and organic silty clays of low plasticity		
SILTS AND CLAYS Liquid limit 50% or greater	MH	Inorganic silts, micaceous or diatomaceous fine sandy or silty soils, elastic silts	PLASTICITY CHART 	
	CH	Inorganic clays of high plasticity, fat clays		
	OH	Organic clays of medium to high plasticity, organic silts		
HIGHLY ORGANIC SOILS	PT	Peat and other highly organic soils		

라. 조사 결과

- 하수처리시설 예정부지의 토질은 점토질 모래층, 실트질 모래층, 풍화암층 크게 3개의 다른 층으로 이루어져있다.
- 방류수역이 인접하여 지하수위가 지표면에서 대략 1.0m 아래로 높게 형성 되어있다.

<그림 2.2-11 Pluak Daeng 하수처리시설 예정부지 토질 단면도>



■ 토질조사 결과 직접기초 및 말뚝 기초의 허용하중은 다음과 같다.

<표 2.2-19 직접기초 허용하중>

Borehole	Footing Depth (m)	Allowable Bearing Capacity, Qa	
		Sand	Clay (FS = 3)
BH-1	1.00	13.5	-
	1.50	12.2	-
	2.00	10.1	-
	2.50	7.9	-
	3.00	7.6	-
BH-2	1.00	4.2	-
	1.50	4.0	-
	2.00	7.3	-
	3.00	8.4	-
BH-3	1.00	8.0	-
	1.50	6.7	-
	2.00	6.4	-
	2.50	10.6	-
	3.00	12.4	-

- Remarks: 1) FS = Factor of safety.
 2) Footing depth is referred to existing ground surface during soil investigation.
 3) The allowable bearing capacity of spread footing in sand layer is controlled by 25 mm settlement. For allowable settlement greater than 25 mm can be computed by following eq.

$$Q_{al} = \frac{s_1}{25} \times Q_{a25}$$

Q_{al} = Allowable bearing capacity of any settlement.

s_1 = Settlement, mm.

Q_{a25} = Allowable bearing capacity controlled by 25 mm settlement.

<표 2.2-20 항타 말뚝 기초(Compression Driven Pile) 허용하중>

Borehole No.	Pile Tip (m)	Pile Type	Allowable Load Capacity (T/Pile)						
			Size (m)	0.22	0.25/ 0.26	0.30	0.35	0.40	0.45
BH-1	8	Square	14	19	25	33	42	52	70
		Circular	11	14	19	26	33	41	50
	9	Square	23	31	40	53	68	86	115
		Circular	18	22	31	42	54	67	82
BH-2	7	Square	19	26	34	46	59	74	99
		Circular	15	19	27	36	46	58	71
	8	Square	22	30	40	53	68	85	115
		Circular	18	22	31	42	54	67	82
	9	Square	23	31	41	54	69	87	116
		Circular	18	23	32	42	54	68	83
BH-3	7	Square	18	24	31	42	54	68	92
		Circular	14	17	25	33	43	54	66
	8	Square	22	30	40	53	68	85	115
		Circular	18	22	31	42	54	67	82
	9	Square	24	32	41	55	70	88	117
		Circular	19	23	33	43	55	69	84

Remarks: 1) Factor of safety (FS) = 2.5
 2) Pile tip is referred to existing ground surface during soil investigation.
 3) The ultimate end bearing is limited at 1,000 t/sq.m.
 4) The allowable load capacities are based on soil capacity which may be larger than pile strength, so the designer should consider pile strength also.

<표 2.2-21 매입 말뚝 기초(Compression Bored Pile) 허용하중>

Borehole No.	Pile Tip (m)	Allowable Load Capacity (T/Pile)			
		Dia. (m)	0.35	0.40	0.50
BH-1	8	14	18	26	36
	9	23	29	43	60
BH-2	7	19	24	37	51
	8	22	28	42	60
	9	23	29	44	61
BH-3	7	17	22	34	47
	8	22	28	43	60
	9	24	30	45	62

Remarks: 1) Factor of safety (FS) = 2.5
 2) Pile tip is referred to existing ground surface during soil investigation.
 3) The ultimate end bearing is limited at 500 t/sq.m.
 4) The allowable load capacities are based on soil capacity which may be larger than pile strength, so the designer should consider pile strength also.

2.2.7 수질조사

가. 조사 목적

- Pluak Daeng 지역내 기존 합류식관내 및 주요 토구의 청천시 수질분석을 통하여 향후 신설 Pluak Daeng 하수처리시설의 처리공법 결정 및 Nong Pla Lhai Reservoir의 수질개선 위한 기초자료로 활용하는데 목적이 있다.

나. 조사 범위

- Nong Pla Lhai Reservoir로 유입되는 하천의 흐름을 파악하여 대표적인 지점 4곳을 선정하였다.

<표 2.2-22 Pluak Daeng 수질조사 내용>

구분	수질조사
조사일시	• 2017년 3월 16일 ~ 3월 17일(건기), 6월 20일 ~ 21일(우기)
조사항목	• pH, BOD, COD, SS, TN, O&G, TP
조사위치	<ul style="list-style-type: none"> • WQQ 1: Box near CK Plaza • WQQ 2: Pluak Daeng River • WQQ 3: Drainage gutter near existing WWTP • WQQ 4: Pluak Daeng River

<그림 2.2-12 Pluak Daeng 수질조사 지점>



다. 시료 채수 및 분석 방법

- 시료채취는 grab sampling을 원칙으로 하고, 2L의 샘플을 채취하고 채취된 시료는 수질오염공정시험법에 준하여 보존하였으며, 현장에서 채취된 샘플은 실험실에 도착하기 전까지 Ice BOX에서 4℃로 유지하여 분석데이터의 신뢰성을 확보하였다.

라. 조사 결과

<표 2.2-23 Pluak Daeng 수질조사 결과(건기시)>

조사지점	pH	BOD	COD	SS	TN	O&G	TP
WQQ 1	7.5	76.0	180.0	24.0	36.0	6.4	3.4
WQQ 2	7.5	3.4	<40	7.7	4.0	2.0	0.3
WQQ 3	7.4	100.0	200.0	19.0	36.0	8.2	3.3
WQQ 4	8.2	3.7	<40	199.0	1.4	1.4	0.7
기준	5.0~9.0	4.0	-	-	-	-	-

<표 2.2-24 Pluak Daeng 수질조사 결과(우기시)>

조사지점	pH	BOD	COD	SS	TN	O&G	TP
WQQ 1	7.0	120.0	180.0	22.0	29.0	15.0	3.1
WQQ 2	7.7	5.6	<40	54.0	4.3	2.0	0.4
WQQ 3	7.1	140.0	180.0	32.0	34.0	20.0	3.1
WQQ 4	8.2	3.4	<40	57.0	2.0	<1.0	0.32
기준	5.0~9.0	4.0	-	-	-	-	-

<표 2.2-25 Pluak Daeng 수질조사 결과(평균)>

조사지점	pH	BOD	COD	SS	TN	O&G	TP
WQQ 1	7.3	98	180	23	32.5	10.7	3.3
WQQ 2	7.6	4.5	<40	30.9	4.2	2	0.4
WQQ 3	7.3	120	190	25.5	35	14.1	3.2
WQQ 4	8.2	3.6	<40	128	1.7	1.4	0.5
기준	5.0~9.0	4.0	-	-	-	-	-

- 수질조사결과 전반적으로 우기시 수질조사 결과가 건기시의 수질조사 결과보다 높게 측정이 되었다. 이는 건기시에 관로 및 수로에 축적된 오염물질이 우천시 늘어난 유량에 의해 하천으로 유입되어 나타난 결과로 판단된다.

2.3 기본계획

2.3.1 계획 목표년도 설정

- 계획 목표년도는 시설의 내구년한, 건설기간 및 시설확장의 어려움 등을 고려하여 장기적인 계획을 수립하여야하며, 한국의 경우 수립예정일을 기준으로 20년 후를 계획 목표년도로 설정하며 5년 단위로 4단계의 시행 단계로 구분함을 원칙으로 하고 있다.
- 금회 계획의 목표년도는 한국의 기준을 적용하여 2035년을 최종 목표년도로 하여 2단계로 구분화하여 단계별 목표년도를 설정하였다.

<표 2.3-1 단계별 목표년도>

구분	기준년도	1단계		2단계		비고
목표년도	2016년	2020년	2025년	2030년	2035년	

2.3.2 계획 처리구역 설정

가. 처리구역 설정

- 처리구역 대상은 일반적으로 계획구역내의 전 지역을 대상으로 시가화구역 및 장래 시가화 개발계획 지역을 검토하여 처리구역으로 설정한다.
- Pluak Daeng 지역내에는 현재 장래 시가화 개발계획이 없는 것으로 조사되었다.
- 일부 외곽 지역의 경우 소규모 취락지구의 형태를 보이고 있다. 외곽지역의 소규모 취락지구를 포함한 전 지역을 차집관로로 연결할 경우 관로 연장의 증가, 최소유속 미확보로 인한 관로 퇴적, 관로 심도의 증가, 경제성 악화 등 많은 문제점이 발생할 것으로 예상된다.
- 인근 산업단지의 경우 발생폐수를 자체처리후 방류 수질기준에 적합하게 방류가 이루어지고 있으며, 유입폐수량 또한 처리시설 용량 대비 약 50% 수준으로 연계처리가 불필요한 것으로 판단된다.
- 따라서, 본 계획에서는 외곽지역의 일부 소규모 취락지구 및 인근 산업단지를 제외한 Pluak Daeng Municipality 지역과 그 외 지역인 Non-Municipality의 두 지역으로 구분하여 단계적 계획 구역을 설정하였다.

<표 2.3-2 단계적 계획 처리구역 설정>

목표년도 2025년	• Pluak Daeng Municipality
목표년도 2035년	• Pluak Daeng Municipality + Pluak Daeng Non-Municipality

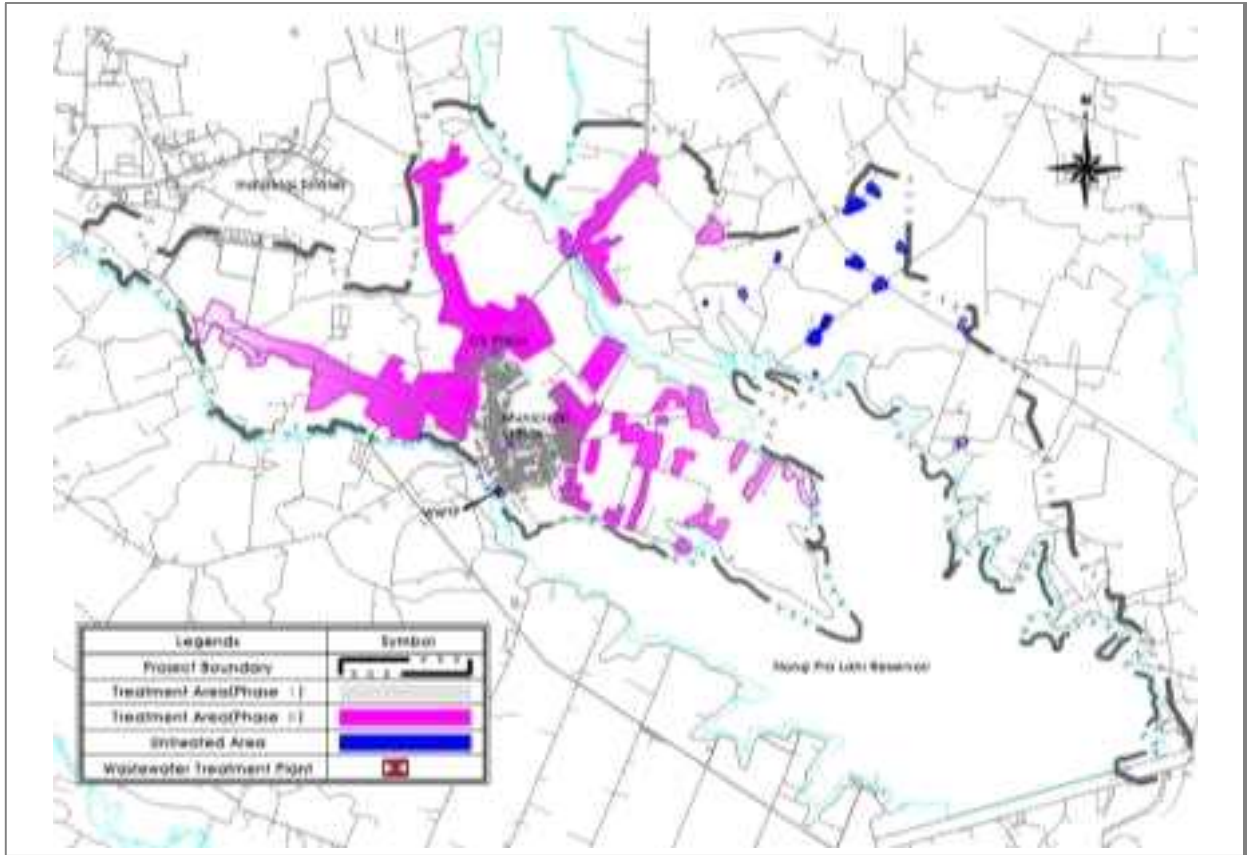
- Pluak Daeng 지역의 계획 처리구역은 미처리구역 0.23km²을 제외한 7.31km²로 폐수가 발생하는 실제 주거 및 상업 지역을 대상으로 설정하였다.

<표 2.3-3 계획 처리구역>

(단위: km²)

구역	Municipality	Non-Municipality	미처리 지역	계
면적	1.38	5.93	0.23	7.54

<그림 2.3-1 Pluak Daeng 계획 처리구역>



- 인근산업단지의 경우 발생폐수에 대한 자체처리가 이루어지고 있는 상황으로, 금회 계획에서는 제외하였지만, 향후 산업단지 확장계획 및 개발계획의 수립시 연계처리 방안 및 처리구역 확대에 대한 검토가 필요 할 것으로 판단된다.

2.3.3 계획인구

- 계획인구의 산정은 과거의 인구추이를 파악하고, 자연적 인구증가 및 도시의 발전에 따른 사회적 인구증가 추세 등의 복잡하고 다양한 가변인자를 감안하여 추정해야 하며 이와 같은 여러 가지 여건에 따라 실제로 그 양상을 달리하게 된다.
- 일반적으로 장래인구 상위계획상의 계획인구와 비교 분석 후 대상지역의 지역적 특수성과 장래 성장잠재력을 고려한 인구증감 요인 등을 종합적으로 검토하여야 하나, 관련 상위계획의 부재 및 자료 미흡으로 통계학적 추정에 의해 계획인구를 산정하였다.

가. 과거 인구 현황

- Pluak Daeng 사업대상지역에는 미등록 상주인구가 상당수 거주하고 있는 것으로 파악되며, 등록인구의 지속적인 증가와 더불어 증가 추세를 보이고 있다.
- 미등록 상주인구는 인근 산업단지 근로자인 것으로 파악되며, 주거지역이 밀집한 Municipality지역에 대다수 거주하는 것으로 파악되었다.

<표 2.3-4 Pluak Daeng 과거 인구 현황>

구역	Municipality			Non-Municipality	계
	등록인구	미등록인구	소계	등록인구	
2014년	4,270	17,000	21,270	11,371	32,641
2015년	4,872	17,500	22,372	11,473	33,845
2016년	5,140	17,800	22,940	12,200	35,140

나. 계획인구 산정

(1) 상주 인구

- Pluak Daeng 지역은 미등록 상주 인구가 상당수 거주하고 있어 인구 계획시 미등록 상주 인구를 고려하여 계획을 수립하여야 한다.
- 따라서 급회 계획에서는 향후 인구추정시 지자체의 인구 통계자료와 미등록 상주인구를 기초로 수학적 방법으로 계획인구를 추정하였다.

<표 2.3-5 수학적 인구 추정 방법>

등차급수	<ul style="list-style-type: none"> ● 인구가 매년 일정하게 증가하고 도시발전이 안정되게 변화하는 기존도시에 적용 가능하나, 신흥도시처럼 인구가 급격히 증가하는 도시에는 추계방법으로서 적당하지 못하다.
등비급수	<ul style="list-style-type: none"> ● 과거 연평균 인구 증가율을 구하여 장래 인구 증가를 추계하는 방법으로서 상당기간 비슷한 인구 증가율을 보이는 발전적인 도시에 적합하고 또한 신흥 공업도시에서는 적용 가능하나 인구 증가율이 감소하는 도시에는 적합하지 않다. ● 오늘날 대도시의 경우처럼 인구가 어느 한계점에서 증가율이 둔화되는 경우에는 적용할 수 없다.
최소자승	<ul style="list-style-type: none"> ● 도시의 인구 증가가 계속적으로 지속되며 증가율이 일정한 경우에 적용할 수 있고, 특히 단기 추계에 적합하다.
로지스틱	<ul style="list-style-type: none"> ● 로지스틱 곡선식에 의한 추정은 인구가 무한년 전에 0이고 경과년수에 따라 점차 증가하여 중간기간에는 증가율이 가장 크고 그후 증가율이 점차 감소하여 무한년 후에 인구가 포화된다는 이론에 기초를 둔 것이며, 포화인구 추정이 곤란한 경우 적용이 어렵다.
적용	<ul style="list-style-type: none"> ● Pluak Daeng 지역의 특성과 가장 유사한 등차급수와 최소자승법을 활용하여 장래인구를 추정하였다.

<표 2.3-6 Pluak Daeng 상주 인구 계획>

구분	2016년	2020년	2025년	2030년	2035년
Municipality	22,940	26,325	30,500	34,675	38,850
Non-Municipality	12,200	13,806	15,878	17,951	20,023
계	35,140	40,130	46,378	52,625	58,873

(2) 관광 인구

- Pluak Daeng 지역은 산업도시로서 관광인구에 대한 집계가 되어 있지 않은 상황이며 지역내 숙박업소 현황을 기초로 산정하였다. Pluak Daeng 사업대상지역에는 7개의 숙박업소가 있으며, 총 객실수는 447개, 숙박율은 50%정도 수준인 것으로 조사되었다.
- 지역의 특성상 관광인구는 주로 숙박객 위주로 일귀객의 수는 많지 않은 것으로 조사되어 금회 계획에서는 반영하지 않는 것으로 계획하였다.

<표 2.3-7 Pluak Daeng 관광 인구>

구분	2016년	2020년	2025년	2030년	2035년
관광인구(인) 숙박객	447	447	447	447	447

(3) 계획 인구

- Pluak Daeng 사업대상지역내 등록인구, 미등록 상주인구, 및 관광인구를 고려한 장래 계획인구는 다음과 같다.

<표 2.3-8 Pluak Daeng 계획 인구>

구분	2016년	2020년	2025년	2030년	2035년
상주인구(인)	35,140	40,130	46,378	52,625	58,873
관광인구(인)	447	447	447	447	447
계	35,587	40,577	46,825	53,072	59,320

다. 폐수처리 인구 계획

- Pluak Daeng Municipality 지역의 폐수처리인구는 산정된 계획인구를 적용하였다.
- Pluak Daeng Non-Municipality 지역은 미처리 지역의 계획인구를 제외한 인구를 폐수처리인구로 계획하였다.
- 미처리 지역의 세대수와 세대별 인구의 자료가 미비하여, 미처리인구는 Non-Municipality 지역의 전체 실제 주거지역 면적 대비 미처리 지역 주거지 면적을 활용하여 산정하였다.

■ 본 계획에서는 태국의 인구에 따른 원단위 산정 기준을 적용하였으며, 급수 원단위 결과는 다음과 같다.

<표 2.3-11 급수 원단위(일평균)>

(단위: lpcd)

구분	2016년	2020년	2025년	2030년	2035년
Municipality	200	200	250	250	250
Non-Municipality	-	-	-	170	170

(2) 폐수전환율

■ 폐수전환율은 급수사용량 중 폐수로 전환하여 발생하는 양의 수치로 일반적으로 80~95%가 폐수로 전환된다. 이는 기온, 강수량, 강수일수, 인구변화, 경제성장율, 가구수, 상수도 요금 인상을 등과 연관되어지거나 특정 인자에 의한 뚜렷한 상관성을 보이지 않으므로 한국의 문헌자료와 태국의 기준을 참고하여 80%로 결정하였다.

<표 2.3-12 오수전환율>

구분	대한민국	태국	적용
오수전환율(%)	80~95	80	80

(3) 생활폐수 원단위 산정

■ Municipality와 Non-Municipality은 지역적 특성이 상이하야, 장래 하수처리 인구에 따라 각 지역에 다른 원단위를 적용하는 것으로 계획하였다.

<표 2.3-13 생활 폐수 원단위(일평균)>

(단위: lpcd)

구분	2016년	2020년	2025년	2030년	2035년
Municipality	160	160	200	200	200
Non-Municipality	-	-	-	136	136

나. 관광폐수

■ 관광객 폐수 발생량은 기후 및 사회 경제 조건 그리고 숙박여부에 따라 차이가 난다. 태국은 관광객에 대한 원단위 기준이 없는 실정으로 한국의 관광원단위 산정기준에 따라 본 계획에서는 숙박객은 폐수량 원단위의 50%를, 일귀객은 폐수량 원단위의 15%를 적용하였다.

■ 지역의 특성상 일귀객이 많지 않은 것으로 조사되었으며, 그에 따른 영향 또한 미비할 것으로 판단된다.

- 따라서, 본 계획에서는 숙박객만을 고려하였으며, 숙박율이 높지 않을 것으로 조사되어, 숙박율을 50%로 계획하였다.

<표 2.3-14 관광 폐수 원단위(일평균)>

(단위: lpcd)

구분	2016년	2020년	2025년	2030년	2035년
Municipality	80	80	100	100	100
Non-Municipality	-	-	-	-	-

다. 지하수 유입율

- 폐수관로는 일반적으로 자연유하에 의존하게 되어 있고 지하수에서 자연수면을 형성하게 되므로 지하수위가 폐수관로 내의 수위보다 높을 경우에는 관점합부 및 맨홀에서 다량의 지하수가 유입된다.
- Pluak Daeng Subdistrict 지역에는 현재 폐수관로 유지관리 시스템이 구축되어 있지 않아 침입수/유입수(I/I) 및 누수량(Exfiltration)의 실측 데이터가 전무한 상황이다.
- 한국의 경우 「하수도 시설기준(2011.환경부)」에서는 경험적으로 일최대 하수량의 10~20%를 적용하도록 규정하고 있다.
- Pluak Daeng 지역 토질조사 결과 지하수위가 높게 형성되어 있는 것으로 조사되었고, 지하수 유입율이 높을 것으로 판단된다.
- 따라서, 한국의 하수도 시설 기준값 및 토질조사 결과를 고려하여 지하수 유입율을 15%로 계획을 하였다.

<표 2.3-15 지하수 유입율>

구분	지하수 유입범위	적용
지하수 유입율	일최대 폐수량의 10~20%	15%

라. 공장폐수

- 공장 폐수량은 용수 원단위 및 폐수화율을 업종, 생산물, 생산공정에 따라 차등 적용하여 산정하는 것이 일반적이나 지역별, 업종별로 큰 차이가 있어 정확한 측정이 매우 어려운 실정이며, 실제 사용량과 많은 많은 차이를 나타내는 경우도 흔한 실정이다.
- 따라서, 금회 계획에서 실제 운영자료를 기초로 검토를 하였다. 자료 검토 결과, Pluak Daeng 인근지역의 산업단지는 현재 자체폐수처리시설을 운영해 공장폐수를 배출허용기준 이내로 처리하여 방류하고 있으며, 시설용량 대비 유입폐수량이 평균 50%정도 수준으로 금회 계획에서는 제외하였다.

<표 2.3-16 산업단지 현황>

구분	Industrial Estate 1	Industrial Estate 2	Industrial Estate 3
1. 산업단지	Amata City	Hemaraj Eastern Seaboard	Siam Eastern
2. 공장수	268	118	34
3. 근로자수	50,000	21,000	17,855
4. 폐수처리시설 용량(m ³ /일)	33,100	15,200	9,500
5. 공업용수 사용량(m ³ /일)	45,387	7,500	4,673
6. 폐수발생량(유입폐수량)(m ³ /일)	24,675	6,000	3,739
7. 유입폐수량/처리시설 용량(%)	74.5	39.5	39.4

<표 2.3-17 산업단지 방류수질 현황>

(단위: mg/L)

구분	태국 산업폐수 방류수질기준	Industrial Estate 1	Industrial Estate 2	Industrial Estate 3
BOD	<20	11	10	2
COD	<120	52	36	20
SS	<50	18	12	3
TKN	<100	7	8	3
T-P	-	-	2.65	1.28

마. 첨두 부하율(Peak Factor)

- 한국의 경우 「하수도 시설기준(2011.환경부)」에서는 계획 일평균 하수량은 계획 일최대 하수량의 70~80%, 계획 시간최대 하수량은 계획 일최대 하수량의 1.3~1.8배로 규정하고 있다.
- 태국의 경우 「Provincial Waterworks Authority, Department of Water Resources, 2006」에서는 계획 일최대 폐수량 산정시 계획 일평균 폐수량에 1.2배를 명시하고 있다.
- 따라서, 본 계획에서는 한국 및 태국의 기준을 고려하여 첨두 부하율을 다음과 같이 결정하였다.

<표 2.3-18 첨두 부하율(Peak Factor)>

구분	일평균	일최대	시간최대	비고
한국	0.80	1.0	1.5	
태국	0.83	1.0	-	
적용	0.8	1.0	1.5	

바. 계획 폐수량 결정

- 상기의 계획 폐수량 결정 인자를 고려한 총 계획 폐수량은 목표년도 2025년 8,480m³/일, 최종 목표년도 2035년 14,401m³/일로 계획하였다.

<표 2.3-19 Pluak Daeng 계획 폐수량>

(일최대 기준)

구분		2016년	2020년	2025년	2030년	2035년
계획 인구(인)		35,587	40,577	46,825	53,072	59,320
폐수 처리인구 (인)	Municipality	22,940	26,325	30,500	34,675	38,850
	Non-Municipality	-	-	-	17,280	19,275
	관광인구(숙박객)	447	447	447	447	447
	소계	23,387	26,772	30,947	52,401	58,571
급수원단위 (lpcd)	Municipality	240	240	300	300	300
	Non-Municipality	-	-	-	204	204
오수전환율(%)		80	80	80	80	80
생활폐수 원단위 (lpcd)	Municipality	192	192	240	240	240
	Non-Municipality	-	-	-	163	163
관광폐수 원단위 (lpcd)	Municipality	96	96	120	120	120
	Non-Municipality	-	-	-	-	-
생활폐수 발생량 (m ³ /일)	Municipality	4,404	5,054	7,320	11,142	12,469
	Non-Municipality	-	-	-	2,820	3,146
관광폐수 발생량 (m ³ /일)	Municipality	43	43	54	54	54
	Non-Municipality	-	-	-	-	-
지하수 유입량(m ³ /일)		667	765	1,106	1,679	1,878
계획 폐수량(m ³ /일)		5,114	5,862	8,480	12,875	14,401

2.3.5 계획 수질

가. 오염부하량 원단위

- 계획 유입수질은 오염부하량 원단위와 계획폐수량에 따라 달라지며, 오염부하량의 결정은 시설용량 및 처리공정을 결정하는데 매우 중요한 요인이다.
- 폐수처리시설로 유입되는 오염물질은 생활폐수에 의한 것과 공장폐수, 관광폐수 및 기타 발생폐수에 의한 것으로 구분된다.
- 본 계획에서는 처리구역에서 차집되어 폐수처리시설로 유입되는 생활폐수만을 고려하여 계획 수질을 결정하였다.

(1) 생활폐수 오염부하량 원단위

- 생활폐수는 가정폐수와 상업지역에서 배출되는 영업폐수로 구분되고, 가정폐수는 가정잡배수와 분뇨로 구분된다.

(가) 가정폐수 오염부하량 원단위

- 태국내 가정폐수에 의한 오염부하량 원단위에 관한 자료가 전무한 실정으로 한국 및 외국의 문헌자료를 비교·검토하여 다음과 같이 결정하였다.

<표 2.3-20 가정폐수 오염부하량 원단위 검토>

(단위: g/인.일)

항 목		BOD	COD	SS	TN	TP
한국	전국 주요하천 유역 기초조사(1981, 환경부)	20.4	18.8	10.0	0.6	0.0
	하수발생량 원단위 산정에 관한 연구(1994, 환경부)	25.8	28.6	22.9	0.9	0.3
	서남부 환경 마스터플랜(1986, 환경부)	16.0	-	12.0	-	-
	낙동강 보존 마스터플랜(1984, 환경부)	15.0	-	11.0	-	-
외국	하수도시설 설계지침과 해설(1994, 일본 수도 협회)	39.0	23.0	23.0	3.0	0.3
	하천오탁의 모델링 해석(1970~1984년 평균, 일본)	27.0	15.0	14.0	1.5	0.5
	가정잡배수의 오염 원단위(IAWPRC아시안회의(1회))	32.0	16.0	-	1.5	0.5
	Wisconsin & Potage Yangsi's Investigation(미국)	23.3	-	16.0	-	-
적용		25.0	21.0	16.0	1.5	0.3

(나) 분뇨 오염부하량 원단위

■ 분뇨에 의한 폐수처리장 유입 오염부하량은 분뇨의 성상 뿐만 아니라 처리구역내의 하수배제방식, 정화조 설치율 및 처리효율 등에 따라 상이하게 나타난다.

① 오염부하량 원단위 결정

■ 본 계획에서는 국내외 자료를 비교 검토하여 생분뇨에 대한 오염부하량 원단위를 아래 표와 같이 적용하였다.

<표 2.3-21 분뇨에 의한 오염부하량 원단위>

(단위: g/인.일)

항 목		BOD	COD	SS	TN	TP
한국	전국 주요하천 유역 기초조사(1981, 환경부)	19.1	30.6	34.9	7.2	1.6
	하수발생량 원단위 산정에 관한 연구(1994, 환경부)	23.9	20.4	27.6	6.8	1.3
	정화조 오니 위생처리장 건설 기본계획(1955, 서울시)	19.0	-	25.0	-	-
	분뇨처리시설 구조지침 및 해설(1991, 환경부)	24.0	19.0	30.0	6.0	0.6
외국	하수도시설 설계지침과 해설(1994, 일본 수도 협회)	18.0	10.0	20.0	9.0	0.9
	유역별 하수도정비 종합계획조사지침 및 해설 (1980, 일본 하수도 협회)	18.0	10.0	22.0	9.0	0.9
	Wisconsin & Potage Yangsi's Investigation(미국)	23.6	-	30.8	-	-
	하천오탁의 모델링 해석(1970~1984년 평균, 일본)	16.0	9.0	20.0	7.2	0.7
적용		21.0	17.0	27.0	7.6	1.0

② 수세화율

■ Pluak Daeng 지역의 수세화율은 약 20% 정도로 조사되었고, 향후 지속적인 분류식 관로의 설치를 통하여 분뇨의 직투입을 상승이 예상된다.

■ 본 계획에서는 향후 분류식 하수관로 정비 사업을 통하여 최종 목표년도인 2035년 분뇨의 폐수관로 직투입율 98.7%를 목표로 계획하였다.

<표 2.3-22 수세화율 및 정화조 설치율>

구분	2016년	2020년	2025년	2030년	2035년
수세화율(%)	20.0	25.0	66.1	82.5	98.7
분류식관로보급율(%)	-	25.0	66.1	82.5	98.7
관로직투입율(%)	-	10.0	56.2	77.5	98.7
정화조설치율(%)	20.0	15.0	10.0	5.0	-

③ 정화조 처리효율

■ 분뇨에 의한 오염부하량 원단위는 분뇨의 수집 및 수거체계의 특성상 크게 낮아진다. 즉 수거식 변소에서 발생하는 분뇨는 정화조에서 침전 및 분해된 후 방류되는데 이처럼 변소의 수거식 및 수세식율, 수세식인 경우 정화조에 의한 수질항목별 오염부하량 감소율 등에 따라 실제 폐수처리시설로 유입되는 분뇨의 오염부하량은 감소하게 된다.

■ 태국의 경우 정화조 처리효율에 대한 자료나 연구가 전무한 상황이다. 한국의 경우 정화조의 BOD 제거효율을 50% 이상으로 규정하고 있으며, 본 계획에서는 한국의 여러 문헌 자료를 비교하고 안전성을 고려하여 다음과 같이 적용하였다.

<표 2.3-23 정화조 처리효율>

구분	처리효율	비고
오염총량 관리계획 수립지침	합류식 처리구역내 정화시설 처리율 -BOD: 50% -T-N: 15% -T-P: 15%	1999, 환경부
건설기준법에 의한 건설성 고시	처리방법에 따라 구분하여 제시 -BOD제거율: 55~85%이상	2000, 일본
하수도정책 방향연구	BOD 제거율 -가정용: 50% 이상 -500인이상: 60% 이상	1988, 건설부
주택용 간이 정화시설개발에 대한 연구	국내 10개 기존 주택정화조 제거율 조사 -BOD: 49% -SS: 67%	1987, KAIST
분뇨정화조 효율검토 및 개선방안에 대한 검토	-BOD: 60% -SS: 75% -COD: 60%	1982, 국립환경 연구원
적용	-BOD: 50% -COD: 50% -SS: 50% -T-N: 15% -T-P: 15%	

④ 단계별 분뇨 오염 부하량 산정

<표 2.3-24 단계별 분뇨 오염 부하량>

구분		2016년	2020년	2025년	2030년	2035년
1.분뇨오염부하량원단위 (g/인·일)	BOD	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0
	COD	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0
	SS	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0
	T-N	7.60	7.60	7.60	7.60	7.60
	T-P	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2. 수세화율	%	20.0%	25.0%	66.1%	82.5%	98.7%
1) 분류식관로 보급율	%	0.0%	25.0%	66.1%	82.5%	98.7%
2) 분뇨의 관로 직투입율	%	0.0%	10.0%	56.1%	77.5%	98.7%
3) 정화조 설치율	%	20.0%	15.0%	10.0%	5.0%	0.0%
3. 정화조 처리효율	BOD	50%	50%	50%	50%	50%
	COD	50%	50%	50%	50%	50%
	SS	50%	50%	50%	50%	50%
	T-N	15%	15%	15%	15%	15%
	T-P	15%	15%	15%	15%	15%
4.정화조에의한제거량원단위 (g/인·일)	BOD	2.10	1.58	1.05	0.53	0.00
	COD	1.70	1.28	0.85	0.43	0.00
	SS	2.70	2.03	1.35	0.68	0.00
	T-N	0.23	0.17	0.11	0.06	0.00
	T-P	0.03	0.02	0.02	0.01	0.00
5.수거식변소에의한제거량원단위 (g/인·일)	수거식율	80.0%	75.0%	33.9%	17.5%	1.3%
	BOD	16.80	15.75	7.12	3.68	0.27
	COD	13.60	12.75	5.76	2.98	0.22
	SS	21.60	20.25	9.15	4.73	0.35
	T-N	6.08	5.70	2.58	1.33	0.10
T-P	0.80	0.75	0.34	0.18	0.01	
6.처리시설유입오염부하량원단위 (g/인·일)	BOD	2.1	3.7	12.8	16.8	20.7
	COD	1.7	3.0	10.4	13.6	16.8
	SS	2.7	4.7	16.5	21.6	26.7
	T-N	1.29	1.73	4.91	6.21	7.50
	T-P	0.17	0.23	0.64	0.81	0.99

(다) 영업폐수에 의한 오염부하량 원단위

■ 영업폐수에 의한 오염부하량 원단위는 수질이 업종별, 지역별로 상당히 차이가 있으나, 한국의 경우, 일반적으로 영업폐수의 수질은 가정폐수와 동일하게 보며 오염부하량 원단위는 가정하수 오염부하량 원단위에 영업용수율을 곱하여 산정한다. 본 계획에서는 한국의 「하수도 시설기준(2011.환경부)」 상의 자료를 검토하여 영업용수율을 산정하였다.

<표 2.3-25 영업 용수율>

구분	산정방법	영업용수율(%)	채택
하수도시설기준	상업지역	60.0~80.0	
	주거지역	30.0	◎
	준공업지역	50.0	
	공업지역	20.0	

<표 2.3-26 영업폐수 오염 부하량 원단위>

(단위: g/인.일)

구분		2016년	2020년	2025년	2030년	2035년
가정폐수 오염부하량 원단위	BOD	27.1	28.7	37.8	41.8	45.7
	COD	22.7	24.0	31.4	34.6	37.8
	SS	18.7	20.7	32.5	37.6	42.7
	T-N	2.79	3.23	6.41	7.71	9.00
	T-P	0.47	0.53	0.94	1.11	1.29
영업용수율	%	30	30	30	30	30
영업폐수 오염부하량 원단위	BOD	8.1	8.6	11.4	12.5	13.7
	COD	6.8	7.2	9.4	10.4	11.3
	SS	5.6	6.2	9.8	11.3	12.8
	T-N	0.84	0.97	1.92	2.31	2.70
	T-P	0.14	0.16	0.28	0.33	0.39

(라) 생활폐수에 의한 오염부하량 원단위 결정

<표 2.3-27 생활폐수 오염 부하량 원단위>

(단위: g/인.일)

구분		2016년	2020년	2025년	2030년	2035년
가정폐수 오염부하량 원단위	BOD	27.1	28.7	37.8	41.8	45.7
	COD	22.7	24.0	31.4	34.6	37.8
	SS	18.7	20.7	32.5	37.6	42.7
	T-N	2.79	3.23	6.41	7.71	9.00
	T-P	0.47	0.53	0.94	1.11	1.29
영업폐수 오염부하량 원단위	BOD	8.1	8.6	11.4	12.5	13.7
	COD	6.8	7.2	9.4	10.4	11.3
	SS	5.6	6.2	9.8	11.3	12.8
	T-N	0.84	0.97	1.92	2.31	2.70
	T-P	0.14	0.16	0.28	0.33	0.39
생활폐수 오염부하량 원단위	BOD	35.2	37.3	49.2	54.3	59.5
	COD	29.5	31.2	40.8	45.0	49.1
	SS	24.3	26.9	42.3	48.9	55.5
	T-N	3.63	4.20	8.33	10.02	11.70
	T-P	0.61	0.69	1.22	1.44	1.68

(2) 공장폐수 오염부하량

■ 본 계획에서는 인근 산업단지에서 발생하는 공장폐수는 자체 처리후 방류가 이루어지고 있으며, 폐수처리시설과 연계처리하지 않아 공장폐수에 의한 오염부하량은 없는 것으로 계획하였다.

(3) 관광폐수 오염부하량

■ 관광폐수에 의한 오염부하량 또한 영향이 미비할 것으로 판단되며, 지역내 숙박업소에서 발생하는 폐수는 생활하수로 간주하여 계획하였다.

(4) 지하수 오염부하량

■ 유입 지하수는 오염의 정도가 미미하므로 오염부하량 산정에서 일반적으로 제외한다.

나. 계획 수질 산정

(1) 수질조사 측정 결과

<표 2.3-28 Pluak Daeng 수질조사 결과>

조사지점	pH	BOD	COD	SS	TN	O&G	TP
WQQ 1	7.3	98	180	23	32.5	10.7	3.3
WQQ 2	7.6	4.5	<40	30.9	4.2	2	0.4
WQQ 3	7.3	120	190	25.5	35	14.1	3.2
WQQ 4	8.2	3.6	<40	128	1.7	1.4	0.5
기준	5.0~9.0	4.0	-	-	-	-	-

■ WQQ2 및 WQQ4 지점의 수질조사 지점은 Pluak Daeng River로서 주거지역 및 상업지역에서 발생된 폐수가 계곡수 및 하천수와 합류하는 지점으로서 폐수가 희석되어, 향후 Pluak Daeng 폐수처리시설로 유입되는 폐수의 수질을 결정하는 자료로서 사용하기에는 적절하지 않다고 판단된다.

■ WQQ1 지점은 Pluak Daeng River로 합류되기 전 지점으로 주거지역 및 상업지역 발생된 폐수가 방류되는 지점이며, WQQ3 지점은 기존 폐수처리시설로 유입되는 지점으로 유입폐수 수질 파악을 위한 기초 자료로 사용하는 것이 적절하다고 판단된다.

■ 향후, 분류식관로 보급률의 향상을 통한 수세화율 및 분뇨 직투입율이 상승할 것으로 예상되며, 그로 인한 유입수질의 수치 또한 높아질 것으로 판단된다. 따라서, 계획 유입수질의 결정은 한국 및 외국의 문헌 자료를 활용하여 산정된 수질을 활용하는 것으로 계획하였다.

(2) 계획 유입 수질 결정

■ 단계별 폐수처리인구와 일최대 폐수량 및 각 오염 물질 배출원별 오염 부하량 원단위를 이용하여 산정한 장래 계획수질은 다음과 같다.

<표 2.3-29 계획 유입 수질>

(단위: g/인.일)

구분		2016년	2020년	2025년	2030년	2035년
계획인구(인)		35,587	40,577	46,825	53,072	59,320
폐수처리인구(인)		23,387	26,772	30,947	52,401	58,571
계획폐수량(m ³ /일)		5,114	5,862	8,480	12,875	14,401
생활폐수 오염부하량 원단위 (g/인.일)	BOD	35.2	37.3	49.2	54.3	59.5
	COD	29.5	31.2	40.8	45.0	49.1
	SS	24.3	26.9	42.3	48.9	55.5
	T-N	3.6	4.2	8.3	10.0	11.7
	T-P	0.6	0.7	1.2	1.4	1.7
생활폐수 오염부하량 (kg/일)	BOD	824	998	1,522	2,847	3,482
	COD	690	834	1,263	2,356	2,876
	SS	569	721	1,308	2,561	3,248
	T-N	85	112	258	525	685
	T-P	14	18	38	75	98
계획수질 (mg/l)	BOD	161	170	179	221	242
	COD	135	142	149	183	200
	SS	111	123	154	199	226
	T-N	16.6	19.2	30.4	40.8	47.6
	T-P	2.8	3.2	4.5	5.9	6.8

(3) 계획 방류 수질 결정

(가) 방류 수질 기준(태국)

■ 태국은 폐수처리시설에 대한 배출기준은 전무한 실정이다. 따라서 태국 WMA는 O&M 계약자에게 “Bulding Effluents standards A” 와 “Industrial Effluent Standards(COD)” 의 기준을 요구한다. 이에 따라 본 계획에서는 태국 폐수관리청(WMA)의 요구 수질을 반영하였다.

<표 2.3-30 태국 폐수관리청(WMA) 요구 수질>

Parameter	Unit	Standard Values	Method for Examination
1. pH	-	5-9	pH Meter
2. BOD	mg/l	20	Azide Modification at 20 °C , 5 days
3. Chemical Oxygen Demand (COD)	mg/l	not more than 120 mg/l depending on receiving water of type of industry under consideration of PCC but not exceed 400 mg/l	Potassium Dichromate Digestion
4. SS	mg/l	30	Glass Fibre Filter Disc
5. Nitrogen as TKN	mg/l	35	Kjeldah
6. Fat, oil and grease(FOG)	mg/l	20	Sovent Extraction by Weight

(나) 방류 수질 기준(한국)

■ 태국 폐수관리청(WMA)의 요구 수질에 반영되는 않은 부분을 결정하기 위해 한국의 방류 수질 기준을 참조하였다.

<표 2.3-31 방류수 수질기준(한국)>

구분	BOD	COD	SS	TN	TP	대장균	생태독성 (TU)
500m ³ /일 이상	I 지역	5이하	20이하	10이하	20이하	0.2이하	1,000이하
	II 지역	5이하	20이하	10이하	20이하	0.3이하	3,000이하
	III 지역	10이하	40이하	10이하	20이하	0.5이하	
	IV 지역	10이하	40이하	10이하	20이하	2이하	
50m ³ /일 이상 500m ³ /일 미만	10이하	40이하	10이하	20이하	2이하		-
50m ³ /일 미만	10이하	40이하	10이하	40이하	4이하		

<표 2.3-32 적용대상 지역(한국)>

구분	범위
I 지역	-수도법 제7조에 따른 상수원보호구역 -환경정책기본법 제 22조 제1항에 따른 특별대책지역 -영 제4조 제3호에 따른 수변구역 -새만금사업지역으로 유입되는 하천이 있는 지역
II 지역	-수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 제 22조 제2항에서 규정하는 중권역 중 COD 또는 T-P가 당해 권역의 목표기준을 초과하였거나 증가하고 있는 지역으로 환경부장관이 정하여 고시하는 지역
III 지역	-수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 제 22조 제2항에서 규정하는 중권역 중 I·II 지역을 제외한 4대강 본류에 유입되는 지역으로 환경부장관이 정하여 고시하는 지역
IV 지역	-I·II·III 지역을 제외한 지역

(다) 계획 방류 수질 결정

- 태국내 하천 및 호소와 연안 해역은 미처리된 질소 및 인의 유입으로 인한 부영양화로 녹조 및 적조 현상이 커다란 문제로 대두되고 있으며, BOD등 유기물 처리 위주에서 향후 질소 및 인 처리를 위한 방류수 수질기준 강화가 예상된다.
- 방류 수역인 Nong Pla Lhai Reservoir는 Rayong 주의 식수원으로서, 인 및 대장균균수의 항목을 추가하여 태국 폐수관리청(WMA)의 요구 수질 및 한국의 방류수 수질 기준을 고려하였다.
- 또한, 기술적으로 처리 가능한 범위내에서 계획 방류수 수질 기준을 설정하여야 하며, 이러한 사항들을 고려하여 다음과 같이 결정하였다.

<표 2.3-33 계획 방류 수질 결정>

(단위 : mg/l, MPN/100ml)

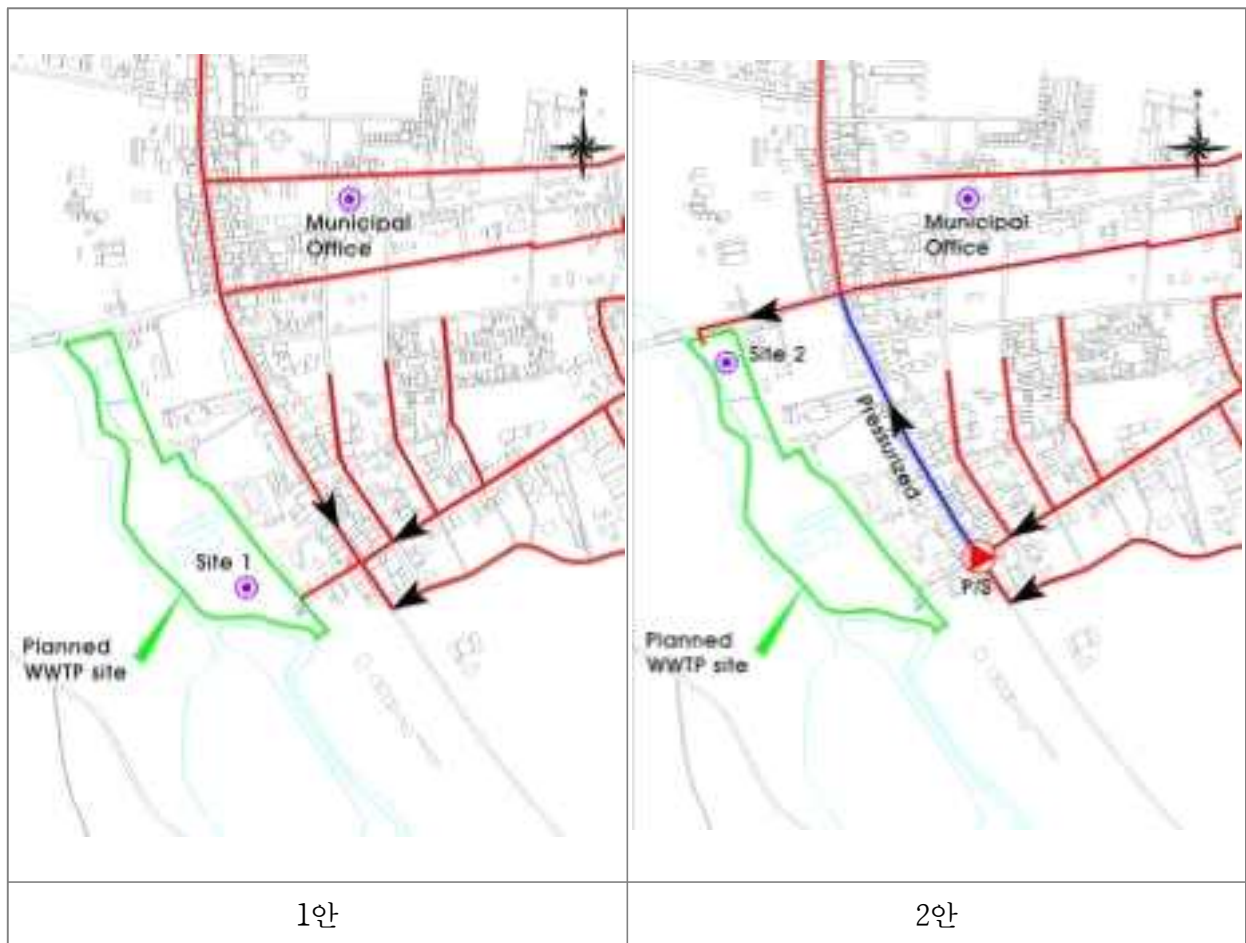
구분	BOD	COD	SS	TN	TP	대장균
계획 유입 수질	242	200	226	47.6	6.8	-
계획 방류 수질	10	20	10	20	2	3000이하

2.4 토목 및 공정 분야 시설 계획

2.4.1 폐수처리시설 위치 선정

- Pluak Daeng 지역에는 현재 폐수처리시설 부지가 계획되어있으며, 지형적 여건 및 계획 폐수관로, 방류수역의 위치, 주변시설 현황 등을 고려하여 폐수처리시설 예정 부지내에 설치하는 것으로 계획하였다.
- 폐수처리시설 설치를 위해 예정부지내 2곳을 비교 검토하였다.
- 1안은 진입 및 접근이 용이한 반면 하류측에서 발생하는 폐수의 차집을 위해 펌프시설의 설치가 불가피하며, 또한 부지의 폭이 좁아 하수처리시설의 배치시 어려움이 예상된다.
- 2안의 경우 기존 폐수처리시설 인근에 위치하여 진입에는 큰 어려움이 없으며, 자연유하가 가능하여 펌프시설의 설치를 피할수 있다. 또한 1안보다 부지의 폭이 넓어 폐수처리시설의 배치가 용이할 것으로 판단된다.
- 따라서, Pluak Daeng 폐수처리시설의 부지로 1안을 채택하는 것으로 계획을 수립하였다.

<그림 2.4-1 Pluak Daeng 폐수처리시설 위치 비교>



2.4.2 폐수처리시설 용량 계획

- 폐수처리시설의 시설계획은 효율성, 경제성 뿐만 아니라 안전성, 신뢰성, 장래 확장 가능성 등에 고려하여 결정하여야 한다.
- 본 계획에서는 Municipality 지역과 Non-Municipality 지역을 구분하여 단계적 폐수처리시설 용량 계획을 수립하였다.
- Pluak Daeng 지역은 인구추정 결과 인구가 지속적으로 증가할 것으로 예상된다. 따라서, 목표년도 2025년 계획 폐수량이 8,480m³/일로 시설용량 8,500m³/일을 계획하였으며, 최종목표년도 2035년 계획 폐수량이 14,401m³/일로 6,000m³/일이 증설된 총 시설용량 14,500m³/일을 계획하였다.

<그림 2.4-2 단계별 시설 계획>



2.4.3 폐수처리 방식 검토

- 폐수처리공법의 선정은 폐수처리시설 계획의 가장 중요한 사항 중 하나로서, 처리시설의 각 단위공정은 서로 밀접한 관계를 유지하여 가동되어야 한다. 또한 폐수처리시설은 도시 기본시설로서 일단 건설되면 개조 등이 곤란하고 그 파생효과가 장기간에 걸쳐 발휘되므로 처리효율이 양호하고 방류수질이 안정적이어야 하며 구조물의 안전도가 높아야 한다.
- 처리공법은 방류수 수질기준을 준수할 수 있어야 함과 동시에 유지관리가 용이하며 경제적으로 유리한 처리방식이 선정되어야 하며 다음과 같은 사항을 고려하여야 한다.
 - 유입수질의 시간대별, 일별, 계절별 변동에 대처할 수 있어야 한다.
 - 공사비, 유지관리비 등의 경제성이 고려되어야 한다.
 - 운전 및 유지관리가 용이하여야 한다.
 - 방류수의 수질기준을 만족하여야 한다.

가. 1차 처리시설 계획

(1) 개요

■ 1차 처리시설은 전처리시설에서 협잡물 및 침사물이 제거된 폐수를 2차 처리시설(생물학적 처리공정 등)로 이송하기 전에, 폐수 중에 제거 가능한 고형물, 현탁 물질 및 일부 유기물질을 고액 분리하여 제거하는 시설이며, 2차 처리시설 등의 후속공정 유입부하를 경감시켜 처리효율 향상과 이에 따른 후속처리공정의 시설용량 축소를 목적으로 하고 있다.

(2) 설계기준

- 형상 : 원형, 정사각형, 직사각형 구조
- 장폭비 : 장방형의 경우 폭 길이 비는 1:3 이상, 폭과 깊이 비는 1:1 ~ 2.25:1, 원형의 경우 폭과 깊이비는 6:1~12:1
- 침전지 수 : 최소 2지 이상
- 표면부하율 : 35~70m³/m² day(분류식), 25~50m³/m² day(합류식)
- 유효수심 : 2.5 ~ 4.0m
- 침전시간 : 2~4시간
- 여유고 : 0.4 ~ 0.6m
- 월류 웨어 부하율 : 250m³/m day
- 슬러지 배출설비 : 최소관경 150mm 이상
- 침전지 바닥 기울기 : 직사각형은 1/100~2/100, 원형 및 정사각형은 5/100~10/100

(3) 1차 처리방식 선정

■ 1차 처리시설은 유입폐수의 성상에 따라 일반적으로 중력침전방식과 화학응집을 통한 침전 및 가압부상방식으로 대별되며, 제거대상 고형물의 성상, 초기투자비 및 유지관리비 등을 종합적으로 검토하여 결정하여야 한다.

■ Pluak Daeng 폐수처리시설의 1차 처리방식은 적용실적이 많고 유지관리가 용이한 중력식으로 계획하였다.

<표 2.4-1 1차 처리방식 선정>

구분	중력식 침전	가압 부상식
제거 원리	고형물 입자를 중력 침강을 통해 고액 분리(경사판채용으로 효율증대 가능)	응집을 통해 형성된 고형물 입자에 미세기포를 부착시켜 부상시킴으로서 스크럼형태로 분리제거
장점	-적용 실적이 많음 - 유지관리 용이함 - 경사판 채용 등 변경이 용이함	- 소요부지가 작으며 공장폐수에 적합 - 침전법보다 제거효율이 높음 - 침강성이 불량한 미세입자 제거가능
단점	- 소요부지가 넓음 - 미세입자 제거의 어려움 - 저농도 하수찌꺼기(슬러지) 발생	- 공기가압 등 부대시설 추가 필요 - 전력비, 약품비 등 유지관리비 증가
선정	◎	
선정 사유	적용실적이 많고 유지관리비가 저렴한 중력식 침전 선택	

나. 2차 처리시설 계획

(1) 고도처리 공법 도입의 타당성

■ 고도처리란 통상의 유기물 제거를 주목적으로 하는 2차 처리에서 얻어지는 처리수질 이상의 수질을 얻기 위하여 행해지는 처리를 말하며, 방류수역의 수질환경 기준을 달성하고 부영양화를 방지하여 방류수역의 수질환경을 안전하게 유지하고 용수 이용도를 높이기 위해 도입될 필요가 있다.

<표 2.4-2 고도처리 공법 도입의 타당성>

기술적 타당성	폐수처리에 일반적으로 적용되어온 2차 처리는 유기물 제거효율은 우수하지만, 질소·인 등 영양물질 제거에는 한계가 있음. 2차처리만으로는 방류수 수질기준을 만족시킬 수가 없어 고도처리시설을 도입해야 함.
사회·환경적 타당성	처리구역에서 발생하는 폐수를 처리하여 식수원인 Nong Pla Lhai Reservoir의 적조현상 및 부영양화를 방지하는 주민친화적인 환경사업으로 주민들의 요구에 부응하기 위해서는 고도처리공법을 도입하여야 함.

(2) 고도처리 공법 도입 기준

■ 고도처리공정은 제거대상 물질, 처리성능, 목표수질, 운전관리의 용이성, 하수슬러지 발생량, 경제성 등을 고려하여 결정해야 하며, 하나의 단위조작 또는 두 개 이상의 단위 조작의 조합으로 구성된다. 따라서 고도처리공정을 선정할 때는 목표수질을 설정한 후 여러 가지 관점에서 처리기술을 평가해야 한다.

<표 2.4-3 고도처리 공법 도입 기준>

처리 성능 안정성	처리성능(제거성능)이 우수하고 동시에 그 성능이 안정적이며, 유입수량과 수질의 변동에 유연하게 대응할 수 있는 것 등이 평가의 제1순위가 된다. 특히 처리수질에 품질관리측면이 요구되는 경우는 최우선적인 포인트가 된다.
운전 관리 용이성	2차 처리의 주류가 되는 생물학적 처리법에서는 주체가 미생물이므로 외적요인(유입수질, 수량 및 수온)의 영향을 받기 쉬우므로 운전관리에 어려움이 있다. 따라서 고도처리기술로서는 외적요인의 영향을 적게 받는 것이 바람직하다.
하수슬러지 발생량	현행의 2차 처리에서도 많은 하수슬러지가 발생하여 그 처리 및 처분에 고심하고 있는 곳이 많다. 따라서 고도처리에서는 가능한 한 하수슬러지 발생량이 적은 기술이 요구된다.
경제성	건설비, 유지관리비가 저렴한 점도 무시할 수 없다. 유지관리비가 적은 점은 자원절약, 에너지절약에 도움이 된다.
환경 영향	고도처리기술은 본질적으로 환경보전기술이며, 환경에 악영향을 끼치는 기술은 당연히 바람직하지 않으며, 계획시에 대상기술의 환경영향검토를 실시할 필요가 있다. 또한 처리계통 전체의 에너지 수지도 검토해 둘 필요가 있다.

(3) 질소·인제거 공법 검토

- 폐수처리장으로 유입되는 오염물질 중 부영양화의 원인물질을 제거해야 하며, 특히 영양염류의 제한요소 인자로 알려진 질소와 인의 제거방법에 대해 살펴보고 본 계획에 반영하여야 한다.

<표 2.4-4 질소·인제거 방법>

제거 대상 물질	제거 방법	제거 공법	
질소(T-N)	물리화학적방법	-	암모니아탈기법 파괴점염소주입법 이온교환법, 역삼투법
	생물학적방법	탈질 수소공여체에 의한구분	순환식질산화탈질법 질산화내생탈질법 외부탄소원탈질법
인(T-P)	물리화학적방법	-	화학적 응집침전법
	생물학적방법	Mainstream 공정	협기호기조합법
	Sidestream 공정	Phostrip	
질소·인 동시제거	생물학적방법	Mainstream 공정	A2O, UCT, VIP, Bardenpho
		Sidestream 공정	P/L
		기타	SBR, 산화구법

① 물리 화학적 질소제거 공정

- 암모니아 탈기법(Air Stripping) : 하수의 pH를 10.8~11.5로 상승시켜 탈기탑에서 공기와 접촉시켜 기체상태로 암모니아를 제거하는 방법으로 온도가 낮으면 효율이 저하하고 대기오염문제가 있다.
- 파괴점 염소주입법(Break Point Chlorination) : 염소에 의해 수중의 암모니아를 제거하는 방법으로 THMs 생성, 고비용 등의 문제가 있다.
- 이온교환법 : 암모늄이온에 친화력이 크고 합성수지에 비하여 가격이 저렴한 Zeolite가 사용되며 제거된 암모늄이온은 암모니아로 변환 제거하는 방법으로 사용 후 Zeolite는 석회로 재생이 필요하고 이온교환수지의 수명이 불확실하다.
- 역삼투법 : 하수내 용존염에 의한 삼투압보다 큰 압력으로 반투과성 막막을 통하여 여과하여 용존염을 분리하는 방법으로 운전비가 고가인 단점이 있다.

② 생물학적 질소제거 원리

- 생물학적 질소 제거공정은 질산화와 탈질화 반응을 거쳐 제거된다.

<표 2.4-5 생물학적 질소 제거 원리>

질산화	<ul style="list-style-type: none"> •하·폐수 중 질소는 유기성질소, 암모니아성 질소(NH₄⁺-N), 아질산성질소(NO₂⁻-N), 질산성 질소(NO₃⁻-N)로 존재 •유기성질소를 가수분해하여 NH₄⁺-N로 전환하고 <ul style="list-style-type: none"> - NH₄⁺-N + $\frac{3}{2}$ O₂ → NO₂⁻ by Nitrosomonas - NO₂⁻-N + $\frac{1}{2}$ O₂ → NO₃⁻ by Nitrobactor - 총괄 : NH₄⁺ + 2O₂ → NO₃⁻ + 2H⁺ + H₂O •NH₄⁺-N가 NO₃⁻-N으로 산화하는데 4.57g O₂/gN 산소 필요 •질산화 반응에서 7.14g(as CaCO₃)/NH₄⁺-N-g 알카리도 요구
탈질화	<ul style="list-style-type: none"> •NO₃⁻나 NO₂⁻가 무산소 상태하에서 유기물과 무기물로부터 전자를 공여받아 환원반응에 의해 질소가스로 제거 •2NO₃⁻ + 5H₂ → N₂↑ + 2OH⁻ + 2H₂O •탈질화반응에서 3.57g alkalinity/g 알카리도가 회복되어 pH가 상승하고 충분한 탄소에너지(유기물)가 필요
동시질산화 / 탈질화	<ul style="list-style-type: none"> •간헐포기에 의해 부유성장방식으로 단일 반응조내에서 수행 •호기성, 무산소상태를 동시에 유지하면서 플럭 외부는 산소에 의한 질산화와 플럭내부는 무산소 조건에 의한 탈질화 진행
영향인자	<ul style="list-style-type: none"> •하·폐수 내 C, N, P 비율이 처리효율에 영향을 미치며 탈질능력은 BOD/N 비와 상관관계가 있으며 질산화 공정은 질산화미생물 비율이 높은 것이 유리하며 반면 유입기질은 낮아야 함 •탈질공정에서는 높은 C/N비가 요구되며 탄소성 기질의 종류에 따라 탈질효율이 차이

③ 화학적 인제거 공법($M^{3+} + PO_4^{3-} \rightarrow MPO_4 \downarrow$)

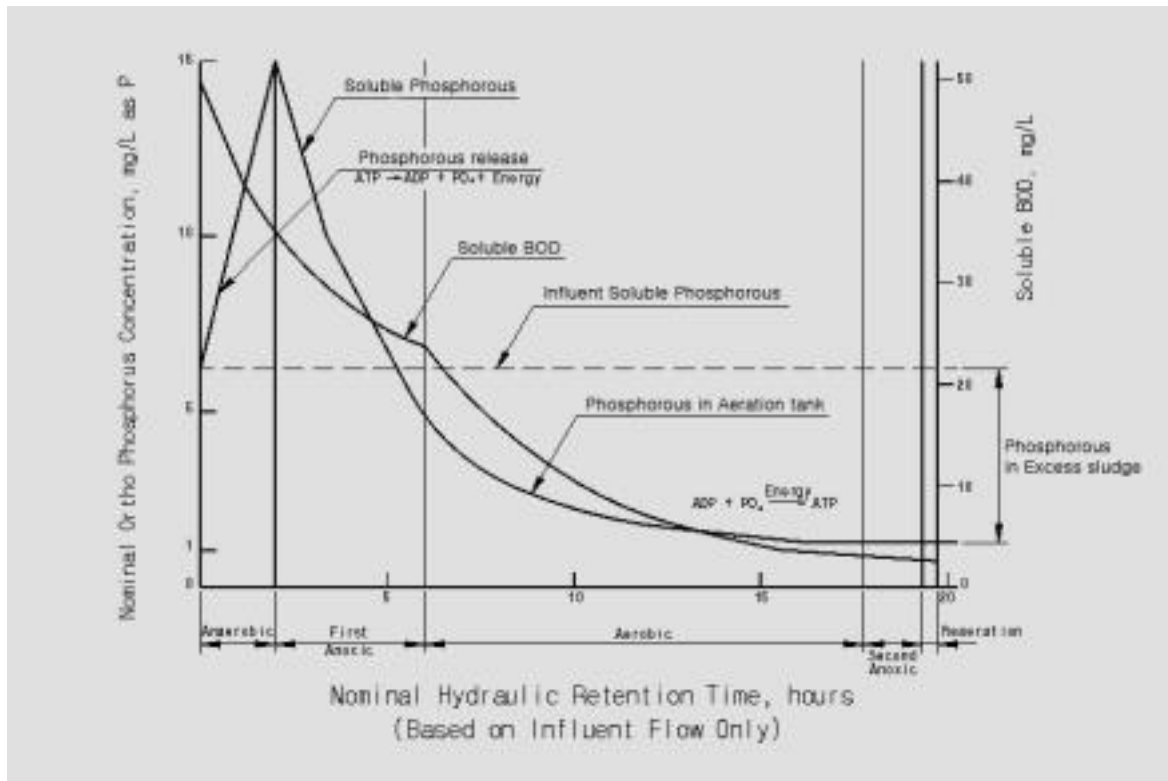
- 금속염 첨가법 : 응집제를 첨가하여 불용성물질을 침전·분리하는 방법
- Lime 첨가법 : Lime을 주입하여 인을 제거

④ 생물학적 인제거 공정

- 생물학적 인의 제거는 혐기성 또는 무산소성 조건하에서 용출된 인을 호기성 조건에서 미생물의 인 과량섭취(Luxury uptake)를 유도하여 제거시키는 원리를 이용하는 공정으로 다음과 같다.

<그림 2.4-3 생물학적 인 제거 원리>

- 미생물 세포내 인 함량은 건조중량으로 1.5~2%는 세포합성에 필요
- 혐기성 상태에서 세포의 폴리인산이 가수 분해되어 정인산으로 방출
- 호기성 상태에서 방출된 정인산을 섭취하고 폴리인산으로 재합성(과잉 섭취)



⑤ 질소 및 인 제거 공법 검토 결과

- 질소 및 인 제거를 위한 공법의 원리 및 종류를 검토하였으며 처리효율 뿐만 아니라 경제성, 방류수 수질기준 등 종합적 여건을 고려하여 결정하여야 한다.
- 우선 생물학적 질소 제거 공정은 질산화보다는 탈질과정의 에너지원인 유기물의 종류 및 투입방식이 중요한 결정인자이므로 다음과 같이 비교하였다.

<표 2.4-6 탈질 소요 유기 탄소원 공급 방안>

구 분	외부탄소원으로 메탄을 주입	내생탈질 및 하수 내 유기물 이용
개 요	<ul style="list-style-type: none"> 탈질과정에서 소요되는 탄소원으로 메탄올을 주입시키는 방안 	<ul style="list-style-type: none"> 동시 질산화 및 탈질을 유도하고 내부반송에 의한 유입하수의 유기물을 이용하는 방안
장 · 단 점	<ul style="list-style-type: none"> 탈질효과가 뛰어나지만 약품소요에 따른 관리비 증가와 유지관리가 복잡 	<ul style="list-style-type: none"> 반응조의 용적 증가 및 탈질효과가 다소 불안정하나 약품소요 없음

- 방류수 수질기준상 T-N의 경우 15mg/L로 생물학적 질소제거가 가능한 BOD/T-N비를 보이고 있으므로 외부 탄소원 주입방식은 비상시 한시적 운영시설임을 고려할 때 경제성 및 효율성이 저하되므로 유입하수 내 유기물을 이용하는 방안으로 선정하는 것이 바람직할 것으로 검토되었다.
- 생물학적 인 과잉섭취를 유도한 생물학적 처리공정은 유기물 농도가 중요한 요소로 휘발성지방산(VFA)량에 의해 제거율이 상이하며, 제거효율에 한계가 있는 반면 물리화학적 인제거 방법은 유출농도에 따라 Alum등 응집제의 주입량을 조절하여 안정적으로 수질확보가 가능한 것으로 나타났다.

<표 2.4-7 인 제거 공법 비교>

구분	생물학적 인제거 공정	물리화학적 인제거
개요	<ul style="list-style-type: none"> 하수를 혐기·호기과정을 반복시켜 인의 과잉섭취를 유도함으로써 세포내 인함량을 높여 슬러지를 배출하여 제거하는 방안 	<ul style="list-style-type: none"> 금속염 응집제를 투입하여 화학적으로 불용성 인산염을 형성시킨 후 물리적인 침전을 거쳐 제거하는 방안
장 · 단점	<ul style="list-style-type: none"> 운전비용이 저렴 슬러지 발생량이 소량 시스템 구성이 단순 유입수질에 따라 처리효율 변동 	<ul style="list-style-type: none"> 처리효율이 높음 유입수질 정상에 대처 용이 슬러지 처리에 제약이 없음 슬러지양 및 약품, 동력비 증가 유기물제거 병행으로 유기탄소 부족

- 생물학적 인제거 공정은 반응조 용적 및 송풍량 증가가 필요하며 세포내 인함량 증진을 통한 방법으로 제거율의 한계가 있으며 부영양화와 적조현상의 주요 제한인자가 인(P)임을 고려할 때 생물학적 처리 전/후에 인은 물리화학적 제거방법을 병용하는 방안을 강구할 수 있다.

(4) 고도처리 공법 종류

■ 공공하수처리시설에 유입되는 오염물질 중 부영양화의 원인물질인 영양염류의 제한요소인자로 알려진 질소와 인을 동시에 제거할 수 있는 생물학적 고도처리공법은 다음과 같다. 아래의 고도처리 공법표는 계열별 공법을 예시한 것이며 여러 고도처리 공법 중 처리능력의 안정성, 시공의 용이성, 유지관리의 용이성, 경제성 등을 고려하여 고도처리공법을 선정해야 한다.

<표 2.4-8 고도처리 공법 비교>

구분	A2/O계열	SBR계열	담체계열	막계열	특수미생물 계열 (자연정화법)
개요					
공법 특징	· 혐기, 무산소, 호기조의 수와 배치를 특성에 맞게 구성	· 혐기, 무산소, 호기조 및 2차침전지를 한 반응조에서 Cycle에 따라 운전	· 혐기, 무산소, 호기조의 수와 배치를 특성에 맞게 구성하고 Media충진	· 반응조 내에 혹은 반응조 후단에 MLSS와 유충수를 분리	· 혐기, 무산소, 호기조의 수와 배치를 특성에 맞게 구성하고 토양미생물 배양
유관 용이성	· 용이함	· 용이함 (대용량은 운영이 어려움)	· 운전이 복잡함 (담체관리)	· 운전이 복잡함 (막 관리)	· 운전이 복잡함 (생물반응조 외 미생물 배양조 필요)
체 시간	· 4.5 ~ 14.3hr	· 15 ~ 30hr	· 4 ~ 12hr	· 5 ~ 8hr	· 4 ~ 15hr
장 점	· 운전사수가 많아 운전기술이 화립됨	· 부하변동에 강함 · 중소규모 처리장에 적용사례 많음 · 운전조건 변경이 용이함	· 고농도 하수 및 저온 하수에 강한대용량 소규모부지가 적음	· 부하변동에 강함 · 고품질의 안정된 처리수질 · 소규모부지 적음	· 부하변동에 강함 · 탈위로라
단 점	· 부하변동에 대한 용력이 약함	· 대용량에 적용이 어려움 · 하수찌꺼기(슬러지) 별경 대책이 관련 자동화된 PLC설비가 필요	· 담체 교체로 인한 유지관리비 상승 · 담체의 유출방지 및 미생물의 부착에 주의할 요함	· 공사비가 많이 소요됨 · 적용력이 적음 · 막 교체로 인한 유지관리비 상승	· 운전이 복잡함 · 대용량 적용실적이 적음
소부지	· 많음	· 다소적음	· 보통	· 적음	· 다소 많음
공사비	· 보통	· 낮음	· 다소 높음	· 높음	· 다소 높음
체 시간	· 보통	· 낮음	· 다소 높음	· 높음	· 높음
선정				◎	

(5) 2차 처리공법의 선정

- 처리공법들을 비교한 결과 처리성능의 운전성, 운전관리의 용이성, 시공성, 경제성, 적용실적 및 기술이전 자립성 등의 종합적인 면에서 우수한 간헐포기접촉산화 공법으로 선정하였으며, 추후 실시설계시 Pluak Daeng 지역의 적합한 수처리 공법의 재검토가 필요해 보인다.

① 처리성능의 안전성

- 생물반응조 내 유동상 미생물접촉제를 이용한 고농도 MLSS 유지로 저농도, 저수온 하수유입 시에도 방류수 수질기준이하로 안정적인 수질의 유지가 가능하다.
- 수질변동에 따른 포기/비포기의 탄력적인 운전대응으로 인하여 처리수질의 변화가 거의 없는 것으로 판단된다.

② 운전관리의 용이성

- 유입부하량 변동시 계열화 운전이 가능하고 간헐포기운전모드를 제어하여 호기 및 혐기 반응시간의 조절이 용이하다.

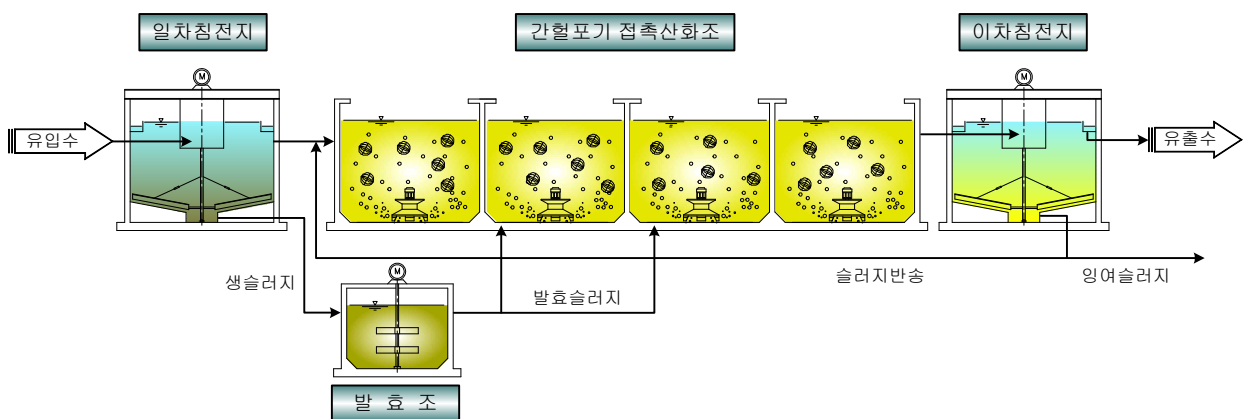
③ 경제성

- 내부반송이 필요없고 간헐포기방식으로 시설비 및 유지관리비가 절감된다.

(6) 간헐포기접촉산화공법의 개요

- 간헐포기접촉산화공법은 포기와 비포기교반을 반복하는 간헐포기공정을 적용하는 고도처리공법으로, 생물반응조의 미생물은 부유증식과 생물막형태의 부착증식을 병행하는 복합증식방법이다.

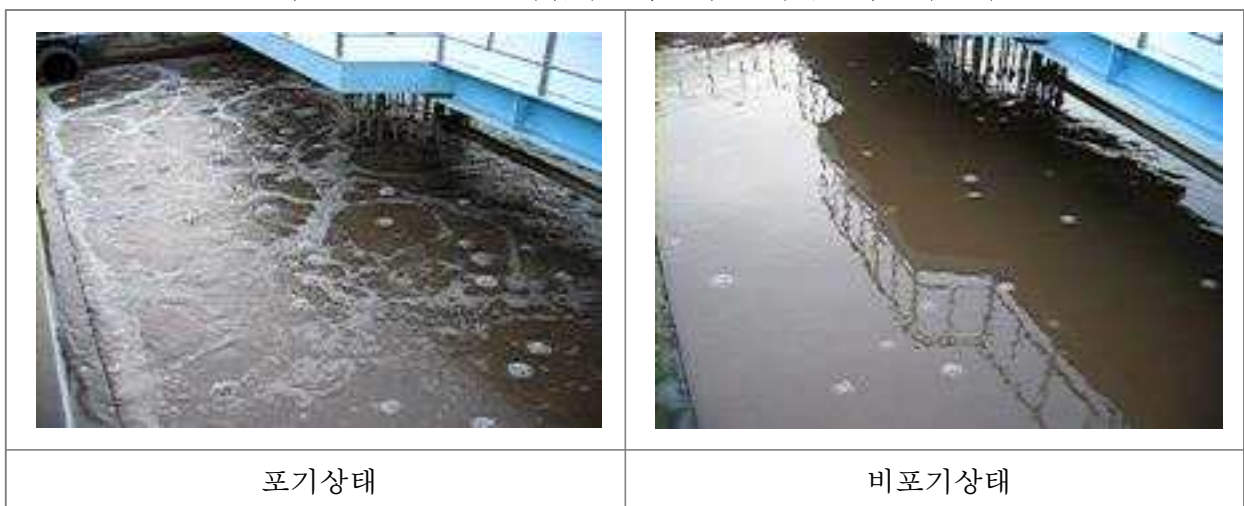
<그림 2.4-4 간헐포기접촉산화 공법 수처리 계통도>



① 간헐포기공정

- 질소·인을 제거하기 위한 필수조건으로 폐수는 혐기/호기 조건하에서 일정시간 체류되어야 하며 체류시간은 처리효율에 많은 영향을 미친다. 혐기/호기 반응조의 용량이 고정되어 있지 않아 부하변동에 대응능력이 가능하고 간헐포기장치에 의하여 포기 및 비포기 교반을 교차하여 반복시키므로 반응조의 용량을 변경한 것과 같은 효과가 발휘되어 유입조건의 변화에 대응능력이 우수한 공법이다.
- 간헐포기조는 1계열 4조로 분리되어 각조는 시간분할방식에 따라 포기와 비포기가 교대로 반복되는 간헐포기방법으로 운전된다. 포기와 비포기 시간의 주기는 일반적으로 각각 1시간씩이며, 유입하수의 부하변동과 생물반응조 내 미생물의 활성도, DO의 변화 특성에 따라 간헐포기주기는 변동된다.
- 일차침전지를 거친 폐수는 포기 또는 비포기 상태의 1번 간헐포기조로 유입되며, 간헐포기조가 비포기상태일 경우 반송슬러지중의 질산성질소는 유입폐수중의 유기물을 이용하여 탈질 및 인방출이 일어나고, 간헐포기조가 포기상태일 경우 유기물의 분해와 질산화 반응이 이루어진다.
- 2,3번 간헐포기접촉산화조는 비포기상태에 전단의 간헐포기조에서 유입되는 유기물을 이용하여 탈질반응 및 인방출이 일어나며, 포기상태에서는 질산화반응이 일어난다. 후속되는 간헐포기조에서는 산소가 공급되는 호기상태로 잔류 유기물 및 암모니아성질소가 산화되고, 미생물은 방출된 인을 과잉 섭취한다.
- 인을 과잉섭취한 미생물은 이차침전지에서 침전분리되어 일부는 간헐포기조의 미생물량을 유지하기 위해 반송되고, 초과된 미생물은 잉여슬러지로서 처분된다.
- 간헐접촉산화공법은 시간분할방식의 질소·인 제거 공정으로 운전방법을 변경하여 다양한 처리공정을 구성할 수 있으며 다음과 같은 특징이 있다.

<그림 2.4-5 간헐포기접촉산화조의 포기 및 비포기상태>



<표 2.4-9 간헐포기공정의 특징>

구분	주요 특징
에너지 및 비용 절감효과	<ul style="list-style-type: none"> • 포기시의 높은 DO 농도구배에 의한 산소전달율 향상을 통해 폭기 소요에너지 절감 • 비포기시 질산성질소(NO3-N)를 전자수용체로 유기물을 분해하므로 일반 활성슬러지법에 비해 유기물 분해에 소요되는 포기시간 및 에너지 절감 • 비포기시의 유입수의 탄소원을 이용할 경우 외부탄소원 주입량 최소화
기존공정의 간헐포기시스템으로의 전환 용이	<ul style="list-style-type: none"> • 시간분할에 의한 공정이므로 타이머 및 PLC에 의한 포기/비포기 제어로 전환용이 • 내부반송이 필요 없으므로 별도의 배관 및 펌프 설치 불필요
공정의 안정성	<ul style="list-style-type: none"> • 포기/비포기 시간 조절만으로 유입하수성상 변화에 대처 용이 • 내부반송 등이 필요 없으므로 운전이 상대적으로 용이 • 표준활성슬러지법에 비해 pH의 저하에 따른 공정의 악화가능성 적음 • 침전지내에서의 슬러지 부상 및 Bulking 억제효과
처리효율의 안정성	<ul style="list-style-type: none"> • 포기조에서 SND(Simultaneous Nitrification Denitrification)를 통해 전체시스템의 T-N 제거효율 상승가능

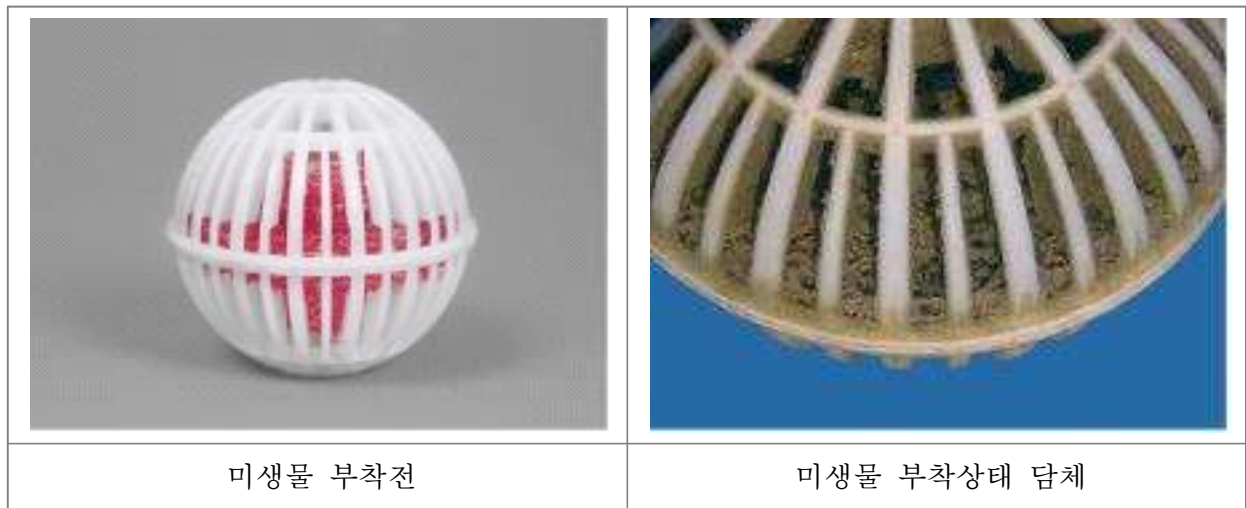
② 복합증식의 특징

- 미생물접촉재의 충전을 통하여 부유 및 부착증식을 병행하는 복합증식 공정으로 고농도의 미생물과 다양한 미생물종을 유지할 수 있어 부하변동에 대한 대응성이 우수하고 높은 처리효율을 유지할 수 있다. 또한, 적용된 유동상접촉재의 부착미생물은 폴리프로필렌 케이스의 내부에서 부착증식되며 간헐포기접촉산화조의 기포 및 수류전단력 또는 미디어간의 충돌 및 마찰에 의하여 보호되어 주기적으로 미생물 탈리 및 부착이 반복되므로 고정상 접촉재에서 발생하는 일시적인 미생물 탈리로 인한 처리수질 저하가 발생하지 않는다.
- 유동상접촉재를 이용한 복합증식공법의 장점은 다음과 같다.
 - 부하변동에 대한 대처능력과 유해물질에 견디는 내성이 강함
 - 성장률이 낮은 질산화미생물을 간헐포기조의 담체에 부착시켜 고농도의 질산균을 확보할 수 있어 동절기에도 질산화율이 높음
 - Sludge Bulking과 Sludge Rising이 없어 처리효율이 안정된 방법임
 - 세정되기 쉬운 저농도 하수의 처리효율도 높음
 - 동절기에도 동결의 염려가 작고 처리효율이 계절의 영향을 적게 받고 안정적임

- BioGreen Media의 특징

- 표면적이 크고 견고한 케이스 내부에 생체친화성 및 비표면적이 큰 LOCK이 내장된 유동상이므로 활성이 큰 생물막을 다량 부착증식 가능하고 유동 전단력에 의하여 노후화된 생물막이 탈리되므로 여상이 폐쇄되지 않고 활성이 큰 미생물이 유지됨
- 반응조 내의 유동이 원활하고, 내구성이 우수함
- 처리효율이 우수하고 부하변동에 대처능력이 탁월
- 생물반응조에 포기조에 투입만으로 설치가 완료되므로 설치기간이 짧음

<그림 2.4-6 미생물 접촉재(BioGreen Media)>



<표 2.4-10 미생물 접촉재의 물리적 특성>

구분	적용	우수성
재질	<ul style="list-style-type: none"> •Case : PP •Lock : PVDC 	<ul style="list-style-type: none"> •PP 사출성형으로 견고성 증대 → 부착미생물 보호, 내구성이 높음 •비표면적 및 생체친화성이 큰 PVDC 재질 → 미생물 부착율 높음
형상	<ul style="list-style-type: none"> •구형, 200mm 	<ul style="list-style-type: none"> • 200mm → 담체 유실방지 시설 간소화
겉보기 비중	<ul style="list-style-type: none"> •1.0±0.01 	<ul style="list-style-type: none"> •비중이 물과 유사하여 유동성 양호 → 별도 교반동력 불필요
설치형태	<ul style="list-style-type: none"> •반응조 내 자유유동 	<ul style="list-style-type: none"> •유동력에 의한 노후미생물 자연 탈리 → 여상 폐쇄가 없고 활성이 큰 미생물 유지 •반응조 내 고른 유동 분포 → 별도 이송설비 불필요
설치방법	<ul style="list-style-type: none"> •반응조내 직투입 	<ul style="list-style-type: none"> •반응조 투입만으로 설치 완료 → 설치가 용이하고 공사기간 단축

(7) 총인처리 검토

① 화학적 인제거 방안 검토

- 본 계획에서는 간헐포기접촉산화 공법의 생물학적 고도처리만으로 계획 방류수질의 준수가 가능할 것으로 판단된다. 하지만, 향후 BOD 및 T-P에 대한 방류수질 기준이 강화될 것으로 예상되며, 그에 대한 처리방안의 검토가 필요할 것으로 판단된다.
- 일반적으로 생물학적 고도처리만으로는 강화될 방류수질 기준의 준수가 어려우며, 생물학적 처리와 더불어 약품응집에 의한 화학적 처리가 필요하다.
- 폐수처리시설에서의 화학적 인제거 방안은 약품투입지점에 따라 전침전, 공침전, 후침전으로 구분된다. 응집제의 투입위치에 따른 처리시설 운영의 장단점을 비교 검토한 결과 T-P제거 효율이 가장 우수하고 BOD 방류수 수질기준인 5.0mg/L이하를 상시 준수할 수 있도록 생물학적 처리 후단에 응집제를 투입하고 응집슬러지를 여과공정에서 제거하는 후침전방식을 계획하였다.

<표 2.4-11 인처리를 위한 응집제 투입위치 선정>

구분	전침전	공침전	후침전
제거원리	<ul style="list-style-type: none"> • 일차침전지에서 인을 침전 제거하기 위하여 원수에 응집제 투입 • 일차침전지 전단에 응집제를 투입하고 일차침전지에서 생하수찌꺼기와 함께 응집하수찌꺼기를 제거함. 	<ul style="list-style-type: none"> • 생물반응조 전/중/후단에 화학응집제를 투입 • 생물반응조 전/중/후단에 응집제를 투입하고 일차침전지에서 잉여 하수찌꺼기와 함께 응집하수찌꺼기를 제거함. 	<ul style="list-style-type: none"> • 이차침전지의 유출수에 화학응집제를 투입 • 생물학적 처리를 거친 처리수에 응집제를 투입하고 후단 여과 등으로 응집하수찌꺼기를 분리 제거함.
장점	<ul style="list-style-type: none"> • 일차침전지에서의 고형물 및 유기물질의 제거효율을 높여 생물반응조 유입부하 경감됨. • 과잉투입시에도 금속염의 유출가능성이 낮음. 	<ul style="list-style-type: none"> • 생물반응조에 투입된 응집제로 인하여 일차침전지 처리 효율이 증대됨. • 전침전보다 응집제 소요량 및 슬러지 발생량이 적음. 	<ul style="list-style-type: none"> • T-P제거 효율이 가장 우수하며, 약품소요량의 절감이 가능함. • T-P제거 외에 부가적으로 유기물 및 부유물질의 제거가 가능함.
단점	<ul style="list-style-type: none"> • 유입 T-P가 높아 응집제 투입량이 증대됨 • 유입 부유물질과 응집하수찌꺼기가 함께 제거되어 하수찌꺼기 발생량이 많음. • 응집된 생하수찌꺼기는 하수찌꺼기 탈수가 어려움. • 응집을 위해 폴리머 등의 보조제가 필요함. 	<ul style="list-style-type: none"> • 투입약품에 따라 알칼리도 보충등 응집보조제의 소요가 필요할 수 있음 • 과잉투입 시 생물반응조 내 미생물 활성저하가 발생될 우려가 있음. • 투입지점에 따라 약품응집효율이 다소 떨어질 수 있음. 	<ul style="list-style-type: none"> • 3차처리시설의 설치 운영으로 시설비 및 유지관리비가 고가임. • 과잉투입시 방류수에 금속염의 유출가능성이 있음.
선정			◎
선정사유	<ul style="list-style-type: none"> • 전침전은 T-P제거량에 비하여 응집제 투입량이 커 경제적으로 불리하며, • 공침전은 약품소모량이 적으며, 최소의 비용으로 T-P 방류수 수질기준의 준수는 가능하나, 지속적인 약품투입시 생물반응조 미생물 활성저하의 우려가 있음. • 따라서 BOD 방류수 수질기준인 5.0mg/L의 준수 및 안정적인 인처리를 위하여 인제거 약품의 투입지점을 생물반응조 후단으로 선정하고 후단 3차 처리시설의 설치를 계획함. 		

② 인제거 약품 선정

- 화학적 인제거를 위한 화학응집제는 Alum과 철염이 주로 사용되나, 철염의 경우 처리수에 색도가 유발되어 주로 Alum류의 응집제가 사용되어 진다. 인제거를 위한 응집제는 제거 인농도, 부유물질 농도, 경제성등을 고려하여 선정하며, 영향을 미치는 인자는 다음과 같다.

<표 2.4-12 인제거를 위한 화학응집제의 선택에 영향을 미치는 인자>

1. 유입수 인농도	5. 화학응집제 공급에 대한 안정성
2. 폐수의 부유성 물질	6. 슬러지 처리 시설
3. 알칼리도	7. 궁극적인 처리방법
4. 수송비를 포함한 화학응집제의 가격	8. 다른 처리시설과의 조화성

- 화학적 인제거를 위한 응집제의 비교 검토 결과 투입량이 적으며, 응집 범위가 넓어 응집보조제 등의 투입이 필요 없는 PAC로 선정하였다.

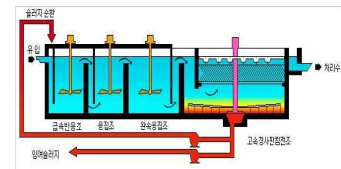
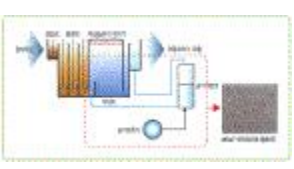

<표 2.4-13 인제거 약품 선정>

제품종류	Alum	PAC	Al-Fe	Al-Fe-Si
화합물 종류	황산알루미늄 (Aluminium Sulfate)	폴리염화알루미늄 (Poly Aluminium Chloride)	폴리염화알루미늄철 (Poly Aluminium Iron Chloride)	폴리규산알루미늄철 (Poly Aluminium Iron Silicate)
성상	Al ₂ O ₃ 8%	Al ₂ O ₃ 10%	Al ₂ O ₃ 5.5~9.5% Fe ₂ O ₃ 1~4.5%	Fe + Al = 7%
염기도	0%	45~50%	45~50%	-
약품 투입량	액상 20~60µl/l	Alum투입량의70~80%	-	-
제품의 특성	일반 특성	음이온이 SO ₃ ²⁻ -인 단분자 응집제	음이온이 Cl-이며 침전성이 우수	유기물 제거효과 우수
	응집 효과	저온/고탁도 응집성이나쁨	저온/고탁도시 우수	침강성 개선
	응집후 pH변화	가장 많이 낮아짐	조금 낮아짐	강하 낮음
	잔류Al 농도	높음	낮음	극소화
선정		◎		
선정 사유	<ul style="list-style-type: none"> •일반적으로 황산알루미늄(Alum)을 사용할 때는 응집보조제가 필요하고, 폴리염화알루미늄(PAC)을 사용할 때 필요로 하지 않는 경우가 많음. •본 계획에서는 인제거를 위한 응집제로 폴리염화알루미늄(PAC)을 사용토록 검토·선정하였으며 이 외에 별도의 응집보조제를 사용하지 않는 것으로 계획하였다. 			

③ 응집슬러지 처리방식의 선정

- 화학적 인 제거를 위한 후침전방식의 적용시에는 응집제와 결합된 슬러지의 분리 제거가 필요하며, 분리제거 방식으로는 침전, 부상, 여과 등의 방식이 검토되고 있다.
- 침전 제거방식은 응집된 슬러지를 중력식으로 침전제거하는 방식으로 인제거용 응집제와 별도로 응집플록의 침전성 강화를 위하여 폴리머 및 가중응집제 등의 첨가가 필요하다.
- 부상 제거방식은 응집된 슬러지에 미세한 기포(공기방울)를 부착하여 상부 슬러지 수집기를 통하여 제거하는 방식으로 공기방울의 부착방식에 따라 다수의 공정이 적용되고 있다.
- 슬러지에 대한 여과처리방식은 여과시설 고유의 고형물 분리기능을 이용하는 방식으로 여과막 및 여재에 의하여 걸러진 슬러지는 역세척 공정을 통하여 여과시설에서 분리 제거되며, 역세척수에 포함된 응집슬러지는 처리시설 전단계로 이송되어 다시 유입수와 혼합되어 생물반응조 전단의 일차침전지에서 생슬러지와 함께 침전 제거된다.
- 본 계획에서는 3종류의 응집슬러지 처리방식을 비교 검토한 결과, 별도 처리시설의 추가 없이 총인 처리 강화 및 BOD 및 SS제거에도 탁월한 여과처리방식을 선정하였다.

<표 2.4-14 응집슬러지 처리방식의 선정>

구분	응집침전방식	가압부상방식	여과처리방식
개요	 <ul style="list-style-type: none"> •응집제를 주입하여 혼화, 플록형성 및 침전공정을 거쳐 처리수중에 포함된 T-P을 제거하는 공정 	 <ul style="list-style-type: none"> •응집제를 주입한 후 혼화 및 부상공정을 거쳐 처리수중에 포함된 T-P을 제거하는 공정 	 <ul style="list-style-type: none"> •응집제를 주입하여 혼화, 플록형성 및 여과공정을 거쳐 처리수중에 포함된 T-P을 제거하는 공정
장점	<ul style="list-style-type: none"> •Compact한 구조로 설치하므로 부지면적이 적게 소요 •기존 침전지보다 침전효율이 좋은 경사판침전지를 이용하여 고액분리 •제거된 총인을 하수찌꺼기계통으로 유입시켜 탈수처리 	<ul style="list-style-type: none"> •인 제거 효율이 가장 우수한 약품응집후 가압부상방법을 채택 •용존성 인을 응집제와 반응시켜 부상시켜 제거하므로 응집제 주입량이 적게 소요 •폐수처리장, 축산처리장 등에 적용 실적이 다소 있음 	<ul style="list-style-type: none"> •용존성 인을 응집제와 반응시켜 제거하므로 응집제 주입량이 적게 소요 •침전성 악화 등의 영향을 받지 않아 안정적 처리효율 유지 가능 •하수처리장 등의 3차 처리시설의 적용 실적이 많음

<표 2.4-14 계속>

구분	응집침전방식	가압부상방식	여과처리방식
단점	<ul style="list-style-type: none"> •공사비 및 유지관리비 측면 가장 비경제적 •Floc형성을 위해 많은 양의 응집제 주입이 필요 •동절기 침전성 악화 시 SS 유출로 처리수질이 악화 될 수 있음 •후단시설 검토 필요 	<ul style="list-style-type: none"> •간헐적으로 미세 Floc 유출시 SS가 증가 될 수 있는 가능성 내포 •후단시설 검토 필요 	<ul style="list-style-type: none"> •일정주기로 여재 교환이 필요 •여재의 세척을 위한 역세척 공정이 필요 •여과기의 막힘 현상이 우려되며 전처리시설 검토 필요
선정			◎
선정 사유	<ul style="list-style-type: none"> •응집침전은 인제거용 약품 외에 폴리머 및 가중응집제등 하수찌꺼기의 침전성을 강화하기 위한 보조약품의 투입이 필요하며, 적정 침전시간의 확보를 위한 소요부지면적이 커 시설비 및 유지관리비가 큰 단점이 있음. •응집부상은 응집하수찌꺼기 부상 제거를 위하여 처리수 가압설비 및 압축공기의 공급설비, 부상하수찌꺼기 수집설비 등이 필요하여 시설비가 고가이며, 최종 처리수에 미세플록 등의 유출 가능성이 있어 후단 여과시설 등의 설치가 고려되어야 함. •따라서 본 계획에서는 화학적 인제거용 응집슬러지 제거방식을 여과시설을 통하여 역세척수로 응집슬러지를 제거하는 방안을 선정함. 		

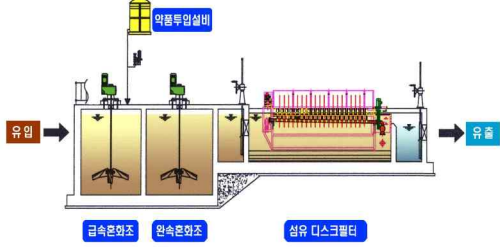

다. 여과시설 계획

- 여과시설은 모래, 모래와 안트라사이트, 섬유사, 폴리에틸렌 등 다양한 여재로 이루어진 여층에 하수처리수를 통과 시켜 여재에 부착 또는 여층 내에 걸림 등의 처리기작에 의해 부유물을 제거하는 방법으로 하수유입방법, 여재 종류 등에 따라 다양한 공정의 구성이 가능하다.

(1) 여과시설 공정 검토

- 여과시설은 여과원리 및 여과방식이 다양하고, 목표 제거대상물질 및 목표수질에 따라 적용가능한 방식이 달라질 수 있으며, 금회시설의 경우 부유물질 제거기능과 더불어 총인 처리효율 강화가 목적으로 여과시설 전단에 약품응집설비를 설치하여 응집슬러지를 여과시설에서 제거하는 것으로 계획하고 있다.
- 여과시설은 여과방식, 여재의 종류에 따라 다양한 방식이 있으나 금회 계획에서 적용 가능한 처리공법으로는 ①약품투입설비를 갖춘 기계식 여과 공법을 주 대상공법으로 하며, ②국내 공공하수처리시설에 기 적용된 실적이 있으며, ③BOD를 5.0mg/L이하, T-P 0.3mg/L이하로 수질보증이 가능한 공법으로 고형물 제거기능이 우수한 섬유디스크형 여과기와 섬유다발형 여과기를 대상으로 비교 검토하여 설치소요 부지면적이 적고, 유지관리가 용이한 섬유 디스크형 여과기를 계획하였다.

<표 2.4-15 여과시설 선정>


구분	섬유디스크형 여과기	섬유다발형여과기
개요도		
구조 및 원리	<ul style="list-style-type: none"> 원수는 급속교반, 완속응집조를 거쳐 입자를 크게 만들며 섬유디스크 여과시설로 걸러서 총인 및 부유 물질을 제거 여과기 외부에서 섬유여과포의 밖에서 안으로 중력여과 운전중단 없이 여과지 외부의 역세척 펌프와 역세흡입관에 의해 각각의 디스크별로 순차적으로 역세 수행 역세와 처리공정이 동시에 수행되는 연속 여과방식 	<ul style="list-style-type: none"> 원수는 급속교반, 완속응집조를 거쳐 입자를 크게 만들며 섬유다발 여재로 걸러서 총인 및 부유 물질을 제거 하부가 고정된 비직조 섬유여재 다발을 통하여 중력여과 설정된 수위 도달시 여재 이완하고 역세공기를 분사, 섬유유동으로 역세 수행 역세기 운전이 중단되는 여과방식
장 점	<ul style="list-style-type: none"> 진공흡입식 역세적으로 약품 응집 후 역세척 효율이 우수하며, 디스크가 침지되어 여과면적 이용효율이 높음 Depth Filter 방식이어서 SS에 의한 케이크 효과로 처리 효율 증대 하부 슬러지 인발기능이 있어 높은 부하에서도 대응 가능 역세펌프의 소요 동력이 작으며, 역세시만 동력 사용하여 운전비용이 저렴 	<ul style="list-style-type: none"> 섬유여재의 여과면적이 넓어 처리안정성이 우수함 별도의 여과 펌프가 필요 없으며, 설비가 간단하고 설치 및 유지관리 편리 역세기 기계식 여과공극 넓힘과 비직조 섬유여재 사용으로 여과공극 폐쇄현상이 적음
단 점	<ul style="list-style-type: none"> 주기적인 디스크의 교체가 필요함 침지식의 경우 여과 디스크가 수중에 있어 통상적인 여재 점검이 불가능 여과디스크에 대한 주기적인약품세척이 필요함 	<ul style="list-style-type: none"> 주기적인 섬유 여재교체가 필요함. 낮은 여재통과 선속도로 단위여과기 소요수량이 다소 많음 역세수량(5~6%)이 많음 충격부하 적용시 여재가 오염이 되면 역세척만으로는 복구 능력이 떨어짐 여재가 수중에 설치되어 통상적인 여재 점검이 불가능
선 정	◎	
선 정 사유	<ul style="list-style-type: none"> 섬유다발형 여과기는 단위여과기 설치수량이 많아 설치가 어렵고 유지관리성이 떨어지며, 역세척 수량이 많은 단점이 있음. 섬유디스크형 여과기는 공사비 및 유지관리비가 저렴하고 점검 및 관리가 용이할 뿐만 아니라 처리시설에 적용되어 효율성이 검증된 점을 고려하여 본 Pluak Daeng ,폐수처리시설에 적용함. 	

라. 소독설비 계획

(1) 소독방식 선정

- 일반적으로 폐수 중에 존재하는 세균은 일반세균, 대장균, 양구균 등이며 이들 세균은 2차 처리 과정에서 대부분 섭취 흡착되나 때로는 상당수가 2차 처리수 중에 포함되어 있으며 처리가 정상대로 되지 않을 경우에 이러한 경향이 크므로 소독의 목적은 위생적 측면에서 이러한 유해병원균류를 멸균하는데 있다.
- 폐수처리시설 2차 처리수에 대한 소독형식으로는 염소소독, 오존산화, 자외선(UV)조사 살균방식 등이 있으며 특히 액화염소가 많이 이용되고 있지만 누출될 때는 위험성이 크고 염소가스의 독성에 따른 취급에는 유자격자가 필요하기 때문에 최근에는 차아염소산나트륨에 의한 방법이 검토되고 있는 추세이다.
- Pluak Daeng 폐수처리시설의 소독설비는 인체에 무해하고 소독부산물을 생성하지 않는 UV 방식으로 선정하였다.

<표 2.4-16 소독 방식>

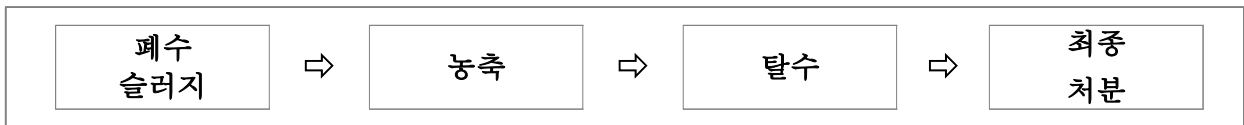
구 분	자외선(UV)	오존(O ₃)	염소(Cl ₂)
형상			
구조	<ul style="list-style-type: none"> •개수로에 자외선 램프를 담수하여 발생하는 자외선에 의해 미생물과 접촉 DNA를 파괴 소독하는 장치 	<ul style="list-style-type: none"> •대기중에 공기를 압축, 냉각, 건조하여 발생기에 공급시켜 오존화된 공기를 접촉조에 주입하여 미생물을 산화시킴 	<ul style="list-style-type: none"> •염소용기에 저장된 액화염소를 기화시켜 염소 주입기로 접촉조에 주입시켜 미생물을 사멸하는 장치
장점	<ul style="list-style-type: none"> •바이러스에 살균 효과가 큼 •유량과 수질의 변동에 대하여 적응력이 강함 •접촉시간이 짧음(6~10초) •처리 후 화학적 부작용이 적어 안전함 •인체의 위해성이 없고 설치가 용이함 •부대시설이 적음 	<ul style="list-style-type: none"> •저장설비가 없어 염소처럼 파괴로 인한 사고가 없음 •생물학적 난분해성 유기물을 전환시킬 수 있음 •모든 박테리아와 바이러스 살균 •처리 후에 잔류효과가 없어 하수 연계처리시 유리 	<ul style="list-style-type: none"> •소독력이 강함 •박테리아에 대하여 효과적임 •염소구입이 용이하고 가격이 저렴함
단점	<ul style="list-style-type: none"> •물이 혼탁하거나 탁도가 높을 경우 소독능력에 영향을 받음 •생물학적 난분해성 유기물을 전환시킬 수 없음 	<ul style="list-style-type: none"> •저장할 수 없어 반드시 현장에서 생산하여야 함 •초기투자비 및 부속설비가 고가 •유지비가 많이 듦 	<ul style="list-style-type: none"> •바이러스에 대하여는 효과적이지 않음 •불순물로 인한 발암물질(THM)을 유발 •부속설비가 많고 유독성이라 유지관리가 어려움
적용	◎		

마. 슬러지 처리 처분방식 계획

(1) 개요

- 폐수슬러지 처리방식 선정시 발생하는 슬러지 안정화 및 안전화 시켜서 최종처분을 위한 취급과 운반을 용이하게 하고 부피를 줄여서 처분비용을 절감하여 2차 공해 발생을 예방하수 있는 공정을 선정하여야 한다.
- 폐수슬러지 처리방식은 농축, 탈수, 소각 및 최종처분으로 이어지는 단위공정이 합리적인 조합에 의해 결정되어지는데, 적정 처리방식의 선택을 위해서는 경제적이며, 처리효율이 양호한 공정을 선택하여야 한다.

<그림 2.4-7 슬러지 처리 공정>

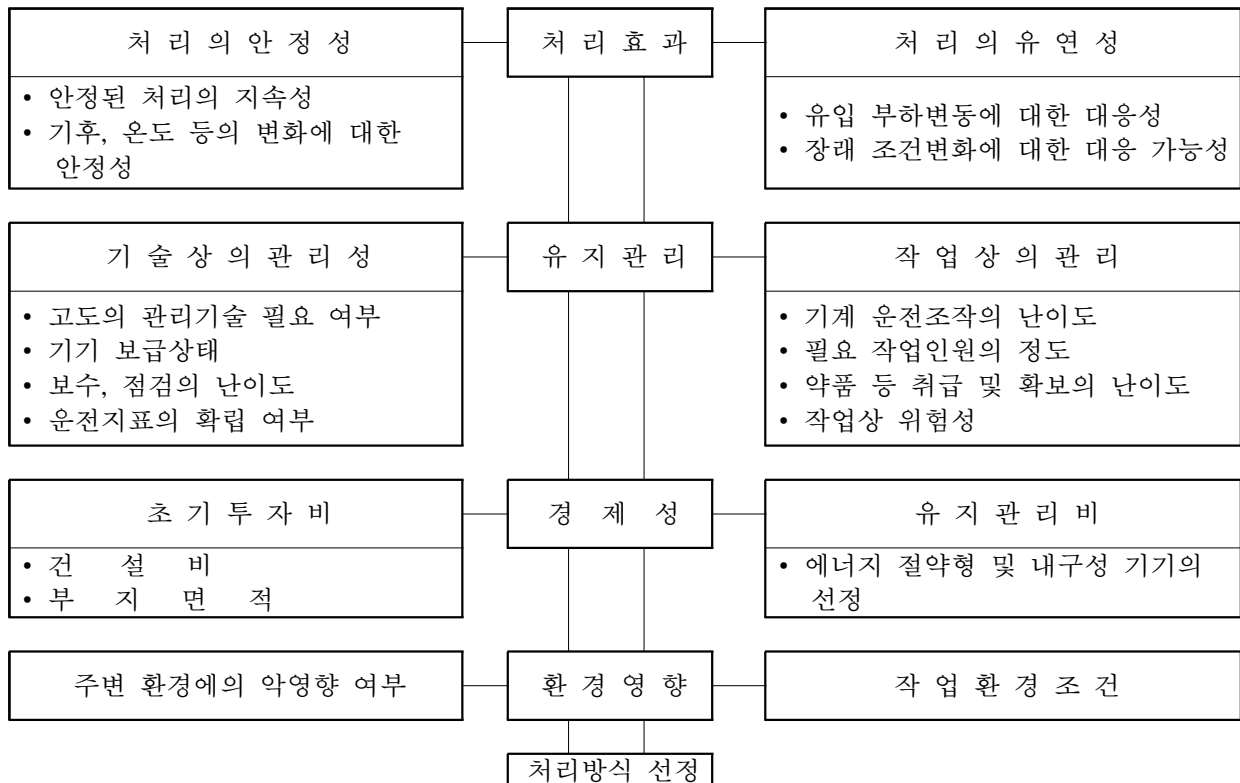


<표 2.4-17 슬러지 처리 방식>

구분	농축	탈수	처분
처리기술	중력농축 가압부상농축 원심농축 중력식벨트농축	기계탈수 건조상	자원화 소각 육상매립 해양배출

(2) 처리 방식 선정 기준

<표 2.4-18 슬러지 처리 방식 선정 흐름도>



(3) 슬러지 농축 방식 비교 검토

- 슬러지 농축 목적은 처리할 슬러지의 부피를 감소시켜서 후속되는 슬러지 처리시설인 안정화, 개량, 탈수의 처리효율을 증가시키고, 용량을 감소시켜 슬러지 처분을 용이하게 하는데 목적이 있다.
- 본 계획에서는 운영관리 여건과 경제성 등을 고려하였을 때 운전조작 및 유지관리가 용이하고 약품 및 기계의 사용이 적은 중력식 농축방법을 선정하였다.

<표 2.4-19 슬러지 농축 방식>

구분	중력농축	가압부상농축	원심농축	중력식벨트농축
개요	<ul style="list-style-type: none"> •슬러지 비중에 의한 중력침전으로 압밀침전 원리를 이용 압밀슬러지를 슬러지제거기(Scrap er)로 회수하는 방식 	<ul style="list-style-type: none"> •고압상태의 용존공기가 저압상태에서 미세기포와 접촉하면서 슬러지를 포집부상시켜 고액분리후 분리 농축된 슬러지는 저류농축조에서 탈기하는 방식 	<ul style="list-style-type: none"> •기계적인 회전에 의한 원심력을 이용하여 슬러지를 분리, 분리관을 통해 원심력으로 회수하는 방식 	<ul style="list-style-type: none"> •Belt Filter Press와 유사한 모양을 가지고 있으며 중력을 이용하여 유입농도의 10배까지 고형물의 배출농도를 증가시킬 수 있는 매우 간단하고 효율적인 기계 농축법
대상 슬러지	<ul style="list-style-type: none"> •1차 슬러지 +잉여슬러지 •1차 슬러지 •석회슬러지 	<ul style="list-style-type: none"> •활성슬러지 또는 살수여상슬러지와 같이 비교적 가벼운 슬러지 •잉여슬러지 	<ul style="list-style-type: none"> •잉여슬러지 	<ul style="list-style-type: none"> •잉여슬러지
장점	<ul style="list-style-type: none"> •운전조작 및 유지관리가 용이 •시설비 최소 •약품사용이 없음 •동력비 소요 적음 •상징수의 수질이 양호함 	<ul style="list-style-type: none"> •부지면적이 작다 •고형물 회수율이 비교적 높음 •약품주입 없이도 운전가능 	<ul style="list-style-type: none"> •취기가 적거나 거의 없음 •부지면적이 작음 	<ul style="list-style-type: none"> •지속적인 처리가능함 •투자비 및 유지관리비가 저렴 •운전과 유지보수가 비교적 용이 •부지면적이 작음
단점	<ul style="list-style-type: none"> •인발 슬러지를 정확하게 제어하지 않으면 부패된 슬러지나 저농도 슬러지를 인발할 위험이 있음 •악취 발생과 부상현상에 의해 수질이 악화 될 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> •기기가 많이 필요하며 소음 및 진동이 발생 •감시조작 인자가 많아 운전조작이 복잡 •동력비가 많이 소요 	<ul style="list-style-type: none"> •고속회전에 의한 소음 및 진동이 발생 •조작상 공급펌프의 정지나 슬러지 인발 시간의 조정이 어려우며 숙련도를 요함 •시설비와 유지관리비가 고가 	<ul style="list-style-type: none"> •약품주입에 따라 효율이 변화 •냄새의 문제 •밀폐되었을 경우 건물에 대한 부식의 문제가 있음 •부속설비에 대한 유지관리 필요
선정	◎			

(4) 슬러지 탈수 검토

- 탈수는 처분대상 슬러지 용량을 감소시켜 취급을 용이하게 하고, 처분의 비용과 작업량 축소의 효과를 얻기 위하여 수행하는 공정이며, 이에 대한 비교는 다음과 같다.

<표 2.4-20 슬러지 탈수 방식>

구분	기계 탈수	건조상
원리	<ul style="list-style-type: none"> 기계를 이용하여 원심력 가압, 흡착 등으로 고형물을 강제분리 	<ul style="list-style-type: none"> 여재표면에 슬러지를 뿌린 후 슬러지중 수분은 여과되어 하부의 배수시설로 배제되고 표면의 고형물은 햇빛에 건조
특성	<ul style="list-style-type: none"> 기상변화에 대한 영향이 없음 요구 부지면적이 작음 동력비 및 약품비용이 소요되나 인력비는 경감 슬러지 처리기간이 빠르고 탈수효율이 양호 	<ul style="list-style-type: none"> 기후에 영향을 받으며 특히 우천시 및 동절기에 가동이 불가능 요구 부지면적이 큼 인력이 많이 소요되며 자연에 의해 처리되므로 처리기간이 길며, 탈수효율이 떨어진다.
선정	◎	

(5) 슬러지 최종 처분 방법 검토

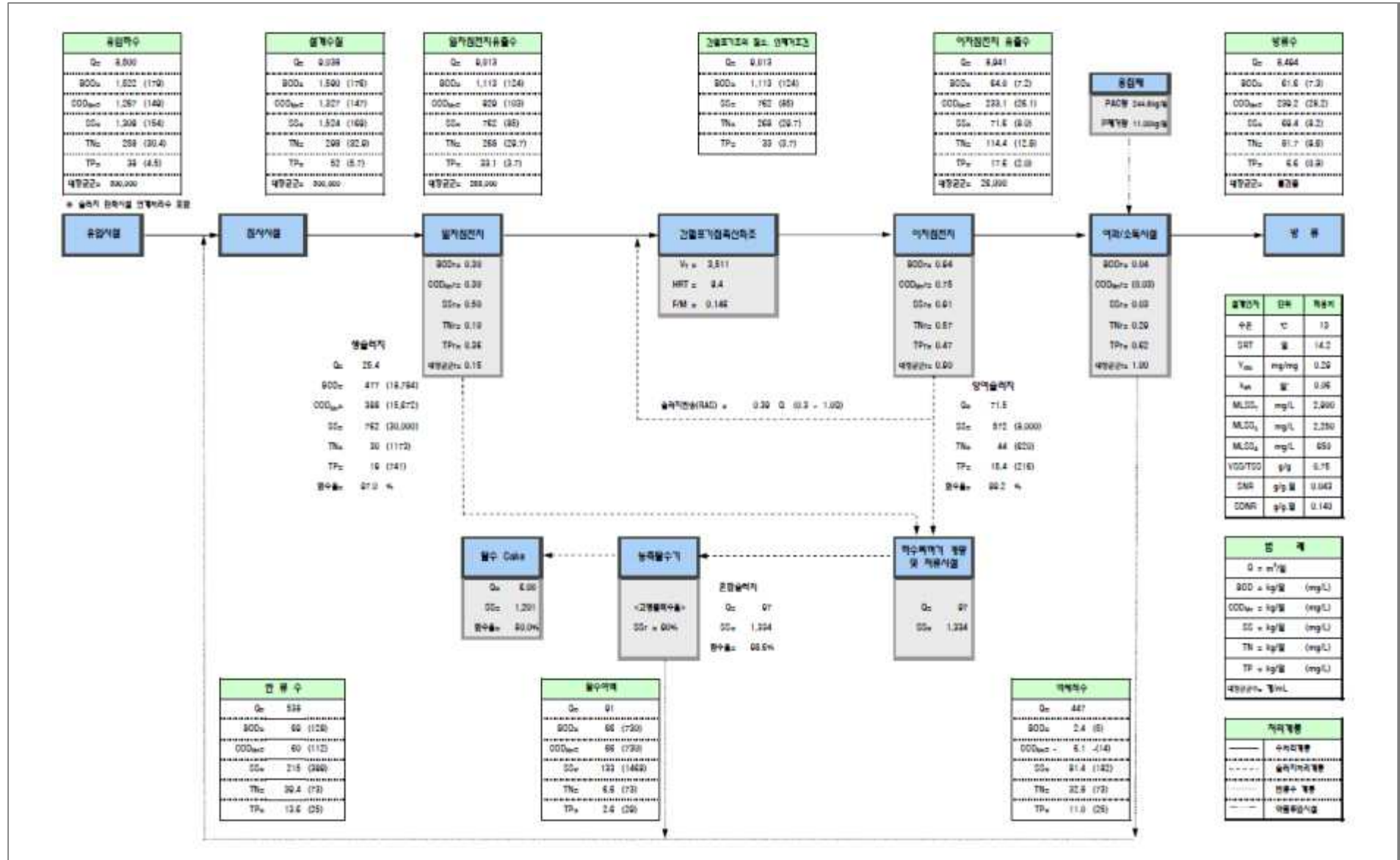
- 처분방법의 선택에 있어서는 계획대상지역과 하수처리시설의 제반여건을 고려하여 슬러지의 양과 특성, 장기적으로 환경에 미치는 영향, 장래 이용가능성을 파악하여 경제적이고 합리적인 방법을 채택하는 것이 중요하다. 현재 일반적으로 이용되고 있는 슬러지 처분방법에는 슬러지 자원화, 소각, 매립, 해양배출 방법이 있다.

<표 2.4-21 슬러지 최종 처분 방법 선정>

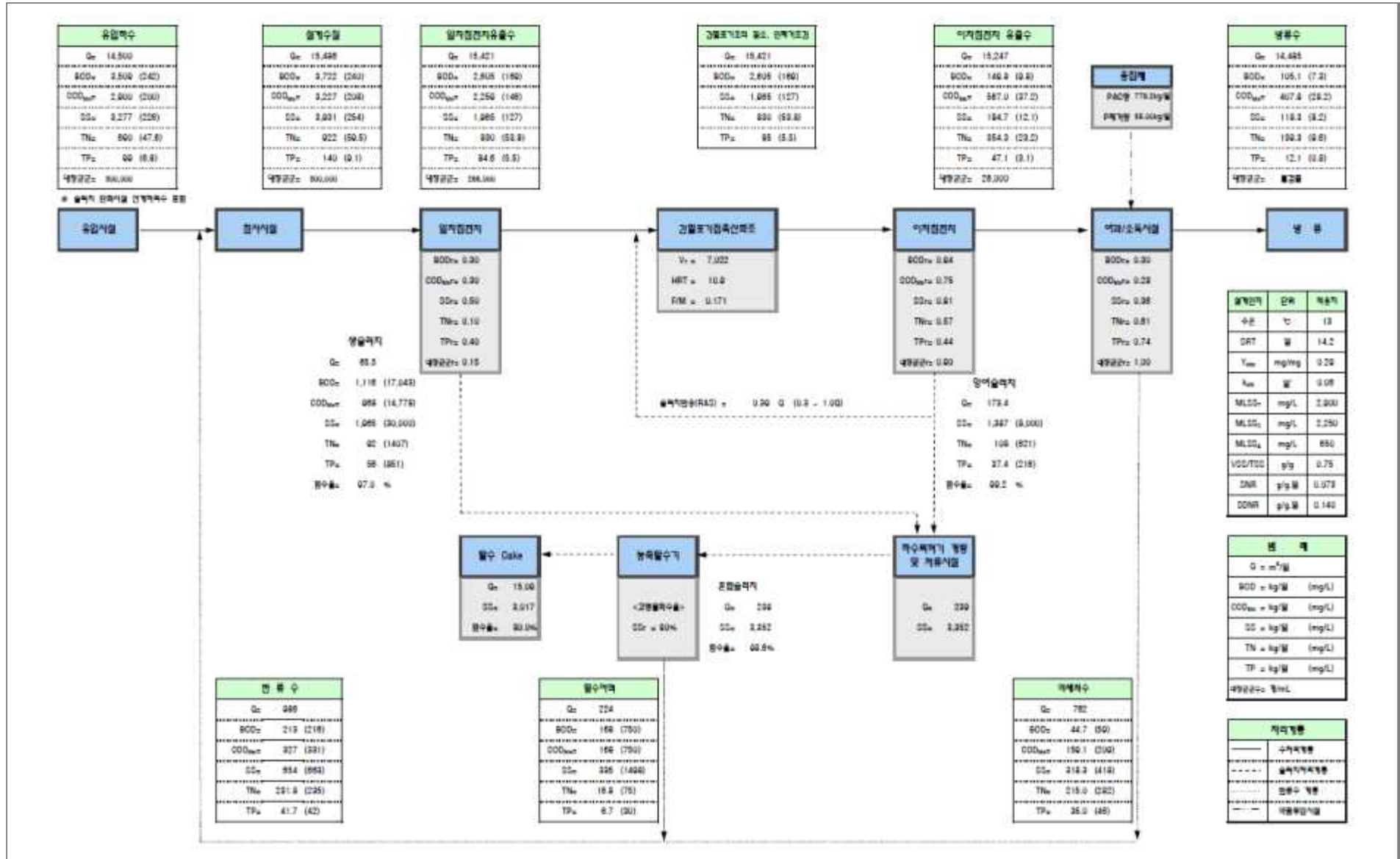
구분	육상매립	소각	자원화	해양배출
감량효과	적음	많음	많음	적음
소요비용	적음	많음	보통	많음
장점	<ul style="list-style-type: none"> 일반쓰레기와 같이 매립가능 	<ul style="list-style-type: none"> 감량화 효과 큼 재이용 가능성이 높음 폐열이용 가능 	<ul style="list-style-type: none"> 자원의 유효화 처리 2차 환경오염이 적음 안정적 처리가능 	<ul style="list-style-type: none"> 해안도시의 경우 처리비용이 저렴하고 간단함
단점	<ul style="list-style-type: none"> 지가상승 및 민원발생으로 매립지 확보곤란 침출수 처리문제 및 지하수 오염으로 2차환경 오염 	<ul style="list-style-type: none"> 건설비 투자비가 과대 고급기술의 인력필요 2차 환경오염방지 시설필요 	<ul style="list-style-type: none"> 상당한 부지와 시설이 필요 하수슬러지 숙성기간이 길다 	<ul style="list-style-type: none"> 해양오염 런던협약에 의해 향후에는 해양투기가 전면금지 될 것으로 예상 민원발생
선정	◎			

- Pluak Daeng 지역내에는 소각시설이 없고, 처리비용이 상대적으로 저렴한 육상매립으로 계획하였다.

<그림 2.4-8 폐수처리시설 물질수지도(목표년도 2025년)>



<그림 2.4-9 폐수처리시설 물질수지도(목표년도 2035년)>



2.4.4 폐수처리시설 배치 계획

가. 폐수처리시설 배치 계획

(1) 주요 시설물 제원

- 목표년도 2025년 시설용량 8,500m³/일, 최종목표년도 2035년 6,000m³/일이 증설된 총 시설용량 14,500m³/일에 대한 폐수처리 시설물 제원은 다음과 같다.

<표 2.4-22 폐수처리 시설물 제원>

구분	형식	시설물 제원	지수/대수		
			2025년	2035년	
침사지	중력식 장방형	W 1.0×L 8.0×H 0.5	2지	4지	
유입 펌프동	장방형	W 3.5×L 14.0×H 3.5	2지	4지	
일차 침전지	장방형	W 9.0×L 13.5×H 3.0	2지	4지	
간헐포기접촉조	장방형	W 9.5×L 30.8×H 6.0	2지	4지	
이차 침전지	장방형	W 9.0×L 22.0×H 3.5	2지	4지	
3차 처리 시설	급속혼화조	장방형	W 1.5×L 1.5×H 1.5	2조	4조
	완속혼화조	장방형	W 4.0×L 4.5×H 4.0	2조	4조
	섬유디스크필터	섬유여과기		2대	4대
슬러지배양조	장방형	W 3.5×L 8.3×H 4.0	1지	2지	
혼합반응조	장방형	W 4.6×L 8.3×H 4.0	1지	2지	
UV 소독조	수로형		1대	2대	
탈수기	원심기계식 탈수기		2대	4대	

나. 시설물 배치 계획

- 각 단위 처리 시설간 상호 연계성 뿐만 아니라 관련 시설물과의 상호 연관 관계를 감안하여 아래 사항을 고려한 최상의 배치계획이 되도록 합리적인 배치계획을 수립하여야 한다.

(1) 기능성 고려

- 각 건물은 처리시설물과의 관계를 충분히 감안하여 기능적이고 합리적인 동선이 되도록 적절히 계획 배치하였다.
- 각 건물의 구조 및 공간구성은 관리 및 실내환경, 유지관리의 기능을 충분히 발휘하도록 계획하였다.

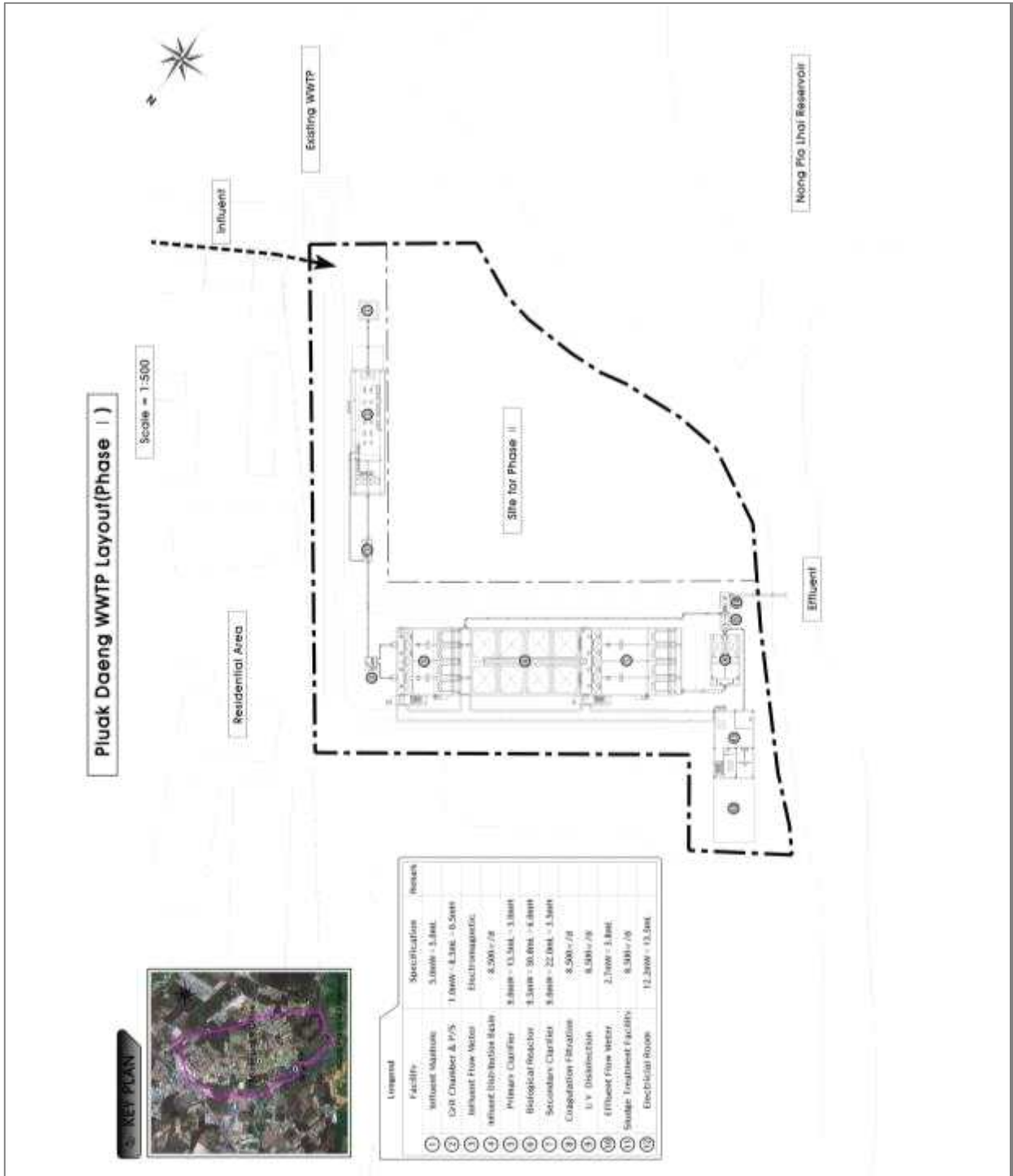
(2) 부지 주변 지역의 환경 영향

- 하수처리 시설에서 발생하는 2차 공해(취기발생)와 하수처리시설에 대한 일반적인 선입견(혐오시설)을 해소하기 위해 부지경계와 시설물과의 사이는 되도록 넓게 하여 차단 녹지대를 형성하여 주변지역에 대한 영향이 최소화 되도록 계획하였다.

(3) 장래 확장성(증설 계획)

- 부지 이용을 극대화하여 장래시설 증설시 시설의 배치를 고려하여 계획하였다.

<그림 2.4-10 폐수처리시설 배치 계획>



2.4.5 폐수처리시설 부지 계획고 및 구조물 기초 계획

가. 부지 계획고 및 방류 수위 고려

- 폐수처리시설은 Pluak Daeng River에 인접하여 하천 수위의 직접적인 영향을 받게 되므로 부지 계획고 및 방류하천의 평수위 및 홍수위를 고려하여 배치 계획을 계획하여야 한다.
- Pluak Daeng 하수처리시설 예정부지의 현 지반고는 EL. +44~45m이며, 방류 수역인 Pluak Daeng River의 평수위는 대략 EL. +43m, 홍수위는 EL. +44m 정도일 것으로 추정된다.
- 이는, 농업용수로의 이용을 위하여 하류부에 설치된 댐으로 인하여 수위가 높아진 상태이며, 하수처리시설의 건설시 댐 수문의 조절을 통하여 방류 하천의 수위 조절이 필요할 것으로 판단된다.

<표 2.4-23 하수처리시설 예정부지 계획고>

구분	현 지반고	부지 계획고
하수처리시설 예정부지	EL. +44~45m	FGL. +45m

나. 구조물 기초 계획

- 처리시설 예정부지가 하천에 인접하여 처리시설 구조물 기초에 대한 검토가 필요할 것으로 판단되어 구조물 기초계획을 검토하였다.
- Pluak Daeng 하수처리시설의 주요 구조물의 기초 설치 위치는 토질조사 결과 대부분 점토질 모래층, 실트질 모래층에 위치할 것으로 판단되며, 구조물의 기초보강공법으로 기초지반의 지지력을 보강하는 방법 또는 Pile 기초 공법의 적용 등이 요구된다.

<표 2.4-24 구조물 기초보강공법 비교>

구분	지환 공법	Pile 기초
개요	<ul style="list-style-type: none"> • 대상연약지반을 성토, 굴착 또는 폭파 등을 이용하여 제거한 후 양질토로 대체하는 공법 	<ul style="list-style-type: none"> • 기 제작된 소구경의 구체를 타격 또는 진동에 의해 지지층까지 타입하여 상부하중을 지지하는 공법
장점	<ul style="list-style-type: none"> • 연약층이 얇은 경우 다른 공법에 비해 확실한 개량효과를 기대할 수 있음 • 공사비 감소 	<ul style="list-style-type: none"> • 지지층까지 항타 또는 파일간의 마찰력으로 확실한 지지효과를 기대할 수 있음 • 시공이 간편하고 지하수위에 관계없이 시공이 가능함
단점	<ul style="list-style-type: none"> • 연약층이 깊은 경우 시공이 복잡해질 수 있음 • 소요 토사량이 많은 경우 비경제적임 • 지하수가 높을 경우 별도의 지하수처리 대책이 필요 	<ul style="list-style-type: none"> • 진동 및 소음으로 인접구조물에 영향을 줄 수 있음 • 공사비 증가
시공성	불량	양호
선정		◎

- 하천에 인접하여 현재 지하수위가 높게 형성이 되어 있으며 토질 조사 결과 연약 지반이 깊게 형성되어 있는 실정이다.
- 치환 공법은 치환을 위한 다량의 양질 토사를 구하기도 어려운 상황이며 시공성 및 경제성, 안정성 등을 고려시 구조물 기초 공법은 구조물 하중지지 가능하고 침하에 대한 문제가 없는 Pile 기초로 계획하였다.

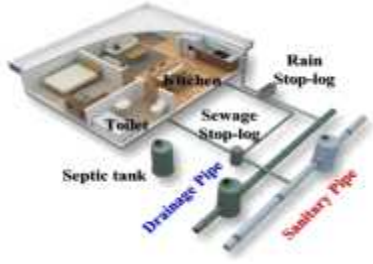
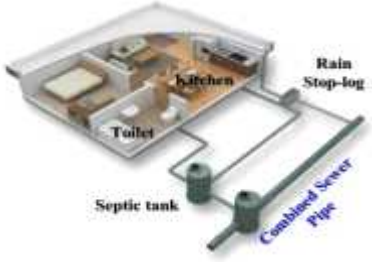
2.4.6 폐수배제 방식

- 폐수를 처리함에 있어 폐수관로의 기능은 폐수처리시설 기능 못지않게 중요하다. 이러한 폐수관로의 완벽한 기능발휘를 위해서 우선적으로 검토설정되어야 할 사항은 폐수배제방식에 대한 결정이다.

가. 폐수배제 방식의 분류

- 폐수배제방식은 합류식(Combined System)과 분류식(Seperate System)으로 분류되고 있는데 폐수배제에 있어서 폐수와 우수를 전혀 다른 별개의 관로로 배제하는 것을 분류식이라 하고 동일 관로로 배제하는 것을 합류식이라 한다.

<표 2.4-25 폐수 배제 방식 비교>

구분	분류식	합류식
모식도		
건설	<ul style="list-style-type: none"> • 우수와 폐수를 별개의 관로에 배제하기 때문에 폐수배제 계획이 합리적이다 • 폐수관로에서는 소구경관로를 매설하므로 시공이 용이하지만, 관로의 경사가 급하면 매설깊이 깊어지게 된다 	<ul style="list-style-type: none"> • 우수를 신속하게 배수하기 위해서 지형조건에 적합한 관로망이 된다 • 대구경관로가 되면 좁은 도로에서의 매설에 어려움이 있다
유지관리	<ul style="list-style-type: none"> • 관로오점의 철저한 감시 필요 • 관로내 퇴적이 적다 	<ul style="list-style-type: none"> • 청천시에 수위가 낮고 유속이 적어 오물이 침전하기 쉽다. • 우천시 수세효과 있다
수질보전	<ul style="list-style-type: none"> • 오점에 의한 폐수 유출 우려가 있다 • 초기우수의 오염물질이 하천을 오염시킬 수 있다 	<ul style="list-style-type: none"> • 차집시설의 유지관리 소홀로 폐수의 유출 가능성이 있다 • 초기우수를 처리장으로 차집이송처리가 가능하다

나. 기존 폐수배제 방식 현황 및 문제점

(1) 기존 폐수배제 방식 현황

■ Pluak Daeng 지역의 현재 하수배제 방식은 도로변에 설치된 측구 및 개거 또는 원형관을 이용한 합류식 폐수처리시설이 Municipality 지역을 중심으로 일부 설치되어 있으며 미처리 상태의 폐수가 하천으로 방류되어 Nong Pla Lhai Reservoir로 유입되고 있는 상황이다.

(2) 기존 폐수배제 방식 문제점

■ 각종 배수시설의 미비로 표면수의 집수불량 및 기존 기가지의 U형 측구로 가정폐수가 유입되고 있어 냄새를 유발하고 우천시에는 폐수시설이 제기능을 갖지 못하고 있어 관로 시설의 보급이 시급한 실정이다.

■ 폐수처리시설에 대한 인식부족 및 유지관리의 소홀 등으로 폐수처리시설에 토사 및 쓰레기 등을 투기함으로써 표면수의 집수가 이루어지지 않아 배수불량의 원인이 되고 있다.

■ 지천 및 미복개구로의 하수 및 오물방류로 인한 비위생적인 폐수배제로 시민의 건강 및 정서생활에 영향을 주고, 처리구역내 폐수처리시설이 설치되어 있지 않아 분노정화조나 폐수 정화조를 설치함에 따라 시설비, 유지관리비 등 시민의 2중 부담이 발생하는 실정이다.

다. 폐수 배제 방식의 결정

■ 분류식은 합류식에 비해 유지관리면이나 하천오염, 처리효율면에서 유리하므로, 본 계획에서는 방류 수역인 Nong Pla Lhai Reservoir의 수원 보호를 위해 기존 합류식 관로는 우수관으로 활용하고 폐수관로의 신설을 통한 분류식화를 원칙적으로 채택하는 것으로 계획하였다.

■ 다만, 재정 및 도시정비 여건상 Municipality 지역을 목표년도 2025년까지 우선적으로 분류식화를 진행하고 나머지 Non-Municipality 지역을 최종 목표년도인 2035년까지 분류식화를 마무리하는 단계별 시행 계획을 수립하였다.

2.4.7 폐수관로 계획

가. 개요

- 분류식 폐수관로는 시가지로부터 폐수를 원활히 배제하여 폐수처리시설로 이송시켜 처리함으로써 주변 생활환경의 개선을 도모하여야 하므로 지역적 특성 및 제반 여건을 분석하여 적용하여야 한다.
- 분류식 폐수관로는 시설로부터 폐수를 효과적으로 차집하여 폐수처리장으로 이송하기 위하여 설치되는 시설로서 관로시설과 기타 부대시설(펌프장) 등으로 구성된다.

나. 관종 선정

- 폐수관로 특성 및 지역여건을 고려하여 자연유하와 압송관로로 구분, 관종을 제시 하였다.

<표 2.4-26 자연유하 관종 비교>

구분	PVC관	유리섬유복합관	흙 관
형상			
재질	Polyvinyl chloride	유리섬유+불포화 폴리에스터수지	콘크리트+철선
장점	<ul style="list-style-type: none"> • 내식성, 내구성 우수 • 외압에 강함 • 중량이 가벼워 취급용이 • 수밀성 우수 • 시공성 우수 	<ul style="list-style-type: none"> • 내식성, 내구성 우수 • 외부충격에 강함 • 부력에 강함 	<ul style="list-style-type: none"> • 강도가 뛰어남 • 부력에 강함 • 공사비가 저렴함
단점	<ul style="list-style-type: none"> • 중량이 가벼워 부력에 취약 • 재료비가 고가임 	<ul style="list-style-type: none"> • 사용실적 적음 • 부등침하에 따른 접합부 취약 	<ul style="list-style-type: none"> • 중량이 무거워 취급 불리 • 수밀성 향상을 위해 고무링 사용
선정	◎		
선정사유	• 내구성 및 시공성이 우수한 PVC관 선정		

<표 2.4-27 압송 관종 비교>

구분	PVC관	도복장 강관	DCIP
형상			
재질	Polyvinyl chloride	외면 : 아스팔트 내면 : 에폭시 코팅	외면 : 페인트 도장 내면 : 시멘트 라이닝
장점	<ul style="list-style-type: none"> 내부식성, 내약품성 우수 저 중량으로 취급 용이 부등침하 내구성 우수 	<ul style="list-style-type: none"> 부등침하 내구성 우수 가공성 우수 강도가 크며 내외압 및 충격 저항성 우수 	<ul style="list-style-type: none"> 내부식성, 내약품성 우수 유지보수 용이 진동, 충격에 강함 시공실적 많음
단점	<ul style="list-style-type: none"> 열과 동파에 약함 소형 관경에 주로 사용 	<ul style="list-style-type: none"> 관절단면 부식 변형이 크며 신축이음 필요 소구경관의 경우 내부 피복 불가 	<ul style="list-style-type: none"> 유산 박테리아, 염해에 의한 부식 부등침하에 따른 탈관 가능성
선정			◎
선정사유	•시공실적이 많은 DCIP관 선정		

라. 관로 계획

■ Pluak Daeng 지역내 필요한 폐수관로는 약 26.7km가 필요할 것으로 예상되며 세부적인 사항은 다음과 같다.

<표 2.4-28 폐수관로 계획 >

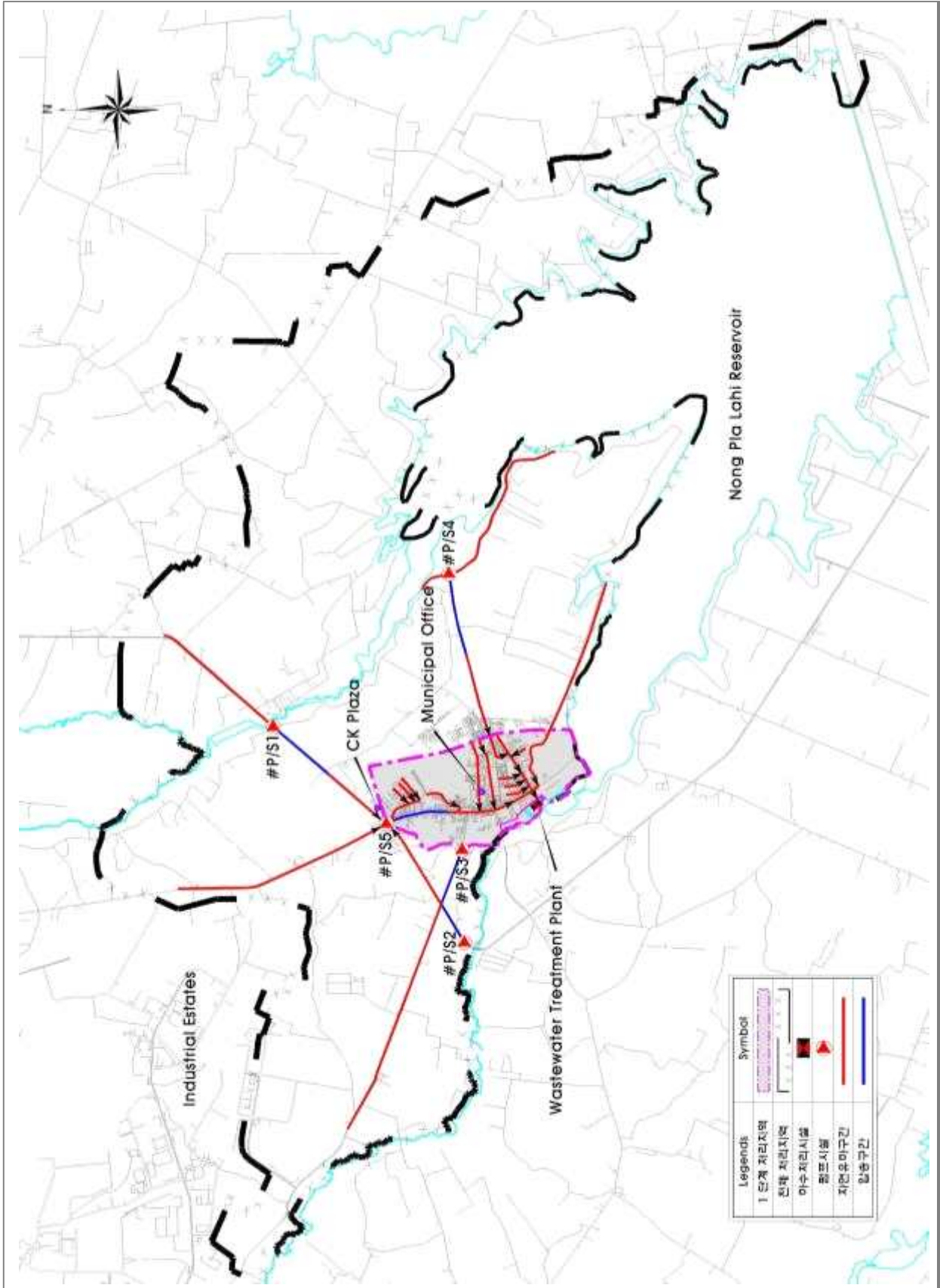
구분		D100 (압송관)	D200	D250	D300	D400	D500	D600	계	비고
관로 연장 (m)	Municipality	667	4,808	-	1,102	1,691	496	115	8,879	1단계 (2025년)
	Non-Municipality	3,036	13,638	1,200	-	-	-	-	17,874	2단계 (2035년)
계		3,703	18,446	1,200	1,102	1,691	496	115	26,753	

■ Municipality 지역과 Non-Municipality 지역을 구분하여 단계적 노선 계획을 수립하였으며, 목표년도 2025년까지 Municipality 지역의 폐수관로 분류식화 사업을 우선적으로 시행하고 최종 목표년도인 2035년 Non-Municipality 지역의 분류식화 사업을 마무리하는 것으로 계획을 수립하였다.

■ 관로의 경우 폐수량의 증가에 따라 단계적으로 단면을 증가시키기 곤란하기 때문에 장기적인 관로 계획을 수립할 필요가 있다.

따라서, Municipality 지역의 관로 계획시 최종 목표년도인 2035년 Non-Municipality 으로부터 유입될 폐수량을 고려하여 관로 계획을 수립하였다.

<그림 2.4-11 폐수관로 노선 계획>



2.4.8 중계 펌프장 계획

가. 개요

■ 자연유하를 원칙으로 하였지만 Pluak Daeng 지역은 지형의 기복이 심하여 최소 5개구간 압송관로 3.7km 계획이 불가필할 것으로 판단되며, 이에 따른 중계 펌프 시설의 계획을 수립하였다.

나. 위치선정

- 일반적으로 중계펌프장의 위치는 소요부지 확보의 용이성, 인근 주거지역과의 관계, 차집관로의 연장을 고려하여 결정하여야 한다.
 - 홍수에 의한 침수피해가 없을 것
 - 주거지역과 이격되어 소음 등으로 인한 민원이 발생하지 않을 것
 - 부지확보 및 장래 확장이 용이하고 동력 인입이 용이할 것
 - 공사비 및 유지관리비가 적게 드는 지점일 것

다. 계획 폐수량 및 펌프 용량 계획

(1) 계획 폐수량 및 펌프 용량

■ 중계펌프장 시설의 계획 폐수량은 계획 구역내 발생 폐수량을 감안하여 최종 목표년도인 2035년 시간 최대 폐수량을 적용하였으며 그 내용은 다음과 같다.

<표 2.4-29 중계 펌프장 계획폐수량(2035년 기준)>

펌프장	# PS 1	# PS 2	# PS 3	# PS 4	# PS 5
일평균(m ³ /일)	283	111	501	224	4,909
일최대(m ³ /일)	340	134	601	268	5,891
시간최대(m ³ /일)	510	200	901	403	8,837
처리인구(인)	2,125	834	3,755	1,680	26,778

<표 2.4-30 중계 펌프장 용량(2035년 기준)>

펌프장	# PS 1	# PS 2	# PS 3	# PS 4	# PS 5
일평균(m ³ /분)	0.20	0.08	0.35	0.16	3.41
일최대(m ³ /분)	0.24	0.09	0.42	0.19	4.09
시간최대(m ³ /분)	0.35	0.14	0.63	0.28	6.14
펌프 용량(m ³ /분)	0.36m ³ /min x 2(1)EA	0.14m ³ /min x 2(1)EA	0.63m ³ /min x 2(1)EA	0.28m ³ /min x 2(1)EA	6.14m ³ /min x 2(1)EA

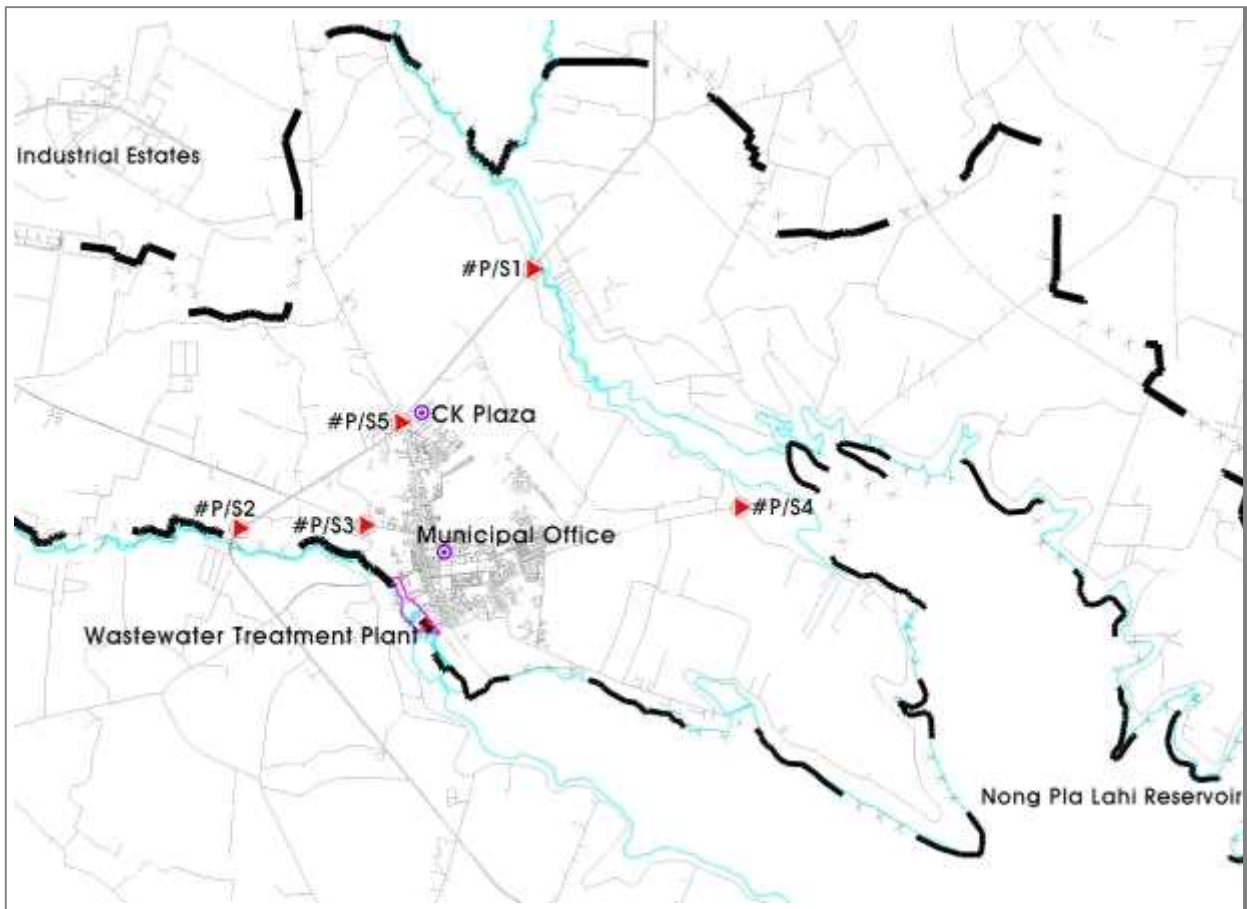
(2) 펌프장 형식 선정

<표 2.4-31 펌프장 형식 비교>

구분	침사지형 펌프장	맨홀 펌프장
장점	<ul style="list-style-type: none"> • 대규모 시설에 적합 • 침사 및 협잡물 제거가 양호 	<ul style="list-style-type: none"> • 악취, 소음 우려없고, 부지 확보용이 • 매설심도가 낮아 공사비 저렴 • 소규모로 경제적임
단점	<ul style="list-style-type: none"> • 악취 소음으로 인한 민원 예상 • 유지비 및 공사비 과다 • 부속시설물이 많다 	<ul style="list-style-type: none"> • 협잡물 처리시설이 필요

- 맨홀 펌프장의 경우 용량이 3.0m³/분까지 적용하는 것이 일반적이며, Pluak Daeng 지역내 계획된 펌프시설의 경우 주거지역내 위치하여 악취 및 소음의 우려가 없고 부지확보가 용이한 맨홀 펌프장 형식을 계획하였다.
- 다만, 펌프장 #PS5의 경우 펌프용량이 6.14m³/분으로서 침사지형 펌프장 계획을 수립하였다.

<그림 2.4-12 폐수 중계 펌프장 계획>



2.5 기계 분야 시설 계획

2.5.1 개요

- 기계설비는 하수처리장 운영 및 유지관리에 중요한 시설로서 고장이 없고 운전하기에 편리하여야 한다. 따라서 각 계통 및 각 기계설비는 안정성 및 신뢰성이 높고 설비의 구성이 단순하며, 자동화가 가능하도록 하여 운전 및 유지보수가 용이하여야 한다. 또한 만족한 기능을 갖추면서도 건설비 및 운전비가 절감되는 경제적인 설비 계획이 수립되어야 한다.

2.5.2 설계 주요안점

- 처리수질의 안정성, 기기의 성능 보장 및 연계성, 에너지의 절약 및 경제성, 유지관리의 편리성, 환경오염 방지, 적절한 설비배치, 작업환경의 편의성 등을 설계의 핵심 사항으로 반영하였다.

<표 2.5-1 기계 설계의 주요안점>

구분	주 안 점
처리수질의 안정성	<ul style="list-style-type: none"> • 유량 및 수질변동에 따른 충격부하 대응성 확보 • 계열별 운전 가능 및 설비의 기종 및 용량의 합리적 설계
성능보장 및 연계성	<ul style="list-style-type: none"> • 적절한 설계(최적의 기계, 적정 재질 선정) • 기기보호 안전시스템 고려 및 부식방지, 작업동선 최소화 • 증설예정 시설과 연계성 고려
에너지절약 및 경제성	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 절감형 기기선정 • 초기투자비 및 유지관리비 최소화 및 기기성능의 극대화
유지관리	<ul style="list-style-type: none"> • 통합운영관리 시스템 고려 • 보수점검을 고려한 기기 배치 및 장비 반입 및 반출 고려 • 예비품 확보 및 호환가능한 기기 선정
환경오염방지	<ul style="list-style-type: none"> • 2차 오염방지(소음, 진동 및 폐기물처리) • 관계법령에 제시된 수질기준 준수 및 주변 환경과의 조화
설비배치	<ul style="list-style-type: none"> • 기능별, 공정별 흐름에 따른 적절한 설비배치 • 차량, 배관 및 유지관리 동선계획이 용이한 설비배치 • 유지보수 및 운전관리 측면을 고려한 설비배치
작업환경	<ul style="list-style-type: none"> • 적절한 작업 공간 확보 • 환경오염이 발생되지 않는 환경으로 설계 • 안전 및 위생설비를 관계법령에 의거 완비

2.5.3 기계설비 배치 계획

가. 시설물의 계열화

- 본 폐수처리시설은 유입폐수의 유입변동이나, 유지관리 및 보수시 처리장 전체의 운전이 중단되지 않고 부분적 운전이 가능하도록 각2계열로 계열별 운전이 용이하도록 계획하였다.

나. 배관 동선의 계획

- 배관거리 및 곡관부를 최소화하여 배관손실 감소에 의한 에너지 절감
- 배관시공 및 유지관리가 용이한 구조로 계획
- 배관배열은 단순하고 가능한 짧게 배치하고 압력손실이 최소화 되도록 하여 펌프비용 및 운영비용을 절감하도록 계획
- 건물내부 배관은 건물구조물과 평행하도록 배열하여 지지구조를 단순화하고 미관을 고려하여 계획
- 유입원수의 유량변동이나 유지관리 및 보수시 전체시설 운전이 중단되지 않고 부분운전이 가능하도록 계획

다. 유지관리 동선 계획

- 폐수처리시설이 정상적으로 유지 관리되어 목적인 바 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 아래 사항에 유의하여 유지관리 동선을 계획
 - 처리시설 내 작업의 편의성을 위하여 각 설비별로 출입동선을 확보하여 시설간의 고유기능을 충분히 발휘하도록 한다.
 - 시설 운영요원들이 유지관리가 용이하도록 각 기자재를 배치하였으며 무거운 기자재의 경우는 호이스트를 사용할 수 있도록 계획하고 장비 반입구를 적절히 계획
 - 운영요원의 통행이 편리하도록 적절한 통로 및 출입문을 확보
 - 고도 처리시설의 보수 개량공사 및 설비의 고장이 있을 때에는 처리수질의 저하 현상이 최소화 되도록 계획

2.5.4 단위 설비별 공정계획 및 기기 선정

- 고도 처리 시설을 구성하는 기기는 그 규모가 전체시설에 대하여 적정 용량을 처리할 수 있도록 계획하였으며 재질의 내구성, 기기의 내구성, 신뢰성, 에너지 절약, 내마모성, 내부식성, 운전조작과 유지관리의 용이성, 과거의 운전실적 등을 고려하여 선정, 공사비의 절감 및 운전 효율의 향상을 고려하여 기기를 선정하였다.




<표 2.5-2 주요 기계설비>

구분	주요 처리내용
스크린 설비	•마이크로바 스크린(조목:20mm, 세목:3mm)
침사제거 설비	•체인구동식 V-버킷 컨베이어
유입펌프	•수중 모터펌프 (자동 탈착장치형)
생물 반응조 설비	•송풍기 + 산기관 + 교반기
슬러지 탈수 방식	•원심 탈수기
여과 설비	•디스크형 섬유상 여과기
소독 설비	•U.V(자외선 살균 방식)
탈취 방식	•미생물 탈취(Bio-Filter)

가. 스크린 설비 비교 및 선정

- 유입폐수의 전처리시설로 유입폐수 중에 포함된 협잡물을 제거함으로써 후속공정을 원활히 하고 설비의 마모에 따른 시설 폐쇄 등 처리능력 저하를 방지할 목적이다.
- 스크린의 선정기준 조건은 설비와의 합리적 조화를 이루고 자동화에 따른 유지보수 및 관리가 용이하여야 하며 운영경비가 저렴해야 한다. 따라서 구조가 간단하고 연속운전이 가능하며, 협잡물 제거기능이 우수하고 유지관리비 및 초기투자비가 저렴한 마이크로 바(Micro Bar) 스크린을 선정하였다.

<표 2.5-3 스크린설비 형식 비교>

구분	마이크로바 스크린	계단식 스크린	더블 체인식 스크린
형식			
작동 원리	<ul style="list-style-type: none"> 구동축과 종동축을 무한 연결 체인에 일정한 간격으로 수개(Rake)를 고정하며, 스크린에 수개를 물려서 협잡물을 제거 	<ul style="list-style-type: none"> 계단형으로 만들어진 고정 격자판 사이의 이송용 격자판의 원호운동에 의한 계단효과로 협잡물을 이송하는 방식 	<ul style="list-style-type: none"> 상부와 하부의 스프로킷 휠(Sprocket Wheel)에 결합된 무한 연결 체인의 일정간격마다 수개를 고정하고, 이를 구동하여 협잡물을 제거하는 방식
장점	<ul style="list-style-type: none"> 웨지(Wedge)형으로 고형물이 후단에 끼지 않음 협잡물 연속제거 및 동력소모가 적음 협잡물 제거효율이 높고 공사비가 저렴 	<ul style="list-style-type: none"> 접착성 협잡물에 의한 눈메꿈 현상이 없음 설치각도가 높아 설치공간이 적음 미세목에도 유체저항 손실이 매우 적음 	<ul style="list-style-type: none"> 연속 자동운전이 가능 기계구조가 간단
단점	<ul style="list-style-type: none"> 수중부에 스프로킷 휠(Sprocket Wheel) 및 축수 등이 있어 유지관리가 다소 불편 	<ul style="list-style-type: none"> 수로 깊이가 7m이상시 설치곤란 초기 투자비가 고가임 	<ul style="list-style-type: none"> 체인에의 신축에 의한 스트로크의 조정이 필요 수중부에 스프로킷 휠(Sprocket Wheel) 축수등이 있어 유지관리 불편
선정	○		

나. 침사제거 설비 비교 및 선정

- 유입폐수의 전처리시설로 유입폐수 중에 포함된 토사류, 비부패성 무기물 등의 제거로 후속공정을 원활히 하고, 설비의 마모 및 퇴적에 따른 시설 폐쇄등 처리능력 저하를 방지하도록 계획하였다.
- 침사제거 시설의 선정기준 조건은 유입폐수 중 혼입된 토사류 및 비부패성 무기물, 특히 불규칙 토사 유입량 변화에 안정적 대처가 가능해야 하고 악취발생원의 완벽한 차폐가능 및 포집이 용이해야 한다. 따라서 연속운전 및 침사인양능력이 우수한 V-버킷 컨베이어(Bucket Conveyor)식 침사인양기를 선정하였다.



<표 2.5-4 침사인양기 형식 비교>

구분	V-버킷 컨베이어	원통 선회류식	일체형 협잡물 및 침사제거기
형식			
작동 원리	<ul style="list-style-type: none"> 무한궤도에 여러개의 V-버킷(Bucket)을 부착 순환하면서 토사를 연속적으로 인양하여 콘베이어로 이송반출 	<ul style="list-style-type: none"> 유입속도와 회전원통에 의하여 선회류가 발생되어 침사물이 중앙에 수집되면 펌프에 의해 상부로 인양시킴 	<ul style="list-style-type: none"> 협잡물제거는 원형 바스켓 내부에 있는 스크레이퍼에 의해 제거되며 스크류 콘베이어에 의해 이송 압축 탈수 후 반출
장점	<ul style="list-style-type: none"> 연속운전 및 침사인양능력 우수 무인자동운전 가능 	<ul style="list-style-type: none"> 소요면적이 적음 구동부가 지상에 있어 유지보수 용이 	<ul style="list-style-type: none"> 스크린부에 탈수기능으로 협잡물 부피 감소 밀폐형으로 악취발생이 적으며 탈취가 용이
단점	<ul style="list-style-type: none"> 설치보수면에서 불리 침사인양기 구동부가 수중에서 작동되어 유지관리면에서 불리 	<ul style="list-style-type: none"> 침사물 인양 설비의 선정에 주의가 요구됨 	<ul style="list-style-type: none"> 처리용량이 제한적으로 대용량 처리장은 적용이 곤란
선정	○		




다. 유입펌프 설비 비교 및 선정

- 침사지에서 협잡물 및 침사가 제거된 폐수를 펌프장에서 양수하여 다음 처리공정인 일차침전지로 양수하기 위한 시설이다.
- 유입펌프는 시간최대 유입량을 양수할 수 있는 능력의 자동탈착식 수중펌프로 계획하였다.
- 유입펌프는 고형물의 펌핑이 가능하도록 오픈형의 펌프로서 선정기준 조건은 유지관리비가 적게 소요되어 경제적으로 양호하여야 한다. 따라서 소음에 대한 대책과 펌프 수리 및 유지관리가 간단하고 용이하며, 펌프설치에 따른 건축면적의 최소화가 가능한 수중원심모터펌프를 선정하였다.

<표 2.5-5 유입펌프 형식 비교>

구분	수중원심모터펌프	입축사류펌프	수중사류펌프
형식			

<표 2.5-6 슬러지 수집기 형식 비교>

구분	체인플라이트 수집기 (Non-Metal Chain Flight Type)	주행보 현수식 수집기 (Travelling Bridge Meeder Type)	주변구동형 수집기 (Side-Drive Type)
형식			
원리	<ul style="list-style-type: none"> 수중에서 주행하는 무한궤도에 부착된 Flight에 의해 슬러지를 수집 연속적이고 일정한 속도로 운전 	<ul style="list-style-type: none"> 주행 거더(Girder)에 따라 레이크 암(Rack Arm)이 수중에서 슬러지를 수집 	<ul style="list-style-type: none"> 중앙 철골과 보를 일체형으로 만들어 이를 조의 원주부에 설치된 구동장치로 회전, 수중의 갈퀴가 슬러지를 중앙으로 긁어 모음
장점	<ul style="list-style-type: none"> 연속적 운전으로 과도한 슬러지의 침적 방지 수중부의 재질이 비금속이므로 기기부식 및 마모에 강함 	<ul style="list-style-type: none"> 슬러지가 과도하게 퇴적되어도 기계가 파손되지 않음 수면상부 Arm에 스크 제거시설을 부착하여 스크를 제거 구동부 및 주요부가 수면상부에 위치하여 유지보수가 용이 	<ul style="list-style-type: none"> 구조가 간단함 슬러지 수집능력이 우수함 제거효율이 높음
단점	<ul style="list-style-type: none"> 체인의 장력을 주기적으로 점검 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 연속적으로 슬러지 제거가 불가능 슬러지 침적이 발생 침전지 복개가 불가능 주행장치의 고장 우려 	<ul style="list-style-type: none"> 평형을 정확히 맞추어야 함
선정	○		

마. 송풍기 비교 및 선정

■ 송풍기는 포기조에 공기를 압송하는 설비로 공기여과기, 송풍기, 전동기, 송풍관 등으로 구성되어 있으며, 경제성 및 유지관리성 및 풍량조절 능력 등을 고려하여, 단단터보형, 로타리루츠형, 다단터보형에 대하여 비교하였다.

■ 송풍기의 선정기준 조건은 포기조 DO 및 MLSS에 대하여 풍량 조절능력이 용이하며, 고효율 기자재로 에너지 절감이 가능해야 한다. 따라서 본 계획에서는 DO에 따라 풍량 조절이 용이하고 효율이 우수하며, 자동운전이 가능한 단단터보형 송풍기로 선정하였다.


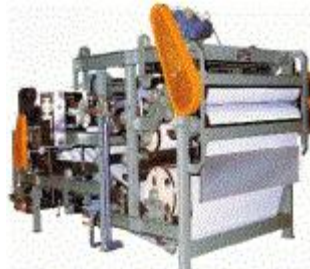
<표 2.5-7 송풍기 형식 비교>

구분	단단 Turbo Blower	Rotary Roots Blower	다단 Turbo Blower
형식			
구조	<ul style="list-style-type: none"> 원심형 송풍기이나, 다단과는 달리 1개의 회전자를 고속으로 회전시켜 사양에 만족되는 풍량과 풍압을 발생시키는 것으로 증속기를 이용하여 회전수를 증대시키는 구조의 원심형 송풍기 	<ul style="list-style-type: none"> 주철제 케이싱 내에 한쌍(2개)의 임펠러가 일정간격 유지(비접촉)한 상태로 서로 반대 방향으로 회전하는 것에 의해 임펠러 케이싱 간의 공간(용적) 만큼 흡기하여 토출하는 용적형 송풍기 	<ul style="list-style-type: none"> 케이싱내의 한 개의 동일축에 여러개의 임펠러가 직렬로 장착되어 임펠러의 회전력에 의해 흡입된 공기가 여러개의 임펠러(단)을 차례로 거치면서 압력이 상승되는 원심형 송풍기
장점	<ul style="list-style-type: none"> 구조가 간단하고 부품수가 적어 분해, 조립이 용이함 유지관리 비용이 적게 듦 	<ul style="list-style-type: none"> 소형 용량에 적합하고, 초기 투자비가 저렴 구조가 간단하여 분해, 조립이 용이하고 부품수가 적어 유지관리가 용이함 	<ul style="list-style-type: none"> 단단에 비하여 저속이어서 소음이 적음
단점	<ul style="list-style-type: none"> 단단에 비하여 고속이어서 고속으로 인한 소음발생 우려 대용량에 적합하며, 풍량제어가 용이 	<ul style="list-style-type: none"> 별도의 윤활장치가 없어 좋으나 기계에 대한 별도의 장치가 없으므로 점검 및 주유관리가 필요함 회전수 및 압력증대시 소음발생이 있으나 소음기, 방음커버 설치로 소음발생 방지가 가능함 	<ul style="list-style-type: none"> 구조가 복잡하고 부품수가 많아 분해, 조립이 어렵고 유지 관리 불편 집중 윤활방식이므로 유지관리 불편 권선형 전동기를 사용하므로 Brush & Commutator 유지관리 불편
선정	○		

바. 슬러지 탈수설비 비교 및 선정

- 슬러지 탈수 설비는 슬러지 개량 및 저류시설에서 이송된 슬러지를 탈수하여 최종처리하기 위하여 슬러지의 수분제거를 통해 부피를 감량화하고 저장, 운반 등의 취급을 용이하게 하기 위한 설비이다.
- 슬러지 탈수기의 선정기준 조건은 설비가 간편하고 운전이 용이하여야 한다. 따라서, 본 계획에서는 대용량의 슬러지 처리가 가능할 수 있고 설비가 간편하고 운전이 용이하며 별도의 탈취설비가 필요 없는 원심탈수기로 선정하였다.

<표 2.5-8 슬러지 탈수기 형식 비교>

구분	원심탈수기	다중원판 외통형 탈수기
형식		
개요	<ul style="list-style-type: none"> • 고속 회전하는 보울에 의해 외통내부에 슬러지를 공급하여 원심효과에 의해서 슬러지의 고액을 분리 	<ul style="list-style-type: none"> • 이동중인 벨트위에서 중력식으로 고액 분리된후 농축슬러지는 탈수기로 이송 2개의 벨트 사이로 주입되어 로울러에 의해 고압 탈수되는 System
장점	<ul style="list-style-type: none"> • 폐쇄형이므로 탈취 불필요 • 차속조절에 의한 함수율을 크게 낮출수 있음 • 대용량에 적합함 	<ul style="list-style-type: none"> • 정비 시간과 소요비용 적다. • 소음, 진동이 적다.
단점	<ul style="list-style-type: none"> • 고속회전으로 인한 진동, 마모등 각종 문제 발생 우려 • 동력비가 커 유지관리비 증가 • 정비시간과 소요비용이 큼 	<ul style="list-style-type: none"> • 설치 면적과 층고가 높아진다. • 취기의 확산을 방지하기 어렵다. • 여포세척수의 비산으로 주의 청소를 필요로 한다. • 여포세척수량이 많아 탈리액 반송수량이 많다.
선정	○	

2.6 전기 및 계측제어분야 시설 계획

2.6.1 개요

- 본 계획은 Pluak Daeng 폐수처리시설의 수변전설비, 예비전원설비, 동력설비, 접지설비, 조명설비, 방재설비 등에 대한 신뢰성, 안전성, 경제성, 유지관리의 편리성 등을 고려하여 계획을 수립하는데 그 목적이 있다.

2.6.2 적용법령, 규정 및 표준

- 본 계획에서 전기설계 및 공사를 수행함에 있어 적용될 법규 및 규정은 아래와 같다.
 - IEC : International Electrotechnical Commission
 - ANSI : American National Standards Institute
 - IEEE : Institute of Electrical & Electronics Engineers
 - ISA : Instrument Society of America
 - ISO : International Organization for Standardization
 - JIS : Japanese Industry Standards
 - NEC : National Electrical Code
 - NEMA : National Electrical Manufactures Association
 - NFPA : National Fire Protection Association

2.6.3 전기설비 계획

가. 전기설비의 기본방향

(1) 과업의 범위

- 저압배전반 및 저압 전동기제어반 공급 및 설치
- 옥내, 옥외 조명 및 전열설비
- 케이블 설치공사
- 전화, TV공시청, 방송 등 정보통신 설비
- 기타 필요한 설비
- 특고압 수배전반 공급 및 설치
- 직류전원설비 공급 및 설치
- 전선관 배관 및 트레이 설치공사
- 접지 및 낙뢰보호 설비
- 소방설비

(2) 기본방향

■ 본 시설은 공공성이 강한 폐수처리시설을 효율적으로 이용하기 위하여 폐수의 유입, 생물학적처리 및 슬러지처리설비 등이 설치되는 복합시설의 특수성을 고려하여 각 기능에 적합한 전기설비를 구성하기 위하여 아래와 같은 점에 유의하여 계획하였다.

<표 2.6-1 기본방향>

구분	주안점	주요내용
신뢰성	고신뢰도의 전력 공급 방안 확보	• 성능 및 신뢰성이 높은 기기 설치
안정성	전기사고에 의한 인명 및 기기보호	• 전력계통의 보호협조가 우수하고 동작이 확실한 고신뢰성 디지털 전력감시(보호) 장치 사용
유지관리성	최소인력으로 유지관리 가능한 시스템 구성	• 효율적인 전력기기 배치로 유지관리의 용이성 확보.
확장성	장래 증설을 감안한 구성	• 장래 증설을 고려한 전력계통 구성 • 증설을 고려한 전기실 기기배치

나. 수전 계획

(1) 수전용량

■ 폐수처리시설의 수전용량은 시설단계별 최대수요전력을 충분히 만족할 수 있는 용량으로 하여야 하며, 장래 부하 증설에 대비한 합리적인 용량을 선정하여 경제적인 설비가 되도록 하여야 한다.

(2) 수전전압

■ 본 폐수처리시설의 장래 확장 계획을 고려한 시설용량을 기준으로 계약전력을 추정하여 교류 삼상 11kV으로 수전하는 것으로 계획하였다.

(3) 수전방식

■ 수전방식은 공급신뢰도가 우수한 상용·예비 2회선 수전방식으로 계획하며, 폐수처리시설에 전력을 공급하는 변전소에서 전력을 공급 받을 예정이다. 그러나 공사 시점시 상용·예비 2회선 수전방식의 적용여부는 전력관리 담당기관과 협의하여 인근 변전소로부터의 공급가능여부, 경제성 등을 종합 검토하여 수전방식을 계획하도록 한다.

(4) 기기의 배치

■ 수변전실 및 전기실은 관련규정에 적합토록 기기를 배치하고 기기의 종류, 크기, 수량 및 장래의 증설 등을 고려하여 충분한 면적이 되도록 한다. 기기의 배치는 케이블 포설 작업이 용이하고 서로 간섭이 되지 않도록 하며, 운전조작 및 유지관리가 편리하고 비상시에도 신속히 처리할 수 있도록 동선을 고려하여 배치한다.

다. 변압기 계획

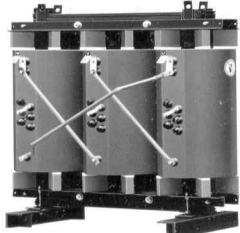
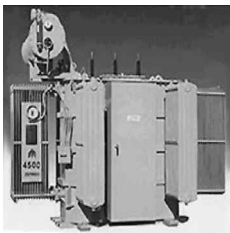
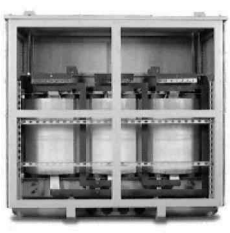
(1) 변압기의 용량

■ 변압기의 용량은 단계별 시설계획에 의한 부하측의 최대수요전력 이상으로 하고, 대용량 전동기 기동시의 전압강하를 고려하며, 관련기준 등에 따른 적절한 설비별 수용율 및 부하율을 적용하여 산정한다.

(2) 변압기의 형식

■ 폐수처리시설에 적용되는 변압기는 부하설비의 운전에 필요한 전원공급을 위한 주요 설비로 처리시설 규모와 수변전설비의 구성에 적합한 형식이어야 하고, 설치면적과 전력손실이 적으며 유지관리 및 점검이 간단한 형식의 변압기로 계획한다.

<표 2.6-2 변압기 형식 비교>

구 분	MOLD 변 압 기	유 입 변 압 기	건 식 변 압 기
외형			
연소성/폭발성	난연성, 자기소화성, 비폭발	가연성, 폭발위험성 있음	난연성, 비폭발
전력손실	소	중	대
가격	150%	100%	130%
장점	<ul style="list-style-type: none"> •내흡습성, 내오손성 우수 •설치면적이 적음 	<ul style="list-style-type: none"> •소음이 적음 •가격이 저렴 	<ul style="list-style-type: none"> •난연성이므로 재해시 유리
단점	<ul style="list-style-type: none"> •가격이 고가 	<ul style="list-style-type: none"> •가연성 위험이 있음 •설치면적이 크고 중량이 큼 	<ul style="list-style-type: none"> •정지 후 재운전시 건조작업이 요구됨
선정	○		

(3) 변압기 뱅크(Bank) 구성

■ 변압기는 사고시 또는 보수 점검시에도 정상적인 부하운전이 가능하도록 복수의 뱅크구성을 계획하고 증설계획을 고려하여 종합적으로 경제적인 뱅크 구성이 되도록 하며, 변압기 전단에는 차단기를 설치하여 사고시 현장 및 원격에서 예비변압기로 절제할 수 있도록 한다.

<표 2.6-3 변압기 뱅크 구성방식 비교>

구분	2BANK 구성방식(1대상용, 1대예비)	3BANK 구성방식(2대상용, 1대예비)
구성도		
특징	<ul style="list-style-type: none"> •계통구성 간단 •사고시 정상운전 가능→예비율 100% •설비비 및 설치면적 적음 •변압기 이용률 저하 	<ul style="list-style-type: none"> •계통구성 다소 복잡 •사고시 부하제한 필요→예비율 50% •설비비 및 설치면적 많음 •변압기 이용률 증대
경제성	100%	150%
선정	○	

라. 예비전원 설비

■ 예비전원 설비는 공급되는 상용전원의 정전사고에 대비하여 처리시설에 전력을 공급하는 비상 발전기설비와 직류전원 공급설비, 무정전 전원 공급설비로 구분된다.

(1) 비상발전기 설비

- 폐수처리처리시설의 경우 전원의 공급 신뢰도가 처리공정 및 시설의 운전과 유지관리에 미치는 영향을 종합적으로 검토하여야 한다.
- 또한 예비변압기를 설치함으로써 높은 전력공급 신뢰도를 유지할 수 있도록 고려되어 있으나 폐수처리시설의 특성을 고려하여 변전소 사고를 대비한 비상발전기를 설치하는 것으로 계획한다.

(2) 직류전원 공급설비

- 직류전원 공급설비는 전기실내에 설치하고 충전기, 축전지 및 직류배전반 등으로 구성되며 차단기의 제어전원과 비상조명 전원의 전력공급 등으로 사용 목적에 적합한 설비구성을 계획한다.
- 축전지의 형식은 연축전지를 사용하도록 하며 무보수 밀폐형(방전시간 : 30분 이상)으로 계획한다.

<표 2.6-4 축전지 형식 비교>

구 분	무보수 밀폐형 연속전지	알 칼 리 축 전 지
극판형식	페이스트식	소 결 식
공칭전압	2.0V/Cell	1.2V/Cell
수명	7~9년	12~15년
장점	<ul style="list-style-type: none"> •균등충전, 보수, 비중측정 불필요 •자기방전이 적음 •수납성이 양호 	<ul style="list-style-type: none"> •고율방전 특성이 우수 •저온특성이 우수하고 긴 수명 •소형 경량으로 대용량 방전이 가능
단점	<ul style="list-style-type: none"> •온도조건이 수명에 영향 •고율방전특성이 알칼리에 비해 불리 	<ul style="list-style-type: none"> •주기적인 균등충전 및 촉매전의 교환이 필요 •용도폐기시 특정폐기물로서 환경오염 우려 •가격이 고가이며, 전량 수입품 사용
선정	○	

마. 전기설비 원격감시제어

(1) 설비계획

■ 전력계통은 원격감시제어로 효율적으로 전력을 관리하고, 전력계통의 고장발생시 Alarm Printer 출력 및 자료관리로 신뢰성이 향상되도록 계획하였다.

<표 2.6-5 전력감시제어의 목적 및 기능>

구분	주요내용
목적	<ul style="list-style-type: none"> •효율적인 전력감시제어 계통 확립 •전력설비 원격감시제어 운영으로 인력 절감 •부하 전력의 상시감시로 수변전설비 효율적 운영
감시기능	<ul style="list-style-type: none"> •기기의 상태표시(운전, 정지) •기기의 이상, 고장의 표시 •계측(전압, 전류, 전력, 역률, 주파수, 전력량등)
제어기능	<ul style="list-style-type: none"> •기기의 조작 : 운전, 정지
보호기능	<ul style="list-style-type: none"> •과전류, 단락, 지락, 저전압

바. 역률개선 설비

(1) 설비계획

- 전동기 기동회로에 콘덴서를 개별 설치(개선역률 90%)하고, 변압기 무부하 보상용 콘덴서를 설치하도록 계획하였다.

<표 2.6-6 역률개선 방식>

구분		주요내용
역률 개선 방식	개별설치	•1.5kW 이상 전동기 기동회로에 콘덴서 개별 설치(개선역률 90%)
	일괄설치	•변압기 2차측에 무부하 보상용으로 일괄 설치
콘덴서 용량 선정기준	변 압 기	•500kVA 이하 : 변압기 용량의 5% •500초과~2,000kVA이하 : 변압기 용량의 4% •2,000kVA 초과 : 변압기 용량의 3%
	유도전동기	•각 전동기별 부하에 적합한 개별 콘덴서 설치

(2) 역률개선용 콘덴서 설치방식

- 전동기 기동회로에 콘덴서를 개별 설치(개선역률 90%)하며, 역률개선 효과가 크고 전동기를 일괄 개폐함으로써 부하 변동에 대한 대응성이 뛰어난 개별설치 방식과 변압기 무부하 보상용의 일괄 설치 방식을 병용하여 효과를 극대화할 수 있도록 계획하며, 설치방식 비교표는 다음과 같다.

<표 2.6-7 콘덴서 설치방식 비교>

구분	개별설치	일괄설치
개요	•개별 전동기마다 병렬로 콘덴서를 설치하여 역률 개선	•대용량 콘덴서 균을 모선에 일괄설치
역률 개선효과	•크다	•적다
장·단점	•부하변동의 대응성 용이 •역률 자동조정 불가	•부하변동의 대응성 불리
적용	•개별설치 : 전동기 회로에 역률 개선용으로 개별설치 •일괄설치 : 변압기 2차측에 무부하 보상용으로 일괄설치 (변압기 용량의 3~5%)	

사. 부하설비

- 처리시설의 부하설비는 동력설비, 조명설비 및 전열설비 등으로 구성되며 효율이 높은 기기선정으로 안전하고 경제적인 시설이 되도록 계획한다.

(1) 동력설비

- 폐수처리시설의 전기설비는 전동기 부하가 대부분이므로 안전성, 신뢰성, 운전조작의 편리성 및 유지관리의 용이성 등을 감안하여 다음과 같이 계획한다.

■ 전동기 사용전압

- 전력계통과 전동기 단위용량에 따라 결정토록 하며 경제성, 운전성, 유지 관리성 등을 고려한다.

■ 전동기 기동방식

- 전동기의 기동방식은 기동시의 기동전류, 배전계통의 전압강하, 부하의 특성 및 운전조건 등을 고려하여 선정한다.

<표 2.6-8 기동방식 비교>

구 분	전전압기동	Y-△ 기동	Soft Starter(WCF)	Inverter(VVF)
개요	<ul style="list-style-type: none"> •정격전압 인가 	<ul style="list-style-type: none"> •Y결선으로 기동하여 기동 전압을 1/3로 감압 	<ul style="list-style-type: none"> •SCR을 사용 모터의 기동 토크로부터 정토크까지 서서히 증가 기동 	<ul style="list-style-type: none"> •DC 전류를 조정하여 부하토크를 제어
회로구성				
기동전류	100%	1/3	1/3	가 변
기동토크	100%	1/3	1/3	가 변
단자전압	100%	57.7%	100%	100%
장 점	<ul style="list-style-type: none"> •가속토크가 최대 	<ul style="list-style-type: none"> •감압기동기로서의 사용실적 최다 	<ul style="list-style-type: none"> •저전류 기동 •입력전압 제어에 의한 전력비 절감 	<ul style="list-style-type: none"> •전압 및 주파수 가변에 의한 전력비 절감 가능
단점	<ul style="list-style-type: none"> •기동전류가 가장 큼 •기동시 전기적 기계적 충격이 큼 	<ul style="list-style-type: none"> •기동시 전기적 기계적 충격이 큼 •배선량 2배 소요 	<ul style="list-style-type: none"> •SCR 스위칭시 약간의 노이즈 발생 	<ul style="list-style-type: none"> •공사비 과다
선정	○			

■ 현장 조작반(Local Operating Panel: LOP)

- 현장 조작반(Local Operating Panel: LOP)은 현장에서 기계의 상태를 직접 감시하면서 수동운전이 가능하도록 기계측에 근접하게 설치하며, 운전제어의 위치선택 스위치, 운전, 정지의 자동복귀방식 Control 스위치 및 상태 감시를 위한 Lamp등이 부착 되도록 계획한다.

■ 전동기 제어반

- 전동기 제어반은 만일의 고장발생시 타 부하의 운전에 지장을 주지 않고 안전하게 수리가 가능한 인출형 UNIT 구조로 계획하며, 전동기 제어를 위한 차단기, 개폐기, 계전기 등이 설치되고, 차단기 조작 Handle과 기계장치의 조작 및 운전상태 표시 Lamp(운전, 정지, 고장)등이 부착되도록 계획한다.

(2) 배전방식

■ 설계방향

- 케이블 굵기는 허용전류 및 전압강하를 고려한 규격으로 선정
- 케이블 집중구간은 공동구내 트레이 배선방식 채택으로, 보수점검의 편리성 제고
- 간선케이블은 고장전류에 견디는 용량으로 선정
- 부하 말단에서 5% 이내의 전압강하로 제한할 수 있는 적정케이블 굵기 선정 (200m 이상은 7%이하로 선정)
- 옥내용 전선관은 유도장해가 적고 충격에 강한 아연도 전선관 사용

<표 2.6-9 적용케이블 형식 및 부설방식 선정>

구분	적용케이블							최소 굵기	포설방식	
	F-CN/CO-W	FCV	HIV	FR-3	F-CW	FCW-SB	F-GV		케이블 트레이	전선관
특고압	●							60[m ²]	●	●
고압동력		●						35[m ²]	●	●
저압동력		●						2.5[m ²]	●	●
전등전열			●					2.5[m ²]		●
소방시설			●	●				1.5[m ²]		●
제어용					●			1.5[m ²]	●	●
신호용						●		1.5[m ²]	●	●
접지용							●	2.5[m ²]	●	●

(3) 조명설비

- 조명설비는 시설 장소에서 필요로 하는 명시조건에 적합하여야 하며, 처리시설 내외의 주위환경과 조화를 이루도록 경제적이며 취급하기 쉽고 안전하여야 한다.
- 백열전구는 일반적으로 광도가 높고 열방사가 많으나 배광제어가 용이하며 점등에 이르는 순응성이 좋으므로 광원의 특성에 적합하게 시설장소를 계획한다.

- 메탈 할라이드등은 배광제어가 용이하며, 자연색과 거의 같은 광색으로서 연색성이 좋은 장점이 있으므로 옥외조명 또는 고천장의 기계실 등에 적용하며 순응성의 취약점을 보완하기 위하여 전구식 형광등을 병용하여 시설하도록 한다.
- 형광등은 저휘도 광원으로서 명시를 주로 하는 사무실 및 전기실 등의 전반조명에 적용함으로써 양질의 조명을 경제적으로 사용하도록 계획한다.

아. 정보 통신설비 및 소방설비

(1) 전화설비

- 처리시설내의 각 건물과 부서 상호간 및 처리시설 내외의 업무연락을 위하여 자동전화 교환설비(Key Phone) 설치를 계획 한다.

(2) 방송설비

- 관리동에 시설의 규모에 적합한 PA System을 설치하고 필요 개소에 Speaker를 배치하여 공지사항의 전달과 BGM 방송기능을 수행하며 비상방송을 통하여 재난의 예방과 신속한 대피의 기능 등 다목적 방송기능을 효과적으로 운용할 수 있도록 계획한다.

(3) 소방설비

- 소방 설비는 법규 및 기술기준에 따라 적합한 시설이 되도록 하며 화재발생을 신속, 정확하게 탐지, 경보할 수 있도록 계획한다.

(4) 접지 및 피뢰설비

■ 접지설비

- 낙뢰유입시 전체 접지계통의 등전위유지로 인축 및 기기보호
- 전력 및 계측제어기기, 피뢰접지로 구분한 공용접지 방식으로 계획하여 Surge 유입방지

■ 피뢰설비

- 낙뢰로부터 기기 및 인명을 보호할 수 있는 신뢰성이 높은 방식의 피뢰설비 선정
- 방전전류를 신속하게 대지로 방전하여 인축 및 기기 보호할 수 있도록 낮은 접지저항 확보

2.6.4 계측제어설비 계획

가. 사업의 범위

- 감시제어설비 공급 및 설치
- 현장계측설비 공급 및 설치
- 무정전전원설비 설치
- 원격감시설비 구축
- 시설운영 및 안전관리를 위한 CCTV 설비
- 기타 경제적, 효율적 운영에 필요한 자동화설비

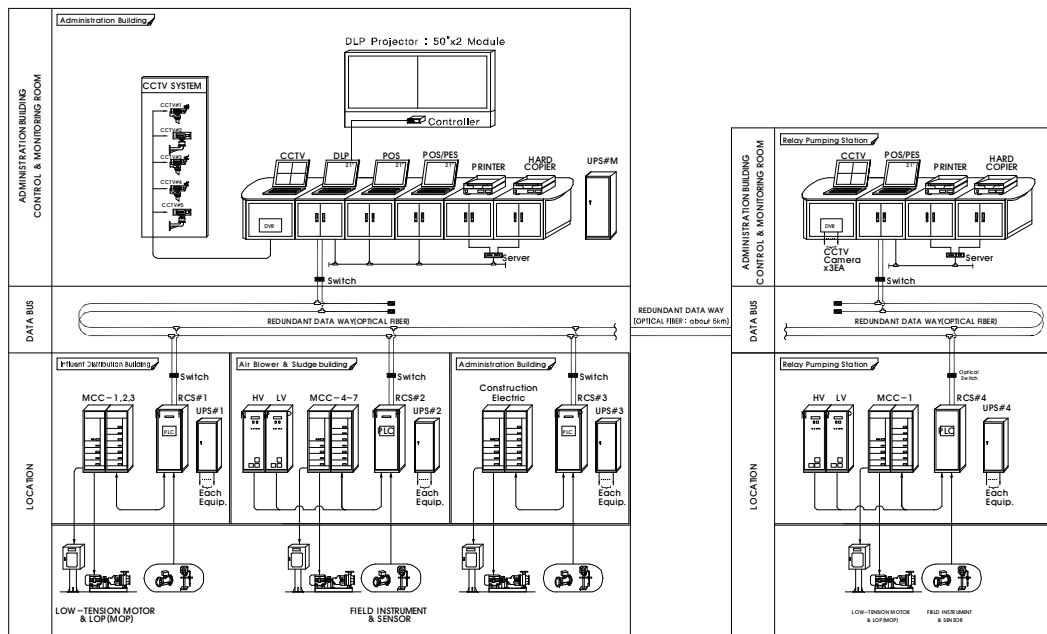
나. 감시제어설비 계획

(1) 감시제어설비 구성

■ 중점사항

- 감시제어방식은 중앙제어실에서 효율적인 감시를 위한 집중감시, 분산제어 방식을 적용하며, 감시제어설비는 호환성 및 유지 관리성이 뛰어난 PLC 시스템으로 선정하고, 데이터 전송설비는 데이터 처리속도 및 데이터 신뢰성 확보를 위하여 광케이블을 적용한다.

<그림 2.6-1 감시제어설비 구성도>



■ 감시제어설비 선정

- 시스템 호환성 및 향후 통합 관리시스템 도입을 고려하고, 유지 관리성이 뛰어난 PLC 시스템으로 계획하였다.

<표 2.6-10 감시제어설비 비교>

구분	PLC(Programmable Logic Controller)	DCS(Distributed Control System)
구성개요	<ul style="list-style-type: none"> •공장 자동화용으로 시스템 개발 •조작은 MMI 소프트웨어로 수행 •입출력은 PLC 하드웨어로 수행 	<ul style="list-style-type: none"> •공정 제어용으로 시스템 개발 •조작 및 입출력을 DCS전용 소프트웨어 및 하드웨어로 구성
이 중 화	•CPU, 전원, 통신 안정적 구현 가능	•CPU, 전원, 통신 안정적 구현 가능
확 장 성	•개방형구조로 확장이 용이	•폐쇄구조로 시스템 확장 난해
제어기능	<ul style="list-style-type: none"> •연동제어 기능 매우 우수 •연속 제어 기능이 취약하나 PID 모듈로 해소 	<ul style="list-style-type: none"> •연동제어 기능 우수 •Loop제어, 연산제어기능 우수
유지보수	•신속한 유지 보수 가능	•주요부품의 조달시간 지연
신 퇴 성	•연동제어 기능 우수	•공정제어 기능 우수
선 정	○	

■ 신호 전송방식의 선정

- 유지보수가 필요 없으며 전송 품질이 우수하여 Data 전송에 적합한 방식으로 계획하였고, 데이터 케이블 비교표는 다음과 같다.

<표 2.6-11 데이터 케이블 비교>

구분	광케이블	동축케이블
전송속도	10Mbps ~ 100Mbps	1Mbps ~ 10Mbps
특 징	신호 손실이 없음	단거리 전송에 적합



■ 네트워크 형상비교

- 버스형이나 성형에 비해 장애에 대한 안전성이 우수하고 선로 길이를 경제적으로 구성이 가능한 링 방식으로 계획하였다.

■ 중앙감시반 선정

- 24시간 운영이 가능하며 안정성 및 프리젠테이션 기능이 우수한 방식을 선정하였으며, 감시제어설비와의 연계에 의한 다양한 화면정보제공이 가능하고 향후 화면 변경과 유지관리가 용이한 시스템으로 선정하였다.
- 유지보수 측면에서 우수하고 떨림 현상이 없으며 전력소모가 비교적 적은 DLP 방식으로 계획하였고, 영상감시반 비교표는 다음과 같다.

<표 2.6-12 영상감시반 형식 비교>

구분	DLP Projector	LCD Projector	CRT Projector
외형			
영상표출 방식	•Digital Micro-mirror Device (DMD)에 의한 반사광제어방식	•TFT-LCD 투사방식	•Color Gun Projector 방식
선명도	•입력신호를 Digital로 처리, 부드럽고 선명한 화질로 재생	•모듈의 크기가 작을수록 선명 •전체 Screen면 일정	•모서리부분의 선명도 감소
해상도	•SXGA 이상	•640×480~1,280~1,024Pixel	•640×480~1,280~1,024Pixel
정지화상 특성	•우수	•우수	•보통
표현색상	•256 Color 이상	•256Color	•560Color
밝기	•5,000ANSI Lumens	•2,000~2,200 Lumens	•200~310ANSI Lumens
지속성	•양호	•양호	•장시간 정지화면 표현시 Burn-In 현상 발생
소비전력	•약 220W/Module	•약 260W/Module	•약 575~650W
Lamp 수명	•약 8,000Hr	•약 2,000Hr	•약 750Hr
선정	○		

다. 계측기기 계획

(1) 선정계측기기 선정

■ 폐수처리시설의 수질관리 및 에너지의 효율적 운영과 약품주입량의 적절한 관리를 위해서는 정밀도가 높고 유지보수가 용이한 계측기의 선정이 요구되며 측정용도별 기기의 특성에 적합하도록 다음과 같이 선정하였다.

■ 선정조건

- 계측기기 선정조건으로 측정의 정밀도가 높고, 유지관리가 용이한 기종을 선정하며, 설치환경이 열악한 폐수처리 설비의 특성을 고려하여 내구성 및 확장성이 뛰어난 기종으로 선정하였다.

■ 설계적용

- 단순 Monitoring용 계측기는 운영관리에 필수적인 항목으로 최소화하며, 자동제어 요구수준에 적합한 정밀도가 높은 기종으로 선정하고, 센서자동 세정장치를 설치하도록 하였다.

- 또한 내구성, 내식성이 우수한 재질을 선정하며, 동절기 동파방지를 위하여 Water 세정방식을 배제하고 Air jet 방식을 적용하였다.

- 약품을 사용하는 샘플링방식 분석계를 침적형으로 개선하여 유지관리가 용이하도록 계획하며, 운전조작 및 유지관리가 용이한 계측기기를 선정(계기의 교정과 소모품 교환이 편리한 기기)하고, 배관상에 설치되는 계측기는 유지보수를 고려하여 필요시 By-Pass 배관을 설치하도록 하였다.

■ 선정기호 전송방식

- 신호전송이 신속하고 감시제어설비와의 결합성 및 유지관리가 용이한 전기신호방식으로 다음과 같이 선정하였다.

<표 2.6-13 전송 신호방식>

구분	신호
변환기, 전기설비 ~ Remote Control Station	DC 4~20mA 전류신호 또는 직렬통신 (RS-485 등)
Remote Control Station ~ Operator Station	IEEE802.3 Ethernet 통신

■ 현장계측기기 선정

- 계측기기의 선정 시 최적의 계측기기가 적용되도록 다음의 선정기준을 검토하여 계획하였다.

<표 2.6-14 현장계측기기 선정>

구분	선정기준	적용기기
내구성	•방수, 방진형 구조 선정	•전자유량계, 초음파 수위계 •수질계측기
내식성	•접액부는 STS 304 이상의 재질선정 •옥외 노출부는 STS 304 이상의 재질선정 •배관에 설치하는 기기는 배관재와 동등 이상의 재질사용	•전극, Diaphragm •계기몸체, 취부금구 등 •유량계 등
유지관리성	•수질계측기는 자동세정장치 부착형 선정	•수질계측기
외함	•옥내 설치되는 계측기기는 변환기외함 설치	•옥내 계측기기
	•옥외 설치되는 계측기기는 변환기외함 설치	•방류 유량계
변환기	•주처리시설의 동일개소에 설치되는 계측기기는 집합형 변환기 적용	•pH, 탁도, 잔류염소, 알카리도, 전기전도도, 온도

■ 계측설비의 신뢰성 향상 대책

- 계측설비의 신뢰성 향상을 위하여 특별히 고려된 사항은 다음과 같다.

<표 2.6-15 계측설비의 신뢰성 향상 대책>

구분	주요내용
낙뢰보호	•낙뢰로부터 설비보호를 위하여 계측기는 피뢰기 설치 (신호용, 전력용) •계측제어접지와 전력접지계통에 전위차 해소기를 도입하여 과도시 등전위 유지 •전체 접지저항을 공용접지로 계획하여 Noise 유입 방지
현장지시	•모든 변환기는 현장조정 및 유지관리를 위한 현장지시계 부착형 선정
내부식대책	•옥외 설치 변환기 외함은 내식성 재질 선정(STS 304 이상) •옥내 설치되는 변환기는 충분한 Enclosure 등급을 유지하고 외함은 배제
자동세정	•수질분석계기는 자동세정장치(Air Jet) 부착형 선정
이중화구성	•수위계를 이중화 구성하여 기기 고장 및 오동작을 보완하도록 구성
계측기 형식	•프로세스 조건, 계측 목적에 부합되는 검증된 기기 선정

라. 무정전 전원공급설비(UPS)

(1) 기본방향

- UPS는 보수점검이 적고 연속 운전시간이 가능한 기종으로 정전시의 운전 지속시간이 30분 이상이어야 하며, 계측제어 설비의 기능을 발휘시킬 수 있는 전원의 질이 보증되고, 신뢰성이 높은 형식을 고려하여 계획한다.

(2) 설비계획

- UPS는 부하 배치 및 장래 증설을 고려하여 6개소를 분산 배치하며, IGBT 소자를 사용한 PWM 제어방식으로 고조파 발생을 근본적으로 억제한 방식을 선정하고, 축전지는 무보수 밀폐형 연축전지로 최소 30분 이상의 전원공급이 가능한 용량으로 선정하였다.
- 또한 UPS의 배치 방식을 검토한 결과 신뢰성 및 유지 관리성이 우수한 분산 배치로 계획하였다.

마. CCTV

- 동축케이블 및 저조도, 고해상도 카메라를 이용한 영상감시로 관독성이 극대화되도록 계획하였고, 옥외설치 카메라는 야간의 유효한 감시를 위하여 램프 부착형을 선정하였다. 또한 원격제어 회전식 카메라 설치로 감시 취약지역을 최소화하고, 옥외 카메라는 전원 및 신호선에 피뢰기를 설치하여 낙뢰로부터 보호하도록 계획하였다.

2.7 운영 및 유지관리 계획

2.7.1 운영관리 계획

가. 개요

- 공공하수처리시설의 운영관리란 시설에 대한 설계 시 정해진 성능이 정상적으로 유지될 수 있도록 시설물 사양에 정한 운전방법으로 적정하게 관리하여 목적 한 기능을 충분히 발휘시키고, 또한 기능을 손상시키지 않도록 함과 동시에 시설을 보전시키기 위한 기술상 및 운전상의 계통적인 업무이다.
- 본 계획의 운영관리의 목적은 효율적 조직 및 업무분장, 시설운영진단, 시설감시 및 제어 효율성 제고, 비상 상황 대응훈련, 최적수질 상태 유지, 운영관리자 전문화 등이다.
- 다음과 같이 운영관리의 최고 목표를 원활하게 달성하기 위하여 수립한 운영관리 계획의 개요를 나타내었다.

<표 2.7-1 운영관리 계획 개요>

구분	운영관리 계획
중점사항	<ul style="list-style-type: none"> • 안정성 및 효율성이 고려된 경제적 설비운영 • 성능유지 및 개선 <ul style="list-style-type: none"> • 근무체계의 확립 • 안전 및 위생 <ul style="list-style-type: none"> • 설비 운영의 경제적 관리 • 에너지 절감이 고려된 운영
인력절감 측면	<ul style="list-style-type: none"> • 중앙 집중감시 및 분산제어방식 채택 • 설비 자동화
유지관리 측면	<ul style="list-style-type: none"> • 일상점검, 중간점검 및 정기보수 실시 • 비상대책 수립 • 각종 기기 성능에 대한 기록 및 분석 • 주기적인 하수성상 분석을 통한 적정운전 계획수립 • 과부하 운전방지 • 적정보수 예비품 확보 및 관리 • 운전일지 작성 및 분석
에너지 절감 측면	<ul style="list-style-type: none"> • 운전/부하변동에 따른 운전계획 수립 • 설비의 자동화
근무체계 및 안전 측면	<ul style="list-style-type: none"> • 법정 유자격자 및 적정인원의 확보 • 지휘체통의 확립 • 설비의 안정성 및 작업환경의 안정성 확보 • 자질향상을 위한 정기적 교육 • 법령에 의한 규제 준수
대주민 협력체계 측면	<ul style="list-style-type: none"> • 존중 및 청취 • 시설견학을 통한 주민 친화적 설비 정착 • 자료제공을 통한 신뢰구축

나. 운영관리 조직

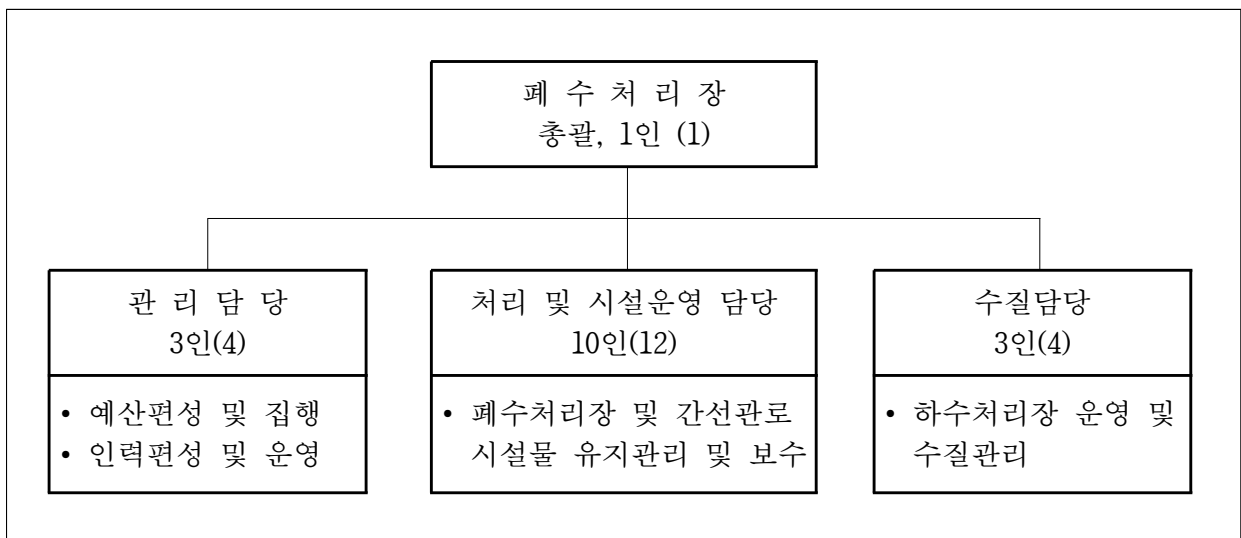
- 폐수처리시설의 효율적인 운영관리를 위하여 여러 분야의 기술요원으로 구성된 조직이 필요하며, 폐수처리시설의 원활한 운영관리를 위하여 한국 및 외국 문헌 자료를 근거로 운영관리 인원을 산정하였다.
- Pluak Daeng 폐수처리시설 1단계 용량 8,500m³/일 및 2단계 용량 14,500m³/일에 대한 운영관리 소요인원은 한국의 처리시설 운영자료를 적용하여 각각 17인, 21인으로 산정하였다.

<표 2.7-2 운영관리 인원 산출>

구분	산출공식	소요인원(인)		비고	
		1단계 (2025년)	2단계 (2035년)		
한국	실적	$N=0.291 \times Q^{0.447}$	17	21	처리시설 운영자료
	환경부	$N=0.230 \times Q^{0.469}$	16	21	하수도 정책방향 연구 보고서
일본	참고문헌	$N=0.229 \times Q^{0.463}$	15	19	
미국	WPCF자료	$N=0.086 \times Q^{0.522}$	10	13	
	EPA자료	$N=0.012 \times Q^{0.679}$	6	8	
	IBRD자료	$N=0.050 \times Q^{0.575}$	9	12	
적용			17	21	한국 실적 자료 적용

- 상기에서 산정한 운영관리 인원에 대한 조직도를 다음과 같이 나타내었다.

<그림 2.7-1 운영관리 조직도>



주: ()은 2단계 용량 14,500m³/일에 대한 운영관리 인원

■ 폐수처리시설의 운영과 유지관리를 수행할 조직의 업무분장은 총괄인 소장과 예산 및 인사 등 행정업무를 수행할 관리팀, 폐수처리장 및 폐수관로의 운영관리와 보수를 수행할 처리 및 시설운영팀과 폐수처리장의 수질관리를 담당하는 수질담당 분야로 구성되어지며 각 담당 업무분장은 다음과 같다.

<표 2.7-3 조직별 업무 분장>

조직	구성원	업무내용
총괄	소장	<ul style="list-style-type: none"> 처리시설의 총책임을 지며, 시설운영 및 인원관리 수행
관리	행정(사무)	<ul style="list-style-type: none"> 문서, 인사, 보안 및 기획예산 복무 급여 후생관리와 운영요원 의 교육훈련 계획수립 사원원가계산 및 경영관리, 물품관리 및 재산관리
처리 및 시설운영	토목건축기계전기운영기능	<ul style="list-style-type: none"> 수처리 팀 <ul style="list-style-type: none"> - 전 처리시설(침사지, 유입펌프장)의 운영 및 유지관리 - 1차, 2차 처리시설의 운영 및 유지관리 - 수처리설비 기기와의 운전조작 슬러지팀 <ul style="list-style-type: none"> - 슬러지처리시설의 운영 및 유지관리 - 슬러지처리 기기와의 운전 - 탈수케익 반출관리 정비팀 <ul style="list-style-type: none"> - 운전조작을 위한 예방점검 - 시설의 문제점을 미리 예측하여 시설개선 및 유지관리 - 간선 폐수관로의 유지관리
수질관리	환경공	<ul style="list-style-type: none"> 수처리분석 <ul style="list-style-type: none"> - 폐수처리 수질분석 및 시스템 운영방안 분석 - 실험장비의 구입 및 유지관리 - 폐수처리 공법 연구 및 기술개발 슬러지분석 <ul style="list-style-type: none"> - 슬러지 실험 분석 및 분석 시약 등 구입관리 - 탈수 케익의 재활용 방안 연구 - 기타 슬러지 관련 분석

2.7.2 유지관리 계획

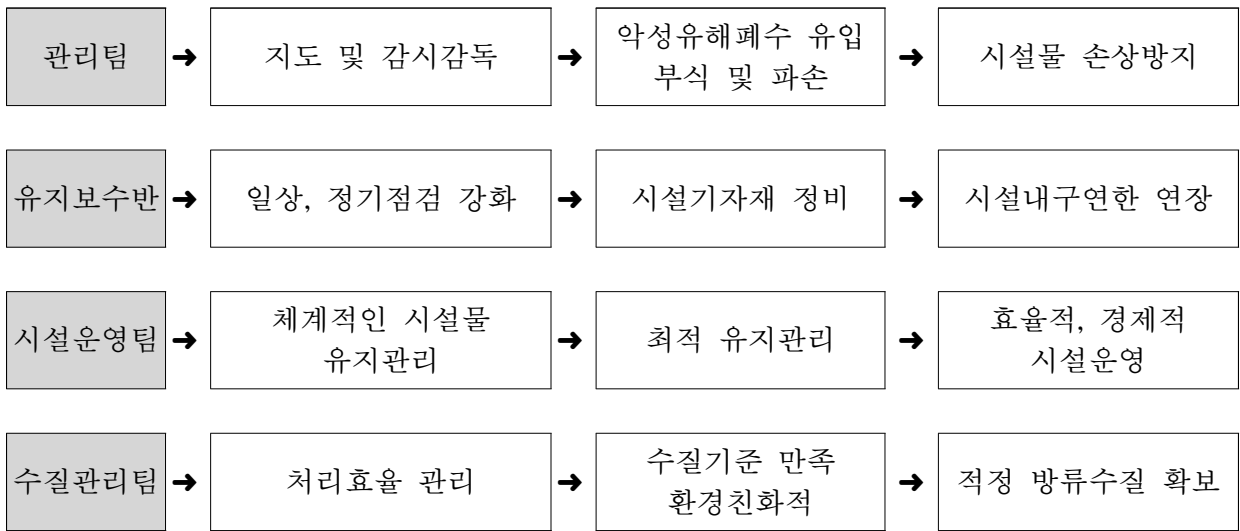
가. 개요

■ 폐수처리시설은 각 설비기능이 충분히 발휘될 수 있도록 주야간 항시 유지관리 및 보수하여야 하며, 일상점검과 정기점검, 보수계획 등을 수립하여 그 기능이 충분히 발휘되고 사고가 미리 방지될 수 있도록 점검, 기록, 관리하여야 한다.

나. 유지관리 내용

■ 유지관리 수행절차는 다음과 같다.

<그림 2.7-2 유지관리 조직도>



■ 유지관리 점검 계획

<표 2.7-4 유지관리 점검 계획>

종류	점검자	점검내용	점검시기
수시점검	관리주체 전문기관	• 유지관리자 및 관리주체의 일상적인 유지관리업무	일일점검 필요판단 시
일상점검	관리주체	• 손상 조기 발견을 위한 정기적 점검	일일점검 필요판단시
정기점검	관리주체 전문기관	• 시설물의 안정성을 확보하기 위한 정기적 점검 • 정밀 육안점검 및 장비를 이용한 점검	월간, 분기별, 년간
긴급점검	관리주체 전문기관	• 태풍, 집중호우, 폭설 등의 재해가 발생한 경우 주요시설물 점검	긴급상황 시 필요판단 시
정밀안전 진단	관리주체 전문기관	• 선정된 시설물의 외관상태, 내구성, 내화성 및 안전도의 파악 • 정밀 육안조사와 장비조사 및 현장시험	관리주체가 필요하다고 인정한 경우

■ 주요설비별 점검항목

<표 2.7-5 주요설비별 점검항목>

구분	일상점검	정기점검	
		월간점검	연간점검
펌프류	<ul style="list-style-type: none"> 이상소음 및 진동여부 베어링 온도상태 배선 압력계, 전류계 지침 축이음 고무상태 	<ul style="list-style-type: none"> 누수 또는 교환부품 패킹 마모상태 축이음 정열 회전부 윤활 계측기 작동 	<ul style="list-style-type: none"> 베어링 분해 취부 프레임의 베어링, 윤활유 라이너링 점검 축이음 점검 및 교환
약품설비	<ul style="list-style-type: none"> 약액탱크 액위 조인트부의 누설여부 	<ul style="list-style-type: none"> 윤활유의 상태 	<ul style="list-style-type: none"> 윤활유 교환 다이아프램 교환 Shaft 분해 청소
송풍기	<ul style="list-style-type: none"> 뉴유, 이상음 유무 전류 토출온도, 압력 	<ul style="list-style-type: none"> 오일점검 후 교환 사용압력에 따른 송풍량 흡입 필터 	<ul style="list-style-type: none"> 베어링 마모상태
계기류	<ul style="list-style-type: none"> 센서부위 세척 분석시약 액위 수치분석과 오차정도 점검 	<ul style="list-style-type: none"> 정기적인 수치 보정 	<ul style="list-style-type: none"> 계기업체 정기점검 의뢰

■ 단위 공종별 주요 점검항목

<표 2.7-6 단위공정별 주요 공정항목>

구분	점검항목
침사지설비	<ul style="list-style-type: none"> 침사지수위 및 유속관리 : 지별 제어운전, 계절별 침사제거 주기 조정 협잡물 스크린, 침사제거 베어링 및 누수지점 관리 동력비 절감 위한 수위계 최적제어와 연속성 유지관리
일차침전지	<ul style="list-style-type: none"> 슬러지 수집기의 정상적인 운전관리 : 구동모터와 스프라켓의 정기점검 호퍼(Hopper)의 슬러지 저장 능력을 고려한 펌프의 인출회수 제어관리 슬러지 펌프 가동시 진동 및 적정유량 배출과 슬러지 흡입 등 관리
생물반응조	<ul style="list-style-type: none"> 공기 주입설비의 유지관리 : Blower의 중요부분 유지점검 미생물농도와 최적 농도관리 : DO meter를 이용한 조별 일일 검측과 포기설비 점검 슬러지 침전성과 현미경 검측을 통한 미생물관리 하절기/동절기 운전관리 표준화 작성관리
이차침전지	<ul style="list-style-type: none"> 슬러지 수집기와 슬러지 펌프 등의 일일 점검관리 활성슬러지 부상 및 상등수 투시도 관리 슬러지 인발량 및 반송량 제어관리

2.8 유지관리비 산정

2.8.1 유지관리비 산정

가. 유지관리비 산정

- 폐수처리시설의 유지관리비는 일반적으로 인건비, 전력비, 약품비, 슬러지처리비, 개보수비, 기타 등으로 구성되어진다.
- 본 계획에서는 한국의 기존 폐수처리시설의 3년 동안의 유지관리운영 현황을 검토하여 단가를 산정하였으며, 유지관리비 산정 결과는 다음과 같다.
- 인건비의 경우는 태국 현지 노임단가를 적용하여 산정하였다.
- 향후, 인근 산업단지 등의 연계처리시 시설용량의 증가에 따라 유지관리 인원 및 유지관리비용은 변경 될 수 있다.

<표 2.8-1 인건비 산정>

구분	인건비 단가 (USD/년.인)	투입 인원	인건비	비고	
			USD/년		
1단계 (2025년) (8,500m ³ /일)	고급기술자	4,679	1	4,679	
	중급기술자	4,019	4	16,074	
	초급기술자	3,239	4	12,957	
	중급기능사	3,297	8	26,373	
	소계		17	60,083	
2단계 (2035년) (14,500m ³ /일)	고급기술자	4,679	1	4,679	
	중급기술자	4,019	5	20,093	
	초급기술자	3,239	5	16,197	
	중급기능사	3,297	10	32,966	
	소계		21	73,935	

<표 2.8-2 유지관리비 산정>

구분	적용기준	1 단계(2025년)	2단계(2035년)
산출기준	유지관리인원(인)	17	21
	유입하수량(m ³ /일)	8,480	14,401
	슬러지발생량(m ³ /일)	6.12	15.00
구분	단가	유지관리비 USD/년	유지관리비 USD/년
인건비	-	60,083	73,935
전력비	0.052USD/m ³	159,919	271,579
약품비	0.017USD/m ³	52,618	89,358
슬러지처리비	63.7USD/m ³	142,201	348,533
개/보수비	0.029USD/m ³	89,761	152,435
계		504,582	935,840

2.9 사업비 산정

2.9.1 개요

- 총 사업비는 공사비, 시운전 및 교육훈련비, 컨설팅서비스비 등의 직접사업비, 물량예비비, 사업관리비 등의 간접사업비로 구성되며, 공사비는 폐수처리시설에 대한 수량을 기준으로 산정하였다.
- 향후 시행될 기본 및 실시설계 단계에서 세부적인 지질 및 현황조사결과에 의해 일부 시설공사비가 증감될 수 있으며, 공사비 산정기준, 기자재 및 설비 공급업체의 계약조건에 따라서 공사비는 변경될 수 있다. 이러한 사유들에 의한 변경 등을 감안하여 예비비를 일정부분에 책정하여 수량 증가 및 물가상승 등에 대비하도록 계획하였다.
- 직접공사비는 공사에 소요되는 자재비 및 설치비용을 포함하여 산정하였다.
- 시운전 및 교육훈련비는 시설물 시공완료 후 6개월간 종합시운전에 필요한 비용과 인력에 대한 교육훈련비를 포함한다.
- 컨설팅서비스비는 기본 및 실시설계, 공사감리비 등에 소요되는 인력에 따른 인건비와 시설부대비용을 포함한다.
- 수량 증감 및 물가상승에 대비하여 예비비는 직접공사비의 10%를 반영.
- 사업관리비는 직접공사비의 4%를 반영.
- 공사물량 산정기준

<표 2.9-1 공사물량 산정기준>

구분	물량 산정기준
1. 폐수관로	• 하수관망도 작성 후 관중, 관경별 수량산출
2. 폐수처리시설	
- 토목	• 유사사업에 대한 시설용량당 단가 및 주요자재 수량산출 후 본 사업 계획용량에 적용
- 기계	• 용량계산서를 근거로 기계리스트 작성
- 전기	• 토목과 동일
- 건축	• 토목과 동일

2.9.2 사업비 산정

가. 직접공사비

- 폐수처리시설 직접공사비 산출을 위해, 한국의 유사규모 동일 공법의 처리시설을 근거로 각 공종별로 토목, 기계, 전기/계측, 건축공사로 분류하여 산출하였다.
- 관로의 직접공사비 산출은 한국의 표준하수관로 시설공사비를 적용하여 산출하였다.
- 향후 상세설계로 시행 될 기본 및 실시설계 단계에서 세부적인 지질 및 측량 조사결과에 의해 일부 시설공사비가 증감될 수 있으며, 공사비 산정 기준, 수 처리 기자재 및 설비 공급 업체의 계약 조건에 따라서 공사비는 변경 될 수 있다.

<표 2.9-2 직접공사비>

(단위 : 천USD)

구분	1단계	2단계	합계
직접공사비	21,074	22,353	43,427
1. 폐수관로	2,962	9,675	12,637
2. 폐수처리시설	18,112	12,678	30,790
- 토목	7,711	5,398	13,109
- 기계	7,425	5,197	12,622
- 전기	2,070	1,449	3,519
- 건축	906	634	1,540

나. 시운전 및 교육 훈련비

- 시운전 비용은 시설물 시공완료 후 6개월간 종합시운전에 필요한 비용과 운영인력에 대한 교육훈련비가 포함된다.
- 시운전비 구성은 시운전 기간 동안에 투입되는 인건비와 약품비, 전력비 등의 직접경비, 현지출장비, 기타경비, 교육훈련비 등으로 구분하여 산정하였다.

(1) 인건비

- 인건비는 한국의 전문가 5인의 파견을 계획하였으며, 향후, 시운전 수행과정 중 업무 요구도에 따라 투입 시기 및 인원은 조정 될수 있다. 한국 전문가의 인건비는 한국엔지니어링협회에서 제공하는 엔지니어링 노임단가를(2017. 01발표)를 적용하여 산정하였고, 특별인부의 경우 태국 현지 인력으로 계획하였다.
- 시운전기간 6개월에 소요되는 인력, 투입기간 및 그에 따른 소요되는 인건비는 다음과 같이 산정하였다.

<표 2.9-3 시운전 인건비 산정>

구분	분야	인력 (M/D)	단가(USD)	인건비(천USD)	비고	
1 단 계	특급기술자	환경	30	234	7	
	중급기술자	환경	180	162	29	
	중급기술자	기계	60	184	11	
	중급기술자	전기/계측	60	169	10	
	초급기술자	환경	150	140	21	
	특별인부	-	180	10	2	태국현지인력
	소계				80	
2 단 계	특급기술자	환경	30	234	7	
	중급기술자	환경	180	162	29	
	중급기술자	기계	60	184	11	
	중급기술자	전기/계측	60	169	10	
	초급기술자	환경	150	140	21	
	특별인부	-	180	10	2	태국현지인력
	소계				80	
합계				160		

(2) 시운전 직접경비

- 시운전기간 6개월에 소요되는 직접경비는 한국의 유사규모 동일 공법의 처리시설을 근거로하여 산출하였으며, 수질분석비, 악취분석비, 보고서 및 지침서 작성비, 약품비, 전력비, 교육훈련비 등으로 구분하였다.
- 폐수처리시설 운영요원들에 대하여 폐수처리 실무이론 및 실무응용 기술 등 폐수처리 분야의 체계적인 실무교육을 통해 효율적이고 합리적인 업무를 수행할 수 있도록 함과 동시에 향후 시설의 유지관리를 담당할 운영요원들의 유지관리 능력 향상을 위해 교육훈련비용을 계획하였다.

<표 2.9-4 시운전 직접경비 산정>

(단위 : 천USD)

구분	1단계	2단계	합계	비고
수질 분석비	109	109	218	
약취 분석비	6	6	12	
보고서 및 지침서 작성	4	4	8	
약품비	21	14	35	
전력비	80	56	136	
교육훈련비	4	4	8	
직접경비 소계	224	193	417	

(3) 시운전비 산정

<표 2.9-5 시운전비 산정>

(단위 : 천USD)

구분	1단계	2단계	합계	비고
인건비	80	80	160	
직접경비	224	193	417	항공료, 숙박비, 식비
출장경비	78	78	156	차량렌트, 사무기기, 사무실운영비 등
기타경비	9	6	15	
합계	391	357	748	

다. 컨설팅서비스 비용

- 컨설팅서비스 비용은 기본설계비, 실시설계비, 공사감리비, 시설부대비 등을 포함한다.
- 「하수도분야 보조금 편성 및 집행관리 실무요령(환경부, 2016)」을 참조하여 기본 및 실시설계, 감리비등에 소요되는 컨설팅서비스 비용을 산정 하였다.

<표 2.9-6 시설부대경비 효율>

(단위: %)

공사비	기본설계비	실시설계비	공사감리비	시설부대비
5 천 만 원 까 지	3.17	6.34	3.02	1.08
1 억 원 까 지	2.97	5.93	2.85	0.90
2 억 원 까 지	2.37	4.74	2.26	0.72
3 억 원 까 지	2.17	4.33	2.06	0.72
5 억 원 까 지	1.96	3.94	1.89	0.72
10 억 원 까 지	1.73	3.47	1.66	0.63
20 억 원 까 지	1.59	3.19	1.53	0.36
30 억 원 까 지	1.54	3.08	1.48	0.36
50 억 원 까 지	1.51	3.02	1.45	0.27
100 억 원 까 지	1.48	2.94	1.41	0.25
200 억 원 까 지	1.43	2.84	1.37	0.23
300 억 원 까 지	1.42	2.83	1.35	0.23
500 억 원 까 지	1.38	2.78	1.33	0.23
1,000 억 원 까 지	1.37	2.73	1.30	0.23
2,000 억 원 까 지	1.35	2.70	1.28	0.21
3,000 억 원 까 지	1.34	2.66	1.25	0.19
5,000 억 원 까 지	1.31	2.64	1.23	0.17

<표 2.9-7 컨설팅서비스 비용 산정>

(단위 : 천USD)

구분	적용요율(%)	1단계	2단계	합계
직접공사비	-	21,074	22,353	43,427
기본설계비	1.42	299	317	616
실시설계비	2.84	599	635	1,234
공사감리비	1.37	289	306	595
시설부대비	0.23	49	51	100
합계	-	1,236	1,309	2,545

라. 총 사업비 산정

■ 각 단계별 총 사업비는 다음과 같다.

<표 2.9-8 총 사업비 산정>

(단위 : 천USD)

구분	1단계(2025년)	2단계(2035년)	비고
1. 직접공사비	21,074	22,353	
a. 폐수관로	2,962	9,675	
b. 폐수처리시설	18,112	12,678	
2. 시운전 및 교육훈련비	391	357	
3. 컨설팅서비스 비용	1,236	1,309	
4. 직접사업비(1+2+3)	22,701	24,019	
5. 법인설립비	89	89	
6. 사업관리비(4% of 4)	908	961	
7. 이행보증보험료	203	346	
8. 금융부대비용	2,257	3,850	
9. 물량예비비(10% of 4)	2,270	2,402	
10. 총 사업비(4+5+6+7+8+9)	28,428	31,667	

2.10 경제적 타당성 분석

- 공공시설 투자사업의 경제적 타당성(또는 경제성) 분석은 투자계획안의 비용과 효과를 분석하여 경제적 효율성과 공공시설 건설에 대한 자원공급의 적합성을 검토하는 것이다. 이는 사업의 효율성을 극대화하여 투자재원을 최적 배분할 수 있도록 투자의 적합성을 사전적으로 분석하는데 그 목적이 있다.

2.10.1 기본방향

- 경제성 분석은 시설자체에 대한 수익과 비용을 분석하는 재무적 타당성(또는 재무성) 분석과 달리 거시적인 관점에서 편익과 비용을 분석하는 방법이다. 즉, 재무성 분석의 경우 사업자의 수익성 관점에서 사업의 수락/거절(Accept or Reject)에 대한 의사결정 시 접근하는 방법론인 반면, 경제성 분석은 사회적 편익, 비용을 분석함으로써 해당 사업이 사회적 관점에서 추진되는 것이 타당한 지를 검토하는 것이다.

2.10.2 분석방법

- 우선 편익/비용 비율(Benefit- Cost Ratio, B/C)이란, 건설 및 운영 기간동안의 총편익과 총비용의 할인된 금액의 비율이다. 모든 편익과 비용은 현재가치로 환산한다. 즉, 장래에 발생될 비용과 편익을 사회적할인율을 이용하여 현재가치로 할인한 것이다. 일반적으로 편익/비용 ≥ 1 이면 경제적 측면에서 효율적이고 타당하다고 판단하며, 이는 아래 공식에 따라 산출한다.

$$BCR = \frac{B}{C} = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r_e)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r_e)^t}}$$

$$ENPV = B - C = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r_e)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r_e)^t}$$

- 세번째로 내부수익률(Economic Internal Rate of Return, EIRR)은 편익과 비용의 현재가치로 환산된 값이 같아지는 할인율을 구하는 방법이다. 즉, 이는 사업이 투자자본 및 운영비 회수와 손익분기점 달성을 가능하도록 하는 최대 경제적 할인율에 해당한다. 순현재가치가 0일 경우, 내부수익률은 경제적 할인율과 같으며, 이는 아래 공식에 의해 산출한다.

$$ENPV = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+EIRR)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+EIRR)^t} = 0$$

- 아래에서는 편익/비용 비율, 순현재가치, 내부수익률 분석을 통해 경제적 타당성을 분석하였다.

2.10.3 기본가정

- 본 사업은 폐수관로, 중계펌프장 및 폐수처리시설을 설치, 운영하는 사업으로서 먼저 1단계 총 8,500톤을 건설한 뒤 2단계에서 총 14,500톤으로 확장할 계획이다. 경제적 타당성 분석을 위한 전제조건은 다음과 같다.

가. 분석기간

- 분석기준일은 투자 개시일인 2017년 09월 01일이며, 1단계 건설기간은 2020년 07월 01일부터 2024년 09월 30일까지 총 51개월로 가정하였다. 1단계 운영기간은 토목, 건축설비의 경제적 내용연수 및 기계전기, 계측제어 설비의 내용연수를 감안하여 2024년 10월 01일부터 2044년 09월 30일까지 총 20년으로 가정하였다. 단, 2단계 사업기간은 시기적인 면에서 분석 결과의 정확성을 저하시킬 우려가 있어 본 분석에서는 1단계만을 반영하였다.

나. 경제적 할인율

- 본 사업의 할인율은 한국 공공투자 사업의 경제성분석을 위한 사회적 할인율 5.5%을 중용하였다.

2.10.4 편익산정

가. 산정기준

- 폐수관로의 설치에 따른 편익은 그것이 설치되지 않았을 때 발생 될 것으로 예상되는 문제들을 통해 추정할 수 있다. 폐수관로가 설치되지 않았을 때 폐수의 하천차집으로 인한 수질오염, 악취발생 등 환경, 보건 위생상의 많은 문제가 발생되며 폐수처리장은 유입수질 저화와 우천시 유입유량이 증가하므로 운영비용이 늘어나는 손실이 발생한다.
- 폐수관로 설치에 따른 편익은 이상과 같은 편익 외에도 일종의 사양편익(option value)이 포함될 수 있다. 이는 폐수관로를 설치하지 않고서는 폐수처리장을 건설하여도 폐수처리를 할 수가 없기 때문이다. 따라서 폐수관로의 편익에는 폐수처리장설치에 따른 편익도 포함되어야 한다. 폐수처리장이 건설되면 수세변 세수의 폐수관로 직투입이 가능하므로 기존 정화조에 대해서는 유지관리비가 절감되고 신규 정화조의 설치가 불필요하게 된다. 뿐만 아니라 분뇨처리가 불필요하게 되어 분뇨처리장의 건설 및 유지관리비를 절감할 수 있게 된다.
- 폐수처리장의 기능은 폐수를 정화해서 공공수역에 방류하는 것이다. 따라서 폐수처리장의 편익은 폐수를 정화하지 않고 공공수역에 방출했을 때 발생할 것으로 예상되는 피해를 살펴봄으로써 알 수 있다. 폐수를 정화하지 않고 공공수역에 방류했을 때 발생될 것으로 예상되는 피해는 크게 보면 모두 수질 악화에 기인하는 것이라 볼 수 있다. 수질이 악화되면 악취 등으로 생활환경에 악영향을 미칠 뿐만 아니라 수질 생태계를 파괴시킨다. 폐수처리장이 건설되면 폐수를 정화시켜 공공수역에 방출함으로써 수질이 개선될 것인바 폐수처리장의 가장 큰 편익은 수질개선에 따른 편익이다.

나. 산정항목

- 폐수처리시설에 대한 편익은 1. 개별현장 정화조 설치비용 절감, 2. 일차리 창출 및 지역경제 성장, 3. 수인성 질병 감소로 인한 근로손실 감소, 4. 생활환경 개선, 5. 공공수역의 수질 개선, 6. 홍수피해 감소 등의 편익항목이 있으며, 여기서 중요한 점은 상기 열거한 편익항목 중 1-3번 항목은 시장가격으로 정량화가 가능한 반면 4-6번 항목은 정량화하기 어렵다는 것이다. 따라서 4, 5, 6번 편익은 하기 표에 “정성화(Qualitative)” 항목으로 구분하였다.

다. 산정결과

■ 편익 산정 결과는 아래와 같다.

<표 2.10-1 편익산정결과>

(단위: 천 USD, 연간)

구분	경제적 편익
정량화 항목	
1. 개별현장 정화조 설치비용 절감	3,809
2. 일자리 창출 및 지역경제 성장	14,791
3. 수인성 질병 감소로 인한 근로손실 감소	117,483
정성화 항목	
4. 생활환경 개선	-
5. 공공수역의 수질 개선	-
6. 홍수피해 감소	-
합 계	136,082

(1) 개별현장 정화조 설치비용 절감

■ 본 사업완료에 따른 하수처리장 설치에 의하여 처리구역 내 개별 현장의 정화조 설치에 따른 비용 절감이 예상되므로 이를 편익에 반영하였다.

<표 2.10-2 산정결과>

가구수(가구)	가구당 정화조 설치비용 (USD/1회)	운영기간 중 가구당 정화조 설치(회)	총 금액(천 USD)
2,116	600	3	3,809

(2) 일자리 창출 및 지역경제 성장

■ 본 사업의 공사 및 시설 운영으로 인해 하수처리, 차집관로, 슬러지처리, 준설 등과 관련된 상당한 일자리가 창출될 것으로 기대된다. 따라서 일자리 창출 및 그에 따른 지역경제 활성화를 편익에 반영하였다.

<표 2.10-3 산정결과>

공사기간(년)	공사 중 근로자 수(명)	지역경제 활성화 (총 인건비의 %)	총 금액(천 USD)
3	40	40	5,184

<표 2.10-4 산정결과>

운영기간(년)	처리시설 운영 근로자 수(명)	슬러지처리 및 준설 근로자 수(명)	그 외 시설관리 근로자 수(명)	총 금액(천 USD)
20	4	10	3	9,606

(3) 수인성 질병 감소로 인한 근로손실 감소

- WHO 자료에 의하면 2015년 태국 평균사망률은 인구 십만명 당 6900명 정도이며, 여기에 세계보건기구(WHO)가 발표한 수인성 질병으로 인한 평균 사망률 1.90% 를 적용하면 금회사업대상지역내에서 1년에 약 41명이 수인성전염병으로 사망한다고 추정할 수 있다. 본 사업으로 인해 수인성 질병이 감소된다면 그에 따른 근로손실 비용도 절감될 것으로 기대된다.

<표 2.10-5 산정결과>

처리지역인구 (명)	2015년 태국 평균사망률 (%)	수인성 질병으로 인한 평균 사망률(%)	태국 평균연봉 (USD/월)	본 사업으로 인한 평균사망률 감소 (%)	총 금액 (천 USD)
30,947	6.90	1.90	503	80.00	117,483

(4) 생활환경 개선

- 본 사업을 시행함으로써 해양방류저감으로 인한 방류지역에 대한 수질개선으로 인한 개선효과가 예상된다. 이러한 수질개선으로 인해 여가활동 등의 Pluak Daeng 지역 주민 및 관광객들의 생활환경 개선효과가 예상된다.

(5) 공공수역의 수질 개선

- 본 계획지역의 환경기초시설이 방치될 경우 현재 및 장래에 배출되는 발생 하·폐수는 하천/바다로 유입되어 수질악화가 예상된다. 향후 수질이 악화되어 부영양화가 가속화 될 경우, 시민의 보건위생, 자연환경과피 등 상당한 우려를 초래할 수 있다. 따라서 본 사업으로 인한 공공수역의 수질개선은 예상인구수, 의료비용, 생태계 등의 편익으로 볼 수 있다.

(6) 홍수피해 감소

- 주한태국대사관에 따르면 올해 태풍의 영향으로 발생한 홍수로 인해 현재까지 태국 동북부 지역에서만 25명이 사망, 120만여명이 피해를 입었고 피해액만 약 160억 바트에 이를 것으로 예상된다.

- 본 사업이 시행되고 시설이 설치됨에 따라 이러한 홍수 피해는 급격하게 줄어들 것이며, 또한 정화된 우수를 방류함에 따라 홍수로 인한 2차적인 피해까지 방지할 수 있다. 따라서, 홍수피해의 감소는 본 사업의 가장 중요한 편익 중 하나라고 볼 수 있으나, 직간접적 피해를 모두 포함하고 있어 이를 정량화하는 것은 어렵다.

라. 비용산정

- 경제성 분석의 비용항목으로는 크게 총사업비와 운영비로 구분된다.
- 본 분석에서의 운영비는 제세공과금 및 사업운영 관련 보험료 등을 고려하지 않은 분석결과이다. 향후 해당 사항들에 대한 추가적인 검토가 필요할 것으로 판단되며, 이에 따라 운영비의 금액이 변경 될 수 있다.

(1) 총사업비

- 본 사업시행을 위한 총사업비는 다음과 같다.

<표 2.10-6 1단계 총사업비>

(단위: 천 USD)

구분	금액(불변가)	금액(경상가)	비고
1. 직접공사비	21,074	23,271	
2. 시운전 및 교육훈련비	391	447	
3. 컨설팅서비스 비용	1,236	1,324	설계비+감리비
4. 보상비	-	-	
5. 법인설립비	89	89	
6. 사업관리비	908	1,003	(1+2+3)의 4.00%
7. 이행보증보험료	203	203	
8. 금융부대비용	2,257	2,354	
9. 물량예비비	2,270	2,507	(1+2+3)의 10.00%
합 계	28,428	31,197	

- 연도별 투자계획은 다음과 같다.

<표 2.10-7 1단계 연도별 투자계획>

(단위: 천 USD)

구분		2020	2021	2022	2023	2024	Total
금액	불변가	2,655	4,660	9,999	9,267	1,847	28,428
	경상가	2,721	5,026	10,975	10,376	2,099	31,197

(2) 운영비

■ 운영비는 인건비, 제경비 등과 같은 운영관리 비용과 대수선비, 경상수선비 등과 같은 유지관리비용으로 구성된다. 본 사업의 총 운영비는 다음과 같다.

<표 2.10-8 1단계 운영비>

(단위: 천 USD)

구분		합계 (20년)	연평균	분기평균
금액	불변가	10,092	505	126
	경상가	14,107	705	176

※상기 운영비용은 재산세 및 보험료를 고려하지 않은 분석 기준이며, 향후 해당 사항들의 검토 결과에 따라 운영비의 금액이 변경 될 수 있음.

(3) 경제적 타당성 분석 결과

■ 경제성 분석결과 B/C비율은 1보다 크고, 순현재가치는 0보다 크며, 내부수익률은 사회적 할인율보다 크다. 이러한 점에서 우리는 상술한 기준에 따라 본 사업이 경제적으로 타당성이 있는 사업이라고 결론지을 수 있다.

<표 2.10-9 1단계 분석결과>

구분	결과 값
ENPV (Economic Net Present Value)	26,943 천USD
EIRR (Economic Internal Rate of Return)	14.84%
B/C (Benefit Cost Ratio)	1.94

2.11 재무적 타당성 분석

- 재무적 타당성(또는 재무성) 분석은 건설, 운영자의 자금능력과 재무상태를 비교하고, 본 사업이 운영 주체의 재무상태에 미치는 영향을 평가하여 사업 운영주체가 투자 및 운영비 지출에 대응할 만큼 충분한 수익을 기대할 수 있는가를 분석, 검토하여 투자의 효율성을 극대화 할 수 있는 최적의 재원조달방안을 수립, 제시하기 위함이다. 사업의 효율적인 건설 및 운영을 위해서는 재무적 타당성 분석에 기초한 견고한 재무계획(Financial Plan)의 수립이 필수적으로 요구된다.

2.11.1 분석기준

- 재무성 분석의 분석기준으로는 일반적으로 순현재가치와 내부수익률이 있다.

가. 순현재가치

- FNPV는 사업기간 동안의 모든 비용들을 제한 후의 현금유입의 현재 가치이다. 본 사업의 재무적효율성을 확인하기 위해서 현재가치는 반드시 0보다 큰 값이어야 하며 다음 수식에 따라 산정된다.

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t}$$

나. 내부수익률

- FIRR은 순현재가치가 0이 되게 하고 재무적할인율(FDR)과 비교하여 사업(투자)을 평가하기 위한 할인율 (r)이다. FIRR이 FDR보다 클 경우 재무적타당성이 존재한다고 할 수 있으며 아래 공식에 따라 산정된다.

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} = 0$$

2.11.2 기본가정

가. 재무적 타당성 분석을 위한 기본가정

- 본 사업의 재무적 타당성 검토를 위한 기본가정은 아래와 같다.

<표 2.11-1 기본가정>

구분		내용
사업명		Pluak Daeng 폐수처리시설 및 폐수관로 건설
사업방식		BLT (Build-Lease-Transfer)
가격기준일 (불변가격)		2017년 09월 01일
기준통화		USD
사업기간	예상 공사기간	2020년~2024년 (총 51개월)
	예상 운영기간	2024년~2044년 (총 20년)
연간운영일		365일
세금		Corporate Tax 20%
금리		6.20%
자본구조		자본 : 부채 = 25 : 75
자금투입계획		Pro-rata basis
목표사업수익률		8.80%
재무적할인율 (FDR)		5.50%
물가상승률		2.0% 적용

※상기 재무할인율과 이후 분석한 현금흐름은 세전 기준임.

※한국 공공투자 사업의 경제성분석을 위한 사회적 할인율 5.5%를 중용하였음.

나. 사업방식

- 본 사업은 BLT방식을 도입, 즉 민간투자자가 사회기반시설을 건설하고 일정 기간동안 정부에 임대하는 형식이며, 시설에 대한 소유권은 계약기간이 종료된 시점에서 정부에게 이전된다. 그에 따라 주무관청은 임대기간동안에 민간투자자에게 정부지급금을 지급하여 민간의 시설투자에 대해 보전할 것이다.

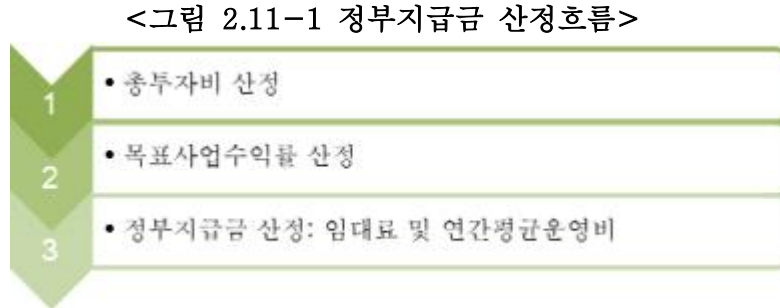
다. 정부지급금의 구성

- 일반적으로, 정부지급금은 시설임대료와 운영비로 구성되며, 부대사업이 있을 경우 정부지급금에서 부속사업순이익을 제외시킨다.
- 본 사업의 경우 부속사업이 존재하지 않는다는 가정 하에 시설임대료와 운영비만으로 구성된다고 본다.

$$\text{정부지급금} = \text{시설임대료} + \text{운영비}$$

라. 정부지급금의 산정흐름

- 하수처리시설의 정부지급금을 산정하기 위해서 다음과 같은 순서로 총투자비와 목표사업수익률을 결정해야 한다.



2.11.3 총 민간투자비 산정

가. 산정기준

- 일반적으로 총투자비는 정부의 건설보조금이 존재하지 않는다는 가정하에 총사업비와 건설이자, 물가변동예비비의 합으로 구성된다.
- 하지만, 본 사업의 총투자비는 정산 시 물가상승률에 따라 조정될 것이므로 현시점에서 물가변동예비비는 산정하지 않았다. 따라서, 본 분석에서의 총투자비는 총사업비와 건설이자의 합과 같다.

$$\text{총투자비} = \text{총사업비} + \text{건설이자}$$

<표 2.11-2 산정기준>

구분	내용
총사업비	<ul style="list-style-type: none"> • 관계법령에 의거, 사업규모 및 추정 사업비에 부합하는 사업비 산정 • 경험적 노하우를 반영한 경제적인 최적 사업비의 산정
건설이자	<ul style="list-style-type: none"> • 자금운영위험, 파이낸싱 가능성 및 조달비용수준을 고려한 최적자본구조의 도출 및 자금투입순서의 결정 • 본 사업시설의 건설과 관련한 총재원조달액 중 타인자본조달로 인하여 준공 시까지 발생할 것으로 예상되는 이자비용의 산정
물가변동예비비	<ul style="list-style-type: none"> • 예상 물가상승률을 감안한 예비비

나. 총사업비 산정

■ 총사업비는 직접공사비, 시운전 및 교육훈련비, 컨설팅서비스 비용 등으로 구성된다. 1단계 총사업비는 아래 표와 같이 산정되었다.

<표 2.11-3 1단계 총사업비 구성>

(단위: 천 USD)

구분	금액(불변가)	금액(경상가)	비고
1. 직접공사비	21,074	23,271	
2. 시운전 및 교육훈련비	391	447	
3. 컨설팅서비스 비용	1,236	1,324	설계비+감리비
4. 보상비	-	-	
5. 법인설립비	89	89	
6. 사업관리비	908	1,003	(1+2+3)의 4.00%
7. 이행보증보험료	203	203	
8. 금융부대비용	2,257	2,354	
9. 물량예비비	2,270	2,507	(1+2+3)의 10.00%
합 계	28,428	31,197	

다. 건설이자 산정

■ 건설이자는 사업시설의 건설과 관련하여 조달되는 타인자본에 대한 이자로서 회계처리상 자본화된 이자이다.

<표 2.11-4 1단계 건설이자>

(Unit: 천 USD)

구분	금액 (경상가)	비고
건설이자	3,047	

- Target Debt Size: 최적타인자본조달 (총투자비의 75%)
- 건설기간 (자본화기간): 2020년 07월 01일 - 2024년 09월 30일 (51개월)

<표 2.11-5 1단계 연간차입계획>

(Unit: 천 USD, 경상가)

구분	합계	2020	2021	2022	2023	2024
원 금	22,636	2,030	3,722	8,089	7,505	1,291
이 자	3,047	44	192	571	1,107	1,133
합 계	25,683	2,074	3,914	8,660	8,612	2,423

라. 총투자비 산정

■ 1단계 총투자비는 아래 표와 같이 산정되었다.

<표 2.11-6 1단계 산정결과>

(Unit: 천 USD)

구분	금액
1. 총민간사업비	28,428
2. 건설보조금	-
3. 소계 (총사업비): 1+2	28,428
4. 물가변동예비비	2,770
5. 건설이자	3,047
6. 합계 (총투자비): 3+4+5	34,244

2.11.4 목표사업수익률 산정

가. 산정기준

■ 사업제안자는 장기투자, 건설위험, 운영위험 등과 관련된 모든 측면을 고려하여 목표사업수익률을 제안하게 된다. 본 사업제안자는 적절한 목표사업수익률 수준을 결정하기 위해 아래 표에서 제시하는 리스크 프리미엄과 BLT 방식의 투자의사결정에 영향을 미치는 다양한 요인(대체투자안, 사업환경, 경제여건 등)을 종합적으로 고려하였다. 특히 해외사업의 경우에는 국가위험 프리미엄을 고려하여야 한다.

<표 2.11-7 산정기준>

구분	내용
장기투자 프리미엄	· 단기투자과 장기투자의 차이에 따른 Spread
건설위험 프리미엄	· 사업이행에 대한 이행보증보험의 행사 risk · 협약 미이행에 따른 risk · 출자자 신용 risk · 공사지연 risk
운영위험 프리미엄	· 정부지급금 미지급 or 지연 risk · 운영보장에 대한 추가 보증 risk · 사업 해지 시 원리금 연체이자과 정부지급금 차액 risk 등
국가위험 프리미엄	· 국가부도(Default) risk

나. 산정결과

■ 이러한 점에서, 1단계 목표사업수익률은 8.80%로 결정 되었으며, 2단계 목표사업수익률도 이와 같다고 가정하였다. 단, 추후 특정 조건에 따라 변경 될 수 있다.

<표 2.11-8 목표사업수익률>

구분	%	비고
목표사업수익률	8.80	세전기준

2.11.5 정부지급금 산정

가. 임대료 산정

■ 정부는 사업운영주체가 건설기간 동안 투자한 총투자비에 대해 시설임대기간 동안 정부지급금을 분기별 지급하여 보전할 것이다. 시설임대료는 총투자비를 바탕으로 아래 공식에 따라 산출되었다.

$$\text{분기 평균 시설임대료} = \text{총투자비} \times \frac{\text{분기 목표사업수익률}}{1 - (1 + \text{분기 목표사업수익률})^{-\text{임대기간}}}$$

■ 1단계 임대기간 (총20년) 동안의 시설임대료는 아래 표와 같다. 단, 시설 임대료는 변동금리에 기초한 타인자본 비용의 변동을 반영하기 위해 적절히 조정되어야 한다. 다시 말해, 차입금에 대한 기준금리가 증가하면 타인자본 상황에 대한 리스크 또한 증가할 것이며, 이러한 리스크를 최소화하려는 목적으로 임대료 재산정을 위한 목표사업수익률 또한 조정되어야 한다.

<표 2.11-9 1단계 시설임대료>

(Unit: 천 USD)

구분		합계 (20년)	연평균	분기별평균
금액	불변가	51,539	2,577	644
	경상가	71,638	3,582	895

※시설임대료는 운영기간 동안 경상가격 기준으로 매분기 일정한 금액을 수령하는 것을 가정함.

나. 평균 운영비산정

■ 일반적으로 사업운영주체는 효율적인 운영을 전제로 평균운영비용(불변가격기준)을 산정·제안하게 되며, 정부는 임대료와 함께 분기말에 사업시행자에게 지급하게 된다. 운영비는 인건비, 제경비, 약품비, 폐기물 처리비와 같은 운영관리비 및 유지관리비 항목으로 구성된다.

■ 단, 아래 금액은 제세공과금 및 사업운영 관련 보험료 등을 고려하지 않은 분석결과이다. 향후 해당 사항들에 대한 추가적인 검토가 필요할 것으로 판단되며, 이에 따라 운영비의 금액이 변경 될 수 있다. 20년 동안의 상세내용은 아래와 같다.

<표 2.11-10 1단계 운영비 상세내용>

(Unit: 천 USD, 불변가)

구분	금액	비고
인건비	1,202	
전력비	3,198	
약품기	1,052	
슬러지처리비	2,844	
재산세	-	
개/보수비	1,795	
보험료	-	
합 계	10,092	

<표 2.11-11 1단계 운영비>

(Unit: 천 USD)

구분		합계 (20년)	연평균	분기별평균
금액	불변가	10,092	505	126
	경상가	14,107	705	176

다. 폐수처리 단가

■ 상기 산출한 정부지급금 및 운영비를 근거로 처리 용량 당 폐수처리 단가를 다음과 같이 산출하였다.

<표 2.11-12 1단계 처리단가>

구분	금액(불변가)		금액(경상가)	
	합계 (천 USD)	톤당비용 (USD/m ³)	합계 (천 USD)	톤당비용 (USD/m ³)
총시설임대료	51,539	0.0008	71,638	0.0012
O&M비용	10,092	0.0002	14,107	0.0002
합 계	61,630	0.0010	85,745	0.0014

※상기 결과는 일일처리량 8,500m³, 연 365일 시설운영을 기준으로 산정하였음.

라. 통화 및 환율

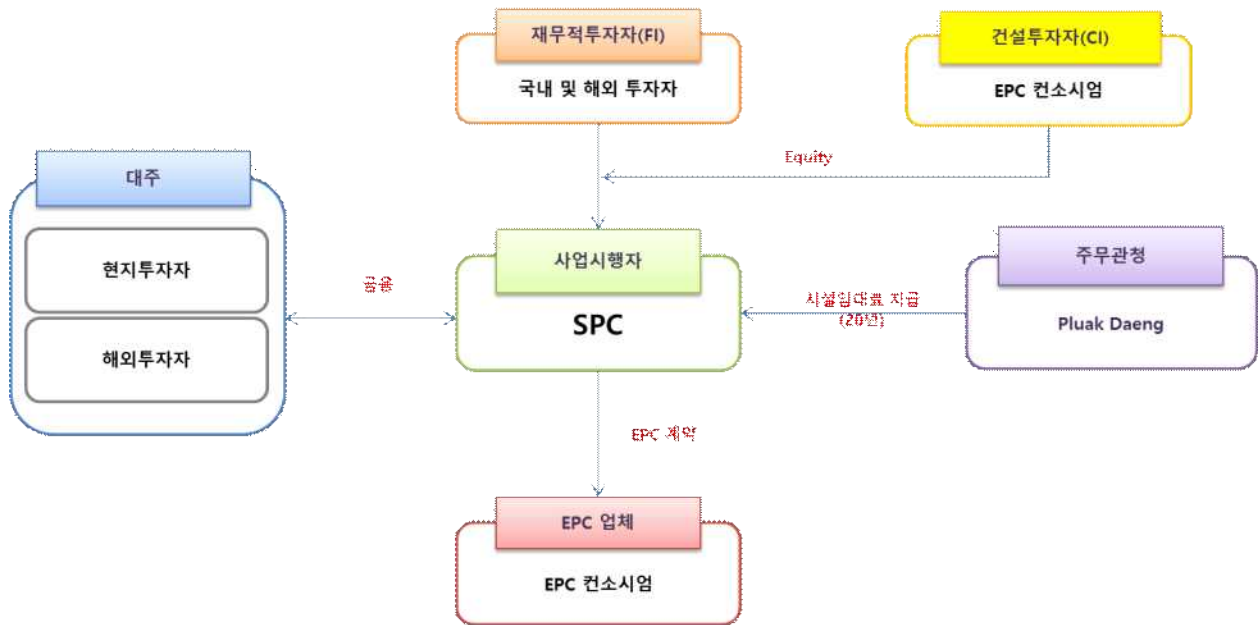
■ 시설임대료는 원리금상환의 목적을 위해 USD로 지급되어야 한다. 하지만, USD지급이 불가능한 상황의 경우, 주무관청은 사업시행자에게 태환보증을 제공함과 동시에, 청구일 기준 환율로 USD 기준금액과 동일한 금액의 THB를 지불 할 수도 있다. 즉, 시설임대료는 최초 계약금액 기준 USD로 주무관청에게 청구되지만 청구서 발행일 환율 기준의 THB로도 제공될 수 있다.

2.11.6 사업 및 자본 조달 구조

가. 사업구조

■ 본 사업은 사업제안자가 재무투자자와 함께 공동 투자하는 것으로 가정하며, 사업구조는 아래와 같다.

<그림 2.11-2 사업구조>



나. 자본구조 및 조달재원

■ 타인자본은 비소구 또는 제한적 소구 형태의 신디케이트 프로젝트 파이낸싱으로 조달하는 것으로 가정하였다. 최적 자본 구조는 아래 기준에 따라 결정된다.

<표 2.11-13 자본구조>

구분	자기자본비율	타인자본비율
최적자본구조	<ul style="list-style-type: none"> 자기자본 조달비용과 위험 유사사업의 자기자본 조달비율 	<ul style="list-style-type: none"> 대출기간, 사업수익률, 대출상환능력 분석을 통한 조달가능성 펀드규모에 따른 타인자본 조달비용 증가 가능성
	<ul style="list-style-type: none"> 총민간투자비의 25% 	<ul style="list-style-type: none"> 총민간투자비의 75%

■ 본 사업은 자기자본 25%, 타인자본 75%로 조달될 예정이다. 1단계 사업의 조달재원은 구체적으로 다음과 같다.

<표 2.11-14 1단계 자본구조 및 조달재원>

(Unit: 천 USD, 경상가)

구분	비율(%)	합계	2020	2021	2022	2023	2024
자기자본	25%	8,561	691	1,305	2,887	2,871	808
-CI	7.5%	2,568	207	391	866	861	242
-FI	17.5%	5,993	484	913	2,021	2,009	565
타인자본	75%	25,683	2,074	3,914	8,660	8,612	2,423
-Tranche 1	75%	25,683	2,074	3,914	8,660	8,612	2,423

구분	비율(%)	금액	이자율(%)	조달재원
총투자비	100	34,244	-	-
자기자본	25	8,561	-	- 재무적투자자(FI) - 건설투자자(CI) - 기타
타인자본	75	25,683	4.86%	-

※자본구조와 조달재원은 시장상황에 따라 변할 수 있다. 그럼에도 불구하고 위에 언급된 비율은 현 시점의 금융 조건 하에서 추구하는 목표 구조, 즉 자기자본 25%, 타인자본 75%를 나타낸다. 이러한 점에서 4.86%의 금리 또한 필요에 따라 조달구조와 함께 적절히 조정될 필요가 있음.

2.11.7 재무적 타당성 분석 결과

■ 상기 기본가정 및 분석 방법을 바탕으로 산출된 FNPV(재무적 순현재가치)는 607,000USD이다. FIRR(재무적 내부수익률)은 불변가 분석 기준을 바탕으로 산출되었으며, 분석결과는 5.77%이다. 따라서 FNPV가 0보다 크고 FIRR이 5.77%임에 따라, 이는 본 사업을 수행하기에 재무적 타당성이 존재함을 의미한다.

2.12 사업시행 계획

■ Pluak Daeng 폐수처리시설 및 폐수관로 건설을 위한 예정공정계획은 사업준비(6개월), 기본 및 실시설계(6개월), 시공사 선정(1개월), 시공 및 감리(36개월), 시운전 및 평가(6개월)를 포함하여 총 55개월로 계획하였다.

<표 2.12-1 사업시행 계획 >

구분	사업기간(Year)																						
	2020				2021				2022				2023				2024				2025		
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
1. 행정 및 사업비 확보	■																						
2. 사업조직 구성	■																						
3. 컨설턴트 선정																							
■ 기본 및 실시설계		■	■																				
4. 시공사 입찰 및 계약					■																		
5. 컨설턴트 공사 감리						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
6. 시설공사																							
■ 폐수관로(펌프장 포함)						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
■ 폐수처리시설																							
- 토목						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
- 건축										■	■	■	■	■	■	■							
- 기계							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
- 전기 및 계측제어											■	■	■	■	■	■	■						
7. 시운전 및 평가																							
■ 시운전 계획 수립																							
■ 시운전																		■	■	■			
8. 교육 및 기술이전																		■	■	■			
9. 사업 준공																						■	■
10. 하수처리장 운영																						■	■

주) 상기 일정은 과업진행에 따라 변경 될 수 있음

2.13 성과활용

2.13.1 발주국에 미치는 영향

- 효율적이고 체계적인 폐수처리시설 건설 및 장기 계획에 따른 발생폐수 처리방안 수립으로 사업대상지역의 환경질 개선 및 주민의 공중보건 위생향상에 기여한다. 폐수처리시설 건설로 도시 환경미관 개선 및 기초 인프라시설 구축으로 장래 도시개발에 따른 발판을 마련하고 투자환경 개선효과로 국가경제 및 지역사회 발전에 기여할 것이다.
- 현재 태국은 경제성장과 산업화에 따른 환경문제로 인한 환경산업의 수요가 꾸준히 증가하고 있으므로 지역실정에 적합하고 기술적으로 우수한 폐수처리시설 건설 사업을 통하여 폐수처리 관련문제의 원천적인 해결방안을 제시할 것이다.
- 본 사업 시행에 따른 지역내 고용 창출을 증대하고, 한국의 우수한 수처리 기술 이전 및 폐수처리시설 운영관리 기술을 이전하여 태국내 환경산업 발전을 도모하고 자생적 환경시설 기술 축적에 기여할 것이다.
- 폐수처리의 전반적인 분야에 대한 질적 향상 및 위생개선으로 보건향상과 환경위해요소의 최소화에 기여하고, 도심지내 발생폐수의 원활한 처리로 방류수계의 수질개선 및 향상, 지하수 오염방지, 취수원 및 가용 수원의 보호로 수자원 보전에 기여할 것이다.

2.13.2 수출파급효과

- 본 사업의 효율적 추진을 통하여 폐수처리시설 건설에 따른 자재 및 설비 등 다양한 국내 환경산업 관련 업체의 진출 교두보 확보, 국산 환경 기자재 활용으로 환경산업 전반에 걸친 생산유발효과, 부가가치 유발효과 발생가능.
- 성공적인 사업수행을 통하여 발주국내 폐수처리시설 관련 시장성 확보 가능.
- 이와 더불어, 뛰어난 기술력과 노하우에도 불구하고 대기업에 비해 상대적으로 외국에서의 낮은 인지도로 인하여 사업 참여가 어려웠던 중소기업이 공동 협력관계를 구축하여 대외 인지도를 향상시키고, 이를 발판삼아 향후 단위사업에 대한 독자적인 추진 및 타국가로의 사업 확장에 필요한 원동력을 제공할 수 있어 결과적으로 한국 건설산업의 부흥에 이바지할 것으로 예상된다.

2.13.3 후속사업수주 연계 방안

가. 수주가능성

- 태국은 현재 폐수처리시설의 부족 및 유지관리의 부실로 인하여 폐수의 적정처리가 이루어지지 않고 있다.
- 따라서, 태국 중앙정부 및 지방정부에서는 폐수처리 문제 해결을 위해 심혈을 기울이고 있으며, 한국-태국간 환경협력을 위한 양해각서(MOU)가 2016년 체결하여 한국의 환경 정책과 기술에 대한 인식을 높여 향후 태국과 환경 협력 사업을 추진하는 데 큰 힘이 될 것으로 전망된다.
- 발주처 관계자를 국내로 초청하여 당 컨소시엄에 보유한 기술 및 실적을 홍보함.
- 본 사업의 필요성 및 중요성, 시급성에 동의하였으며, 적극적 사업 추진을 약속하여 사업추진 및 이에 따른 수주가능성은 높을 것으로 판단된다.

나. 후속사업수주 연계가능성

- 현재 태국의 폐수처리산업의 수준은 초보적인 단계로 경제발전 및 도시화를 통하여 계획적인 환경문제가 사회적 문제로 대두되고 있다. 따라서 다음과 같은 후속사업수주의 연계가능성이 있다.
 - 타 지역의 폐수처리관련 건설사업
 - 상수도 관련 건설사업
 - 상하수도 마스터플랜 수립사업
 - 물 관리 종합계획 수립사업
- 본 사업을 통하여 태국에 현대식 폐수처리시설을 건설함으로써 한국의 우수한 한국의 우수한 폐수처리 기술을 홍보할 수 있으며, 계획되고 있는 태국내 타 도시의 폐수처리 관련 사업에 한국 기업의 사업 진출이 용이해 질 것으로 판단된다.
- 또한 폐수처리분야 외에 상수도시설, 위생매립지사업, 수자원 관리사업 등 모든 환경사업 분야에 지속적인 투자와 개발이 필요한 시점으로 본 사업을 통하여 한국 환경산업의 기술력을 인정받고 이후 추진되는 환경산업분야 전반에 우위를 확보할 수 있을 것으로 판단된다.