

탄소중립 실현을 위한 물환경기초시설 관리방안 마련

전문가 워크숍(Ⅰ)



탄소중립 실현을 위한 물환경기초시설 관리방안 마련 전문가 워크숍(Ⅰ) 개최계획(안)

1 개 요

- 목 적 : 탄소중립 실현을 위한 물환경기초시설 에너지 자립 등 관리방안 마련 논의
- 일 시 : 2021년 10월 29일(금), 10:00~12:00
- 장 소 : 비대면 온라인(ZOOM) 회의
- 주최/주관 : 충남연구원
- 참 석 자 : 발표자, 토론자, 연구자 등
 - 조을생(한국환경연구원), 조영무(경기연구원), 안종호(한국환경연구원), 이두진(K-water), 김성표(고려대학교), 이원태(금오공과대학교), 김영일, 김영준(충남연구원)

2 추진일정

시 간	내 용	비 고
10:00~10:10	개회 및 참석자 소개	사회자
10:10~10:40	공공하수처리시설 에너지 자립화	한국환경연구원 조을생 박사
10:40~11:10	공공폐수처리시설의 탄소중립 방안	경기연구원 조영무 박사
11:10~12:00	종합토론	참석자 전체
12:00~	폐회	

공공하수처리시설 에너지 자립화

한국환경연구원 조을생 박사

공공하수처리시설 에너지자립화

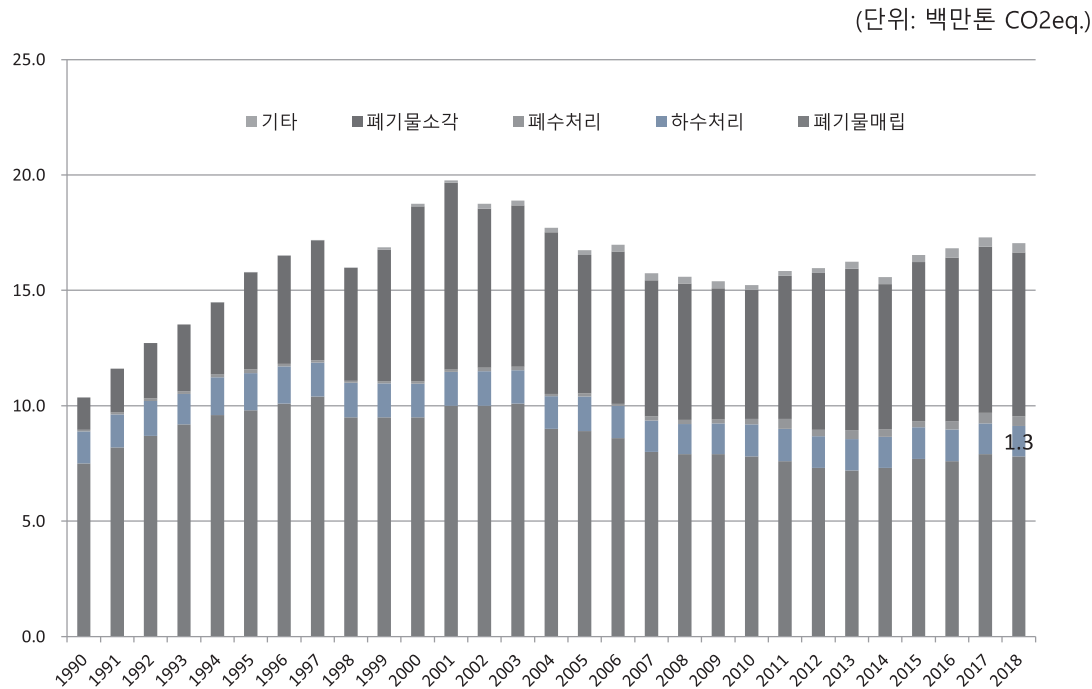
조을생



II. 하수처리시설 에너지 소비 및 온실가스 배출현황

하수처리시설 직접 온실가스 배출현황

- 하수처리 부문 온실가스배출량 2018년 기준 1,324천톤 CO2eq.
- 하수처리 부문은 폐기물 분야 총 온실가스 배출량의 7.8% 차지



CRF 코드	배출원		온실가스
6B2	하수처리	공공하수처리	CH ₄
		분뇨처리	N ₂ O
		미처리/미차집	CH ₄

폐기물 분야 온실가스 배출량 중 하수처리 부문 규모

미국 하수처리시설의 직접 온실가스 배출현황

<미국 하수처리시설의 메탄 및 아산화 질소 배출량>

(단위: MMT CO2 Eq.)

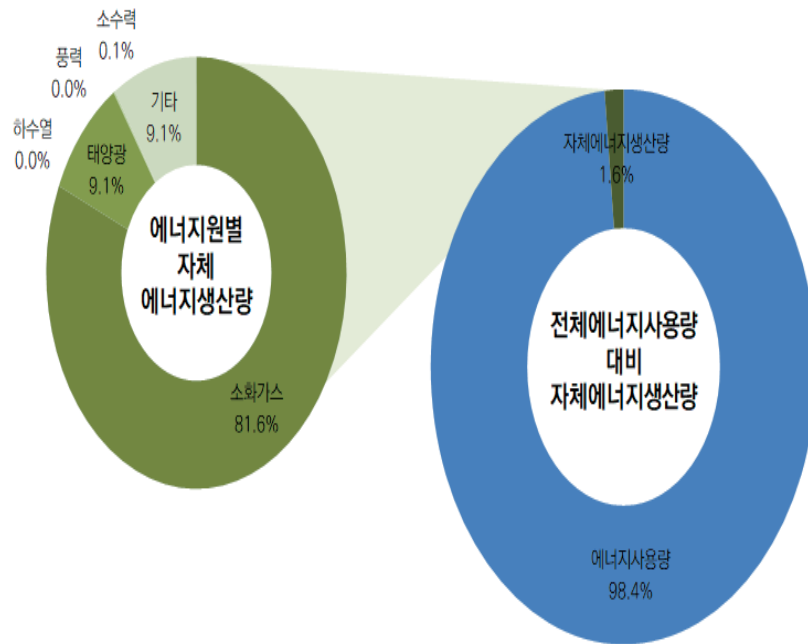
구분	1990	2005	2015	2016	2017	2018	2019
CH4	14.7	11.2	13.0	12.7	12.3	12.2	12.1
treatment	13.5	10.0	11.2	10.9	10.5	10.4	10.3
effluent	1.2	1.2	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
N2O	18.3	22.5	24.9	25.3	25.8	25.6	25.9
treatment	13.6	17.7	19.5	19.9	20.4	20.3	20.6
effluent	4.7	4.8	5.4	5.4	5.4	5.3	5.3

구분	CH4 배출량 (kt)	CH4 배출량 (MMT CO2)	비중 (%)
정화조 시스템 (A)	232	5.0	48.1
중양 유산소 시스템 (B)	36	0.9	7.5
중양 혐기성 시스템 (C)	134	3.3	27.7
혐기성 슬러지 소화조 (D)	8.1	0.2	1.7
중양 하수 방류수 (E)	72	1.8	15.0
소계	482	12.1	100
구분	N2O 배출량 (kt)	N2O 배출량 (MMT CO2)	비중 (%)
정화조 시스템	3	0.9	3.5
중양 호기성 시스템	66	19.6	76.1
중양 혐기성 시스템	0	0.0	0
중양 하수 방류수	18	5.3	20.4
소계	87	25.8	100

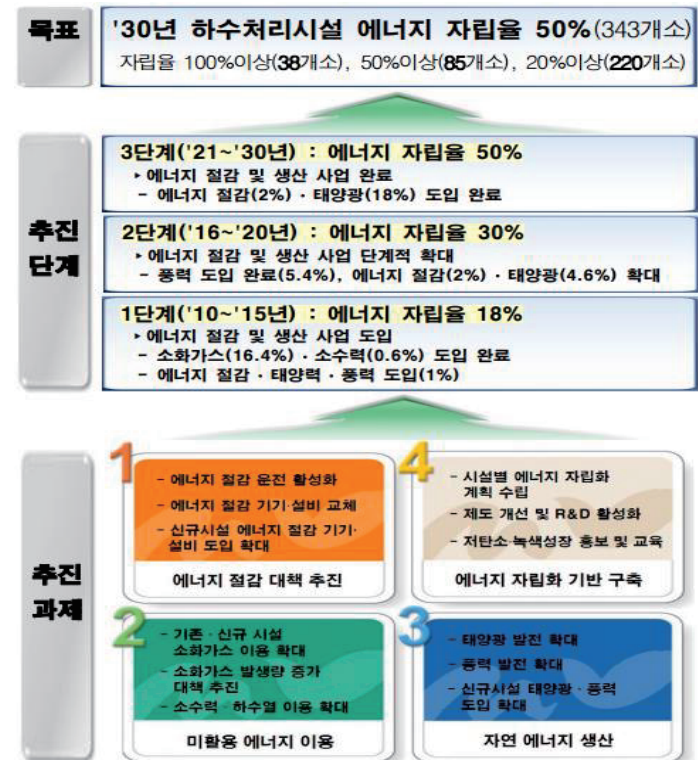
<정화조 및 중양집중 시스템의 메탄 및 아산화질소 배출>

공공하수처리시설의 에너지자립률 현황

❖ 공공하수처리시설 전력사용량 및 재생에너지이용률 추이



연도	자립율(%)
2010	0.8
2019	1.6



II. 국내 공공하수처리시설 에너지 정책현황

II-1. 공공하수처리시설 에너지 정책추진현황

국가하수도종합계획 (1차)	<ul style="list-style-type: none"> 공공하수도시설의 에너지자립화 기반 구축 부생가스 자원화 및 재생에너지의 점진적 도입 	에너지 자립화 재생에너지
국가폐기물관리종합계획	<ul style="list-style-type: none"> 처리방법의 다변화 등 추진 신설 하폐수종합처리시설의 슬러지처리시설 의무화 	
폐기물에너지화 종합계획	<ul style="list-style-type: none"> 하수처리시설의 하수슬러지(유기성폐기물)의 건조, 고품연료화 하수처리시설의 하수슬러지 바이오가스화 	바이오매스
폐자원 및 바이오매스 에너지대책	<ul style="list-style-type: none"> 하수슬러지 에너지바이오화(바이오가스 및 고품연료화) 유기성폐자원 병합처리 에너지화 	
하수처리시설 에너지자립화 기본계획	<ul style="list-style-type: none"> 에너지절감대책 추진 에너지 이용, 생산 사업 추진 에너지자립화 기반 마련 	
자원순환기본계획	<ul style="list-style-type: none"> 폐자원 순환망 구축 폐자원의 에너지원으로서의 사용 확대 유용자원 매립 최소화 	탄소중립
환경기초시설 탄소중립 프로그램	<ul style="list-style-type: none"> 하수처리장, 정수처리장, 매립장 등 기초시설에서의 탄소중립 자원 	
2030 바이오가스 생산활용 증장기계획	<ul style="list-style-type: none"> 슬러지 감량화를 통해 전체 슬러지 발생량 감축 유도 하수슬러지에서 바이오가스를 생산 활용하여 에너지 사용량 감축 유도 	
국가하수도종합계획 (2차)	<ul style="list-style-type: none"> 하수찌꺼지 감량화/유효 활용 확대 하수도 에너지 자립화 사업 지속 추진 (하수도 시설 에너지효율 제고 및 통합관리시스템 구축) 	스마트화
국가물관리기본계획	<ul style="list-style-type: none"> 유역단위 하수도 관리체계 강화 및 시설 운영, 관리 개선으로 하수도 관리 효율성 제고 및 안전관리 스마트화(공공하수처리시설 지능화) 	
뉴딜 종합계획(그린뉴딜)	<ul style="list-style-type: none"> 지능형 하수처리장 및 스마트 관망관리 시스템 구축 	

물관리 분야 탄소중립

물은 기후변화의 영향이 큰 분야 중 하나 → 기존 적응 전략 + 적극적인 감축 전략 필요
에너지 · 자원 사용이 많은 물관리 분야에서 선제적 탄소중립 달성 노력 필요

추진전략 (3 steps)



스마트 하수도관리 정책

❖ 물관리 분야 업무계획 (환경부, 2021)

- 6대 정책방향, 18개 과제 중 물환경의 자연성 회복을 위한 과학적·전문적 오염원 관리 강화를 위한 세부과제로 ICT 기반 스마트 하수도를 구축하고, 물관리 분야 탄소중립 추진을 위해 물흐름 전과정 탄소저감, 물관련 신재생에너지 육성 및 탄소상쇄를 위한 세부 과제를 제시함

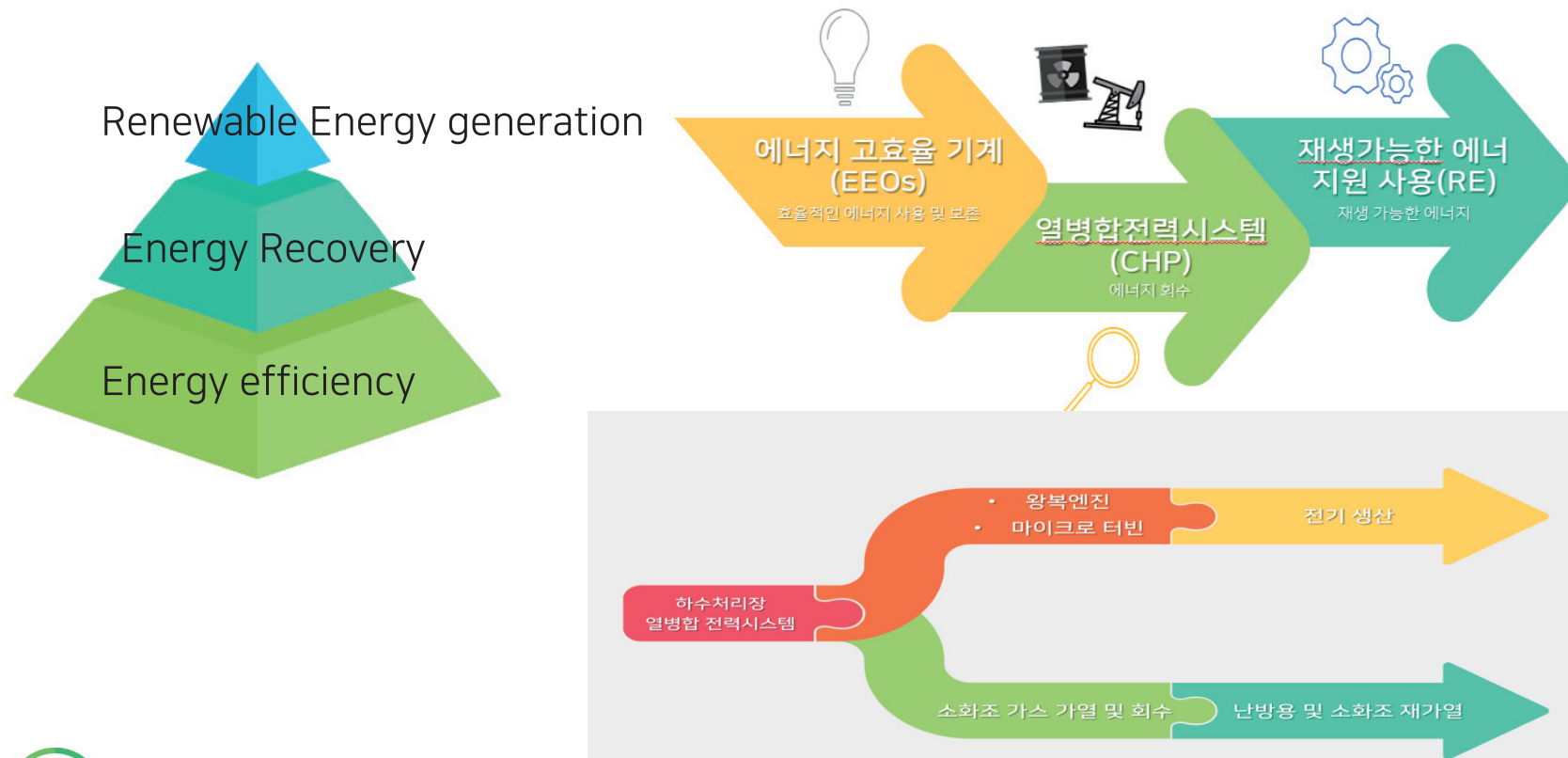


하수처리시설 에너지절감 동향

Net Zero Energy 3단계 접근법

Net-Zero-Energy

운영비용 및 에너지 위기 해결의 필수
재생 가능한 에너지(RE)를 도입하기 전, 에너지 절약 및 회수를 최대한 촉진 하는 것



NZE

초기에 큰 투자비용 필요



자금 대비 높은 에너지 절약 및 수익률 ▲

국내 공공기관 에너지이용 합리화 - 에너지 진단

❖ 하수처리시설 에너지진단평가

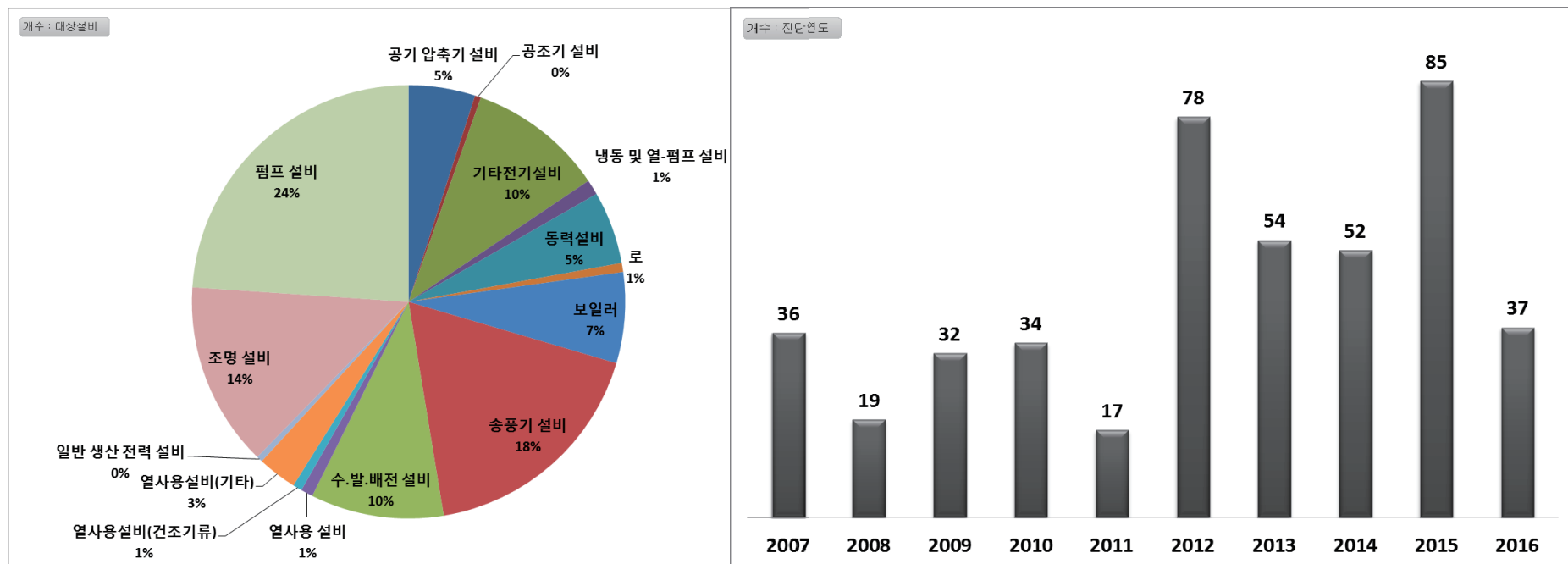
➤ 진단현황: 총 444건 (2007년 ~ 2016년)

에너지관리 제도	총괄부서(이행부서)	관련법
온실가스에너지·목표관리제 (폐기물)	환경부 (한국환경공단)	저탄소녹색성장기본법
에너지진단 및 ESCO 사업	산업통상자원부 (한국에너지공단)	에너지이용합리화법 제 32조
공공하수처리시설의 에너지평가	환경부	하수도법 제 69조의 2
		시행령 15조의 4

국내 공공기관 에너지이용 합리화 - 에너지 진단

❖ 하수처리시설 에너지진단평가

➤ 진단현황: 총 444건 (2007년 ~ 2016년)

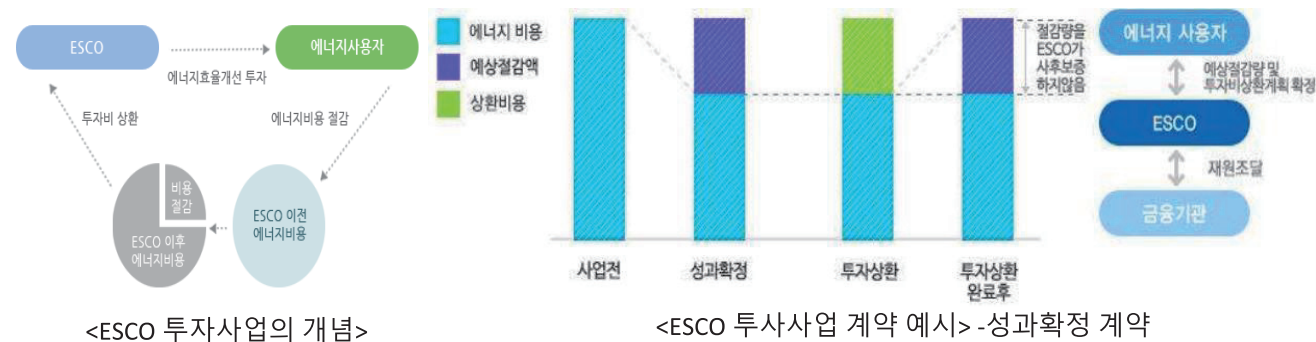


<진단현황에 따른 개선제안 대상설비>

<하수처리장 대상 에너지진단 건수>

국내 공공기관 에너지이용 합리화 - ESCO 사업

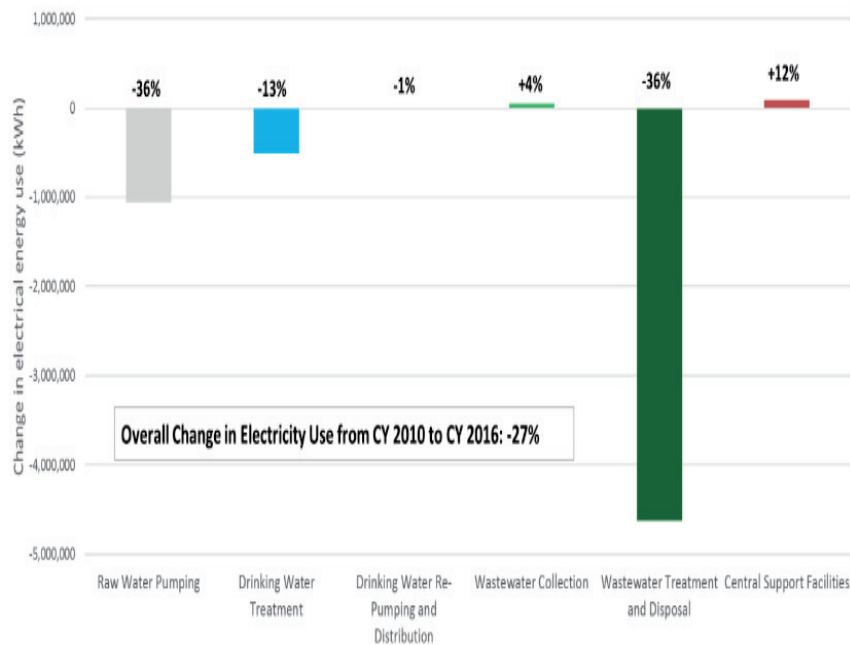
- ❖ 에너지사용자가 기술적 또는 경제적(투자금) 부담으로 에너지 절약 사업을 시행하지 못하고 있을 때, ESCO가 에너지진단을 통해 에너지절약 **개선사항을 발굴·제안**하여 에너지 사용자와 **계약을 통해 도출된 에너지 절감량(액) 성과를 보증 또는 확정**하여 투자비용을 회수하는 방식의 사업
 - 공공하수처리시설의 경우 **하수처리시설의 소화조 설치사업, 고효율에너지 폭기장치 교체 사업에 대한 지원 등의 형태로 ESCO 사업에 참여**
 - **대구 서부하수처리장:** 생물반응조 운용방법 개선(2009년 7월~11월)을 통한 전력사용량 49% 감소
 - **달서천 하수처리장:** 생물반응조 공기공급방법 개선, 슬러지저류조 교반기 개선 탈수케익이송설비 개선 전력 사용량 16.3% 감소
 - **안산시상하수도사업소:** 멤브레인산기관 및 인버터자동제어반 설치로 2012년 기준 1,516.2 toe와 539백만원을 절감



Better Buildings, Better Plants Program –US DOE

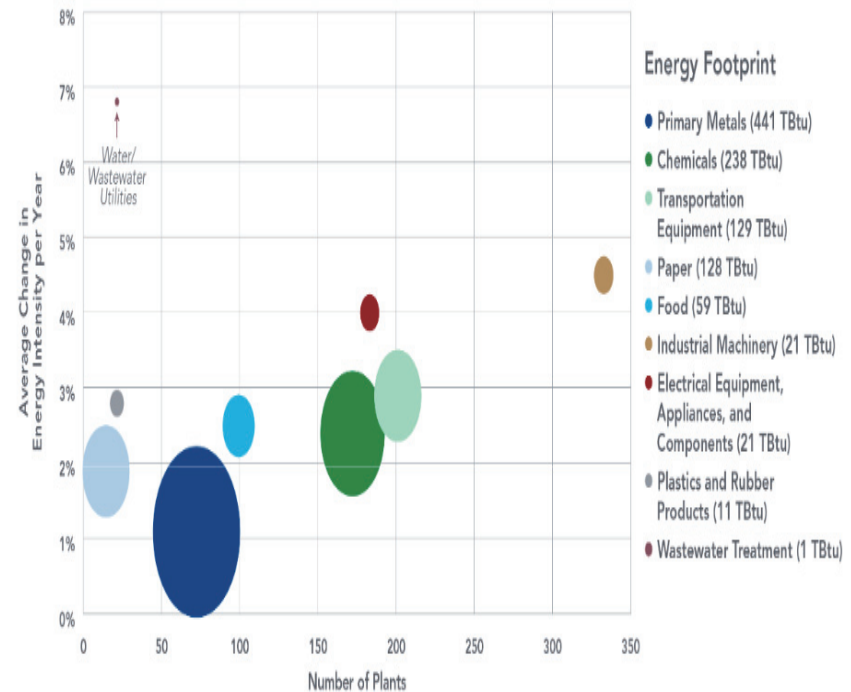
- ❖ Better Plants : 에너지 효율성 향상을 달성할 수 있도록 돕는 프로그램으로 자발적 참여 및 매년 DOE에 에너지 절감 성과 보고

- OSAWA는 '10년 대비 전력 사용을 27% 절감, 특히 하수 처리에 소모되는 전력 36% 절감



< OSAWA 전력 사용 절감(2010년 대비 2016년) >

- 평균적으로 연간 약 7% 향상, 해당 프로그램 다양한 부문들 가운데 가장 높은 수준의 에너지 성과



<Better Plants 부문별 참여 기관 평균 에너지 효율성 개선 정도>

Energy Star Program (1) - US EPA



❖ **하수처리시설의 경우** 2007년부터 에너지스타 범주에 포함되어 Portfolio Manager 프로그램에 의해 에너지 사용량 평가 및 벤치마킹을 지원

- 에너지 소비순위 조회 가능
- 하수처리시설의 Portfolio Manager 입력 내용
 - 주소
 - 평균 유입유량
 - 유입수 평균 생물학적 산소요구량(BOD5)
 - 처리수 평균 생물학적 산소요구량(BOD5)
 - 설계 유입유량
 - Fixed film, trickle filtration 유무
 - 영양염 제거 공정 유무 등



Energy Star Program(2) – US EPA

❖ 하수처리시설의 Portfolio Manager

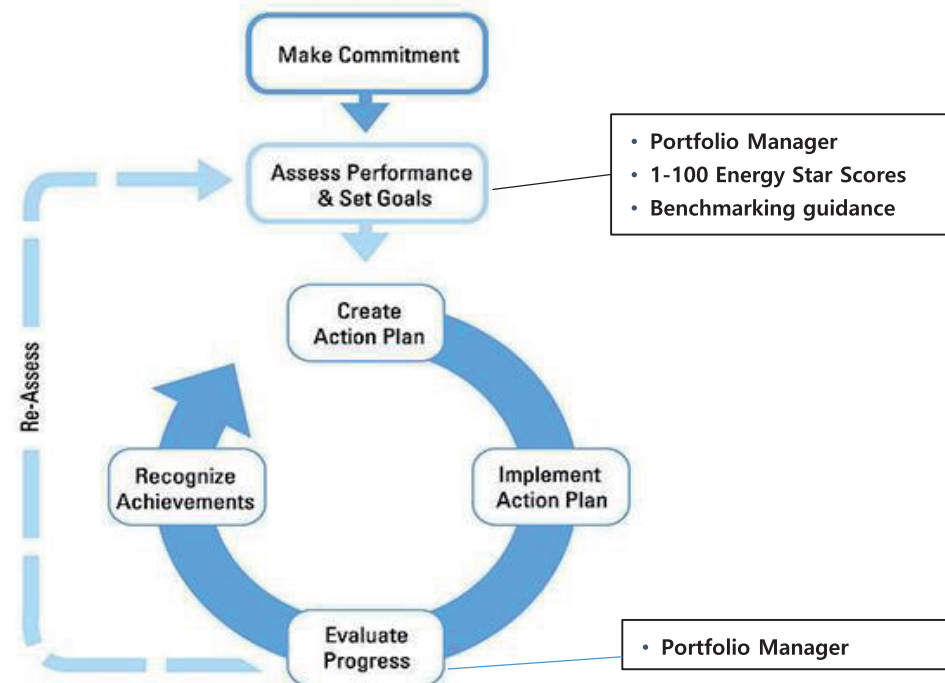
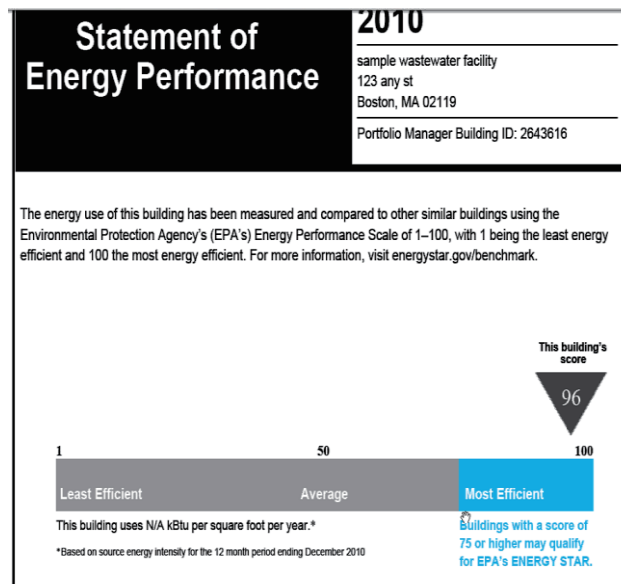
➤ US EPA Portfolio Manager for Wastewater Treatment Plant

$$Y = 0.8944X_1 + 0.4510X_2 - 0.1943X_3 - 0.4280X_4 - 0.3256X_5 + 0.1774X_6 + 15.8741$$

Y : 에너지 사용량,

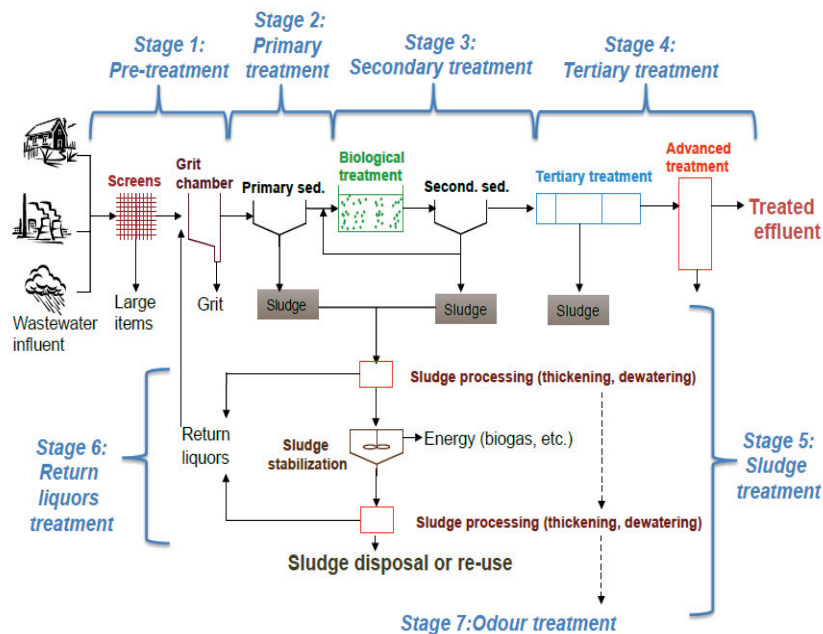
X_1 평균 유입유량, X_2 유입BOD, X_3 유출 BOD, X_4 가동율, X_5 trickle filtraton 유무, X_6 영양염 제거 유무

➤ 에너지소비 순위결과 출력

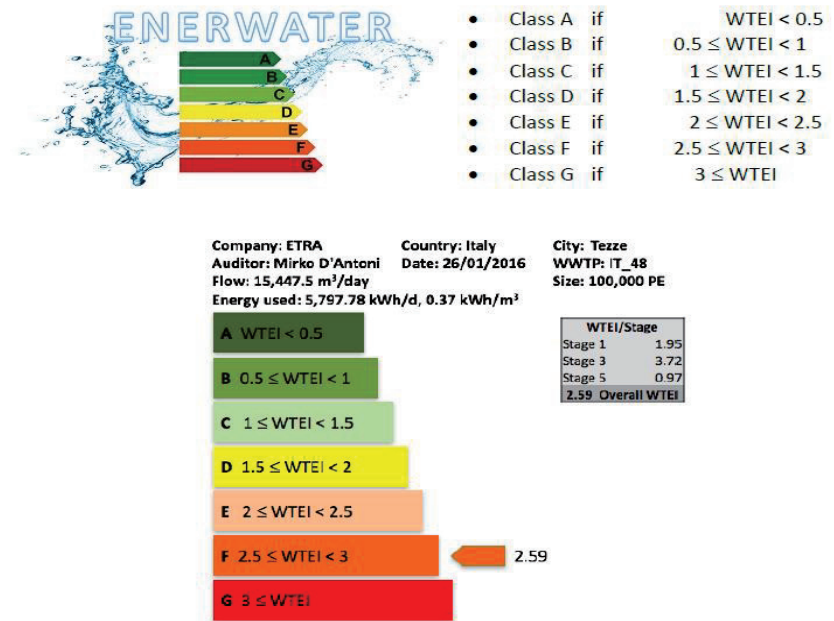


EU ENERWATER 프로젝트

- ❖ 하수처리시설의 에너지 효율성 제고를 위한 평가 방법 및 툴 개발을 위해 'H2020' 재정 지원 아래 2015년 3월부터 3년간 추진중임
 - 공정 1단계, 3단계, 5단계의 에너지 소비에 미치는 각 KPI(Key Performance Indicator)를 규명 및 산정하고 에너지 효율성 평가를 위해 WTEI(Water Treatment Energy Index)를 개발
 - 하수처리시설 50개 하수처리시설에 시범 적용하여 7단계(A, B, C, D, E, F, G)로 평가



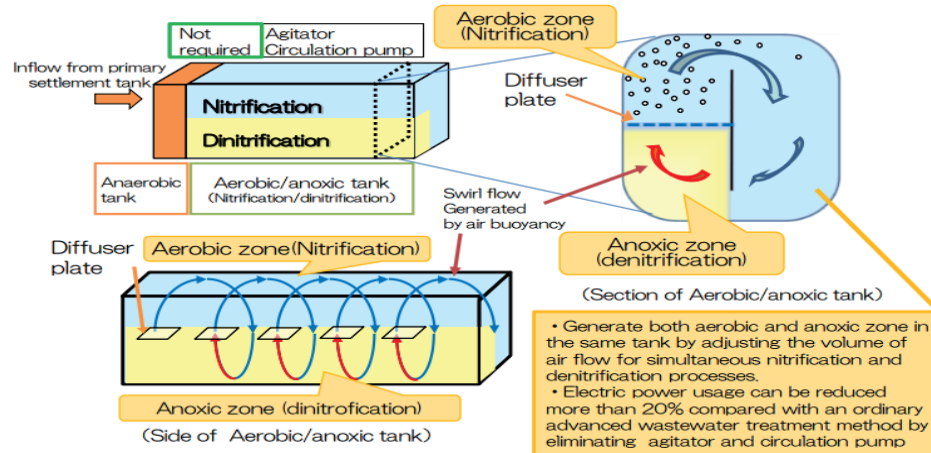
<하수처리시설의 일반적 처리공정 단계>



<EU 하수처리시설의 에너지 효율성 평가 예시>

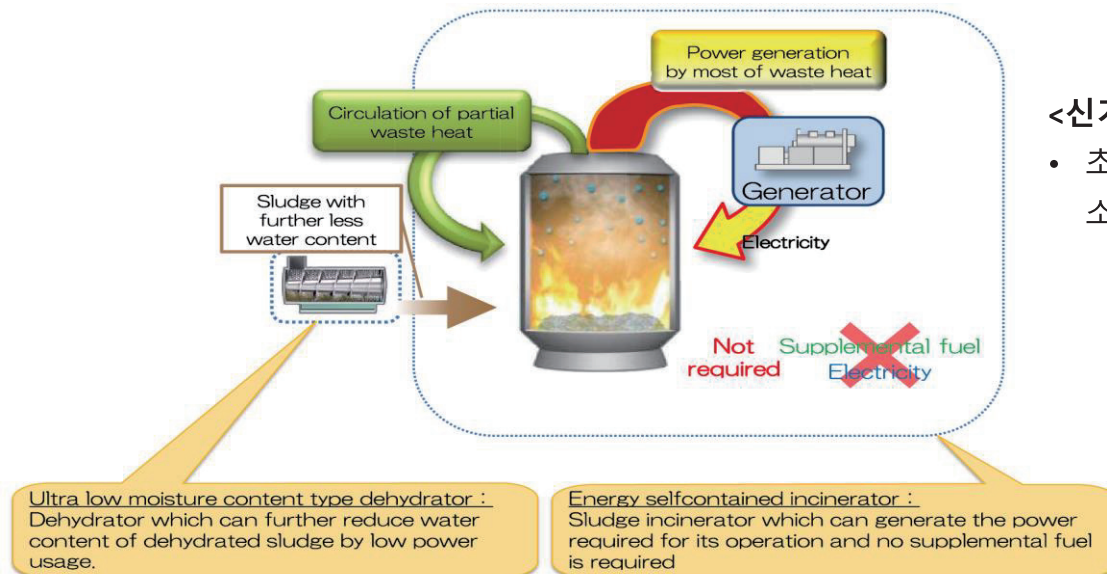
일본 하수처리시설 에너지 절감

에너지절감확대



<신규 (Novel-advanced) 하수처리방법 도입 예시>

- 동일 반응조내에서 산소공급 조절을 통해 동시 탈질탈인 과정이 이루어지는 방식으로 기존고도처리시설보다 20%에너지사용을 감축 가능



<신가시 하수처리장의 에너지자립형 소각시스템 >

- 초저함수율형 탈수기 및 폐열을 이용한 자립형 소각시스템을 적용하여 온실가스 배출량 50% 감축

IV-1. 공공하수처리시설의 에너지소비 분석

❖ 공공하수처리시설의 에너지소비 회귀모형

- 에너지 사용에 미치는 주요 영향인자와 에너지 사용량의 관계를 선형회귀분석하여 하수처리시설의 에너지 소비 회귀모형 도출

$$Y = 6.384 + 0.734X_1 + 0.167X_2 - 0.159X_3 - 0.433X_4 + 0.112X_5 - 0.020X_6 + 4.3E-6X_7 + 0.125X_8$$

Y : ln(연간전력 사용량)

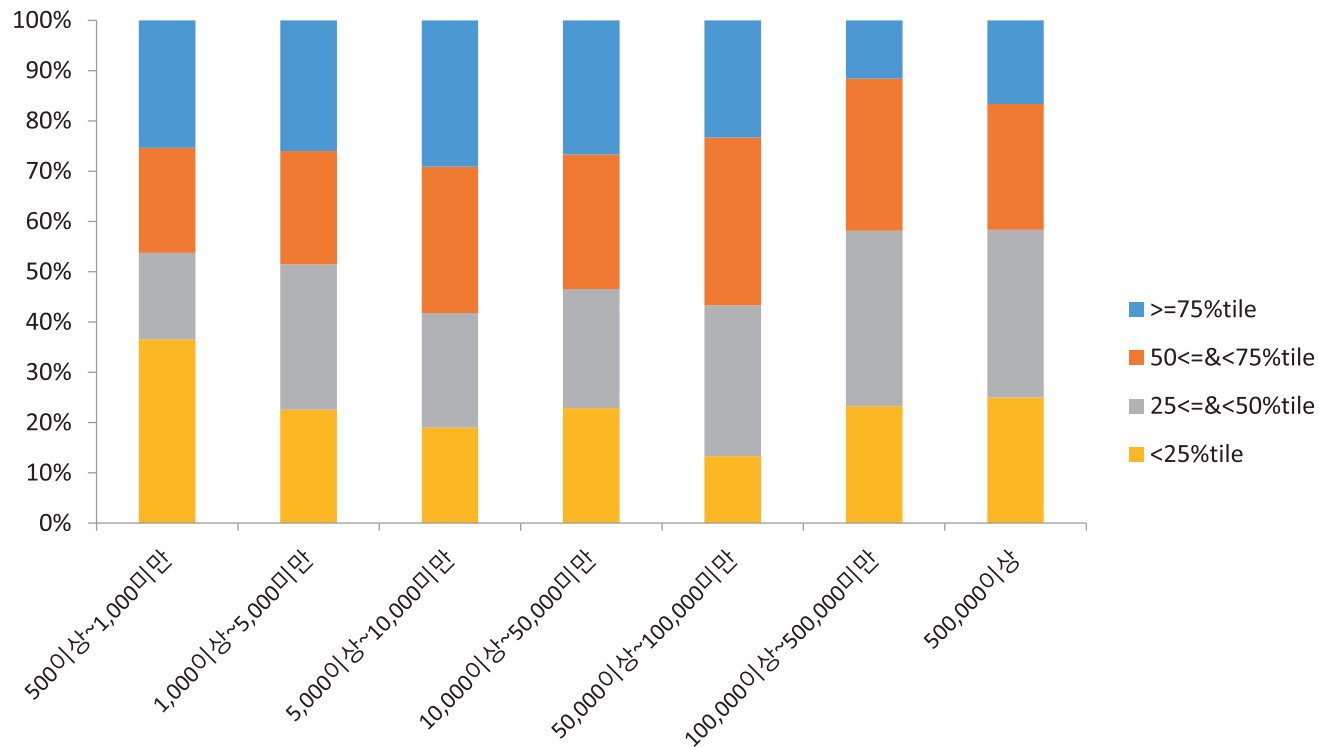
X₁ : ln(일평균 유입하수량), X₂ ln(유입BOD), X₃ ln(유출 BOD), X₄ ln(가동율),

X₅ ln(infTN*infTP), X₆ ln(effTN*effTP), X₇ 소화조운전용량, X₈ 탈수여부

인자	표준오차	t 통계량	유의확률
상수	0.197	32.229	0.000
ln(일평균 유입하수량)	0.011	67.312	0.000
ln(평균 유입 BOD 농도)	0.053	2.649	0.008
ln(평균 방류 BOD 농도)	0.029	-5.080	0.000
ln(연평균 유입하수량/설계용량)	0.044	-10.184	0.000
ln(평균 유입 TN x TP 농도)	0.033	4.380	0.000
ln(평균 방류 TN x TP 농도)	0.010	-2.711	0.007
소화조운전용량	0.000	3.265	0.001
탈수여부	0.045	2.770	0.006
결정계수	0.931		
수정된 결정계수	0.930		

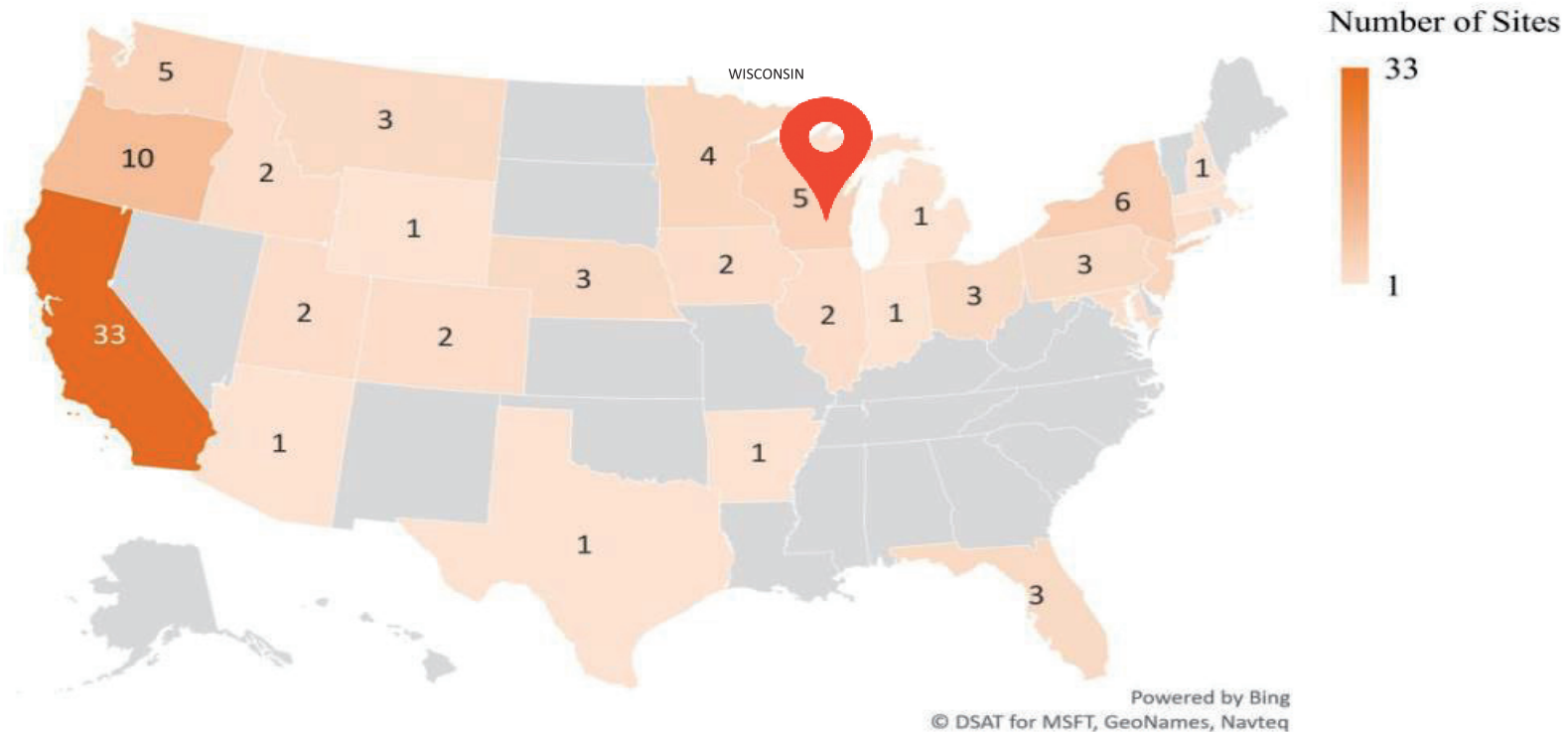
IV-2. 공공하수처리시설의 에너지효율성 분포(1)

❖ 시설의 규모별 에너지효율성 분포



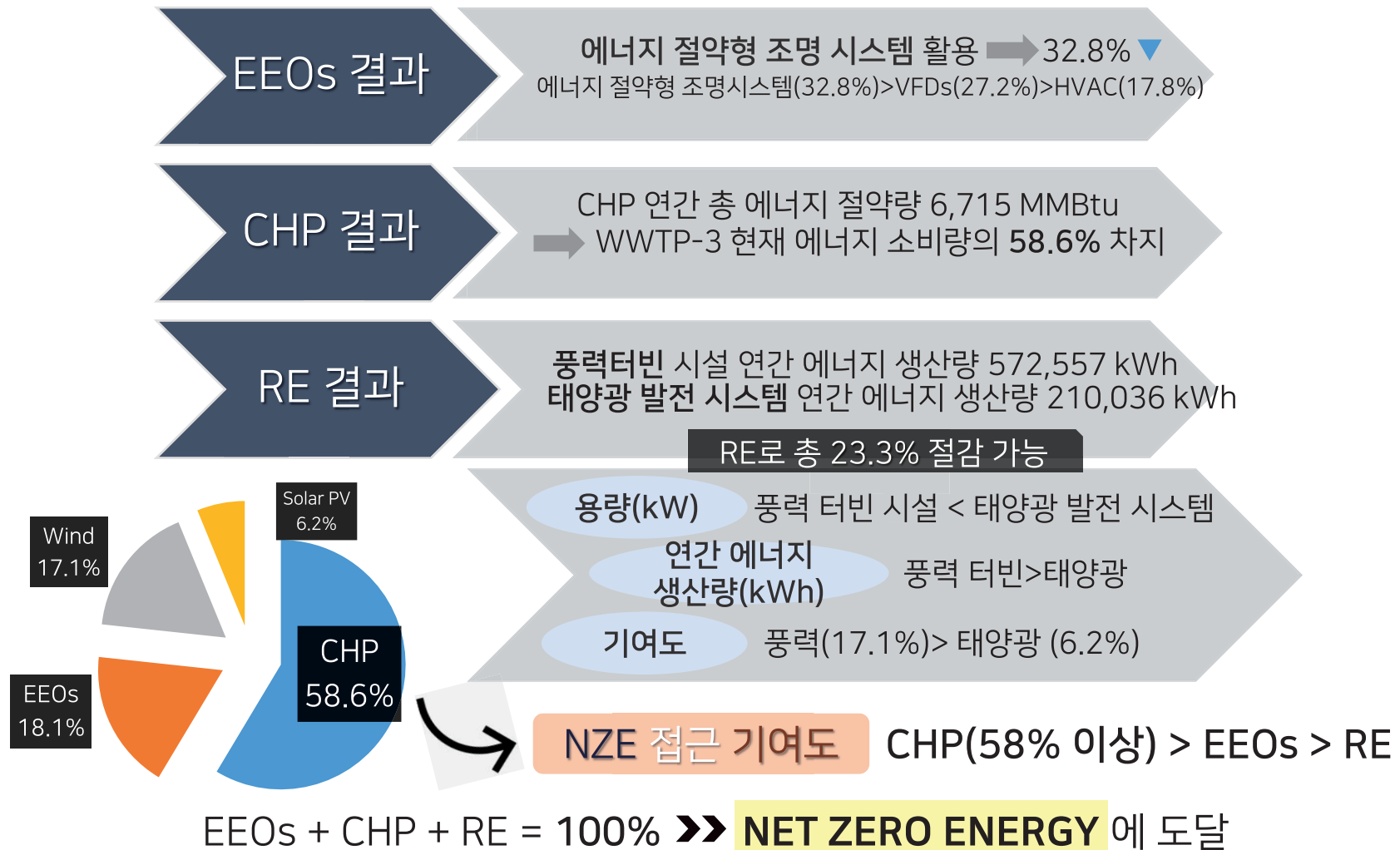
하수처리시설 에너지회수 및 신재생에너지 동향

미국 CHP 설비 하수처리장 분포현황



- 30개 주 중 133개의 하수처리장이 CHP를 운영을 통해 243MW를 생산하며 이중 190MW(전체의 78%)는 바이오가스를 활용하여 생산, 나머지 바이오가스시설이 없는 22%는 LNG 등을 사용함

III-9. 원스콘신주 하수처리장의 Net Zero Energy 사례(2)



미국 하수처리시설의 신재생에너지 정책

제도	내용	비고
신재생에너지 지원제도	신재생에너지 의무할당제(RPS) 세액공제 제도 (PTC, production Tax Credit) ITC(Investment of Tax Credit)	국내 에너지절약투자시설 세액공제 제도와 유사
Combined Heat and Power Partnership(CHPP)	열병합발전 확대보급을 위해 CHPP추진	하수처리시설의 경우 CWSRF를 통해 열병합발전 시스템 도입 지원
병합혐기성 소화 지원정책 (co-digestion)	음식물류 폐기물 감량 및 바이오에너지 생산 증가 방안의 일환으로 하수처리시설의 음식물류 폐기물 병합처리 확대 장려	U.S. 2030 Food Loss and Waste Reduction Goal (50% by 2030) led by USDA& EPA

III-6. 미국 혐기성 소화조의 음식물 쓰레기 Co-digestion

- ❖ EPA에서는 음식물 쓰레기의 환경적 영향을 최소화하기 위한 방안으로 혐기성 소화조를 통한 바이오가스 에너지화에 주목
- ❖ 음식물 쓰레기의 co-digestion을 도입한 하수처리시설들은 바이오가스 생산량을 최대 300% 증가시킴
 - 열병합발전 시스템을 갖춘 하수처리시설에서 음식물 쓰레기의 co-digestion을 통해 바이오가스 생산을 향상시키고, 반입 수수료(tipping fees)를 통해 수익을 얻을 수 있어 관련 설비 투자에 요구되는 금액을 장기적으로 충당

< 하수처리시설의 co-digestion 바이오가스 에너지화 사례 >

시설	CMSA	EBMUD	Hill Canyon	Sheboygan	West Lafayette	Janesville
co-digestion을 통한 바이오가스 생산량 증가	60%	100% 이상	250%	150-300%	N/A	40%
바이오가스 사용	CHP ICE 보일러	CHP ICE 보일러 터빈	CHP ICE 보일러	CHP 마이크로터빈 보일러	CHP 마이크로터빈	CHP 마이크로터빈 CNG
연평균 시설 자체 에너지 충당률	60%	128%	80-85%	90%	16-18%	27%

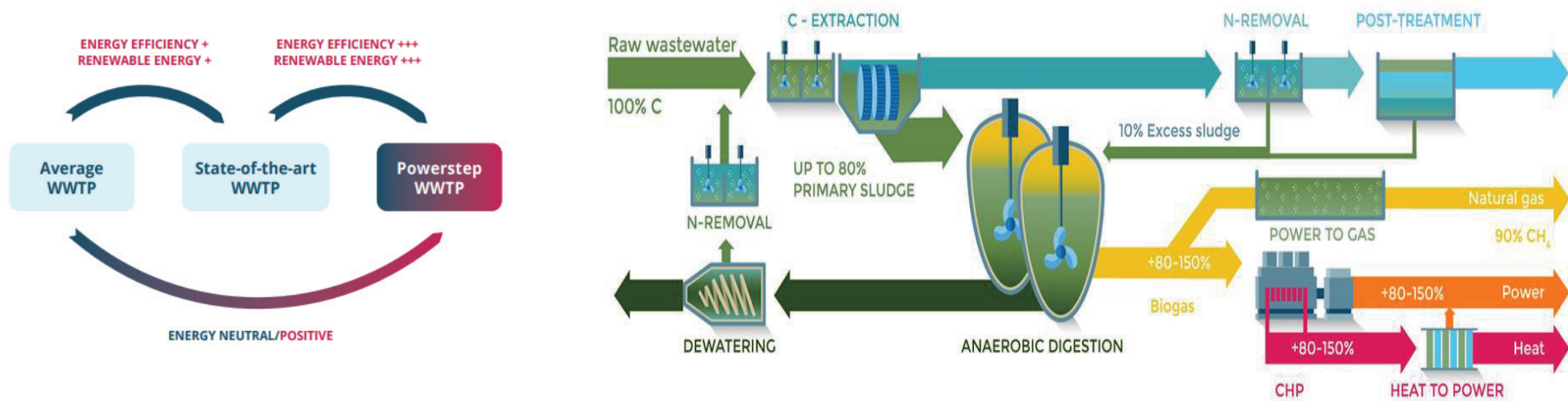
III-17. EU POWERSTEP



❖ 하수처리시설 공정 전체에 대한 종합적인 솔루션을 제공하여 에너지 효율과 신재생에너지 생산을 높여 최종적으로 **energy-positive**한 하수처리시설 달성 목표

➤ Energy-Positive 하수처리시설 달성 기술개발 중점 방안

- 1차 침전지에서 가능한 많은 탄소 추출하여 슬러지 소화를 통해 생산된 바이오가스 생산 극대화
- 반응조(Main stream)에서 에너지 절감형 질소 제거 처리기술 개발
- 생산된 바이오가스의 품질향상 및 재생에너지로써의 활용도 제고(예, 열병합발전을 통한 전력 등)
- 반류수 질소 회수 기술개발



Thank you



공공폐수처리시설의 탄소중립 방안

경기연구원 조영무 박사



공공폐수처리시설의 탄소중립 방안

경기연구원 시군연구센터

연구위원 조 영 무

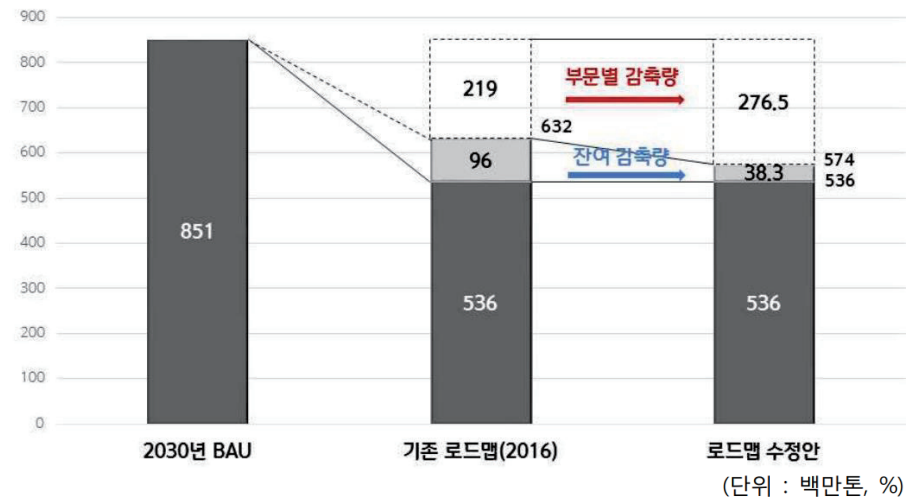
목 차

- 01/ 과업의 개요
- 02/ 관련법규 검토
- 03/ 공공폐수처리시설 현황과 문제점
- 04/ 공공폐수처리시설의 효율적 운영 방안
- 05/ 결론 및 정책제언

1. 개요

● 국가의 온실가스 감축 정책

2030년까지 BAU 대비 37% 감축



부문	배출원	배출 전망(BAU)	수정안	
			감축후 배출량(감축량)	BAU 대비 감축률
배출원 감축	산업	481.0	382.4	20.5%
	건물	197.2	132.7	32.7%
	수송	105.2	74.4	29.3%
	폐기물	15.5	11.0	28.9%
	공공(기타)	21.0	15.7	25.3%
	농축산	20.7	19.0	7.9%
	탈루 등	10.3	7.2	30.5%
감축수단 활용	전환	(333.2) ¹	(확정 감축량) -23.7 (추가감축잠재량) -34.1 ²	-
	E+산업/CCUS	-	- 10.3	-
	산림흡수원	-	- 38.3	4.5%
	국외감축 등	-	-	-
기존 국내감축			574.3	32.5%
합계		850.8	536.0	37.0%

1. 개요

2050 탄소중립

- **[적응]** 주요 온실가스 배출원인 발전·산업·건물·수송 분야에 대한 기술개발 지원, 제도개선 등을 통해 온실가스 조기 감축 유도
- **[기회]** 탄소중립 패러다임에 맞게 기존 혁신 생태계를 점검·보완하고 저탄소 산업을 새로운 성장 동력으로 인식·육성하는 체계 구축
- **[공정]** 전환 과정에서 소외되는 계층·산업이 없도록 하고, 전 국민적 공감대를 토대로 지역·민간 등이 주도하는 Bottom-up 방식 추진
- **[기반]** 재정제도 개선 및 녹색금융 활성화, 기술개발 확충, 국제협력 등을 통해 탄소가격 시그널 강화 및 효과적인 탄소감축 이행 지원

비전

“적응적(Adaptive) 감축”에서 “능동적(Proactive) 대응”으로
: 탄소중립·경제성장·삶의 질 향상 동시 달성

3+1 전략 추진



* 자료: 관계부처합동(2020), 2050 탄소중립 추진전략

1. 개요

환경기초시설 탄소중립

- 환경기초시설은 하·폐수 및 폐기물 처리과정에 다량의 에너지 소모
- 환경기초시설의 직간접적 온실가스 배출량 : 국내 온실가스 발생량 3.5% 수준
- 환경기초시설은 신재생에너지를 설치할 수 있는 유휴부지가 많아 탄소중립 가능성이 높으며, 에너지 저감을 위한 다양한 기술이 개발되어져 있음

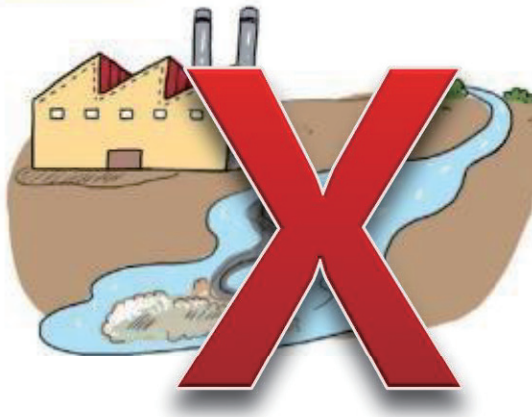
환경기초시설 온실가스 배출량 (2008년 기준)

구분	온실가스 배출량(tCO ₂ eq/년)		에너지 사용량(TOE)		
			계	전력	연료
계	7,193,657	100%	888,722	824,869	64,073
하수	2,013,246	28.0%	450,739	446,851	3,888
소각	2,067,617	28.7%	117,355	101,407	15,948
매립	1,991,095	27.7%	15,709	14,730	979
폐수	178,297	2.5%	67,542	45,212	22,330
음식물	460,410	6.4%	205,630	193,588	12,042
정수	416,111	5.8%	25,603	17,409	8,194
재활용	21,478	0.3%	6,147	5,673	474
기타	45,403	0.6%	20,443	20,105	338

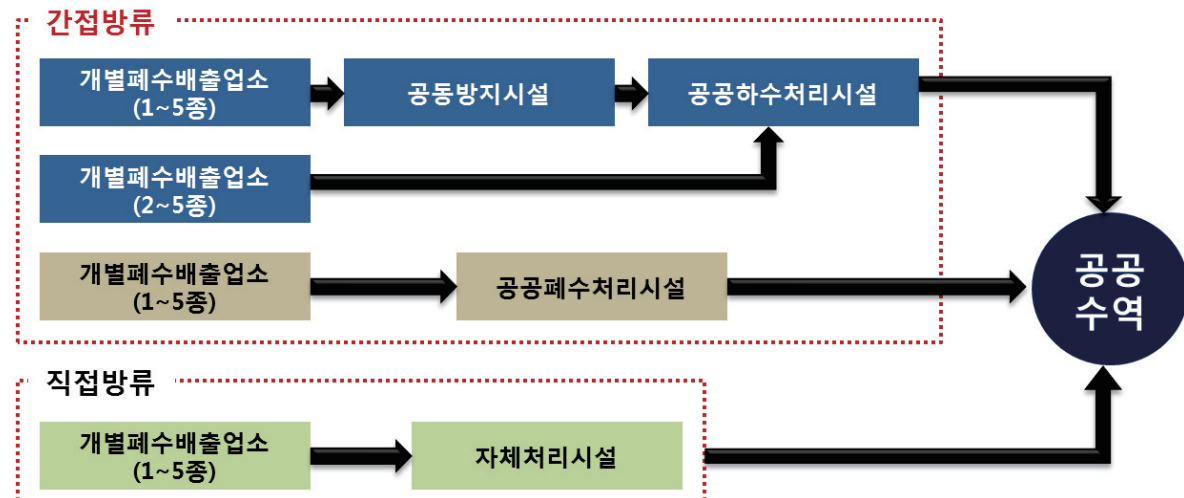
자료 : 한국환경공단(2012). “환경기초시설 탄소중립 프로그램 사업 추진 현황”.

2. 폐수배출시설

공장 폐수



- 산업폐수를 배출하는 공장 → ‘폐수배출시설’
- 폐수배출시설은 폐수배출량에 따라 1~5종으로 구분
- 특정수질유해물질을 기준치 이상으로 배출하는지 여부와 상수도보호구역 등 수자원보호 구역에 설치되었는지 여부에 따라 ‘신고대상’ 과 ‘허가대상’ 으로 구분
- 폐수배출시설에서 발생하는 폐수의 처리



폐수처리시설 승인 및 관리권한

〈양주시 검준산업단지 조감도〉

공공폐수처리시설



산업단지 관련
승인권한 /

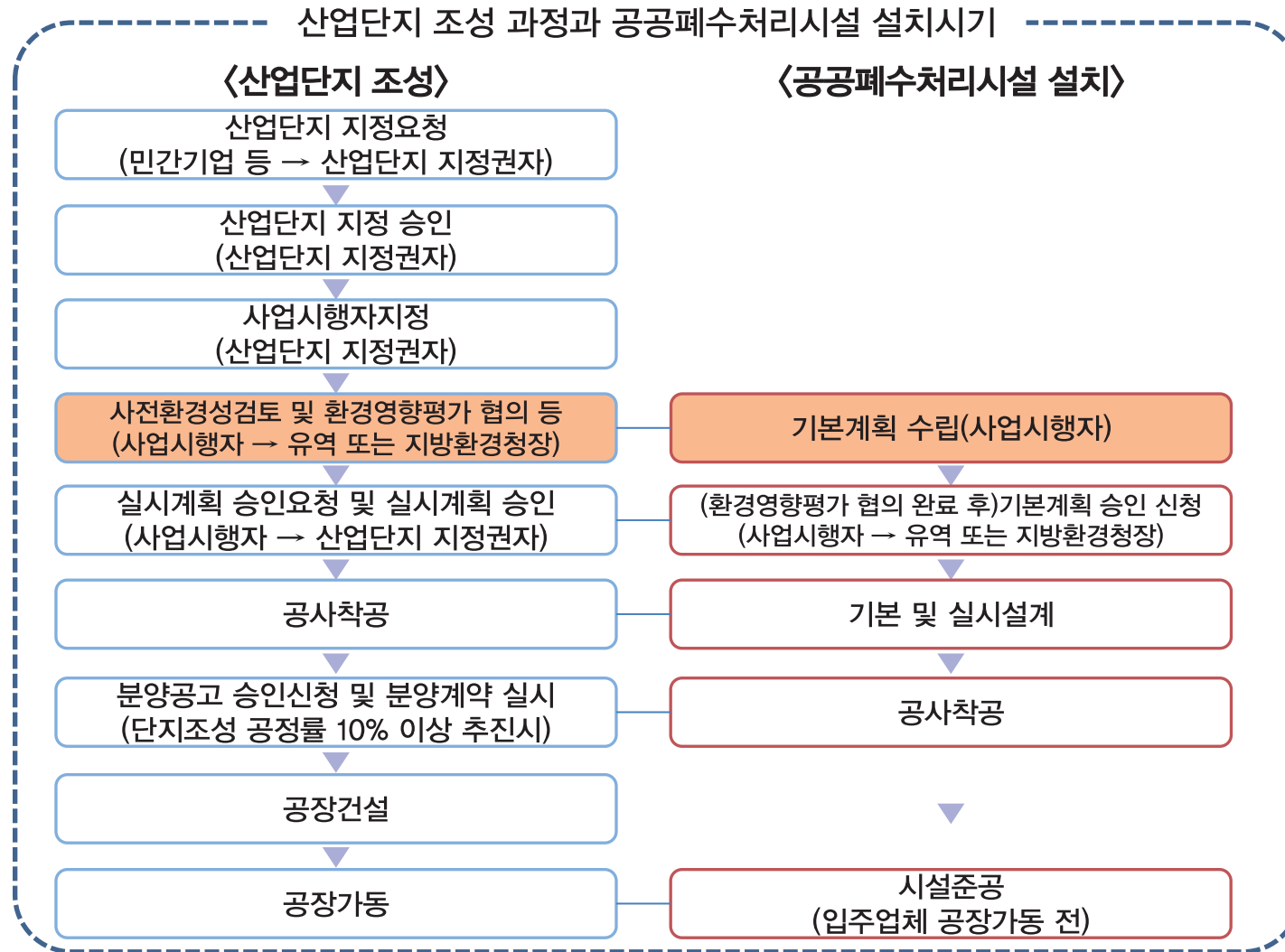
- 일반산업단지의 지정권한: 시 · 도지사
- 산업단지 내 폐수배출시설의 관리 권한: 환경부 장관이 시 · 도지사에 위임 (폐수배출업소 신고/허가 권한, 지도 · 단속 권한 등)
- 산업단지 내 공공폐수처리시설의 설치 승인 및 관리 권한: 환경부 장관
⇒ 관리체계의 이원화에 따른 문제 발생

폐수처리시설 종류 및 설치비 부담

● 물환경보전법

구 분	내 용																								
공공폐수 처리시설의 정의와 종류	<div>✓ 정의: 공공폐수처리구역의 폐수를 처리하여 공공수역에 배출하기 위한 처리시설과 이를 보완하는 시설</div> <div>✓ 종류<ul style="list-style-type: none">– 산업단지 공공폐수처리시설– 농공단지 공공폐수처리시설– 환경부 장관이 지정·고시하는 지역에 설치되는 공공폐수처리시설</div>																								
공공폐수 처리시설의 비용부담	<div>✓ 원인자 부담의 원칙(폐수배출업소)<ul style="list-style-type: none">– 중소기업의 생산활동과 투자억육 위축 방지를 위해 국고 보조 가능</div> <div>✓ 국고 보조 비율<table><tr><th rowspan="3">합계</th><th colspan="4">수도권</th><th colspan="2">수도권 외 지역</th></tr><tr><th colspan="2">서울·인천·경기 (접경지역 제외)</th><th colspan="2">접경지역</th><th rowspan="2">보조</th><th rowspan="2">원인자 등</th></tr><tr><th>보조</th><th>원인자 등</th><th>보조</th><th>원인자 등</th></tr><tr><td>100</td><td>50</td><td>50</td><td>70</td><td>30</td><td>70</td><td>30</td></tr></table></div> <div>접경지역: 김포시, 파주시, 연천군, 고양시, 양주시, 동두천시, 포천시</div>	합계	수도권				수도권 외 지역		서울·인천·경기 (접경지역 제외)		접경지역		보조	원인자 등	보조	원인자 등	보조	원인자 등	100	50	50	70	30	70	30
합계	수도권				수도권 외 지역																				
	서울·인천·경기 (접경지역 제외)		접경지역		보조	원인자 등																			
	보조	원인자 등	보조	원인자 등																					
100	50	50	70	30	70	30																			

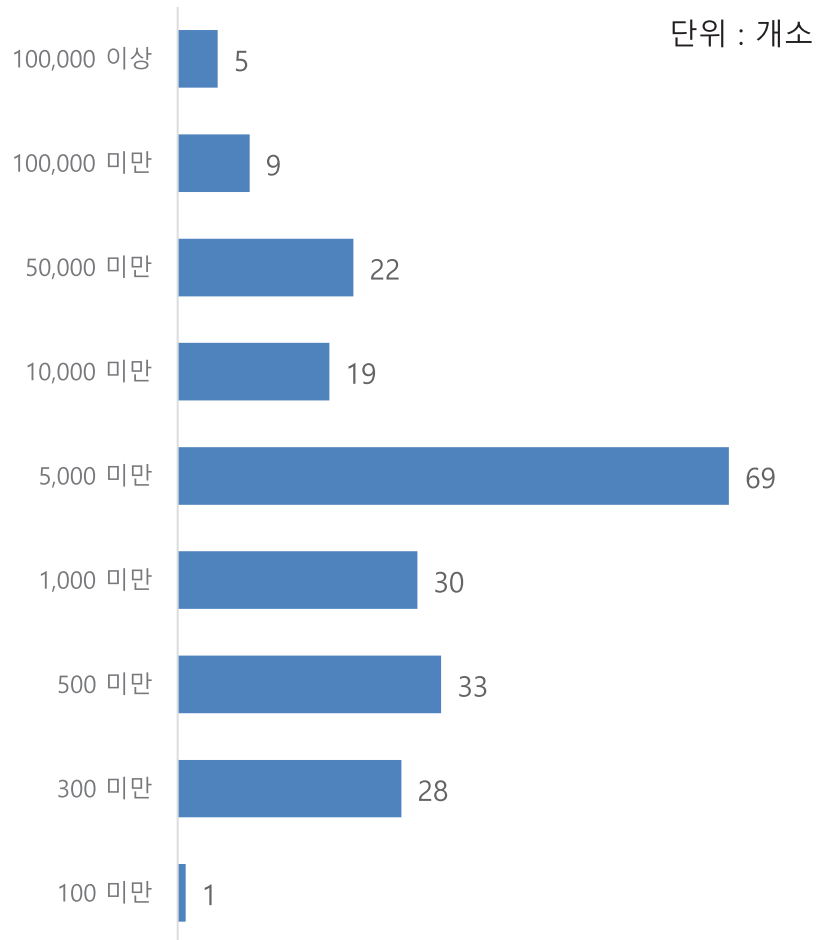
폐수처리시설 설치 절차



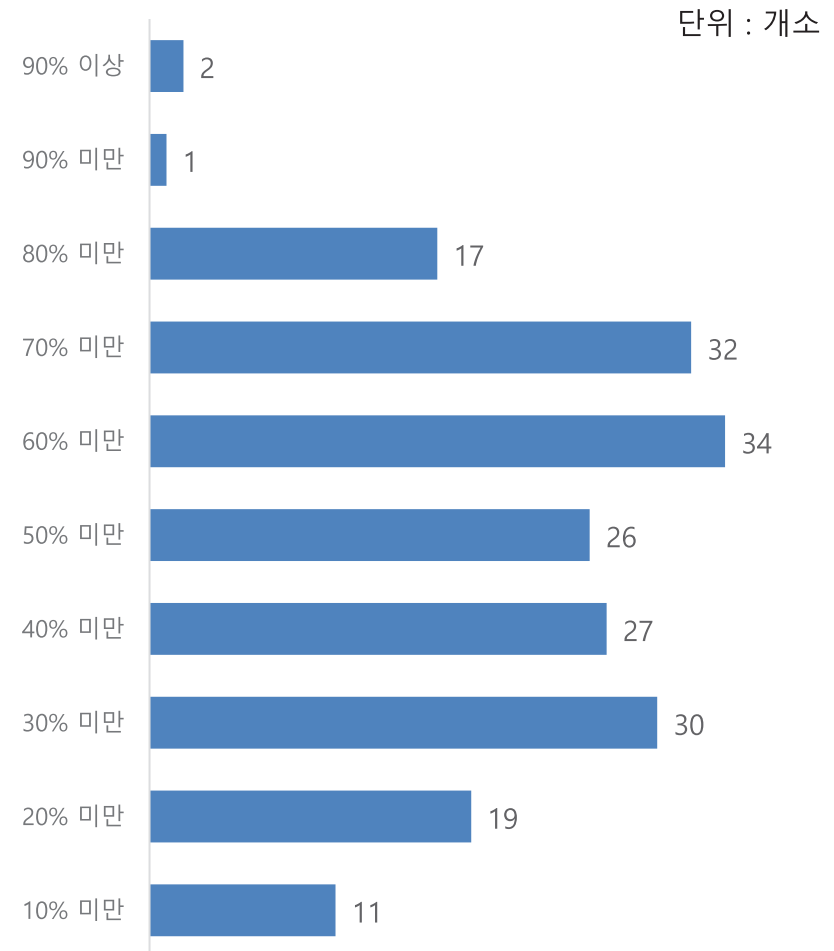
※ 입주업체가 결정되기 전에 공공폐수처리시설의 기본 및 실시설계 완료

폐수종말처리시설 현황

● 시설용량 : 1,952,200m³/일 (215개소)

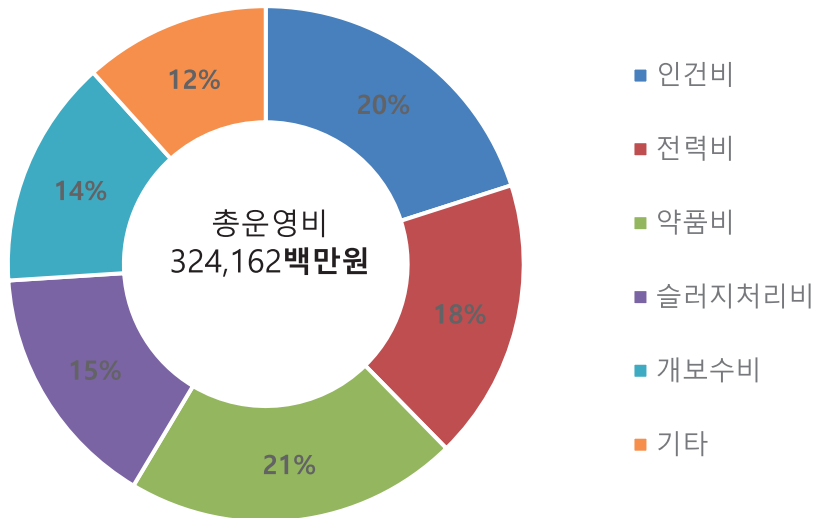


● 평균가동률 : 61.6%



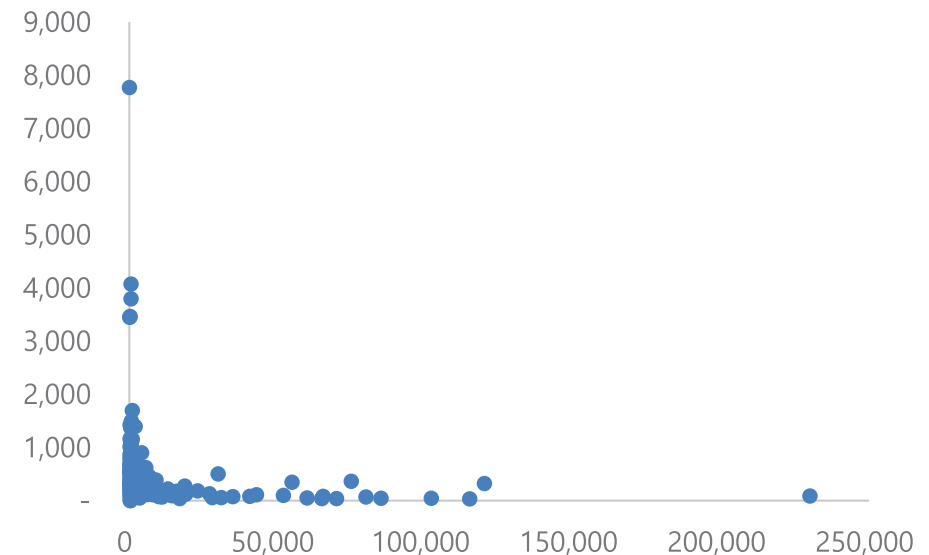
3. 폐수종말처리시설 탄소중립화 방안

● 운영비 현황



*자료 : 2019 공공폐수처리시설 운영현황

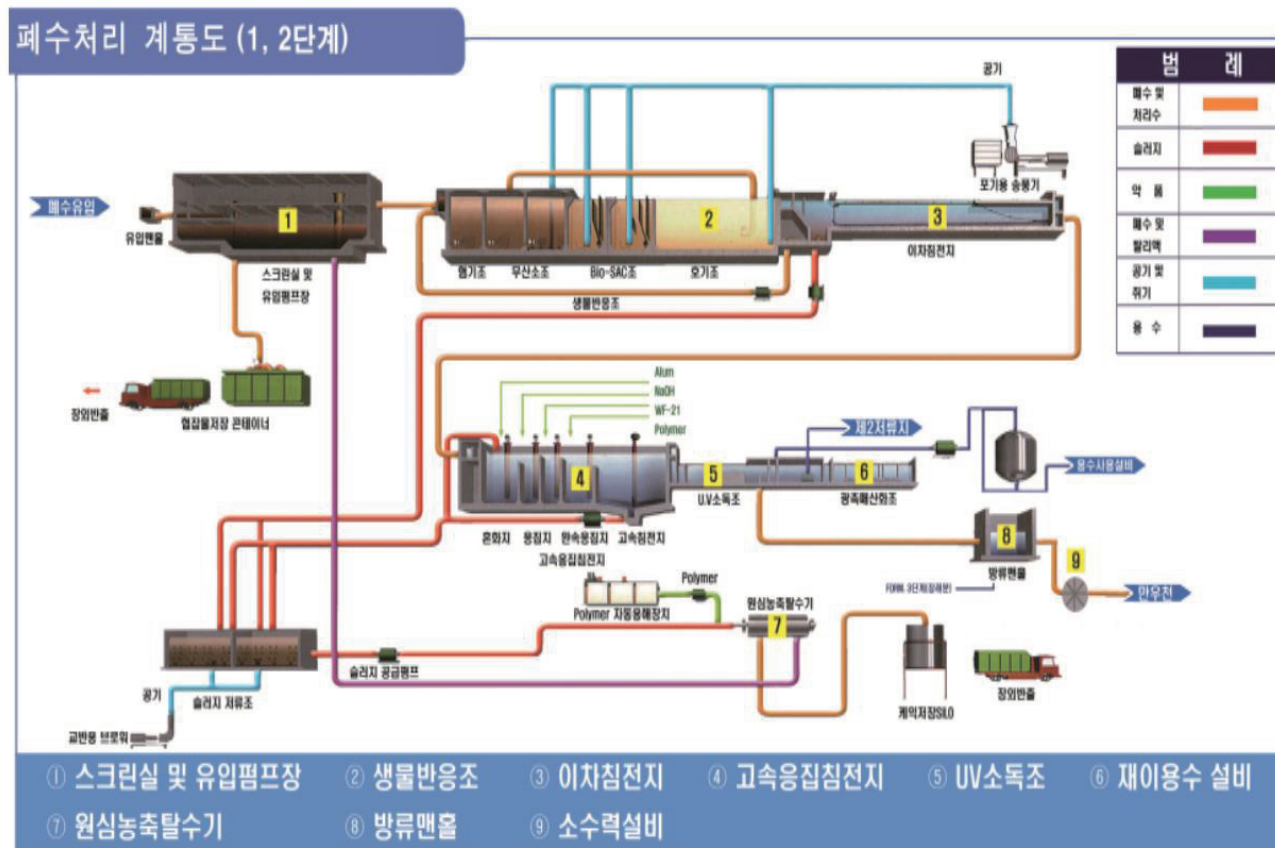
● 처리시설 당 전력비 단가(원/m³)



- 공공폐수처리시설 운영비 : 약품비 > 인건비 > **전력비** > 슬러지 처리비 > 개보수비 > 기타 순
- 하수처리시설 운영비 : **전력비** > 슬러지처리비 > 인건비 > 기타 > 개보수비 > 약품비 순
(자료 : 2016 공공하수처리시설 운영결과 조사표)
- 공공폐수처리시설은 톤당 전력비용 용량이 작을수록 단가가 높음

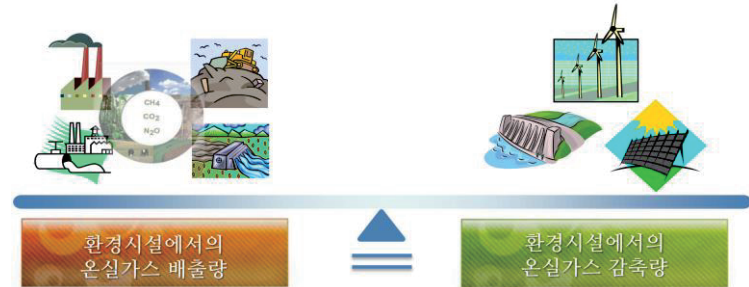
폐수처리시설 처리공정

- 파주LCD폐수종말처리시설
(시설용량 : 230,000m³/일, A : 79,270m²)



3. 공공폐수처리시설 탄소중립화 방안

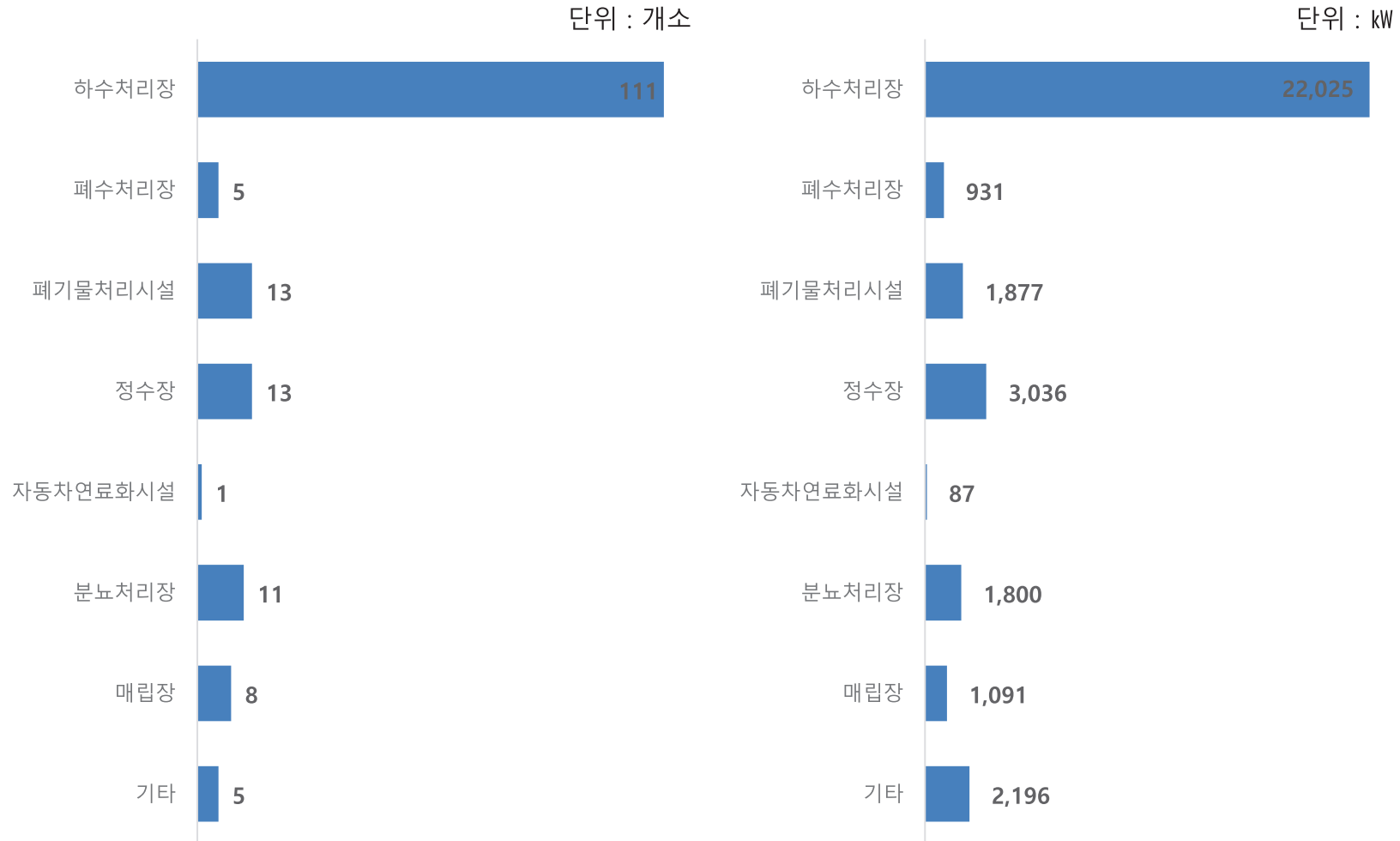
- 탄소중립 : 직/간접적으로 온실가스 배출량을 줄이는 것
 - 직접저감 : 공정개선, 에너지 효율개선, 온실가스 포집 등
 - 간접저감 : 화석연료 대체, 산림조성 등 온실가스 발생량 상쇄



목적	<ul style="list-style-type: none"> • 환경기초시설 내 유희부지 등에 태양광 등 신재생에너지 시설을 설치하여 화석연료 사용 저감 및 폐기물 부분의 온실가스 감축 추진 • 환경기초시설은 유희부지가 넓고 토지가격이 저렴하며, 초중고 환경 체험장으로 이용되고 있는 등 신재생에너지 시설 설치 최적지
지원대상/내용	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 환경기초시설 / 태양광, 풍력 시설
보조비율	<ul style="list-style-type: none"> • 국고 50%, 지방비 50%
전력사용	<ul style="list-style-type: none"> • 대부분 중소규모의 태양광 시설을 설치하고 있어, 생산된 전기는 대부분 환경기초 시설 운영에 활용

3. 공공폐수처리시설 탄소중립화 방안

- 환경기초시설 탄소중립 프로그램 진행 현황



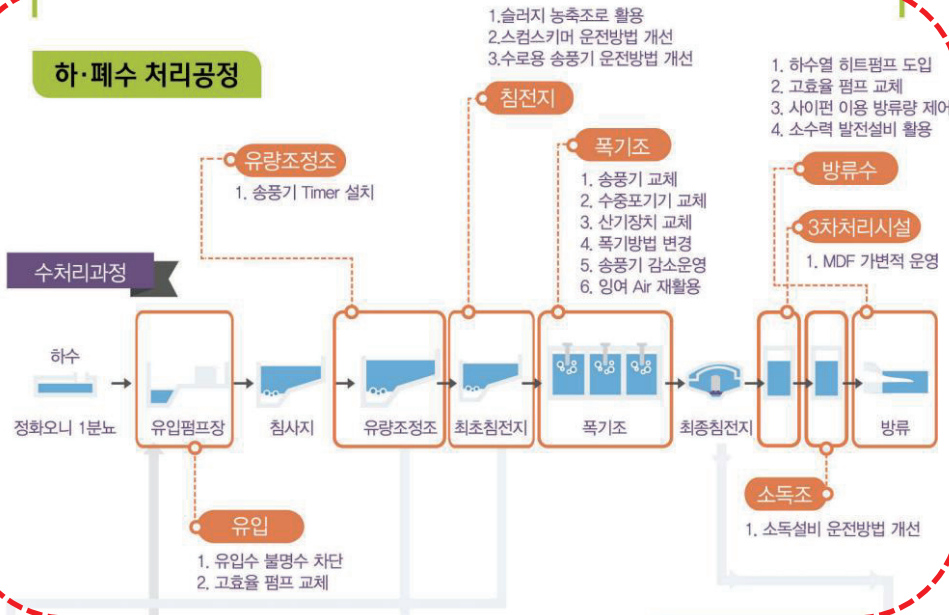
* 자료: 한국환경공단 내부자료

기존 처리시설에서 에너지 저감 방안

공정별 온실가스 감축 지점 및 주요 활동

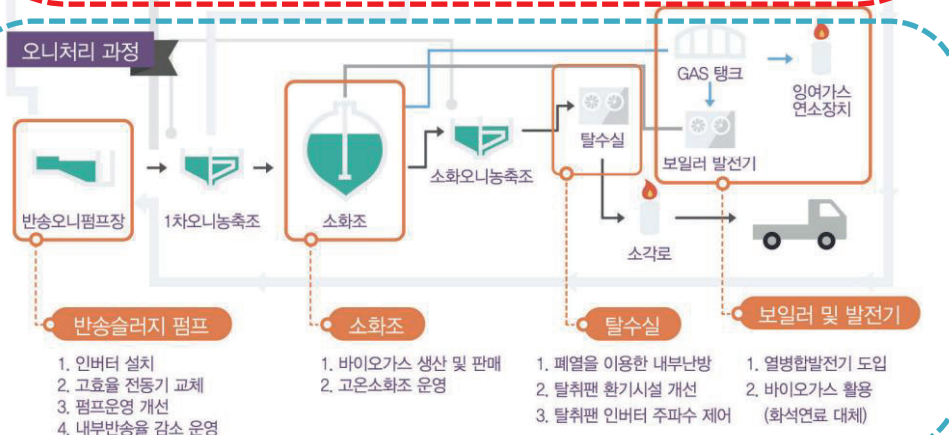


하·폐수 처리과정



주요 설비의 효율 개선

오니처리 과정



슬러지 처리의 온실가스 감축사업은 거의 없음

*자료: 한국환경공단(2016), 폐기물부문 온실가스 에너지 우수감축기술 편람

파주 LCD 폐수종말처리시설의 에너지 절감 사례

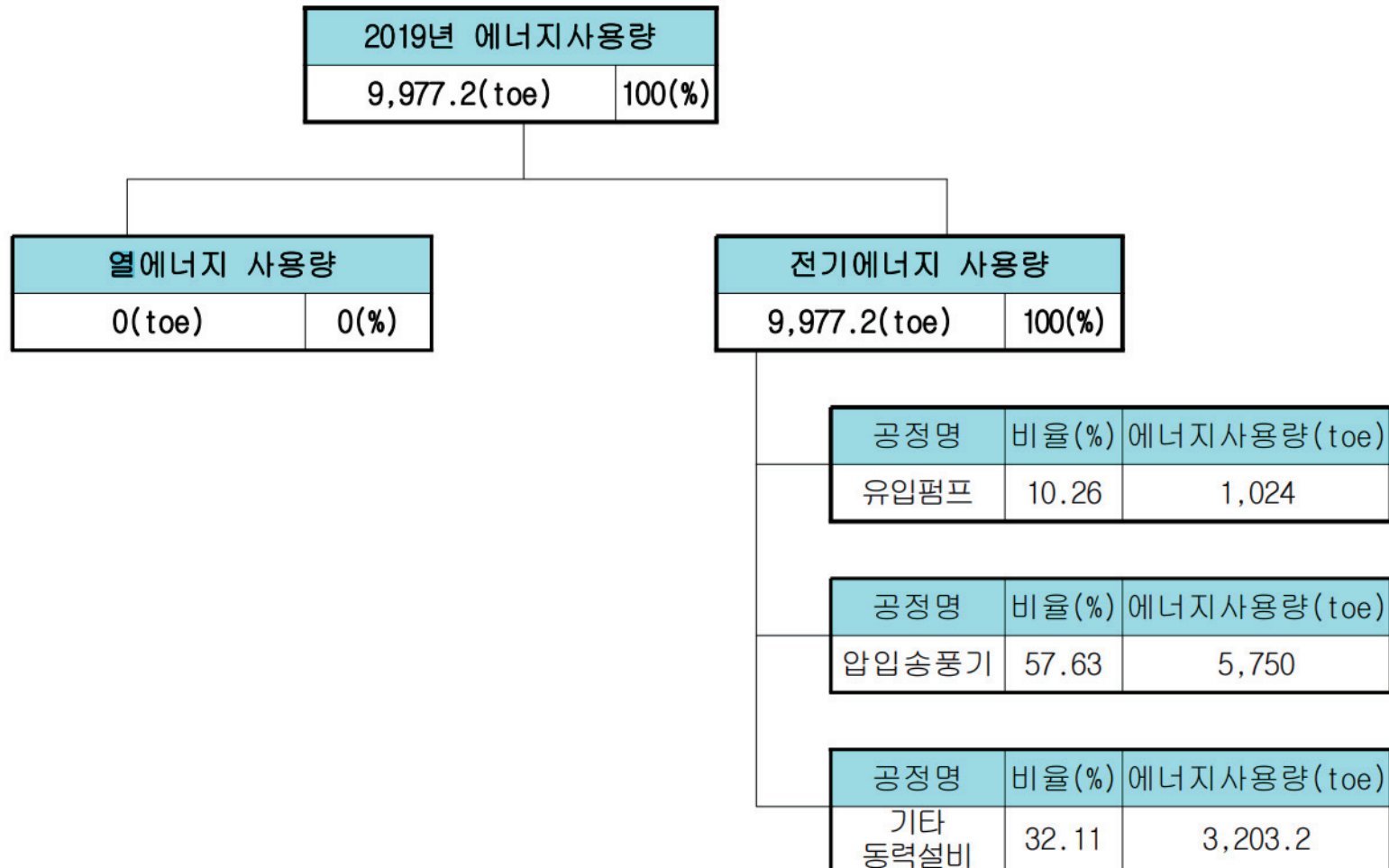
● 에너지 사용량

제품명	항 목	단 위	전체 에너지원단위 현황		비 고 (2019년 기준)
			2018년	2019년	
폐수 유입량 합계	폐수유입량	[천 m³ /년]	59,267	58,701	18년 대비 0.96% 감소
	연료사용량	[toe/년]	0.0	0.0	-
	전력사용량	[MWh/년]	41,503	43,569	18년 대비 4.8% 증가
	연료원단위	[kgOE/천 m³]	0.00	0.00	-
	전력원단위	[kWh/천 m³]	700.27	742.21	18년 대비 5.99% 증가
		[kgOE/천 m³]	160.36	169.97	
	에너지원단위	[kgOE/천 m³]	160.36	169.97	18년 대비 5.99% 증가
		[toe/천 m³]	0.1604	0.170	

전년 대비 폐수유입량은 0.96% 감소, 에너지 원단위는 5.99% 증가

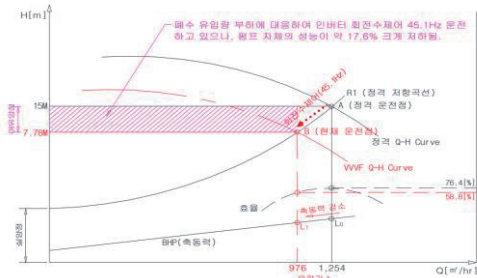
파주 LCD 폐수종말처리시설의 에너지 절감 사례

- 에너지 사용량

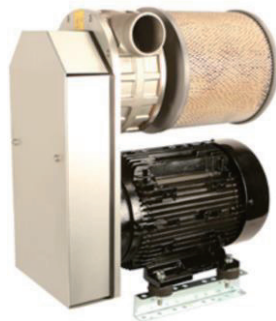


파주 LCD 폐수종말처리시설의 에너지 절감 사례

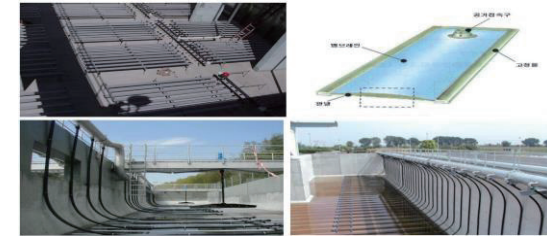
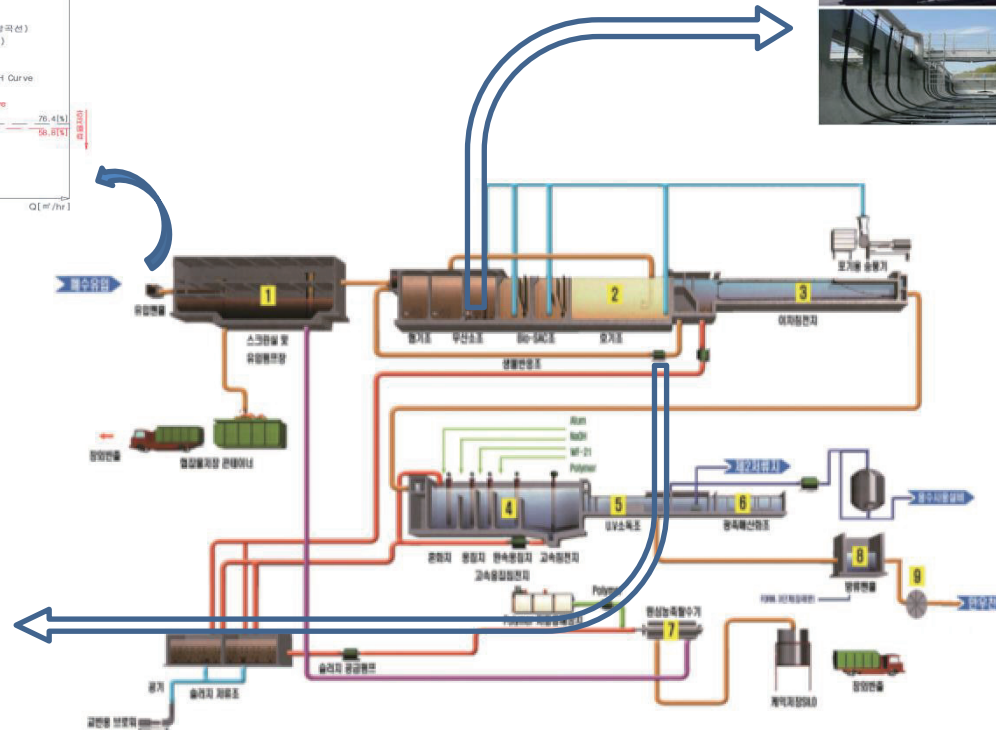
● 처리시설 개선



유입펌프 교체
72.71MkW/년



블로워 부품교체
657.61MkW/년



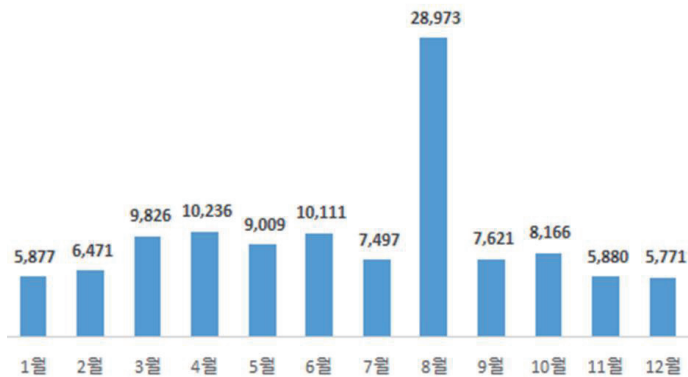
산기관 교체
1,296.48MkW/년

총에너지 저감량 : 2,026.8MkW/년
온실가스 저감량 : 253.35tC/년

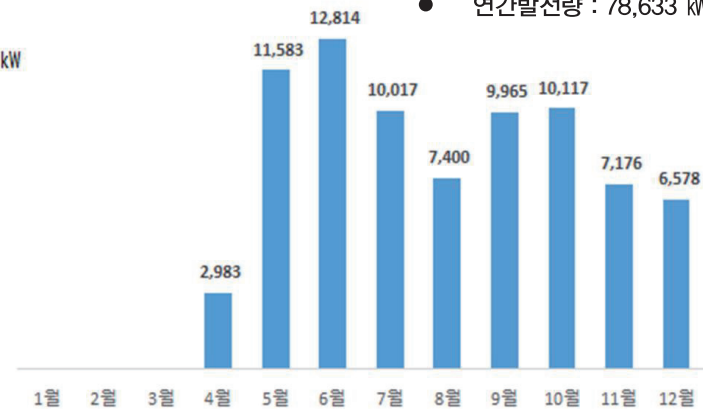
파주 LCD 폐수종말처리시설의 탄소중립 프로그램



- 태양광 시설용량 : 100kW
- 연간발전량 : 115,438 kW



- 소수력 시설용량 : 100.8kW
- 연간발전량 : 78,633 kW



폐수처리시설의 탄소중립 프로그램이 미진한 사유

- 처리시설 부지면적이 작음

하수처리시설			폐수처리시설		
시설용량	부지면적	적용공법	시설용량	부지면적	적용공법
71,000 m³/일	87,202 m²	PID, DeNiPho	230,000 m³/일	79,270 m²	AS, 화학응집
25,000 m³/일	29,297 m²	HBR2, SBF	19,000 m³/일	14,011 m²	화학, AS, 펜톤
23,000 m³/일	50,635 m²	산화구, SBF	17,000 m³/일	20,802 m²	AS, 화학응집
20,000 m³/일	33,469 m²	KHBNR	10,000 m³/일	12,000 m²	AS, 화학응집
5,000 m³/일	16,128 m²	SBAF	190 m³/일	1,145 m²	AS
4,000 m³/일	16,460 m²	산화구, SBF			
1,900 m³/일	5,792 m²	SBR			
600 m³/일	1,536 m²	KSBNR			
500 m³/일	3,929 m²	HBR2			

감사합니다.

연구위원 조영무(cho0316@gri.kr)