



DRACO

슬러지 감량화를 위한 열가수분해 기술



1.

Background And DRACO



열가수분해 기술

Thermal Hydrolysis Process (THP)

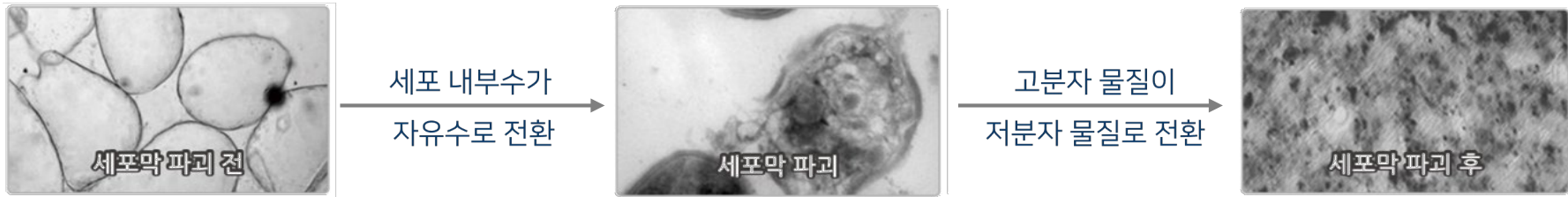
: 고온, 고압의 조건에서 열적 가용화를 통해 유기성 폐기물의 감량화 및 가용화를 수행하는 기술

■ 미생물 세포벽 파괴

- 고온, 고압에 의한 세포벽 파괴
- 세포 내부수 유출로 인한 탈수능 향상
- 병원성 미생물 사멸

■ 가수분해

- 고분자 유기물질의 결합 고리 파괴
- 저분자 유기물질로의 전환을 통해 생분해도 향상
- 바이오가스 증산 및 소화일수 단축

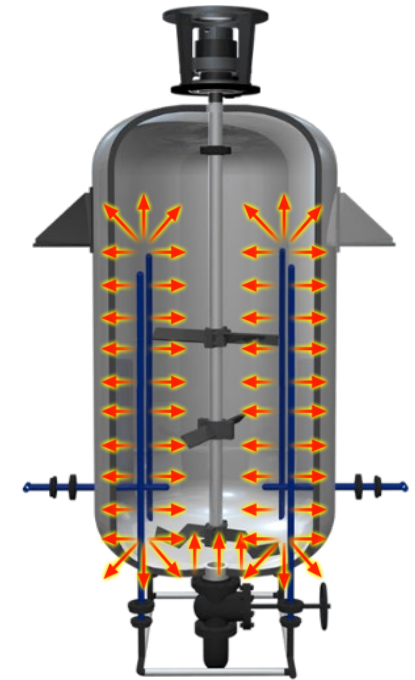
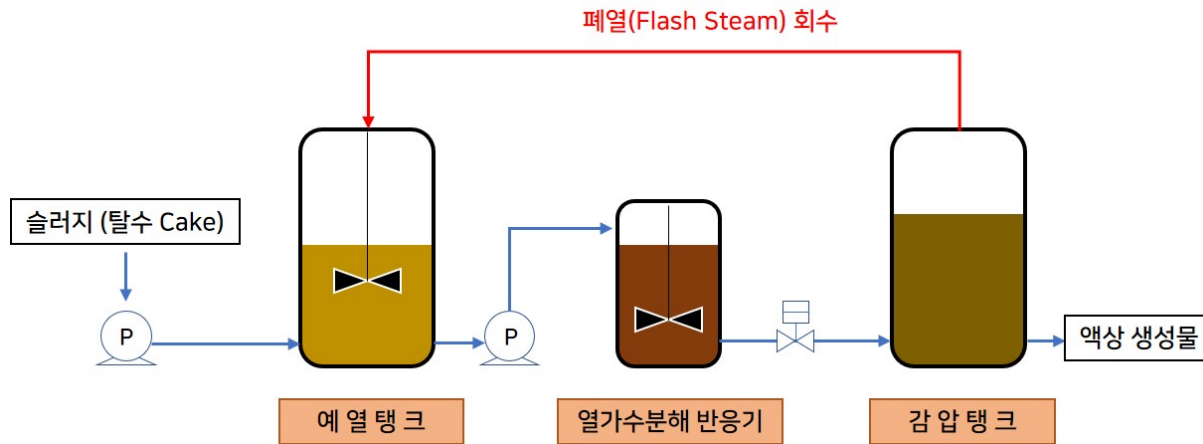


슬러지 탈수기능 향상 및 바이오가스 생산량 증대

DRACO

다점 스팀 분사방식과 교반에 효과적인 분해

- 다점 증기분사 방식과 교반기를 이용한 **완벽한 열가수분해 반응 유도**
- **슬러지 감량화 및 바이오가스 발생량 극대화** 등의 유기성폐기물 에너지화, 감량화 적용
- **폐열 회수시스템**에 의해 버려지는 열원 최대활용 및 운영비 절감
 - ✓ 열가수분해 반응조의 감압시 버려지는 **스팀의 회수로 에너지 사용량 최소화 실현**

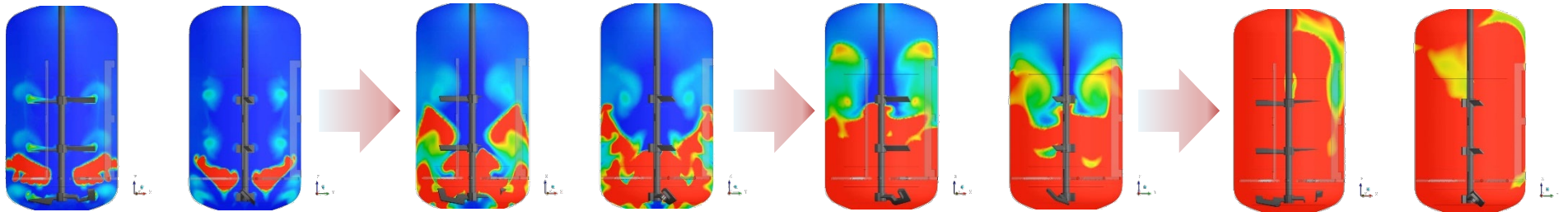


특허기술로 함수율 변화에 **효과적인 대응, 에너지 효율 극대화**

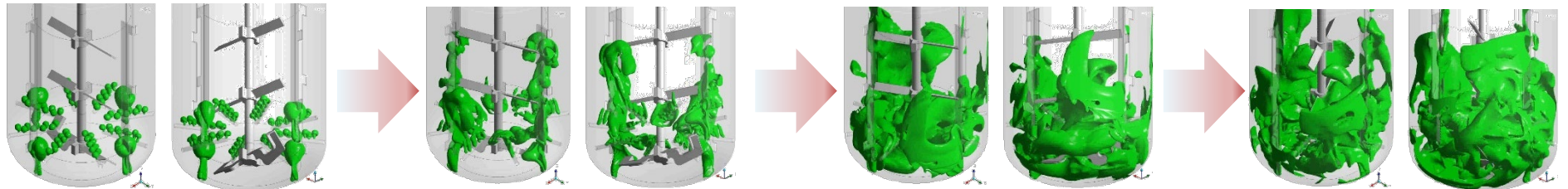
DRACO

다점 스팀 분사 및 교반 시스템의 효과

- 단시간 내 반응기 내부 균등한 온도 분포(열 전달)를 통해 분해효율 향상



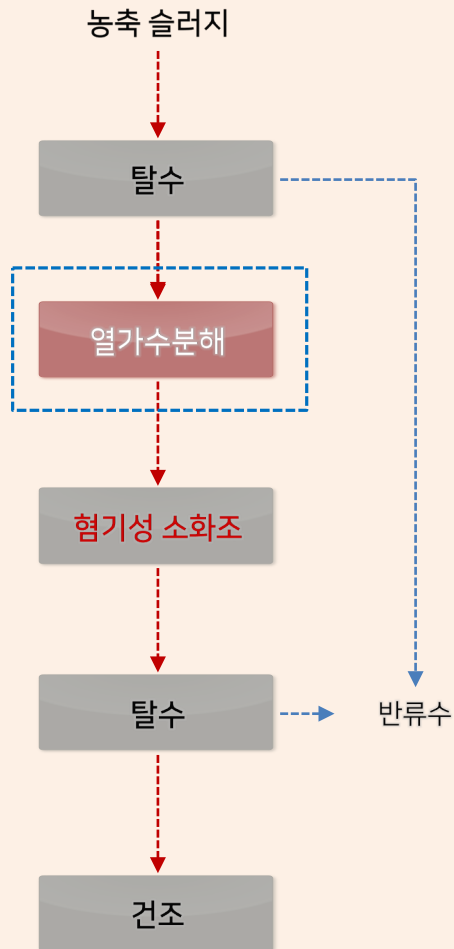
- 원활한 스팀의 확산을 통한 에너지 효율 향상



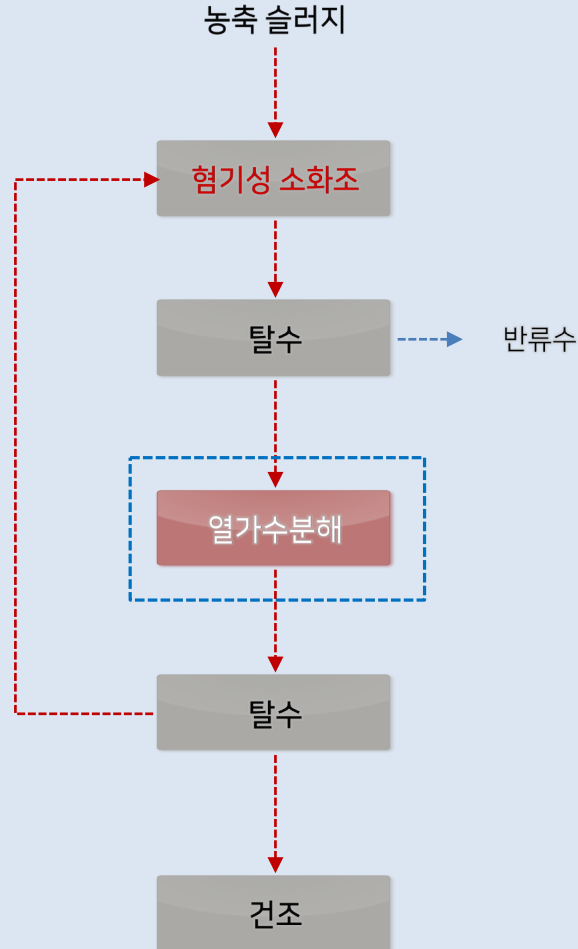
열 전달의 최적화를 통한 에너지효율, 분해효율 향상

열가수분해의 적용방법

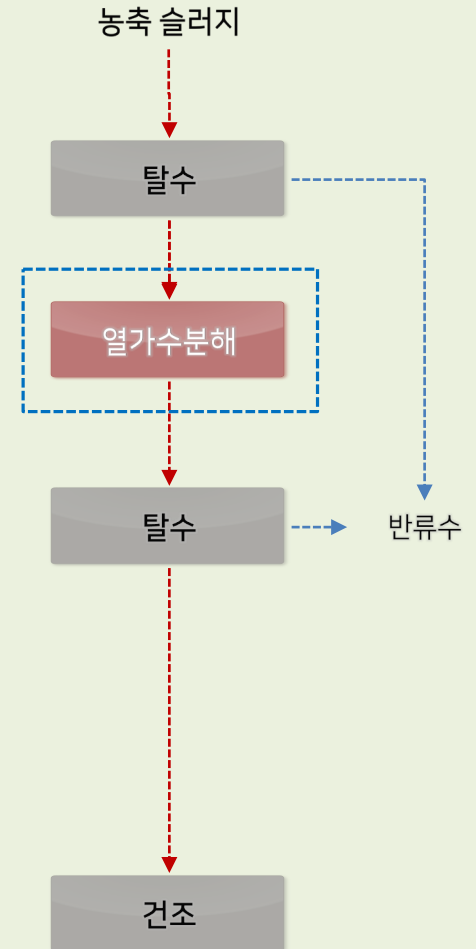
바이오가스 증산



바이오가스 증산/슬러지 감량



슬러지 감량화



2.

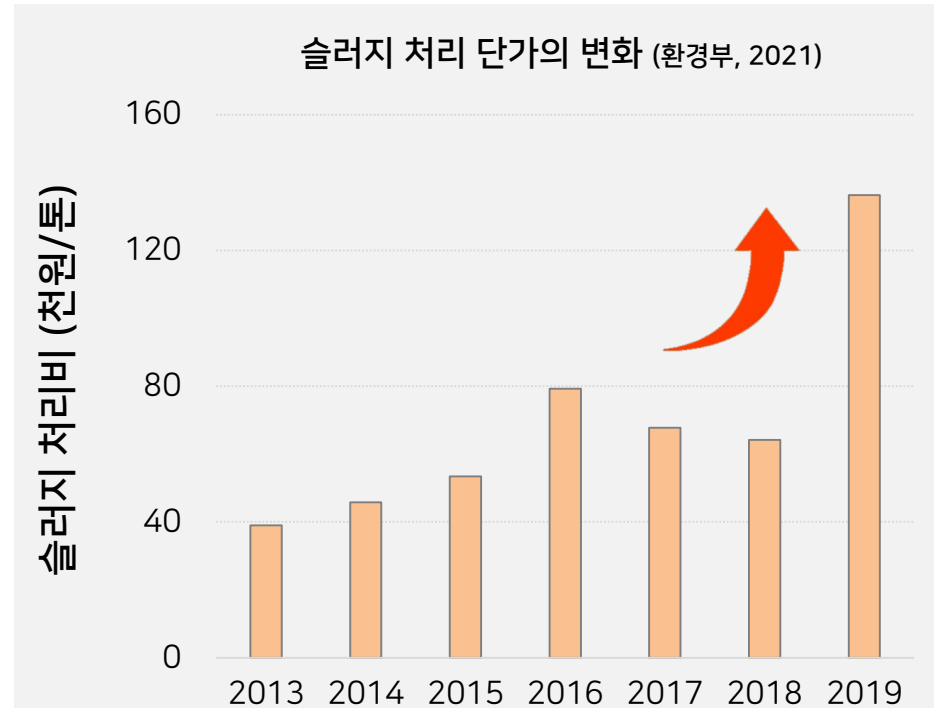
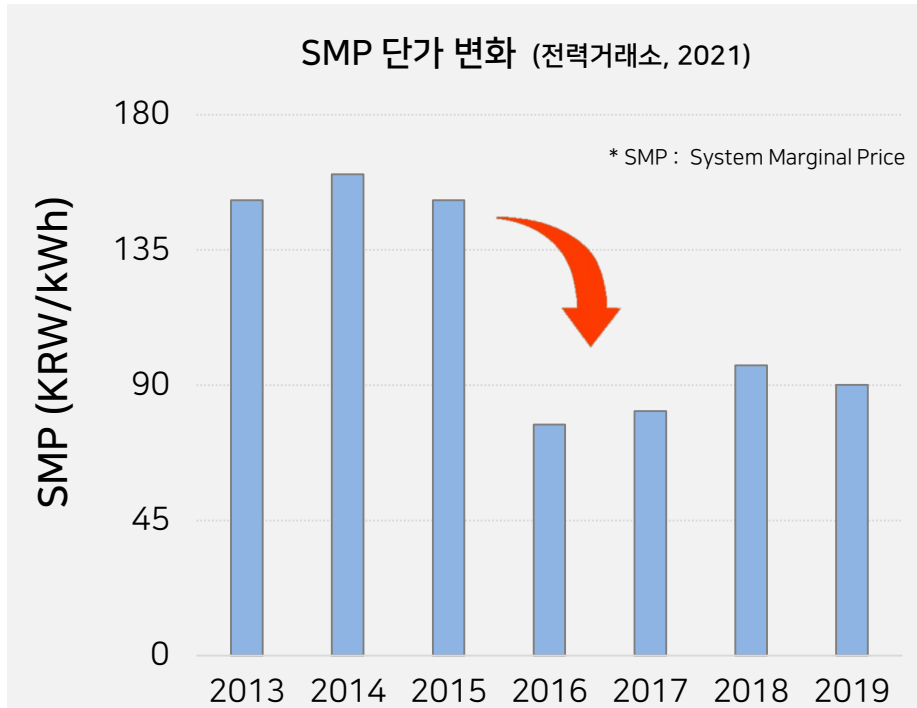
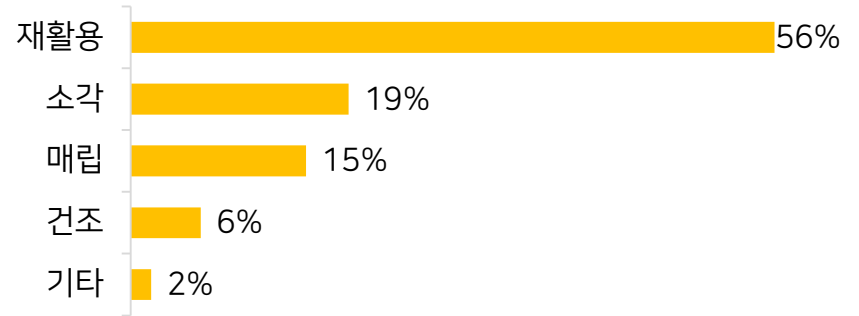
Sludge Volume Reduction



국내 슬러지 발생 및 처리현황

■ 슬러지 처리 비용의 급격한 상승

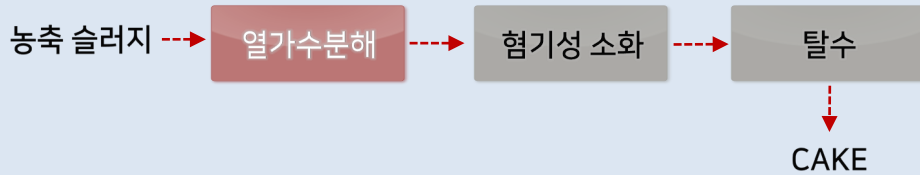
- 연간 약 4.1백만 톤의 슬러지 발생 (환경부, 2019)
- 바이오가스의 SMP 단가 감소, 슬러지 처분 단가 상승 증가
- **슬러지 부피 절감에 따른 처리량 감소가 바이오가스 생산량 증가보다 운영비 절감에 효과적**



슬러지 감량의 경제적 효과

500,000 m³/d 규모의 하수처리장 기준

Pre-AD process



바이오가스 생산량

33,317 Nm³/d

잉여 바이오가스

27,115 Nm³/d

CAKE

142 m³/d

전기판매 수익

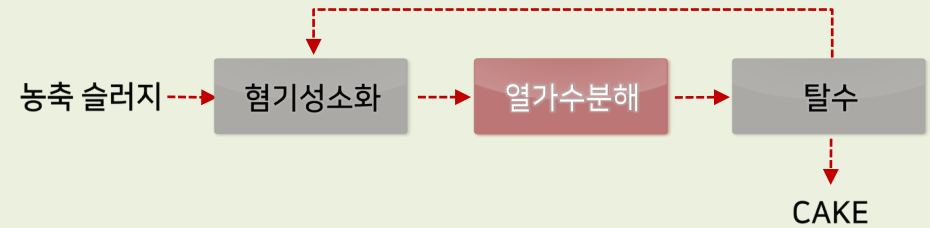
2,879 백만원/년

슬러지 처분비용

7,047 백만원/년

손실 : - 4,168 백만원/년

Post-AD process



바이오가스 생산량

37,601 Nm³/d

잉여 바이오가스

26,163 Nm³/d

Cake

51 m³/d

전기판매 수익

2,789 백만원/년

슬러지 처분비용

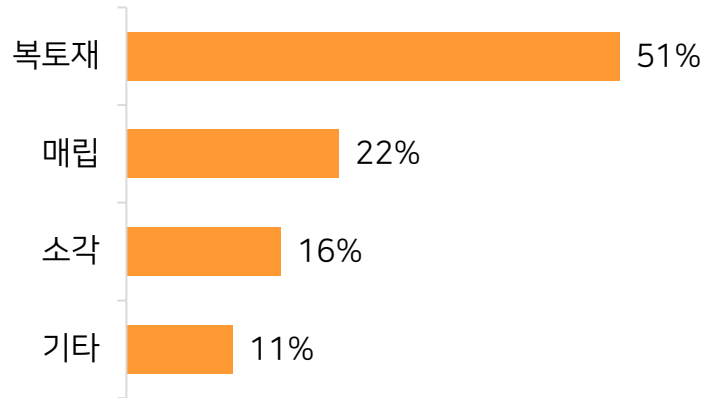
2,531 백만원/년

이익 : 258 백만원/년

미국과 유럽의 슬러지 처리

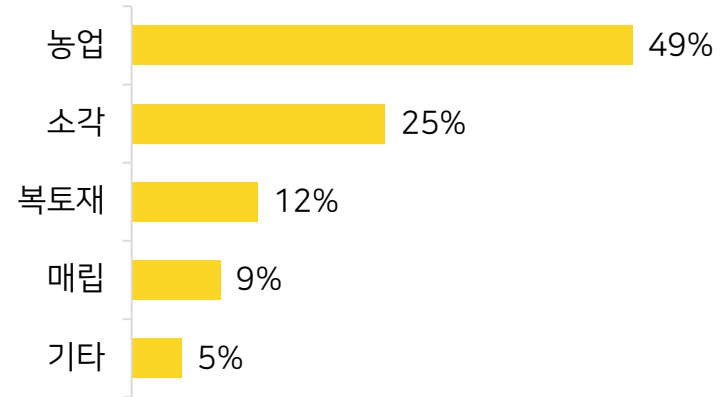
미국 현황

- 연간 4.75 백만 톤(dry 기준)의 슬러지 발생 (2019)
- 슬러지 처분방법 (2019)



유럽 현황

- 연간 8.81 백만 톤(dry 기준)의 슬러지 발생 (2016)
- 슬러지 처분방법 (2019)



미국과 유럽의 슬러지 처분비용

| US(2019) | | EU(2019) | |
|-------------|--|------------------|--------------------|
| Tipping Fee | 55.36 USD/ton (40.9 ~ 73.0 USD/ton) | Land Application | 25 ~ 210 Euro/ton |
| | | Land Filling | 125 ~ 255 Euro/ton |
| | | Composting | 150 ~ 310 Euro/ton |
| | | Thermal Drying | 80 ~ 210 Euro/ton |
| | | Incineration | 80 ~ 438 Euro/ton |

소각을 위한 슬러지 감량화

■ 소각에 의한 슬러지 내 PFAS 제거

- PFAS 제거를 위해 향후 슬러지 소각 확대 전망
- 슬러지 감량화는 소각에 필요한 에너지 소비량 절감의 핵심

Follow the Leader? Maine's Strict Stance on PFAS and Biosolids Land Application Sets the Stage for Further State Regulation

Wednesday, December 11, 2019

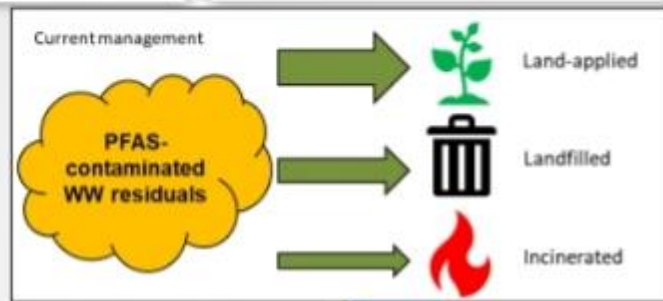
As the United States Environmental Protection Agency ("EPA"), Congress, and state regulatory agencies continue to push forward with per- and polyfluoroalkyl substances ("PFAS") regulations, the Maine Department of Environmental Protection has taken a bold stance regarding PFAS and the land application of biosolids. In a March 22, 2019 memorandum, the Acting Director of Maine's Bureau of Remediation and Waste Management, announced the State's decision to screen

octanesulfonic acid ("PFOS") and 1A") – two of the more widely known PFAS at 1 billion ("ppb") and 5.2 ppb, respectively. Initial sampling to be completed by May 7, a moratorium on biosolids land application in compliance with the established thresholds can be set, will other states follow suit?

[article/follow-leader-maine-s-strict-stance-pfas-and-biosolids-land-application-sets-stage](#)

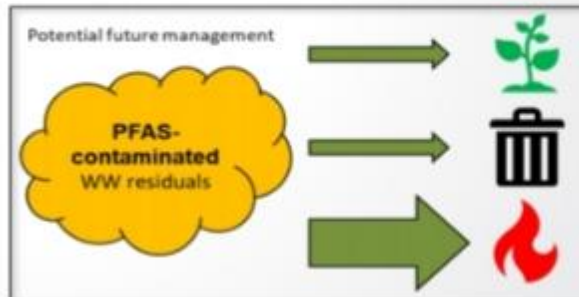


Changing Fate of Wastewater Residuals



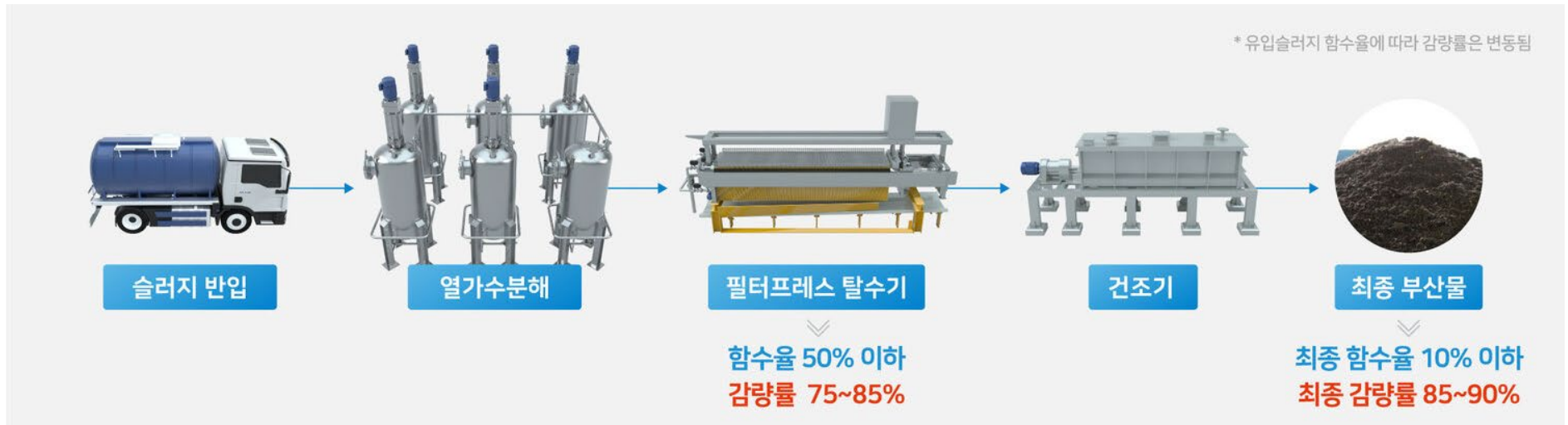
USEPA is looking for partners for sampling full-scale sewage sludge incinerators

- Wastewater residual incineration may increase as policies shift to address PFAS in wastewater
- Lack data on the fate of PFAS in full-scale incinerators



(출처) PFAS Science Webinars for Region 1 and State & Tribal Partners, EPA, 2020

슬러지 감량화 공정



Step 1 DRACO - 열가수분해

- 예열탱크로 슬러지 (함수율 78%이상) 투입
- 예열 된 슬러지(~95℃)를 반응기로 이송
- 반응기의 승온을 위한 스팀 공급
- 열가수분해 (160~200℃, 반응시간 30분)
- 열가수분해 반응물을 감압탱크로 이송
- 감압탱크의 펌프를 예열탱크로 회수

Step 2 필터프레스 탈수기

- 열가수분해 반응물을 필터 프레스를 이용하여 함수율 50% 이하로 탈수

Step 3 건조기

- 탈수 슬러지를 함수율10~15%로 건조

※ 슬러지의 감량화 및 자원화(바이오가스 생산)를 통해 국가의 시급한 슬러지 처리문제를 해결하는 현실적 수단 제공 (녹색혁신기업 선정 주요 사유)

필터프레스 후 75% 이상, 건조 후 85% 이상의 슬러지 감량

슬러지 감량화 성능

필터프레스 후 슬러지 감량화 성능평가 (응집제 미투입)

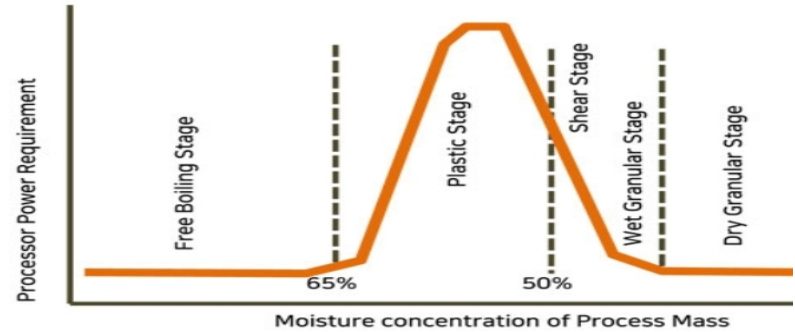


| 슬러지 종류 | | 슬러지 함수율 | 케익 함수율 (DRACO+F/P) |
|----------|---------------|--------------|---------------------|
| 하수 처리장 | 잉여 탈수 슬러지 | 80.4 ~ 81.2% | 38.6 ~ 43.5% |
| | 혐기성 소화 탈수 슬러지 | 77.5 ~ 80.2% | 48.5 ~ 49.5% |
| 산업 폐수처리장 | 1차+잉여 탈수 슬러지 | 78.0 ~ 81.5% | 44.8 ~ 49.5% |
| 가축분뇨 처리장 | 1차+잉여 탈수 슬러지 | 78.2 ~ 82.9% | 46.2 ~ 48.3% |

건조 과정에서의 효과

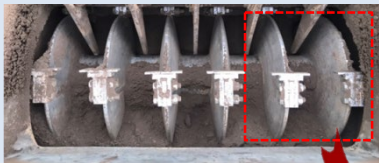
■ 점착구간 회피 가능한 슬러지 감량화

- 함수율 50~65%의 점착구간을 회피하여 손쉬운 건조
- 응집제가 포함되지 않는 필터프레스 케익의 손쉬운 건조



투입 슬러지 함수율 50%

- 디스크 표면에 슬러지 점착 없음



투입 슬러지 함수율 70%

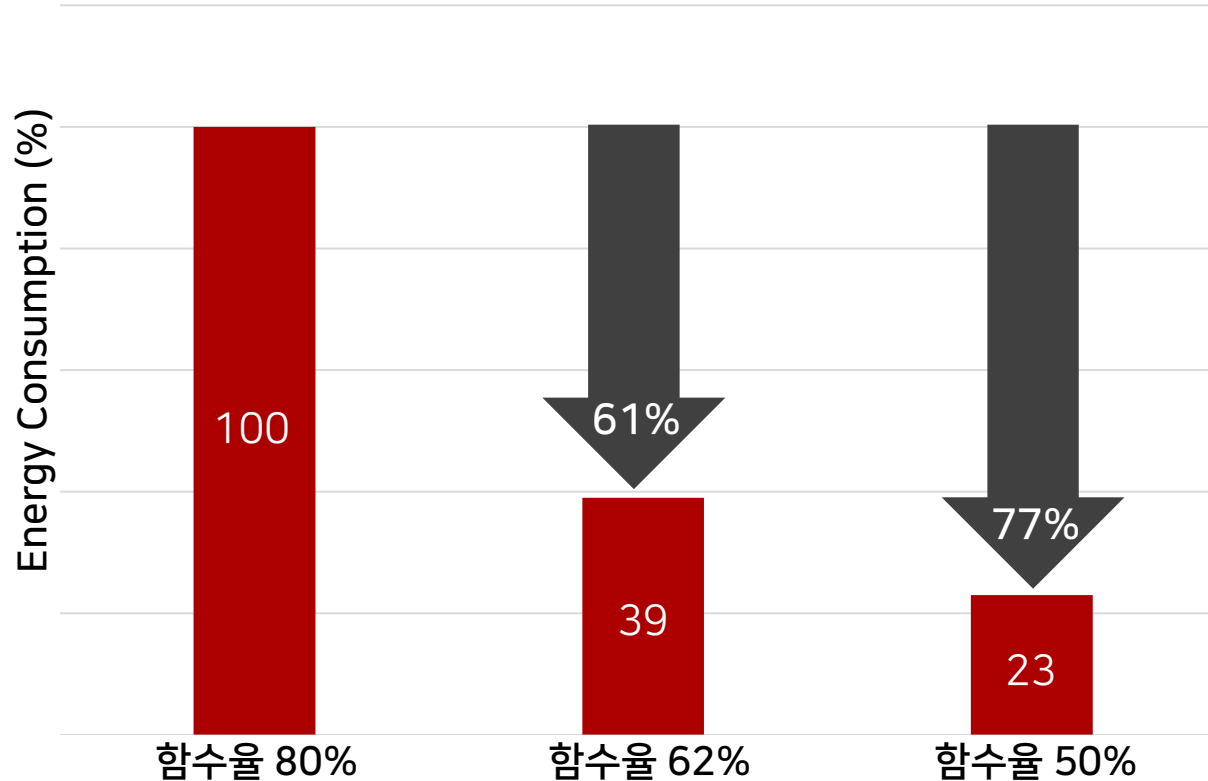
- 디스크 표면에 슬러지 점착



건조 소비 에너지 비교

- 필터프레스에 의해 탈수케익의 함수율이 50%이하 → 건조 대상 수분량의 최소화 가능
- 함수율 80% 탈수케익을 10%까지 건조할 경우와 비교 시 77%의 에너지 소비량 감소

함수율 80%, 62% 및 50%의 케익을 10%까지 건조 시 소요되는 에너지량



3.

Sludge Volume Reduction without AD

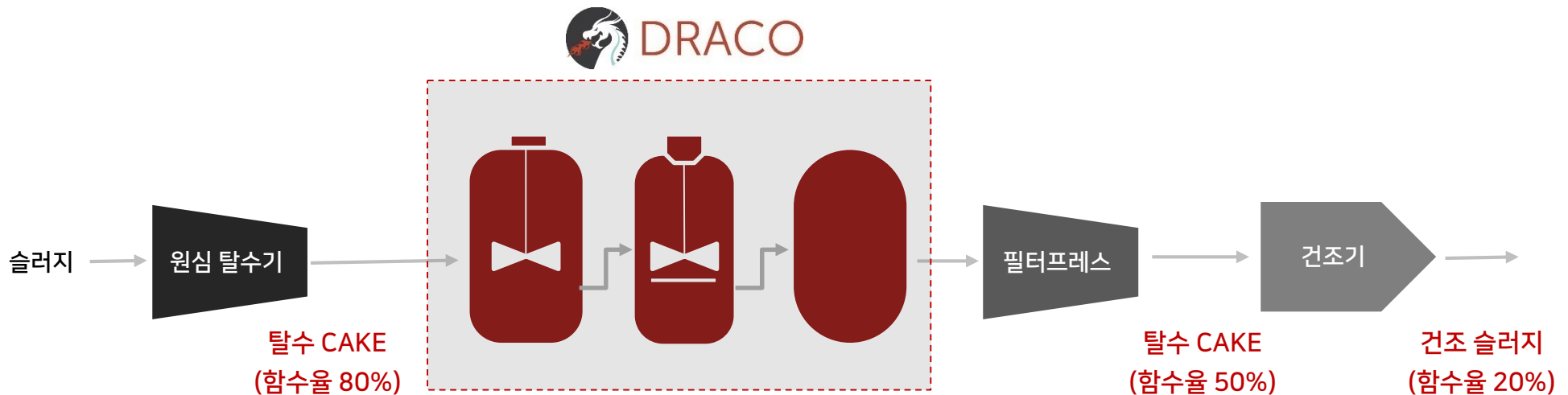
김해 부경양돈 슬러지 감량화



탈수 케익의 감량화

■ 혐기성 소화조가 없는 일반 하수처리장에서의 슬러지 감량화

- 혐기성 소화조 없이 탈수를 통해 슬러지를 처리하고, 슬러지 처분비용의 절감이 시급한 하수처리장 대상
- 슬러지 탈수능 향상을 위해 160-200℃ 조건에서 **열가수분해를 통한 슬러지 분해**
- 응집제 투입 없이 **필터프레스 탈수기**를 통하여 **함수율 50% 달성**
- 건조기를 통해 슬러지 함수율 10~20%로 건조 후 발전 연료로 공급



부경양돈 슬러지 감량화 개요

설계 : 2016.09 ~ 2017.07

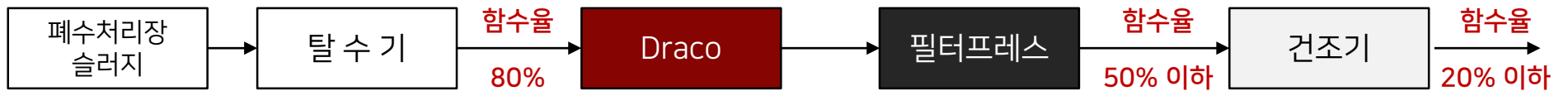
시공 : 2017.08 ~ 2019.05

운영 : 2019.06 ~ 현재

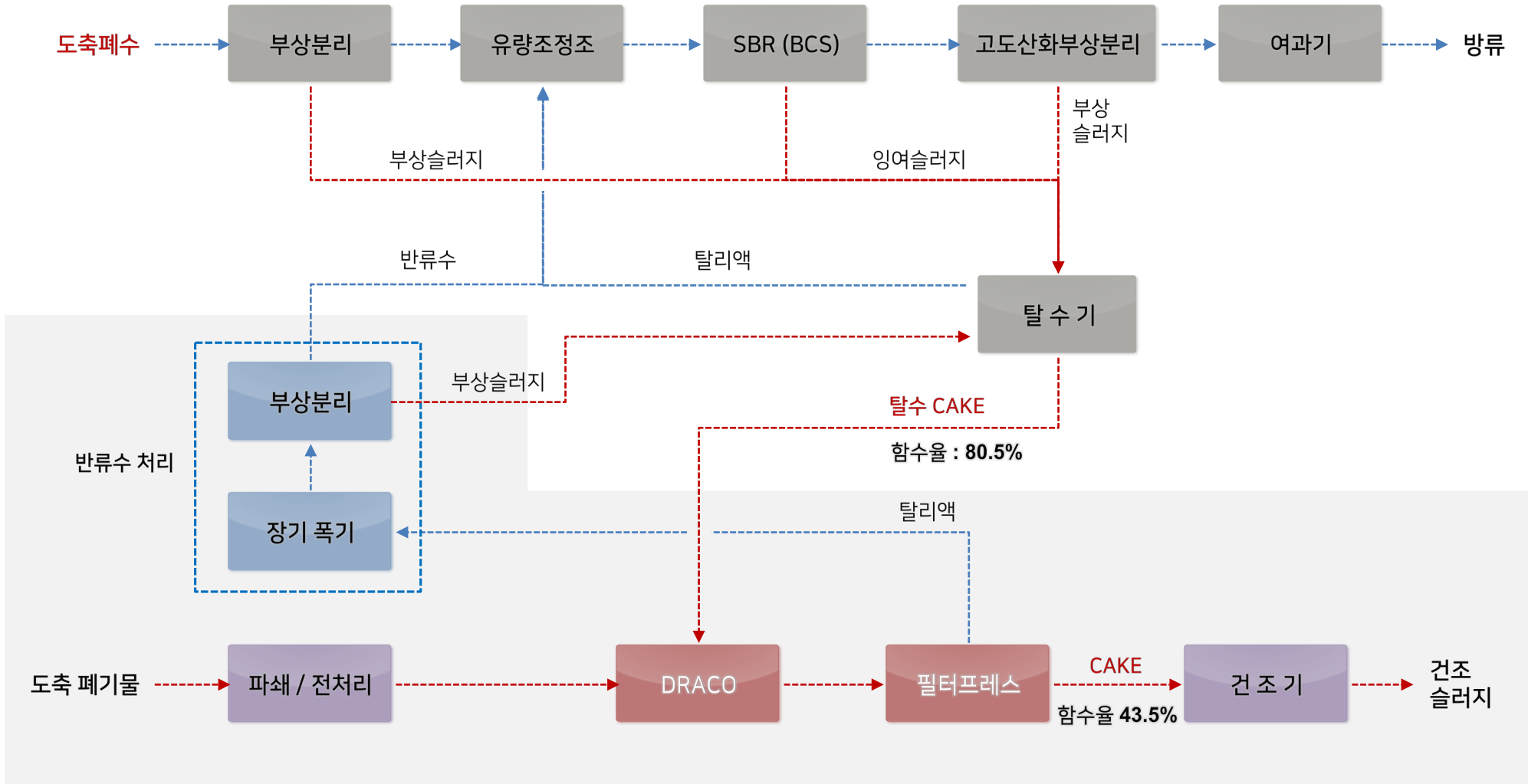


| 구 분 | 내 용 |
|-----------|---------------------|
| 처리시설 명 | 부경양돈 축산물유통센터 폐수처리시설 |
| 적용공정 | 슬러지 감량화 공정 |
| 열가수분해 처리량 | 100 톤/일 |
| 탈수 케익 | 함수율 50% 이하 |
| 최종 부산물 | 함수율 20% 이하 |

슬러지 감량화 공정



부경양돈 슬러지 감량화 처리현황



4.

Sludge Volume Reduction By Post-AD



Post-AD의 슬러지 감량화

■ 혐기성 소화조 후단에서의 슬러지 감량화

- 혐기성 소화조 후단에 DRACO와 필터프레스를 설치하고, 탈리액은 혐기성 소화조로 반송
- 슬러지 탈수능 향상을 위해 160-200°C 조건에서 열가수분해를 통한 소화 슬러지의 분해
- 응집제 투입 없이 필터프레스 탈수기를 통하여 함수율 50% 달성
 - 필터프레스 탈리액의 혐기성 소화조 반송에 따라 바이오가스 발생량 20~40% 증가
 - 소화조가 설치되어 있는 처리장의 경우, 기존시설의 개보수 없이 70% 이상의 슬러지 감량화 및 20% 이상의 바이오가스 생산량 증가



Post-AD의 슬러지 감량화 효과

500,000 m³/d 규모의 하수처리장 기준

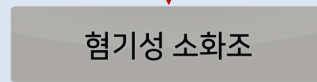
일반 혐기성 소화 공정

VS : 36,000mg/L
COD : 45,800mg/L

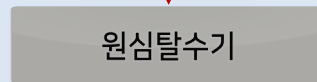
VS : 38,700mg/L
COD : 49,200mg/L

생 슬러지

잉여 슬러지

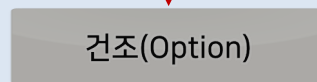


바이오가스
29,925 Nm³/d



탈 리 액
COD : 1,550mg/L
TN : 2,110mg/L
C/N = 0.73

함수율: 78%



건조(Optional)

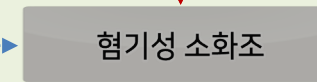
Pos-AD (w/Draco) 공정

VS : 36,000mg/L
COD : 45,800mg/L

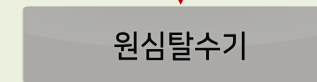
VS : 38,700mg/L
COD : 49,200mg/L

생 슬러지

잉여 슬러지

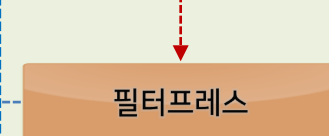


바이오가스
37,601 Nm³/d

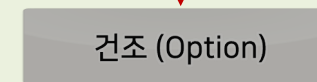


탈 리 액
COD : 1,690mg/L
TN : 2,250mg/L
C/N = 0.75

함수율: 78%



함수율: 50%

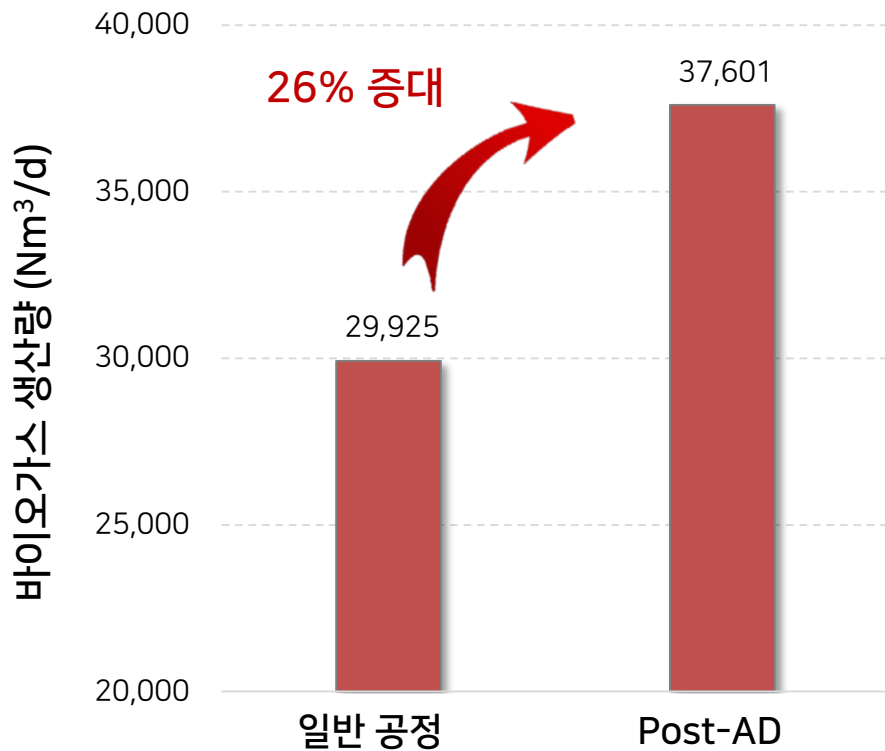


건조(Optional)

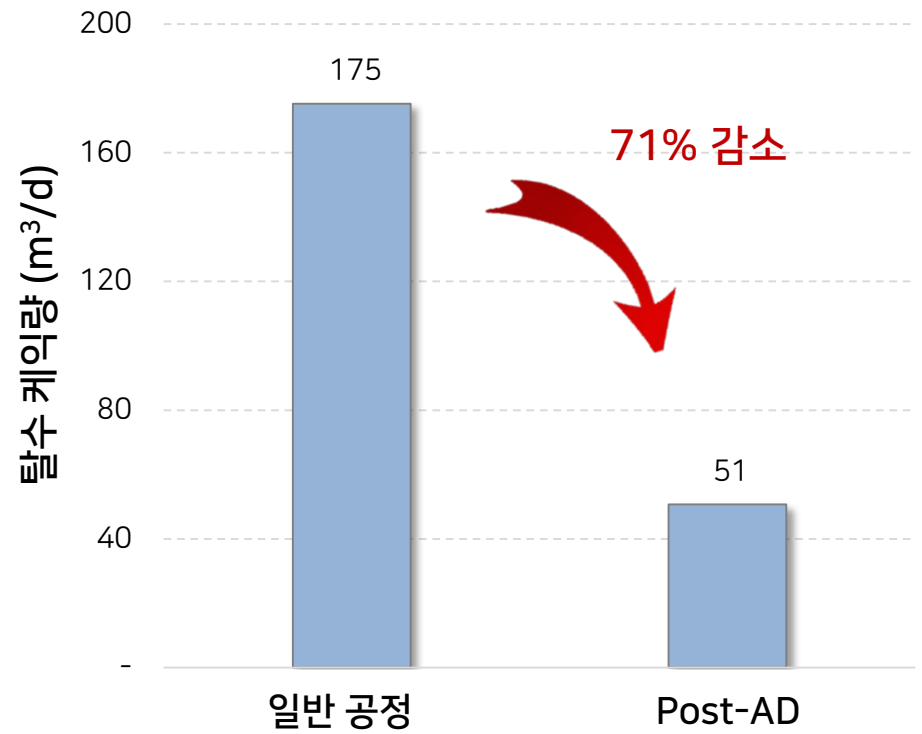
VS : 112,100mg/L
COD : 135,000mg/L
TN : 4,610mg/L
NH₄ : 1,540mg/L

Post-AD의 슬러지 감량화 효과

■ 바이오가스 증산



■ 슬러지 감량 (건조 제외)



5.

Reference Project



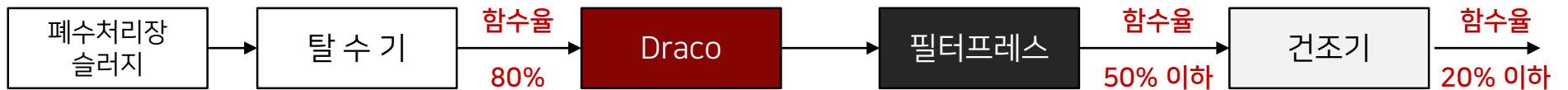
운전 중 사례

설계 : 2016.09 ~ 2017.07
 시공 : 2017.08 ~ 2019.05
 운영 : 2019.06 ~ 현재



| 구 분 | 내 용 |
|-----------|---------------------|
| 처리시설 명 | 부경양돈 축산물유통센터 폐수처리시설 |
| 적용공정 | 슬러지 감량화 공정 |
| 열가수분해 처리량 | 100 톤/일 |
| 탈수 케익 | 함수율 50% 이하 |
| 최종 부산물 | 함수율 20% 이하 |

슬러지 감량화 공정

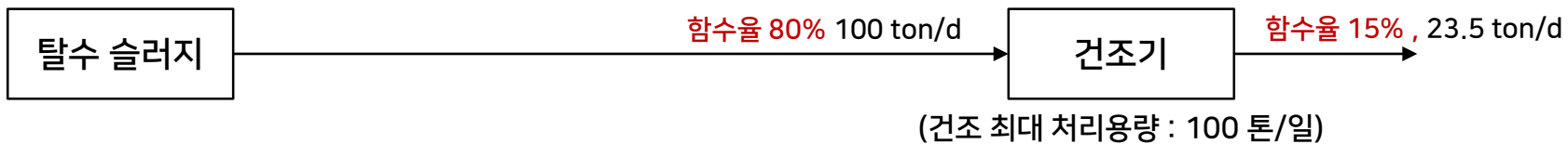


우선협상 진행중 사례



| 구분 | 내용 |
|-----------|---|
| 처리시설명 | 슬러지 건조 플랜트 (서산) |
| 적용공정 | 슬러지 감량화 공정 |
| 열가수분해 처리량 | 450 톤/일 |
| 탈수케익 | 함수율 50% (필터프레스 이후) |
| 적용효과 | 전체 처리시설의 처리용량 증대 (기존)100 톤/일 → 450 톤/일 |

기존공정



슬러지 감량화 공정 (개선 공정)



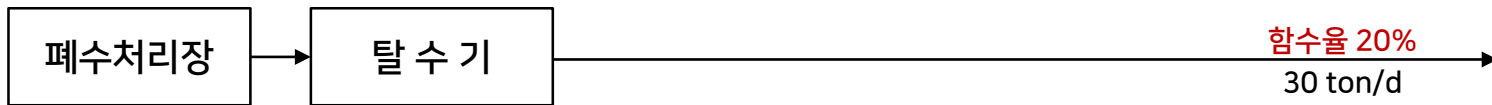
Plant Capacity
Increased by
4.5 Times

PPP 제안 사례

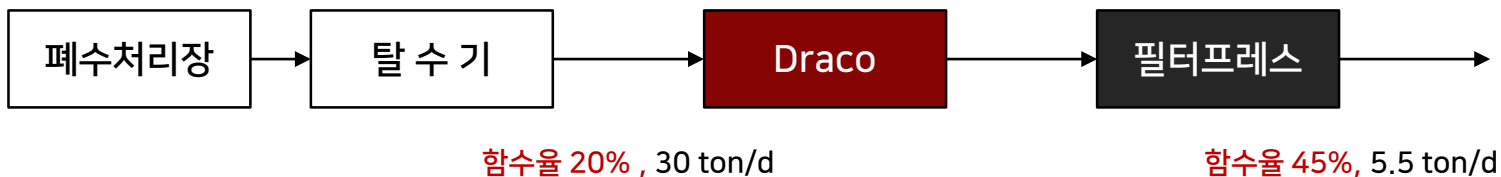


| Item | Contents |
|-------|-------------------|
| 처리시설명 | 산업단지 폐수처리장 (대전) |
| 적용공정 | 슬러지 감량화 공정 |
| 열가수분해 | 30 톤/일 |
| 탈수케익 | 함수율 45% |
| 적용효과 | 약 9억원의 슬러지 처리비 절감 |

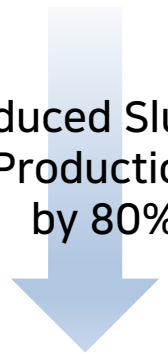
기존 공정



슬러지 감량화 공정 (개선공정)



Reduced Sludge
Production
by 80%



The background features a dark blue field with diagonal orange and white stripes. In the top-left and bottom-right corners, there are semi-transparent images of industrial machinery, possibly a refinery or power plant, with pipes and structures illuminated by warm orange light.

Thank You!

A Clean and Beautiful World
Beyond Waste