

최종보고서

환경정책연구 (수질관리)

**팔당수계 내 개인하수처리시설의
사물인터넷(IOT) 기술 활용 및 구축방안 연구**

2025. 11.

최 이 송



환경부지정
경기녹색환경지원센터
Gyeonggi Green Environment Center

연구결과보고서

2025년도 연구개발사업에 따라 진행되고 있는 “팔당수계 내 개인하수처리시설의 사물인터넷(IOT)기술 활용 및 구축방안 연구”에 관한 연구의 최종보고서를 붙임과 같이 제출합니다.

붙임 : 최종보고서 1부, 끝.

연구기관 : (사)경기도물산업협회

연구책임자 : 최 이 송 (인)

연구기관장 : 이 광 희 직인

경기녹색환경지원센터장 귀하

제 출 문

경기녹색환경지원센터장 귀하

본 보고서를 “팔당수계 내 개인하수처리 시설의 사물인터넷(IOT)기술 활용 및 구축 방안 연구”에 관한 최종보고서로 제출합니다.

연구기관명 : 사단법인 경기도물산업협회

연구책임자 : 최 이 송

연구원 : 김 종 환, 엄 채 민, 장 유 경

요 약 문

I. 연구개요

- 하천의 수질개선을 위해서는 유입 오염원 관리가 매우 중요한 요소이며, 특히 가정이나 상업시설 등에서 발생하는 생활하수는 하천 수질에 약 60%의 오염 기여율을 보이므로 가장 우선적으로 관리해야 할 오염원임
 - 하지만 1990년 이전까지만 해도 급속한 산업화 및 경제발전에 따른 도시인구 급증은 생활하수 발생량을 크게 증가시킨 반면, 하수도 시설의 보급률은 상대적으로 낮아 공공수역의 수질을 개선하는데 한계가 있었음
 - 이에 우리나라는 생활하수 처리 체계를 인구밀집도가 높은 도시지역 오수는 하수관거로 차집한 후 공공하수처리시설에 유입하여 처리하고, 인구밀집도가 낮은 농어촌 지역은 지형적 특성상 부지가 넓고 소요 인원이 적어 차집관거 설치가 어렵기 때문에 개인하수처리시설을 보급하는 쪽으로 진행하였음
 - 2014년 하수도 통계자료를 보면, 시 이상 지역의 하수도 보급율은 평균 95%의 높은 보급률을 보였지만, 읍·면 등 군 지역에서는 65.9%를 보여 보급률에 큰 차이를 보였고, 특히 면 지역은 47.3%에 그친 것으로 나타남
 - 그 결과 2014년 기준 444,237개소였던 오수처리시설은 10년 만인 2023년도에 585,249개소로 증가하여 1년에 평균 14,101개소가 증가한 것으로 조사됨
- 하지만 공공하수처리시설에 비해 개인하수처리시설은 시설상의 문제 및 관리상의 문제 등으로 수질관리가 적절하게 이루어지지 않으면서 현재 하천 수질오염의 주요 원인으로 지목되고 있음
 - 경기보건환경연구원에서 2016년 팔당호 인근 오수처리시설에 대한 수질조사 결과를 보면, 조사 대상 1,122건 가운데 18.4%인 207건이 수질기준을 초과한 것으로 발표하였음
- 개인하수처리시설의 방류수 수질이 중요한 이유는 개인하수처리시설이 공공하수처리시설보다 수적으로 월등히 많고, 시설적/관리적 문제로 배출농도가 높아 배출부하량 기여율이 상대적으로 높기 때문임
 - 경기보건환경연구원이 총량기술지침 및 하수도 통계자료 등을 통해 조사한 발표자료를 보면, 점오염원 중 개인하수 배출부하량이 공공하수나 산업폐수 배출부하량보다 높았고, 기여율도 50%를 상회하는 것으로 보고하였음
- 결과적으로 개인하수처리시설에 대한 수질관리가 경기도 내 공공수역 및 팔당수계

- 수질관리에 있어서 매우 중요하다는 사실을 알 수 있음
- 하지만 소규모 개인하수처리시설의 경우, 앞에서 언급한 시설적/관리적 문제로 인해 수질관리에 어려움이 있음
 - 특히 관리적인 문제에 있어서는 사용자의 무관심 및 비전문성, 정책의 비효율성 및 제도적인 한계, 인력 부족에 따른 관리·감독의 한계성 등 많은 문제점을 내포하고 있음
 - 이와 같은 문제점을 해결하기 위해서 많은 연구자들은 향후 IOT 및 ICT를 활용한 스마트 관리시스템 도입의 필요성을 언급하고 있음
 - 상위 계획인 국가 하수도 종합계획 및 한강유역 물관리 종합계획 등에서도 향후 개인하수처리시설에 대한 스마트 관리시스템 도입의 필요성을 언급하고 있으며, 일부 지자체에서는 스마트 관리시스템 도입 방안에 대한 검토가 이루어지고 있음
 - 이에 경기도에서도 개인하수처리시설에 대한 현실적 문제를 인식하고 보다 효율적 관리를 위한 IOT 기술을 활용한 스마트 관리시스템 도입을 위한 기초적인 연구가 필요한 상황임
 - 본 연구는 현재 공공수역의 주요 오염원으로 인식되고 있는 소규모 개인하수처리시설을 대상으로 운영·관리의 문제점을 조사·분석하고 제도적인 개선안을 제시하는 것으로, 이를 통해 공공수역의 수질을 개선하는데 기여하기 위함임
 - 또한 본 연구의 자료를 토대로 경기도 내 개인하수처리시설에 대한 IOT 기술을 적용한 스마트 관리시스템 도입의 타당성을 검토하고, 향후 경기도 수질관리 정책에 활용될 수 있도록 하기 위함

II. 연구의 목적

- 본 연구의 목적은 경기도 내 개인하수처리시설에 대한 현황 및 실태조사를 통해 운영 및 유지·관리 등으로 인한 문제점을 분석하고, 분석 결과를 토대로 개선점을 제시하여 팔당수계의 수질개선에 기여하기 위함
 - 개인하수처리시설의 설치 및 운영 과정에서 나타나는 관리 프로세스 및 정책적 한계점을 분석하고 필요시 정책 및 제도적 개선안을 제시하고자 함
- 또한 개인하수처리시설에 대한 근본적인 운영·관리 문제해결을 위하여 도 내 개인하수처리시설에 적합한 IOT 기술 적용 방안 연구를 통해 효율적인 운영·관리 시스템 구축에 활용될 수 있는 기초자료 및 기반을 제공하고, 수질관리 정책에

유용한 수단으로 활용할 수 있도록 하기 위함

- 본 연구는 시설의 가동상태(블로워 및 펌프)를 전류 및 압력감지 센서로 실시간 관측·전송할 수 있는 IOT 시스템 구축을 위한 기반 구축 연구임
- 또한 수질 안전성 확보를 위해 수질 평가가 가능한 센서기술을 개발하여 현장에 활용할 수 있는 방안 연구도 병행하였음

Ⅲ. 연구의 내용 및 범위

- 본 연구는 개인하수처리시설에 대한 관리제도를 분석하고 경기도 현황에 적합한 관리방안 도출을 목적으로 하고 있으며, 이에 따른 주요 연구내용은 다음과 같음
 - 개인하수처리시설과 관련된 법령 및 정책 등 검토
 - 개인하수처리시설에 내재된 문제점 및 한계점 검토 및 분석
 - 개인하수처리시설 관리의 근본 문제해결을 위한 제도적, 정책적 개선방안 도출
- 또한 경기도 내 개인하수처리시설에 대한 관리 실태 및 문제점을 분석하고 개선 방안을 도출하기 위하여 관리 현황 조사 및 분석을 진행하고자 함
 - 기존 개인하수처리시설에 대한 자료 수집
 - 수집된 자료에 대한 분석 및 문제점 도출
 - 문제 유형 분류 및 그에 따른 개선방안 검토
 - 개인하수처리시설 관계자 설문조사를 통한 문제 인식 및 해결 방안 검토
 - 시설 사용자, 관리자, 기타 공무원 등을 대상으로 개인하수 관련 설문조사
 - 조사 내용을 토대로 내재된 문제점 인식 및 해결 방안 검토
 - 개인오수처리시설에 대한 실태조사를 통해 현황 분석 및 관리 실태 분석
 - 처리공법 및 업종, 지역, 용량 등 고려
 - 현장조사를 통해 실질적인 수질관리 문제점 파악 및 개선방안 도출
- 마지막으로 개인하수처리시설을 효율적으로 관리할 수 있도록 IOT 기술을 활용한 선진화된 스마트 관리시스템 구축 방안을 검토하고자 함
 - IOT 기술을 활용한 관리시스템 도입과 관련된 법령 및 제도 탐색
 - 기존 IOT 기술과 관련된 법령 및 제도 검토
 - IOT 기술 적용 시 법령상 문제점 검토
 - IOT 기술 적용과 관련된 제도상의 문제점 및 한계점 분석
 - IOT 기술 적용 방안 검토
 - 시스템 구축 체계 및 인자, 계측 방안 등 연구

- 현장 적용에 필요한 개인오수처리시설 연계 방안 검토 등
- 스마트 관리시스템 구축을 위한 기반 환경 연구
 - 시스템 구축 기반을 위한 경제성 검토
 - 관리시스템 보급을 위한 소요 예산 산정 등

IV. 연구결과

1. 개인하수처리시설 법령 및 제도 분석

가. 개인하수처리시설 관련 법 조사결과

- 하수도법은 기존 「하수도법」과 「오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률」로 이원화되어 있던 것을 2006년 9월에 통·폐합하여 전부 개정하고 2007년 9월부터 현재까지 시행되고 있음
 - 「하수도법」이 2013년 개정되면서 시·도지사 등 지방자치단체에서 직접 또는 위탁 운영관리가 가능하도록 개정되었고, 2022년 하수도법이 일부 개정되면서 지자체에서 개인하수도 설치 기준을 제정할 수 있도록 하였음
 - 이는 지자체의 현황 및 특성을 고려하여 개인하수처리시설 기준을 설정할 수 있도록 하기 위함임
- 또한 법적으로는 개인하수처리시설의 보급 및 확대를 위해 정부에서는 기술적/재정적 지원을 할 수 있음
 - 또한 “팔당·대청호 상수원 수질보전특별대책지역 지정 및 특별종합대책” 제19조에 특별대책지역 지정 시 지원 방안이 일부 제시되어 있음
 - 특별대책지역 지정에 따른 지원사업 대상은 수질보전을 위한 환경기초시설 설치·운영, 생활환경 조성 사업, 소득원 개발사업 등임
 - 경기도 조례에서도 50 톤/일 이하의 시설에 대해서는 위탁관리비에 포함되는 비용 범위에서 지원이 가능함
 - 보조금은 국비, 도비, 시·군비 및 한강수계관리기금 전입금으로 구성됨
 - 지원비 신청은 시장·군수에게 관리자가 신청할 수 있도록 하고 있음

나. 개인하수처리시설 관리계획

- 국가하수도종합계획(2016~2025)에서 하수도 국고보조사업에 대한 개인하수도 설치지원은 2016년부터, 개인하수도 공공지원은 2017년부터 실시
 - 팔당지역을 대상으로 “개인하수도 관리지역” 지정 및 공공 관리 시범사업 추진
 - 공공관리 확대를 위해 공공관리 편입 유도 방안과 시설 설치, 운영비 지원 등 검토
 - 소규모 하수처리시설 설치 및 운영관리 강화
 - 마을 하수처리시설 우수사례 공유, 하수처리구역 밖 오수처리시설 설치 의무화로 전환 등
 - IOT 및 ICT 등 4차 산업기술을 활용한 물 기반시설 관리 선진화 추진
- 한강유역물관리종합계획(2021~2030)의 주요 내용은 다음과 같음
 - 수질 민감지역의 환경기초시설 방류수 수질관리 강화
 - 경기도 개인하수도 관리지역 지정 공고(2022년 1월)
 - 수질 민감지역 특성을 고려한 수질기준 강화 및 개인하수처리시설 공공관리 체계 구축
 - 소규모 하수처리시설 통합·연계 처리 유도 및 개별처리시설의 운전상태 적정 여부 원격 확인·관리
 - 소규모 하수처리시설의 통합·연계 유도 및 통합원격관리시스템 구축
 - 소규모 하수처리시설의 거점처리장(지자체 관제)과 유역하수도 지원센터가 연계될 수 있도록 스마트 통합관리시스템 구축

2. 개인하수처리시설 조사 및 연구

가. 현장조사 결과

- 현장조사는 용인시 내 19개 개인하수처리시설을 대상으로 하였으며, 모두 특별대책지역 내에 위치하였음
- 수질조사 결과를 보면, 특별대책 수질기준인 SS 및 BOD 20 mg/L를 초과한 시설은 총 12개소로 조사됨
 - 구체적으로는 SS 기준을 초과한 경우가 11개소로 대부분을 차지하였고, BOD를 초과한 시설은 5개소로 조사되었으며, 4개 시설은 두 항목 모두 초과한 것으로 조사됨
 - 이는 개인하수처리시설에서 대체로 폭기조 문제보다는 침전조 문제가 더 컸기 때문으로 판단됨

- 또한 유입수 및 유출수를 동시에 분석한 결과에서는 전체 시설의 평균 SS 및 BOD의 처리효율은 각각 80.5%, 50.1%로 조사되어 처리효율이 낮지는 않았지만, 각각의 유입수 농도가 123 mg/L, 28.0mg/L로 높았기 때문임

나. 설문조사 결과

- 설문조사는 개인하수처리시설의 관리현황, 문제점 및 개선점, IOT시설 도입에 대한 의견 등에 대해 시설 관련자의 의견을 조사하고 분석하기 위해 실시하였음
 - 설문조사는 공무원 및 기타 33명, 위탁관리자 17명, 시설 사용자는 자가관리 사업주 2명, 위탁관리 사업주 5명을 대상으로 진행되었음
- “공무원 및 기타” 를 대상으로 설문 조사한 내용을 정리하면 다음과 같음
 - 현재 개인하수처리시설의 가장 큰 문제점은 “업주의 관심 부족” 으로 조사되었고, 적절한 관리를 위해서는 시설기준 강화, 홍보·교육 강화 순이었음
 - 개인하수처리시설의 효율적인 운영·관리를 위해서는 “전문가 지원” 과 “제도개선”, “법률 강화” 의 순으로 나타남
 - IOT 시설의 도입이 필요하다는 의견은 다수였으며, 그 이유로는 “수질관리에 있어서 도움이 될 것 같다” 는 의견이 제일 많았고, “관리시간 단축” 의 순이었음
 - IOT 시설 도입의 선결 조건으로는 “시설의 신뢰성 확보” 가 가장 많았고, 정부의 지원금은 60% 정도가 적정하다는 의견이었음
 - 또한 일부 의견에서는 “원격제어설비 보급” 이 필요하다는 의견도 있었음
- 위탁관리자를 대상으로 설문조사한 결과에서는 대부분 10년 이상의 경험자로 월간 관리업체가 30개소에 달한다고 응답한 수가 10명으로 가장 많았음
 - 시설관리에 가장 어려운 점은 시설문제가 가장 많았고, 관리를 위해 가장 시급한 일은 시설기준 강화(8명), 기술지원강화(5) 요구가 많았음
 - 시설관리에 있어서 가장 중요한 공정은 폭기조로 답변하였고, 기타 시설관리를 위해 시설 설치기준 명확화 및 지도 관리 강화 의견이 있었음
 - IOT 시설에 대해서는 1명을 제외하고 모두 알고 있었으며, 도움이 되는지에 대한 질문에는 보통 이상이 16명으로 IOT 시설 설치에 긍정적인 반응을 보였음
 - IOT 시스템 도입 선결 조건으로는 시설의 신뢰성이 공무원과 마찬가지로 가장 많았으며, 정부의 지원비는 80% 이내가 6명, 90% 이상과 70% 이상이 각 5명으로 갈아서 80% 이상 지원을 원하는 것으로 판단됨
 - IOT 시스템 도입 시 “지역 네트워크 구축”, “블로워 정상상태 확인 필요”,

“현장관리자가 유지관리 할 수 있어야 한다” 는 의견이 제시되었음

다. IOT시설 현장 적용을 위한 연구 및 결과

- 개인하수처리시설에 대한 가동상태를 확인하고, 적절한 DO 농도가 실제 공급되는지 확인하기 위하여 IOT 시스템 도입 방안 연구를 진행하였음
 - 가동상태만을 확인하기 위한 방안으로는 전류 및 압력감지센서를 활용하여 정상적인 공기 주입상태 및 가동상태를 확인할 수 있도록 하였음
 - 하지만 가동상태만으로는 수질 안전성을 확보할 수 없으므로, 본 연구에서는 유출수의 탁도를 평가하여 수질관리에 활용하고자 탁도 센서를 개발하고 현장 적용 방안에 대해서도 검토하였음
 - 수질평가 항목으로 탁도를 선정한 이유는 개인하수처리시설의 수질기준 항목에 대한 상관성이 높고, 직접적인 수질 평가기준에 포함되어 있지 않으며, 비교적 저렴하게 설치가 가능하기 때문임
- 용인시에 시범사업으로 설치된 50개 IOT 시스템 조사결과를 보면, 네트워크에는 전혀 문제가 없었으나, 이상상태를 보인 시설은 총 18개소로 조사되었음
 - 가동상태를 보면, 1일 동안 잠깐 미가동된 후 복구된 곳은 9곳으로 전체의 18%로 나타났고, 1일 경고 후 7일 이상 미가동상태로 조사된 곳은 4곳으로 8%였으며, 전원차단 상태에 이른 곳은 5곳의 10%로 조사됨
 - 전원 차단이 발생하지 않은 시설의 경우에는 모두 정상적인 운전상태로 복구되었으며, 이는 IOT 시설 설치에 따라 시설관리가 이루어질 경우 유지관리의 유용한 수단으로 활용될 수 있음을 의미함
 - 이상상태가 발생한 원인은 대부분 펌프 고장으로 조사되었고, 일부 시설은 일시적인 전원 차단과 기기 교체 등이 원인이었으며, 그 외에도 원인을 알 수 없는 경우, 누전 등으로 차단된 경우 등이 있었음
 - 이 중 기기 교체 및 누전 등에 의한 불가항력적인 상황에서 전원이 차단된 경우에는 고의적인 미가동상태가 아니지만, 3곳에서는 원인을 알 수 없는 이유로 전원이 차단되어 중점관리 및 감시가 필요한 것으로 사료됨
 - 결과적으로 IOT 시설을 설치한 곳에서 정상 가동상태를 원격으로 확인할 수 있었으며, 비정상 가동 시 일정 기간 관찰 후 현장을 방문하여 문제해결이 가능하다는 사실을 확인할 수 있었음
- 본 연구에서는 탁도 센서를 수질평가 항목으로 선정하고 보급형 센서를 개발하고 IOT 기능을 평가해 보았음

- 표준용액을 가지고 분석한 결과에서 개발된 기기의 탁도 상관성이 높게 나타나 활용성이 높은 것으로 확인되었고, 통신상태 점검 및 센서 반응 등에 대해 실내시험을 실시한 후 현장적용을 위한 연속평가 및 스파이킹 실험에 의한 이상상태 반응특성 등에 대하여 연구를 진행하였음
- 결과적으로, 실내 실험을 통해 탁도 물질을 투입한 후 약 1 ~ 2분 내에 센서 출력이 안정적으로 변화하여 새로운 농도에 대응하는 값이 나타나는 것을 확인하였음
- 또한 기흥레스피아에서 현장 연속실험 및 스파이킹 실험을 진행하였음
 - 기흥레스피아에서 진행된 현장 연속실험 결과를 보면, 처리수가 양호한 상태에서 운영됨에 따라 IoT 탁도 센서의 데이터는 3.0 ~ 3.3 V의 범위에서 양호한 값을 유지하는 것으로 나타났음
 - 스파이킹 실험은 현장 폭기조 내 슬러지를 채취 후 이를 처리수와 희석한 각 시료를 처리수조에 Spiking 한 후 제작 센서의 검출 특성을 조사하였음
 - 결과적으로 슬러지 농도가 증가할수록 센서의 출력 전압이 감소하는 경향이 명확하게 나타나, 본 연구에서 제작된 센서가 실제 개인하수처리시설에서 수질상태를 평가하는데 활용가능하다는 점을 확인하였음

3. IOT 시스템 보급 확대 방안

가. IOT 시설 확대를 위한 기본방안

- IOT 시설의 원활한 보급을 위해서 우선적으로 고려할 요소는 적절한 예산 확보 및 분배, 적용 대상 범위 설정임
- IOT 시설 보급 시 예산을 고려하여 적절한 예산분배 및 적용 범위를 설정하는 것이 효율적으로 사료되며, 수질관리 중요성 등을 고려하여 상수원보호구역, 특별대책지역I, 특별대책지역II 순으로 점차 적용범위를 확대하는 것이 바람직함
- 현재 개인하수처리시설 현장조사를 통해 파악된 바로는 IOT 시설로는 펌프 및 블로워 등의 정상적인 가동상태만을 검출하기 때문에 수질 안전성을 파악하기 어렵고, 실제로 현장조사에서 정상가동임에도 불구하고 방류수 수질기준을 대부분 준수하지 못한 점을 고려할 때 적용대상지 선정 조건을 명확히 하여 적용 효율성을 높일 수 있도록 해야 함
 - 즉, 시설적인 문제로 수질기준을 만족시키기 어려운 시설에 대해서는 IOT 시설 적용을 유예하거나 수질검토가 가능한 센서기술이 병합되어 적용되는

것이 타당함

- 또한 적절한 예산분배 및 지원 비율 설정 등을 통해 사업효과를 극대화하기 위한 노력이 필요함
- IOT의 시설적인 부분에 있어서는 IOT 기술표준화 및 수질개선을 위한 센싱 기술의 확대라고 할 수 있음
 - IOT 시설은 센서 및 통신, 데이터 송출 및 저장 등으로 구성되며, 각 보급업체에 따라 다른 방식을 사용하고 있으므로 사용자 및 관리자의 편의성과 효율성을 고려하여 기본적인 표준안이 제시될 필요가 있음
 - IOT에 의한 가동상태만 확인하는 것도 의미가 있지만, 실질적인 수질 안전성 확보를 위해서는 수질이나 운전 인자를 감지하고, 비정상가동 시 대처할 수 있는 방안을 마련하는 것도 바람직함
 - 본 연구에서는 수질 안전성 확보를 위해 탁도계를 방류수에 다는 방안을 검토 하였으며, 충분히 수질의 이상상태를 확인할 수 있는 것으로 평가됨

나. 법 및 제도적 보완

- 경기도 내 개인하수처리시설에 IOT 시설을 의무 도입하기 위해서는 하수도법의 개정이나 경기도 조례를 강화하여 법적, 제도적 근거 확보가 우선 필요함
 - 현재 하수도법상으로는 IOT 시설 설치가 법적으로 의무화가 되어 있지 않기 때문에 설치를 위한 적극적 행정에 어려움이 있으므로 법에서 명확한 기준 및 지원 근거를 마련하는 것이 필요함
 - 경기도는 시군별로 IOT 사업이 진행되고 있는 점을 고려하여 조속히 기준을 마련하여 IOT 설치 사업이 지역별로 난립되고 표준화에 방해되지 않도록 조례 및 지침 등을 마련하는 것이 바람직함
- IOT 시설에 따른 데이터의 수신 및 보관/관리, 빅데이터 구축 및 분석, 개선방안 도출 등 다양한 통합적 업무를 수행할 수 있는 기술 통합센터가 필요함
 - 여기에 현재 각 위탁관리자 및 사업주 등에게 시설 및 운영/관리상 나타나는 문제점 등에 대하여 기술적으로 지원해 줄 수 있는 기술위원회 신설 필요
 - 현재 시설주 및 관리자들에 대한 기본 지식을 습득하고, 시설관리 중요성을 불어넣을 수 있도록 주기적인 교육프로그램을 운영하기 위한 기관 연계 필요
 - 이는 경기도 내 유기적인 네트워크 구축으로 지역 현안문제 해결 및 제도적 사각지대 해소, 관리 효율성 강화를 목적으로 함

V. 연구결과의 활용계획

- 소규모 개인하수처리시설에 대한 전반적인 관리실태를 분석하고, 법적/제도적 개선방안을 제시함으로써 팔당수계 수질관리를 위한 정책자료로 활용할 수 있음
 - 현재 개인하수처리시설의 법적 사각지대를 완화하고 보완할 수 있도록 개선안을 제시함으로써 공공수역의 수질개선에 기여할 수 있을 것으로 판단됨
- 현장 중심의 효율적인 IOT 기술 활용 및 구축을 위한 기반연구 결과를 토대로 개인하수처리시설에 대한 효율적인 관리시스템 구축에 활용
 - 국가정책 및 계획 등을 검토해 보면, 향후 스마트관리시스템 구축이 주요 정책방향으로 파악되며, 따라서 IOT 기술을 현장 적용하는데 있어 현재 법적인 장애 요소는 크지 않은 것으로 판단됨
- 수집된 자료를 기반으로 운전 요소별 문제점에 대응할 수 있는 해결방안 및 상호연계방안 등의 연구를 통해 궁극적인 무인 자동화 시스템 구축을 위한 기초자료로 활용
- 현재 가동상태 확인기기만 검토되고 있으나, 본 연구에서는 수질도 실시간으로 확인할 수 있는 시스템을 개발하였고 현장 적용에 활용할 수 있도록 경제성 및 효율성을 확보하기 위한 연구가 진행되었음
 - 이와 같은 연구결과를 각 팔당수계 내 개인하수처리시설에 적용할 수 있도록 법 및 조례가 개정될 수 있다면, 개인하수처리시설 수질관리 및 팔당수계 수질 개선에도 기여할 것으로 사료됨
- 본 연구를 통해 개발된 탁도 센싱 기술의 적용 방안 및 활용 확대 방안 등의 추가 연구를 통해 수질관리 기술 범위 확산
 - 본 연구에서 개발된 탁도 센서는 기존의 센서에 비하여 경제적 우수성 및 유지관리 편리성 등의 이점이 있으므로 이를 활용하여 산업적 활용 방안 확대

목 차

제1장 연구 개요

제1절 연구의 배경 및 목적	1
1. 연구의 배경 및 필요성	1
2. 연구의 목적	7
제2절 연구의 내용 및 범위	8
1. 연구개발 목표 및 내용	8
2. 연구 추진전략 및 방법	9
3. 연구의 범위	11

제2장 개인하수처리시설 개요 및 현황

제1절 개인하수처리시설 개요	12
1. 개인하수처리시설 정의 및 분류	12
2. 개인하수처리시설의 종류 및 처리방법	13
3. 개인하수처리시설의 관리기준 및 점검사항	15
4. 개인하수처리시설의 방류수 수질기준	18
제2절 개인하수처리시설 현황	19
1. 국내 개인하수처리시설 현황	19
2. 경기도 개인하수처리시설 현황	25

목 차

제3장 개인하수처리시설 관련 법 및 조례

제1절 개인하수처리시설 관련 법	34
1. 개인하수처리시설 관련 법의 변천 과정	34
2. 현행 하수도법 상 개인하수처리시설 주요 내용	40
3. 행정규칙	42
제2절 개인하수처리시설 관련 경기도 및 각 시·군 조례	43
1. 경기도 조례 주요 내용	43
2. 경기도 내 시·군별 조례 내용 분석	45

제4장 국내·외 개인하수처리시설 관리 제도

제1절 국내 개인하수처리시설 관리 현황	51
1. 국가 하수도 종합계획	51
2. 한강유역물관리종합계획	53
3. 국내 개인하수처리시설 관리 사례	54
제2절 해외 개인하수처리시설 관리 현황	56

목 차

제5장 개인하수처리시설 조사 및 연구

제1절 개인하수처리시설 조사 개요 및 방법	60
1. 용인시 배출원 시설의 수질기준 준수 여부 분석	60
2. 개인하수처리시설 현장조사	62
2. 개인하수처리시설에 대한 설문조사	75
제2절 IOT 시설 적용을 위한 조사 및 연구	83
1. IOT 관련 법령 및 내용 분석	83
2. IOT 적용 사례	86
3. IOT 시스템의 현장 적용 연구	92

제6장 연구결과 및 활용방안

제1절 연구결과 요약	121
1. 개인하수처리시설 법령 및 제도 분석	121
2. 개인하수처리시설 조사 및 연구	123
3. IOT 시스템 보급 확대 방안	127
제2절 연구의 기대효과 및 활용	129
1. 연구의 기대효과	129
2. 연구의 활용방안	130
부록	132

표 목차

[표 1] 점오염원의 오염배출량 및 점유 비율	5
[표 2] 연구 목표 및 내용	9
[표 3] 개인하수처리시설의 설치 기준	13
[표 4] 개인하수처리시설 관리기준	16
[표 5] 호기성 생물학적 처리공법의 공정별 주요 점검해야 할 내용	17
[표 6] 개인하수처리시설의 용량별/지역별 수질기준	18
[표 7] 우리나라 10년간 하수도 관련 통계 현황	19
[표 8] 연도별 하수처리구역 내/외 오수처리시설 개소 수 변화	22
[표 9] 각 지역별 하수처리구역 내/외 및 용량별 오수처리시설 현황	24
[표 10] 경기도의 2023년도 각 시·군별 하수도 보급률 현황 자료	26
[표 11] 경기도 내 각 시·군별 개인오수처리시설 현황	28
[표 12] 각 지역별 오수처리시설 및 관리업체 수 현황	30
[표 13] 팔당호 상수원 수질보전 특별대책지역 지정 현황	32
[표 14] 팔당상수원 특별대책지역 7개 시·군의 개인하수처리시설 개소 수	33
[표 15] 공공하수도와 개인하수처리시설 비용 부담 비교	52
[표 16] 2015년 야영장 오수처리시설 점검 결과	52
[표 17] 제주도 내 개인하수처리시설 규모별 분포 및 관리 개선 방향	55
[표 18] 개인하수처리시설 방류수 수질기준	55
[표 19] 국가별 소규모 하수처리시설의 처리방식	56
[표 20] 용인시 수질오염 배출원의 유출수 수질조사 대상 용량별 업체 수 ..	60
[표 21] 각 용량별 부적합 개소 수 및 부적합율	61
[표 22] 개인하수처리시설 체크리스트	63
[표 23] 수질 측정항목별 측정분석기기 및 분석방법	64
[표 24] 개인오수처리시설 현장조사 대상지 현황	66
[표 25] 체크리스트에 의해 평가된 각 시설별 항목에 대한 불량판정 수	68
[표 26] 각 개인오수처리시설 현장실험 분석 결과	69

표 목차

[표 27] 각 개인오수처리시설 실내실험 분석 결과	70
[표 28] 유입수 및 유출수에 대한 오염항목 수질조사 결과 및 처리효율	72
[표 29] 유입수 및 유출수 평균 농도 및 처리효율	72
[표 30] 업종별 유입수 및 유출수 평균 농도 및 처리효율 비교	74
[표 31] 설문조사서의 기본사항 조사 내용	76
[표 32] IOT 운영평가 결과 (제주도 사례)	87
[표 33] 대기환경보전법 상 사업장 분류기준	91
[표 34] 사물인터넷 측정기기 부착 대상 시설	91
[표 35] 용인시 IOT 지원사업 선정 대상 시설	96
[표 36] IOT 시설 가동 시 이상상태 분석 및 기간	100
[표 37] 국내 유통 탁도계 가격 비교	113
[표 38] 해외 유통 탁도계 가격 비교	113
[표 39] 무선 통신용 요금제 비교	116
[표 40] 팔당수계 내 주요 지역의 IOT 시설 설치 시 소요 비용	117
[표 41] 본 연구의 활용 방안	131

그림 목차

[그림 1] 지난 25년간 우리나라 1인당 실질 국민총소득 변화	1
[그림 2] 우리나라 하수도 보급률의 변화 추이	3
[그림 3] 연구추진 체계	10
[그림 4] 오수처리시설 중 호기성 처리방법의 구분	14
[그림 5] 우리나라 총인구 및 처리인구의 연도별 변화	20
[그림 6] 우리나라 연도별 하수도 보급률 변화 추이	21
[그림 7] 국내 지역별 하수도 보급률	22
[그림 8] 하수처리구역 내/외의 오수처리시설 개소 수의 연 변화	23
[그림 9] 경기도의 연도별 하수도 보급률 변화	26
[그림 10] 각 지역별 오수처리시설에 따른 관리업체 수의 관계	30
[그림 11] 시설 용량별 수질기준 부적합을 비교	61
[그림 12] 개인하수처리시설 조사 대상지 모습	71
[그림 13] 각 업종별, 항목별 평균 처리효율	74
[그림 14] 공무원 대상 설문조사 결과 그래프	78
[그림 15] 위탁관리자 대상 설문조사 결과 그래프	81
[그림 16] IOT 관련 주요 법령 및 내용 요약	85
[그림 17] 제주도 IOT 시설 현장점검 사진	89
[그림 18] IOT 시스템 개요 및 흐름도	93
[그림 19] 공기공급설비 가동상태 체크 방식	94
[그림 20] IOT 시설 설치 및 설치된 모습, 전송된 화면 모습	95
[그림 21] IOT 시설 가동에 따른 이상상태가 확인된 곳의 신호 상태 변화 ...	98
[그림 22] 비정상 가동상태를 확인하기 위해 방문한 시설 모습	101
[그림 23] IOT 기술 역할 및 수질지표 개발 필요성	102

그림 목차

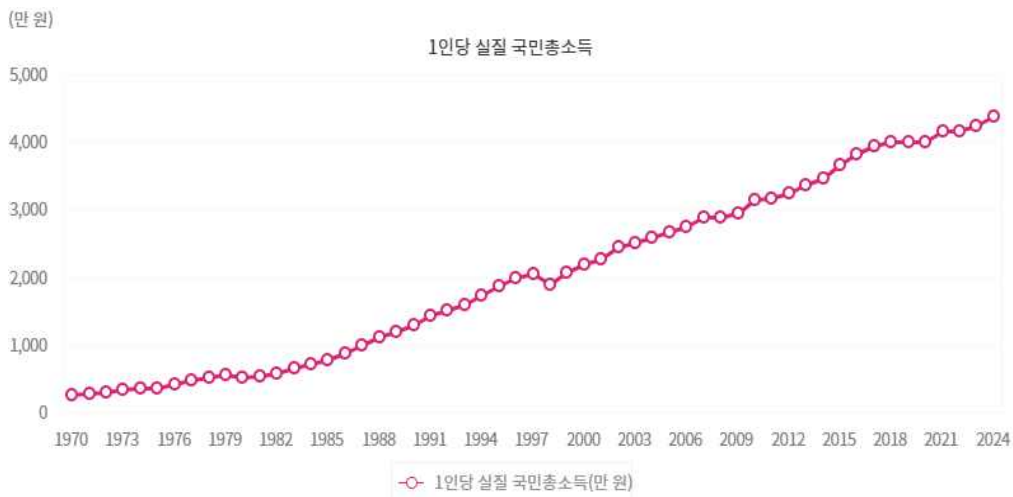
[그림 24] 개인하수처리시설 관리를 위한 공정별 평가 가능 항목	103
[그림 25] 개인하수처리시설 처리상태 모니터링 방안	104
[그림 26] 탁도시스템 기본 구성 및 테스트 모습	105
[그림 27] 제작된 탁도계 및 탁도에 따른 검출 값의 상관성 분석 결과	106
[그림 28] 현장 실험용 탁도센서 및 현장 설치 모습	106
[그림 29] 연속테스트 실험에 따른 장치 구성안	107
[그림 30] 정상 운영 시 탁도 값 변화	108
[그림 31] 탁도시스템의 연속테스트 평가	109
[그림 32] 슬러지 농도 희석에 따른 전압 특성	109
[그림 33] 스파이킹 테스트 결과 및 실험 사진	110
[그림 34] 스파이킹 시료에 대한 비교 분석 결과	110
[그림 35] 센서 세척 시스템 적용 방안	111
[그림 36] IOT 시설관리 및 지원을 위한 기술통합센터 구축안	120

제 1장 연구 개요

제 1절 연구의 배경 및 목적

1. 연구의 배경 및 필요성

- 우리나라는 과거 경제발전 중심의 정책으로 인해 도시화와 산업화가 빠르게 진행되었고, 이로 인해 다양한 환경문제에 직면하였으며 국민들의 환경에 대한 관심이 증가하는 계기가 되었음
- 2023년 조사자료를 보면, 우리나라 도시지역 인구비율은 용도지역 기준으로 92.1%, 행정구역 기준으로 91.3%에 달하는 것으로 나타남¹⁾
- 우리나라의 실질적인 국민총소득은 1970년도에 275만원이었던 것이, 2024년도에 4,381만원으로 증가하여 약 16배 증가한 것으로 조사됨²⁾



[그림 1] 지난 25년간 우리나라 1인당 실질 국민총소득 변화

- 이와 같은 급격한 도시화 및 산업화는 수질문제에 있어서도 마찬가지로 다양한 오염사고의 원인이 되었으며, 이를 계기로 국민들의 환경에 대한 관심과 인식을 증가시키는 요인으로 작용하였음
 - 우리나라의 대표적인 수질오염 사고는 1991년 낙동강 페놀 유출 사고로 판단

1) 지표서비스 ! e-나라지표

2) 지표누리 ! 국가발전지표

되며, 국민적인 관심을 받으며 수질 환경 정책 전반에 가장 큰 영향을 미친 것으로 사료됨

- 이와 같은 수질에 대한 국민적인 관심은 1990년대를 넘어오면서 자연중심, 생태중심의 수질환경을 지향하게 되었고, 국민들의 삶의 질 향상 등을 위한 수질환경 개선사업에 중점을 두고 정책이 진행되어 왔음
 - 결과적으로 낙동강 수질오염 사고는 상수도의 수질문제에 대한 관심을 높이게 되었고, 상수도에 고도처리시설이 크게 확대되는 계기가 되었음
 - 또한 이 시기 공공수역인 하천의 수질개선을 위해 1990년대 중반 이후부터 하천복원사업이 시작되었고³⁾, 2000년대를 넘어가면서 전국을 대상으로 확대되면서 공공수역의 수질개선에 기여하였음
 - 동시에 공공수역의 수질관리를 위하여 관련된 법이 제정 또는 강화되었고, 공장이나 산업 등에서 발생하는 폐수에 대한 처리시설 확대 및 기준 강화, 생활하수 및 오수를 처리하기 위한 처리시설 확대 및 관리강화 방안 등이 강구되었음
- 하천 수질개선을 위해서는 유입 오염원 관리가 매우 중요한 요소이며, 특히 가정이나 상업시설 등에서 발생하는 생활하수는 하천 수질에 약 60%의 오염기여율을 보이므로 가장 우선적으로 관리해야 할 오염원임⁴⁾
 - 우리나라는 1960년대까지 6.25 전쟁으로 인해 정치, 경제, 사회적으로 매우 혼란한 시기였으나, 1960년대부터 경제개발 정책이 시행되면서 많은 주택이 건축되었고, 이때부터 정화조가 시중에 일부 보급되면서 1961년 오물청소법이 공포되어 분뇨정화조의 처리기준이 최초로 마련됨
 - 하지만 1990년 이전까지만 해도 급속한 산업화 및 경제발전에 따른 도시인구 급증은 생활하수 발생량을 크게 증가시킨 반면, 하수도 시설의 보급률은 상대적으로 낮아 공공수역의 수질을 개선하는데 한계가 있었음
 - 아래의 [그림 2]⁵⁾⁶⁾⁷⁾에서 보면, 실질적으로 하수도 보급률이 10%대를 넘긴 시점은 1987년임
 - 우리나라 하수도 변천사를 보면 1980년대 초반만 해도 8%대인 것으로 나타남(1985년 8.1%, 1986년 8.5%)
 - 또한 1987년부터 1991년까지는 큰 변화없이 증감을 계속하다가 의미있게 상승하기 시작하는 시점은 1990년대 중반부터인 것을 볼 수 있음

3) <https://koreascience.kr/article/JAKO201330951781904.pdf>

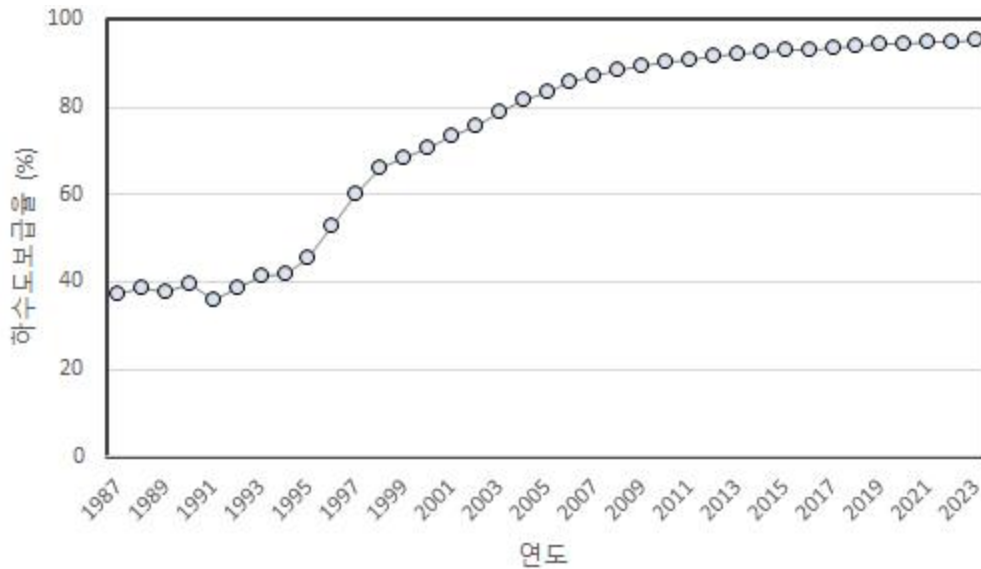
4) MyWater 물정보포털일반인 < 교육자료 > 학습 < 물과 생활 : MyWater 물정보포털

5) part 02. 한국 하수도 과거·현재 그리고.. : 네이버블로그

6) 하수도보급률(시도/시/군/구)

7) 지표누리! 한국의 사회지표

- 특히 1996년에 50%를 상회하는 52.6%로 나타났고, 2004년에 80% 상회하는 81.4%, 2010년에 90%를 상회하는 90.1%, 2022년에 95%를 상회하는 95.1%로 증가하였고 2023년에 95.4%에 이르고 있음



[그림 2] 우리나라 하수도 보급률의 변화 추이

- 우리나라의 생활오수 처리체계의 경우, 도시지역의 인구가 밀집되어 있는 지역의 오수는 하수관거를 통해 차집한 후 공공하수처리시설에서 유입하여 처리하지만, 농어촌 지역 등과 같은 인구과밀화 지역 외의 경우 지형의 특성상 부지가 넓고 소요 인원이 적어 차집관거 설치가 어렵기 때문에 개인하수처리시설을 보급하는 것으로 대체하였음
- 우리나라에서 개인하수처리시설은 건물 내에서 배출되는 생활오수(수세식 화장실, 목욕탕, 주방)를 처리하는 오수처리시설과 수세식 화장실에서 배출되는 분뇨만 처리하는 정화조로 나누고 있음
- 2016년 4월 워터저널⁸⁾ 기사를 보면, 2014년 하수도 통계자료를 분석하면서 시 이상의 지역에서는 평균 95%의 하수도 보급률을 보여 전국 평균 92.5% 보다 높았지만, 읍·면 등 군 지역에서는 65.9%로 크게 보급률이 낮았으며, 특히 면 지역은 47.3%에 그친 것으로 보도함
 - 그 결과 2014년 기준 444,237개소였던 오수처리시설은 10년 만인 2023년도에 585,249개소로 증가하여 평균적으로 1년에 14,101개소가 증가한 것으로 나타남

8) 2014년 하수도 통계 <특집/이슈/진단 <주요뉴스 <기사본문 - 워터저널

- 하지만 공공하수처리시설에 비해 개인하수처리시설은 시설상의 문제 및 관리상의 문제 등으로 수질관리가 적절하게 이루어지지 않으면서 현재 하천 수질오염의 주요 원인으로 지목되고 있음
 - 경기보건환경연구원에서⁹⁾ 2016년 팔당호 인근 오수처리시설의 수질검사 결과 조사대상 1,122건 가운데 18.4%인 207건이 수질기준을 초과하였고, 1일 처리용량 50 m³ 미만의 오수처리시설 3,625건 가운데 17.4%인 631건이 부적합 판정을 받았다고 발표하였음
 - 조가람(2016)¹⁰⁾은 325개소의 개인하수처리시설을 조사한 결과, 47.2%의 시설이 방치되거나 유지관리 미흡 등으로 인해 방류수 수질기준을 초과하여 배출되는 것을 확인하였고, 경기도 P시의 현장조사에서도 업종별, 공법별로 대표적인 30개소를 선정하여 방류수를 측정된 결과 13개소의 시설이 방류수 수질기준을 초과하였다고 발표하였음
 - 이장훈과 신현곤(2020)¹¹⁾은 2016년 경상남도 내 353개소의 개인하수처리시설 합동 점검한 결과 25개소의 시설을 적발하였고, 위반 내역으로는 수질기준 초과 24건, 시설 미가동 1건, 기타 1건으로 보고하였음
- 개인하수처리시설의 방류수 수질이 중요한 이유는 개인하수처리시설이 공공하수처리시설보다 수적으로 월등히 많고, 배출농도가 높아 배출부하량 기여율이 상대적으로 높기 때문임
 - 경기보건환경연구원 발표자료에서¹²⁾, 총량기술지침 및 하수도 통계자료 등을 통해 조사한 자료를 보면, 점오염원 중 개인하수 배출부하량이 공공하수나 산업폐수 배출부하량보다 높은 점유 비율을 보이고 있음 ([표 1] 참조)
 - 점오염원 중 개인하수처리시설에서 배출되는 오염부하량은 919.4 kg/day로, 전체 1,763 kg/day와 비교하여 50%를 크게 상회한 것으로 조사됨
 - 신형순 등(2013)¹³⁾은 목현천을 대상으로 한 연구에서 개인하수처리시설에서 BOD의 생활계 배출부하량 317.1 kg/day 중 197.4 kg/day를 차지하여 약 62.2%의 점유율을 보였다고 보고함
 - 또한 T-N은 생활계 총 배출부하량 599.2 kg/day 중 156.6 kg/day로 26.1%,

9) Gyeonggi Institute of Health and Environment, “Water quality inspection of sewage treatment facilities near Paldang Lake” , (2016).

10) 조가람. 2016. 개인하수처리시설 운전인자 분석에 따른 처리효율 최적화 연구 (석사학위논문)

11) 이장훈과 신현곤. 2020. 개인하수처리시설 운영 및 실태 연구. Journal of the Korea Organic Resources Recycling Association, 28(2), pp.31-40 (2020)

12) 경기보건환경연구원 발표자료(경기녹색환경지원센터 주관 “개인하수처리시설 선진화 방안 토론회”, 2024)

13) 신형순, 권경안, 김세광, 최필권, 신중현, 원종무, 김구환. 2013. 목현천 유역 개인하수처리시설 배출특성 연구, 대한환경공학회 국내학술대회, pp 587~588

T-P는 43.0 kg/day 중 15.3 kg/day로 35.5%를 점유하는 것으로 연구결과를 제시하였음

[표 1] 점오염원의 오염배출량 및 점유 비율

오염원	배출량 (kg/day)	점유 비율 (%)	비고
공공하수	40.3	2.3	2015년 실측치
개인하수	919.4	52.1	하수도 통계
산업폐수 등	803.3	45.6	총량기술지침
합계	1,763	100	-

- 경기보건환경연구원 조사자료를 보면, 특히 50 m³/day 미만의 시설에서 위반율이 매우 심각한 상황으로 경기도의 경우 73%가 위반하였다고 발표함
 - 이와 같은 결과가 나온 이유로는 소규모 시설의 경우, 하수도법 시행령 제37조에 의해 관리 의무가 없고, 특히 3 m³/day 미만의 시설은 하수도법 시행령 제32조에 의해 준공 채수도 면제받고 있는 등 관리의 사각지대에 놓여 있기 때문으로 사료됨
 - 즉 소규모 오수처리시설에 의해 방류되는 유출수의 수질이 기준에 미치지 못하는 주요 원인은 부실한 시설설계 및 부적절한 관리에 의한 문제로 파악됨
 - 이와 같은 부실한 처리시설에 대한 부분은 2022년 하수도법 개정과 개인하수처리시설 업무편람을 제정하여 점차 개선되어 갈 것으로 사료됨
 - 하지만 시설 관리상의 문제는 공공수역의 수질개선을 위하여 아직도 해결해야 할 주요 과제인 것으로 판단됨
- 이장훈과 신현곤(2020)¹⁴⁾의 “개인하수처리시설 운영 및 실태 연구”에서는 개인하수처리시설 관리감독자에 대한 설문조사에서 응답자의 절반 이상이 자체적으로 평가할 때 잘 관리되지 않는다고 답변한 것으로 조사됨
 - 운영·관리상의 주요 문제점으로는 “운영·관리가 미흡하다”, “시설기준 또는 지침이 미비하다”의 순으로 나타남
 - 특히 50 m³ 이하의 소규모 개인하수처리시설의 경우에는 기술관리인이 없어 관리적 문제가 심각한 것으로 보고되고 있음
 - 이에 기술관리인 선임 조건을 20~30 m³/일 이하로 낮추자는 의견도 있었음

14) 이장훈, 신현곤. 2020. 개인하수처리시설 운영 및 실태 연구, 유기성자원학회지, 28(2), pp. 31-40

- 이와 같은 현실을 인식하고 있는 경기도에서도 개인하수처리시설에 대해 관심을 가지고 있는 것으로 보이며, 2025년 4월 보도자료를 통해 소규모 개인하수처리 시설 1,425개소를 대상으로 집중 지도점검을 실시한다고 하였음
 - 이번 점검은 도내 공공하수처리시설이 보급되지 않은 지역의 하수처리시설 중 하루 처리능력 50 m³ 미만의 소규모 하수처리시설이 대상임
 - 도는 처리시설을 거치지 않고 생활우수를 방류하는 행위, 하수처리시설의 전 원 차단 등 비정상적인 가동 행위, 배출수 수질기준 및 사후 관리기준 준수 여부 등을 집중 단속할 예정이라고 함
- 결과적으로 개인하수처리시설에 대한 수질관리가 경기도 내 공공수역 및 팔당수계 수질관리에 있어서 매우 중요하다는 사실을 알 수 있음
 - 하지만 소규모 개인하수처리시설의 경우, 앞에서 언급한 시설적/관리적 문제로 인해 수질관리에 어려움이 있음
 - 특히 시설의 관리적인 문제에 있어서는 사용자의 무관심 및 비전문성, 정책의 비효율성 및 제도적인 한계, 인력 부족에 따른 관리·감독의 한계성 등 많은 문제점을 내포하고 있음
- 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 많은 연구자들이 다양한 개선방안을 제시한 바 있으며, 일부에서는 ICT 또는 IOT기술을 활용한 선진화된 관리시스템 구축을 언급하고 있음
 - 유근호(2016)¹⁵⁾는 개인하수처리시설의 관리·운영의 문제점을 파악하고 결론적으로 시설의 관리·운영에 대한 기술지원 및 민간 위탁관리 비용을 지원해주는 환경공영제 확대 추진을 요구함
 - 조용현 등(2017)¹⁶⁾은 개인하수처리시설 성능검사의 효율적인 개선 방안 연구를 통하여 항온, 부하변동에 따른 성능검사 제도 및 성능검사 심의위원회 제도 도입을 제안함
 - 임단비와 이종영(2018)¹⁷⁾은 스마트 하수도시스템의 설치·관리를 위한 하수도 법령의 개선 방안 연구를 통해, 우리나라의 하수도법이 ICT 기술을 접목한 스마트 하수도시스템을 구축하는데 있어 상충되는 문제점을 도출하고 적합한 개선방안을 제시한 바 있음
 - 또한 채수권(2018)¹⁸⁾은 인천지역 소규모 개인하수처리시설과 폐수처리시설에도

15) 유근호. 2016. 소규모 오수처리시설 관리운영 문제점 및 개선방안. 충북대학교 공학 석사학위논문
 16) 조용현, 김연은, 김희영. 2017. 개인하수처리시설 성능검사의 효율적 개선방안 연구. 한국수처리학회지. 25권 제3호. pp 99-108
 17) 임단비, 이종영. 2018. 스마트하수도시스템의 설치·관리를 위한 하수도법령의 개선방안. 중앙법학회 제20집 제2호. pp. 47-82
 18) 채수권. 2008. 인천지역 소규모 개인하수처리시설과 폐수처리시설의 원격모니터링에 대한 연구. 한

원격모니터링 시스템(TMS) 장치 도입을 주장하였음

- 경기도에서도 개인하수처리시설에 대한 현실적 문제를 인식하고 보다 효율적인 관리를 위한 IOT기술을 활용한 스마트 관리시스템 도입과 관련하여 기초적인 연구가 필요한 상황임
 - 상위 계획인 국가 하수도 종합계획 및 한강유역 물관리 종합계획 등에서도 향후 개인하수처리시설에 대한 스마트 관리시스템 도입의 필요성을 언급하고 있으며, 일부 지자체에서도 스마트 관리시스템 도입 방안에 대한 검토가 이루어지고 있는 것으로 판단됨
- 본 연구는 현재 공공수역의 주요 오염원으로 인식되고 있는 소규모 개인하수처리시설을 대상으로 운영·관리의 문제점을 조사·분석하고 제도적인 개선안을 제시하는 것으로, 이를 통해 공공수역의 수질을 개선하는데 기여하기 위함임
 - 또한 본 연구의 자료를 토대로 경기도 내 개인하수처리시설에 대한 IOT기술을 적용한 스마트 관리시스템 도입의 타당성을 검토하고, 향후 경기도 수질관리 정책에 활용될 수 있도록 하기 위함

2. 연구의 목적

- 본 연구의 목적은 경기도 내 개인하수처리시설에 대한 현황 및 실태조사를 통해 운영 및 유지·관리 등으로 인한 문제점을 분석하고, 분석 결과를 토대로 개선점을 제시하여 팔당수계의 수질개선에 기여하기 위함
 - 개인하수처리시설의 설치 및 운영 과정에서 나타나는 관리 프로세스 및 정책적 한계점을 분석하고 필요 시 정책 및 제도적 개선안을 제시하고자 함
- 또한 개인하수처리시설에 대한 근본적인 운영·관리 문제해결을 위하여 도 내 개인하수처리시설에 적합한 IOT기술 적용방안 연구를 통해 효율적인 운영·관리 시스템 구축에 활용될 수 있는 기초자료 및 기반을 제공하고, 수질관리 정책에 유용한 수단으로 활용할 수 있도록 하기 위함
 - 본 연구는 시설의 가동상태(브로워 및 펌프)를 전류 및 압력감지 센서로 실시간 관측·전송할 수 있는 IOT 시스템 구축을 위한 기반 구축 연구임
 - 또한 수질안전성 확보를 위해 수질평가가 가능한 센서기술을 개발하여 현장에 활용할 수 있는 방안 연구도 병행함

제 2절 연구의 내용 및 범위

1. 연구개발 목표 및 내용

- 본 연구는 개인하수처리시설에 대한 관리제도를 분석하고 경기도 현황에 적합한 관리방안 도출을 목적으로 하고 있으며, 이에 따른 주요 연구내용은 다음과 같음
 - 개인하수처리시설과 관련된 법령 및 정책 등 검토
 - 개인하수처리시설에 내재된 문제점 및 한계점 검토 및 분석
 - 개인하수처리시설 관리의 근본 문제해결을 위한 제도적, 정책적 개선방안 도출
- 또한 경기도 내 개인하수처리시설에 대한 관리 실태 및 문제점을 분석하고 개선방안을 도출하기 위하여 관리현황 조사 및 분석을 진행하고자 함
 - 기존 개인하수처리시설에 대한 자료 수집
 - 수집된 자료에 대한 분석 및 문제점 도출
 - 문제 유형 분류 및 그에 따른 개선방안 검토
 - 개인하수처리시설 관계자 설문조사를 통한 문제 인식 및 해결 방안 검토
 - 시설 사용자, 관리자, 기타 공무원 등을 대상으로 개인하수 관련 설문조사
 - 조사 내용을 토대로 내재된 문제점 인식 및 해결 방안 검토
 - 개인오수처리시설에 대한 실태조사를 통해 현황 분석 및 관리 실태 분석
 - 처리공법 및 업종, 지역, 용량 등 고려
 - 현장조사를 통해 실질적인 수질관리 문제점 파악 및 개선방안 도출
- 마지막으로 개인하수처리시설을 효율적으로 관리할 수 있도록 IOT 기술을 활용한 선진화된 관리시스템 구축 방안을 검토하고자 함
 - IOT 기술을 활용한 관리시스템 도입과 관련된 법령 및 제도 탐색
 - 기존 IOT 기술과 관련된 법령 및 제도 검토
 - IOT 기술 적용 시 법령상 문제점 검토
 - IOT 기술 적용과 관련된 제도상의 문제점 및 한계점 분석
 - IOT 기술 적용 방안 검토
 - 시스템 구축 체계 및 인자, 계획 방안 등 연구
 - 현장 적용에 필요한 개인오수처리시설 연계방안 검토 등
 - IOT 관리시스템 구축을 위한 기반 환경 연구
 - 시스템 구축 기반을 위한 경제성 검토
 - 관리시스템 보급을 위한 소요 예산 산정 등

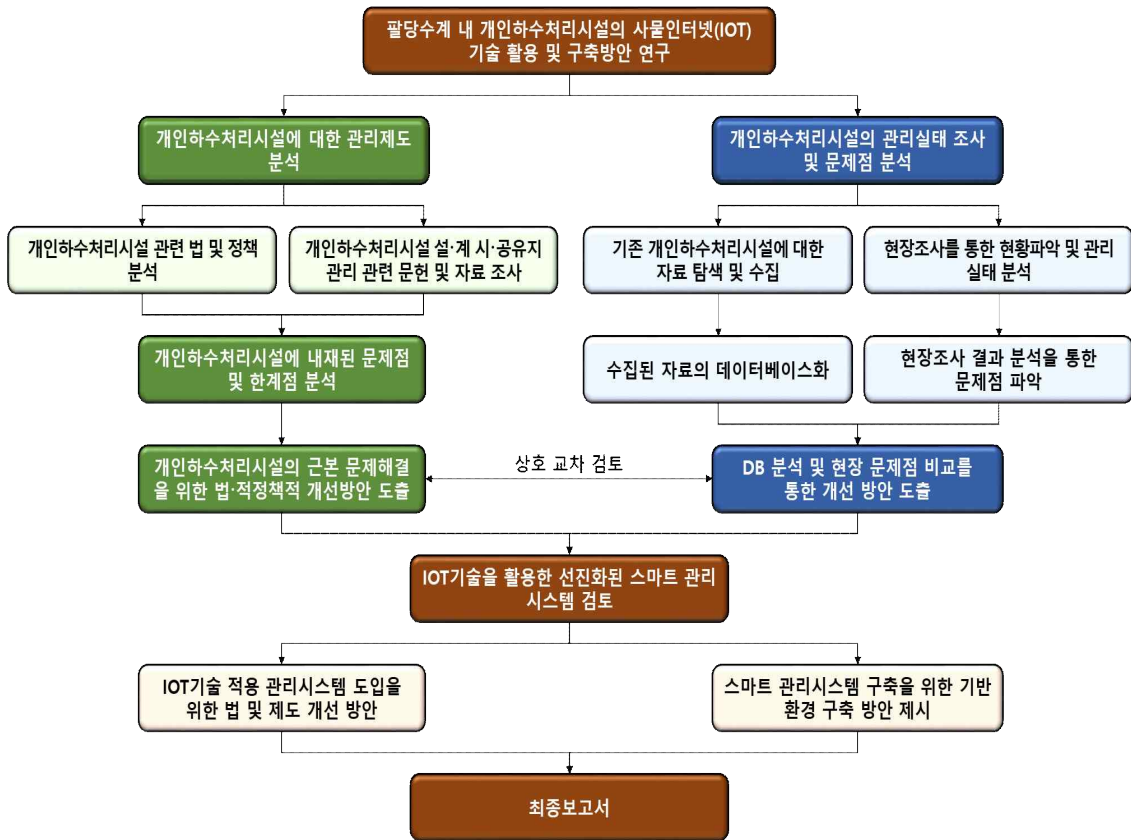
[표 2] 연구 목표 및 내용

연구기간	연구개발 목표	연구개발 내용
2025.04.01. ~2025.11.30.	○ 개인하수처리 시설에 대한 관리제도 분석	<ul style="list-style-type: none"> - 경기도 내 개인하수처리시설 설계 및 시공, 유지관리 관련 문헌 및 자료 조사 - 개인하수처리시설과 관련된 법 및 정책 분석 - 개인하수처리시설에 내재된 문제점 및 한계점 분석 - 개인하수처리시설 관리의 근본적 문제해결을 위한 제도적, 정책적 개선방안 도출
	○ 경기도 내 개인하수처리 시설의 관리 실태 조사 및 문제점 분석	<ul style="list-style-type: none"> - 기존 개인하수처리시설에 대한 자료 수집 및 DB화 <ul style="list-style-type: none"> · 자료분석 및 문제점 도출 · 문제 유형 분류 및 개선방안 검토 - 현장조사를 통한 현황분석 및 관리실태 분석 <ul style="list-style-type: none"> · 처리공법 및 업종, 지역, 용량 등 고려 · 현장조사 결과 분석을 통한 문제점 검토 및 개선방안 도출 - 설문조사를 통한 다양한 개인하수처리시설 관련자들의 문제 인식 및 해결방안 검토
	○ IOT 기술을 활용한 선진화된 관리시스템 구축 방안 검토	<ul style="list-style-type: none"> - IOT 기술을 활용한 관리시스템 도입을 위한 법 및 제도 검토 <ul style="list-style-type: none"> · 시스템 구축을 위한 법 및 제도 검토 · IOT 기술 적용 시 문제점과 한계점 분석 및 개선방안 마련 - IOT 관리시스템 구축을 위한 기반 환경 구축 방안 <ul style="list-style-type: none"> · 시스템 구축 체계 및 인자, 계획 방안 연구 · 시스템 구축 기반을 위한 경제성 검토 · 시설구축을 위한 필요 예산 산정 등

2. 연구 추진전략 및 방법

- 본 연구의 기본적인 추진전략은 단계별 연구 결과를 토대로 확보된 자료의 분석 및 검토 과정을 거친 후 적정한 다음 단계의 연구 과정을 진행하는 순차적 연구 방식으로 진행할 예정임
- 현장의 현행 문제점 분석을 통해 실용성 있는 관리방안을 제시할 수 있도록 현장 중심의 연구를 진행하도록 하겠음

- 또한, 본 연구에서는 개인하수처리시설에 대한 관리적인 문제를 현행 법률 및 정책적인 부분과 시설 및 유지관리의 실태적인 부분으로 구분하여 연구하고, 이를 기반으로 IOT 적용에 따른 문제해결 가능성 및 활용 방안, 현장 적용을 위한 기반 구축 연구를 진행할 예정임
- 본 연구는 사물인터넷(IOT) 기술을 활용하기 위한 기반 구축 연구로서 향후 연구 및 실제 정책에 활용할 수 있도록 연구를 진행하고자 함
 - 이를 토대로 실질적인 IOT 기술 적용을 위한 후속 방안에 대해서도 검토할 예정이며, 이를 위해 관련 기관과 충분한 협력 및 소통을 유지하며 연구를 진행할 예정임



[그림 3] 연구추진 체계

3. 연구의 범위

- 본 연구는 경기도 팔당상수원 내 개인오수처리시설의 현황을 파악하고, 문제점 분석을 통해 개선방안을 도출하며, 효율적인 관리를 위하여 IOT 기술 적용방안을 검토하고자 하는 것임
- 이에 따른 연구의 범위는 다음과 같음
 - 시간적 범위: 2025년 4월 1일 ~ 2025년 11월 30일
 - 공간적 범위: 경기도 내 각 시·군(팔당호 중심)
 - 내용적 범위
 - 개인오수처리시설 관련 자료 및 법령, 정책 등 조사·분석
 - 관련 논문 및 보고서 등 관련 자료 분석
 - 개인오수처리시설 관리를 위한 국가 및 지자체 계획 조사 및 분석
 - 개인하수처리시설 시설 및 관리현황 조사
 - 개인하수처리시설의 시설적, 관리적 문제점 분석
 - 개인오수처리시설 관련 전문가 세미나 개최
 - 개인하수처리시설 관계자에 대한 설문조사 및 분석
 - 팔당수계 내 개인하수처리시설을 대상으로 현장 조사
 - 현장조사를 통한 수질분석 및 수질기준 준수 여부 파악
 - IOT 기술 현황 및 개인하수처리시설 적용방안 연구 등
 - 기존 사례분석 및 개선점 도출
 - IOT 기술 적용 시스템 구축을 위한 법적, 제도적 한계분석 및 개선방안
 - IOT 기술 적용성 및 기반 환경 조성 방안 연구

제2장 개인하수처리시설 개요 및 현황

제1절 개인하수처리시설 개요

1. 개인하수처리시설의 정의 및 분류

- “하수도법 제2조(정의)”에서는 하수 및 개인하수도, 개인하수처리시설 등에 대해 규정하고 있음
 - “하수”라 함은 사람의 생활이나 경제활동으로 인하여 액체성 또는 고체성의 물질이 섞이어 오염된 물(이하 “오수”라 한다)과 건물·도로 그 밖의 시설물의 부지로부터 하수도로 유입되는 빗물·지하수를 말함(다만, 농작물의 경작으로 인한 것은 제외)
 - “개인하수도”라 함은 건물·시설 등의 설치자 또는 소유자가 당해 건물·시설 등에서 발생하는 하수를 유출 또는 처리하기 위하여 설치하는 중수도·배수 설비·개인하수처리시설과 그 부대시설을 말함
 - “개인하수처리시설”이라 함은 건물·시설 등에서 발생하는 오수를 침전·분해 등의 방법으로 처리하는 시설을 말함
- 개인하수처리시설의 설치에 관한 규정은 하수도법 제34조제2항 및 하수도법 시행령 제24조제2항 및 제4항에 따름
 - 개인하수처리시설의 구분은 처리구역 및 처리용량 등에 따라 하수도법에 의해 구분되고 있음
 - 오수발생지역이 하수처리구역 내에 있을 경우에는 일정 규모 이상은 차집하여 공공하수처리시설로 유입시켜 처리하지만, 하수처리구역 밖에 있을 경우에는 용량에 따라 오수처리시설 또는 정화조에 의해 처리한 후 방류
 - 하수법에 의하면 오수발생량 2 m³/일을 초과할 경우에는 오수처리시설을, 이하일 경우에는 정화조를 설치하여야 함 ([표 3] 참조)
 - 또한 하수처리구역 안이더라도 합류식 하수관이면서 수세식 변기를 설치한 건축물의 경우에는 정화조를 설치하도록 되어 있음
 - 이 외에도 특별대책지역이나 수변구역 등의 경우에는 1 m³/일을 초과하는 건축물도 오수처리시설을 두도록 하고 있음

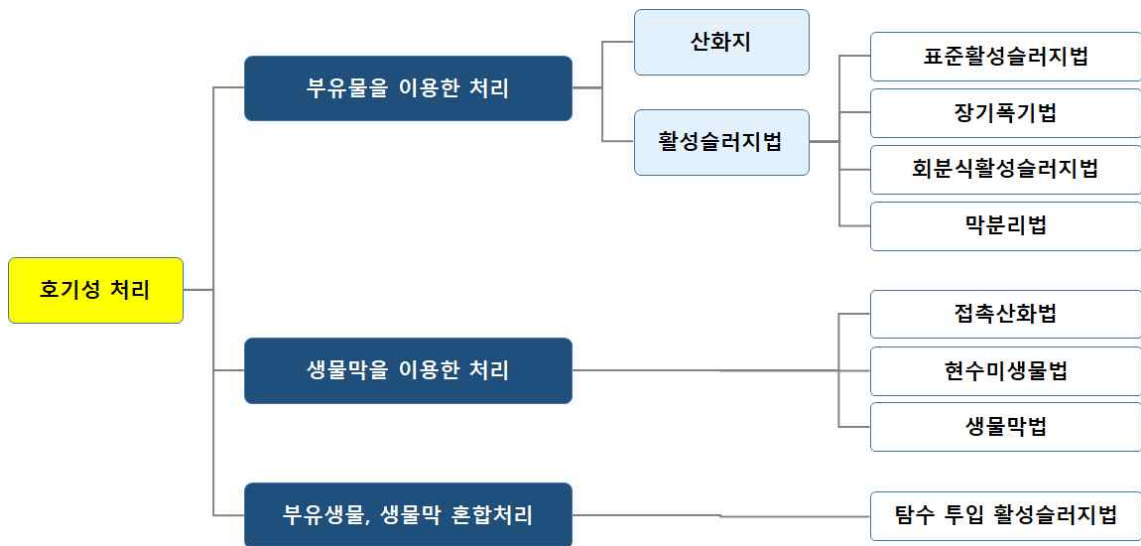
[표 3] 개인하수처리시설의 설치 기준

구분		설치할 시설
하수처리 구역 밖	오수발생량 2 m ³ /일 초과 건축물	오수처리시설
	특별대책지역 또는 4대강법의 수변구역에서 수세식 변기를 설치하거나 오수발생량이 1 m ³ /일을 초과하는 건축물	오수처리시설
	오수발생량 2 m ³ /일 이하 건축물	정화조
하수처리 구역 안	수세식 변기를 설치하는 건축물	정화조
예외 규정	1. 폐수종말처리시설로 오수를 유입시켜 처리하는 경우 2. 분류식 하수관거로 배수설비를 연결하여 오수를 공공하수처리시설에 유입시켜 처리하는 경우 3. 공공하수도관리청이 환경부령이 정하는 기준·절차에 따라 하수관거 정비구역으로 공고한 지역에서 합류식하수관거로 배수설비를 연결하여 공공하수처리시설에서 오수를 유입시켜 처리하는 경우 등	

2. 개인하수처리시설의 종류 및 처리방법

- 수질오염이란 수체에 유입된 오염물질의 양이 물의 자정능력을 초과하여 수체의 이용목적에 적합하지 않은 경우를 말하는 것이며, 생활하수의 과다 유입은 유기물 증가를 통해 수질을 부패시켜 악화시킴
 - 특히 가정하수에는 화장실, 욕실, 주방, 기타 잡배수 등에서 발생하는 다양한 오염물질이 포함되어 있으며, 이들 물질의 특성에 따라 물리, 화학, 생물학적 공정을 통해 제거한 후 방류하게 됨
 - 개인하수처리시설은 생물학적 처리방법을 주처리공법으로 하고 있으며, 이중 대표적인 호기성 처리방법을 구분하여 아래의 [그림 4]에 제시하였음¹⁹⁾

19) 환경부, 2010, 개인하수처리시설 관리매뉴얼



[그림 4] 오수처리시설 중 호기성 처리방법의 구분

- ① 표준활성슬러지법: 표준활성슬러지법은 폭기조(반응조)의 활성미생물에 산소를 공급하여 유기물을 산화·분해하는 과정에서 플록을 형성시켜 침강시킨 후 이를 제거하여 유기물을 오수 중에서 제거하는 방법
 - 우리나라에서 가장 많이 사용되는 처리공법 중 하나이며, 비교적 고농도 또는 대용량 오수처리시설에 적합하고 적절한 유지관리를 위해서는 전문관리인이 필요함
 - 유지관리에서 중요한 요인은 충분한 산소 공급, 적절한 MLSS 농도 및 F/M비, 슬러지의 침강 특성 등임
 - 시설의 관리를 위해 점검해야 할 공정은 스크린, 유량조정조, 폭기조, 처리수조, 방류조, 기타 기계설비 등임
- ② 연속회분식활성슬러지(SBR)법: 하나의 폭기조(반응조)에서 활성슬러지에 의한 처리조작(유입, 반응, 침전, 방류, 슬러지 처리 등)이 이루어지는 공법
 - 또한 폭기(반응)공정을 다시 세분화하면 혐기-무산소-호기-무산소 공정으로 구분되며, 이와 같은 반복 작업을 통해 질소·인을 처리할 수 있음
 - 공정 특성상 부지면적 이용이 적고, 오수의 양과 질에 따라 폭기시간과 침전 시간을 자유롭게 설정할 수 있음
 - 유지관리 요소로는 적절한 산소 공급과 조 내에 균등하게 공급되는지, 형성된 슬러지 및 플록 상태, 적절한 공정별 운전시간 조정 등이 필요함
- ③ 침지식분리막(MBR)법: 유기물을 부유성 활성슬러지에 의하여 폭기조(반응조)에서 제거하고, 최종침전조 대신 폭기조(반응조)에 분리막을 침지시켜 여과펌프의

흡입압력을 이용하여 막을 통과시킴으로써 물질을 분리·제거하는 공법

- 막여과 방식은 시간이 지남에 따라 막 공급이 막히고 압력이 발생하므로 적절한 막의 세척이 중요함
 - 침전지와 슬러지 농축조가 별도로 필요없어 시설 부지면적이 적게 소요되고, 폭기조의 MLSS 농도를 높여 운전할 수 있는 장점이 있음
 - 운영관리 측면에서는 폭기조 내 균등한 폭기상태 및 적절한 공기주입을 확인하고, 미생물 상태, 막 오염상태 확인을 통해 막의 막힘 및 파손 등이 발생하지 않도록 관리하여야 함
- ④ 접촉산화법: 접촉여재는 각종 수중 미생물 균이 부착, 성장할 수 있도록 해주고, 여재 표면 또는 여재 간 공극에 생물막, Floc을 만들어 오수를 접촉하도록 함으로써 처리하는 공법
- 접촉산화법은 여재를 고정하는 고정상 방식과 유동상 방식으로 구분할 수 있음
 - 접촉산화법은 활성슬러지법보다 유지관리가 쉽다는 장점이 있으며, 단위용적당 미생물 보유량이 많고 생물상이 다양하다는 특징이 있음
 - 다만 고부하 조건에서 운전하면 생물막이 비대해져 접촉재가 폐색될 수 있음
 - 관리적인 측면에서 접촉여재가 충분한지, 폭기상태는 양호한지, 접촉여재에 미생물이 잘 부착되어 있는지 등을 확인해야 함
- ⑤ 현수미생물(HBC)법: 폭기조에 특수한 링 모양의 접촉 매질을 수직으로 고정하여 접촉재 표면에 부착된 생물막과 오수가 접촉하여 오수 중의 유기물질을 제거하는 공법
- 유효용량에 대한 접촉재의 충전율은 55% 이상이어야 하며, 접촉반응조의 DO 농도는 2 mg/L 이상을 유지해야 함
 - 관리적 측면에서 여재의 파손이나 손상을 확인해야 하고, 접촉재 표면 미생물의 상태, 접촉재로부터 탈리되는 유기물의 유무상태 파악이 필요함

3. 개인하수처리시설의 관리기준 및 점검사항

- 개인하수처리시설의 관리기준은 하수도법 시행규칙 제33조에 제시되어 있으며, 주요 내용은 다음과 같음
 - 다음과 같은 시설은 정해진 기간마다 배출되는 방류수의 수질을 측정하고 그 결과를 3년 동안 보관해야 함
 - 1일 처리용량이 200 m³/일 이상인 오수처리시설과 1일 처리 대상 인원이 2천명 이상인 정화조 : 6개월마다 1회 이상

- 1일 처리용량이 50 m³/일 이상 200 m³/일 미만인 오수처리시설과 1일 처리 대상 인원이 1천명 이상 2천명 미만인 정화조 : 연 1회 이상
- 정화조는 연 1회 이상 내부청소
 - 관광진흥법 제3조(관광숙박업 또는 관광객 이용시설업), 식품위생법 제36조 제1항제3호에 따른 식품접객업, 공중위생관리법 제2조제1항제2호에 따른 숙박업은 6개월에 1회 이상 내부청소
- 오수처리시설은 기능이 정상적으로 유지될 수 있도록 침전 찌꺼기와 부유 물질 제거 등 내부청소 실시
 - 실시 후 발생한 찌꺼기는 탈수처리 또는 법 제45조제1항에 따라 분뇨 수집·운반업자에게 위탁처리
- 1일 처리 대상 인원이 500명 이상인 정화조에서 배출되는 방류수는 염소 등으로 소독
- 업소의 휴업·폐업, 건물 전체의 사용 중지, 그밖에 부득이한 사유로 내부 청소기간을 지킬 수 없다고 인정되면 기간 연장 가능
- 개인하수처리시설을 운영할 때 해서는 안 되는 행위
 - 정화조의 경우 수세식 변기에서 나오는 오수가 아닌 그 밖의 오수를 유입시키는 행위
 - 전기 설비가 되어 있는 개인하수처리시설의 경우에 전원을 끄는 행위

[표 4] 개인하수처리시설 관리기준

개인하수 처리시설	방류수 수질 측정주기		청소주기		기타
	6개월	1년	6개월	1년	
정화조	2,000명/일 이상	1,000명 이상 ~ 2,000명 미만	- 관광숙박업 및 관광객 이용시설 - 식품접객업 - 숙박업	그 외	500명/일 이상일 경우 염소 등으로 소독
오수처리 시설	200 m ³ /일 이상	50 m ³ /일 이상 ~ 200 m ³ /일 이상	-	공공하수처리 시설로 오수를 유입시키는 경우	-

□ 위의 법규 내용을 보면, 결과적으로 오수처리시설의 경우에는 주로 일일 50 m³ 이상의 시설에 대해서만 관리 규정을 두고 있음

- 특히 시설을 관리하는 기술관리인도 50 m³/일 이상인 시설에 한정하고 있어, 50 m³/일 미만의 시설에 대해서는 기술관리인 규정이 없음
 - 이와 같은 이유로 빈곤한 소규모 시설의 경우에는 정상적인 가동 및 관리가 이루어지지 않고 방류수 수질기준을 초과하여 문제가 되는 사례가 증가하는 원인이 되고 있음
 - 이와 같은 제도적 한계에 대한 운영관리 개선을 위해 기술관리인 선임 조건을 현행 50 m³/일 보다 강화된 20~30 m³/일 이하로 해야 한다는 의견이 있음
 - 또한 하루 50 m³ 이상으로 기술 관리인이 배정된 시설이라 하더라도, 법적 규정에 따라 주 1회 이상의 점검만 이루어지는 상황에서는 시설 고장 등 긴급 상황에 대한 즉각적인 대응에 어려움이 있을 것으로 예측됨
- 앞서 각 생물학적 처리공법에 대한 공정별 주요 점검사항은 다음 [표 5]와 같음

[표 5] 호기성 생물학적 처리공법의 공정별 주요 점검해야 할 내용

공정	점검내용
스크린조	- 스크린은 제 기능을 다하는가? - 스크린의 청소상태는 양호한가? - 스크린의 형태는 온전하고 막힘이나 파손 등은 없는가?
유량조정조	- 원수의 유입량 및 유기물 농도는 설계 값과 일치하는가? - 유량조정조의 수위는 일정하게 유지되고 있는가? - 유량조정조 내 수질은 균질하게 유지되고 있으며, 폭기는 적절하게 이루어지고 있는가? - 월류부에는 V-notch가 적절하게 설치되어 있는가?
침전조	- 침전조의 깊이 및 수면적부하는 적정한가? - 침전조의 청소상태는 양호한가?
생물반응조	- 반응조 내 폭기량은 적절하고 DO 농도는 충분한가? - 폭기는 편류나 단락없이 조 내에서 균등하게 이루어지는가? - 미생물 플록은 원활하게 형성되고 침강성이 양호한가? - 형성된 플록이 잘게 부수어지는 현상은 일어나지 않는가? - 슬러지의 부상현상이나 악취가 발생하지는 않는가? - 소포장치는 정상적으로 작동되는가? - 접촉산화법의 경우 접촉여재는 적절하게 관리되고 있는가?
방류수조	- 방류수조의 청소상태는 양호한가? - 최종 방류수의 수질은 양호한가?
전기판넬	- 전기판넬은 안전하게 관리되고 부서진 곳이 없는가? - 전기판넬이 정상적인 기능을 할 수 있도록 관리되고 있는가?
기계류	- 기계(펌프, 블로워)가 제대로 작동이 되고 있는가? - 기계류는 정상적으로 적절하게 운전되고 있는가?
배관	- 배관은 노후화로 인해 파손되거나 누수 등이 일어나지 않는가?

4. 개인하수처리시설의 방류수 수질기준

- 개인하수처리시설의 방류수 수질기준은 오수처리시설 및 정화조에 각각 [표 6]과 같은 기준이 적용되고 있음
 - 방류수 수질기준은 하수도법 시행규칙 제3조제1항제3호에 규정되어 있음
 - 별표 3에는 오수처리시설 및 정화조의 1일 처리용량에 따른 방류수 수질 기준이 제시되어 있음
- 오수처리시설의 경우에는 1일 처리용량에 따라 측정항목에 차이가 있음
 - 처리용량 50 m³/일 미만의 경우에는 BOD 및 SS에 대한 수질기준만 설정되어 있고, 이상인 경우에는 T-N, T-P, 총대장균수가 추가로 포함되어 있음
- 또한 정화조의 경우에는 11인용 이상에 대해서만 기준이 설정되어 있고, 수변지역 및 특정지역과 기타지역으로 구분하여 각 수질기준이 설정되어 있음
 - 수변구역 및 특정지역은 BOD 제거율과 BOD 농도로 구분하여 기준이 설정되어 있으며, 각 기준은 65% 이상, 100 mg/L 이하임
 - 기타지역은 BOD 제거율에 대해서만 방류수 수질기준이 있으며, 현재 50% 이상으로 설정되어 있음

[표 6] 개인하수처리시설의 용량별/지역별 수질기준

구 분	1일 처리용량	지 역	항 목	방류수 수질기준
오수 처리시설	50 m ³ 미만	수변구역	BOD (mg/L)	10 이하
			SS (mg/L)	10 이하
		특정지역 및 기타지역	BOD (mg/L)	20 이하
			SS (mg/L)	20 이하
	50 m ³ 이상	모든 지역	BOD (mg/L)	10 이하
			SS (mg/L)	10 이하
			T-N (mg/L)	20 이하
			T-P (mg/L)	2 이하
		총대장균수 (개/mL)	3,000 이하	
정화조	11인용 이상	수변구역 및 특정지역	BOD 제거율 (%)	65 이상
			BOD (mg/L)	100 이하
		기타 지역	BOD 제거율 (%)	50 이상
○ 토양침투 처리방법에 따른 정화조 방류수 수질기준은 다음과 같음 가. 1차 처리장치에 의해 SS의 50% 이상 제거 나. 1차 처리장치 후 토양침투 시킬 때 방류수의 SS는 250 mg/L 이하				
○ 골프장과 스키장에 설치된 오수처리시설은 방류수 수질기준 항목 중 BOD는 10 mg/L 이하, SS는 10 mg/L 이하로 함				
※ 다만, 숙박시설이 있는 골프장에 설치된 오수처리시설은 방류수 수질기준 항목 중 BOD는 5 mg/L 이하, SS는 5 mg/L 이하로 함				

제2절 개인하수처리시설 현황

1. 국내 개인하수처리시설 현황

가. 국내 하수도 보급률

- 우리나라의 2014년부터 2023년까지의 10년 동안 총인구 및 처리인구, 하수도 보급률, 처리시설, 시설용량 등에 대한 통계 현황 자료를 아래의 [표 7]에 제시하였음²⁰⁾

[표 7] 우리나라 10년간 하수도 관련 통계 현황

연도	총인구 (천명)	처리인구 (천명)	하수도 보급률 (%)	처리시설 (개소)	시설용량 (천톤/일)
2023	52,674	50,252	95.4	717(3,725)	27,082
2022	52,628	50,059	95.1	714(3,683)	26,898
2021	52,732	49,968	94.8	704(3,635)	26,799
2020	52,975	50,081	94.5	698(3,583)	26,543
2019	53,122	50,075	94.3	681(3,535)	26,360
2018	53,073	49,834	93.9	671(3,440)	26,123
2017	52,950	49,546	93.6	660(3,412)	26,107
2016	52,858	49,275	93.2	649(3,314)	25,670
2015	52,672	48,925	92.9	625(3,282)	25,398
2014	52,419	48,507	92.5	597(3,160)	24,999

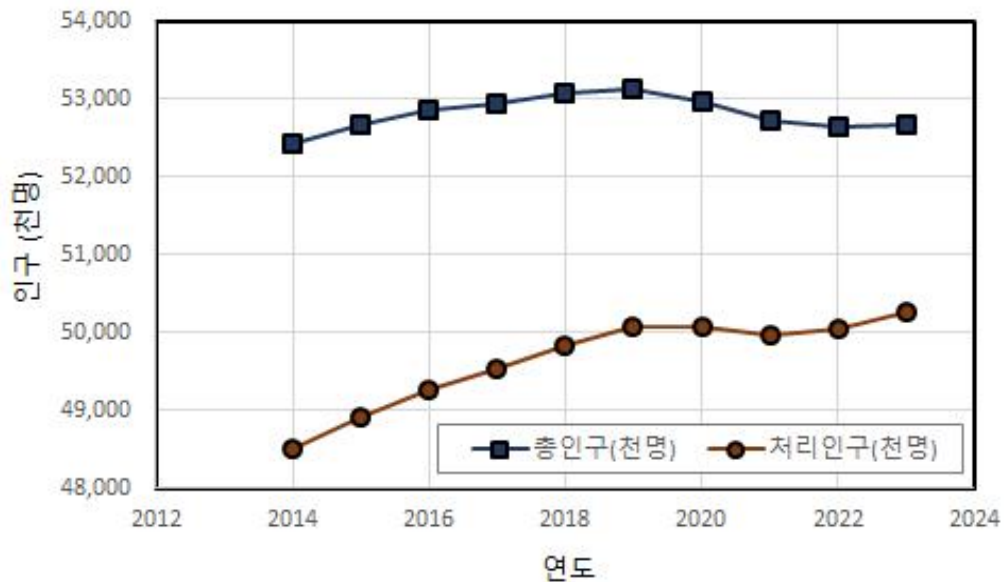
※ 신규 설치된 공공하수처리시설 포함. ()는 500 m³/일 미만 시설수입

- 우리나라의 총인구수는 2014년 52,419천명에서 2023년 52,674천명으로 0.49% 증가한 것으로 나타난 반면, 하수처리인구는 2014년 48,507천명에서 2023년 50,252천명인 것으로 조사되어 3.6% 정도 증가하였음

○ 아래 [그림 5]를 보면, 2023년 기준 과거 10년간 자료를 보더라도 총인구수의

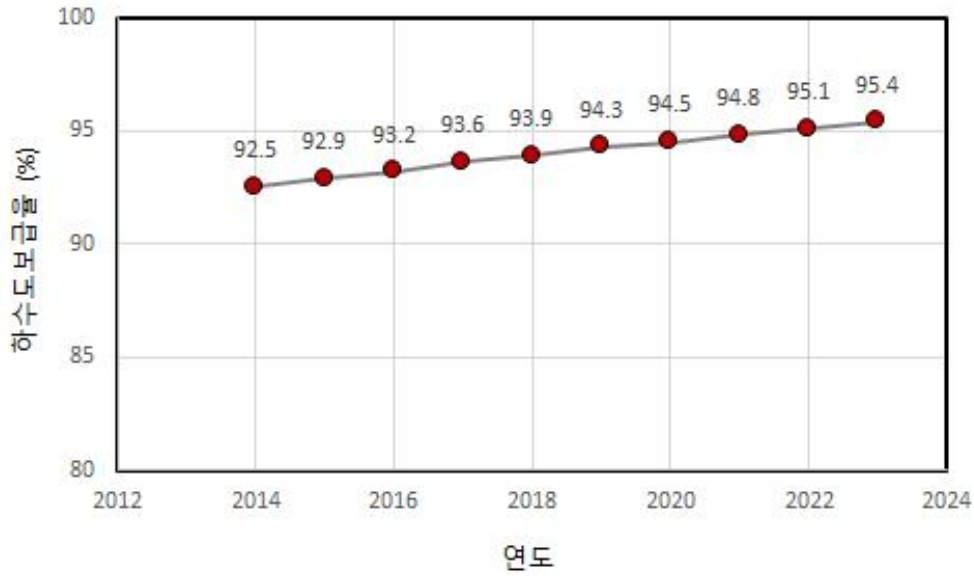
20) 하수도정보시스템(2023)

변화는 크지 않았지만, 하수처리인구는 지속적으로 증가한 것으로 나타남
 - 다만, 2019년부터 2021년까지는 큰 변화가 없었음



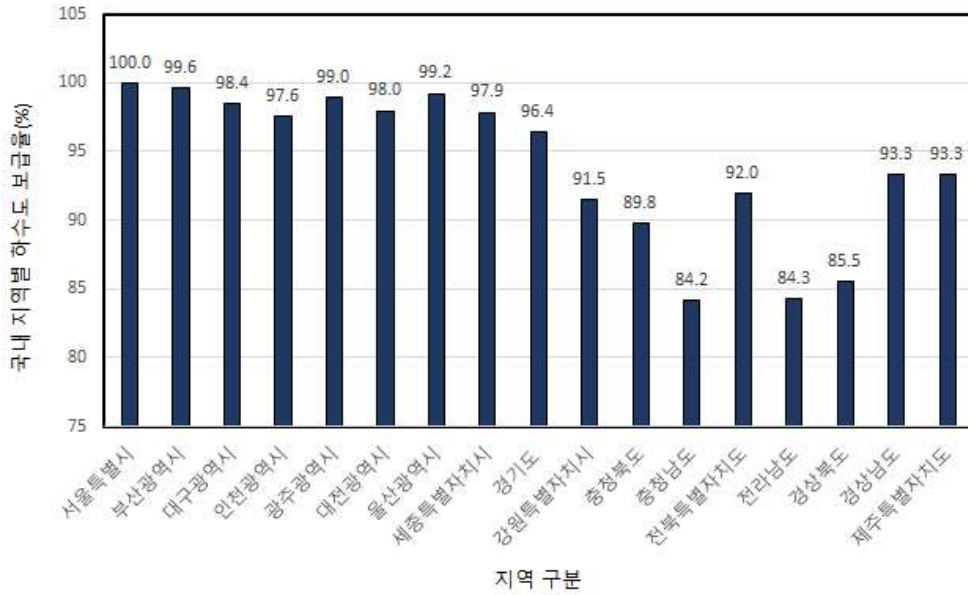
[그림 5] 우리나라 총인구 및 처리인구의 연도별 변화

- 또한 우리나라 하수도 보급률에 대한 연도별 변화추세를 보면, 2014년에 92.5%에서 2023년에 95.4%로 꾸준히 증가하여 2014년 대비 2023년까지 2.9% 정도 증가한 것으로 나타남
- 전국 공공하수처리장은 2023년도 기준 500 m³/일 이상이 717개소, 500 m³/일 이하가 3,725개소로 조사되어 총 4,442개소인 것으로 조사됨
 - 이는 2014년에 500 m³/일 이상이 597개소, 500 m³/일 이하가 3,160개소로, 총 3,757개소였던 것에 비하면 크게 증가한 것임
- 이에 따른 시설용량은 2014년도 24,999 천 톤/일에서 2023년 27,082 천 톤/일로 8.3% 증가하였음
 - 상대적으로 공공하수처리시설의 용량은 하수도 처리인구의 증가 비율보다 더 크게 증가한 것으로 조사됨



[그림 6] 우리나라 연도별 하수도 보급률 변화 추이

- 다음의 [그림 7]은 우리나라 지역별 하수도 보급률을 조사하여 나타낸 것임
 - 서울특별시는 하수도 보급률이 100%로 조사되어 전국에서 가장 높았으며, 다음으로 부산광역시가 99.6%로 높게 나타나 우리나라를 대표하는 대도시로서 하수도 보급률도 타 지역에 비해 높았던 것으로 나타남
 - 전반적으로 특별시 및 광역시는 모두 우리나라 평균 하수도 보급률인 95.4% 보다 높았고, 세종특별자치시 및 경기도도 각각 97.9%, 96.4%로 평균 보급률보다 높은 것으로 조사됨
 - 우리나라에서 하수도 보급률이 상대적으로 낮은 지역은 충청북도, 충청남도, 전라남도, 경상북도인 것으로 조사되었음
 - 이와 같은 결과는 이들 지역의 도시화율이 낮았기 때문으로 사료되며, 이들 지역의 하수도 보급률은 90% 이하로 조사됨
 - 결과적으로 도시화율이 낮으면 하수도 보급률이 낮은 특성을 보였으며, 특히 충청남도와 전라남도는 각각 84.2%, 84.3%로 조사되어 전국에서 가장 낮은 보급률을 보였음



[그림 7] 국내 지역별 하수도 보급률

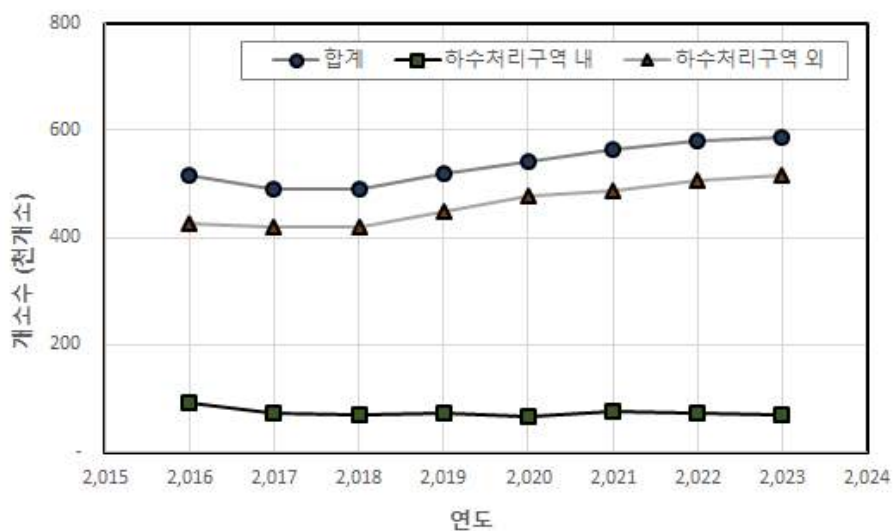
나. 국내 오수처리시설 현황

□ 우리나라의 연도별 하수처리구역 내/외 및 용량에 따른 오수처리시설 현황 자료는 [표 8]에 나타내었음

[표 8] 연도별 하수처리구역 내/외 오수처리시설 개소 수 변화

연도	총계	하수처리구역 내			하수처리구역 외		
		50m ³ 이하	50m ³ 이상	합계	50m ³ 이하	50m ³ 이상	합계
2016	517,297	67,460	11,668	90,298	380,748	8,480	427,000
2017	491,611	60,906	11,273	72,179	410,570	8,862	419,432
2018	490,324	58,291	10,820	69,111	410,591	10,622	421,213
2019	519,920	61,912	10,511	72,423	438,664	8,833	447,497
2020	542,864	56,089	10,771	66,860	467,512	8,492	476,004
2021	563,003	63,492	10,758	74,252	480,037	8,714	488,751
2022	579,442	62,180	10,061	72,241	498,266	8,935	507,201
2023	585,249	59,978	10,396	70,374	506,348	8,527	514,875

- 개인하수처리시설(오수처리시설)은 2023년 기준으로 전국에 585,249개소가 있으며, 이중 하수처리구역 내에 70,374개소, 하수처리구역 외에는 514,875개소가 있는 것으로 조사됨
 - 결과적으로 개인하수처리시설은 하수처리구역 내에 비하여 하수처리구역 외의 지역에서 7.3배 이상 많이 설치된 것으로 나타남
 - 또한 [그림 8]에 제시된 연도별 하수처리구역 내/외의 오수처리시설 개소 수 변화를 보면, 처리구역 내에서는 큰 변화가 없었지만, 하수처리구역 외에서는 꾸준히 증가하는 것을 볼 수 있었음
 - 이는 공공하수처리시설이 확대됨으로써 하수처리구역 내 오수처리시설에는 큰 변화가 없었던 반면, 하수처리구역 외에서는 지속적으로 오수처리시설이 신설되면서 증가하였기 때문으로 판단됨
 - 용량별로 보면, 하수처리구역 내의 경우 50 m³/일 이하가 59,978개소, 50 m³/일 이상이 10,396개소이며, 하수처리구역 외에서는 50 m³/일 이하가 506,348개소, 50 m³/일 이상이 8,527개소로 조사되었음
 - 전반적으로 50 m³/일 이하가 압도적으로 많았으며, 특히 하수처리구역 외 지역에서는 50 m³/일 이하가 약 60배 정도 많았음



[그림 8] 하수처리구역 내/외의 오수처리시설 개소 수의 연 변화

□ 2023년 기준으로 우리나라 전국 각 지역별 오수처리시설에 대한 용량별 시설현황 자료는 [표 9]에 나타내었음

○ 서울특별시는 오수처리시설 총계에서 가장 적은 2,581개소가 있었으며, 반대로 경기도는 207,586개소로 전국에서 가장 많은 오수처리시설이 있는 것으로 조사되었음

- 특히 경기도는 하수처리구역 내/외에서 각각 16,510개소, 191,076개소로 타 지역에 비하여 압도적으로 많은 오수처리시설이 있는 것으로 조사됨

[표 9] 각 지역별 하수처리구역 내/외 및 용량별 오수처리시설 현황

지역구분	총계	하수처리구역 내			하수처리구역 외		
		50m ³ 이하	50m ³ 이상	합계	50m ³ 이하	50m ³ 이상	합계
서울특별시	2,581	804	1,613	2,417	82	82	164
부산광역시	13,984	4,910	1,527	6,437	7,408	139	7,547
대구광역시	5,381	799	349	1,148	4,179	54	4,233
인천광역시	32,357	5,426	1,305	6,731	25,169	457	25,626
광주광역시	3,342	974	388	1,362	1,930	50	1,980
대전광역시	3,276	942	550	1,492	1,754	30	1,784
울산광역시	3,988	289	45	334	3,572	82	3,654
세종특별자치시	4,124	45	11	56	3,988	80	4,068
경기도	207,586	15,105	1,405	16,510	188,767	2,309	191,076
강원특별자치도	37,398	4,523	551	5,074	31,512	812	32,324
충청북도	37,258	1,403	279	1,682	35,057	519	35,576
충청남도	68,617	4,366	289	4,655	62,591	1,371	63,962
전라북도	20,928	1,376	133	1,509	19,049	370	19,419
전라남도	34,620	5,090	253	5,343	28,755	522	29,277
경상북도	54,638	5,878	292	6,170	47,462	1,006	48,468
경상남도	43,752	8,048	1,406	9,454	33,761	537	34,298
제주특별자치도	11,419	0	0	0	11,312	107	11,419
전국	585,249	59,978	10,396	70,374	506,348	8,527	514,875

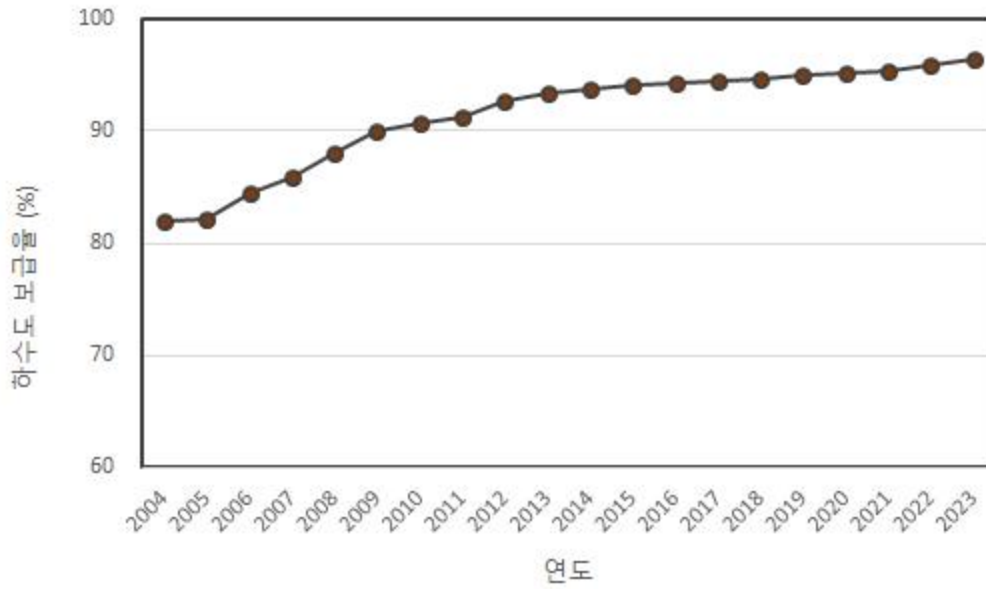
- 제주도는 하수처리구역 내에서는 오수처리시설이 없었기 때문에 모두 공공처리 시설에서 처리되고 있었으며, 하수처리구역 외에는 11,419개소의 오수처리 시설이 있어, 특별시 및 광역시에 비해서는 비교적 많은 오수처리시설이 있는 것으로 조사되었음
- 각 지역별로 하수처리구역 내/외에서의 오수처리시설 수를 보면, 서울을 제외 하고 모든 지역에서 하수처리구역 외에서 월등히 많은 것으로 조사됨
 - 서울특별시의 경우에는 처리구역 외(164개소) 보다 처리구역 내(2,417개소)에서 월등히 많아 다른 지역과 차별성을 보였음
 - 하지만, 전반적으로 특별시 및 직할시는 타 지역과 비교하여 처리구역 내 오수처리시설의 개소 수가 상대적으로 많은 경향을 보였음

2. 경기도 개인하수처리시설 현황

가. 하수도 보급률

- 2023년 경기도 내 전체 하수도 보급률은 96.4%로, 전국 평균(95.4%)보다는 약간 높은 보급률을 나타내었으나, 특별시 및 광역시에 비해서는 낮았음²¹⁾
 - 경기도의 하수도 보급률은 2004년도에 81.9%이었지만 2010년도에 90.6%로 크게 증가한 결과를 보였고, 이후 점차 증가하여 2020년에 95%를 상회한 것으로 나타남
- 지역별로는 수원시, 안양시, 부천시, 의왕시 등 인구밀집도가 높고 도시화가 많이 진행된 지역에서는 99.9% 이상의 매우 높은 하수도 보급률을 보였음
 - 이와 반대로 연천군, 가평군, 양평군은 각각 75.4%, 87.3%, 79.3%로 타 경기도 내 도시에 비해 현저하게 낮은 보급률을 보인 것으로 조사됨
 - 또한 포천시, 여주시, 안성시 등 경기도 외곽에 있는 시는 인구밀집도가 낮고 개발이 더디어 상대적으로 하수도 보급률이 낮았던 것으로 판단됨
 - 이들 지역의 하수도 보급률은 90%에 미치지 못하는 것으로 나타남
 - 결과적으로 하수도 보급률은 인구의 밀집도 및 도시의 발달 정도 등에 영향을 받는 것으로 판단됨

21) 환경부, 생활환경과, 하수도보급률(2004~2023) (https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1Y120751&conn_path=3)



[그림 9] 경기도의 연도별 하수도 보급률 변화

[표 10] 경기도의 2023년도 각 시·군별 하수도 보급률 현황 자료

지역	하수도 보급률(%)	지역	하수도 보급률(%)	지역	하수도 보급률(%)
수원시	99.9	구리시	99.6	김포시	91.9
성남시	99.5	남양주시	96.9	화성시	91.7
의정부시	99.8	오산시	99.0	광주시	96.7
안양시	100.0	시흥시	96.5	양주시	97.0
부천시	99.9	군포시	99.8	포천시	86.8
광명시	98.7	의왕시	99.9	여주시	86.6
평택시	92.9	하남시	99.5	연천군	75.4
동두천시	99.7	용인시	95.6	가평군	87.3
안산시	98.5	파주시	95.8	양평군	79.3
고양시	96.9	이천시	93.0	-	-
과천시	98.8	안성시	80.3	-	-

나. 개인하수처리시설 현황

- 아래의 [표 11]은 경기도 내 개인오수처리시설 현황 자료를 제시한 것임
- 경기도에서 가장 많은 개인오수처리시설이 있는 곳은 화성시인 것으로 조사됨
 - 화성시는 하수처리구역의 구분없이 총 34,103개소로 타 시·군에 비해 월등히 많은 개인하수처리시설 수를 보였고, 다음으로는 양평군, 김포시, 용인시, 여주시 등의 순으로 나타났음
 - 반면에 가장 적었던 곳은 의왕시로 34개소였고, 다음은 군포시로 74개소로 조사되었음
- 하수처리구역별로 보면, 하수처리구역 내에 16,510개소가 있는 반면, 하수처리구역 외에는 191,076개소가 있었던 것으로 조사됨
 - 결과적으로 하수처리구역 외에서 개인하수처리시설이 약 11.6배 많은 것으로 나타났음
 - 하수처리구역 내에서는 경기도 광주시가 가장 많았으며, 다른 시·군과 달리 하수처리구역 내(5,389개소)가 하수처리구역 외(3,627개소) 보다 월등히 많은 것으로 나타난 점이 특징임
 - 하수처리구역 내에서 개인오수처리시설이 전혀 없었던 곳은 광명시, 군포시, 이천시, 연천군으로 나타났음
 - 하수처리구역 외에서는 역시 화성시가 가장 많았고, 양평군, 김포시, 용인시의 순으로 전체 개인하수처리시설과 같은 결과를 보였음
 - 이는 하수처리구역 외의 오수처리시설이 하수처리구역 내에 비하여 월등히 많았기 때문으로 판단됨
 - 안양시는 하수처리구역 외에 개인하수처리시설이 단 5개소가 있었음
 - 이에 반해 하수처리구역 내에는 286개소가 있어 구도심의 영향을 받는 것으로 사료됨
- 50 m³/일을 기준으로 용량별 개인하수처리시설 현황을 보면, 50 m³/일 이하가 203,874개소로, 50 m³/일 초과가 3,714개소로 조사되어 소규모 개인하수처리시설의 수가 월등하게 많았음
 - 특히 하수처리구역 외의 경우에는 50 m³/일 이하 시설이 초과 시설에 비해 약 82배 많은 것으로 나타나, 대부분의 개인하수처리시설은 소규모 시설로 운영되고 있음을 알 수 있음

[표 11] 경기도 내 각 시·군별 개인오수처리시설 현황

지역	총계	하수처리구역 내			하수처리구역 외		
		50 m ³ 이하	50 m ³ 초과	합계	50 m ³ 이하	50 m ³ 초과	합계
수원시	1,903	714	405	1,119	770	14	784
성남시	689	165	93	258	425	6	431
의정부시	341	19	2	21	318	2	320
안양시	291	157	129	286	5	0	5
부천시	905	616	246	862	43	0	43
광명시	1,085	0	0	0	1,079	6	1,085
평택시	11,212	677	63	740	10,321	151	10,472
동두천시	322	100	24	124	197	1	198
안산시	4,076	184	2	186	3,867	23	3,890
고양시	10,228	46	0	46	10,071	111	10,182
과천시	270	66	0	66	202	2	204
구리시	109	58	0	58	51	0	51
남양주시	7,998	279	2	281	7,701	16	7,717
오산시	1,413	34	6	40	1,338	35	1,373
시흥시	5,089	333	87	420	4,646	23	4,669
군포시	74	0	0	0	74	0	74
의왕시	34	12	3	15	19	0	19
하남시	277	2	1	3	272	2	274
용인시	15,245	279	80	359	14,722	164	14,886
파주시	8,611	150	18	168	8,291	152	8,443
이천시	6,602	0	0	0	6,310	292	6,602
안성시	10,333	251	29	280	9,846	207	10,053
김포시	17,819	520	7	527	17,126	166	17,292
화성시	34,103	381	10	391	33,382	330	33,712
광주시	9,016	5,379	10	5,389	3,604	23	3,627
양주시	3,790	1,553	15	1,568	2,192	30	2,222
포천시	10,368	492	12	504	9,672	192	9,864
여주시	11,871	47	139	186	11,542	143	11,685
연천군	1,624	0	0	0	1,586	38	1,624
가평균	9,640	904	15	919	8,596	125	8,721
양평균	22,248	1,687	7	1,694	20,499	55	20,554
합계	207,586	15,105	1,405	16,510	188,767	2,309	191,076

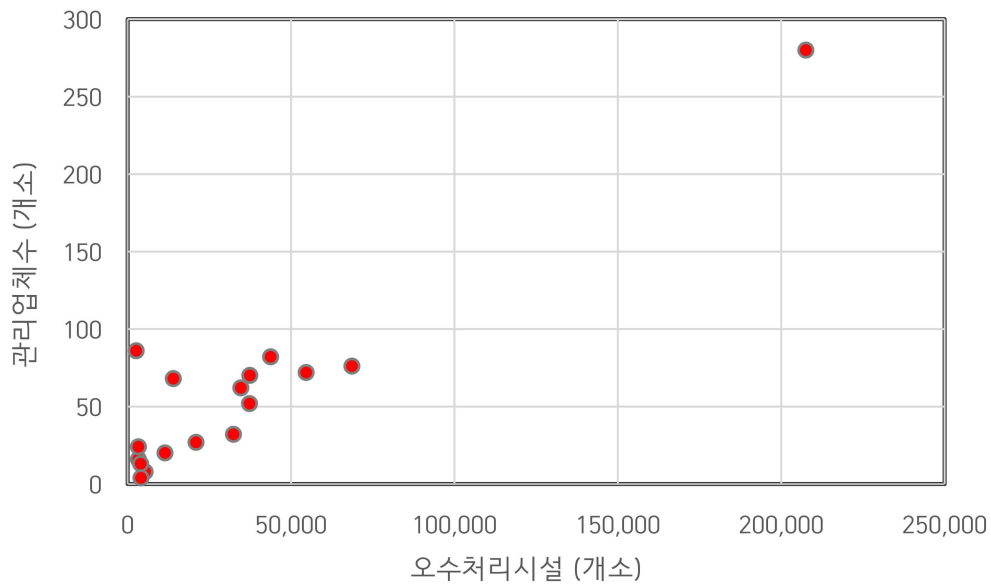
다. 개인하수처리시설 관리업 현황

- 우리나라의 각 지역별 2024년 개인하수처리시설 관리업 사업장에 대한 행정안전부 조사자료²²⁾를 다음의 [표 12]에 제시하였음
 - 자료는 2025년 5월에 수정된 것으로, 우리나라의 총 개인하수처리시설 관리업소는 총 1,844개소가 있는 것으로 조사됨
 - 이중 현재 휴업 중인 업소는 31개소였으며, 폐업한 업소가 798개소, 폐쇄된 업소가 23개소인 것으로 조사됨
 - 결과적으로 현재 영업 중인 업소는 992개 업소이며, 이 중에서 19개 업소는 재 개업하여 영업하는 것으로 조사됨
 - 이를 지역별로 보면 다음의 [표 12]와 같고, 전반적으로 각 지역별 오수처리 시설 수가 많으면 관리업체 수도 많은 것으로 파악됨
 - 다만 서울특별시와 부산광역시 등과 같이 대도시의 경우에는 오수처리시설 대비 관리업체 수가 많은 것으로 나타났음
 - 또한 전체 관리업체 중 약 28.2%가 경기도에 있는 것으로 나타나 가장 많은 관리업체가 영업하고 있었음
- 전국의 지역별 오수처리시설 수와 개인하수처리시설 관리업체 수의 관계를 아래의 [그림 10]에 제시하였음
 - 전반적으로 오수처리시설 수와 개인하수처리시설 관리업체의 수는 상호 양의 상관성이 있는 것으로 나타났으나, 일부 서울특별시, 부산직할시와 같은 대도시에서는 관리업체 수가 상대적으로 더 많은 것으로 조사됨
 - 실제로 오수처리시설을 관리업체수로 나누어 보면, 평균 1개 업체가 590개의 시설을 담당하는 것으로 평가됨
 - 하지만 서울특별시는 업체당 30개 시설, 대전광역시 137개 시설, 부산광역시 206개 시설, 광주광역시 209개 시설로, 업체당 시설수가 상대적으로 적은 것으로 조사됨
 - 경기도는 관리업체가 가장 많았음에도 불구하고 업체당 관리하는 시설수가 평균보다 높은 741개소로 조사된 것은 개인하수처리시설 수가 워낙 많았기 때문으로 사료됨

22) 행정안전부_개인하수처리시설관리업(사업장)_20240302 | 공공데이터포털

[표 12] 각 지역별 오수처리시설 및 관리업체 수 현황

지역구분	오수처리시설 수	관리업체 수	지역구분	오수처리시설 수	관리업체 수
서울특별시	2,581	86	경기도	207,586	280
부산광역시	13,984	68	충청북도	37,258	52
대구광역시	5,381	8	충청남도	68,617	76
인천광역시	32,357	32	전라북도	20,928	27
광주광역시	3,342	16	전라남도	34,620	62
대전광역시	3,276	24	경상북도	54,638	72
울산광역시	3,988	13	경상남도	43,752	82
세종특별자치시	4,124	4	제주특별자치도	11,419	20
강원특별자치도	37,398	70	-	-	-
전체 합계				585,249	992



[그림 10] 각 지역별 오수처리시설에 따른 관리업체 수의 관계

라. 팔당상수원의 개인하수처리시설 현황

- 경기도에는 대부분의 수도권 인구에게 상수원을 공급하는 팔당호가 위치해 있어 양질의 물관리가 중요한 지역 이슈 중 하나임
 - 팔당호는 남한강과 북한강, 경안천이 모여서 이뤄지는 인공호수로서, 1974년 팔당댐이 준공된 이후 수도권에 거주하는 약 2,600만 명에게 각종 용수를 공급해 주는 상수원으로서 역할을 수행하고 있어, 수질관리가 매우 중요한 지역적인 이슈임
- 이와 같은 팔당호의 중요성 때문에 수질관리를 위한 다양한 정책이 도입되어 시행되어 왔음
 - 1975년 상수원 보호구역으로 지정
 - 1982년 제정된 수도권정비계획법에 따라 자연보전권역 도입, 1984년 지정
 - 1990년 팔당호 주변을 수질보전 특별대책지역 지정
 - 1998년 수질 악화에 따른 한강특별대책 시행, 수변구역 제도 도입
 - 1999년 한강수계 특별법 제정
 - 경기도 6개 시·군(용인, 남양주, 광주, 여주, 양평, 가평)에 수변구역 지정
 - 2003년 특별대책지역 공무원, 주민대표, 환경부 등으로 특별대책지역 수질보전 정책협의회 설치
 - 2004년 수질오염 총량관리제도 실시 (임의제)
 - 팔당 7개 시·군
 - 2013년 한강수계 수질오염 총량제 의무화
 - 서울·인천·경기 총 28개 시·군
 - 2021년 한강수계 수질오염총량제 확대
 - 강원·충북 등 확대로 한강수계 전역 총 54개 시·군
- 또한 팔당호는 다양한 오염원에 대해 법적으로 공공수역의 수질을 보호하기 위하여 다양한 수질기준이 적용되어 관리되고 있음
 - 현재 다양한 오염원에 대한 수질기준으로는 공공폐수처리시설 방류수수질기준, 수질오염물질 배출허용기준, 하수처리장 방류수수질기준, 가축분뇨처리시설 방류수수질기준, 비점오염원 설치신고 및 이행 등이 있으며, 관련법에 따른 기준이 지속적으로 강화되어 오고 있음

[표 13] 팔당호 상수원 수질보전 특별대책지역 지정 현황

행정구역	특별대책지역 I 권역	특별대책지역 II 권역
경기도 5시 2군 61읍·면 ·동	<p>남양주시: 화도읍(가곡리를 제외한 전역), 조안면</p> <p>여주시: 세종대왕면(구양리, 번도리, 내양리, 백석리, 왕대리), 홍천면, 금사면, 대신면, 산북면</p> <p>광주시: 도척면 방도2리를 제외한 전역</p> <p>가평군: 설악면(천안1리, 방일리, 가일리), 청평면(하천리, 청평리, 대성리, 삼회리)</p> <p>양평군: 양평읍, 강상면, 강하면, 양서면, 옥천면, 서종면, 개군면</p> <p>용인시: 모현읍</p>	<p>남양주시: 화도읍(가곡리), 수동면</p> <p>여주시: 세종대왕면(구양리, 번도리, 내양리, 백석리, 왕대리를 제외한 전역)</p> <p>광주시: 도척면(방도2리)</p> <p>가평군: 설악면(사릉리, 선촌리, 신천리, 회곡리, 천안2리, 이천리), 청평면(호명리, 고성리), 조종면(대보2리), 상면(항사리, 덕현리, 임초1리)</p> <p>양평군: 용문면, 청운면(여물리, 비룡리) 단월면(향소리, 부안리, 덕수리, 보룡리, 봉상리, 삼가리), 지평면(송현리, 월산리, 지평리, 망미리, 대평리, 곡수리, 수곡리, 옥현리)</p> <p>용인시: 마평동, 운학동, 호동, 해곡동, 김량장동, 남동, 유방동, 고림동, 삼가동, 역북동, 양지면, 포곡읍</p> <p>이천시: 창전동, 중리동, 관고동, 안흥동, 갈산동, 증포동, 송정동, 증일동, 율현동, 진리동, 사음동, 단월동, 장록동, 고담동, 대포동, 부발읍(가좌리, 신하리, 마암리, 무촌리, 신원리, 대관리, 죽당리, 산촌리, 아미리, 고백리), 신둔면, 호법면, 마장면, 백사면, 모가면(신갈리)</p>

- 경기도는 2023년도 기준으로 개인하수처리시설이 207,586개소가 있으며, 이는 전국 585,249개소의 약 35.5%에 해당하는 것으로, 경기도의 공공하수처리시설 비율 9.4%에 비해서도 매우 높은 수준임
 - 팔당호에서 특별대책구역 내 7개 시군에도 현재 개인하수처리시설이 많이 산재해 있으며, 이들 지역에 포함된 개인하수처리시설 개소 수는 [표 14]와 같음
 - 또한 이들 개인하수처리시설 중 하수처리구역 내에서 50 m³/일 이하가 8,575개소, 50 m³/일 이상이 253개소이며, 하수처리구역 외에서는 50 m³/일 이하가 72,974개소, 50 m³/일 이상이 818개소로 조사되었음
- 팔당상수원 수질보전특별대책지역으로 지정된 경우, 원칙적으로 오수배출시설은 건축연면적 400 m² 이상의 숙박업·식품접객업 또는 건축연면적 800 m² 이상의 오수배출시설 I 권역에의 입지를 허용하지 않고 있음²³⁾

[표 14] 팔당상수원 특별대책지역 7개 시·군의 개인하수처리시설 개소 수

구분	하수처리구역 외	하수처리구역 내	합계
합계	73,792	8,828	82,620
남양주시	7,717	281	7,998
용인시	14,886	359	15,245
이천시	6,602	0	6,602
광주시	3,627	5,389	9,016
여주시	11,685	186	11,871
가평군	8,721	919	9,640
양평군	20,554	1,694	22,248

- 하지만 다음의 경우에는 예외로 규정되어 있어, 아직까지도 오수배출시설이 다수 증가하고 있음
- 공공하수처리시설에 전량 유입·처리하는 건축물
 - 지역주민의 공공복리시설로서 개인하수처리시설의 방류수수질기준 이하로 처리하여 방류하는 경우
 - 관공서, 공공교육기관(유아교육, 초·중·고등학교 및 특수학교로 한정), 도서관, 금융기관
 - 종합병원을 포함한 의료시설, 사회복지시설(외지 인구 유입 유발 시설 제외)
 - 종교시설(기도원 제외)
 - 공공용 체육시설, 대중목욕탕(숙박업 겸업 시설 제외)
 - 농업·임업·축산업협동조합이 현지 생산물의 가공 또는 저장하기 위한 시설
 - 마을공동시설(마을 공동창고 포함)
 - 취·정수시설, 공공하수처리시설·분뇨처리시설·가축분뇨 공공처리시설 등 수질오염의 방지를 위한 환경기초시설
 - 기타 국가 또는 지방자치단체가 직접 추진 또는 지원 사업으로서, 지역 주민의 소득 및 복리에 기여하는 시설
 - 군사 목적상 필요한 시설로서 환경부장관의 동의를 받은 경우

23) 팔당대청호 상수원 수질보전 특별대책지역 지정 및 특별종합대책. 환경부고시 제2019-105호

제3장 개인하수처리시설 관련 법 및 조례

제1절 개인하수처리시설 관련 법

1. 개인하수처리시설 관련 법의 변천 과정

가. 오물청소법

- 오물청소법은 1962년 1월 1일부터 시행된 법률로 오물을 위생적으로 처리하여 생활환경을 청결히 함으로써 국민보건의 향상을 기하기 위하여 제정되었음
 - 오물청소법 제12조(분뇨정화조 또는 분뇨소화조)에는 분뇨정화조를 설치하도록 규정하고 있으며, 이를 각 기관장에서 신고하도록 하고 있음
 - 또한 제14조(오물처리업)에서는 오물의 수집, 운반 또는 처리를 업으로 하고자 할 경우에는 지자체장의 위임 또는 허가를 받도록 하였음
- 오물청소법은 1973년 개정하여 분뇨종말처리시설을 설치하고자 할 경우 보건사회부장관의 승인을 얻도록 개정되었음
 - “분뇨종말처리시설”이라 함은 물리적·화학적 또는 생물학적 방법 등에 의하여 분뇨를 최종적으로 안전하게 처리하는 시설로서 보건사회부령으로 정하는 시설로 정의하였음
 - 또한 제9조에서 지방자치단체가 분뇨종말처리시설을 설치하고자 할 때에는 보건사회부장관의 승인을 얻도록 하였음
- 1979년 일부 개정된 내용에서는 분뇨종말처리시설 등 오물청소업무를 보건사회부장관에서 환경청장에게 이관함
 - 제9조(분뇨 또는 쓰레기종말처리시설)의 내용은 환경청장의 승인을 받도록 변경됨
- 1982년 개정된 내용에서는 오수정화시설 및 분뇨정화조에 대해 정의하였고, 구체적으로 이들 시설에 대한 설치 및 관리기준 등을 제시함
 - 고도의 산업화와 도시인구의 급격한 증가로 대량의 오물이 배출되고 그 성상이 다양하여 환경보전에 심각한 문제로 대두되고 있으므로 오물을 전문적·효율적으로 처리하게 함으로써 자연환경 및 생활환경을 보다 더 쾌적하게 보전하려는 것임

- 종전의 액상폐기물정화조를 오수정화시설과 분뇨정화조로 구분하여 분뇨를 효율적으로 정화하게 함으로써 수질의 오염을 원천적으로 방지하도록 함
- 분뇨정화조청소업을 허가제로 하고, 공동주택단지 등에도 오수정화시설을 의무적으로 설치하도록 하였으며, 분뇨정화조 제조업을 등록하도록 함
- “오수정화시설” 이라 함은 침전·호기성 또는 혐기성 분해 등의 방법에 의하여 분뇨와 생활하수를 함께 처리하는 정화시설로서 보건사회부령이 정하는 시설을 말함
 - “분뇨정화조” 라 함은 침전·호기성 또는 혐기성 분해 등의 방법에 의하여 분뇨를 안전하게 처리하는 정화시설로서 보건사회부령이 정하는 시설을 말함
- 제15조(오수정화시설): 공동주택단지 기타 이에 준하는 지역에서 일정한 규모 이상의 건물 기타 시설을 건축하고자 하는 자는 단독 또는 공동으로 오수정화시설을 설치하도록 함
- 제16조(분뇨정화조): 보건사회부령이 정하는 건물 기타 시설을 건축할 때에는 그 건축주는 분뇨정화조를 설치하여야 함
- 제17조(오수정화시설 및 분뇨정화조의 설치·관리기준 등): 보건사회부령으로 정함
- 1986년 개정을 통해 오물청소법은 1987년 4월 1일부터 폐지되고, 폐기물 관리법으로 전환됨

나. 폐기물관리법

- 기존의 환경보전법과 오물청소법으로 이원화되어 있는 폐기물(분뇨, 쓰레기, 산업폐기물)의 관리에 관한 사항을 단일법에 규정하여 폐기물의 성상 및 특성에 따른 관리를 강화하고자 1986년 제정되어 1987년 4월 1일부터 시행됨
 - 환경청장 및 시·도지사로서 하여금 폐기물처리에 관한 기본계획을 수립하도록 하였음
 - 이는 폐기물을 적정하게 관리할 수 있도록 하기 위한 것임
 - 제15조(오수정화시설·분뇨정화조 등의 설치), 제16조(오수정화시설·분뇨정화조 등의 관리) 내용이 포함되어 있음
- 1989년은 환경행정을 강화하기 위하여 환경청을 환경처로 개편한 시기이며, 일부 내용의 개정이 이루어지지만 큰 차이는 없었음
 - 제15조(오수정화시설·분뇨정화조 등의 설치), 제16조(오수정화시설·분뇨

정화조 등의 관리) 등의 조항에서 신고, 준공검사, 설치기준, 관리기준 등이 총리령이 정하는 바에 따름으로 전환됨

- 1991년 폐기물관리법에서의 관리 대상 폐기물 중 수질오염 원인이 되는 오수·분뇨 및 축산폐수는 별도의 법률(오수분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률)을 제정하여 관리하게 됨에 따라 오수 및 분뇨와 관련된 법조문이 삭제됨

다. 오수분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률

- 1991년부터 종래 폐기물관리법에서 관리되던 오수·분뇨 및 축산폐수 관련 조항을 별도로 분리하여 “오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률”로 제정
 - 이들 폐수는 일반적인 폐기물과는 달리 수질오염에 직접 영향을 미칠 뿐 아니라 크고 작은 배출원이 전국적으로 다양하게 산재되어 있어 이로 인한 환경오염을 효과적으로 방지하기 위함
 - 기존의 폐기물 관리체계 및 폐수배출시설 관리체계와는 별도의 관리체계 필요
 - 본 법은 오수정화시설의 설치 대상지역을 읍 이상에서 전국으로 확대하여 일정 규모 이상의 건물, 기타 시설물 설치자에게 오수정화시설을 설치하도록 하여 하수종말처리장 등이 설치되지 아니한 지역의 생활오수를 처리할 수 있도록 함
 - 제5조(방류수 수질기준): 오수정화시설, 정화조 등의 방류수 수질기준을 총리령으로 정하고, 환경처장관은 특별대책지역 내(內)의 수질오염방지를 위해 필요하다고 인정되는 경우 보다 엄격한 기준을 적용할 수 있음
 - 제9조(오수처리시설의 설치): 일정 규모 이상의 건물 기타 시설물을 설치하는 자는 단독 또는 공동으로 오수정화처리시설을 설치하도록 함
 - 제10조(정화조의 설치): 수세식 변소를 설치하는 자는 정화조를 함께 설치하도록 함
 - 제14조(오수정화시설 등의 관리 등): 건물에서 배출되는 오수를 무단방류하거나 비정상적인 방법으로 처리해선 안 됨
 - 제15조(간이오수정화조의 설치): 특별대책지역, 기타 대통령령이 정하는 지역에서 주방·목욕탕 등에서 발생하는 오수를 처리하게 하기 위해 총리령으로 간이오수정화조의 설치를 명할 수 있음
- 1997년도에는 일부 개정을 통하여 제9조의 2(합병정화조의 설치) 항목이 추가됨
 - 제9조제1항의 규정에 의한 규모 미만의 건물 기타 시설물을 설치하는 자는

단독 또는 공동으로 합병정화조를 설치하여야 함

- 제2조(정의)에서 “합병정화조”라 함은 오수를 침전·분해 등 환경부령이 정하는 방법에 의하여 정화하는 시설로서 제5호의 규정에 의한 오수정화시설 외의 시설을 말함
- 즉, 오수를 하수종말처리시설 등으로 유입시켜 처리하는 하수처리구역 외의 지역에서는 분뇨와 오수를 동시에 처리할 수 있는 합병정화조를 설치하도록 함

□ 1999년에는 하수종말처리시설의 설치가 곤란한 지역으로서 생활오수의 처리가 시급한 상수원 지역 등을 오수처리 대책지역으로 지정하여 오수처리시설의 설치를 촉진할 수 있도록 함

○ 법 제2조(정의)에서 “오수정화시설”이 “오수처리시설”로 용어가 변경되었고, “합병정화조”는 내용에서 삭제되었음

- 오수처리시설: 오수를 침전·분해 등 환경부령이 정하는 방법에 의하여 정화하는 시설을 말하되, 단독정화조를 제외함

○ 제4조의3(오수처리대책지역의 지정 등): 수질보전을 위하여 오수의 처리가 특히 필요하다고 인정하는 지역을 관할 시장·군수·구청장과 협의하여 오수처리 대책지역으로 지정·공고하거나 이를 변경할 수 있도록 함

- 또한 본 제3항 및 제4항 규정에 의하여 설치하는 오수처리시설의 설치 및 운영에 필요한 기술적·재정적 지원을 할 수 있도록 함

○ 또한 제5조3항에는 시·도는 환경정책기본법 제10조제3항의 규정에 의한 환경기준 유지가 곤란하다고 인정하는 때에는 당해 지방자치단체의 조례로 제1항의 기준보다 엄격한 방류수 수질기준을 정할 수 있음

○ 제9조의 제4항에는 국가 및 지방자치단체는 오수처리시설의 설치에 필요한 기술적·재정적 지원을 할 수 있음

○ 제9조의2 합병정화조 관련 조항은 삭제됨

○ 제14조(오수처리시설 등의 운영·관리)의 내용이 개정되었으며, 제1항의 안 되는 행위에 다음과 같은 사항이 개정되었음

- 정당한 사유없이 오수처리시설 또는 단독정화조를 정상 가동하지 아니하여 제5조의 규정에 의한 방류수 수질기준을 초과하는 오수를 배출하는 행위
- 또한 제2항에서 시설의 관리를 오수처리시설 등 관리업의 허가를 받은 자에게 위탁할 수 있도록 하였음

○ 제14조의2(오수처리시설의 개선명령)에서 제1항에는 오수처리시설 또는 단독정화조가 방류수 수질기준을 초과하는 경우 당해 시설의 개선·대체·폐쇄

또는 시설의 가동상태를 확인할 수 있는 기기의 설치 등 필요한 조치를 명할 수 있음으로 변경

- 여기서 가동상태를 확인할 수 있는 기기의 설치가 처음으로 제시됨

- 2003년 6월에는 분뇨처리시설 설계·시공업과 오수처리시설 등의 설계·시공업을 오수처리시설 등 설계·시공업으로 통합하였음
- 또한 지방자치단체에서 처리하는 것이 보다 효율적이라고 판단되는 일부 국가사무의 지방자치단체 이양 등 제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 개선·보완하기 위한 목적임
- “오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률”은 2006년 9월에 폐지하는 것으로 개정되고 “하수도법”과 “가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률”로 개별 분리됨

라. 하수도법

- 하수와 오수는 동일한 물질임에도 종전 그 관리체계가 「하수도법」과 「오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률」로 이원화되어 있어 하수 및 오수처리시설이 중복 설치되거나 연계 체계가 미흡했던 점을 보완하고자 2006년 9월에 전부 개정하여 2007년 9월부터 시행됨
- 결과적으로 하수와 오수를 통합하여 하수도 시설의 분류체계를 단순화하고, 관련 업종을 통·폐합하여 비효율성을 근본적으로 개선하기 위한 목적임
 - 또한, 하수처리시설에서 처리한 물 자원을 재이용할 수 있는 제도적 기반 마련
 - 하수처리구역에서의 개인하수처리시설 설치 의무를 단계적으로 면제하여 국민 불편사항 해소
 - 결과적으로 현행 제도의 운영 과정에서 나타난 일부 미비점을 보완하고 개선하기 위함
- 제2조(정의)에서 개인하수도, 개인하수처리시설, 하수처리구역 등의 정의가 제시되어 있음
 - 개인하수도: 건물·시설 등의 설치자 또는 소유자가 당해 건물·시설 등에서 발생하는 하수를 유출 또는 처리하기 위하여 설치하는 중수도·배수설비·개인하수처리시설과 그 부대시설을 포함
 - 개인하수처리시설: 건물·시설 등에서 발생하는 오수를 침전·분해 등의 방법으로 처리하는 시설

- 하수처리구역: 하수를 공공하수처리시설에 유입·처리할 수 있는 지역
- 하수도법 내 개인하수처리시설과 관련된 주요 규정은 다음과 같음
 - 제32조(개인하수도 설치의 지원 등)
 - 국가는 개인하수도의 보급 확대 등을 위하여 개인하수처리시설의 설치에 필요한 기술적·재정적 지원을 할 수 있음
 - 제34조(개인하수처리시설의 설치)
 - 제37조(개인하수처리시설의 준공검사 등)
 - 제38조(개인하수처리시설의 설계·시공)
 - 제39조(개인하수처리시설의 운영·관리)
 - 제40조(개인하수처리시설에 대한 개선명령)
 - “오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률”에서 가동상태를 확인 기기의 설치 내용이 본 법의 제40조제1항에 포함됨
- 2007년 4월 11일 개정되어 즉시 시행된 내용으로 제4조(국가하수도 종합계획의 수립) 내용에 “개인하수도의 정비 및 보급에 관한 사항”이 포함됨
- 2011년 6월 1일부터 시행된 하수도법 제15조(사용의 공고 등)에서는 하수처리 구역을 하수관거로부터 직선거리 300미터의 범위에서 정하되, 하수처리구역의 지정 범위에 관한 세부 기준은 지방자치단체의 조례로 정할 수 있도록 하였음
- 2011년 11월에 하수도법이 일부 개정된 내용에서는 개인하수처리시설 설계·시공업자 등에 대한 허가취소 또는 등록취소 요건이 완화되었음
 - 또한 개인하수처리시설 설계·시공업자 등이 고용하고 있는 기술 인력에 대하여 교육을 받지 않은 경우와 보고 또는 자료 제출을 하지 않은 경우 등을 허가 취소 또는 등록취소 대상에서 제외하였음
 - 또한 벌칙도 일부 완화하여 개인하수처리시설을 설치·운영하는 자가 기술 관리인을 두지 않은 경우 등 경미한 사항을 위반한 자에게 200만원 이하의 벌금 부과에서 300만원 이하의 과태료 부과로 전환함
- 2022년 12월에는 하수도법이 일부 개정되면서 “지자체 개인하수처리시설 설치 기준”을 제정해 지자체에 맞는 개인하수처리시설 설치 세부기준을 시행할 수 있도록 하였음
 - 하수도법 시행령 제24조제3항과 관련하여 별표1의6 제14호에는 특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수·구청장이 개인하수처리시설의 설계 및 시공, 부속설비 등 설치 기준에 필요한 제1호부터 제13호까지에서 규정한 세부 사항을 정하여 고시할 수 있도록 하고 있음

2. 현행 하수도법 상 개인하수처리시설 주요 내용

- 앞서 보았듯이 개인하수처리시설에 대한 내용은 하수도법 내용에 포함되어 있음
 - 여기서는 하수도법 내에서 개인하수처리시설과 관련된 내용에 대하여 검토하는 것으로 하였음
- 제4조(국가 하수도 종합계획의 수립) 제2항제6호에는 “개인하수도의 정비 및 보급에 관한 사항” 이 포함되어 있음
- 제5조(하수도 정비 기본계획의 수립권자 등) 제3항에서는 하수도 정비계획에 “개인하수처리시설의 설치 및 관리에 관한 사항” 이 기본계획에 포함되어야 한다고 규정함
 - 기본계획은 각 지자체장이 수립하고 관계부처에 승인을 얻어야 하며, 구성은 환경부의 하수도정비기본계획 수립 지침에 따름
 - 경기도는 한강유역환경청장의 승인을 받아야 하며, 기본계획의 주요 내용에는 개인하수처리시설의 설치 현황, 관리 현황, 관리 방안 등에 대한 내용이 포함되어야 함
 - 구체적으로는 운영 방안 및 운영비 확보 방안 등도 검토하여 계획을 수립하여야 함
- 제15조(사용의 공고 등)에는 하수처리구역을 하수관로로부터 직선거리 300 m의 범위에서 정하도록 하고 있고, 지정 범위에 대한 세부적인 기준은 지방자치단체의 조례로 정할 수 있도록 하였음
- 제32조(개인하수도 설치의 지원)에서는 개인하수도의 보급 및 확대를 위해 기술적/재정적 지원을 할 수 있도록 하고 있음
 - 제1항에 국가는 개인하수도의 보급/확대 등을 위해 제34조(개인하수처리시설의 설치) 규정에 따른 개인하수처리시설의 설치에 필요한 기술적·재정적 지원을 할 수 있도록 하였음
 - 제2항에서는 지방자치단체의 장은 관할구역 안의 하수를 효율적으로 처리하기 위하여 필요한 경우, 개인하수도를 설치·변경 또는 폐지하는 자에게 소요 비용 전부 또는 일부를 지원하거나 직접 개인하수도에 관한 공사를 할 수 있도록 하고 있음
- 개인하수처리시설에 대한 주요 내용은 제2절 개인하수처리시설 부분에 집중적으로 제시되어 있음
- 제34조(개인하수처리시설의 설치)
 - 제1항에는 오수를 배출하는 건물·시설 등을 설치하는 자는 단독 또는 공동

으로 개인하수처리시설을 설치하도록 하고 있음

- 제2항에서는 제1항에 따라 개인하수처리시설을 설치하거나 그 시설의 규모나 처리방법 등 대통령령으로 정하는 중요한 사항을 변경하거나 폐쇄하는 자는 각 지자체장에게 신고하여야 함
 - 여기서 중요 사항은 하수도법 시행령 제24조(개인하수처리시설의 설치) 제1항의 처리시설의 규모, 처리용량, 구조, 본체 교체임
 - 제4항에서는 개인하수처리시설을 대통령령으로 정한 기준에 적합하게 설치하도록 규정하고 있음 (하수도법 시행령 제24조 제2항의 내용임)
- 제34조의 2(개인하수도관리지역 지정 등)
- 제1항에는 공중위생의 향상과 공공수역의 수질보전을 위하여 개인하수도를 공동으로 관리할 필요가 있다고 인정하는 지역을 관할 시장·군수·구청장과 협의하여 개인하수도 관리지역으로 지정할 수 있음
 - 제4항에서는 처리시설의 관리업무를 대행하는 관리업자를 이 법의 적용 시 개인하수처리시설의 소유자 또는 관리자로 간주
 - 단 소유자에게 명백한 잘못이 인정된 경우에는 그러지 아니함
 - 명백한 잘못은 시행령 24조의2(개인하수도 관리지역 지정의 공고방법 등)에 제시되어 있으며, 내용은 소유자가 시설·설비 전원을 연결하지 않았을 때와 관리업자가 설비의 개선을 요구받고 정당한 사유없이 개선하지 않은 경우임
- 제37조(개인하수처리시설의 준공검사 등)
- 제1항에는 개인하수처리시설을 설치 또는 변경 공사를 완료했을 경우 지자체장의 준공검사를 받아야 하며, 제2항에 따라 방류수 수질검사를 받아야 하고, 수질검사는 제3항에 따라 대상, 시기, 방법이 규정되어 있음
 - 시행규칙 32조 제1항에 따라 정상적으로 가동된 시설은 적합 통지를 한 날로부터 110일, 입주 지연 등으로 가동이 늦어진 경우에는 70일이 지난날 받아야 하며, 1일 3 m³ 이하 시설은 제외됨
- 제39조(개인하수처리시설의 운영·관리)
- 제1항에는 운영관리 시 금지된 행위를 규정하고 있음
 - ① 건물 등에서 발생한 오수를 유입시키지 않고 배출 또는 배출할 수 있는 시설을 설치한 행위
 - ② 유입된 오수를 중간 배출 또는 중간 배출할 수 있는 시설을 설치한 행위
 - ③ 발생된 오수를 물을 섞어 처리하거나 물을 섞어 배출하는 행위
 - ④ 정당한 사유없이 처리시설을 정상 가동하지 않고 수질기준을 초과한 경우

- 제2항에서는 방류수의 수질 자가 측정 및 내부청소 규정이 포함되어 있음
 - 시행규칙 제33조 개인하수처리시설의 관리기준에 따름
- 제6항에는 제2항에 따른 내부청소를 하지 않은 경우 동법 제80조제4항제12호에 따른 과태료 처분 및 행정 대집행 내용이 포함되어 있음
- 제40조(개인하수처리시설에 대한 개선명령)
 - 제1항에는 방류수 수질검사 결과 기준을 초과하는 경우 대통령령에 따라 기간을 정하여(3개월) 시설의 개선·대체·폐쇄 또는 시설의 가동상태를 확인할 수 있는 기기의 설치 등 필요한 조치를 명할 수 있음
 - 제2항에는 방류수 수질기준, 시설 설치 및 운영·관리 등이 적합하지 않을 경우 소유자 또는 관리자에게 정해진 기간 동안 개선명령을 할 수 있음
- 제76조(벌칙): 개인하수처리시설 관련 2년 이하의 징역 또는 2천만원 이하의 벌금 대상은 다음과 같음
 - 하수도법 제34조 및 제35조의 규정을 위반하여 시설을 설치하지 않았거나 용량을 증대하지 않은 경우 (단 일 처리용량 2 m³ 초과하는 경우로 한정)
- 제77조(벌칙): 개인하수처리시설 관련 1년 이하의 징역 또는 1천만원 이하의 벌금 대상은 다음과 같음
 - 하수도법 제34조 및 제35조의 규정을 위반하여 시설을 설치하지 않았거나 용량을 증대하지 않은 경우 (단 일 처리용량 2 m³ 이하인 경우로 한정)
 - 제39조 제1항의 각호 중 어느 하나의 행위를 한 개인하수처리시설 소유자 또는 관리자
 - 제40조제1항 및 제2항의 개인하수처리시설 개선명령을 이행하지 않은 경우
- 제80조(과태료): 개인하수처리시설 관련 100만원 이하 과태료 부과 대상은 다음과 같음
 - 하수도법 제34조제2항 및 제5항의 개인하수처리시설 설치 미신고 및 폐쇄 기준 미준수자
 - 제37조에 따른 준공검사 없이 시설을 사용한 자
 - 제38조의 규정을 위반하여 처리시설의 설치·변경을 맡긴 자
 - 제39조제2항의 수질 자가 측정 및 내부청소 기준에 부적합하게 유지·관리한 자와 제7항의 운영 기구를 설치하지 않았거나 그 사실을 신고하지 않은 자

3. 행정규칙

- 행정규칙인 “팔당·대청호 상수원 수질보전특별대책지역 지정 및 특별종합대책²⁴⁾”

제19조는 특별대책지역 지정에 따른 지원방안을 제시하고 있음

- 특별대책지역 지정에 따른 지원사업의 대상은 수질보전을 위한 환경기초시설 설치·운영, 생활환경 조성사업, 소득원 개발사업으로 함
- 환경기초시설 설치·운영, 생활환경 조성사업 및 소득원 개발사업에 있어서의 사업대상별 재원은 매 회계연도 예산상의 기준에 따르되, 추가 지원이 필요할 때에는 별도의 협의를 거치도록 함
- 규제기준 강화로 인하여 방지시설을 신설 또는 증설하는 사업자에게는 환경오염방지기금을 우선적으로 장기 저리융자 하도록 함
- 팔당·대청호의 국고지원사업은 경기도지사 및 충청북도지사가 매년 2월말까지 기본계획을 각각 수립하여 해당 사업을 관장하는 소관 부처에 요청하며, 관계 부처는 이를 다음 해 예산사업에 우선하여 반영토록 하고, 특히 소득원 개발사업은 연차별로 지원을 확대함

하수도법 제32조 (개인하수처리시설 설치의 지원 등)

- ① 국가는 개인하수도의 보급 확대 등을 위하여 제34조의 규정에 따른 개인하수처리시설의 설치에 필요한 기술적·재정적 지원을 할 수 있다.
- ② 지방자치단체의 장은 관할구역 안의 하수를 효율적으로 처리하기 위하여 필요한 경우에는 개인하수도를 설치·변경 또는 폐지하는 자에게 소요 비용의 전부 또는 일부를 지원하거나 직접 개인하수도에 관한 공사를 할 수 있다.
- ③ 토지의 소유자는 정당한 사유 없이 제2항의 규정에 따른 배수설비에 관한 공사를 거부 또는 방해하여서는 아니된다.

제2절 개인하수처리시설 관련 경기도 및 각 시·군 조례

1. 경기도 조례 주요 내용

- 경기도는 개별 건축물에 설치된 개인하수처리시설의 시설개선 및 위탁관리비를 지원함으로써 상수원 및 하천의 효과적인 수질관리를 위하여 필요한 사항을 규정할 목적으로 2007년 12월 “경기도 개인하수처리시설 개선 및 위탁관리비 지원 조례” 를 제정함

24) www.law.go.kr/행정규칙/팔당·대청호%20상수원%20수질보전%20특별대책지역%20지정%20및%20특별종합대책

- 조례는 총 13개조로 이루어져 있으며, 주로 보조금 지원과 관련된 내용으로 구성되어 있음
- 조례는 2012년 5월과 2013년 12월, 2014년 12월에 각각 일부 개정 절차를 거쳤으며, 최근까지 유지되고 있는 것으로 조사됨
- 조례의 주요 내용은 제4조(보조금), 제5조(재원), 제7조(보조금의 신청 및 교부), 제8조(관리자 등의 신고의무), 제9조(관리자 등에 대한 제재), 제11조(지도·감독) 등으로 파악됨
- 제4조의 내용은 제1항에서 보조금을 지원할 수 있는 근거가 제시되어 있으며, 제2항에서는 보조금 지원범위(시설개선비, 위탁관리비, 기타 필요하다고 인정되는 경비)가 제시되어 있고, 지원기준은 별표에 정해져 있음
- 별표에서는 위탁관리비 보조기준이 제시되어 있으며, 지원 제외 대상 및 비용 범위가 포함됨
 - 시설개선비 지원 제외 대상
 - 3년이 미경과 된 신설 시설과 5년 이내 시설개선 보조금을 지원받은 경우
 - 신축·개축, 용도변경 등 개별법령 승인 또는 인·허가 요건 충족을 위해 처리시설을 설치 또는 개선하는 경우
 - 위탁관리비 지원 제외 대상
 - 50 m³/일 이상의 오수처리시설 (1개 건물 용량 합계 50 m³/일 이상 시설 포함)
 - 위탁관리비에 포함되는 비용 범위
 - 인건비 및 출장비
 - 약품비(미생물 첨가 비용 포함)
 - 20만원 미만의 기계류 및 배관 등 보수비
 - 유지관리를 위해 필요한 10만원 미만의 소모품 교체 비용
 - 기타 처리시설의 적정 유지를 위해 필요한 장비 사용료 등
- 제5조의 재원에서 보조금은 국비, 도비, 시·군비 및 한강수계관리기금의 전입금 등으로 구성
- 제7조 제1항에는 제6조의 매년 수립하는 개인하수처리시설 지원계획 수립 시 신청 절차 및 집행요령, 용량별 지원기준 등을 시장·군수에게 통보하고 관리자 등이 신청할 수 있도록 하고 있음
- 제2항은 시장·군수가 사업계획, 신청자금 적정성 등을 검토하여 지원 여부를 결정하고, 도지사에게 보조금의 교부를 신청할 수 있도록 절차를 규정하고 있음

- 제8조 관리자는 보조금 교부 목적사업의 개시·종료·폐지 시 또는 당초 보조금 신청 시 사업계획 내용에 변경이 있는 경우 신고 의무를 가짐
- 제9조는 관리자 등에 대한 제재로 보조금 교부 조건 위배, 교부 목적사업의 전부 또는 일부 정지, 거짓 또는 부당한 방법으로 교부받은 경우, 보조사업을 성실히 수행하지 않는 경우 보조금 반환을 명하고, 향후 5년간 교부 대상에서 제외
- 제11조의 경우, 도지사는 필요할 경우 시장·군수에게 업무 보고를 받을 수 있으며, 소속공무원에게 그 업무를 확인·검사할 수 있음

2. 경기도 내 시·군별 조례 내용 분석

- 경기도 내 각 시·군의 개인하수처리시설과 관련된 조례는 주로 “하수도 사용 조례”에 포함되어 있었으며, 시군별로 내용에서 약간의 차이점이 있는 것으로 파악됨
 - 조례의 내용에서 개인하수처리시설 단독에 대한 내용은 대부분 포함되어 있지 않았고, 분뇨 수집·운반업과 연계된 내용이 주로 포함되어 있었음
 - 따라서 오수처리시설 및 정화조의 청소 시 발생하는 찌꺼기 등은 분뇨 수집·운반업자들이 대행하는 방식으로 이루어지고 있음
 - 분뇨 수집·운반업자들이 대행할 때에는 분뇨 수집·운반·처리 수수료 등을 별도의 별표 규정에 따라 요율을 부과하고 징수할 수 있도록 하고 있음
 - 또한 하수처리구역 등에 대한 내용은 각 시·군의 상황에 따라 거리에 차이가 있었던 것으로 나타남
 - 일부 시·군의 조례에서는 개인하수처리시설에 대한 별도의 내용이 없는 경우도 있었으며, 대개 이러한 경우 하수도법에 따르도록 하여 분뇨 수집·운반업이 대행하도록 하였음
- 결과적으로 각 시군의 조례에서는 개인하수처리시설에 대한 구체적인 내용은 많이 없었고, 하수도법에 의해 피동적인 내용 중심으로 이루어져 있는 경우가 많았음
 - 이에 시·군별 하수도 기본계획 수립 시 개인하수처리시설의 설계 및 관리를 강화할 수 있도록 내용 및 지침을 포함하는 방안 강구가 필요하다고 사료됨
- 다음은 개인오수처리시설로 명시해서 조례에 제시된 시·군에 대해서만 별도로 서술하였고, 나머지 시·군은 기타로 구분하여 간단히 서술하였음

가. 성남시 (하수도 사용 조례)

- 성남시 하수도 사용 조례 제21조(개인하수처리시설의 청소) 제1항에 오수처리시설 및 정화조의 소유자 점유자에게 시행규칙에 따라 청소이행 명령 또는 통보하도록 규정
 - 시행규칙 제14조에 따른 청소이행 명령 내용에 포함될 내용은 정화조 청소의 필요성, 최종 청소일, 청소 기한, 청소업체 및 전화번호, 기타 청소 안내에 필요한 사항임
- 또한 제22조(분뇨의 수집·운반 및 영업허가)에서는 분뇨수집·운반업 허가를 받은 자는 월별 개인하수처리시설의 청소 실적을 다음 달 10일까지 시장에 보고하여야 함
- 제23조(영업자에 대한 지도 감독)에는 개인하수처리시설의 청소 적정성에 대하여 연 1회 이상 지도·감독하도록 하고 있음

나. 광주시 (하수도 사용 조례)

- 광주시는 제24조(분뇨 수집·운반 수수료 등의 부과·징수) 제2항에서 개인하수처리시설의 청소 분뇨의 수집·운반을 분뇨수집·운반업자에게 대행시킨 경우에는 대행업자로 하여금 수수료를 징수할 수 있음
- 광주시의 “야생생물 보호구역 관리 조례” 제8조(관리계약의 체결 등) 제3항에서는 야생동물 보호구역의 인접 지역에서 지역 주민이 주택의 증축 등을 하는 경우 하수도법 제2조에 따른 개인하수처리시설 설치비용 전부 또는 일부를 지원할 수 있도록 함
- 또한 “환경관계법규 위반업소 공개에 대한 조례” 제2조 제2항에 규정된 위반 공개대상 사업장은 개인하수처리시설 설치자, 분뇨·수집·운반업자, 개인하수처리시설 설계·시공업자, 제조업자, 관리업자 등이 포함됨

다. 광명시 (하수도 사용 조례)

- 광명시는 제20조(개인하수처리시설의 청소) 제1항에서 개인하수처리시설의 소유자 또는 사용자 및 관리자에게 내부청소 기준, 수수료, 청소 방법 등의 안내서를 연 1회 이상 발송하도록 하고 있음
 - 제2항에서는 내부청소 안내서를 받고 이행하지 않는 경우 청소 촉구 통지를

할 수 있도록 함

- 제21조(분뇨 수집·운반의 대행 등) 제1항에서는 하수도법 제41조제1항에 따라 개인하수처리시설의 청소 및 분뇨 수집·운반을 허가받은 분뇨 수집·운반업자에게 대행할 수 있도록 함
- 제2항에서는 대행계약을 체결할 경우에 포함될 사항들이 제시되어 있음
 - 대행구역, 대행기간, 분뇨 수집·운반 수수료에 관한 사항, 시설 및 장비, 대행업자 준수사항, 계약 해지에 관한 사항, 그밖에 시장이 필요하다고 인정하는 사항

라. 구리시 (하수도 사용 조례)

- 조례 제22조(개인하수처리시설의 청소)에 따라 오수처리시설, 정화조 소유자 또는 점유자는 하수도법에 따라 시설의 청소 이행명령 또는 청소안내를 해야 함
- 또한 제24조(지도·감독)에서는 정화조 등에 대한 청소 적정성 등에 관한 사항을 지도·감독하도록 하고 있으며, 제25조(분뇨의 수집·운반 수수료 등의 부과 징수)에서는 오수처리시설·정화조의 오수·찌꺼기를 수집·운반 시 수수료를 별표 7에 의해 산정 부과·징수하도록 하였음

마. 연천군 (하수도 사용 조례)

- 조례 제24조(분뇨의 수집·운반 수수료 등의 부과징수) 제2항제2호에는 개인하수처리시설의 청소·처리수수료는 별표6에 따라 징수하고, 분뇨 수집·운반업 허가를 받은 자가 청소할 때는 허가받은 자가 징수할 수 있음
- 제26조(분뇨의 수집·운반 및 개인하수처리시설 등의 청소대행) 제1항에는 개인하수처리시설 청소 시 능률적인 처리와 주민들의 편의 증진을 위해 분뇨 수집·운반업 허가를 받은 사람에게 수집·운반을 대행하게 할 수 있도록 하였음
- 제2항에서는 제1항에 따라 개인하수처리시설의 청소를 대행하게 할 경우 분뇨 수집·운반업자와 대행 계약을 체결하여야 하며 계약서에 다음 각 호의 사항을 포함하여야 함
 - ① 대행 구역
 - ② 대행 기간
 - ③ 대행 수수료에 관한 사항
 - ④ 계약 해지에 관한 사항

바. 기타 시·군

□ 과천시 (하수도 사용 조례)

- 하수도 사용 조례 제22조(분뇨 수집·운반, 처리의 대행)는 분뇨 수집·운반 및 개인하수처리시설의 청소 시 분뇨 수집·운반업자로 하여금 대행할 수 있도록 하였음
- 또한 시행규칙 제13조 제1항에서 오수처리시설 등의 내부청소는 예정된 청소 시기의 1개월 전에 청소 시기, 용량, 요금 및 연 1회 이상 청소 의무사항 등을 명시한 내부 청소 안내서를 송부하도록 하였음
 - 제2항과 제3항에서는 기한 내 청소를 하지 않을 경우 내부 청소 촉구서를 발송해야 하고, 그래도 이를 이행하지 않을 경우 하수도법 제80조에 따라 과태료 부과를 명시하도록 하였음
- 시행규칙 제14조에서는 청소업자가 오수처리시설 등의 청소를 할 때에는 청소 필증을 소유자 또는 관리자에게 교부하고 다음 달 5일까지 보고하도록 규정 하였음

□ 포천시 (하수도 사용 조례)

- 조례 제29조(분뇨의 수집·운반 수수료 등의 부과 징수)에서 제1항제1호는 오수처리시설 및 정화조의 수집·운반 수수료를 별표6의 기준에 따라 부과·징수할 수 있도록 하였고, 제2호는 분뇨 수집·운반업자가 대행하면서 수수료를 징수할 수 있도록 하였음

□ 파주시 (하수도 사용 조례)

- 조례 제24조(분뇨의 수집·운반 수수료 등의 부과징수)에서 제1항제1호는 오수처리시설 및 정화조의 수집·운반 수수료 기준을, 제2호에서는 분뇨 수집·운반업자에게 대행시킨 경우에는 대행업자에게 수수료를 징수할 수 있도록 함

□ 양주시 (하수도 사용 조례)

- 조례 제20조(분뇨의 수집·운반 수수료 등의 부과 징수)에서는 오수처리시설·정화조의 오수·찌꺼기에 대한 수집·운반 시 수수료를 별표 6에 의해 산정 부과·징수하도록 하였음

□ 남양주시 (하수도 사용 조례)

- 조례 제23조(분뇨의 수집·운반 수수료 등의 부과 징수)에서는 오수처리시설·정화조의 오수·찌꺼기를 수집·운반 시 수수료를 별표6에 의해 산정 부과·징수하도록 하였음

□ 고양시 (하수도 사용 조례)

- 조례 제28조(분뇨의 수집·운반 및 영업허가), 제29조(영업자에 대한 지도감독), 제30조(분뇨 수집·운반 수수료 부과·징수) 등에 개인하수처리업과 관련 내용이 일부 있음
 - 제29조에서는 개인하수처리설 설계·시공업 및 관리업자 등에 대해 허가(등록) 요건 이행 여부, 준수사항 이행 여부, 그밖에 법령 준수 여부 등을 연 1회 점검해야 함
 - 제30조에서는 분뇨의 수집·운반 및 분뇨처리장 사용료는 오수처리시설, 정화조의 오수 및 찌꺼기를 포함함
- 화성시 (하수도 사용 조례)
 - 화성시 조례에는 별도의 개인하수처리시설에 대한 내용이 포함되어 있지 않지만, 분뇨의 수집·운반 및 처리수수료 산정기준에 오수처리시설과 정화조가 포함되어 있음
- 평택시 (하수도 사용 조례)
 - 조례 제2조(정의) 제2호에서 “분뇨”에 수거식 화장실에서 수거되는 액체성, 고체성의 오염물질을 말하여 개인하수처리시설의 청소 과정에서 발생하는 찌꺼기를 포함하고 있음
- 이천시 (하수도 사용 조례)
 - 이천시도 조례 제23조(분뇨 수집·운반 수수료 부과·징수)에서는 오수처리 시설 및 정화조의 오수 및 찌꺼기를 분뇨 수집·운반을 대행할 수 있도록 규정하고 처리수수료는 별표6으로 별도 제시하고 있음
- 용인시 (하수도 사용 조례)
 - 조례 제11조(분뇨의 수집·운반 대행), 제12조(분뇨 수집·운반 수수료 등의 부과·징수 등) 개인하수처리시설에서 청소 과정에서 발생하는 찌꺼기를 수집·운반하는 사업자에게 대행할 수 있도록 하였고, 필요한 경우 재정지원을 할 수 있도록 하였음
- 오산시 (하수도 사용 조례)
 - 시행규칙 제15조(비정상 개인하수처리시설의 관리)에서 오수를 배출하지 않거나 처리용량의 10할 이내로 배출하는 경우 내부청소를 유예할 수 있도록 하였음
- 여주시 (하수도 사용 조례)
 - 제24조(분뇨수집·운반의 대행)에서 하수도법 제41조제1항에 따라 분뇨수집·운반을 대행할 수 있도록 함
 - 제25조(분뇨수집·운반 수수료 등의 징수 등)에서는 분뇨의 수집·운반 및

처리수수료 산정기준 및 장수 방법 등이 규정되어 있음 (별표6)

□ 양평군 (하수도 조례)

- 제24조(분뇨 수집·운반·처리 수수료 등의 부과 징수) 제1항에서 수집·운반·처리 수수료를 정해진 요율에 따라 부과하고 있음 (별표3)

□ 안양시 (하수도 조례)

- 제20조(분뇨 수집·운반 및 개인하수처리시설의 청소대행)에서 처리시설의 능률적 청소 및 주민 편의를 위해 분뇨 수집·운반업자에게 대행할 수 있게 함

□ 시흥시 (하수도 사용 조례)

- 또한 제11조의2(개인하수도 설치의 지원 등)에서 하수를 침수피해 예방 및 효율적 처리를 위하여 개인하수도 설치·변경 또는 폐지하려는 자에게 예산 범위에서 필요한 비용 전부 또는 일부를 지원할 수 있도록 하고 있음

□ 김포시 (야생생물보호구역 관리 조례)

- 김포시는 “야생생물보호구역 관리 조례”의 제6조 제3항에서 인접 지역에 주택의 증축 등을 하는 경우 “하수도법 제32조 제2항”에 따른 개인하수처리 시설 설치비용 전부 또는 일부를 지원할 수 있도록 하고 있음
 - 또한 제4항에서는 보호구역 및 인접 지역에 대해 우선적으로 오·폐수 처리를 위한 지원 방안을 수립하도록 하였음

제4장 국내·외 개인하수처리시설 관리 제도

제1절 국내 개인하수처리시설 관리 현황

1. 국가 하수도 종합계획(2016~2025)²⁵⁾

- 최근 기후변화 및 도시화에 따른 물 환경 관리 여건 악화와 인구 및 거주 형태 변화에 따른 하수도 서비스 고도화 필요에 따라 제1차 국가 하수도 종합계획(2007~2015)에 이어 제2차 국가 하수도 종합계획(2016~2025)이 수립됨
 - 계획에서는 미래가치를 창출하여 안전한 국민 체감형 서비스 제공이라는 비전하에 하수도 안전관리, 국민 편의중심 서비스, 강우 시 하수관리, 유역단위 하수도 관리, 경제적 기회 창출, 재정 및 자산관리 분야로 구성됨
 - 이 중 제5부 의제별 주요 정책과제에서 II(국민편의 중심의 하수서비스 제공)의 2(개별하수처리시설 공공관리 확대)가 제시되어 있음
 - 본 보고서에서는 주로 “개별하수처리시설 공공관리 확대”와 관련하여 요약 정리함
- 2015년 기준 개인하수처리시설의 문제점은 하수도 보급 확대 중심의 정책으로, 하수도 예산 중 개인하수처리시설 예산이 점차 감소하여 개인하수처리시설에 대한 근본적 관리에 문제가 있다는 점임
 - 2015년 기준 하수도 예산 2조4천억원 중 개인하수처리시설 예산은 4.7억원에 불과함
 - 또한 하수처리구역 밖 개인하수도 이용자는 공공하수도 이용자에 비해 서비스의 질 및 비용 등에서 불리하여 하수도 서비스에 차별이 발생함
 - 5톤/일 규모의 개인하수처리시설 운영 시 전기료, 약품비, 찌꺼기 청소비 등으로 월 229,000원 정도의 운영관리비 소요
 - 또한 관리 미흡으로 인한 수계 오염이 가중되는 문제점이 있음
 - 2015년 야영장 오수처리시설에 대한 일제 점검 결과, 점검 대상 1,289개소 중 183개소(195건)가 적발(위반율 14%)되었고, 위반 건수 중 81%가 방류수 수질기준 초과임

25) 환경부. 2015. 국가 하수도 종합계획

[표 15] 공공하수도와 개인하수처리시설 비용 부담 비교

구분	오수량	비용	비고
공공하수도	5톤/일	160,500	서울시 가정용 하수도 요금(1,070 원/m ³) ²⁶⁾
개인하수처리시설		229,000	전기료, 약품비 등 운영비 ²⁷⁾

[표 16] 2015년 야영장 오수처리시설 점검 결과

점검업체 수(개소)	위반업체 수(개소)	위반 내역(건)					
		계	기준초과	미설치	용량 부족	미신고, 미준공	관리기준 위반
1,289	183	195	157	9	3	18	8

- 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위한 방안 마련이 필요함
 - 이에 하수도 국고보조사업에 대한 개인하수도 공공지원은 2017년부터, 개인하수도 설치지원은 2016년부터 실시하는 것으로 계획됨
 - 전략적 자산관리를 통해 하수도 시설관리에 소요되는 총비용 최소화
 - 하수도 요금 현실화를 통해 하수도 요금 운영·관리비용 조달을 25년까지 하수처리 원가 대비 80% 수준 이상으로 제고
- 개별하수처리시설 공공관리 확대의 주요 목표는 “개인하수도 공공관리 확대를 통한 오염부하량 저감”을 위한 것임
 - 이를 위해 상수원보호구역, 특대지역, 수변구역 등 117개 시·군 중 수계기금 지원 대상 98개 시·군 기준으로 상수원 지역 개인하수도 공공관리 비율을 2015년 7.1%에서 2025년에 30%(2025)까지 향상시키는 것임
 - 구체적인 추진방안으로는 수질 민감지역의 개인하수도 공공관리를 확대하는 것으로 개인하수처리시설 공공관리 및 위탁관리 도입 확대
 - 팔당지역을 대상으로 “개인하수도 관리지역”으로 지정 및 공공관리 시범사업 추진
 - ※ 2013년 하수도법 개정으로 시·도지사가 개인하수도 관리지역을 지정하고, 관리지역 내 개인하수도를 시·군·구에서 직접 또는 위탁 운영·관리 가능
 - 효과적인 수질관리 등을 위해 공공관리를 확대할 수 있도록 공공관리 편입

26) 1개월 기준, 사용량 50 m³ 초과 시 가정용 하수도 요금 단가

27) 환경부, 2012.5.30. 하수도법 일부개정법률안 입법예고

유도 방안과 시설 설치, 운영비 지원 등 검토

- 소규모 하수처리시설 설치·운영관리를 강화하기 위하여 마을 하수처리시설 우수 사례 공유, 하수처리구역 밖 오수처리시설 설치 의무화로 전환
- IoT 및 ICT 등 4차 산업기술을 활용한 물 기반시설 관리 선진화
 - 물 관리 기반시설(댐·저수지, 상·하수도, 하천, 지하수 시설 등)에 IoT 및 ICT 기반 원격모니터링 및 AI 분석 기술 등을 도입하여 재난 발생을 사전에 예측하고, 재난 발생 시 즉시 대응체계 구축
 - 신기술 및 장비의 신속한 현장 적용을 위한 테스트베드 지원 및 성능 적정성 평가체계 구축 및 적용 활성화를 위한 제도 구축

2. 한강유역물관리종합계획(2021~2030)²⁸⁾

- 한강유역물관리종합계획은 유역 단위 계획 중 최상위 계획으로, 유역의 각종 현안 등에 대해 유역 거버넌스의 의견 수렴을 거쳐 한강유역물관리위원회 위원장이 수립하는 계획임
 - 한강유역의 물 관리 비전과 목표를 정하고, 분야별 관리목표와 추진전략 및 과제를 통해 물 관리 정책의 기본 및 실행 방향 제시
 - 목표: 자연과 인간이 공존하는 건강한 한강유역, 소통과 협력으로 하나 된 공동체 구현
 - 비전: 물과 상생, 지속가능한 유역공동체
- 분야별 추진과제 중 “물 환경의 적정성, 건강성 및 지속가능성 제고” 에서 오염원 관리강화를 위해 유역 맞춤형 하수처리시설 관리 강화 내용이 포함됨
 - 하수처리시설은 행정구역 단위로 설치되어 있어, 획일적인 방류수 수질기준 적용에 따라 수질 민감지역에 대한 수질개선 미흡
 - 수질 민감지역의 환경기초시설 방류수 수질관리 강화 및 “개인하수도 관리 지역” 지정 등 공공 관리 확대
 - 소규모 하수처리시설(500 m³/일 미만)은 시설 수 대비 점점 인력이 부족하고, 주로 무인 운전시설임에도 원격 관리체계 미흡
 - 소규모 하수처리시설 통합·연계 처리 유도 및 개별처리시설의 운전상태 적정 여부에 대한 원격 확인·관리
- 중점사업
 - 팔당지역 등 수질 민감지역 특성을 고려한 수질기준 마련 및 개인하수처리시설

28) 문서뷰어 (한강유역물관리위원회, 제1차 한강유역물관리종합계획)

공공관리 체계 구축

- 수질기준의 강화가 필요한 지역을 파악하고 개인하수도 관리지역을 지정하기 위한 조사연구 실시

※ 경기도 개인하수도 관리지역 지정 공고(2022-185, 2022년 1월 21일)

- 소규모 개인하수처리시설 중 중점관리 대상지역의 범위를 단계적으로 확대하고, 소규모 개인하수처리시설 전문 위탁관리 활성화

※ 경기도 개인하수도 공동관리사업 추진(2022년부터 / 용인, 남양주, 광주, 이천, 양평, 여주, 가평)

- 추진기관: 환경부 및 지자체

○ 소규모 하수처리시설의 통합·연계 유도 및 통합원격관리시스템 구축

- 스마트 기술(ICT, IOT) 기반으로 지자체별 통합원격관리시스템 구축 유도를 통해 개별처리시설의 적정 운영 여부 확인·관리 및 지도·점검

- 향후, 소규모 하수처리시설의 거점처리장(지자체 관제)과 유역하수도 지원센터가 연계될 수 있도록 스마트 통합관리시스템 구축의 기반 마련

※ 하수도 관리 취약 지역 대상으로 빅데이터 기반 선제적 기술지원 및 신속한 재난 대응을 위해 유역하수도 지원센터 운영 (환경부와 공공기관 추진)

- 추진기관: 환경부 및 지자체

3. 국내 개인하수처리시설 관리 사례

가. 제주도

- 제주도는 2022년 9월부터 2022년 12월까지 “개인하수처리시설 방류수 수질 및 기술관리인 선임기준 선정 연구 용역”을 통해 개인하수처리시설 현황, 운영관리 실태, 국내·외 사례 및 문제점 등을 조사·분석하고, 개인하수처리시설 전문 관리 방안 및 방류수 수질기준 개정안 등을 제안하였음²⁹⁾

○ 연구결과를 토대로 다음과 같은 개선점을 제시하였음

- 현행 하수도법에서는 50 m³ 이상인 시설에 기술관리인을 선임하도록 되어 있으나, 향후 기술관리인 선임 기준을 단계적으로 확대 계획

29) 제주특별자치도. 개인하수처리시설 방류수 수질 및 기술관리인 선임기준 선정

[표 17] 제주도 내 개인하수처리시설 규모별 분포 및 관리 개선 방향

구분		5m ³ /일 미만	5m ³ /일 ~10m ³ /일	10m ³ /일 ~20m ³ /일	20m ³ /일 ~30m ³ /일	30m ³ /일 ~40m ³ /일	40m ³ /일 ~50m ³ /일	50m ³ /일 이상
시설개수 (10,977)	개수	8,557	1,141	724	218	117	104	116
	비율	78.0%	10.4%	6.6%	2.0%	1.1%	0.9%	1.1%
총 시설용량 (71,797톤/일)	용량	19,828	7,302	8,896	4,689	3,656	4,476	22,950
	비율	28%	10%	12%	7%	5%	6%	32%
관리방향	현행	지도·점검						기술관리인 선임
	1단계	지도·점검, 기술지원			20 m ³ /일 이상 기술관리인 선임			
	2단계	지역관리		10 m ³ /일 이상 기술관리인 선임				
	3단계	직영관리, 위탁관리 병행한 전문관리						

○ 개인하수처리시설의 방류수 수질기준 강화

- 방류수 수질기준을 기존의 50 m³에서 5 m³로 낮추어 실질적인 수질기준을 강화하는 것으로 개정 예정

[표 18] 개인하수처리시설 방류수 수질기준

구분	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	총대장균수(개/mL)
5 m ³ /일 미만	20 이하	20 이하	-	-	-
5 m ³ /일 이상	10 이하	10 이하	20 이하	2 이하	3,000 이하

○ 그 외에도 개인하수처리시설의 설치 및 강화 방안으로 다음과 같은 안을 제시하였음

- 지도점검 인력 부족과 관리 부재 해소를 위해 전문업체 지도점검 확대
- 수질 향상을 위해 강화된 “하수도법(시행 ‘25.12.)” 설치기준 조기 적용
 - 침전분리조 추가 및 생물반응조 용적이 향상된 개인하수처리시설 설치
- 지하수 오염 우려지역 중점관리
- 사물인터넷(IOT) 기반 모니터링 시스템 구축
- 설치신고 및 설계·시공 관리·감독 강화

제2절 해외 개인하수처리시설 관리 현황

- 개인하수처리시설의 설치와 유지관리는 대부분 국가에서 공식적으로 인증된 업체 또는 전문가를 통해 소유주 대신 업무를 수행할 수 있도록 하고 있으며, 개인하수처리시설의 설치 시 관리당국의 허가 절차를 거치고, 법률에 의해 규정된 항목과 주기에 따라 유지관리를 실시할 수 있도록 하고 있음³⁰⁾
- 국가별 소규모 하수처리 처리방식은 다음의 [표 19]와 같음

[표 19] 국가별 소규모 하수처리시설의 처리방식

국가	처리방식
미국	○ 소요 부지 제약을 덜 받고 건설비를 낮추는 방향으로 연구가 진행되어 안정화지(Stabilization pond), 라군(Lagoon) 및 생물막 등의 처리방법이 주로 보급되었고, 소규모 하수처리는 부패조와 토양 침윤트랜치법을 병행하여 현장 처리함
일본	○ 주택 밀집지역에서는 집중처리, 외딴 마을에서는 합병처리(합병정화조) 방식을 도입하고 있으며, 생물학적 공정과 활성메디아를 이용한 고도처리시스템을 개발하여 적용함
프랑스	○ 5,000인(1,000 m ³) 이하 규모의 하수처리장 약 70%가 활성슬러지, 라군, 살수여상법을 적용하고 있으며, 소규모 시설의 경우 80년 이후 주로 라군(Lagoon)으로 변경하여 적용하는 추세
영국	○ 개별처리시설로 소형 하수처리시설(패키지 처리시설)의 정화조가 있고, 대부분 활성슬러지법을 많이 이용하고 있음
독일	○ 개별하수처리시설은 최대 50인까지 사용하며 다른 나라에서 많이 사용하는 생물학적 고도처리 등 활성슬러지법을 많이 사용하고 있음

- 각 국가별로는 개인하수처리시설 설치 시 보조금, 융자, 세금 면제 등을 통해 재정 지원을 하는 경우가 있었음
 - 각 국가별 개인하수처리시설에 대한 제도 및 내용을 간단히 정리함

30) 환경부. 2018. 하수도 계획 시 소규모하수처리시설 설치 적정성(경제성 평가 중심)평가에 관한 연구 (제2차)

1. 미국

□ 개인하수처리시설 설치 시 토양조사 절차

- 미국에서 개인하수처리시설을 설치할 경우 토양조사 절차를 거치고 있으며, 토양 특성은 개인하수처리시설의 위치 및 용량 선정에 영향을 미침
- USEPA의 경우 토양 침투속도에 따른 용량기준을 마련하고 있고, 캘리포니아의 경우 토양 침투속도에 따라 하수처리시설 하부 토양 및 지하수의 깊이를 규정하고 있음
- 델라웨어주에서는 2,500 GPD(약 9.46 m³/day)의 용량을 갖는 개별하수처리시설에 대해 토양과 지하수 오염도를 주기적으로 측정하고 기록으로 남겨야 함

□ 책임관리기관(RME) 모델

- 책임관리기관(RME) 모델이란 정화조의 설치, 유지관리에 대한 책임과 권한을 소유주가 아닌 책임관리기관에서 전적으로 갖는 것으로, 유지관리만 실시하는 “책임관리기관(RME)에 의한 운전과 유지관리” 모델과 설치부터 유지관리 및 폐쇄까지 개인하수처리시설의 모든 운영을 수행하는 “책임관리기관 소유” 모델 두 종류로 분류됨
- 이러한 모델은 USEPA의 “단독 및 클러스터(분산) 하수처리시스템의 관리를 위한 자발적 국가 지침서”에서 제시된 것으로 연방정부에서 규정한 의무 사항이 아니며, 현재 여러 지역사회에서 EPA와 연구 및 시범 프로젝트를 실시하고 있음

2. 일본

□ 정화조 시정촌 정비 추진사업

- 정화조 시정촌 정비 추진사업은 정화조의 설치 및 유지관리에 대한 권한 및 책임과 함께 소유권까지 지방자치단체가 소유하는 것으로, 정화조를 신설할 자는 정화조 설치비의 일부와 공공하수도에 준하는 관리 비용을 시에 납부하고, 기존의 정화조를 보유한 자는 시정촌에 소유권을 이전하고 관리 비용을 납부하여 정화조를 관리할 수 있음
- 그러나 예산 및 인력 부족 문제로 이러한 사업을 시행하는 지역은 일부에 지나지 않으며, 이러한 문제해결을 위해 정부에서는 민간의 자금, 경영, 기술적 능력을 활용하여 공공시설의 설계, 건설, 유지관리 및 운영을 실시하는 PFI (Private Finance Initiative) 사업을 실시할 것을 권고하고 있음

□ 개인하수처리시설 유지관리비 보조금 제도

- 정화조의 유지관리가 규정에 따라 적절하게 수행된 경우에 한 해 유지관리비 보조금을 지급하고 있으며, 보조금의 금액은 공공하수요금과 차액을 적용하거나 정화조 용량에 따라 10,000엔 ~ 20,000엔 범위 내에서 일괄적으로 책정하고 있음
- 해당 제도는 개인하수처리시설 소유자가 자발적으로 관리 후 보조금을 신청하는 것으로, 개인하수처리시설의 관리에 대해 무관심한 소유주에 대해서는 효과가 떨어짐

3. EU

□ 개인하수처리시설의 표준 및 EN test를 통한 하수처리시설 설비 인증제도

- EU는 개인하수처리시설의 패키지 또는 현장 조립형 소형하수처리시설(처리 용량 50인 미만)의 표준(EN 12566)을 제정하여 개별처리시설의 처리수준에 따라 제조·설비에 대한 기준을 마련하고 표준에 적합한 제품들을 유럽 내에서 자유롭게 거래할 수 있도록 함
- 처리시설 제조업자는 소형하수처리시설의 표준인증을 받기 위해 EN test를 거치게 되는데, 이 검사는 시설당 총비용이 4만 파운드에 38주간 여러 극한 상황에 대해 테스트를 실시함
- 영국, 독일과 같은 일부 국가들은 EU의 표준보다 더 엄격한 기준을 마련하여 개인하수처리시설 평가를 수행하고 있음

4. 프랑스

□ 개인하수처리시설의 지자체 관리업무

- 프랑스의 공공 비집단위생서비스(SPANC)는 개별하수처리시설을 대상으로 하는 지자체 관할의 공공하수서비스로, 신규시설의 설치 감독과 정기 점검을 통한 유지관리, 개별하수처리시스템의 규정 알림 등의 업무를 수행함
 - 프랑스 인구의 약 20%는 공공하수관거에 연결되어 있지 않으며, 이러한 지역에서는 비집단적위생시설(정화조 또는 기타 장치)을 갖추어야 함
- 신규시설의 설치 및 기존 시설의 재 설치에 대해 SPANC는 허가를 실시하는 기관이며, 직접 설치 업무를 수행하는 것은 아님
 - 기존 시설에 대해 정기점검을 수행하는 주기는 최대 10년임

5. 영국

- 수질보전이 필요한 지역의 개인하수처리시설 방류수 배출 금지규칙
 - 영국의 경우 “General binding rules” 에 의해 지하수 보존구역과 수질보전이 필요한 지역의 개인하수처리시설 방류수 배출이 금지되어 있으며 “General binding rules” 를 어기는 경우 해당 지역에 대해 수질오염 영향이 없거나 미미하다는 것을 허가받아야 배출이 가능함

7. 독일

- 소형하수처리시설의 설치지역 조건에 따라 5개의 계급으로 규정
 - 독일의 개별하수처리시설에 대한 방류수 수질기준은 독일건축기술협회(DIBt: Deutsches Institut für Bautechnik)의 국가 기술승인을 거친 유럽표준(EN 12566)을 준수하는 소형 하수처리시설의 성능에 의거하며, 설치지역 조건(민감지역 등)에 따라 5개의 계급으로 규정되어 있음

제5장 개인하수처리시설 조사 및 연구

제1절 개인하수처리시설 조사 개요 및 방법

- 개인하수처리시설의 문제점을 조사하고 개선방안 도출을 위하여, 2025년 용인시에서 조사한 개인하수처리시설 수질기준 준수 여부에 대한 자료 분석 및 현장조사, 설문조사를 실시하였음

1. 용인시 배출원 시설의 수질기준 준수 여부 분석

- 용인시는 2025년도에 각종 업종에 따른 수질오염물질 배출원에 대하여 지도점검의 일환으로 463개 시설에 대하여 방류수 수질분석을 통해 수질 적합성 여부를 조사하였음
 - 시설용량은 2 m³/일부터 13,000 m³/일까지 다양하였으며, 용량별로는 50 m³/일 초과 시설이 총 98개였으며, 50 m³/일 이하는 총 365개 시설이었음
 - 세부적으로 시설 용량별로 구분하여 조사 대상 시설 수 현황은 [표 20]에 제시하였음
 - 용량별 조사 대상 업체로 구분해 본 결과, 가장 많은 개소 수를 보인 것은 5 m³/일 이하인 것으로 나타남

[표 20] 용인시 수질오염 배출원의 유출수 수질조사 대상 용량별 업체 수

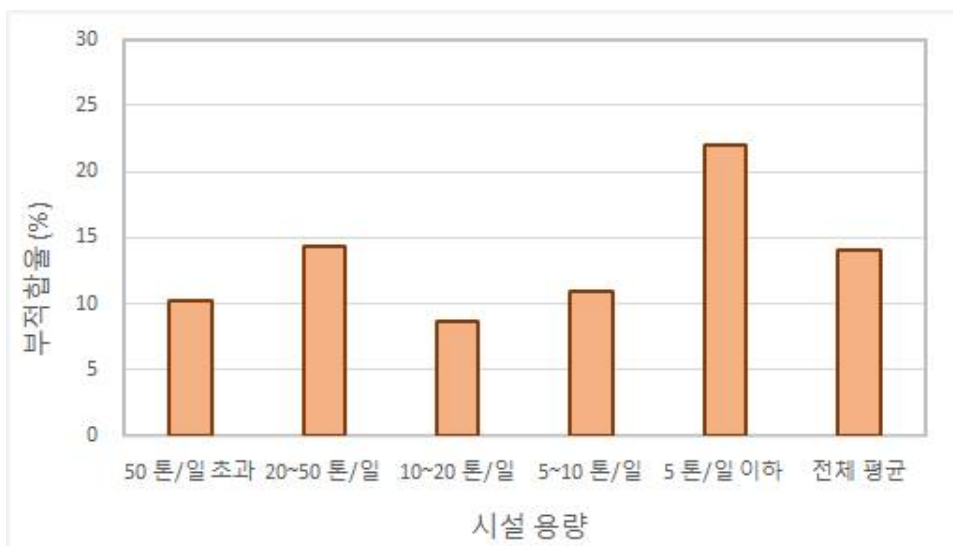
시설용량	50 m ³ /일 초과	50 m ³ /일 이하	20 m ³ /일 이하	10 m ³ /일 이하	5 m ³ /일 이하	합계
개소 수	98	105	69	73	118	463

- 조사된 수질항목은 50 m³/일 초과 시설의 경우, 수질기준에 포함된 BOD, SS, T-N, T-P, 총대장균수였으며, 50 m³/일 이하는 수질기준항목인 SS와 BOD 두 개 항목이었음
- 각 용량별로 수질기준에 부적합한 판정을 받은 업체의 개소 수를 조사하여 다음 [표 21]에 제시하였음

- 또한 각 용량별 부적합 개소 수에 대한 부적합율을 산정하여 [그림 11]에 나타내었음
- 50 m³/일을 초과하는 시설을 기준으로, 수질기준을 초과하는 배출원 시설의 부적합율은 98개소 중 10개소로 약 10.2%에 해당하였음
 - 50 m³/일 이하인 전체 시설의 부적합율은 15.1%로 조사되어, 50 m³/일 초과 시설의 부적합율보다 1.5배 정도 높아 상대적으로 소용량의 배출시설에서 부적합율이 높았음
 - 시설용량별로는 10~20 m³/일이 부적합율 8.7%(부적합 업소 수 6개소)로 가장 낮았고, 다음으로 50 m³/일 초과 업체가 10개소에 10.2%였음
 - 또한 5 m³/일 이하의 시설은 22.0%의 부적합율을 보여 전체 용량별 조사에서 가장 높은 부적합율을 보였음
- 시설 전체에 대한 평균 부적합율은 14.0%로 조사되었음

[표 21] 각 용량별 부적합 개소 수 및 부적합율

시설용량	50 m ³ /일 초과	50 m ³ /일 이하	20 m ³ /일 이하	10 m ³ /일 이하	5 m ³ /일 이하	합계
개소수	98	105	69	73	118	463
부적합수	10	15	6	8	26	65
부적합율	10.2 %	14.3 %	8.7 %	11.0 %	22.0 %	14.0 %



[그림 11] 시설 용량별 수질기준 부적합율 비교

2. 개인하수처리시설 현장조사

가. 현장조사 개요

- 현장조사는 팔당수계 내 개인하수처리시설을 대상으로 실시하였으며, 현장에서의 편의성을 고려하여 조사표를 사전에 작성하여 진행하였음
 - 조사표는 개인하수처리시설과 관련된 기본사항(업체명, 주소, 연락처, 설치년도, 일일 처리용량, 처리공법, 관리형태, 시설의 재질 등) 및 각 공정별 점검사항을 체크할 수 있도록 하였음
 - 또한 수질을 분석한 경우를 고려하여 시료채취 여부 및 조사 일자 등을 기입할 수 있도록 하였음
 - 작성된 조사표는 전문가 자문회의를 통하여 문제점 및 보완점 등을 검토하여 최종 결정하였음
- 조사는 경기녹색환경지원센터와 협의하여 선정하였고, 가능한 공법 및 처리용량 등을 고려하였음
 - 본 연구의 특성을 고려하여 가능한 팔당수계에 위치한 개인하수처리시설을 대상으로 하였음
- 시설적인 문제점은 육안검사를 통하여 각 공정별로 체크리스트를 활용하여 진행하였음
 - 공정은 유량조정조, 주처리조(생물반응조), 최종침전조, 방류조로 구분하였고, 기타는 안전사항, 판넬 및 부속시설 등의 관리상태 등을 조사하였음
 - 조사는 각 공정별 항목에 대한 시설의 상태 및 기능 등에 대해 현장에서 직접 확인하는 과정을 통해 진행하였음
 - 유량조정조의 경우, 본래의 기능에 기반하여 수질성상의 균등상태와 청소상태, 적절한 유량분배가 가능한 구조인지 등을 평가하였음
 - 수질성상의 균등상태는 혼화가 가능한 시설 또는 구조로 되어 있는지 등을 조사하였음
 - 또한 청소상태는 조 내 스크 및 협잡물 등이 쌓여 있거나 부패되지 않았는지 등에 대하여 조사하였음
 - 적절한 유량분배는 V-노치의 설치 여부로 평가하였음
 - 주처리조는 폭기조의 정상 가동상태, 미생물 상태, 폭기조 내 악취나 거품 발생 상태 등으로 평가하였음
 - 폭기조의 정상 가동상태는 블로워의 운전시간 및 가동 시 공기의 공급상태

- 등으로 평가하였음
- 펌프의 고장이나 미작동, 전원 차단 등에 대해 조사하였고, 공기 공급량이 현저히 작은 경우에도 불량으로 평가하였음
 - 폭기조 내 악취 및 거품 발생은 냄새 및 거품의 발생 정도를 보고 평가하였음
 - 최종침전조 및 방류조는 조 내 청소상태 및 부유물이나 협잡물 등의 발생 정도 등으로 평가하였음
 - 마지막으로 맨홀 등 안전에 대한 관리상태는 안전망 유무 및 맨홀의 위치, 덮개상태 등으로 평가하였고, 판넬 등 부속시설의 관리상태는 시설의 청소상태 및 부식 정도, 작동상태 등으로 평가하였음

[표 22] 개인하수처리시설 체크리스트

개인하수처리시설 체크리스트				
상호		대표자		
주소		연락처		
업종		시설용량		
관리형태		관리자(업체)		
특기사항				
공정(시설)	점검 사항	양호	보통	불량
유량조정조	- 수질 성상의 균등 상태 및 청소 상태			
	- 적절한 유량 분배 (V-노치 설치 여부)			
	- 특기사항			
주처리조	- 폭기조의 정상 가동 상태 (공기주입 등)			
	- 폭기조 내 미생물 상태			
	- 폭기조 내 악취 및 거품 발생 상태			
	- 특기사항			
최종침전조	- 침전조 내 청소 상태			
	- 특기사항			
방류조	- 방류조의 청소 상태			
	- 특기사항			
기타	- 맨홀 등 안전에 대한 관리상태			
	- 판넬 등 부속시설의 관리상태			

나. 현장조사 방법 및 분석

- 현장조사 시 유입수 및 방류수의 수질상태를 평가하기 위해 수 시료를 채수하여 분석하였음
 - 본 연구에서는 방류수의 수질기준 준수 여부를 평가하기 위한 것이 주목적이지만, 처리시설의 정상적인 가동상태 및 효율성을 평가하기 위하여 유입 원수에 대한 수질도 같이 조사하여 처리효율도 산정해 제시하는 것으로 하였음
 - 또한 수질에 영향을 미치는 기본항목에 대해서도 수질분석을 실시하였음
- 이에 따른 본 연구의 수질측정항목은 수온, pH, DO, EC, SS, BOD, TOC, T-N, T-P, 대장균군수임
 - 이들 항목에 대한 측정은 현장에서 직접 측정하거나, 2 L 무균채수병을 이용하여 현장 시료를 채수한 후 실험실로 운반하여 수질오염공정시험법에 따라 분석하였음
 - 현장측정항목: 수온, pH, EC, DO
 - 실내분석항목: SS, BOD, TOC, T-N, T-P, 대장균군수
- 항목별 수질분석방법은 다음의 [표 23]에 제시하였음

[표 23] 수질 측정항목별 측정분석기기 및 분석방법

측정항목	측정분석기기	분 석 방 법
수온	다항목측정기 (Orion Star A329)	유리전극법
pH	다항목측정기 (Orion Star A329)	이온전극법
EC	다항목측정기 (Orion Star A329)	이온전극법
DO	다항목측정기 (Orion Star A329)	전극법
SS	Electric Muffle Furnace	유리섬유 거름종이법
BOD	배양기	윙클러아지드화나트륨 변법
TOC	Total Organic Carbon Analyzer (TOC-V CSN, Shimadzu, Japan)	고온연소산화법
T-N	UV Absorption Photometry (220nm)	자외선 흡광광도법
T-P	Ascorbic Acid Reduction (880nm)	자외선 흡광광도법
대장균군수	배양기	평판집락법

□ 유입수 및 유출수의 수질분석을 통해 처리효율을 검토하였음

○ 처리효율 산정방식

$$R = [WQ_i - WQ_o] / WQ_i \times 100$$

R: 처리효율(%), WQ_i: 유입수 수질, WQ_o: 유출수 수질

○ 유출수 수질은 방류수 수질환경기준과 비교하여 평가하였음

다. 현장조사 결과

1) 조사대상지

□ 개인오수처리시설에 대한 현장조사 대상지 현황을 [표 24]에 제시하였음

○ 대상지는 용인시에서 2025년도 시범사업으로 추진하고 있는 개인오수처리시설 가동상태 확인기기 설치 대상 업종을 중심으로 선정하였음

- 이에 따라 모든 조사 대상 업체는 용인시 처인구에 위치하였으며, 총 조사 대상 업체는 19개소였음

- 현장조사 대상 업체 선정 시 다양한 지역을 대상으로 하는 것이 바람직하지만, 본 연구는 IOT 시스템 활용 및 구축방안 연구가 주목적이므로, 연구 여건 및 합리성, 연구목적 달성을 위한 일정 등을 종합적으로 고려하여 이번 IOT 시범사업이 진행된 처인구를 중심으로 조사하였음

○ 조사 대상 시설은 모두 특별대책지역 내에 위치하여 방류수 수질기준은 SS, BOD 모두 20 mg/L 이하를 적용받음

□ 조사대상지의 시설용량은 모두 50 ton/day 이하였으며, 모든 시설은 생물학적 처리 방식으로 운영되는 시설이었음

○ 시설 중 가장 큰 시설은 48 ton/일의 음식점이었으며, 가장 작은 시설은 2 ton/일의 마을회관이었음

○ 본 조사 대상지 시설은 대부분 20 ton/일 이하의 시설이었음

□ 대상 시설의 업종은 음식점, 주거시설, 다가구주택, 복지시설 등으로 다양하였으며, 시설관리는 모두 위탁관리를 실시하고 있었음

○ 본 연구에서 편의상 복합시설의 경우에는 주요 시설 목적을 고려하여 업종을 구분하였음

○ 이에 따라 주거 및 숙박시설은 주거시설로, 음식점 및 편의점은 음식점으로, 그 외 복지시설 및 기타시설로 구분하여 제시하였음

○ 시설조사 및 수질분석용 대상지의 채수 시기는 5월부터 8월까지 3개월 동안 이루어졌음

[표 24] 개인오수처리시설 현장조사 대상지 현황

번호	상호명	업종	주소	용량 (ton/일)	위탁업체
1	평창3리 마을회관	복지시설	용인시 양지면 새실로 46	2	보성환경기술
2	옥샘원	제조업	용인시 모현읍 초부리 152-1	4	자연환경산업
3	전대리 주택전시관	주택전시관	용인시 처인구 마성로 358-8	14	보성환경기술
4	그린원룸 A동	주거시설	용인시 양지면 양지리 520-1	20	이엔이솔루션
5	그린원룸 B동	주거시설/음식점	용인시 양지면 양지리 520-1	20	이엔이솔루션
6	그린원룸 C동	주거시설/음식점	용인시 양지면 양지리 520-1	20	이엔이솔루션
7	그린원룸 D동	주거시설	용인시 양지면 양지리 520-1	20	이엔이솔루션
8	한울 장애인 공동체	종교 및 복지시설	용인시 양지면 주북리 430-1	12	이엔이솔루션
9	팬션 더 락	숙박시설	용인시 양지면 주북리 478	8	이엔이솔루션
10	정남마을	주거시설	용인시 양지면 송문리 159-2	20	이엔이솔루션
11	GS25&방일해장국	소매점/일반음식점	용인시 양지면 평창리 667-1(다동)	5	보성환경기술
12	바다향 왕코다리	일반음식점	용인시 양지면 평창리 667-1(나동)	14	보성환경기술
13	엔디스가든	일반음식점	용인시 양지면 송문리 159-2	20	보성환경기술
14	힐하우스 A동	다가구주택	용인시 처인구 남동 584-2	14	자연환경산업
15	힐하우스 C동	다가구주택	용인시 처인구 남동 584-4	14	보성환경기술
16	용인 개인택시조합	일반/휴게음식점	용인시 양지면 남곡리 290-1	16	보성환경기술
17	이다의 숲	일반음식점	용인시 양지면 대대리 776	48	보성환경기술
18	즐거운 집	복지시설	용인시 양지면 주북리 69	40	자연환경산업
19	행복한 찹쌀떡배기	일반음식점	용인시 처인구 마평동 126-2	8	보성환경기술

2) 체크리스트에 의한 현장 실태조사 결과

- 본 조사대상지는 업종별로 주로 음식점, 숙박 및 주거시설, 복지시설, 제조업 등 다양하였으며, 주로 음식점 및 숙박, 주거시설이 대부분을 차지하였음
- 이에 본 연구에서는 주거시설, 음식점, 복지 및 기타로 구분하여 평가하였음
 - 이와 같은 기준으로 분류했을 때, 주거시설은 8개소, 음식점 6개소, 복지 및 기타는 5개소로 구분되었음

- 주거시설: 그린원룸 A동, 그린원룸 B동, 그린원룸 C동, 그린원룸 D동, 팬션 더락, 정남마을, 힐하우스 A동, 힐하우스 C동
- 음식점: GS25&방일해장국, 바다향 왕코다리, 엔디스가든, 용인 개인택시조합, 이다의 숲, 행복한 찹쌀파매기
- 복지 및 기타: 평창3리 마을회관, 옥샘원, 전대리 주택전시관, 한울장애인 공동체, 즐거운 집

□ 이들 시설에 대하여 현장에서 평가된 각 항목에 대한 불량 판정 수를 토대로 분석한 결과는 다음의 [표 25]와 같음

- 전체적으로 유량조정조의 균등상태 및 청소상태 불량이 11개소로 가장 많았던 것으로 조사되었음
 - 유량조정조의 V-노치 부재 등 유량분배가 적절하지 않은 곳은 5개소로 나타남
- 주처리조인 생물학적 반응조는 폭기시설이 적절하게 가동되지 않았던 곳이 4개소로 조사되었음
 - 폭기시설이 적절하게 가동되지 않은 곳은 시설의 고장과 폭기량 부족상태로 구분되었음
- 미생물 상태는 대체로 좋지 않았지만 현수미생물 시설이 많아 적절하게 평가하기 어려웠으며, 현저하게 이상이 발견된 곳에 한정하여 나타내었음
 - 이에 따라 3개소가 불량한 상태로 평가되었음
- 시설의 악취 및 거품은 총 2개소로 평가되었음
- 침전조 및 방류조의 청소상태에 있어서는 각각 4개소 및 3개소로 조사되었음
- 시설의 안전상태 부분은 점검구 위에 안전망이 있는 지로 평가하였고, 없었던 곳은 7개소로 조사되었음
- 부속시설에 대한 부분은 외부 시설물 상태에 대한 것으로 비교적 양호하였지만, 심하게 관리가 안 되어 노후화된 곳이 2개소인 것으로 판단되었음

□ 각 업종별로 구분해서 보면, 음식점의 불량 횟수가 19개로 주거시설과 복지 및 기타 업종의 11개에 비하여 높은 수치를 보였음

- 음식점과 복지 및 기타 업소는 대체로 공정 전반에 걸쳐 불량 판정이 분포하는 것으로 나타났음
 - 하지만 주거시설의 경우에는 유량조정조에서 불량 횟수가 타 공정에 비해 많은 것으로 조사되었음

[표 25] 체크리스트에 의해 평가된 각 시설별 항목에 대한 불량판정 수

공정	평가항목	주거시설	음식점	복지 및 기타	합계
유량조정조	균등상태 및 청소상태	6	3	2	11
	유량 분배	2	2	1	5
주처리조	정상 가동상태	0	3	1	4
	미생물 상태	0	2	1	3
	악취 및 거품	0	1	1	2
최종침전조	청소상태	1	2	1	4
방류조	청소상태	0	2	1	3
기타	안전 관리상태	2	3	2	7
	부속시설 관리	0	1	1	2
합계		11	19	11	41

3) 수질조사 결과

- 먼저 각 시설별 수질조사결과에서 실내실험항목 및 수질기준에 포함되지 않는 항목과 수질기준에 포함되는 항목을 별도로 정리하여 다음의 [표 26], [표 27]에 제시하였음
 - 수 시료에 대한 분석은 현장측정항목과 실내실험항목으로 구분하여 총 10개 항목에 대하여 분석하였음
 - 시설에서의 유입수 및 유출수를 모두 채수하여 조사하고자 하였으나, 유입부 채수가 곤란한 곳이 있어 총 9군데만 유입수와 유출수를 모두 채수하였음
- 각 항목별 측정결과에 대하여 먼저 유출수를 중심으로 평가해 보았음
 - 수온은 18.3~30.4℃의 범위에 평균 26.0℃의 수온을 보였고, pH는 4.3~7.7의 범위에 평균 6.9의 중성에 가까웠음
 - 이와 같이 수온의 편차가 컸던 것은 조사 시기에 따른 기온의 영향을 받은 것으로 판단됨
 - pH가 가장 낮았던 옥샘원은 제조업 시설이었으며, 전대리 주택전시관 5.4 이외에는 모두 중성에 가까운 값을 보인 것으로 조사됨
 - DO의 범위는 0.1~7.8 mg/L의 범위에 평균 2.1 mg/L로 조사되었고, EC는 237~993 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 의 범위에 평균 687 $\mu\text{s}/\text{cm}$, SS는 2~920 mg/L의 범위에 평균 123 mg/L로 조사되었음

- DO가 매우 낮았던 곳은 대체로 SS 및 BOD 농도가 높아 유출수 수질기준을 초과한 것으로 나타났음

[표 26] 각 개인오수처리시설 현장실험 분석 결과

번호	상호명	구분	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	EC (µs/cm)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	평창3리 마을회관	유입	18.3	6.9	3.7	596	7.86	3.950
		유출	18.3	6.5	3.0	593	6.79	3.850
2	옥샘원	유출	22.9	4.3	5.0	869	10.98	0.723
3	전대리 주택전시관	유입	21.4	6.0	5.9	1,561	10.83	0.668
		유출	21.8	5.4	7.9	754	9.39	0.545
4	그린원룸 A동	유출	25.9	7.1	2.3	462	3.37	0.577
5	그린원룸 B동	유출	26.7	7.4	0.2	993	9.63	0.570
6	그린원룸 C동	유출	27.4	7.4	0.4	868	1.88	0.537
7	그린원룸 D동	유입	26.7	7.5	0.2	788	3.32	0.557
		유출	26.7	7.5	0.3	803	1.58	0.458
8	한울 장애인 공동체	유출	27.5	7.4	0.1	721	1.63	0.506
9	팬션 더락	유출	23.3	7.6	4.1	718	5.30	0.518
10	정남마을	유출	24.3	7.6	1.1	831	1.32	0.522
11	GS25&방일해장국	유출	28.5	6.9	0.1	-	14.35	0.759
12	바다향 왕코다리	유출	28.5	6.5	0.1	978	3.52	0.625
13	앤디스가든	유입	25.4	7.3	0.2	483	2.94	0.536
		유출	25.8	7.1	0.2	479	1.11	0.299
14	힐하우스 A동	유입	26.8	7.6	1.5	718	1.95	0.526
		유출	26.8	7.7	0.3	658	1.80	0.542
15	힐하우스 C동	유입	28.0	7.6	0.1	733	2.46	0.566
		유출	27.5	7.4	2.3	640	9.63	0.566
16	용인 개인택시조합	유입	28.3	7.3	1.3	286	1.28	0.033
		유출	28.3	7.2	0.1	237	1.80	0.174
17	이다의 숲	유입	24.2	7.4	857.0	938	8.69	1.692
		유출	25.4	7.2	6.7	960	8.37	1.659
18	즐거운 집	유출	30.4	7.0	4.5	302	15.66	0.501
19	행복한 찹쌀파배기	유입	30.5	6.0	1.2	1,105	8.52	1.796
		유출	27.6	6.0	1.9	506	7.70	1.400

[표 27] 각 개인오수처리시설 실내실험 분석 결과

번호	상호명	구분	SS (mg/L)	BOD (mg/L)	대장균 (CFU/ml)	TOC (mg/L)
1	평창3리 마을회관	유입	17	9.9	200	5.2
		유출	4	2.9	0	4.1
2	옥샘원	유출	230	39.7	-	20.5
3	전대리 주택전시관	유입	190	10.2	130	12.3
		유출	4	3.7	20	6.1
4	그린원룸 A동	유출	25	9.5	350	9.0
5	그린원룸 B동	유출	160	6.6	270	7.7
6	그린원룸 C동	유출	21	8.7	230	9.9
7	그린원룸 D동	유입	170	28.8	520	16.7
		유출	84	28.5	120	28.0
8	한울 장애인 공동체	유출	30	6.3	110	10.9
9	팬션 더락	유출	20	6.6	80	7.8
10	정남마을	유출	33	8.4	290	8.7
11	GS25&방일해장국	유출	920	149.5	560	340.5
12	바다향 왕코다리	유출	128	15.3	650	25.7
13	엔디스가든	유입	306	15.3	470	39.4
		유출	70	14.5	120	12.4
14	힐하우스 A동	유입	60	15.5	1,070	18.9
		유출	7	14.8	350	15.2
15	힐하우스 C동	유입	90	16.6	890	18.2
		유출	8	15.1	300	13.0
16	용인 개인택시조합	유입	8	15.3	290	8.3
		유출	10	9.5	90	6.3
17	이다의 숲	유입	152	12.8	210	10.3
		유출	8	13.8	190	9.6
18	즐거운 집	유출	570	145.8	490	99.0
19	행복한 찹쌀파배기	유입	4	148.6	90	77.2
		유출	2	33.6	1,110	17.7

○ 영양물질인 T-N은 1.11~15.66 mg/L의 범위에 평균 6.10 mg/L, T-P 0.174~3.85 mg/L 범위에 평균 0.807 mg/L의 농도를 보였고, 대장균은 0~1,110 CFU/ml의 범위에 평균 296 CFU/ml인 것으로 조사되었음

- 마지막으로 유기물인 BOD와 TOC는 각각 2.9~149.5 mg/L, 4.1~340.5 mg/L의 범위를 보였으며, 평균농도는 각각 28.0 mg/L, 34.3 mg/L로 조사되었음
 - 전반적으로 농도 편차가 높게 나타났는데, 이는 시설 업종 및 각 시설의 관리 상태에 따른 것으로 판단됨
- 유출수 농도만으로 방류수 수질환경기준이 설정되어 있는 BOD와 SS를 대상으로 수질상태를 평가해 보면, 한 항목이라도 방류수 수질기준을 초과한 곳은 모두 12개소인 것으로 조사되었음
 - 본 조사대상 지점이 모두 특별대책지역 II라는 점을 고려할 때 SS와 BOD로 모두 20 mg/L가 기준임
 - 조사된 업체들 중 SS와 BOD 모두 20 mg/L를 초과한 곳은 총 4개소였으며, SS를 기준으로 초과한 곳은 11개소, BOD를 기준으로 초과한 곳은 5개소로 조사되어, SS를 초과하는 경우가 많았음
 - 업종별로는 주거시설은 8개 시설 중 5개소가 20 mg/L를 한 가지 항목 이상 초과한 것으로 나타났고, 음식점은 6개소 중 4개소, 복지시설 및 기타는 5개 시설 중 3개소가 한 가지 항목 이상 기준을 초과한 것으로 조사됨
 - 이와 같은 결과는 생물학적 공정에 의한 부적절한 처리보다는 침전조 등에서 입자성 물질이 적절하게 관리되지 않아서 나타난 문제로 보임



[그림 12] 개인하수처리시설 조사 대상지 모습

[표 28] 유입수 및 유출수에 대한 오염항목 수질조사 결과 및 처리효율

번호	상호명	구분	SS (mg/L)	BOD (mg/L)	TOC (mg/L)	대장균 (CFU/ml)
1	평창3리 마을회관	유입	17	9.9	5.2	200
		유출	4	2.9	4.1	-
		처리효율(%)	76.5	70.8	20.8	100
2	전대리 주택전시관	유입	190	10.2	12.3	130
		유출	4	3.7	6.1	20
		처리효율(%)	97.9	63.7	50.4	84.6
3	그린원룸 D동	유입	170	28.8	16.7	520
		유출	84	28.5	28.0	120
		처리효율(%)	50.6	1.0	-67.7	76.9
4	엔디스 가든	유입	306	15.3	39.4	470
		유출	70	14.5	12.4	120
		처리효율(%)	77.1	5.5	68.5	74.5
5	힐하우스 A동	유입	60	15.5	18.9	1,070
		유출	7	14.8	15.2	350
		처리효율(%)	88.3	4.5	20.0	67.3
6	힐하우스 C동	유입	90	16.6	18.2	890
		유출	8	15.1	13.0	300
		처리효율(%)	91.1	9.1	28.7	66.3
7	용인 개인 택시조합	유입	8	15.3	8.3	290
		유출	10	9.5	6.3	90
		처리효율(%)	-25.0	37.9	24.6	69.0
8	이다의 숲	유입	152	12.8	10.3	210
		유출	8	13.8	9.6	190
		처리효율(%)	94.7	-7.8	7.1	9.5
9	행복한 참쌀파배기	유입	4	148.6	77.2	90
		유출	2	33.6	17.7	1,110
		처리효율(%)	50.0	77.4	77.0	-1,133

[표 29] 유입수 및 유출수 평균 농도 및 처리효율

구분	SS	BOD	TOC	대장균
유입수 평균농도 (mg/L)	111	30.3	22.9	430
유출수 평균농도 (mg/L)	22	15.2	12.5	256
처리효율 (%)	80.2	50.1	45.6	40.6

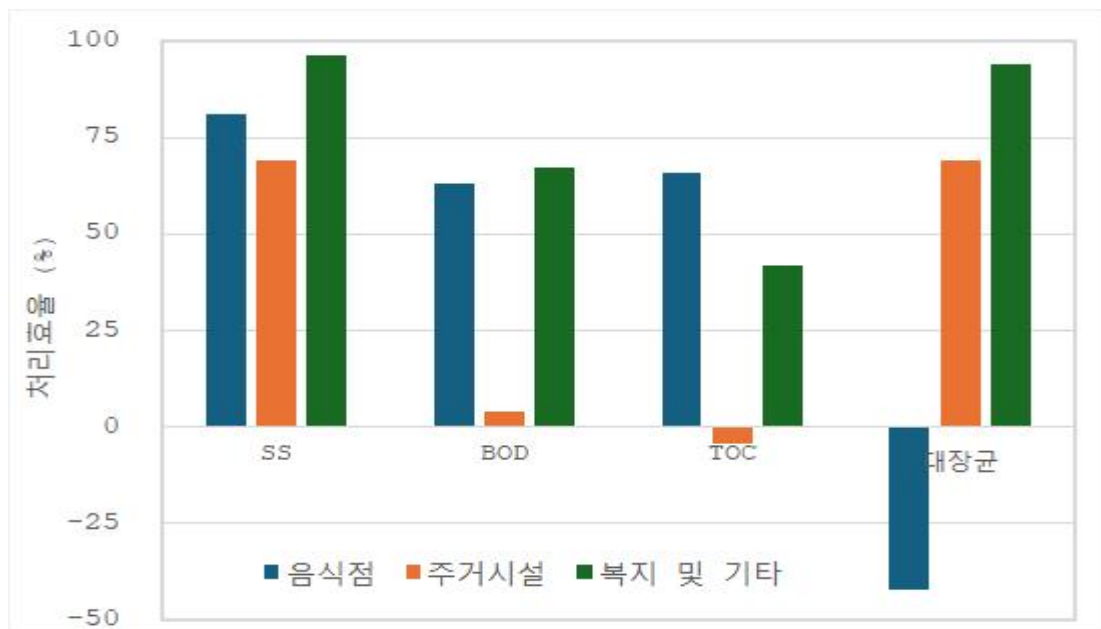
- 본 조사결과는 대상 업체 수가 많지 않기 때문에 일반화하기는 어렵지만, 대체로 개인하수처리시설에 대한 시설관리가 적절하게 이루어지지 않고 있다는 사실을 알 수 있음
 - 또한 시설관리에 있어서 생물학적 처리기작에 의한 문제도 있지만, SS의 적절한 처리 및 관리방안 마련이 향후 필요할 것으로 판단됨
- 유입수와 유출수를 모두 조사한 시설에 대하여 SS, BOD, TOC, 대장균군수의 수질 자료와 처리효율을 정리하여 아래의 [표 28]에 제시하였고, 유입수 및 유출수 전체 평균 농도 및 처리효율을 산정하여 [표 29]에 나타내었음
 - 대부분 SS에 대해서는 타 항목에 비하여 높은 처리효율을 보이고 있었으며, 전체 유입수 및 유출수의 평균 농도에 대한 처리효율은 80.2%인 것으로 조사됨
 - 처리효율이 80.2%임에도 불구하고 수질기준을 초과하는 것은 유입농도가 111 mg/L로 높았기 때문이며, 수질기준을 준수하기 위해서는 시설 및 관리적인 측면에서 보완이 필요할 것으로 판단됨
 - 또한 BOD는 유입농도 30.3 mg/L에 유출농도 15.2 mg/L로 평균 50.1%의 처리효율을 보였고, TOC는 유입수 및 유출수 농도가 각각 22.9 mg/L, 12.5 mg/L의 농도에 45.6%의 처리효율을 보였음
 - 대장균은 유입수 430 CFU/mL에 유출수 256 CFU/mL로 평균 40.6%의 처리효율을 보였음
 - 대장균의 경우에는 유입수보다 유출수에서 크게 증가한 지점도 있었음
- 업종별로 구분하여 음식점, 주거시설, 복지 및 기타 시설로 구분하여 평균적인 유입수 및 유출수, 처리효율에 대한 결과는 [표 30]에 제시하였고, 각 업종별, 항목별 처리효율은 [그림 13]에 나타내었음
 - 음식점은 타 업종보다 유입농도가 대체로 높았으며, 처리효율은 SS 80.9%, BOD 62.8%, TOC 65.9%, 대장균군수 -42.5%로 나타났음
 - 대장균군수가 음의 결과를 보인 것은 행복한 찹쌀파배기에서 대장균수가 크게 증가한 것 때문으로, 이를 제외하면 63.3%의 제거효율을 보인 것으로 산정되었음
 - 주거시설의 각 항목별 처리효율을 보면, SS 69.1%, BOD 4.1%, TOC -4.3%, 대장균군수 69.0%로 조사되었음
 - 대체로 유기물에 대한 처리효율이 낮은 것으로 조사됨
 - 복지시설은 타 시설보다 유입수 농도는 낮았지만, 처리효율은 가장 높았던 것으로 나타났음
 - 복지 및 기타시설은 SS 96.1%, BOD 67.2%, TOC 41.6%, 대장균군수 93.9%의

처리효율을 보였음

- 하지만 복지 및 기타시설은 단 2개소에 대한 결과이므로 데이터의 신뢰도가 낮아 참고만 가능함

[표 30] 업종별 유입수 및 유출수 평균 농도 및 처리효율 비교

업종	구분	SS	BOD	TOC	대장균
음식점	유입 (mg/L)	118	48.0	33.8	265
	유출 (mg/L)	23	17.9	11.5	378
	처리효율 (%)	80.9	62.8	65.9	-42.5
주거시설	유입 (mg/L)	107	20.3	17.9	620
	유출 (mg/L)	33	19.5	18.7	193
	처리효율 (%)	69.1	4.1	-4.3	69.0
복지 및 기타	유입 (mg/L)	104	10.1	8.7	165
	유출 (mg/L)	4	3.3	5.1	10
	처리효율 (%)	96.1	67.2	41.6	93.9



[그림 13] 각 업종별, 항목별 평균 처리효율

3. 개인하수처리시설에 대한 설문조사

가. 설문조사 개요

- 현장에서 개인하수처리시설 관리현황 분석을 위하여 설문조사를 실시하였음
 - 설문조사는 조사 결과를 바탕으로 개인하수처리시설과 관련된 각 당사자들의 관점에서 관리현황 및 문제점, 보완점, IOT 도입 필요성 등에 대한 의견을 청취하고 보다 효과적인 개인하수처리시설 관리방안 마련에 활용하고자 진행하였음
- 이에 따른 설문조사와 관련된 내용 및 개요는 다음과 같음
 - 조사목적: 설문조사 결과를 바탕으로 각 당사자 관점을 고려하여 법적/제도적/관리적 문제점을 정리하고 내용분석을 통해 현장에서 개인하수처리시설 관리에 필요한 개선방안을 도출하기 위함
 - 조사대상자: 건물주, 시설관리자, 공무원 등 기타
 - 조사방법: 전문가 자문 등을 통해 설문 조사지를 사전에 작성한 후 각 조사 대상자에서 설문 참여 요청
 - 설문조사는 각 관련 협회 및 공무원 집합교육, 직접 방문 등을 활용하여 조사 효율성을 높이고자 하였음
 - 시설사용자: 경기녹색환경지원센터 등 관계기관과 협력하여 직접 방문조사
 - 위탁관리자: 생활하수처리협회, 경기도물산업협회를 통해 구글폼 활용
 - 공무원 등 기타: 교육, 세미나 등 집합 기회 시 방문하여 직접 조사 또는 구글폼 활용

나. 설문조사 양식

- 설문조사는 처음에 설문조사의 목적 및 개요 등의 설명자료 및 참여 요청 내용을 포함하였음
- 구성 내용면에서는 먼저 설문조사 대상자의 지역, 연락처, 시설관계, 전문분야, 업력을 포함하였음
 - 또한 각 조사 대상자에 따라 내용을 달리하여 개인하수처리시설의 각 관리자 입장을 반영할 수 있도록 하였음
 - 사업주의 경우에는 관리형태에 따라 자가관리와 위탁관리로 나누어 각 설문 내용에 차이를 두었음

- 설문조사 내용은 관리방식, 관리상태, 관리비용, 관리의 어려움이나 문제점, IOT 시설에 대한 견해 등의 내용을 포함하였음
- 기본사항은 모두 같은 내용으로 구성하였음

[표 31] 설문조사서의 기본사항 조사 내용

거주지역						연 락 처					
시설관계	사용자(사업주)		위탁관리자		공무원		기타 ()				
전문분야	환 경		화 공		기 계		기타 ()				
업 력	1년 이하		3년 이하		5년 이하		10년 이하		10년 이상		

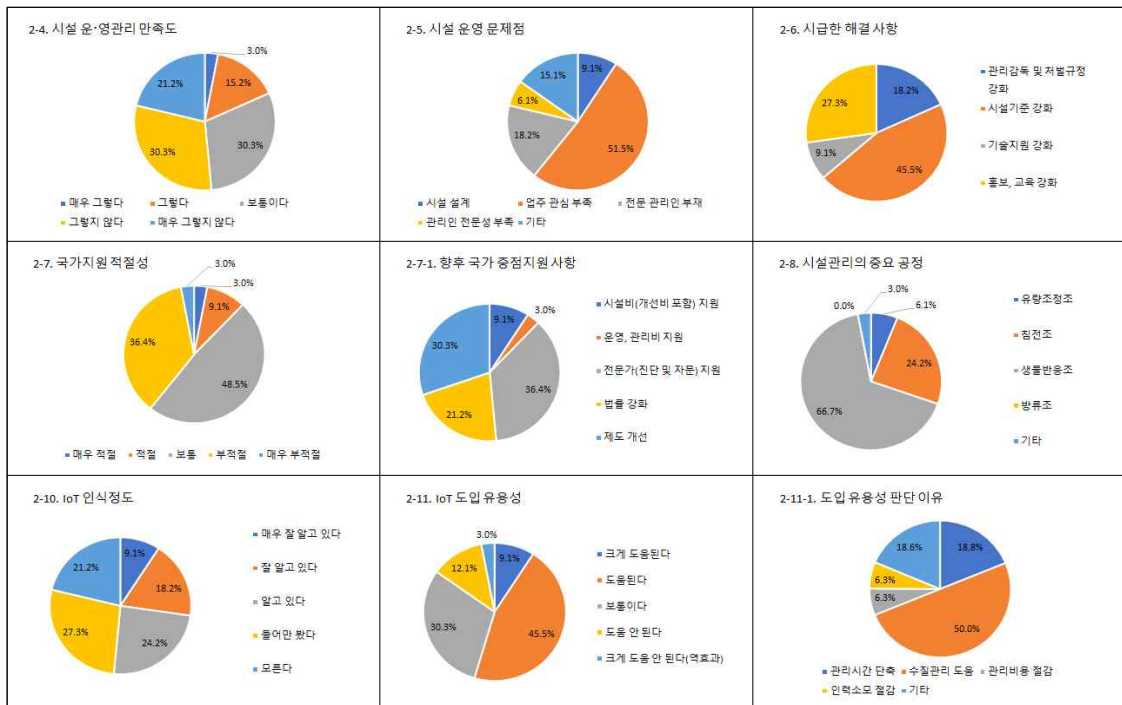
- 사용자(사업주)를 대상으로 한 설문조사 내용은 위탁관리자와 자가관리자로 구분하였음
 - 관리하고 있는 개인하수처리시설의 처리용량 및 이해도, 관리방식 등은 동일하게 조사하였음
 - 사용자 (위탁관리 시)
 - 운영·관리 현황 및 문제점
 - 위탁관리 비용 및 적정성
 - 시설 보수 및 장비 교체비, 사업주 지원 등의 적정성
 - IOT 시설 도입 동의 여부
 - IOT 시설 도입 시 적정비용
 - 기타 시설관리를 위해 필요한 사항
 - 사용자 (자가관리 시)
 - 직접 관리하는 이유 및 계기
 - 운영·관리 현황 및 문제점
 - 운영·관리 비용 및 적정성
 - 시설관리의 애로점 및 문제점
 - 적정 관리를 위해 시급히 해결이나 지원이 필요한 사항
 - IOT 시설 도입 동의 여부
 - IOT 시설 도입 시 적정비용
 - 정부나 지자체의 지원 비율
 - 기타 시설관리를 위해 필요한 사항
- 위탁관리자에 대한 설문조사 내용의 구성은 다음과 같음

- 위탁관리자의 월별 개인하수처리시설 운영관리 업소 수
 - 운영·관리의 적정성 및 문제점
 - 시설의 적정 관리를 위해 시급히 필요한 사항
 - 적정 위탁관리 비용 및 시설비에 대한 사용자 지원
 - 시설관리에 있어서 가장 중요한 공정 및 관리 시 관계자에게 바라는 점
 - IOT 시설 도입 동의 여부
 - IOT 시설 도입을 위한 선결 조건 및 관리적 이점
 - 정부나 지자체의 지원 비율
 - 기타 시설관리를 위해 필요한 사항
- 공무원 등 기타에 대한 설문조사 내용의 구성은 다음과 같음
- 시설의 운영 및 관리와 관련된 직무 연관성
 - 관리·감독 및 연구 등 업무를 위한 시설의 방문 수 및 횟수
 - 시설에 대한 이해도 및 관리 현황과 문제점
 - 적정한 관리를 위한 지원의 적정성 및 시급히 추가 지원해야 할 사항
 - 시설관리에 있어서 가장 중요한 공정 및 관리 시 관계자에게 바라는 점
 - IOT 시설 도입 동의 여부
 - IOT 시설 도입의 필요성 및 선결 조건
 - 정부나 지자체의 지원 비율
 - 기타 시설관리를 위해 필요한 사항

다. 설문조사 결과 (공무원 등 기타)

- 공무원 등을 대상으로 하는 설문조사는 1차로 경기보건환경연구원에서의 오수처리 시설 설계 및 관리 등에 대한 교육시간(2025년 6월 12일)에 경기도 시군 공무원을 대상으로 실시하였음
- 총 응답자는 33명이었고, 지역으로는 서울시 1명 및 제주도 5명을 제외하고 모두 경기도 및 각 시군에 거주하였음
 - 33명 중 32명은 공무원이었고 기타가 1명이었으며, 51.5%에 해당하는 17명은 환경 분야인 것으로 조사됨
 - 설문에 응한 사람 중 41.2%가 1년 이하의 업력을 가지고 있었고, 5년 이하는 79.5%인 27명으로 파악되었음
 - 개인하수처리시설과의 업무 연관성은 52.9%에 해당하는 18명이 매우 높았고, 높았다는 응답이 9명, 보통이 5명, 낮음이 2명으로 조사됨

- 결과적으로 교육의 특성상 업무 연관성은 높았던 것으로 나타남
- 응답자의 시설 방문 수는 월 20개소 이상이 13명으로 38.2%로 가장 많았고, 반면에 5개소 이하도 11명으로 32.4%를 보임
- 시설에 대한 이해도를 묻는 질문에는 보통이 가장 많은 13명이었고, 매우 높음과 매우 낮음이 각각 6명, 높음과 낮음이 각각 2명으로 대칭구조를 보였음
- 2-5의 개인하수처리시설의 운영 및 관리에 있어서 현재 가장 큰 문제점이 무엇 인지를 묻는 질문에서는 업주 관심 부족이 17명으로 51.5%를 차지하여 가장 많았고, 다음이 시설설계인데 3명에 불과하였음
- 기타 의견으로는 전문업체 부족 및 수수료 단가, 담당공무원 인원 부족, 모든 항목의 복합 원인인 것으로 적었음
- 2-6의 현재 개인하수처리시설을 걱정하게 관리하기 위해서 가장 시급한 것은 시설기준 강화, 홍보·교육 강화, 관리감독 및 처벌규정 강화, 기술지원 강화의 순으로 나타났음



[그림 14] 공무원 대상 설문조사 결과 그래프

- 향후 개인하수처리시설의 효율적인 운영·관리를 위해 정부 및 지자체 역할 (2-7-2)로 가장 우선적인 것은 전문가 지원과 제도개선, 법률 강화의 순으로

나타남

- 2-8의 현재 시설관리에 가장 주요한 공정은 역시 생물반응조가 66.7%로 22개소, 침전조가 24.2%의 8개소로 대부분을 차지함
- 기타 개인하수처리시설과 관련하여 아쉬운 부분이나 필요한 정책을 묻는 질문에는 각 소수의견으로 건축주 인식, 담당자 및 현장 교육 필요, 관리 요령에 대한 매뉴얼 동영상 배포, 등록제품 재 성능검사 의무화가 포함되었음
- IOT 시설에 대한 인식을 묻는 질문(2-10)에는 상당수가 잘 모르는 것으로 나타나 향후 이에 대한 인식 향상 및 홍보가 필요할 것으로 사료됨
 - 그럼에도 불구하고 “IOT시설이 시설관리에 도움이 될 것인가?”에 대한 질문에서는 “도움이 된다”와 “보통이다”가 다수를 차지하였음
 - 또한 위와 같이 판단한 근거나 이유에 대해서는 수질관리 도움이 50%로 16명이었고, 관리시간 단축과 기타가 각 6명이었음
 - 기타 의견에는 테스트를 통해 경제성 및 인력 감축 효과 확인 및 원격제어 설비도 필요하다는 긍정적인 의견이 있었음
 - 반면에 설치자 비협조, 실질적 운영 문제, 잘못된 시설에는 무용론 등 비판적 의견도 다소 있었음
 - IOT 시설을 도입하는데 있어서 선결 조건으로는 시설의 신뢰성이 20명으로 조사되어 압도적으로 높았고, 정부 지원금은 50% 이내와 70% 이내가 각각 13명, 8명으로 높았음
 - 다음은 IOT 관련 기타 의견 내용을 정리한 것임
 - 기존 인터넷 이용 고려 및 사후 AS
 - 운영 주체를 분명하게 할 것
 - 관리업체가 인력 절감을 위해 자체 설치
 - 에어펌프 가동 및 폭기상태 모두 모니터링할 수 있는 원격 제어설비 보급
 - 비용 부담 지원

라. 설문조사 결과 (위탁관리자)

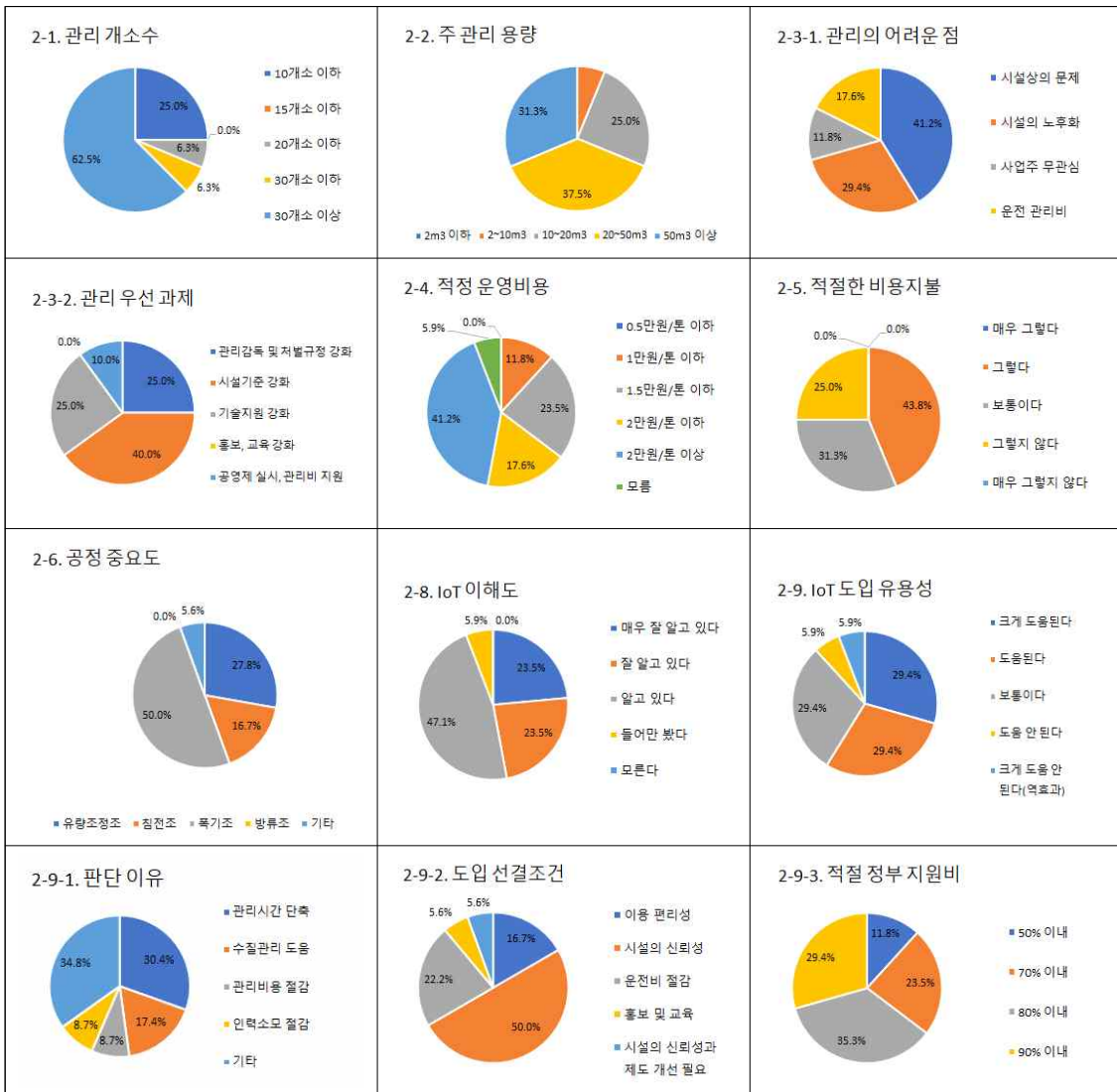
- 위탁관리자에 대한 조사는 관련 협회 및 현장조사 시 업체관리자 등을 대상으로 조사하였으며, 총 조사자 수는 17명이었음
 - 조사자의 거주지역은 전국적으로 분포되어 있으나, 용인시가 5명으로 가장 많았으며, 모두 환경이 전문분야로 모두 10년 이상인 것으로 조사되었음
- 위탁관리자의 월간 관리시설 수는 30개소 이상이 62.5%의 10명이었으나, 10개소

이하도 4명인 것으로 나타나 큰 차이를 보였음

- 용량으로는 대부분 10 ton/day 초과 시설을 관리하고 있었으며, 10 ton/day 이하는 1명으로 조사되었고, 모두 보통 이상으로 “잘 관리되고 있다” 고 답변함
- 현재 시설관리에 있어서 가장 어려운 점은 시설상의 문제가 가장 크다고 보고 있으며, 다음으로 시설 노후화로 조사되어 각각 7명과 5명이었음
 - 개인하수처리시설을 적절하게 관리하기 위해 가장 시급한 일은 시설기준 강화가 8명으로 가장 많았고, 관리감독 및 처벌규정 강화와 기술지원 강화가 모두 5명으로 조사되었음
 - 다음으로는 공영제 등 관리비 지원이 2명이었으나, 의외로 위탁관리자들은 교육 및 홍보 강화에는 단 1명도 선택하지 않아 공무원의 설문과 큰 차이를 보였음
- 현재 시설을 정상적으로 잘 운영관리하기 위해 필요한 적정 위탁관리비는 톤당 2만원 이상이 가장 많았고, 다음으로는 만원~만오천원이었음
- 대부분의 사업주는 시설관리에 필요한 유지보수 비용을 적절하게 지불하는 것으로 나타났으나. “그렇지 않다” 고 답한 위탁관리자도 5명으로 25%를 차지하였음
- 현재 시설관리에 있어서 가장 중요한 공정은 폭기조로 9명인 50%가 선택하였고, 다음으로 유량조정조는 5명으로 28%를 차지하였음
 - 결과적으로 시설관리를 위해서는 폭기조와 유량조정조가 가장 중요한 것으로 판단됨
- 기타 시설 관련 사항에 대한 의견을 묻는 질문에 대해서는 시설 설치기준을 명확히 하고, 그에 맞추어 설치하는 것이 필요하다고 응답하였고, 정상 가동되도록 기관의 지도관리 강화 의견도 있었음
 - 정책적인 측면에서는 일원화된 하수도법과 관리업체와 소통하여 정책 수립 및 집행을 원하고 명확한 기준을 제시해 줄 것을 요구함
- IOT 시설에 대해서는 1명을 제외하고 모두 알고 있었으며, “도움이 될 것인가” 라는 질문에는 보통 이상이 18인 중 16명으로 조사되었고, 2명만이 “도움이 안 된다” 고 답변함
 - 이와 같은 판단 근거를 묻는 질문에 대해서는 관리시간 단축 7명, 수질관리 도움 4명, 관리비용 및 인력소모 절감이 각 2명이었음
 - 기타 의견도 많았는데 사용자의 책임성 담보 수단으로 필요하다는 의견과, 현재 IOT가 단순하고 비용이 많이 든다는 의견도 있었음
- IOT 시설을 도입하기 위한 선결조건으로는 시설의 신뢰성, 운전비 절감, 이용 편리성의 순으로 많았으며, IOT 도입을 위해서는 신뢰성이 가장 중요한 것으로

판단되었고, 이는 공무원과 같은 결과를 보였음

- 또한 정부의 지원비에 대해서는 80% 이내 6명(35.3%), 90% 이내 5명(29.4%), 70% 이내(23.5%)를 차지하여 공무원들의 의견과 비교하여 약 20% 내외 높은 지원비를 요구하는 것으로 나타남
- 마지막으로 IOT 시설에 대한 의견이나 제안사항에 대해서는 좋은 기술과 협력해서 보급, IOT와 연동하는 지역단위 네트워크 구축 필요(긴급 복구지원 등), 전원상태 파악으로 블로워 정상가동 상태를 확인할 수 없으므로 이에 대한 고려 필요, 현장관리자가 유지·관리할 수 있도록 제작되어야 한다는 등의 의견이 있었음



[그림 15] 위탁관리자 대상 설문조사 결과 그래프

마. 기타 자가관리 및 위탁관리 사업주

- 사업주에 대한 설문조사는 협조가 어려워 자가관리 사업주 2인, 위탁관리 사업주 5인에 대한 설문 조사지를 받았으나, 내용 및 신뢰성이 부족해 참고 자료로만 활용이 가능할 것으로 사료됨
 - 이에 별도의 그래프 자료는 제시하지 않았음
- 자가관리 사업주는 직접 관리가 편해서 하고 있으며, 현재 1~2주에 한 번 정도로 잘 관리하고 있는 것으로 답변하였고, 청소 주기는 1년에 한 번, 유지관리비는 월 5만원 미만이라고 응답함
 - 잘 관리한다고 답했음에도 시급히 지원이 필요한 사항으로는 관리 요령 및 비상시 대응방안 지원이 필요하다고 답하였음
 - IOT 시설 설치에 대해서는 모두 동의하였고, 비용은 50만원 이내 지불 의사가 있으며, 정부 지원은 90% 이상이 적절하다고 답변하였음
- 위탁관리 사업주에 대한 설문조사에서는 시설의 이해도 높음 2명, 보통 1명, 낮음 2명으로 조사되었음
 - 위탁관리 비용은 월 20만원 이하가 3명, 10만원 이하가 1명이었으며, 위탁 관리비가 과하다고 답변한 사람 1명을 제외하면, 나머지 4명은 적절하다고 답변하였음
 - 연간 시설의 보수 및 장비 교체 비용은 “없다”가 40%인 두 명이었고, 나머지는 50만원 이하, 100만원 이하, 200만원 이하, 200만원 이상이 각 1명씩인 것으로 조사되었음
 - 현재 시설의 설치 및 유지비용이 과하다고 생각하는지를 묻는 질문에는 “보통이다”와 “그렇지 않다”가 각각 2인씩이었고 “과하다”는 답변은 1명으로 조사됨
 - 작성한 시설관리를 위한 지원 사항으로는 시설 및 관리비 지원이 40%, “없다”는 답변도 40%로 같았으며, 1명은 상시 지원시스템 구축이 필요하다고 답변
 - IOT 시설 설치에는 5명 모두 동의하였고, IOT 설치에 따른 추가 비용 지불 의사는 20만원 이내로 조사되었으며, 추가적인 관리비용은 5% 이내, 정부의 지원 비율은 90% 이내 3명으로 가장 많은 사람이 답변하였음
 - 결과적으로 사업주들의 IOT 설치에는 긍정적이지만, 시설비 및 유지관리비에 대해서는 낮은 부담과 많은 지원 혜택을 요구하고 있었음

제2절 IOT 시설 적용을 위한 조사 및 연구

1. IOT 관련 법령 및 내용 분석

- 과거 환경부에서는 개인하수처리시설의 관리문제 해결을 위하여 개인하수처리 시설에 가동상태를 확인할 수 있는 기기를 설치하도록 1999년 8월에 법이 개정된 바 있음
 - “오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률” 제14조의 2(오수처리시설 등의 개선명령) 제1항에는 시설의 가동상태 기기에 대한 내용이 포함되어 있음
 - 이전 “당해 시설의 개선·대체 또는 폐쇄 등 필요한 조치를 명할 수 있다” 에서 “당해 시설의 개선·대체·폐쇄 또는 시설의 가동상태를 확인할 수 있는 기기의 설치 등 필요한 조치를 명할 수 있다” 로 변경됨
 - 환경부령 제83호(1999.8.9.)에서 “오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률 시행규칙” 의 내용을 개정하여 가동상태 확인기기를 설치할 수 있도록 법적 근거 및 세부 내용이 포함되었음
 - 오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률 시행규칙 제15조(오수처리 시설의 설치기준)의 별표3의 제16호의 내용은 다음과 같음

1일 처리용량이 50세제곱미터 이상인 오수처리시설을, 전원을 필요로 하는 처리 방법으로 설치하는 때에는 전력사용량 및 전원의 공급·차단시간을 기록하여 판독할 수 있는 기기(이하 “가동상태 확인기기”라 한다)를 설치하여야 한다. 이 경우 가동상태 확인기기는 계량 및 측정에 관한 법률 제20조의 규정에 의한 전기 시험분야의 공인시험·검사기관이 다음 각목의 요건에 적합한지를 검사한 것이어야 한다.

- 가. 전원의 공급 및 차단 여부를 기록할 수 있어야 한다.
- 나. 일일 전력사용량을 적산하여 이를 1년 이상 저장할 수 있어야 하며, 전력 사용량의 오차는 5퍼센트 미만이어야 한다.
- 다. 가동상태 확인기기는 자료를 외부로 전송하거나 출력할 수 있는 구조이어야 한다.
- 라. 외부에서 자료를 변경할 수 없는 구조이어야 한다.
- 마. 가동상태 확인기기의 외부에 접지용 단자가 있어야 한다.

- 또한 시행규칙 제30조(오수처리시설의 관리규정) 제2항제4호는 전기설비가 되어 있는 오수처리시설 또는 단독정화조의 경우 전원을 끄는 행위를 금하고

있음

- 2000년 5월 23일 개정된 시행규칙 제30조(오수처리시설 등의 관리기준) 제2항의 제5호에는 “오수처리시설을 가동하는 때에 가동상태 확인기기를 고의로 작동하지 아니하는 행위” 를 해서는 안 되는 것으로 규정함
 - 또한 별표3의 가동상태 확인기기의 설치기준에 있어서도, 대상을 “1일 처리용량이 50세제곱미터 이상인 오수처리시설” 을 대상으로 하였으나, 이 내용을 삭제하여 모든 시설로 확대됨
- 2007년 9월 28일 “오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률” 은 타법으로 폐지되었으며, 하수도법에 포함되어 시행되었음
 - 하수도법은 2006년 9월 27일 전부개정을 통해 “하수도법” 과 “오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률” 중 오수와 분뇨를 “하수도법” 에 통폐합 시킴으로써 하수와 오수가 동일한 물질임에도 불구하고 중복으로 설치되어 연계처리가 미흡한 점 등 비효율성을 근본적으로 개선하고자 함
 - 2007년 4월 11일 개정된 “하수도법” 제40조(개인하수처리시설에 대한 개선 명령) 제1항에는 다음과 같은 내용이 포함되어 있음

방류수 수질기준을 초과하는 경우에는 해당 시설의 소유자에게 그 개선에 필요한 조치 및 기계·시설의 종류 등을 고려해서 3개월의 범위에서 개선기간을 정해 해당 시설의 개선·대체·폐쇄 또는 시설의 가동상태를 확인할 수 있는 기기의 설치 등 필요한 조치(이하 “개선명령” 이라 함)를 명할 수 있다.

- 결과적으로 현재 가동상태 확인 기기의 설치는 현재 의무사항은 아닌 것으로 사료되며, 일부 지자체에서는 가동상태 확인기기를 부착하도록 하는 경우가 있었음
- 하수도법 시행령 제24조(개인하수처리시설의 설치) 제3항의 설치기준에 관한 세부 내용은 별표1의6에 제시되어 있음
 - 여기서 제14호에는 다음의 내용이 포함되어 있어 충분히 각 시·군에서 가동상태 확인 시설 및 관리시스템 도입이 가능할 것으로 사료됨

특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수·구청장은 제1호부터 제13호까지에서 규정한 사항 외에 개인하수처리시설의 설계·시공, 부속설비 등 설치 기준에 필요한 세부 사항을 정하여 고시할 수 있다.



[그림 16] IOT 관련 주요 법령 및 내용 요약

2. IOT 적용 사례

가. 경기도

- 경기도에서도 IOT 가동 확인시스템 도입 가능성을 검토하기 위해 2018년~2019년까지 팔당유역 7개 시·군들 중 가평군과 양평군, 이천시를 대상으로 시험 가동한 사례가 있음
 - 소규모 오수처리시설은 개인 소유자가 관리하기 때문에 전문성이 부족하고, 그 수가 많아 관리에 어려움이 있는 등의 문제해결 대안으로 IOT 기술 도입을 검토함
 - IOT 시설을 통한 원격관리를 통해 개인하수처리시설의 관리 수단의 다양성 확보를 위한 목적으로 실시
- 하지만 팔당 7개 시·군 중 여주, 용인, 광주, 남양주시는 주민 동의의 어려움 등의 사유로 인해 미 참여함
 - 본 사업에 참여한 시·군은 가평군(19개소), 양평군(74개소), 이천시(48개소)로 총 141개소임
- 시범사업의 결과, 전원차단 여부가 관리자(시·군)에게 직접 송출되어 보조관리 수단으로써 활용 가능한 것으로 판단하였음

- 하지만 결과 값 오류(전원 차단) 및 공기 공급장치(블로워) 확인 기능 등의 보완이 필요한 것으로 평가함
- 본 시범사업을 통한 문제점 및 대처방안은 다음과 같음
 - 기술적 측면에서 문제점은 설치 공간 부족, 공기공급 장치의 고장 확인 보완 필요 등임
 - 가동상태 확인시스템이 분리되어 설치공간이 부족하므로 해당 기기 일체형
 - 전원차단 상태만 확인이 가능한 부분을 전원차단 및 블로워 가동 여부 등 동시 확인이 가능해야 함
 - 건축주의 입장에서 24시간 감시기구로 판단하고 추가적인 규제로 인식하여 설치를 회피함
 - 가동상태 확인시스템 설치 소유자에 대해 매년 실시되는 시설개선사업 우선 선정과 같은 인센티브 제공
 - 시·군 입장에서는 하수도법상 가동상태 확인시스템 설치 의무화가 없어 추진의 어려움
 - 본 연구결과를 토대로 환경부 법령 개정 건의를 통해 신규 설치 시 의무화
 - 공정성과 사업 확대를 위해서는 환경신기술인증 등 검증 필요
 - 국가 공인 기술인증제를 득한 제품을 대상으로 시·군에 설치
 - 예산 확보를 위해 가동상태 확인시스템 설치 시 수계기금 및 자체 사업 조정 등을 통해 지원방안 강구(도: 시·군: 자부담 비율 3 : 5 : 2)

나. 제주도

1) 시범사업 결과 및 평가

- 제주도에 5년 내 준공된 시설 20개소를 선정하여 IOT 기술 적용을 위한 시범 사업을 실시하고 있음
 - 대상지는 중·산간지역 및 특별대책지역 등이며, 제주시 8개소, 서귀포시 12개소임
- 본 연구의 자료로 활용된 “IOT 기술을 이용한 개인하수처리시설 관리 사례분석” 발표 자료³¹⁾ 결과를 보면, IOT 운영평가 결과에서 주요 문제점은 블로워 고장 및 관리 부주의인 것으로 나타남
 - IOT 운영과정에서 이벤트 내역분석을 통한 세부적인 평가결과를 보면, 고장

31) (사)한국생활하수처리협회 발표자료(경기녹색환경지원센터 주관 “개인하수처리시설 선진화 방안 토론회”, 2024)

내용은 정전(6건), 송풍기(블로워) 고장(6건), 관리기기 고장(3건), 송풍기 결선 오류(2건), 운전시간 설정 오류(2건), 비정상 가동(1건), 통신 이상(1건)의 순으로 나타남

[표 32] IOT 운영평가 결과 (제주도 사례)

번호	고장 내용	횟수	이벤트 사유
1	정전	6	천동번개, 누전, 조작실수
2	통신 이상	1	관리기 에러
3	관리기 고장	3	누락 / 단락 / 관리기 에러
4	송풍기(블로워) 고장	6	유량 / 폭기 / 반송
5	비정상 가동	1	사용자의 타이머 임의 조작
6	송풍기 결선 오류	2	유량과 폭기조
7	운전 시간 설정 오류	2	에어 공급 부족

- IOT 도입 성과분석에서는 방류수 수질분석을 통해 방류수 수질기준에 대한 적합성을 평가하였음
 - 결과적으로 방류수 수질 적합은 9건, 방류수 수질 부적합은 10건으로 조사됨
 - BOD, SS 모두 초과 5개소, SS만 초과 5개소로 나타남
 - 결과만을 볼 때에는 큰 효과가 없는 것으로 보이지만 부적합 시설이 음식점, 건강식품 제조업, 주택 등으로 원수 수질의 영향을 일부 받은 것으로 사료됨
 - 이는 가동상태 확인기기는 개인하수처리시설의 가동상태를 확인하는 것으로, 처리효율 향상에는 한계가 있으며, 결과적으로 시설관리를 위한 보조적인 수단으로 활용하는 것이 바람직할 것으로 사료됨
 - 본 발표자료에서도 처리시설의 성능부족 원인은 처리공정의 문제(처리조 용적 부족), 슬러지 저장조 부재, 침전조 부실, 블로워 수명, 배관 부속류 문제 등으로 제시함
- 또한 IOT 구축 주의사항으로는 운영상태 모니터링만 가능하고, 유지관리 시스템 부재로 인해 한계가 있다는 점임
 - 또한 관리인 및 소유자에 대한 교육 필요성을 언급하였으며, 이를 위해 시운전 교육 및 운전요령 책자 배포를 언급함
 - 마지막으로 처리시설에 대한 신뢰성 회복으로 충분한 보증기간 및 고장 경보 외 추가 서비스 제공이 필요하다고 주장함

□ 마지막으로 시스템 도입을 위한 고려사항으로는 다음의 3가지를 언급함

- 지자체 설치기준에 모니터링 시스템 반영
- 지원책 마련
 - IOT 설치비, 위탁관리비, 통신료, 전기료 인하 등
- 자율적 설치 유도
 - 관리자의 주 1회 점검 의무 완화
 - 정기 지도점검 기준 완화(자율 점검업소 지정)

2) 현장방문 조사결과 및 시사점

□ 본 연구에서는 시범사업이 실시된 제주도를 직접 방문하여 IOT가 설치된 곳에서 가동상태 및 문제점 등을 검토해 보았음

- 총 방문한 시설은 6개소이며, 가장 큰 문제점은 시설이 가동되고 있었으나 블로워가 적절하게 작동하지 않는 것이었음
- 시설별 문제점을 보면, 신촌향 농원직판장의 경우 IOT 시설 이상이 감지되었으며, 방문조사 결과 블로워 고장으로 정상 가동되지 않는 것으로 조사됨
 - 화장실 배수로 인해 물색이 초록을 띠고 있었으며, 시설관리가 미흡한 것으로 보였고, 이번에 제주도에서 새롭게 진행되고 있는 80개 시범사업에도 선정되어 2중으로 설치되어 있었음
- 친환경제품 코코리제주는 반송라인에 이상이 있었으며, 폭기장치는 가동되고 있었지만, 폭기량이 극히 적어 정상적인 운전상태가 아닌 것으로 판단되었음
 - 시설의 관리측면에서 스컴이 많았고, 수질상태로 극히 불량해 보였음
- 상업시설(숨리식당)은 지반이 불안정한지 시설이 전체적으로 뒤틀려 있어서 처리시설 뚜껑이 잘 열리지 않았고, 시설관리도 적절하게 이루어지지 않아 침전조에 스컴이 많았음
- 주택시설은 폭기와 반송라인이 바뀌어 접속되어 있었으며, 이로 인해 폭기조 내 블로워 가동상태를 적절하게 감지하지 못하였음
 - 또한 반응조 내부는 흰 거품이 표면에 가득 차 있었으며, 이는 세제 등의 영향을 받은 것으로 사료됨
- 가정집(주택)은 시설상의 문제라기보다는 관리상의 문제로 IOT 시설이 파손되어 있었고, 처리시설 관리도 미흡한 것으로 조사되었음
- 동물병원은 IOT 시설상의 문제점은 없었지만, 시설 관리상의 문제로 인해 스컴 및 청소상태가 불량하였음

			
신촌향 농원직판장 (농수산 도매업)		친환경제품 코코리제주 (제조업)	
			
솜리식당 (조천읍 비자림로 793)		주택 (조천읍 비자림로 669-12)	
			
주택 (서귀포시 남원읍 남원리 1116)		제이디동물병원 (애월읍 유수암리 1091-3)	

[그림 17] 제주도 IOT 시설 현장점검 사진

- 제주도 현장조사를 통해 개인하수처리시설에 대한 IOT 시설 시 고려할 점은 다음과 같음
 - 제주도는 최근 80개소에 IOT 시설을 추가 설치하면서 기존 시설과 중복되어 설치한 경우가 많아 설치기준을 명확히 하는 것이 필요함
 - IOT 시설은 1개소 당 약 100만원의 비용이 소요되므로, 시설의 관리적 측면을

고려하여 효율성을 담보할 수 있는 시설 중심으로 설치하는 것이 바람직할 것으로 사료됨

- IOT 시설 보급에 따른 실효성을 높이기 위해서는 정상가동 시 수질안전성이 확보될 수 있는 시설에 대하여 우선적으로 보급 지원하는 것이 비용적으로 효율성이 높을 것으로 판단됨
 - 이는 시설에 문제가 있거나 관리적인 문제가 해결되지 않는 경우, IOT 장치가 적절하게 작동한다고 하더라도 방류수 수질기준을 준수하기 어려울 것으로 보이기 때문임
 - 가능하다면, 처리시설의 방류수 수질상태도 모니터링 할 수 있도록 수질 센서가 추가된 IOT 시설 보급이 보다 바람직해 보임
- 블로워가 정상 가동됨에도 불구하고 정상적인 폭기량이 공급되지 않는 경우가 있으며, 전류감지 시스템 외에 정확성을 제고하기 위한 방안 마련이 필요함
 - 제주도 시설 6군데 중 3개소가 블로워가 가동됨에도 폭기량이 현저히 적어 정상운전이 어려울 것으로 판단되었음
 - 이에 대한 대안 마련이 필요할 것으로 사료되며, 필요시 압력감지방식과 함께 적절하게 적용하는 방안에 대한 명확한 기준 설정 필요

다. 국내 대기환경보전법 상 IOT 설치 사례

- 우리나라에서는 2022년부터 대기오염물질 배출량 및 배출허용기준을 준수하고, 방지시설의 적정 가동 여부를 확인하기 위하여 대기환경보전법 시행령 제17조에 대기오염물질 측정기기의 부착 대상 사업장 및 종류 등을 규정하고 있음
- IOT 시설의 설치목적은 방지시설의 가동상태 확인 및 효율적인 관리 등을 통해 대기오염물질 배출을 최소화하고 사업장을 지원하기 위한 것으로 1~3종까지는 굴뚝자동측정기기를, 4종과 5종은 사물인터넷 측정기기를 설치하도록 2022년 5월 3일에 규정을 신설하였음
 - 설치기기는 적산전력계, 굴뚝자동측정기기(유량 및 유소계, 온도측정기, 자료수집기 포함), 사물인터넷 측정기기 등임
 - 사물인터넷 측정기기 부착 대상 시설은 다음의 [표 34]와 같음 (시행규칙 별표9의2)
 - 지원범위는 설치비용의 90%이며, 국비, 도비, 시비의 합계임
 - 통상적으로 400만원에 360만원 정도 지원된 것으로 파악됨

[표 33] 대기환경보전법상 사업장 분류기준 (대기환경보전법 시행령 별표1의3)

종별	1종	2종	3종	4종	5종
오염물질발생량	80톤 이상	20~80톤	10~20톤	2~10톤	2톤 미만

[표 34] 사물인터넷 측정기기 부착 대상 시설

방지시설명	부착 대상 사물인터넷 측정기기	
	배출시설	방지시설
1. 원심력집진시설 (별표4 제3호)	전류계	전류계
2. 세정집진시설 (별표4 제4호)		전류계
3. 여과집진장치 (별표4 제5호)		전류계, 차압계, 온도계
4. 전기집진장치 (별표4 제6호)		전류계
5. 흡수에 의한 시설 (별표4 제8호)		전류계, pH계
6. 흡착에 의한 시설 (별표4 제9호)		전류계, 차압계, 온도계

- IOT 시스템의 운영관리를 위하여 각 사업장과 지자체의 역할을 분담하고, 환경공단의 지원을 받도록 구성하였음
 - 사업장
 - IOT 계측기 부착/등록 관리
 - 데이터 전송
 - 운영 기록부 작성
 - 지자체
 - 데이터 문제 통보 사업장에 대한 지도점검 및 사후 관리
 - 환경공단
 - 시스템 가입 승인
 - 원격 모니터링
 - 전송 데이터 문제 시 지자체 통보

라. 시범 사례를 통한 시사점

- 결과적으로 가동상태 확인기기는 개인하수처리시설의 보조적인 관리 수단으로 활용이 가능하지만, 몇 가지 해결해야 할 부분이 있는 것으로 판단됨

- 기술적 완성도를 높여 가동상태만 확인할 것이 아니라 처리시설이 적절하게 운전되는지 확인할 수 있는 방안 마련 필요
 - 압력센서 등을 활용하여 적절한 공기공급이 이루어지는지 확인할 수 있는 방안 검토
 - 수질 안전성 확보를 위해 방류수 수질센서 또는 시설의 적절한 운전을 확인할 수 있는 센서 기술개발 및 적용 방안 검토
- 기기에 대한 신뢰성 및 정확성을 확보하고, 고장 등으로 인한 비상시 대응할 수 있는 시스템 및 제도 마련
 - IOT 기기 및 기술 표준화를 통해 신뢰성 및 정확성을 높이기 위한 방안 마련 필요
 - 필요시 기술에 대한 인·검증 방안 검토
 - IOT 기술을 통합관리하고, 비상시 대응할 수 있는 IOT 기술센터 구축 필요
- 법 및 제도적인 관점에서 IOT 시스템 확산을 위한 방안 마련 필요
 - 법적, 제도적인 뒷받침 및 교육 등을 통해 건물주들이 적극적으로 설치할 수 있도록 기반 조성 필요
 - IOT 시스템 구축에 따른 경제성 및 수질안전성 등을 다각적으로 검토하고 가치평가를 통해 IOT 시설의 설치 의무화 방안 마련
 - 건물주가 IOT 기기의 설치를 회피하거나, 정상적인 가동을 방해하지 않도록 인센티브 제공 방안 검토
 - 기타 IOT 시설 설치비 및 운영 예산 등을 지원할 수 있도록 재원확보 방안 마련 필요

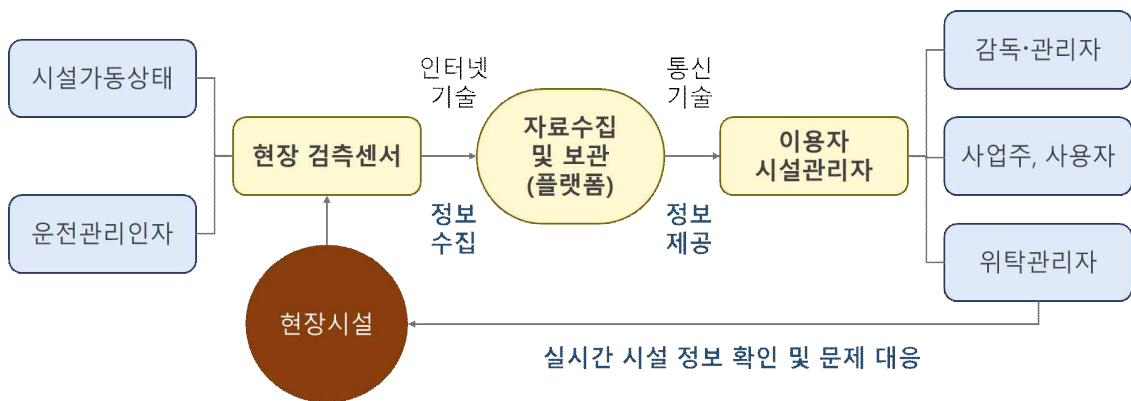
3. IOT 시스템의 현장 적용 연구

가. 가동상태 확인을 위한 전류 및 압력감지 방식 IOT 적용 연구

1) 연구의 개요

- 개인하수처리시설에 대한 사물인터넷(IOT) 기술의 활용 및 적용을 연구하기 위하여 시설 적용방안을 검토하였음
- 개인하수처리시설의 운전에 있어서 대부분의 시설이 활성미생물을 이용하고 있으므로 다양한 미생물 환경(수온, 공기공급, 미생물 상태, 유량 및 유입부하 관리 등) 여건 중에서 가장 중요한 요인은 정상적으로 공기를 공급하여 미생물 활성도를 높여 주는 것임

- 그럼에도 불구하고 많은 소규모 개인하수처리시설은 운영상의 부주의, 전력비 절감 등을 이유로 공기공급 장치를 적절하게 운전하지 않음으로써 수질관리에 문제가 발생하는 경우가 많음
 - 개인하수처리시설은 대형 하수처리장과 달리 시설 수가 많고 관리 인력이 부족하여 관리가 소홀한 경우가 많은데, 특히 생물반응조에서 미생물의 활성을 위해 공기 공급이 필수적임에도 불구하고, 상당수 시설에서는 공기공급용 펌프를 미가동하거나 가동상태를 확인하지 못해 수질이 악화되는 문제가 주로 지적되어 왔음
 - 실제로 현장 방문 조사에서 공기공급의 중단으로 수질이 기준을 크게 초과하는 사례가 다수 발견되었음
- 이에 개인하수처리시설의 이러한 현실을 개선하기 위한 1차 시도로 공기공급 설비의 가동상태를 모니터링 하는 하드웨어 동작 감시 중심의 관리방안이 관련 업체 등을 통해 검토되어 왔음
 - 이는 시설의 정상적인 운전상태를 파악하고 공기공급을 위한 블로워의 정상적인 가동상태를 실시간으로 확인함으로써 개인하수처리시설의 수질개선에 기여하고자 하는 것으로, IOT 기술을 활용하여 실시간으로 시설을 관리하기 위한 연구에 적용되어 왔음
 - 다음의 [그림 18]은 IOT 시스템의 개요 및 흐름도를 나타낸 것임



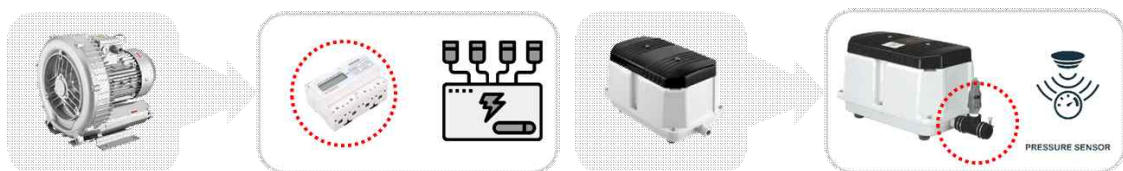
[그림 18] IOT 시스템 개요 및 흐름도

2) 연구방법

- 용인시에서는 2025년 개인하수처리시설 스마트관리시스템 시범사업을 추진하고 있으며 그 내용을 정리하면 다음과 같음
 - 목적: 개인하수처리시설 전원 off 및 에어펌프 고장을 장기간 방치할 경우 미처리 오수의 팔당상수원 오염 우려가 있어 에어펌프 작동상태 등을 실시간

모니터링 하는 시스템을 활용하여 수질개선에 기여하고자 함

- 사업기간: 2025년 4월 ~ 2025년 12월
- 모델명: 개인하수처리 스마트 관리시스템
- 구성품: 센서류, 라우터, I/O 컨트롤러
- 센서류: 압력센서 방식과 전류감지센서 방식을 시설에 적절하게 적용
 - 압력센서 방식: 에어펌프 후단에 설치된 압력센서를 통해 펌프 가동 여부 감시
 - 일정 압력 이하(0.12 kg/cm^2) 및 일정 시간 미가동 상태 지속 시 내용 전송
 - 전류감지센터 방식: 전류흐름이 없을 경우 관리시스템으로 이상 내용 전송
- 시범사업 대상: 소규모 개인하수처리시설 50개소
- 본 연구에서는 용인시의 시범사업과 연계하여 스마트 관리시스템을 모니터링하고 IOT 적용 방안연구의 타당성을 검토하였음
 - 1차적으로 가동상태 확인을 위하여 블로워의 전류량을 검측하여 운전상태를 파악하고, 실질적으로 공기주입이 정상적으로 이루어지는지 확인하기 위하여 압력센서를 활용하여 현장에서 반응조에 공기가 적절하게 주입되는지 확인하는 방식을 적용하였음
 - 이와 같이 수집된 정보는 컴퓨팅 및 무선통신 기술 등을 활용하여 실시간으로 정보 관련자에게 제공되어 개인하수처리시설의 가동상태 및 수질상태를 분석하여 시설의 유지관리를 용이하도록 지원하는 방법임



[그림 19] 공기공급설비 가동상태 체크 방식
(좌) 전류감지센서방식 (우) 압력감지센서방식

- 실질적으로 용인시에 설치된 센서 및 IOT 시설에 의해 전송된 데이터가 화면에 표시되는 방식은 다음의 [그림 20]과 같음
 - IOT 시설은 각 펌프와 연계되어 전류상태를 감지하고 센싱자료를 전송하여 주는 방식으로 운전됨
 - 화면을 보면 전류 및 압력 값을 토대로 정상상태 및 비정상 가동상태를 확인할 수 있으며, 정보는 연속하여 실시간으로 관리자에게 자료를 전송하므로

시설의 관리상태를 원격으로 확인할 수 있음



[그림 20] IOT 시설 설치 및 설치된 모습, 전송된 화면 모습

3) IOT 시스템 시범적용 결과

가) 시범사업 대상 시설 현황

- 용인시에서 실시한 2025년 공공관리비 지원사업(IOT) 신청 및 선정 업체에 대한 기본정보는 다음의 [표 35]와 같음
 - 기본적으로 업체의 기본정보만을 본 연구에서는 제공하였고, 이들 업체들의 IOT 시설 설치 후 통신 신호에 대한 신뢰성 및 운영 시 이상발생 상황 등을 검토하고자 하였음
 - 또한 본 시범사업에서는 일반 블로워의 경우에는 압력감지식으로 설치되었고, 링 블로워의 경우에는 전류감지식으로 설치하였음

나) 시범사업 운영 결과

- 아래의 [그림 21]은 8월 25일부터 10월 2일까지 매일 IOT 가동상태 및 운전상태를 체크하여 만들어진 것임
 - 일부 선이 끊어진 부분은 주말에 기록이 안 된 부분에 대한 것이며, 본 문에서는 이상상태가 발견된 일부 시설에 대한 결과만 제시한 것으로, 정상적으로 가동된 시설은 그림에서 제외하였음
 - IOT 시설의 신호상태는 Y축의 입력 값 4는 정상 가동을 나타내며, 입력 값 3은 1일 미가동, 입력 값 2는 7일 미가동으로 장기 미가동에 따른 생물처리시스템의 문제가 발생할 수 있음을 의미하며, 입력 값 1은 전원 차단된 경우임

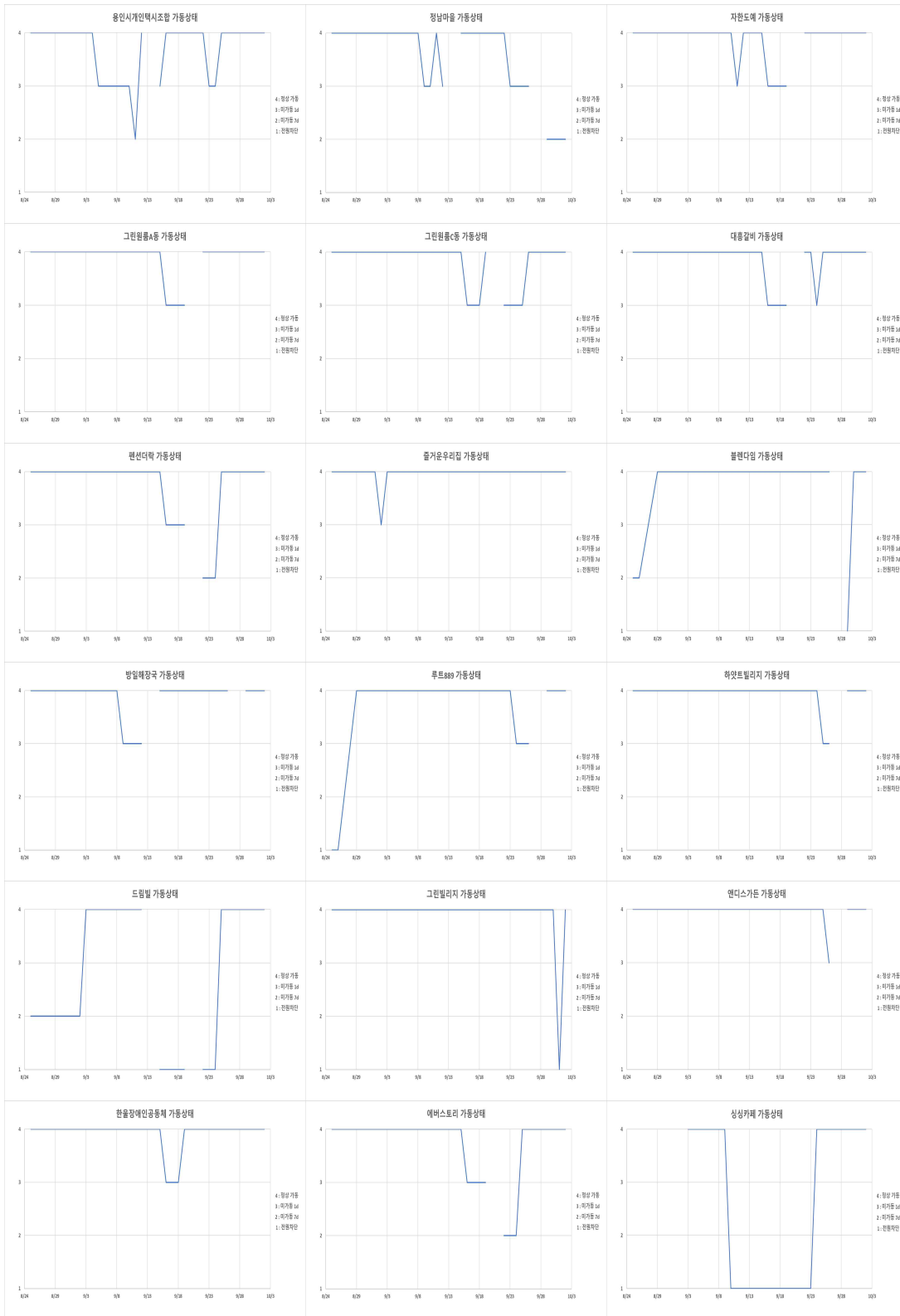
- 이에 입력 값 3의 1일 미가동 시에는 경고 신호음을 관리자에게 전송하고, 입력 값 2의 7일 미가동 및 입력 값 4의 전원차단 시에는 시설점검 및 확인을 위해 방문조사가 필요한 상황으로 인식하였음

[표 35] 용인시 IOT 지원사업 선정 대상 시설

순번	권역구분	상호	주소	용량(톤/일)	용도
1	특대2	영끌드파리	해곡동 175-3	30	일반음식점
2	특대2	이다의숲	양지면 대대리 766	48	일반음식점
3	특대2	덕석과구들장	양지면 제일리 675-1	30	일반음식점
4	특대2	에코그린타운(가동)	양지면 평창리 680(가동)	40	펜션
5	특대2	정마루호박꽃	양지면 제일리 652(남평로 183)	40	일반음식점
6	특대2	킹콩부대찌개	양지면 주북리 560(주북로 129)	49	일반음식점
7	특대2	그린빌리지	양지면 양지리 747-8	30	공동주택(아파트)
8	특대2	미단상사(주)	양지면 평창리 642-1	26	판매 및 영업시설
9	특대2	루트889	포곡읍 마성리 325	26	판매 및 영업시설
10	특대2	싱싱카페	마평동 317-2	20	일반음식점
11	특대2	앤디스가든	양지면 주북리 318-1	10	일반음식점
12	수변	와우정사	해곡동 183(해곡동 224-1)	20	종교시설
13	특대2	대홍갈비	양지면 제일리 662-6	12	판매 및 영업시설
14	특대2	바다향왕코다리	양지면 평창리 667-1(나동)	14	일반음식점
15	특대2	양지유황천 여탕	양지면 양지리 98-3	40	목욕탕
16	특대2	양지유황천 남탕	양지면 양지리 98-3	40	목욕탕
17	특대2	즐거운우리집	양지면 주북리 69(주한로 58)	40	복지시설
18	특대2	새솔마을102동	모현읍 능원리 306-3	8	주거시설
19	특대2	블렌다임	양지면 평창리 667-1(가동)	5	휴게음식점
20	특대2	방일해장국	양지면 평창리 667-1(다동)	5	일반음식점
21	특대2	한울장애인공동체	양지면 주북리 430-1	12	종교 및 복지시설
22	특대2	행복한찹쌀파배기	마평동 126-2	8	일반음식점
23	특대2	자한도예	양지면 송문리 162-2	6	휴게음식점
24	특대2	위크업용인마평점	마평동 294	30	일반음식점
25	특대2	(주)정진푸드	양지면 양지리 392-1	20	공장
26	특대2	유방동임대	유방동 533-16(유방동 536-1)	26	근린생활시설
27	특대2	(주)엔브릭스	해곡동 154-4	20	제조업소

[계속]

28	특대2	하얏트빌리지107동	포곡읍 삼계리 142-1	8	다세대주택
29	특대2	정남마을	양지면 송문리 159-2	20	주거시설
30	특대2	그린원룸C동	양지면 양지리 520-6	20	주거시설
31	특대2	그린원룸B동	양지면 양지리 520-1	20	주거시설
32	특대2	그린원룸A동	양지면 양지리 520-10	20	주거시설
33	특대2	에코그린타운(아동)	양지면 평창리 680(아동)	25	사무소
34	특대2	드림빌	해곡동 154-3	16	다가구주택
35	특대2	(주)호산기술	양지면 주북리 169-1	14	공장
36	특대2	용인시개인택시조합	양지면 남곡리 290-1	16	일반음식점
37	특대2	힐하우스C	남동 584-2	14	단독(다가구주택)
38	특대2	힐하우스B	남동 584-3	14	단독(다가구주택)
39	특대2	힐하우스A	남동 584-4	14	단독(다가구주택)
40	특대2	(주)지팩	모현읍 매산리 288	8	소매점/제조업소
41	특대2	트리움하우스	남동 581-10	18	다가구주택
42	특대2	그린원룸D동	양지면 양지리 520-7	20	주거시설
43	특대2	펜션더락	양지면 주북리 478	8	숙박시설
44	특대2	태영티에스	양지면 송문리 372-15	10	사무소
45	특대2	(주)디앤디(1동)	모현읍 매산리 608-3(1동)	8	사무소/제조업소
46	특대2	(주)디앤디(3동)	모현읍 매산리 608-3(3동)	8	단독주택/제조업소
47	특대2	우여	포곡읍 전대리 446	14	제조업소
48	특대2	김명자	해곡동 174	8	일반음식점
49	특대2	에버스토리	양지면 주북리 463-3	1	숙박시설
50	특대2	옥샘원	모현읍 초부리 152-2	4	제조업



[그림 21] IOT 시설 가동에 따른 이상상태가 확인된 곳의 신호 상태 변화

- 이에 따라 전체 50개의 가동상태를 파악한 결과, 시험운전 기간 중 IOT 전송은 모두 정상적으로 이루어진 것으로 파악되었음
 - 또한 신호에 따른 가동상태에 이상상태를 보인 시설은 본 연구기간동안 총 18개소인 것으로 조사되었음
 - 이는 전체 시설의 36%에 해당함
 - 신호상태를 보면, 대부분의 시설은 1일 동안 미가동 후 복구되는 경우가 많았지만 일부 시설의 경우에는 7일 동안 미가동상태를 유지한 곳도 있었음
 - 1일 동안 잠깐 미가동된 후 복구된 곳은 9곳으로 전체의 18%로 해당하였고, 1일 경고 후 7일 이상 미가동상태로 조사된 곳은 4곳으로 전체의 8%에 해당하였으며, 전원차단 상태에 이른 곳은 5곳의 10%로 조사됨
 - 본 연구 대상지에서 전원 차단까지 발생하지 않은 시설의 경우에는 모두 문제해결 이후 정상적인 운전상태로 복구된 것으로 조사됨
 - 이는 IOT 시설 설치에 따라 시설관리에 유용한 수단으로 활용될 수 있음을 의미하는 것으로 판단됨
 - 이는 시설의 비정상적인 운전상태를 IOT 시스템으로 확인하고, 경고 및 방문조사 등을 통해 문제를 해결함으로써 다시 정상적인 가동상태가 유지될 수 있도록 대응할 수 있는 수단으로 활용할 수 있기 때문임
 - 실질적으로 본 연구에서도 문제가 발생되어 7일간 비정상된 시설에 대해서는 현장방문을 통해 정상상태 확인 및 고장 여부 등에 대해 조사하고 대응했기 때문으로 사료됨
- 다음의 [표 35]는 이상상태에 대한 체크 내용을 정리하여 제시한 것임
 - 대부분의 시설에서 이상상태가 발생한 원인은 펌프고장으로 판단되었고, 일부 시설은 일시적인 전원 차단과 기기 교체 등이 원인이었으며, 그 외에도 원인을 알 수 없는 경우, 누전으로 차단된 경우 등이 있었음
 - 일시적으로 신호가 없었던 13개 시설의 경우 펌프 수리 후 정상적으로 시설이 재가동되었던 것으로 조사됨
 - 하지만 전원이 차단된 경우도 5개소가 있었으며, 일시적 전원 차단, 원인 미상, 기기교체 등 다양한 원인이 있었음
 - 이 중 기기교체 및 누전 등과 같이 불가항력적인 상황에서 전원이 차단된 경우에는 고의적인 미가동상태가 아니며, 수리 후 정상가동이 가능함
 - 하지만 원인을 알 수 없는 3군데는 이유없이 전원이 차단되어 향후 중점적인 관리 및 감시가 필요한 것으로 사료됨
- 또한 실질적으로 IOT 시설에 따른 이상상태가 감지된 시설을 확인하기 위하여

방문하였을 때 펌프는 가동되고 있었지만 공기주입량이 극히 적어서 미가동으로 신호가 발생된 곳도 있었음

- 한울장애인공동체와 펜션더락의 경우 현장방문 시 펌프 가동을 확인했지만 공기 주입량이 적어 비정상 가동상태로 확인되었음
- 에버스토리는 반송펌프와 잘 못 연결되어 미가동 상태로 발신된 것이 확인됨

[표 36] IOT 시설 가동 시 이상상태 분석 및 기간

번호	업소 (대상지)	상태분석	기간	비고
1	용인시개인택시조합	펌프 고장으로 인한 미가동	9/5~9/11	-
2	정남마을	펌프 고장으로 인한 미가동	9/23~10/2	-
3	자한도예	펌프 고장으로 인한 미가동	9/16~9/19	-
4	그린원룸A동	펌프 고장으로 인한 미가동	9/16~9/19	-
5	그린원룸C동	펌프 고장으로 인한 미가동	9/16~9/18, 9/22~9/25	-
6	대흥갈비	펌프 고장으로 인한 미가동	9/16~9/18	-
7	펜션더락	펌프 고장으로 인한 미가동	9/16~9/24	-
8	즐거운우리집	펌프 고장으로 인한 미가동	9/2	-
9	블렌다임	일시적인 전원 차단	9/29	임의 차단
10	방일해장국	원인 미상	9/9~9/12	임의 차단
11	루트889	펌프 고장으로 인한 미가동	9/24~9/28	-
12	하얏트빌리지107동	펌프 고장으로 인한 미가동	9/25~9/28	-
13	드림빌	기기 교체가 필요하여 전원 차단	9/15~9/24	필요 상황
14	그린빌리지	일시적인 전원 차단	10/1	임의 차단
15	앤디스가든	펌프 고장으로 인한 미가동	9/26	-
16	한울장애인공동체	펌프 고장으로 인한 미가동	9/16~9/18	-
17	에버스토리	펌프 고장으로 인한 미가동	9/16~9/24	-
18	싱싱카페	누전으로 인해 전원 차단	9/10~9/23	필요 상황



[그림 22] 비정상 가동상태를 확인하기 위해 방문한 시설 모습

- 결과적으로 IOT 시설을 설치한 곳에서 정상적인 가동상태를 원격으로 확인할 수 있었으며, 비정상 가동 시 일정 기간 관찰 후 현장을 방문하여 문제해결이 가능하다는 사실을 확인할 수 있었음
 - 따라서 본 IOT 시설을 활용한다면 시설관리에 유용하게 활용이 가능할 것으로 판단되며, 이는 생물학적 처리공정에서 중요한 인자인 폭기상태를 정상적으로 운전함으로써 수질개선에 기여할 수 있다는 긍정적인 결과로 판단됨
 - 다만 앞서 조사된 수질상태와 연결하여 분석해 보면 시설이 정상 가동된다고 해도 수질적 안전성을 확보하기 어렵다는 사실을 알 수 있음
 - 결과적으로 가동상태 확인기기는 시설에 대한 운전상태 감시 및 관리에 이점이 있지만, 시설 및 관리적 문제에 따른 수질악화를 근본적으로 해결하기에는 미흡한 면이 있으므로 수질까지 동시에 평가할 수 있는 시스템으로 발전시키는 방안이 마련되도록 할 필요가 있다고 판단됨

나. IOT 시스템에 적용 가능한 수질센서 개발 및 활용방안 연구

1) 연구개요

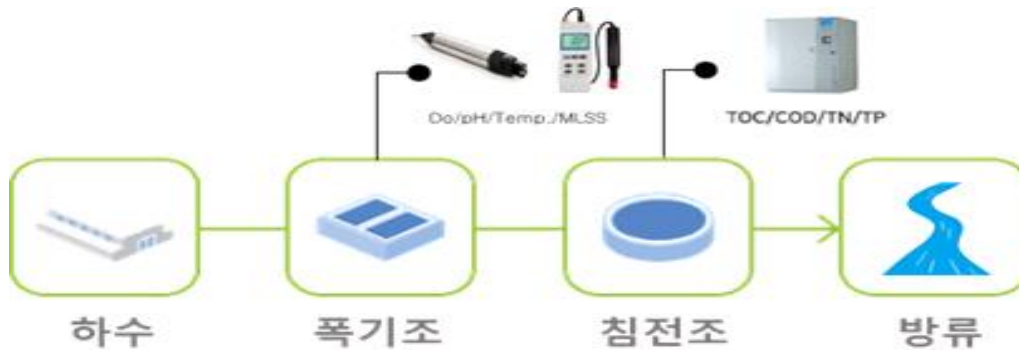
- 앞서 전류감지방식 및 압력감지방식의 센서를 활용한 기술은 단지 시설 블로워 및 운전상태의 정상가동 여부만을 확인하는 시설로서 실질적으로 방류되는 수질에 대한 정보는 알 수 없음
 - 생물학적 처리 공정은 공기만 정상 공급된다고 해서 항상 안정적이지는 않고, 수온, 유입하수의 성상, 미생물 농도 등 다양한 요인에 의해 처리효율이 변동할 수 있으며, 이는 공기공급 이상이 아니어도 비정상적인 처리상태를 초래할 수 있음
 - 결과적으로 전류감지 및 압력감지센서 만으로는 실질적인 공공수역의 수질개선에

한계가 있으므로, 공기공급 이외에 개인하수처리시설이 적정하고 안전하게 처리가 이루어지고 있는지 확인할 수 있는 수질상태 또는 운전인자 등에 대한 추가적인 수질 관련 평가지표의 도입이 필요함

- 본 연구에서는 가동상태만을 파악하는 것만으로는 적절한 수질상태로 처리되고 있는지 확인할 수 없다는 점을 고려하여 정상적인 방류수 수질상태를 확인하기 위한 방안도 같이 검토하였음
 - 앞에서 설명한 바와 같이 공기공급 설비의 미가동상태로 인해 처리가 적정하게 이루어지지 못했던 문제는 공기공급 설비의 가동상태를 확인하고 이를 정상화할 경우 상당부분 개선이 가능할 것으로 판단됨
 - IOT 기술을 적용하여 시설의 운전상태를 확인할 수 있는 관리시스템을 구축한다면 전문인력 부족 문제 및 시설의 비정상적 운영에 따른 문제는 어느 정도 해결이 가능함
 - 하지만 생물학적 처리는 산소가 정상적으로 공급되더라도 여러 다른 요인에 의해 수질 악화 문제가 발생할 수 있으므로, 실제 수질 안전성 확보를 위한 하수처리시설의 적정 처리 여부를 확인할 수 있는 지표 도입이 필요함
 - 즉 실시간으로 수질상태를 측정하고 이상 유무를 판단하여, 이상 발생 시 신속하게 대응할 수 있는 수질 감시 지표가 필요함



[그림 23] IOT 기술 역할 및 수질지표 개발 필요성



[그림 24] 개인하수처리시설 관리를 위한 공정별 평가 가능 항목

- 개인하수처리시설의 수질상태를 확인할 수 있는 방법으로는 반응조 내 용존산소(DO), 미생물 농도(MLSS), 미생물 침전성(SVI) 측정 등과 같이 시설 운전에는 필요한 간접적인 인자를 확인하는 방법이 있음
 - 이들 지표는 전문성을 필요로 하는 인자로서 전문관리인이 부재한 상태에서 개인하수처리시설에 적용하는 것은 기술적인 부담이 있고, 측정장비 및 센서도 비교적 고가이므로 경제적인 측면에서도 불리함
 - 이는 대형 하수처리장과 달리 개인하수처리시설은 시설 수가 많고 전문 관리인력이 부족하기 때문임
 - 따라서 경제적이면서도 수질상태를 직접적이며, 즉각적으로 측정하고 대응할 수 있는 평가지표가 요구됨
- 평가방법에 대하여 다각적으로 검토해 본 결과, 방류수의 탁도를 평가하는 것이 실시간 수질상태를 확인하는 방법 중 가장 유리한 것으로 판단되었음
 - 방류수의 수질을 평가하는 방법 중 BOD 및 SS를 평가하는 방법은 고비용에 직접적인 방류수 수질기준 항목이라는 점에서 사업주의 거부감이 우려됨
 - 현재의 방류수 수질환경기준인 BOD 또는 SS를 지표로 활용할 경우, 현재 개인하수처리시설의 위반율이 높다는 점을 고려하면 수질기준 위반 사례가 급증할 가능성이 있고, 이들 위반 업체에 대한 처리문제 및 이에 따른 민원과 재평가 요구 등 다양한 법적 또는 행정적인 문제가 발생할 수 있음
 - 오히려 극심한 혼란 및 불신, 인력 및 비용 소모 등의 부작용 발생 우려가 있음
 - 이로 인해 사업주들은 시설에 법적 의무가 없는 IOT 시설 설치에 부정적인 견해를 유지할 수 있음
 - 하지만 탁도는 측정이 간단하고, 방류수 수질기준(SS 및 BOD)과 연관성은 높지만 직접적인 법적 평가항목이 아니며, 측정시스템을 구축하는데 있어서 타 항목 대비

경제적이라는 장점이 있음

- 이에 본 연구에서는 방류수 수질 직접 평가항목으로 탁도를 선정하였고, 탁도센서 개발 및 적용방안에 대해서도 검토하였음

2) 연구방법

- 본 연구에서는 향후 비용효율성 및 경제성 등을 고려하여 기존의 탁도계를 활용하지 않고 직접 제작하는 방안을 강구하였음
 - 이는 향후 현장 적용 시 비용 문제로 보급에 어려움이 있을 수 있다는 점을 고려한 것임
- 먼저 탁도와 타 수질항목과의 상관관계를 분석해 보았음
 - 실제로 탁도 평가가 다른 수질항목과 연관성이 높다는 사실은 Zbigniew Mucha 와 Przemysław Kułakowski(2016년)³²⁾ 연구결과에서도 알 수 있음
 - [그림 25]는 탁도의 측정원리 및 SS와 COD의 상관성 등에 대해 분석한 결과를 보여주는 것으로, 탁도 측정을 통해 간단하게 수질상태를 평가할 수 있다는 사실을 알 수 있음

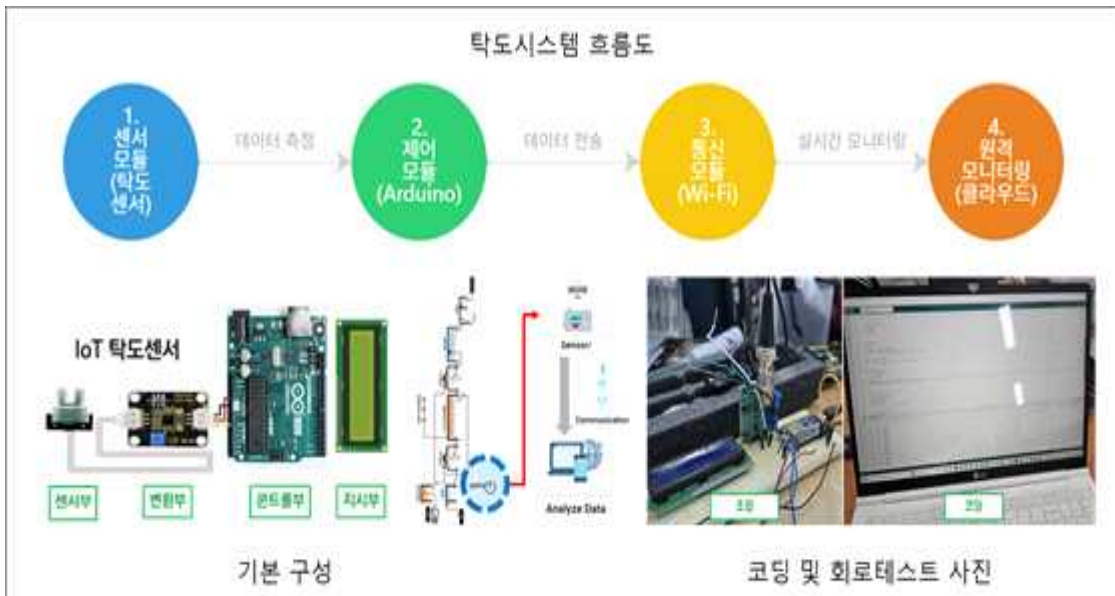


[그림 25] 개인하수처리시설 처리상태 모니터링 방안 (탁도센서 원리 및 수질 연관성)

- 탁도 측정시스템은 경제성을 확보하기 위해 아두이노를 기반으로 하는 회로를 구성하였고 이를 외부에서 원격으로 감시할 수 있는 IOT 방식을 접목하였음
 - 본 탁도시스템에 대한 기본 구성도 및 코딩과 회로 테스트 사진 등을 [그림 26]에 나타내었음

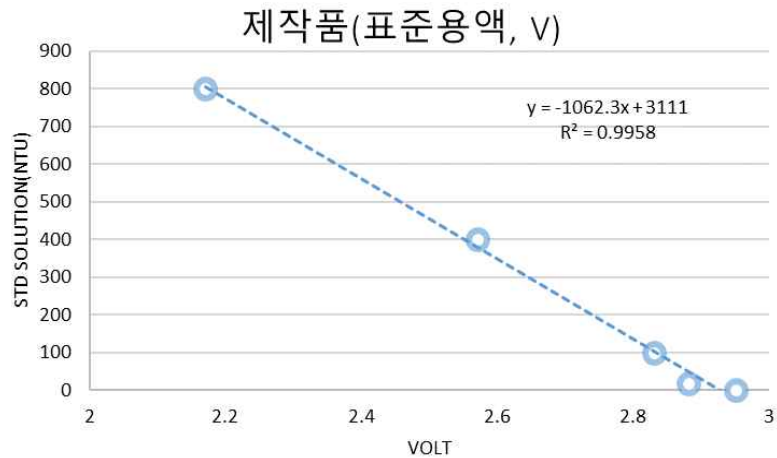
32) Zbigniew Mucha*, Przemysław Kułakowski (2016), Turbidity measurements as a tool of monitoring and control of the SBR effluent at the small wastewater treatment plant - preliminary study, Archives of Environmental Protection Vol. 42 no. 3 pp. 33-36

- 본 시스템은 경제성을 확보하기 위해 Arduino 마이크로 컨트롤러를 중심으로 한 저가형 회로로 구성되었고, 이를 인터넷으로 연결하여 원격 감시가 가능하도록 하였음
- 탁도 센서와 Arduino 보드, 통신 모듈 등의 동작을 확인하기 위해 코딩 및 디버깅 테스트를 수행하였으며, 센서에서 측정된 데이터가 정상적으로 수집·전송되는 것을 확인하였음
- 시스템이 구성된 이후에 상용 탁도계 및 흡광 광도계를 통해 적절하게 제조된 것으로 확인된 표준용액을 본 연구 탁도센서에 적용하여 검량선을 작성한 결과, R²값이 0.99 이상의 높은 값을 보여 수질평가에 활용할 수 있음을 알 수 있음

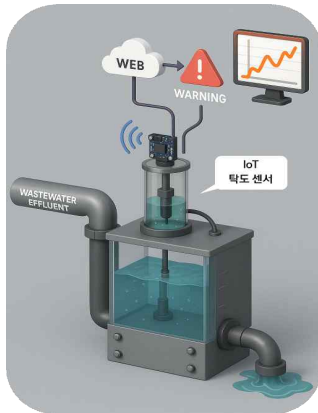


[그림 26] 탁도시스템 기본 구성 및 테스트 모습

- 본 연구는 Lab test를 통해 시스템 보정 및 탁도 값 정확도 검토, 통신상태 점검 등을 수행하였고, 구축된 시스템을 기반으로 용인시의 기흥레스피아에서 현장 연속실험을 진행하였음
- 기존 실험실용 프로토타입을 바탕으로 방수 및 내구성을 고려한 하우징을 설계하였고, 센서의 헤드부분은 하수처리시설 방류구에 침수할 수 있는 구조로 개선하였으며, 센서는 측정 챔버를 별도로 구성하여 밀폐형으로 설치된 개인하수처리시설에서도 적용이 가능하도록 설계하였음
- 현장 연속실험은 10월 2일부터 10월 15일까지 진행하였으며, 현장 적용시험 및 스파이킹 실험 등을 통해 현장 적용 시 통신상태 및 수질 전송상태, 이상 발생 시 감지 가능성 및 정상 신호 여부 등에 대하여 검토하였음



[그림 27] 제작된 탁도계 및 탁도에 따른 검출 값의 상관성 분석 결과



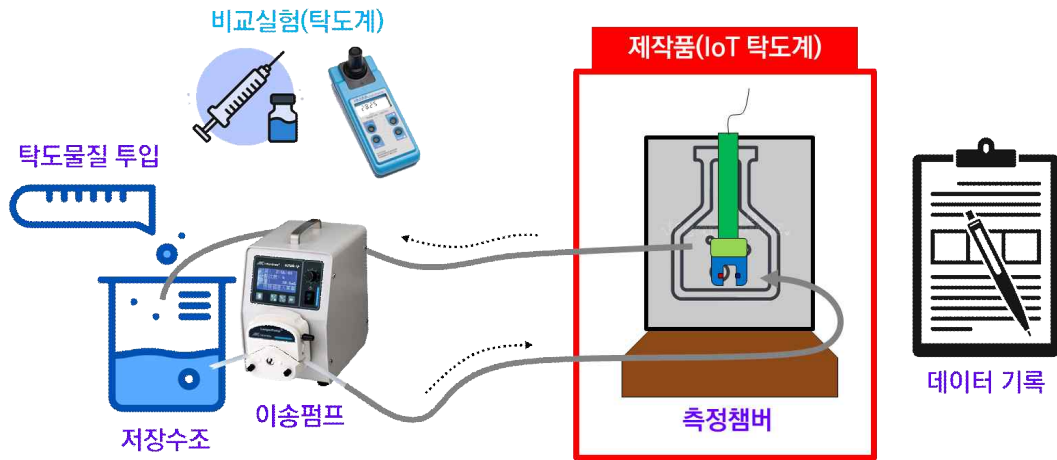
[그림 28] 현장 실험용 탁도센서 및 현장 설치 모습

3) 연구결과

- 앞서 검량선을 통해 탁도 검출 특성이 확인된 센서는 향후 개인하수처리시설 방류구에 설치되어 처리수의 탁도 변화를 실시간 확인해야 하므로, 그에 대한 가능성을 사전에 확인하기 위해 아래의 [그림 29]와 같이 연속실험 장치를 구성하여 블랭크-저탁도-중탁도-고탁도의 순으로 시료를 흘려보내며 탁도 감지 여부를 확인하였음
- 결과적으로, 탁도 물질을 투입한 후 약 1 ~ 2분 내에 센서 출력이 안정적으로 변화하여 새로운 농도에 대응하는 값을 나타냈음
- 또한 탁도 농도가 증가할수록 센서의 출력 전압이 반비례적으로 감소하는 일관된 특성을 확인할 수 있었으며, 이는 센서가 농도 변화에 민감하게 반응하고 있음을 보여주는 것임
- 마지막으로, 제작 센서의 측정값과 상용 탁도계 측정값 간의 상관관계를 분석한 결과,

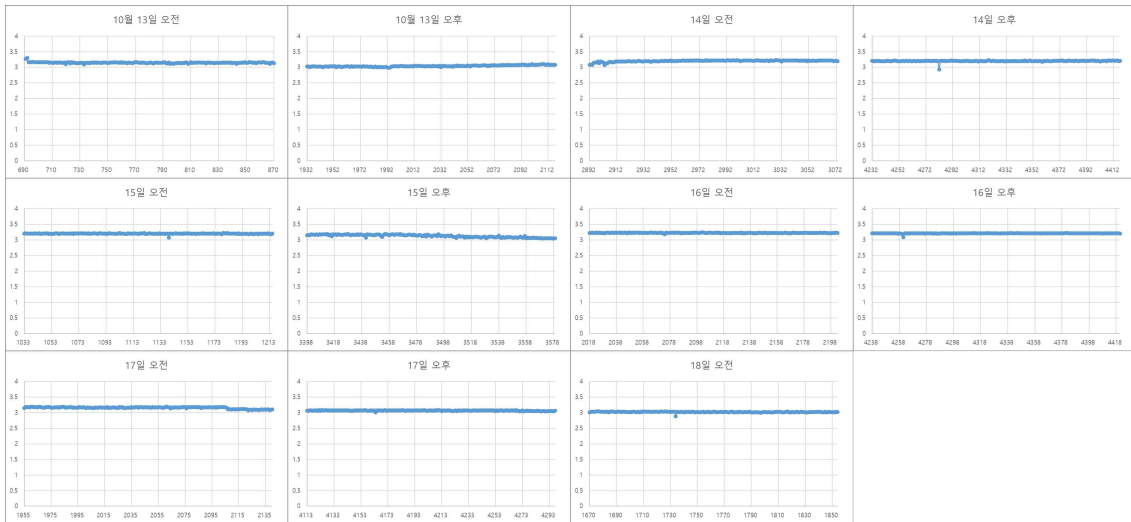
상관계수 R²값이 0.9 이상으로 매우 높게 나타나 연속 흐름 조건에서도 제작 센서가 탁도 변화를 잘 추적하고 있음을 확인하였음

- 결과를 요약하면, 기초 실험을 통해 Arduino 기반 IOT 탁도 시스템이 실내 환경에서 안정적으로 동작하며, 다양한 탁도 농도에 대해 정확한 검출 성능을 보이는 것으로 확인되었음
 - 이러한 결과는 제안된 탁도 시스템이 향후 현장 적용 시 충분한 기술적 타당성을 지니고 있음을 시사함
- 따라서, 제작된 IOT 탁도센서의 현장 적용성에 대한 검토를 진행하였으며, 이를 위해 우선적으로 현장 테스트용 센서를 제작하였음



[그림 29] 연속테스트 실험에 따른 장치 구성안

- 최종적으로는 현장 적용을 위한 연속실험을 수행하였으며, 실험은 기흥레스피아에서 진행되었음
 - 아래의 [그림 30]은 정상 운영 시 검출 특성을 조사한 것으로, 처리수가 양호한 상태에서 운영됨에 따라 IOT 탁도센서의 데이터는 3.0 ~ 3.3 V의 범위에서 안정적인 값을 유지하는 것으로 나타났음
 - 다만, 운전시간이 지속됨에 따라 센서 측정부가 점차 오염되면서 전압값이 약간씩 줄어드는 것으로 나타나 현장 적용을 위해서는 세척 시스템의 적용이 필요하다는 사실을 보여줌

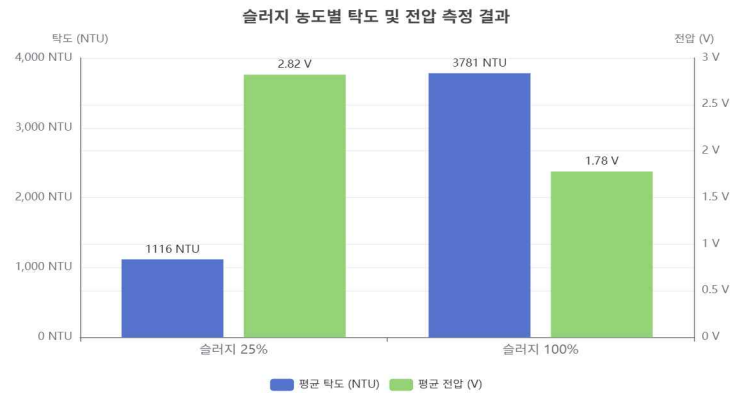


[그림 30] 정상 운영 시 탁도 값 변화(10월 13일 ~ 10월 18일)

- 본 연구에서는 추가로 스파이킹 실험을 통해 돌발상황(수질 이상상태)에 대한 감지 여부를 검토하였음
 - 본 IOT 탁도센서의 개발은 대형 하수처리시설과 달리 무인으로 운영되고 있는 개인 하수처리시설의 운영 효율 증대에 그 초점을 맞추고 있으므로 정상상태에서 비정상 상태로 전환 시 이상 여부를 즉시 감지하는 것이 중요함
 - 이에 슬러지 월류 등으로 탁도 값이 급격히 증가되는 돌발상황을 발생시켜 이에 대한 감지 여부를 확인하고자 Spiking Test를 진행하였음
 - Test는 현장 내 폭기조 슬러지를 채취한 후 이를 처리수로 희석하여 25%(4배 희석), 50%(2배 희석), 100%(무희석) 농도로 시료를 준비하였고, 각 시료를 처리수조에 Spiking한 후 제작 센서의 검출 특성을 조사하였음
 - 결과적으로 슬러지 농도가 증가할수록 센서 출력 전압이 감소하는 경향이 명확하게 나타났으며, 상용 탁도계로 측정한 탁도 값과는 반비례하는 상관관계를 보였음
 - 상세하게 살펴보면, 25%(4배 희석) 슬러지 농도에서는 전압 약 2.8 V 내외의 값이 측정된 반면, 100% 슬러지에서는 전압이 약 1.8 V대로 큰 폭으로 감소하였음
 - 이러한 실험을 통해 제작된 센서가 실제 하수 슬러지의 농도 변화를 정확하게 감지할 수 있음을 재확인하였음
- 연속으로 운영하면서 총 8회에 걸쳐 희석된 슬러지를 순차적으로 투입하여 농도 변화에 따른 감지 특성을 살펴본 결과, 100% 슬러지의 경우 약 2.0 V, 50% 희석된 슬러지의 경우 약 2.5 V, 25% 희석된 슬러지의 경우 약 2.8 V의 전압을 나타내었음
 - 또한 반복된 실험을 통해 제작된 IOT 탁도센서가 실제 현장의 슬러지 농도 변화를 잘 감지해 내는 것으로 확인되었음

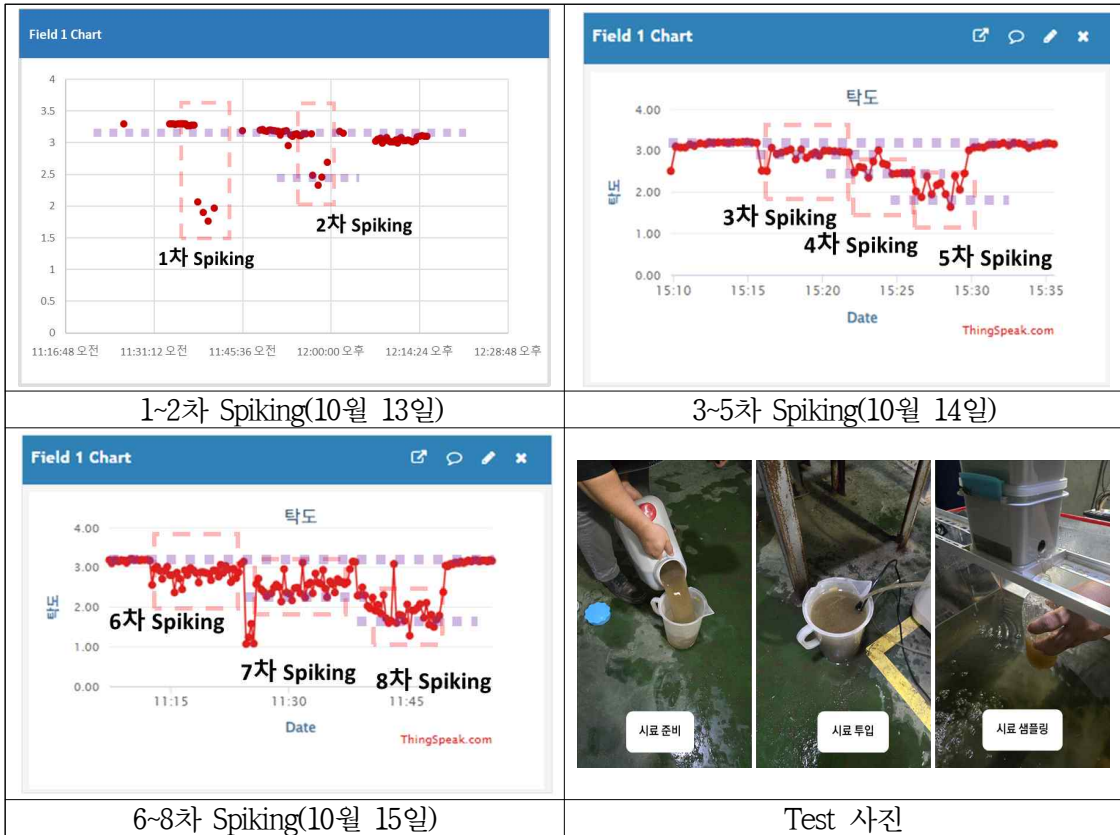


[그림 31] 탁도 시스템의 연속테스트 평가 (시간별 변화)

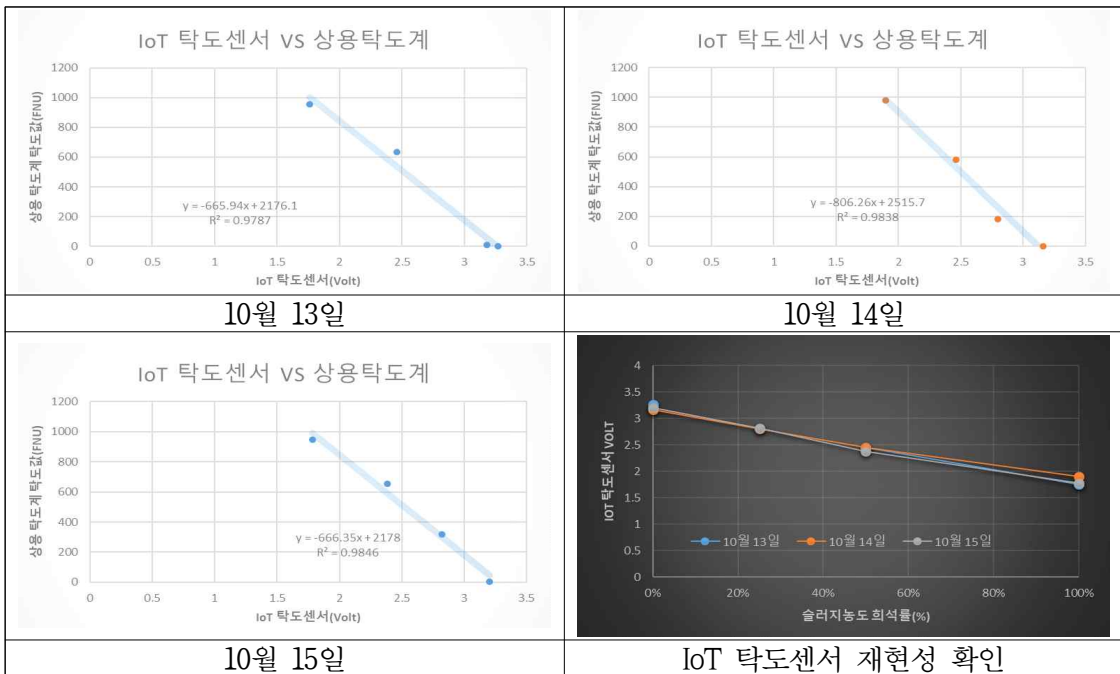


[그림 32] 슬러지 농도 희석에 따른 전압 특성

- Spiking Test 시 채취된 샘플을 대상으로 상용 탁도계를 통한 측정을 병행함으로써 상호 비교를 실시하였음
 - 측정 결과, 아래의 [그림 34]와 같이 제작된 센서와 상용 탁도계의 선형회귀 R^2 값이 0.98 정도로 높게 나타나 제작된 IoT 탁도센서의 경우 현장시료에서도 신뢰성이 높은 것으로 확인하였음
- 결과적으로 제작된 탁도센서는 측정 및 외부 데이터 전송에서 지속적으로 안정적인 동작을 보였으며 돌발상황에 대비한 Spiking Test에서도 농도 변화를 잘 검출하는 것으로 파악되었음
 - 또한, 상용 탁도계와 비교 테스트에서도 높은 상관성을 나타내어 현장 적용 가능성이 높은 것으로 확인되어, 향후 현장 적용 시 개인하수처리시설의 비정상 운영(수질 이상값 출현) 시 신속하게 감지하고 이를 원격으로 관리자에게 잘 전달하여 빠른 조치를 유도할 수 있을 것으로 사료됨



[그림 33] 스파이킹 테스트 결과 및 실험 사진

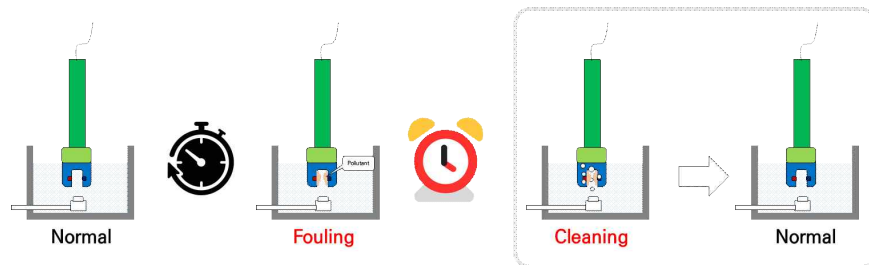


[그림 34] 스파이킹 시료에 대한 비교 분석 결과

- 따라서 본 시스템을 통한 실시간 모니터링과 이를 연계한 경보시스템을 송풍기 가동 제어에 연동할 경우 자동으로 선 대응함으로써, 처리공정의 악화나 방류수 수질기준 미달로 인한 수질 사고를 원천적으로 예방하는 데 기여할 것으로 기대됨

4) 향후 활용방안

- 향후 활용을 확대하기 위해서는 이번 연구를 통해 얻은 경험을 바탕으로 추후 현장 적용 시 고려해야 할 보완점을 도출하여 제시하였음
 - ① 첫 번째는 센서 오염 방지 및 유지보수에 대한 대책이 필요하다는 점임
 - 하수 중에는 부유물질이나 미생물 부착으로 인해 센서 투명창이 오염될 수 있으며, 이는 측정 오차를 유발할 수 있는 것으로 나타나 센서 헤드의 오염 정도를 주기적으로 점검하고, 필요시 자동 세척 장치를 설치하여 센서 표면을 청결하게 유지하는 방안을 검토해야 함
 - 이에 대한 방안으로는 공기 버블링 방식이나 와이퍼 세척기를 센서에 부착함으로써, 일정 주기로 센서를 세척하여 측정 정확도를 유지할 수 있을 것으로 사료됨



[그림 35] 센서 세척 시스템 적용 방안

- ② 두 번째는 센서의 교정 주기를 확립해야 함
 - 현장에서 장기간 운영하면 센서의 감도 변화나 전자부품 열화로 인해 측정값에 편차가 생길 수 있으므로, 정기적으로 표준 탁도액을 이용한 교정 작업을 수행하여 센서를 보정해야 함
 - 최소한 분기별 또는 반기별로 센서의 교정을 실시하고, 그 결과를 데이터에 반영함으로써 장기간에 걸친 측정 신뢰성을 확보해야 함
- ③ 세 번째는 다른 수질지표와의 연계를 통해 보다 포괄적인 시설관리 시스템을 구축하는 것임
 - 탁도는 SS와 밀접한 관련이 있지만, 용존산소(DO), pH, 전기전도도(EC) 등 다른 수질 인자와 함께 모니터링하면 보다 포괄적인 시설관리가 가능해질 수 있음

- 따라서 향후에는 탁도센서와 더불어 다중센서 통합시스템을 구축하여, 종합적인 수질 데이터를 수집·분석함으로써 시설의 운전 상태를 종합 평가하는 방안을 검토할 필요가 있음
- 앞서서도 언급한 바와 같이 본 연구에서 탁도센서를 선정한 이유는 수질 평가 항목과 밀접한 관계가 있고 비용효율성이 높다는 부분이었음
 - 이에 본 연구에서 개발된 탁도계의 경제성을 검토해 보고자 국내외 유사 제품들의 가격을 조사해 보았고, 제작이 가능한 예상 비용을 제시하였음
 - 아래의 [표 37]와 [표 38]은 국내 및 국외의 탁도계 가격을 나타낸 것임
 - 센서부만 대상으로 검토해 보면 국내의 경우에는 200만원 ~ 600만원, 외국산의 경우에는 400만원 이상인 것을 알 수 있음
 - 본 연구에서 개발된 개인하수처리용 IOT 탁도센서는 Arduino 등의 저가 부품을 활용하여 구축되었기 때문에, 기존 상용 탁도 모니터링 시스템 대비 초기 설치 비용을 크게 절감할 수 있을 것으로 전망됨
 - 예를 들어, 해외 유명 업체의 상용 탁도계는 1대당 수천 달러에 이르는 반면, 본 시스템의 부품 비용은 통신 부분을 포함하더라도 수백 달러 수준(기존 제품의 약 1/5~1/10 수준)으로 예상됨
 - 현재 센서부 기준으로 예상되는 가격은 높게 책정해도 50만원 ~ 60만원임
 - 또한 본 시스템은 오픈소스 소프트웨어와 표준 통신 프로토콜을 활용할 수 있고, 쉽게 유지보수 및 기능 확장이 가능하다는 장점이 있음
 - 기존 상용 시스템의 경우 제조사의 독점 소프트웨어와 전용 통신망을 사용하여야 하므로 추가 비용이 발생하지만, 본 시스템은 일반 인터넷망을 통한 데이터 전송이 가능하고, 필요한 경우 사용자 정의 알고리즘을 적용하여 데이터를 분석할 수 있음
 - 이러한 유연성과 비용효율성은 향후 개인하수처리시설 관리에 본 탁도 시스템을 도입할 경우 높은 비용편익을 제공할 것으로 판단됨
 - 하지만 개인하수처리시설 수가 많고 설치되는 탁도 센서의 수량이 비례적으로 증가할 경우, 기존 무료 시스템을 활용하는데 한계가 있을 수 있으므로 전용 서버의 구축 등이 병행될 필요성이 있음

[표 37] 국내 유통 탁도계 가격 비교

품명/모델명 예시	제조사	센서부 (예상가)	데이터수신부 (예상가)	무선전송부 (예상가)	예상 총합 (VAT 별도)	주요 특징
TSC-10-D + 컨트롤러	OPTEX (일본)	200 ~ 300만원	150 ~ 250만원		400 ~ 600만원 + α	국내 다수 적용, 검증된 안정성, 자동 와이퍼, Modbus 지원
TC-7100R S-100	SUNTEX (대만)	300 ~ 450만원 (일체형)	별도 구성	300 ~ 450만원 + α	600 ~ 900만원 + α	레이저 광원 기반 최고 수준의 정밀도, 데이터 신뢰도 최우선시 선택, 자동 와이퍼
DWS-7100 B-탁도	대원계기 산업 (국산)	600만원	별도 구성	별도 구성	600만원 + α	국산 제품의 신속한 기술 지원, 맞춤형 시스템 구성

[표 38] 국외 유통 탁도계 가격 비교

품명/모델명 예시	제조사	센서부 (예상가)	데이터수신부 (예상가)	무선전송부 (예상가)	예상 총합 (VAT 별도)	주요 특징
TU5300sc + sc4500	HACH (미국)	400 ~ 600만원	300 ~ 500만원	별도 구성	700 ~ 1,100만원 + α	레이저 광원 기반 최고 수준의 정밀도, 데이터 신뢰도 최우선 시 선택
EXO Sonde+ IQ SensorNet	YSI (미국)	300 ~ 400만원	400 ~ 600만원	200 ~ 300만원	900 ~ 1,300만원 + α	레이저 광원 기반 최고 수준의 정밀도, 데이터 신뢰도 최우선 시 선택
RA0710	Netvox (중국)	3000만원 내외 (일체형)		(일체형)	300만원 + α	저전력 모듈형 무선(로라) 시스템, 무선통신이나 LTE 무선 인터넷과 차이가 있음

4. IOT 시스템 확대 적용 방안

가. IOT 시설 확대를 위한 기본 방안

- IOT 시설의 원활한 보급을 위해서 우선적으로 고려할 요소는 적절한 예산 확보 및 분배, 적용 대상 범위 설정임
 - 현재 개인하수처리시설은 경기도에만 2024년 기준 207,586개소가 있어 이들 모두에게 IOT 시설을 보급하는 것은 예산적으로 한계가 있음
 - 따라서 IOT 시설 보급 시 예산을 고려하여 적절한 예산분배 및 적용 범위를 설정하는 것이 효율적으로 사료됨
 - IOT 시스템 구축 측면에서는 우선적으로 정상 가동상태 확인기기를 적용하고, 향후 수질 측정장치(탁도 등)까지 확대하는 점진적 방식으로 접근하는 것이 타당할 것으로 사료됨

- 구체적으로 팔당호 수질과 직접적인 관련이 있는 수변구역과 상수원 보호구역
→ 특별대책지역 I → 특별대책지역 II의 순으로 범위를 점차 확대하여 적용하는 방안이 바람직할 것으로 사료됨
 - 경기도 내 개인하수처리시설(50 m³/day 이하)을 대상으로 상수원보호구역과 특별대책지역I, 특별대책지역II 지역으로 구분하여 각 시설수를 인구비례로 적용하여 산정해 본 결과, 상수원보호구역은 23,427개소, 특별대책지역I은 11,037개소, 특별대책지역II는 11,342개소인 것으로 산정됨
- 현재 개인하수처리시설 현장조사를 통해 파악된 바에 따르면 IOT 시설로는 펌프 및 블로워 등의 정상적인 가동상태만을 검출하기 때문에 수질 안전성을 파악하기 어렵고, 실제로 현장조사에서 정상가동임에도 불구하고 방류수 수질 기준을 대부분 준수하지 못한 점을 고려할 때 적용대상지 선정 조건을 명확히 하여 적용 효율성을 높일 수 있도록 해야 함
 - 즉, 시설적인 문제로 수질기준을 만족시키기 어려운 시설에 대해서는 IOT 시설 적용을 유예하거나 수질 검토가 가능한 센서 기술이 병합되어 적용되는 것이 타당함
 - 실제로 본 연구에서는 50 ~ 60만원대의 저렴한가면서 IOT 시설 적용에 적합한 탁도센서를 개발하여 제시하였으며, 수질 상관성이 높음을 증명하였음
- 또한 적절한 예산분배 및 지원 비율 설정을 통해 사업 효과를 극대화하기 위한 노력이 필요함
 - 통상적으로 국비, 도비, 지자체 비율을 설정하고, 사용자 비용 부담 비율도 검토해야 함
 - 예산은 팔당호 특별대책지역이라는 점을 고려하여 한강수계관리기금을 활용할 수 있는 방안도 검토가 필요함
 - 경기도 IOT 가동상태 확인기기 시범사업에서는 도비 : 시·군비 : 자부담 비율을 3 : 5 : 2이었음
 - 또한 용인시 IOT 시설 시범사업에서는 기금 : 시비 : 자부담 비율이 6 : 2 : 2이었음
 - 대기방지시설 IOT 지원사업에서는 국비 : 도시 : 시비 : 자부담 비율이 50 : 20 : 20 : 10이었음
- IOT의 시설적인 부분에 있어서는 IOT 기술표준화 및 수질개선을 위한 센싱 기술의 확대라고 할 수 있음
 - IOT 시설은 센서 및 통신, 데이터 송출 및 저장 등으로 구성되며, 각 보급 업체에 따라 다른 방식을 사용하고 있으므로 사용자 및 관리자의 편의성과

효율성을 고려하여 기본적인 표준안이 제시될 필요가 있음

- 표준화에 따른 장점은 제품의 신뢰성을 높이고 비용을 절감할 수 있으며, 중복설치 등을 방지하는데 유용함
- 특히 전류감지센서와 압력감지센서를 활용하는 방안에 대해서도 시설에 따라 적절한 방식을 적용할 수 있도록 합의가 필요함
 - 앞서 조사과정에서 나타난 바와 같이 블로워가 가동되고 있음에도 적절한 공기주입이 이루어지지 않는 경우가 있었다는 점을 고려하여 시설 특성에 따라 적절하게 가동상태를 확인할 수 있도록 방안을 검토해야 함

○ IOT 시설에 의한 가동상태만 확인하는 것도 큰 의미가 있지만, 실질적인 수질 안전성을 확보할 수 있도록 수질이나 운전 인자를 감지하고, 비정상가동 시 대응할 수 있는 체계 구축이 바람직함

- 앞서 수질안전성 확보를 위해 본 연구에서는 탁도 측정시스템을 방류구에 설치하는 방안을 검토하였으며, 충분히 수질의 이상상태를 확인할 수 있다는 결과를 얻었음
 - 본 연구에서 탁도센서를 평가항목으로 선택한 이유는 SS와 상관성이 높고, BOD와도 연계된다는 점을 고려한 것임
 - 또한 시설 및 측정이 간단하고 센서 비용이 저렴하다는 관리적/경제적 측면을 고려한 것임
 - 마지막으로 수질기준 항목으로 했을 때 사업주의 심리적 부담을 줄 수 있다는 점과 기준 초과 시 일일이 대응해야 하는 관리자의 혼란을 막자는 것으로, 탁도 값이 이상값을 보일 경우 수질적 문제가 발생한 것으로 관리에 신경 쓸 수 있도록 경고를 발송하고, 이것이 반복될 경우 지도감독을 위한 방문을 통해 시료를 채수하여 정식 수질분석으로 수질 위반 사항을 고지하는 것이 혼란을 막는 방법으로 판단되기 때문임
 - 실제로 앞서 개인하수처리시설의 위반율을 볼 때, IOT 시설을 현재 방류수 기준항목인 SS나 BOD로 할 경우 수시로 경고음이 발생할 것이고, 이를 확인하는 과정에서 많은 민원 및 항의, 검증 등으로 행정력 손실이 우려된다는 점을 고려한 것임

□ IOT 시스템 구축 확산을 위해서는 자발적으로 시설 설치를 유도하기 위한 방안 마련이 필요함

- 이는 시설비 지원과 별도로 IOT 시스템 설치 시 유지관리 측면에서 인센티브를 줄 수 있는 방안 마련을 포함함
 - 예를 들면, 시설 소유주에게는 매년 실시되는 시설개선사업 시 우선권을 주어

시설관리에 도움을 주거나 전문가 기술지원 혜택, 시설점검 횟수 감소 등으로 시설관리의 편의성을 제공해 주거나 애로사항을 해결해 주는 등의 인센티브를 제공하여 자발적/적극적으로 IOT 시설 설치에 참여할 수 있도록 하는 것임

나. IOT 시설에 필요한 자원 검토

- IOT 시설 적용 시 소요되는 비용을 산정하기 위하여 앞서 언급한 지역별 개인하수 처리시설 수를 기준으로 필요 금액을 산정해 보고자 하였음
- 시설비는 펌프의 개수 및 종류 등에 차이가 있고 포함되는 장치에 따라서도 금액이 모두 상이하므로, 본 연구에서는 용인시에서 적용된 IOT 시설을 기준으로 산정하여 제시하였음
 - 이에 펌프 4대 적용에, Router, Sensor 등을 포함하여 시설비가 50 ~ 60만원으로 추정되고, 설치 및 시공비까지 포함할 경우 80 ~ 100만원 정도 소요될 것으로 판단됨
 - 여기에는 I/O Interface, C/T Interface 등도 포함되며, 외부 ANT 등 변수 요인 등도 어느 정도 감안된 금액임
 - 다만 펌프 대수의 증가 및 별도의 시설 등이 추가될 경우에는 비용 증가가 필요하므로, 이번 금액은 대략적인 사업비 산정을 위한 기본 자료임
 - 또한 통신 요금은 통신사 및 요금제에 따라 상이하고, 다회선 계약 시 약정 할인 등이 포함되지만, 본 연구에서는 구체적인 별도 내용은 무시하였음
 - 본 연구에서는 통신사별 무선통신용 요금제를 참고할 수 있도록 [표 39]에 제시함

[표 39] 무선 통신용 요금제 비교

통신사	요금제명 (예시)	월 기본료	기본 데이터	유심비	특징
S사	LTE IoT 120	12,000원	1GB	7,700원	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 다양한 IoT 기기와의 호환성 ✓ 안정적인 커버리지
K사	데이터투게더 (M2M)	11,000원	500MB	7,700원	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 스마트폰 데이터 공유 가능 ✓ 저용량 데이터에 유리
L사	LTE 데이터 500MB	10,000원	500MB	8,800원	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 경쟁력 있는 요금 ✓ 다양한 산업용 솔루션 제공

- 위에서 산정된 금액 중 설치 시공비까지 포함된 중간값을 기준으로 하면 1대 설치에

90만원이 소요되는 것으로 사료되며, 팔당상수원보호구역 및 특별대책지역I, 특별 대책지역II에 IOT 시설을 설치하는데 소요되는 금액은 다음의 [표 40]과 같음

- 여기서 2017년부터 2023년까지 전국 오수처리시설 비율의 평균 증가율(약 3.5%)을 적용한 팔당상수원보호구역, 특별대책지역 I, 특별대책지역 II의 각 신규시설 증가 수는 820개소, 386개소, 397개소로 산정됨
- 앞서 언급한 바와 같이 시설적 문제가 있는 시설은 IOT 시설 설치의 효율성이 떨어진다는 점을 고려하여 우선적으로 신규시설만, 시설적 검토 후 전체 중 선정된 기존 시설 20%만, 신규시설과 기존 시설 각 20%씩만 IOT 시설 설치 사업을 시행한다고 가정했을 때 필요한 금액을 산정한 결과는 [표 40]에 제시하였음
 - 이에 따른 전체 산정 비용은 약 97억 정도이며, 본 금액은 연간 필요 예산 정도를 임의로 파악해 보기 위한 것임
- 또한 시설적 문제가 있는 시설은 IOT 시설 설치 효율성이 낮으므로 이를 제외하여 보급한다면, 4년 이내에 기존 시설 보급이 완료될 수 있을 것으로 사료됨 (기존 용인시 시설에서 기준을 초과한 20%를 적용했을 경우임)

[표 40] 팔당수계 내 주요 지역의 IOT 시설 설치 시 소요 비용

구분	상수원보호구역	특별대책지역I	특별대책지역II	전체 합계
신규 만	737,950,500	347,665,500	357,273,000	1,442,889,000
기존 20% 만	4,216,860,000	1,986,660,000	2,041,560,000	8,245,157,889
기존 20%+신규	4,954,810,500	2,334,325,500	2,398,833,000	9,688,046,889

- 여기에 앞서 수질 평가 장치인 탁도계를 부착할 경우, 최대 금액인 60만원을 적용하면 1개소 당 150만원 정도 소요될 것으로 사료됨
 - 이와 같은 경우에는 기존 20%와 신규 전체로 하여 세 지역 전체 금액은 약 161억원 정도로 상향됨
- 개인하수처리시설의 설문조사 결과에서 정부 지원금은 공무원 등이 약 60%, 위탁 관리자가 80% 이상을 요구하였다는 점을 고려하여 적정 비율은 70% 내외로 사료됨
 - 이에 정부 지원금을 70%로 적용한다면, 사업주의 부담금은 약 27만원 정도인 것으로 예측됨

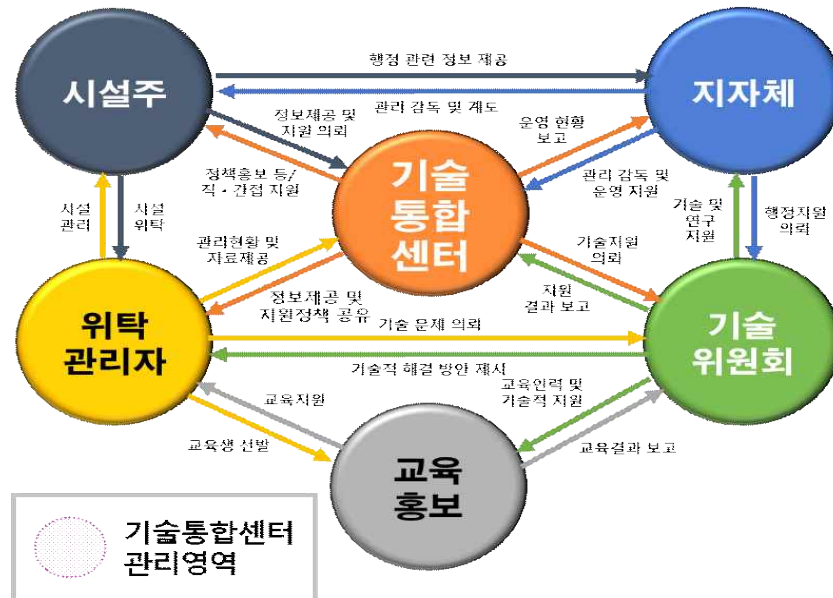
다. 법 및 제도적 보완

- 경기도 내 개인하수처리시설에 IOT 시설을 의무 도입하기 위해서는 현행 하수도법의 개정이나 경기도 및 각 시·군의 조례를 강화하여 법적, 제도적 근거를 확보하는 것이 필요함
 - 현재 하수도법상으로는 IOT 시설 설치가 법적으로 의무화가 되어 있지 않기 때문에 지자체별로 설치를 위한 적극적 행정에 어려움이 있음
 - 지자체에서도 비용적 부담 때문에 선도적으로 나서서 사업을 진행하기 어려운 부분이 있으므로 법적 체계를 갖출 수 있도록 대기환경보전법을 참고하여 법률적 체계를 강화하는 방안을 모색하는 것이 필요함
 - 예를 들면 현재 하수도법 제34조제4항의 “개인하수처리시설을 설치하려는 자는 대통령령으로 정하는 기준에 적합하게 설치하여야 한다”는 규정에 따라 하수도법 시행령 제24조제3항의 별표 1의6(개인하수처리시설의 설치기준)에 추가로 가동상태 확인기기를 설치할 수 있는 근거 및 기준을 제시하여 신규시설부터 설치할 수 있도록 하는 것임
 - 또한 현재 하수도법 40조제1항(개인하수처리시설에 대한 개선명령)의 시설의 개선명령 시 “가동상태를 확인할 수 있는 기기의 설치 등 필요한 조치를 명할 수 있다”는 조항을 들어 개선명령 이행 점검에 IOT 시스템 구축을 포함하도록 각 지자체에서 행정 지도하는 방안도 검토 필요
 - 경기도에서는 “경기도 개인하수처리시설 개선 및 위탁관리비 지원 조례” 중 제10조(업무의 위임)에 각 시장·군수에게 시설의 개선 및 지원에 관한 사항을 위임할 수 있도록 하였음
 - 이에 따라 개인하수처리시설에 대한 시·군별 조례 내용이 상이하고 체계적인 IOT 시스템 구축 사업에 어려움이 있으므로, 체계적인 IOT 시스템 기반 구축을 위하여 경기도 조례에 관련 내용을 추가하는 방안 마련 필요
 - 현재 지자체별로 각각 시범사업을 별도로 하는 경우가 많으며, 이로 인해 시설 효율성과 경제성, 시설 신뢰성 등에 어려움이 발생할 수 있으므로 이를 통일하고 표준화하여 효율성 및 비용 경제성, 신뢰성 등을 높일 수 있도록 해야 함
 - 이는 지역별 관리제도의 차별성에서 나타나는 제도적 한계를 극복하고 향후 혼란을 방지하며, 체계적인 관리 기반 구축에 기여할 것임
- IOT 시설 설치를 유도하는 방안과 함께 중요한 것은 IOT 시설 설치비 및 관리비 등에 대한 지원방안을 마련하여 시설 사용자의 적극적인 참여를 유도함으로써

사업의 실효성을 높이는 것임

- 경기도 조례의 별표 내용을 개정하여 시설개선비 및 신설 시설 중 필요한 경우 IOT 시설 설치를 유도할 수 있도록 IOT 시스템 구축 비용 중 일정 비용을 지원하는 방안 검토 필요
 - IOT 시설 설치에 따른 사회적 편익 등을 고려하여 지원 비용을 검토
 - 이는 IOT 시설 비용 지원을 통해 공공수역의 수질개선 및 지역 사회의 생활환경 개선에 기여하기 위함임
- IOT 시설을 설치한 후에도 비정상가동으로 인해 수질기준을 초과하는 경우에는 법에서 규정하고 있는 벌칙금 외에 IOT 시설 설치와 관련된 비용을 회수하는 등 별도의 방안 마련도 필요함
- IOT 시설에 따른 데이터의 수신 및 보관/관리, 빅데이터 구축 및 분석, 개선방안 도출 등 다양한 통합적 업무를 수행할 수 있는 기술통합센터가 필요함
 - 여기에는 현재 각 위탁관리자 및 사업주 등에게 시설 및 운영/관리상 나타나는 문제점 등에 대하여 기술적으로 지원해 줄 수 있는 기술위원회 구성 포함
 - 이를 통해 개인오수처리시설의 현안문제 해결은 물론 축적된 빅데이터 해석 및 활용 방안, 제도적 보완, 운영 효율화 방안 등에 대한 피드백을 통해 본 기술통합센터의 위상 확립에 기여
 - 또한 이는 기술관리인 선임제도를 보완하고 전문관리업체의 전문성에 더해 기술위원회를 통해 고도화된 기술인력의 양성 및 개인하수처리시설 관리업무의 실효성을 강화하는데도 이점이 있음
 - 현재 시설주 및 관리자들에 대한 기본 지식을 습득하고, 시설관리 중요성을 인식시킬 수 있도록 주기적인 교육프로그램을 운영할 수 있는 기관도 같이 통합하여 추진하는 것이 바람직함
 - 각 기관은 연관 네트워크를 강화하고 통합 관리할 수 있는 체계를 구축하여, 상호 유기적인 네트워크를 통해 지역 현안문제 해결 및 제도적 사각지대 해소, 관리 효율성을 강화할 수 있도록 해야 함
 - 그에 따른 기본적인 구상으로 아래의 [그림 36]에 제시하였음
 - 기술통합센터는 현재 팔당호 현안문제에 가장 적극적으로 대응 가능한 경기녹색환경지원센터가 맡고, 경기도물산업협회, 한국생활하수협회 등 관계기관과 협력하여 구축하는 것도 고려해 볼 수 있음
 - 통합지원센터의 역할을 요약하면 다음과 같음
 - IOT 시설 지원 연계
 - 시설 관련 IOT 정보 수집 및 빅데이터를 통한 시설관리 개선방안 제시

- 제도 사각지대 해소를 위한 전문가 지원제도 구축 및 정책 제안
- 지역단위 네트워크 구축 및 관리 효율성 강화
- 개인하수처리시설에 대한 운영지원 및 전문 자문 연계
- 지역 시설주 및 시설관리자 등에 대한 교육 지원
- 안전한 시설관리 및 운전 등에 대한 교육 및 홍보



[그림 36] IOT 시설관리 및 지원을 위한 기술통합센터 구축안

제6장 연구결과 및 활용방안

제1절 연구결과 요약

1. 개인하수처리시설 법령 및 제도 분석

가. 개인하수처리시설 관련법 조사결과

- 하수도법은 기존 「하수도법」과 「오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률」로 이원화되어 있던 것을 2006년 9월에 통·폐합하여 전부 개정하고 2007년 9월부터 현재까지 시행되고 있음
 - 「하수도법」이 2013년 개정되면서 시·도지사 등 지방자치단체에서 직접 또는 위탁 운영관리가 가능하도록 개정되었고, 2022년 하수도법이 일부 개정되면서 지자체에서 개인하수도 설치 기준을 제정할 수 있도록 하였음
 - 이는 지자체의 현황 및 특성을 고려하여 개인하수처리시설 기준을 설정할 수 있도록 하기 위함임
- 또한 법적으로 개인하수처리시설의 보급 및 확대를 위해 정부에서는 기술적/재정적 지원을 할 수 있음
 - 또한 “팔당·대청호 상수원 수질보전특별대책지역 지정 및 특별종합대책” 제19조에 특별대책지역 지정 시 지원 방안이 일부 제시되어 있음
 - 특별대책지역 지정에 따른 지원사업 대상은 수질보전을 위한 환경기초시설 설치·운영, 생활환경 조성 사업, 소득원 개발사업 등임
 - 경기도 조례에서도 50 톤/일 이하의 시설에 대해서는 위탁관리비에 포함되는 비용 범위에서 지원이 가능함
 - 보조금은 국비, 도비, 시·군비 및 한강수계관리기금 전입금으로 구성됨
 - 지원비 신청은 시장·군수에게 관리자가 신청할 수 있도록 하고 있음

나. 개인하수처리시설 관리계획

- 국가하수도종합계획(2016~2025)에서 하수도 국고보조사업에 대한 개인하수도 설치지원은 2016년부터, 개인하수도 공공지원은 2017년부터 실시

- 팔당지역을 대상으로 “개인하수도 관리지역” 지정 및 공공관리시범사업 추진
 - 공공관리 확대를 위해 공공관리 편입 유도 방안과 시설 설치 및 운영비 지원 등 검토
- 소규모 하수처리시설 설치 및 운영관리 강화
 - 마을 하수처리시설 우수사례 공유, 하수처리구역 밖 오수처리시설 설치 의무화로 전환 등
- IOT 및 ICT 등 4차 산업기술을 활용한 물 기반시설 관리 선진화 추진
- 한강유역물관리종합계획(2021~2030)의 주요 내용은 다음과 같음
 - 수질 민감지역의 환경기초시설 방류수 수질관리 강화
 - 경기도 개인하수도 관리지역 지정 공고(2022년 1월)
 - 수질 민감지역 특성을 고려한 수질기준 강화 및 개인하수처리시설 공공관리 체계 구축
 - 소규모 하수처리시설 통합·연계 처리 유도 및 개별처리시설의 운전상태 적정 여부 원격 확인·관리
 - 소규모 하수처리시설의 통합·연계 유도 및 통합원격관리시스템 구축
 - 소규모 하수처리시설의 거점처리장(지자체 관제)과 유역하수도 지원센터가 연계될 수 있도록 스마트 통합관리시스템 구축
- 제주도의 경우에는 자체적인 연구용역을 통해 개인하수처리시설 현황, 운영관리 실태 등을 조사·분석하고, 개인하수처리시설 전문관리 방안 및 방류수 수질기준 개정안 등 제안
 - 현행 하수도법에서는 50 m³ 이상인 시설에 기술관리인을 선임하게 되어 있으나, 향후 기술관리인 선임 기준을 단계적으로 범위 확대
 - 개인하수처리시설의 방류수 수질기준 강화
 - 기타 다음과 같은 안을 제시하였음
 - 지도점검에 필요한 인력 부족 및 관리의 어려움 등과 같은 문제를 해소하기 위해 전문가를 활용한 지도점검 확대 필요
 - 수질 향상을 위해 강화된 침전분리조 추가 및 생물반응조 용적 향상
 - 지하수 오염 우려지역 중점관리
 - 사물인터넷(IOT) 기반 모니터링시스템 구축
 - 설치신고 및 설계·시공에 대한 관리·감독 강화

2. 개인하수처리시설 조사 및 연구

가. 현장조사 결과

- 현장조사는 용인시 내 19개 개인하수처리시설을 대상으로 실시하였음
 - 현장조사는 경기녹색환경지원센터 및 용인시 등과 협력하여 진행하였고, 현장 편의성을 고려하여 체크리스트 활용하였으며, 시설은 모두 특별대책지역에 있는 시설이었음
- 현장조사에서 수질에 대한 평가는 현장측정항목과 실내분석항목으로 구분하여 실시하였고, 방류수 수질기준과 비교하여 평가하였음
 - 구체적인 수질측정항목은 수온, pH, DO, EC(이하 현장측정항목), SS, BOD, TOC, T-N, T-P, 대장균군수(이하 실내분석항목)임
 - 수 시료 중 유출수 채수가 가능했던 9개소에 대해서는 유입수와 유출수를 같이 분석하여 시설의 처리 성능 및 효율을 검토하였음
- 수질조사 결과를 보면, 특별대책 수질기준인 SS 및 BOD 20 mg/L를 초과한 시설은 총 12개소로 조사됨
 - 구체적으로 SS 기준을 초과한 경우가 11개소로 대부분을 차지하였고, BOD를 초과한 시설은 5개소로 조사되었으며, 4개 시설은 두 항목 모두 초과한 것으로 조사됨
 - SS를 초과한 업체가 훨씬 많았던 것은 개인하수처리시설의 관리에 있어서 폭기조보다는 침전조 문제가 더 컸기 때문으로 판단됨
 - 실질적으로 현장조사표를 분석해 보면, 침전조 상태불량자 11개소로 가장 많았고, 폭기조 비정상가동은 4개소로 조사되었음
 - 업종별로 보면, 음식점은 6개소 중 4개소, 주거 및 숙박시설은 8개소 중 5개소, 복지 및 기타는 5개소 중 3개소가 방류수 수질기준을 초과한 것으로 조사되었음
 - 또한 유입수 및 유출수를 동시에 분석한 결과에서는 전체 시설의 평균 SS 및 BOD의 처리효율은 각각 80.5%, 50.1%로 조사되어 처리효율이 낮지는 않았지만, 각 유입수 농도가 123 mg/L, 28.0 mg/L로 높았기 때문임
 - 업종별로는 복지 및 기타시설의 처리효율이 타 시설보다 높았고, 주거시설의 처리효율이 상대적으로 낮게 조사됨
 - 특히 주거시설은 SS 처리효율이 69.1%로 낮았지만, BOD 처리효율은 4.1%로 처리효율이 극히 저조하였음

나. 설문조사 결과

- 설문조사는 개인하수처리시설의 관리현황, 문제점 및 개선점, IOT시설 도입에 대한 의견 등에 대해 시설 관련자의 의견을 조사하고 분석하기 위해 실시
 - 조사 대상자: 사업자(사용자), 시설관리자(위탁관리), 공무원 및 기타로 구분
 - 조사 대상자에 따라 대상자 특성에 맞추어 설문내용을 조절하였음
 - 설문방법은 직접 인쇄물 활용 방법과 구글폼 활용 방법으로 하였고, 인쇄물로 받은 것은 다시 구글폼으로 전환하여 통일시켰음
- 설문조사표는 전문가 회의 등을 거쳐 완성하였고 현재 공무원 및 기타 33명, 위탁관리자 17명이었으며, 시설 사용자는 자가관리 사업주 2명, 위탁관리 사업주 5명을 대상으로 진행되었음
- “공무원 및 기타”를 대상으로 설문조사한 내용을 정리하면 다음과 같음
 - 현재 개인하수처리시설의 가장 큰 문제점은 “업주의 관심 부족”으로 조사되었고, 적절한 관리를 위해서는 시설기준 강화, 홍보·교육 강화 순이었음
 - 개인하수처리시설의 효율적인 운영·관리를 위해서는 “전문가 지원”과 “제도개선”, “법률 강화”의 순으로 나타났음
 - IOT 시설에 대한 의견은 잘 모르는 경우가 많아 지속적인 홍보 및 교육이 필요할 것으로 사료되며, 그럼에도 불구하고 IOT 시설 도입이 필요하다는 의견이 다수를 차지하였음
 - 그 이유는 “수질관리에 있어서 도움이 될 것 같다”는 의견이 제일 많았고, “관리시간 단축”의 순이었음
 - IOT 시설 도입의 선결조건으로는 “시설의 신뢰성 확보”가 가장 많았고, 정부 지원금은 60% 정도가 적정하다는 의견이었음
 - 또한 일부 의견에서는 “원격 제어설비 보급”이 필요하다는 의견이 있었음
- 위탁관리자를 대상으로 설문조사한 결과에 있어서는 참여자가 대부분 10년 이상의 경험자로 월간 관리업체 수가 30개소에 달한다고 응답한 사람이 10명으로 가장 많았음
 - 시설관리에 가장 어려운 점은 시설적인 문제가 가장 많았고, 적정한 관리를 위해 가장 시급한 일은 시설기준 강화(8명), 기술지원 강화(5) 요구가 많았음
 - 정상적인 시설 운영을 위한 위탁관리비는 톤당 2만원 이상이 가장 많았고, 시설의 유지보수 비용을 사업자가 잘 지불하는지에 대한 질문에는 대부분 잘 지불하고 있었지만 그렇지 않다고 응답한 경우도 5명이 있었음
 - 시설관리에 있어서 가장 중요한 공정은 폭기조로 답변하였고, 기타 시설관리를

- 위해 시설 설치기준 명확화 및 지도관리 강화 의견이 있었음
- IOT 시설에 대해서는 1명을 제외하고 모두 알고 있으며, 도움이 되는지에 대한 질문에는 보통 이상이 16명으로 IOT 시설 설치에 긍정적인 반응을 보였음
 - IOT 시설에 긍정적인 요인으로는 관리시간 단축 7명, 수질관리 도움 4명, 관리 비용 및 인력 절감이 2명으로 조사됨
 - IOT 시스템 도입을 위한 선결 조건으로는 시설의 신뢰성이 공무원과 마찬가지로 많았으며, 정부 지원비는 80% 이내가 6명, 90% 이상과 70% 이상이 각 5명으로 같아 80% 이상 지원을 원하는 것으로 판단됨
 - IOT 시스템 도입 시 지역 네트워크 구축, 블로워 정상상태 확인 필요, 현장 관리자가 유지관리 할 수 있도록 해야 한다는 의견이 제시되었음
- 마지막으로 시설 사용자(사업주)는 응답자 수가 적기 때문에 참고자료로만 활용이 가능할 것으로 사료됨
- 자가 관리자는 현재 1 ~ 2주에 한 번 정도 관리하고 있었으며, 청소 주기는 1년, 관리비 지출은 월 5만원 미만으로 조사되어 적절한 관리에 어려움이 있을 것으로 사료됨
 - 위탁관리를 맡긴 경우에는 위탁관리 비용 20만원 이하가 대부분이었으며, 현재 유지관리비의 적정성에서는 “대체로 보통이다” 와 “그렇지 않다” 가 각각 2명, 과하다가 1명으로 응답하였음
 - 위탁관리를 맡긴 사업주는 IOT 시스템을 긍정적으로 보고 있으며, 지불 의사는 20만원, 추가적인 관리비용은 5%, 정부의 지원 비율은 90% 이상을 요구하는 경우가 많았음
 - 결과적으로 사업주들의 IOT 설치에는 긍정적이지만, 시설비 및 유지관리비에 대해서는 낮은 부담과 많은 지원 혜택을 요구하고 있었음

다. IOT시설 현장적용을 위한 연구 및 결과

- 개인하수처리시설에 대한 가동상태를 확인하고, 적정한 DO 농도가 실제로 공급 되는지 확인하기 위하여 IOT 시스템 도입 방안 연구를 진행하였음
- 가동상태만을 확인하기 위한 방안으로는 전류 및 압력감지센서를 활용하여 정상적인 공기공급 상태 및 가동상태를 확인할 수 있도록 하였음
 - 하지만 가동상태만으로 수질 안전성을 확보할 수 없으므로 본 연구에서는 유출수의 탁도를 평가하여 수질관리에 활용하고자 탁도센서를 개발하고 현장 적용 방안에 대해서도 검토하였음

- 수질 평가 항목으로 탁도를 선정한 이유는 개인하수처리시설의 수질기준 항목에 대한 상관성이 높고, 직접적인 수질기준 항목에 포함되어 있지 않으므로 측정기 설치에 따른 사용자의 거부감을 낮출 수 있기 때문임
 - 또한 탁도계는 비교적 저렴한 비용으로 설치가 가능하고 실시간 분석이 용이하기 때문임
- 용인시에 시범사업으로 설치된 50개 IOT 시스템에 대한 조사결과를 보면, 네트워크에는 전혀 문제가 없었으나, 이상상태를 보인 시설은 18개소(전체 시설의 36%)인 것으로 조사되었음
- 가동상태를 보면, 1일 동안 잠깐 미가동된 후 복구된 곳은 9곳으로 전체의 18%로 나타났고, 1일 경고 후 7일 이상 미가동상태로 조사된 곳은 4곳으로 8%였으며, 전원 차단 상태에 이른 곳은 5곳의 10%로 조사됨
 - 전원 차단이 발생하지 않은 시설의 경우에는 모두 정상적인 운전상태로 복구되었으며, 이는 IOT 시설 설치에 따라 시설관리가 이루어질 경우 유지관리의 유용한 수단으로 활용될 수 있음을 의미함
 - 이는 비정상 운전상태에 대한 경고 및 방문조사 등으로 시설상에 나타난 문제점을 해결하고 다시 정상적인 가동이 이루어질 수 있도록 대응할 수 있다는 것을 의미함
 - 이상상태가 발생한 원인은 대부분 펌프 고장으로 조사되었고, 일부 시설은 일시적인 전원 차단과 기기 교체 등이 원인이었으며, 그 외에도 원인을 알 수 없는 경우, 누전으로 차단된 경우 등이 있었음
 - 이들 중에는 기기 교체 및 누전 등에 의한 불가항력적인 상황에서 전원이 차단된 경우에는 고의적인 미가동상태가 아니지만, 3곳에서는 원인을 알 수 없는 이유로 전원이 차단되어 중점관리 및 감시가 필요한 것으로 사료됨
 - 결과적으로 IOT 시설을 설치한 곳에서 정상 가동상태를 원격으로 확인할 수 있었으며, 비정상 가동 시 일정 기간 관찰 후 현장을 방문하여 문제해결이 가능하다는 사실을 확인할 수 있었음
- 본 연구에서는 탁도 센서를 수질평가 항목으로 선정하고 센서를 개발하였음
- 현재까지 표준용액을 가지고 분석한 결과에서도 개발된 기기의 탁도 상관성이 높게 나타나 활용 가능성이 확인되었고, 통신상태 점검 및 센서 반응 등에 대해 실내시험을 실시한 후 현장적용을 위한 연속평가 및 스파이킹 실험에 의한 이상상태 반응 특성 등에 대하여 연구를 수행하였음
 - 결과적으로, 실내 실험을 통해 탁도 물질을 투입한 후 약 1 ~ 2분 내에 센서 출력이 안정적으로 변화하여 새로운 농도에 대응하는 값이 나타나는 것을 확인하였음

- 또한 탁도 농도가 증가할수록 센서의 출력 전압이 반비례적으로 감소하는 일관된 특성을 확인할 수 있었으며, 이는 센서가 농도 변화에 민감하게 반응하고 있음을 보여주는 것임
- 마지막으로, 제작 센서의 측정값과 상용 탁도계 측정값 간의 상관관계를 분석한 결과, 상관계수 R²값이 0.9 이상으로 매우 높게 나타나 연속 흐름 조건에서도 제작 센서가 탁도 변화를 잘 추적하고 있음을 확인하였음
- 결과적으로 기초 실험을 통해 Arduino 기반 IoT 탁도센서 시스템이 실내 환경에서 안정적으로 동작하며, 다양한 탁도 농도에 대해 정확한 검출 성능을 보이는 것으로 확인되었고, 이에 따라 기흥레스피아에서 현장 연속실험 및 스파이킹 실험을 진행하였음
 - 기흥레스피아에서 진행된 현장 연속실험 결과를 보면, 처리수가 양호한 상태에서 운영됨에 따라 IoT 탁도 센서의 데이터는 3.0 ~ 3.3 V의 범위에서 양호한 값을 유지하는 것으로 나타났음
 - 스파이킹 실험은 현장 내 폭기조 슬러지를 채수한 후 이를 처리수로 희석하여 25%(4배 희석), 50%(2배 희석), 100%(무희석) 농도로 시료를 준비하고, 각 시료를 처리수조에 Spiking 한 후 제작 센서의 검출 특성을 조사하였음
 - 결과적으로 슬러지 농도가 증가할수록 센서의 출력 전압이 감소하는 경향이 나타났으며, 상용 탁도계로 측정한 탁도 값과는 반비례하는 상관관계를 보였음
 - 이는 본 연구에서 제작된 센서가 실제 개인하수처리시설에서 수질상태를 평가하는데 활용 가능하다는 사실을 시사하는 것임

3. IOT 시스템 보급 확대 방안

가. IOT 시설 확대를 위한 기본방안

- IOT 시설의 원활한 보급을 위해서 우선적으로 고려할 요소는 적절한 예산 확보 및 분배, 적용 대상 범위 설정임
- 현재 개인하수처리시설은 경기도에만 2024년 기준 207,586개소가 있어 이들 모두에게 IOT 시설을 보급하는 것은 예산적 한계가 있음
 - 따라서 IOT 시설 보급 시 적절한 예산분배 및 적용 범위를 설정하는 것이 효율적으로 판단되며, 수질관리 중요성 등을 고려하여 상수원보호구역, 특별대책지역I, 특별대책지역II의 순으로 적용 범위를 점차 확대하는 것이 바람직함
- 현재 개인하수처리시설 현장조사를 통해 파악된 바로는 IOT 시설로는 펌프 및

브로워 등 정상적인 가동상태만을 검출하기 때문에 수질 안전성을 파악하기 어렵고, 실제로 현장조사에서 정상가동임에도 불구하고 방류수 수질기준을 대부분 준수하지 못한 점을 고려할 때 적용대상지 선정 조건을 명확히 하여 적용 효율성을 높일 수 있도록 해야 함

- 즉, 시설적인 문제로 수질기준을 만족시키기 어려운 시설에 대해서는 IOT 시설 적용을 유예하거나 수질 검토가 가능한 센서기술이 병합되어 적용되는 것이 타당함

○ 또한 적절한 예산분배 및 지원 비율 설정을 통해 사업효과를 극대화하기 위한 노력이 필요함

□ IOT 시스템의 시설적인 부분에 있어서는 IOT 기술표준화 및 수질개선을 위한 센싱 기술의 확대라고 할 수 있음

○ IOT 시설은 센서 및 통신, 데이터 송출 및 저장 등으로 구성되며, 각 보급업체에 따라 다른 방식을 사용하고 있으므로 사용자 및 관리자의 편의성과 효율성을 고려하여 기본적인 표준안이 제시될 필요가 있음

○ IOT에 의한 가동상태만 확인하는 것도 큰 의미가 있지만, 실질적인 수질 안전성 확보를 위해서는 수질이나 운전 인자를 감지하고, 비정상가동 시 대처할 수 있는 실질적 방안을 마련하는 것도 바람직함

- 앞서 수질 안전성 확보를 위해 본 연구에서는 탁도계를 방류수에 다는 방안을 검토하였으며, 충분히 수질의 이상상태를 확인할 수 있는 것으로 파악됨

나. 법 및 제도적 보완

□ 경기도 내 개인하수처리시설에 IOT 시설을 의무 도입하기 위해서는 하수도법의 개정이나 경기도 조례를 강화하여 법적, 제도적 근거를 확보하는 것이 우선적으로 중요함

○ 현재 하수도법상으로는 IOT 시설 설치가 법적으로 의무화가 되어 있지 않기 때문에 설치를 위한 적극적 행정에 어려움이 있으므로 법에서 명확한 기준을 만들고 지원 근거를 마련하는 것이 필요함

○ 경기도는 시군별로 IOT 사업이 진행되고 있는 점을 고려하여 조속히 기준을 마련하여 IOT 설치사업이 지역별로 난립되고 표준화에 방해되지 않도록 조례 및 지침 등을 마련하는 것이 바람직함

□ IOT 시설에 따른 데이터의 수신 및 보관/관리, 빅데이터 구축 및 분석, 개선방안 도출 등 다양한 통합적 업무를 수행할 수 있는 기술통합센터가 필요함

- 여기에 현재 각 위탁관리자 및 사업주 등에게 시설 및 운영/관리상 나타나는 문제점 등에 대하여 기술적으로 지원해 줄 수 있는 기술위원회 구성이 필요함
- 또한 시설주 및 관리자들에 대한 기본 지식을 습득하고, 시설관리 중요성을 불어넣을 수 있도록 주기적인 교육프로그램을 운영할 수 있는 기관도 필요할 것으로 사료됨
- 이들 각 기관의 연관 네트워크를 강화하고 통합 관리할 수 있는 체계를 구축하여, 상호 유기적인 네트워크를 통해 지역 현안문제 해결 및 제도적 사각지대 해소, 관리효율성을 강화할 수 있도록 해야 함

제2절 연구의 기대효과 및 활용

1. 연구의 기대효과

가. 기술적 측면

- 이해의 부족 및 관리의 어려움 등으로 인해 관리의 사각지대에 있는 개인하수처리 시설에 대해 IOT 기술 적용방안 연구 및 활용을 통해 관리 효율성을 확보할 수 있고, IOT 설치 사업 확대를 통해 스마트 관리기술의 동반성장을 기대할 수 있음
 - 개인하수처리시설에 대한 효율적 수질관리 체계 구축에 따른 O&M 시장의 확대 및 관련 기술 발전에 기여
- IOT 기술 기반의 개인하수처리시설 원격 관리시스템 도입 및 확대에 따른 관련 기술에 대한 연구 확산 및 기술적 파급효과
 - 기술 적용성 연구를 통해 관련 기술의 확장성 및 기술적 성숙도 향상
 - IOT 기술의 확대를 통해 관련된 통신서비스기술, 센싱기술, 원격관리기술 등 연관기술의 발전 기대

나. 사회·경제적 측면

- 소규모 개인하수처리시설의 비효율적 운전 및 관리로 인한 수질오염을 방지하고 개선함으로써 지역 주민의 생활환경 개선 및 삶의 질 향상에 기여함
 - 지속적인 시설 용량 증가 및 방류수 수질기준 미달로 인해 미처리된 개인하수

처리시설 방류수로 인해 발생하는 공공수역의 수질 악화를 방지하고 궁극적으로 수도권 인구에 상수원을 제공하는 팔당상수원 수질을 개선함으로써 지역 사회의 생활환경을 개선하고 삶의 질 향상에 기여

- 지속적인 팔당상수원 수질개선을 위해 소요되는 사회적 재정 부담을 경감하고, 지역 주민들의 수질 관련 민원 및 갈등 감소를 통해 사회적 비용 저감
 - 공공수역의 수질개선을 통해 쾌적한 생활환경을 조성하고 시민사회의 논란 해소를 통한 사회적 파급효과

다. 정책적 측면

- 기존 소규모 개인하수처리시설의 문제점 도출을 통해 효율적인 수질관리 정책 수립 및 오염총량제 기여 등 팔당호 수질정책에 미치는 파급효과
 - 물관리기본계획, 국가하수도종합계획, 한강유역물관리종합계획 등 상위 계획의 효율성을 높이는데 기여함으로써 국가정책과의 연계성 향상
 - 특히 IOT 및 ICT 등 첨단 기술 활용 및 스마트 기술 확장 정책에 부합하여 국가 물 관련 정책에 일조
- 소규모 개인하수처리시설의 효율적 관리를 위한 IOT 기술을 활용한 정책안 및 제도 개선안 제시를 통해 팔당호 수질정책을 강화하고 선진화된 소규모 하수처리 시설 관리정책 수단 확보
 - 각 지자체에 이관된 개인하수처리시설 관리계획의 기술적 통일성을 높이고 보다 효율적인 관리 방안을 도출하여 도내 지자체의 수질관리 정책효과 개선에 기여

2. 연구의 활용방안

- 소규모 개인하수처리시설에 대한 전반적인 관리실태를 분석하고, 법적/제도적 개선방안을 제시함으로써 팔당수계 수질관리를 위한 정책자료로 활용할 수 있음
 - 현재 개인하수처리시설의 법적 사각지대를 완화하고 보완할 수 있도록 개선안을 제시함으로써 공공수역의 수질개선에 기여할 수 있을 것으로 판단됨
- 현장 중심의 효율적인 IOT 기술 활용 및 구축을 위한 기반연구 결과를 토대로 개인하수처리시설에 대한 효율적인 관리시스템 구축에 활용
 - 국가정책 및 계획 등을 검토해 보면, 향후 스마트관리시스템 구축이 주요 정책 방향으로 파악되며, 따라서 IOT 기술을 현장 적용하는데 있어 현재 법적인

장애 요소는 크지 않은 것으로 판단됨

- 수집된 자료를 기반으로 운전 요소별 문제점에 대응할 수 있는 해결방안 및 상호 연계방안 등의 연구를 통해 궁극적인 무인 자동화 시스템 구축을 위한 기초자료로 활용
- 현재 가동상태 확인기기만 검토되고 있으나, 본 연구에서는 수질도 실시간으로 확인할 수 있는 시스템을 개발하였고 현장 적용에 활용할 수 있도록 경제성 및 효율성을 확보하기 위한 연구가 진행되었음
 - 이와 같은 연구결과를 각 팔당수계 내 개인하수처리시설에 적용할 수 있도록 법 및 조례가 개정될 수 있다면, 개인하수처리시설 수질관리 및 팔당수계 수질 개선에도 기여할 것으로 사료됨
- 본 연구를 통해 개발된 탁도 센싱 기술의 적용 방안 및 활용 확대 방안 등의 추가 연구를 통해 수질관리 기술 범위 확산
 - 본 연구에서 개발된 탁도 센서는 기존의 센서에 비하여 경제적 우수성 및 유지 관리 편리성 등의 이점이 있으므로 이를 활용하여 산업적 활용 방안 확대

[표 41] 본 연구의 활용 방안

활용내용	활용기관	활용가능기간/대상
소규모 개인하수처리시설 관리에 활용	지자체/ 시설관리 기관	항시/ 개인하수처리시설
IOT기술을 기반으로 하는 선진화된 스마트 관리시스템 개발 촉진 및 보급	지자체/ 기술개발 기관	항시/ IOT 기반 관리시스템
시설 및 관리 유형에 따른 문제해결 방안 제시	지자체/ 시설관리 기관	항시/ 개인하수처리시설

부 록

○ 개인하수처리시설 현장조사표

순번	업소명	page
1	평창3리 마을회관	133
2	옥샘원	134
3	전대리 주택전시관	135
4	그린원룸 A동	136
5	그린원룸 B동	137
6	그린원룸 C동	138
7	그린원룸 D동	139
8	한울 장애인 공동체	140
9	팬션 더락	141
10	정남마을	142
11	GS25&방일해장국	143
12	바다향 왕코다리	144
13	엔디스가든	145
14	힐하우스 A동	146
15	힐하우스 C동	147
16	용인 개인택시조합	148
17	이다의 숲	149
18	즐거운 집	150
19	행복한 찹쌀파배기	151

○ 개인하수처리시설 수질조사 및 평가자료 (용인시)

순번	구분	page
1	용인시 개인하수처리시설	152

○ 개인하수처리시설 각 관계자 설문조사표

순번	업소명	page
1	공무원	164
2	위탁관리자	166
3	사업주 (자가관리)	168
4	사업주 (위탁관리)	168

【개인하수처리시설 조사표】

조사일자	2025.05.23.	조사자명	최이송, 김종환
연락처	010-5858-1214	시료채취	유입수, 유출수

개인하수처리시설 체크리스트				
상호	평창3리 마을회관	대표자		
주소	처인구 양지면 새실로46	연락처		
업종	마을회관	시설용량	2 m ³ /day	
관리형태	위탁관리	관리자(업체)	보성환경기술	
특기사항	수도사용량이 거의 없어 유입수가 적고, 시설은 비교적 잘 관리됨			
공정(시설)	점검 사항	양호	보통	불량
유량조정조	- 수질 성상의 균등 상태 및 청소 상태		✓	
	- 적절한 유량 분배 (V-노치 설치 여부)	✓		
	- 특기사항			
주처리조	- 폭기조의 정상 가동 상태 (공기주입 등)	✓		
	- 폭기조 내 미생물 상태		✓	
	- 폭기조 내 악취 및 거품 발생 상태	✓		
	- 특기사항			
최종침전조	- 침전조 내 청소 상태	✓		
	- 특기사항			
방류조	- 방류조의 청소 상태	✓		
	- 특기사항			
기타	- 맨홀 등 안전에 대한 관리상태	✓		
	- 판넬 등 부속시설의 관리상태	✓		

【개인하수처리시설 조사표】

조사일자	2025.06.26	조사자명	최이송, 김종환
연락처	010-5858-1214	시료채취	유출수

개인하수처리시설 체크리스트				
상호	옥샘원	대표자	고철규	
주소	용인시 처인구 모현읍 초부리 152-1	연락처		
업종	제조업	시설용량	4 m ³ /day	
관리형태	위탁관리	관리자(업체)	(주)자연환경산업	
특기사항	유입부 관리 미흡, 파리 및 모기 등 해충이 많음			
공정(시설)	점검 사항	양호	보통	불량
유량조정조	- 수질 성상의 균등 상태 및 청소 상태			✓
	- 적절한 유량 분배 (V-노치 설치 여부)	✓		
	- 특기사항			
주처리조	- 폭기조의 정상 가동 상태 (공기주입 등)	✓		
	- 폭기조 내 미생물 상태			✓
	- 폭기조 내 악취 및 거품 발생 상태			✓
	- 특기사항			
최종침전조	- 침전조 내 청소 상태	✓		
	- 특기사항			
방류조	- 방류조의 청소 상태		✓	
	- 특기사항			
기타	- 맨홀 등 안전에 대한 관리상태		✓	
	- 판넬 등 부속시설의 관리상태		✓	

【개인하수처리시설 조사표】

조사일자	2025.06.26	조사자명	최이송, 김종환
연락처	010-5858-1214	시료채취	유입수, 유출수

개인하수처리시설 체크리스트				
상호	전대리 주택전시장	대표자	홍성호	
주소	용인시 처인구 마성로 358-8	연락처		
업종	제조업	시설용량	14 m ³ /day	
관리형태	위탁관리	관리자(업체)	보성환경기술	
특기사항	주택전시관으로 사용량 거의 없음. 육안상으로는 맑은 상태			
공정(시설)	점검 사항	양호	보통	불량
유량조정조	- 수질 성상의 균등 상태 및 청소 상태	✓		
	- 적절한 유량 분배 (V-노치 설치 여부)	✓		
	- 특기사항			
주처리조	- 폭기조의 정상 가동 상태 (공기주입 등)	✓		
	- 폭기조 내 미생물 상태			✓
	- 폭기조 내 악취 및 거품 발생 상태		✓	
	- 특기사항			
최종침전조	- 침전조 내 청소 상태	✓		
	- 특기사항			
방류조	- 방류조의 청소 상태	✓		
	- 특기사항			
기타	- 맨홀 등 안전에 대한 관리상태	✓		
	- 판넬 등 부속시설의 관리상태	✓		

【개인하수처리시설 조사표】

조사일자	2025.07.01	조사자명	김종환, 엄채민
연락처	010-3912-0852	시료채취	유출수

개인하수처리시설 체크리스트				
상호	그린원룸 A동	대표자	이권섭	
주소	용인시 처인구 양지면 양지리 520-1	연락처		
업종	주거시설	시설용량	20 m ³ /day	
관리형태	위탁관리	관리자(업체)	이앤이솔루션	
특기사항	1층에 편의점 입점			
공정(시설)	점검 사항	양호	보통	불량
유량조정조	- 수질 성상의 균등 상태 및 청소 상태			√
	- 적절한 유량 분배 (V-노치 설치 여부)	√		
	- 특기사항			
주처리조	- 폭기조의 정상 가동 상태 (공기주입 등)	√		
	- 폭기조 내 미생물 상태		√	
	- 폭기조 내 악취 및 거품 발생 상태	√		
	- 특기사항			
최종침전조	- 침전조 내 청소 상태		√	
	- 특기사항			
방류조	- 방류조의 청소 상태	√		
	- 특기사항			
기타	- 맨홀 등 안전에 대한 관리상태	√		
	- 판넬 등 부속시설의 관리상태	√		

【개인하수처리시설 조사표】

조사일자	2025.07.01	조사자명	김종환, 엄채민
연락처	010-3912-0852	시료채취	유출수

개인하수처리시설 체크리스트				
상호	그린원룸 B동	대표자	이춘희	
주소	용인시 처인구 양지면 양지리 520-1	연락처		
업종	주거시설	시설용량	20 m ³ /day	
관리형태	위탁관리	관리자(업체)	이앤이솔루션	
특기사항	1층에 음식점이 존재하여 오염부하가 매우 컸음			
공정(시설)	점검 사항	양호	보통	불량
유량조정조	- 수질 성상의 균등 상태 및 청소 상태			√
	- 적절한 유량 분배 (V-노치 설치 여부)		√	
	- 특기사항			
주처리조	- 폭기조의 정상 가동 상태 (공기주입 등)	√		
	- 폭기조 내 미생물 상태		√	
	- 폭기조 내 악취 및 거품 발생 상태	√		
	- 특기사항			
최종침전조	- 침전조 내 청소 상태	√		
	- 특기사항			
방류조	- 방류조의 청소 상태		√	
	- 특기사항			
기타	- 맨홀 등 안전에 대한 관리상태	√		
	- 판넬 등 부속시설의 관리상태		√	

【개인하수처리시설 조사표】

조사일자	2025.07.01	조사자명	김종환, 엄채민
연락처	010-3912-0852	시료채취	유출수

개인하수처리시설 체크리스트				
상호	그린원룸 C동	대표자	이남숙	
주소	용인시 처인구 양지면 양지리 520-1	연락처		
업종	주거시설	시설용량	20 m ³ /day	
관리형태	위탁관리	관리자(업체)	이앤이솔루션	
특기사항	1층에 음식점이 존재하고, 유입부 상층에 오염물이 굳어 있음. 얼마 전에 막혀서 정화조 업체 불러서 퍼냄			
공정(시설)	점검 사항	양호	보통	불량
유량조정조	- 수질 성상의 균등 상태 및 청소 상태			√
	- 적절한 유량 분배 (V-노치 설치 여부)		√	
	- 특기사항			
주처리조	- 폭기조의 정상 가동 상태 (공기주입 등)	√		
	- 폭기조 내 미생물 상태		√	
	- 폭기조 내 악취 및 거품 발생 상태	√		
	- 특기사항			
최종침전조	- 침전조 내 청소 상태			√
	- 특기사항			
방류조	- 방류조의 청소 상태		√	
	- 특기사항			
기타	- 맨홀 등 안전에 대한 관리상태	√		
	- 판넬 등 부속시설의 관리상태	√		

【개인하수처리시설 조사표】

조사일자	2025.07.01	조사자명	김종환, 엄채민
연락처	010-3912-0852	시료채취	유입수, 유출수

개인하수처리시설 체크리스트				
상호	그린원룸 D동	대표자	이문숙	
주소	용인시 처인구 양지면 양지리 520-1	연락처		
업종	주거시설	시설용량	20 m ³ /day	
관리형태	위탁관리	관리자(업체)	이앤이솔루션	
특기사항	시설 관리 상태는 타 동에 비해 비교적 양호			
공정(시설)	점검 사항	양호	보통	불량
유량조정조	- 수질 성상의 균등 상태 및 청소 상태		✓	
	- 적절한 유량 분배 (V-노치 설치 여부)		✓	
	- 특기사항			
주처리조	- 폭기조의 정상 가동 상태 (공기주입 등)	✓		
	- 폭기조 내 미생물 상태		✓	
	- 폭기조 내 악취 및 거품 발생 상태	✓		
	- 특기사항			
최종침전조	- 침전조 내 청소 상태			✓
	- 특기사항			
방류조	- 방류조의 청소 상태	✓		
	- 특기사항			
기타	- 맨홀 등 안전에 대한 관리상태	✓		
	- 판넬 등 부속시설의 관리상태		✓	

【개인하수처리시설 조사표】

조사일자	2025.07.01	조사자명	김종환, 엄채민
연락처	010-3912-0852	시료채취	유출수

개인하수처리시설 체크리스트				
상호	한울장애인공동체	대표자	안성준	
주소	용인시 처인구 양지면 주북리 430-1	연락처		
업종	복지시설	시설용량	12 m ³ /day	
관리형태	위탁관리	관리자(업체)	이앤이솔루션	
특기사항	펌프 가동상태가 불안정함			
공정(시설)	점검 사항	양호	보통	불량
유량조정조	- 수질 성상의 균등 상태 및 청소 상태			✓
	- 적절한 유량 분배 (V-노치 설치 여부)			✓
	- 특기사항 : 유입부 맨홀 뚜껑이 열리지 않음			
주처리조	- 폭기조의 정상 가동 상태 (공기주입 등)			✓
	- 폭기조 내 미생물 상태		✓	
	- 폭기조 내 악취 및 거품 발생 상태	✓		
	- 특기사항 : 펌프가 작동은 하지만 폭기량이 매우 부족해 보임			
최종침전조	- 침전조 내 청소 상태	✓		
	- 특기사항			
방류조	- 방류조의 청소 상태	✓		
	- 특기사항			
기타	- 맨홀 등 안전에 대한 관리상태			✓
	- 판넬 등 부속시설의 관리상태		✓	

【개인하수처리시설 조사표】

조사일자	2025.07.02	조사자명	김종환, 엄채민
연락처	010-3912-0852	시료채취	유출수

개인하수처리시설 체크리스트				
상호	팬션더락	대표자	최인서	
주소	용인시 처인구 양지면 주북리 478	연락처		
업종	숙박시설	시설용량	8 m ³ /day	
관리형태	위탁관리	관리자(업체)	이앤이솔루션	
특기사항	수도사용량이 많지 않음 (조사 시 유입이 없었음)			
공정(시설)	점검 사항	양호	보통	불량
유량조정조	- 수질 성상의 균등 상태 및 청소 상태			✓
	- 적절한 유량 분배 (V-노치 설치 여부)			✓
	- 특기사항 : 관리가 되지않아 유입부 상층부가 굳어있음			
주처리조	- 폭기조의 정상 가동 상태 (공기주입 등)		✓	
	- 폭기조 내 미생물 상태		✓	
	- 폭기조 내 악취 및 거품 발생 상태	✓		
	- 특기사항			
최종침전조	- 침전조 내 청소 상태		✓	
	- 특기사항			
방류조	- 방류조의 청소 상태	✓		
	- 특기사항			
기타	- 맨홀 등 안전에 대한 관리상태	✓		
	- 판넬 등 부속시설의 관리상태		✓	

【개인하수처리시설 조사표】

조사일자	2025.07.02	조사자명	김종환, 엄채민
연락처	010-3912-0852	시료채취	유출수

개인하수처리시설 체크리스트				
상호	정남마을	대표자	변성종	
주소	용인시 처인구 양지면 송문리 159-2	연락처		
업종	주거시설(단독주택 여럿)	시설용량	20 m ³ /day	
관리형태	위탁관리	관리자(업체)	이앤이솔루션	
특기사항	대표자가 전기/통신계열 직종이라 IoT 시설에 대한 이해도가 높았음			
공정(시설)	점검 사항	양호	보통	불량
유량조정조	- 수질 성상의 균등 상태 및 청소 상태			✓
	- 적절한 유량 분배 (V-노치 설치 여부)			✓
	- 특기사항			
주처리조	- 폭기조의 정상 가동 상태 (공기주입 등)		✓	
	- 폭기조 내 미생물 상태		✓	
	- 폭기조 내 악취 및 거품 발생 상태	✓		
	- 특기사항			
최종침전조	- 침전조 내 청소 상태	✓		
	- 특기사항			
방류조	- 방류조의 청소 상태		✓	
	- 특기사항			
기타	- 맨홀 등 안전에 대한 관리상태	✓		
	- 판넬 등 부속시설의 관리상태		✓	

【개인하수처리시설 조사표】

조사일자	2025.07.09	조사자명	최이송, 김종환
연락처	010-5858-1214	시료채취	유출수

개인하수처리시설 체크리스트				
상호	GS25&방일해장국	대표자	배창화	
주소	용인시 처인구 양지면 평창리 667-1	연락처		
업종	일반음식점/소매점	시설용량	5 m ³ /day	
관리형태	위탁관리	관리자(업체)	보성환경기술	
특기사항	오염부하가 매우 큼, 관리가 잘 안되고 있고, 시설도 노후화됨			
공정(시설)	점검 사항	양호	보통	불량
유량조정조	- 수질 성상의 균등 상태 및 청소 상태			√
	- 적절한 유량 분배 (V-노치 설치 여부)			√
	- 특기사항			
주처리조	- 폭기조의 정상 가동 상태 (공기주입 등)			√
	- 폭기조 내 미생물 상태			√
	- 폭기조 내 악취 및 거품 발생 상태			√
	- 특기사항 : 폭기장치 1개가 없으며 나머지 하나는 작동안됨			
최종침전조	- 침전조 내 청소 상태			√
	- 특기사항			
방류조	- 방류조의 청소 상태			√
	- 특기사항			
기타	- 맨홀 등 안전에 대한 관리상태		√	
	- 판넬 등 부속시설의 관리상태			√

【개인하수처리시설 조사표】

조사일자	2025.07.09	조사자명	최이송, 김종환
연락처	010-5858-1214	시료채취	유출수

개인하수처리시설 체크리스트				
상호	바다향 왕코다리	대표자	배창화	
주소	용인시 처인구 양지면 평창리 667-1	연락처		
업종	일반음식점/소매점	시설용량	14 m ³ /day	
관리형태	위탁관리	관리자(업체)	보성환경기술	
특기사항	전체적인 관리상태 미흡, 침전조 스크م 다량 존재			
공정(시설)	점검 사항	양호	보통	불량
유량조정조	- 수질 성상의 균등 상태 및 청소 상태			√
	- 적절한 유량 분배 (V-노치 설치 여부)			√
	- 특기사항			
주처리조	- 폭기조의 정상 가동 상태 (공기주입 등)			√
	- 폭기조 내 미생물 상태			√
	- 폭기조 내 악취 및 거품 발생 상태			√
	- 특기사항 : 점검시 폭기장치 교체			
최종침전조	- 침전조 내 청소 상태			√
	- 특기사항			
방류조	- 방류조의 청소 상태			√
	- 특기사항			
기타	- 맨홀 등 안전에 대한 관리상태		√	
	- 판넬 등 부속시설의 관리상태			√

【개인하수처리시설 조사표】

조사일자	2025.07.09	조사자명	최이송, 김종환
연락처	010-5858-1214	시료채취	유입수, 유출수

개인하수처리시설 체크리스트				
상호	앤디스가든	대표자	장영근	
주소	용인시 처인구 양지면 송문리 159-2	연락처		
업종	일반음식점	시설용량	20 m ³ /day	
관리형태	위탁관리	관리자(업체)	보성환경기술	
특기사항	유입, 유출량이 많으며 유속이 빠름, 전체적으로 색이 탁함			
공정(시설)	점검 사항	양호	보통	불량
유량조정조	- 수질 성상의 균등 상태 및 청소 상태		✓	
	- 적절한 유량 분배 (V-노치 설치 여부)		✓	
	- 특기사항			
주처리조	- 폭기조의 정상 가동 상태 (공기주입 등)		✓	
	- 폭기조 내 미생물 상태		✓	
	- 폭기조 내 악취 및 거품 발생 상태		✓	
	- 특기사항 : 플록 형성이 잘 안되어 미세 고형물 유출			
최종침전조	- 침전조 내 청소 상태	✓		
	- 특기사항			
방류조	- 방류조의 청소 상태	✓		
	- 특기사항			
기타	- 맨홀 등 안전에 대한 관리상태			✓
	- 판넬 등 부속시설의 관리상태	✓		

【개인하수처리시설 조사표】

조사일자	2025.07.09	조사자명	최이송, 김종환
연락처	010-5858-1214	시료채취	유입수, 유출수

개인하수처리시설 체크리스트				
상호	힐하우스 A동	대표자	홍옥자	
주소	용인시 처인구 남동 584-2	연락처		
업종	주거시설	시설용량	14 m ³ /day	
관리형태	위탁관리	관리자(업체)	(주)자연환경산업	
특기사항	철근이 잘려있어 안전상의 문제 존재			
공정(시설)	점검 사항	양호	보통	불량
유량조정조	- 수질 성상의 균등 상태 및 청소 상태		√	
	- 적절한 유량 분배 (V-노치 설치 여부)		√	
	- 특기사항 : 민자노치 활용			
주처리조	- 폭기조의 정상 가동 상태 (공기주입 등)		√	
	- 폭기조 내 미생물 상태		√	
	- 폭기조 내 악취 및 거품 발생 상태		√	
	- 특기사항 : 폭기량이 약한 것으로 보임			
최종침전조	- 침전조 내 청소 상태		√	
	- 특기사항			
방류조	- 방류조의 청소 상태		√	
	- 특기사항 : 방류수에 부유물 다수 존재			
기타	- 맨홀 등 안전에 대한 관리상태		√	
	- 판넬 등 부속시설의 관리상태		√	

【개인하수처리시설 조사표】

조사일자	2025.07.09	조사자명	최이송, 김종환
연락처	010-5858-1214	시료채취	유입수, 유출수

개인하수처리시설 체크리스트				
상호	힐하우스C	대표자	허찬 외 1명	
주소	용인시 처인구 남동 584-4	연락처		
업종	주거시설	시설용량	14 m ³ /day	
관리형태	위탁관리	관리자(업체)	보성환경기술	
특기사항	전반적인 청소 필요, 철근 파손, 부식 등 안전관리 필요			
공정(시설)	점검 사항	양호	보통	불량
유량조정조	- 수질 성상의 균등 상태 및 청소 상태			√
	- 적절한 유량 분배 (V-노치 설치 여부)		√	
	- 특기사항 : 침전조에 스크 및 헤파물 다수 존재, 청소 필요			
주처리조	- 폭기조의 정상 가동 상태 (공기주입 등)	√		
	- 폭기조 내 미생물 상태		√	
	- 폭기조 내 악취 및 거품 발생 상태		√	
	- 특기사항			
최종침전조	- 침전조 내 청소 상태		√	
	- 특기사항			
방류조	- 방류조의 청소 상태			√
	- 특기사항 : 유출수 표면에 부유물 다수			
기타	- 맨홀 등 안전에 대한 관리상태		√	
	- 판넬 등 부속시설의 관리상태		√	

【개인하수처리시설 조사표】

조사일자	2025.07.09	조사자명	최이송, 김종환
연락처	010-5858-1214	시료채취	유입수, 유출수

개인하수처리시설 체크리스트				
상호	용인시 개인택시조합	대표자	이상옥	
주소	용인시 처인구 양지면 남곡리 290-1	연락처		
업종	일반음식점, 휴게음식점	시설용량	16 m ³ /day	
관리형태	위탁관리	관리자(업체)	보성환경기술	
특기사항	미가동 중이었으나, IoT 설치 관련 방문하자 가동됨			
공정(시설)	점검 사항	양호	보통	불량
유량조정조	- 수질 성상의 균등 상태 및 청소 상태		√	
	- 적절한 유량 분배 (V-노치 설치 여부)			√
	- 특기사항			
주처리조	- 폭기조의 정상 가동 상태 (공기주입 등)		√	
	- 폭기조 내 미생물 상태		√	
	- 폭기조 내 악취 및 거품 발생 상태		√	
	- 특기사항			
최종침전조	- 침전조 내 청소 상태		√	
	- 특기사항			
방류조	- 방류조의 청소 상태		√	
	- 특기사항			
기타	- 맨홀 등 안전에 대한 관리상태			√
	- 판넬 등 부속시설의 관리상태		√	

【개인하수처리시설 조사표】

조사일자	2025.08.18	조사자명	최이송, 김종환
연락처	010-5858-1214	시료채취	유입수, 유출수

개인하수처리시설 체크리스트				
상호	이다의 숲	대표자	이주영	
주소	용인시 처인구 양지면 대대리 766	연락처		
업종	일반음식점	시설용량	48 m ³ /day	
관리형태	위탁관리	관리자(업체)	보성환경기술	
특기사항	육안상 유출수 수질 양호, 유입부 상등부 오염물질 다량 보임(기름 등)			
공정(시설)	점검 사항	양호	보통	불량
유량조정조	- 수질 성상의 균등 상태 및 청소 상태	✓		
	- 적절한 유량 분배 (V-노치 설치 여부)	✓		
	- 특기사항			
주처리조	- 폭기조의 정상 가동 상태 (공기주입 등)		✓	
	- 폭기조 내 미생물 상태		✓	
	- 폭기조 내 악취 및 거품 발생 상태	✓		
	- 특기사항 : 정상가동됨			
최종침전조	- 침전조 내 청소 상태	✓		
	- 특기사항			
방류조	- 방류조의 청소 상태	✓		
	- 특기사항			
기타	- 맨홀 등 안전에 대한 관리상태			✓
	- 판넬 등 부속시설의 관리상태	✓		

【개인하수처리시설 조사표】

조사일자	2025.08.18	조사자명	최이송, 김종환
연락처	010-5858-1214	시료채취	유출수

개인하수처리시설 체크리스트				
상호	즐거운 우리집	대표자	박명희	
주소	용인시 처인구 양지면 주북리 69	연락처		
업종	복지시설	시설용량	40 m ³ /day	
관리형태	위탁관리	관리자(업체)	(주)자연환경산업	
특기사항	유입, 유출이 확인하기 어려움. 구조상 유출부로 판단되는 곳의 수질이 더 나쁨, 기름층이 월류되어 유출구에 모인 것으로 판단됨			
공정(시설)	점검 사항	양호	보통	불량
유량조정조	- 수질 성상의 균등 상태 및 청소 상태	√		
	- 적절한 유량 분배 (V-노치 설치 여부)		√	
	- 특기사항 : 경사로 인하여 처리조까지의 깊이가 깊어 샘플링 불가			
주처리조	- 폭기조의 정상 가동 상태 (공기주입 등)	√		
	- 폭기조 내 미생물 상태		√	
	- 폭기조 내 악취 및 거품 발생 상태		√	
	- 특기사항			
최종침전조	- 침전조 내 청소 상태			√
	- 특기사항			
방류조	- 방류조의 청소 상태			√
	- 특기사항 : 유입부보다 수질이 더 나쁨, 기름층이 월류하여 하단인 유출부로 모인 것으로 판단됨.			
기타	- 맨홀 등 안전에 대한 관리상태	√		
	- 판넬 등 부속시설의 관리상태			√

【개인하수처리시설 조사표】

조사일자	2025.08.18	조사자명	최이송, 김종환
연락처	010-5858-1214	시료채취	유입수, 유출수

개인하수처리시설 체크리스트				
상호	행복한 찹쌀떡배기	대표자	심홍석	
주소	용인시 처인구 마평동 126-2	연락처		
업종	일반음식점	시설용량	8 m ³ /day	
관리형태	위탁관리	관리자(업체)	보성환경기술	
특기사항	전체적으로 기름기 많음. 반송라인이 파손되어 끊어져 있었음 시설 컨트롤 패널이 잠겨있어서 관리상태 및 작동상태 확인 불가			
공정(시설)	점검 사항	양호	보통	불량
유량조정조	- 수질 성상의 균등 상태 및 청소 상태			✓
	- 적절한 유량 분배 (V-노치 설치 여부)			✓
	- 특기사항			
주처리조	- 폭기조의 정상 가동 상태 (공기주입 등)			✓
	- 폭기조 내 미생물 상태			✓
	- 폭기조 내 악취 및 거품 발생 상태		✓	
	- 특기사항			
최종침전조	- 침전조 내 청소 상태	✓		
	- 특기사항			
방류조	- 방류조의 청소 상태	✓		
	- 특기사항			
기타	- 맨홀 등 안전에 대한 관리상태	✓		
	- 패널 등 부속시설의 관리상태			

1) 용인시 개인하수처리시설 수질조사 및 평가자료(계속 1)

순번	설치장소	업종	처리용량 (m ³ /일)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	적합 여부
1	처인구 모현읍 매산리	사무실	30	16.4	28.7	부적합
2	처인구 모현읍 매산리	창고	20	11.0	18.6	적합
3	처인구 모현읍 매산리	사무실	30	10.1	18.5	적합
4	처인구 양지면 양지리	주거시설	30	8.7	5.2	적합
5	처인구 모현읍 오산리	골프시설	20	1.6	1.7	적합
6	기흥구 청덕동	골프시설	20	9.8	2.0	적합
7	처인구 남사읍 북리	일반음식점	20	0.8	2.1	적합
8	기흥구 농서동	노유자시설	40	1.8	3.1	적합
9	기흥구 농서동	노유자시설	40	2.1	1.7	적합
10	처인구 백암면 백봉리	숙박시설	49	9.3	9.1	적합
11	처인구 모현읍 매산리	창고	4	1.4	3.8	적합
12	처인구 모현읍 일산리	창고	6	1.6	4.0	적합
13	처인구 모현읍 일산리	사무실	4	18.0	16.6	적합
14	처인구 양지면 양지리	숙박시설	15	1.1	1.9	적합
15	기흥구 신갈동	종교시설	20	4.5	10.8	적합
16	처인구 백암면 고안리	문화시설	30	1.2	2.7	적합
17	처인구 이동읍 어비리	요양시설	25	1,073.3	2,010	부적합
18	처인구 이동읍 어비리	요양시설	25	148.1	50.6	부적합
19	처인구포곡읍마성리	종교시설	15	1.7	3.2	적합
20	처인구 포곡읍 신원리	제조업소	8	7.7	9.6	적합
21	처인구모현읍일산리	주택	4	2.5	2.8	적합
22	처인구모현읍일산리	주택	4	1.7	3.1	적합
23	처인구백암면백암리	음식점	26	3.9	2.5	적합
24	처인구양지면주북리	사무실	10	7.4	16.5	적합
25	처인구운학동	소매점	6	7.2	5.5	적합
26	처인구 유방동	운동시설	10	2.6	3.8	적합
27	처인구모현읍왕산리	제조업소	10	2.9	1.2	적합
28	처인구 이동읍 천리	소매점	4	7.3	4.0	적합
29	처인구 이동읍 서리	소매점	20	3.1	2.5	적합
30	처인구 모현읍 갈담리	소매점	12	1.7	1.7	적합

1) 용인시 개인하수처리시설 수질조사 및 평가자료 (계속 2)

순번	설치장소	업종	처리용량 (m ³ /일)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	적합 여부
31	처인구유방동	사무실	4	1.7	1.7	적합
32	처인구 포곡읍 신원리	사무실	4	15.8	2.1	적합
33	처인구모현읍왕산리	제조업소	10	0.7	1.8	적합
34	처인구이동읍서리	음식점	30	3.4	1.7	적합
35	처인구이동읍천리	음식점	30	19.3	10.2	적합
36	처인구이동읍화산리	음식점	30	8.1	14	적합
37	처인구 이동읍 화산리	공장	10	1.7	2.1	적합
38	처인구백암면장평리	소매점	4	13.2	12.7	적합
39	처인구백암면박곡리	다세대주택	12	2.9	3.6	적합
40	처인구백암면박곡리	다세대주택	14	3.6	3.8	적합
41	처인구이동읍서리	음식점	30	2.4	4.1	적합
42	처인구양지면양지리	공장	30	3.6	2.0	적합
43	처인구 남사읍 완장리	공장	8	11.4	6.7	적합
44	처인구 남사읍 완장리	음식점	24	2.5	2.2	적합
45	처인구남사읍진목리	공장	3	2.7	2.3	적합
46	처인구 남사읍 진목리	공장	4	2.3	1.9	적합
47	처인구남동	음식점	12	2.9	7.3	적합
48	처인구남동	골프장	4	2.5	2.3	적합
49	처인구포곡읍삼계리	소매점	8	1.2	1.7	적합
50	처인구 포곡읍 둔전리	공중화장실	6	18	10.1	적합
51	처인구 모현읍 오산리	주택	2	0.9	2.3	적합
52	처인구 유방동	음식점	16	2.3	5.4	적합
53	처인구원삼면죽능리	공장	8	1.7	2.8	적합
54	처인구 양지면 주북리	공장	4	12.7	3.9	적합
55	처인구이동읍묘봉리	사무실	4	1.7	1.8	적합
56	처인구 남사읍 창리	사무실	4	2.8	1.8	적합
57	처인구호동	도로공사(터널)	2	3.6	2.3	적합
58	처인구호동	도로공사(터널)	2	18.2	15.8	부적합
59	처인구해곡동	도로공사(터널)	2	3.6	3.5	적합
60	처인구 양지면 대대리	도로공사(터널)	2	9.4	5.7	적합

1) 용인시 개인하수처리시설 수질조사 및 평가자료 (계속 3)

순번	설치장소	업종	처리용량 (m ³ /일)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	적합 여부
61	처인구 마평동	음식점	10	13.6	9.5	적합
62	처인구이동읍천리	음식점	24	12	7.1	적합
63	처인구원삼면사암리	제조업소	6	2.5	3.5	적합
64	처인구 이동읍 송전리	공장	12	3.9	2.8	적합
65	처인구이동읍묘봉리	소매점	4	2.6	4.9	적합
66	처인구이동읍서리	소매점	4	3.3	3.0	적합
67	처인구 마평동	음식점	16	14.5	8.8	적합
68	처인구원삼면문촌리	음식점	40	3.4	2.7	적합
69	처인구 원삼면 죽농리	음식점	30	7.4	8.7	적합
70	처인구 포곡읍 마성리	소매점	4	1.7	2.3	적합
71	처인구남사읍완장리	양식장	6	1.8	2.0	적합
72	처인구남사읍완장리	양식장	6	2.8	3.4	적합
73	처인구남사읍통삼리	사무실	4	7.1	18.1	적합
74	처인구남사읍통삼리	사무실	4	3.3	2.1	적합
75	처인구 모현읍 갈담리	공장	8	1.3	1.9	적합
76	처인구 남사읍 통삼리	휴게음식점	40	1.5	3.0	적합
77	처인구남사읍창리	소매점	20	1.0	5.8	적합
78	처인구 포곡읍 마성리	소매점	14	8.2	2.2	적합
79	처인구포곡읍금어리	제조업소	4	13.5	16.1	적합
80	처인구 남사읍 진목리	주택	2	48.1	4.3	부적합
81	처인구 남사읍 진목리	주택	2	17.7	6.0	적합
82	처인구 남사읍 진목리	주택	2	1.8	3.4	적합
83	처인구남사읍진목리	주택	2	3.3	2.3	적합
84	처인구 남사읍 방아리	사무실	12	9.5	6.1	적합
85	처인구남사읍방아리	사무실	30	2.9	5.7	적합
86	처인구 모현읍 일산리	제조업소	4	3.9	17	적합
87	처인구모현읍일산리	제조업소	4	3.7	3.4	적합
88	처인구모현읍일산리	제조업소	6	1.7	2.1	적합
89	처인구포곡읍금어리	제조업소	26	12.1	12.3	적합
90	처인구포곡읍전대리	주택	2	0.8	7.6	적합

1) 용인시 개인하수처리시설 수질조사 및 평가자료 (계속 4)

순번	설치장소	업종	처리용량 (m ³ /일)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	적합 여부
91	처인구포곡읍영문리	다세대주택	4	50.5	28.1	부적합
92	처인구 포곡읍 신원리	음식점	20	1773.2	150	부적합
93	처인구역북동	음식점	30	97.3	24.6	부적합
94	처인구 유방동	사무실	12	15	3.4	적합
95	처인구 모현읍 매산리	공장	8	1.7	2.5	적합
96	처인구 원삼면 사암리	다가구주택	8	137	100.2	부적합
97	처인구 모현읍 오산리	주택	2	1.5	4.1	적합
98	처인구모현읍갈담리	음식점	70	8.8	2.1	적합
99	처인구 포곡읍 영문리	다세대주택	4	1.6	1.7	적합
100	처인구모현읍매산리	한국도로공사(터널)	3	1.4	3.1	적합
101	처인구모현읍매산리	한국도로공사(터널)	5	19.8	8.4	부적합
102	처인구포곡읍삼계리	한국도로공사(터널)	3	38.9	28.4	부적합
103	처인구호동	한국도로공사(터널)	2	5.1	5.5	적합
104	처인구 양지면 주북리	한국도로공사(터널)	10	2.0	4.8	적합
105	처인구모현읍매산리	한국도로공사(터널)	5	2.0	2.0	적합
106	처인구유방동	공장	10	3.5	3.8	적합
107	처인구포곡읍마성리	소매점	14	19.3	19.8	적합
108	처인구 포곡읍 마성리	제조업소	4	84.9	65.6	부적합
109	처인구 포곡읍 마성리	제조업소	4	14.5	4.3	적합
110	처인구유방동	소매점	10	1.2	2.2	적합
111	처인구 남동	창고	4	48.4	19.9	부적합
112	처인구 남동	사무실	4	41.4	11.7	부적합
113	처인구마평동	제조업소	4	126.3	248.5	부적합
114	처인구 양지면 대대리	제조업소	4	2.9	4.3	적합
115	처인구양지면대대리	제조업소	4	38.4	33.6	부적합
116	처인구양지면대대리	낚시터	5	9.4	18.4	적합
117	처인구 고림동	종교시설	20	11.2	5.5	적합
118	처인구포곡읍마성리	제조업소	4	25.7	135.3	부적합
119	처인구포곡읍마성리	제조업소	6	24.4	12.0	부적합
120	처인구포곡읍마성리	사무실	4	2.0	6.4	적합

1) 용인시 개인하수처리시설 수질조사 및 평가자료 (계속 5)

순번	설치장소	업종	처리용량 (m ³ /일)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	적합 여부
121	처인구포곡읍마성리	사무실	4	65.6	28.6	부적합
122	처인구모현읍갈담리	제조업소	4	33.6	17.9	부적합
123	처인구모현읍갈담리	케빈하우스	4	3.6	8.0	적합
124	처인구모현읍갈담리	소매점	4	1.2	6.2	적합
125	처인구모현읍갈담리	사무실	4	3.3	9.5	적합
126	처인구모현읍갈담리	제조업소	4	34.2	34.6	부적합
127	처인구 모현읍 갈담리	사무실	4	18.6	6.9	적합
128	처인구포곡읍영문리	사무실	6	1.2	3.2	적합
129	처인구포곡읍금어로	사무실	6	13.3	16.9	적합
130	처인구포곡읍신원리	운동시설	8	3.1	2.5	적합
131	처인구 포곡읍 신원리	제조업소	4	140.1	57.8	부적합
132	처인구 포곡읍 신원리	제조업소	4	2.3	18.0	적합
133	처인구 포곡읍 마성리	제조업소	4	25.8	29.4	부적합
134	처인구 양지면 식금리	공장	20	0.9	2.0	적합
135	처인구 양지면 송문리	사무소	4	7.6	2.8	적합
136	처인구남사읍진목리	주택	2	1.2	2.5	적합
137	처인구남사읍창리	소매점	30	8.1	2.0	적합
138	처인구이동읍화산리	사무실	6	1.2	2.6	적합
139	처인구포곡읍금어리	제조업소	4	48.6	44.1	부적합
140	처인구 양지면 주북리	종교시설	4	28.2	18.6	적합
141	처인구 양지면 주북리	제조업소	4	37.4	33.3	부적합
142	처인구 영지면 주북리	제조업소	5	38.4	19.0	적합
143	처인구양지면양지리	사무실	4	0.8	2.2	적합
144	처인구 양지면 평창리	제조업소	4	652.1	675.0	부적합
145	처인구 양지면 평창리	제조업소	4	34.4	26.0	부적합
146	처인구 유방동	요양시설	4	35.4	17.3	적합
147	처인구모현읍초부리	제조업소	6	15.6	46.8	부적합
148	처인구모현읍초부리	제조업소	4	1.5	1.7	적합
149	처인구 모현읍 초부리	제조업소	4	28.2	38.8	부적합
150	처인구포곡읍금어리	음식점	30	11.1	3.4	적합

1) 용인시 개인하수처리시설 수질조사 및 평가자료 (계속 6)

순번	설치장소	업종	처리용량 (m ³ /일)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	적합 여부
151	처인구포곡읍금어리	제조업소	4	2.8	3.6	적합
152	처인구모현읍매산리	제조업소	6	1.3	2.6	적합
153	처인구모현읍매산리	창고시설	6	2.5	18.6	적합
154	처인구모현읍매산리	제조업소	4	1.5	19.6	적합
155	처인구 양지만 평창리	음식점	25	16.8	27.4	부적합
156	처인구 원삼면 좌향리	음식점	25	1.5	2.0	적합
157	처인구포곡읍영문리	제조업소	16	128.7	163.4	부적합
158	처인구원삼면좌향리	소매점	49	12.0	14.7	적합
159	처인구원삼면좌향리	소매점	20	4.5	15.2	적합
160	처인구 역북동	음식점	30	2.0	2.0	적합
161	처인구 포곡읍 신원리	음식점	20	3.1	1.9	적합
162	처인구포곡읍삼계리	도로공사(터널)	3	1.2	1.8	적합
163	처인구 모현읍 매산리	도로공사(터널)	5	0.8	2.2	적합
164	처인구이동읍천리	소매점	4	8.4	10.0	적합
165	처인구 이동읍 묘봉리	제조업소	4	5.3	4.5	적합
166	처인구 남동	사무소	26	233.3	52.0	부적합
167	처인구양지면평창리	사무소	20	1.4	1.7	적합
168	처인구양지면제일리	음식점	10	47.7	29.2	부적합
169	처인구양지면대대리	사무소	6	78.8	24.6	부적합
170	처인구원삼면사암리	사무소	8	13.4	3.7	적합
171	처인구 양지면 남곡리	공장	14	1.7	1.8	적합
172	처인구이동읍어비리	요양시설	25	0.9	1.9	적합
173	처인구이동읍어비리	요양시설	25	1.0	1.8	적합
174	처인구 이동읍 어비리	주택	14	1.8	2.2	적합
175	처인구이동읍덕성리	소매점	4	1.7	3.8	적합
176	처인구양지면남곡리	음식점	4	2.0	1.8	적합
177	처인구양지면양지리	제조업소	40	0.9	1.8	적합
178	처인구양지면대대리	제조업소	4	11.5	13.7	적합
179	처인구양지면송문리	소매점	8	8.4	2.5	적합
180	처인구포곡읍전대리	사무실	6	1.1	2.4	적합

1) 용인시 개인하수처리시설 수질조사 및 평가자료 (계속 7)

순번	설치장소	업종	처리용량 (m ³ /일)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	적합 여부
181	처인구남동	사무실	4	7.4	24.6	부적합
182	처인구포곡읍마성리	사무실	4	9.5	5.5	적합
183	처인구백암면가창리	공장	40	148.1	2.1	부적합
184	처인구 백암면 백봉리	제조업소	6	7.9	18.7	적합
185	처인구 포곡읍 마성리	제조업소	4	1.3	2.3	적합
186	처인구 포곡읍 영문리	제조업소	10	1.7	3.3	적합
187	처인구포곡읍신원리	사무실	4	18.7	4.5	적합
188	처인구원삼면학일리	음식점	24	1.2	3.1	적합
189	처인구 백암면 근창리	다세대주택	14	4.1	2.3	적합
190	처인구 백암면 옥산리	소매점	18	7.9	6.4	적합
191	처인구 이동읍 서리	사무실	10	11.6	28.7	부적합
192	처인구 이동읍 송전리	공공시설	6	1.6	2.0	적합
193	처인구 이동읍 어비리	사무실	4	1.7	7.8	적합
194	처인구 남동	소매점	4	1.5	6.8	적합
195	처인구양지면주북리	종교시설	4	1.4	2.0	적합
196	처인구 양지면 주북리	제조업소	5	4.4	5.0	적합
197	처인구 고림동	소매점	30	2.7	1.7	적합
198	처인구포곡읍영문리	제조업소	8	8.0	18.3	적합
199	처인구포곡읍영문리	카라반숙소	24	107.3	21.0	부적합
200	처인구 포곡읍 영문리	소매점	8	1.3	1.7	적합
201	처인구 포곡읍 영문리	소매점	8	1.2	2.2	적합
202	처인구마평동	제조업소	4	5.4	2.4	적합
203	처인구유방동	요양시설	4	1.1	5.7	적합
204	처인구 포곡읍 신원리	창고	4	8.0	5.5	적합
205	처인구이동읍서리	운동시설	6	15.6	4.8	적합
206	처인구이동읍송전리	제조업소	8	2.3	9.8	적합
207	처인구 이동읍 묘봉리	창고	4	1.1	2.0	적합
208	처인구포곡읍마성리	소매점	4	1.5	9.6	적합
209	처인구포곡읍금어리	제조업소	4	11.6	27.7	부적합
210	처인구 이동읍 천리	소매점	8	5.1	2.9	적합

1) 용인시 개인하수처리시설 수질조사 및 평가자료 (계속 8)

순번	설치장소	업종	처리용량 (m ³ /일)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	적합 여부
211	처인구남사읍창리	소매점	30	1.1	2.2	적합
212	처인구남사읍봉명리	제조업소	20	0.9	2.1	적합
213	처인구원삼면목신리	공공시설	8	1.2	1.8	적합
214	처인구 원삼면 죽능리	음식점	35	5.1	7.5	적합
215	처인구해곡동	공공시설	30	70.8	2.1	부적합
216	처인구 해곡동	종교시설	20	1.7	2.1	적합
217	처인구 유방동	소매점	6	0.8	6.3	적합
218	처인구 포곡읍 영문리	사무실	10	2.9	5.8	적합
219	처인구포곡읍마성리	사무실	4	19.1	12.7	적합
220	처인구 포곡읍 전대리	전시관	14	1.5	2.0	적합
221	처인구포곡읍삼계리	음식점	10	3.7	3.4	적합
222	처인구 남사읍 원암리	주택	4	17.6	8.1	적합
223	처인구 남사읍 원암리	소매점	4	17.7	4.9	적합
224	처인구 남사읍 원암리	소매점	4	7.4	2.1	적합
225	처인구남동	사무실	26	18.7	19.3	적합
226	처인구 남동	사무실	20	8.0	3.7	적합
227	처인구포곡읍영문리	제조업소	16	136.2	66.2	부적합
228	처인구 포곡읍 마성리	사무실	6	3.5	11.1	적합
229	처인구 원삼면 죽능리	음식점	16	1.3	1.9	적합
230	처인구 원삼면 죽능리	사무실	10	1.5	2.0	적합
231	처인구 원삼면 죽능리	사무실	10	7.5	4.3	적합
232	처인구 원삼면 죽능리	소매점	24	1.8	2.5	적합
233	처인구 원삼면 죽능리	음식점	30	1.4	2.3	적합
234	처인구유방동	음식점	33	1.7	2.1	적합
235	처인구포곡읍마성리	제조업소	4	0.8	2.0	적합
236	처인구포곡읍신원리	창고	24	2.1	5.0	적합
237	처인구포곡읍신원리	창고	16	1.4	1.8	적합
238	처인구남사읍방아리	공장	10	1.7	2.5	적합
239	처인구 남사읍 방아리	소매점	4	2.3	1.9	적합
240	처인구포곡읍금어리	소매점	2	2.3	1.9	적합

1) 용인시 개인하수처리시설 수질조사 및 평가자료 (계속 9)

순번	설치장소	업종	처리용량 (m ³ /일)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	적합 여부
241	처인구모현읍갈담리	제조업소	4	9.5	7.3	적합
242	처인구 모현읍 갈담리	제조업소	4	25.2	29.4	부적합
243	처인구포곡읍영문로	제조업소	10	7.3	7.7	적합
244	처인구남사읍완장리	창고	14	3.2	11	적합
245	처인구남사읍완장리	주유소	8	2.0	3.2	적합
246	기흥구 상하동	사무실	2	7.9	6.6	적합
247	기흥구 신갈동	사무실	10	3.6	5.3	적합
248	기흥구 지곡동	운동시설	30	10.1	15.2	적합
249	기흥구 지곡동	교회	30	2.6	2.8	적합
250	기흥구 지곡동	음식점	30	1.7	1.8	적합
251	기흥구 보라동	교회	40	2.6	7.6	적합
252	기흥구 공세동	사무실	30	1.0	2.3	적합
253	기흥구 공세동	사무실	49	2.7	7.7	적합
254	기흥구 신갈동	사무실	40	11.5	11.3	적합
255	기흥구 보라동	사무실	45	2.0	4.0	적합
256	기흥구 서천동	교회	45	1.2	2.5	적합
257	기흥구 서천동	교회	40	1.7	3.6	적합
258	기흥구 공세동	사무실	49	1.8	10.6	적합
259	기흥구 하갈동	사무실	35	18.6	27.9	부적합
260	기흥구 하갈동	운동시설	49	2.0	2.7	적합
261	기흥구 동백동	음식점	35	8.6	2.0	적합
262	기흥구 동백동	음식점	40	2.4	2.8	적합
263	기흥구 동백동	음식점	40	7.8	14.6	적합
264	기흥구 언남동	운동시설	49	3.4	11.0	적합
265	기흥구 마북동	공업시설	4	156.3	52.0	부적합
266	기흥구 마북동	공업시설	40	3.6	7.3	적합
267	기흥구 동백동	음식점	49	18.2	17.4	적합
268	기흥구 동백동	노인복지시설	30	9.2	5.9	적합
269	기흥구 지곡동	운동시설	4	1.7	2.7	적합
270	기흥구 지곡동	노인복지시설	25	103.0	25.4	부적합

1) 용인시 개인하수처리시설 수질조사 및 평가자료 (계속 10)

순번	설치장소	업종	처리용량 (m ³ /일)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	적합여부
271	기흥구 언남동	사무실	6	8.5	11.8	적합
272	기흥구 고매동	세차장	45	1.8	6.6	적합
273	기흥구 고매동	음식점	30	1.2	1.9	적합
274	기흥구 고매동	운동시설	40	2.6	2.4	적합
275	기흥구중동	음식점	40	8.1	6.4	적합
276	기흥구중동	사무실	45	9.4	11.0	적합
277	기흥구 상하동	문화시설	40	5.0	5.7	적합
278	기흥구 상하동	음식점	49	2.0	43.8	부적합
279	기흥구 공세동	음식점	16	6.0	9.1	적합
280	기흥구 고매동	사무실	30	11.1	3.9	적합
281	기흥구 공세동	사무실	30	3.9	13.5	적합
282	기흥구 고매동	캠핑장	20	1.7	6.5	적합
283	기흥구 언남동	공업시설	2	35.4	86.0	부적합
284	기흥구 농서동	사무실	45	2.0	1.5	적합
285	기흥구 농서동	음식점	30	5.2	11.8	적합
286	기흥구 농서동	숙박시설	40	25.2	8.3	부적합
287	기흥구 영덕동	운동시설	10	23.4	2.9	부적합
288	기흥구 신갈동	운동시설	10	1.4	1.8	적합
289	기흥구 신갈동	운동시설	10	1.3	2.2	적합
290	기흥구 영덕동	운동시설	10	1.2	2.0	적합
291	기흥구 신갈동	운동시설	20	1.2	1.7	적합
292	기흥구 하갈동	사무실	35	2.5	4.0	적합
293	기흥구 상하동	음식점	8	17.8	29.0	부적합
294	기흥구 지곡동	사무실	8	8.6	2.4	적합
295	기흥구 언남동	공업시설	14	12.8	18.4	적합
296	기흥구 신갈동	문화시설	49	1.5	3.3	적합
297	기흥구 신갈동	창고	40	0.9	2.5	적합
298	기흥구 마북동	공업시설	4	1.2	2.8	적합
299	기흥구 구갈동	공업시설	12	7.2	8.3	적합
300	기흥구 지곡동	사무실	16	2.1	2.0	적합

1) 용인시 개인하수처리시설 수질조사 및 평가자료 (계속 11)

순번	설치장소	업종	처리용량 (m ³ /일)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	적합 여부
271	기흥구 언남동	사무실	6	8.5	11.8	적합
272	기흥구 고매동	세차장	45	1.8	6.6	적합
273	기흥구 고매동	음식점	30	1.2	1.9	적합
274	기흥구 고매동	운동시설	40	2.6	2.4	적합
275	기흥구중동	음식점	40	8.1	6.4	적합
276	기흥구중동	사무실	45	9.4	11.0	적합
277	기흥구 상하동	문화시설	40	5.0	5.7	적합
278	기흥구 상하동	음식점	49	2.0	43.8	부적합
279	기흥구 공세동	음식점	16	6.0	9.1	적합
280	기흥구 고매동	사무실	30	11.1	3.9	적합
281	기흥구 공세동	사무실	30	3.9	13.5	적합
282	기흥구 고매동	캠핑장	20	1.7	6.5	적합
283	기흥구 언남동	공업시설	2	35.4	86.0	부적합
284	기흥구 농서동	사무실	45	2.0	1.5	적합
285	기흥구 농서동	음식점	30	5.2	11.8	적합
286	기흥구 농서동	숙박시설	40	25.2	8.3	부적합
287	기흥구 영덕동	운동시설	10	23.4	2.9	부적합
288	기흥구 신갈동	운동시설	10	1.4	1.8	적합
289	기흥구 신갈동	운동시설	10	1.3	2.2	적합
290	기흥구 영덕동	운동시설	10	1.2	2.0	적합
291	기흥구 신갈동	운동시설	20	1.2	1.7	적합
292	기흥구 하갈동	사무실	35	2.5	4.0	적합
293	기흥구 상하동	음식점	8	17.8	29.0	부적합
294	기흥구 지곡동	사무실	8	8.6	2.4	적합
295	기흥구 언남동	공업시설	14	12.8	18.4	적합
296	기흥구 신갈동	문화시설	49	1.5	3.3	적합
297	기흥구 신갈동	창고	40	0.9	2.5	적합
298	기흥구 마북동	공업시설	4	1.2	2.8	적합
299	기흥구 구갈동	공업시설	12	7.2	8.3	적합
300	기흥구 지곡동	사무실	16	2.1	2.0	적합
331	수지구 성북동	교회	10	2.0	2.1	적합

1) 용인시 개인하수처리시설 수질조사 및 평가자료 (계속 12)

순번	설치장소	업종	처리용량 (m ³ /일)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	적합 여부
332	수지구 성북동	교육연구시설	26	0.6	10.6	적합
333	수지구 성북동	다가구주택	26	1.8	1.8	적합
334	수지구 성북동	음식점	20	48.1	4.3	부적합
335	수지구 성북동	애견 카페	16	1.6	7.7	적합
336	수지구 동천동	단독주택	20	41.1	15.3	부적합
337	수지구 동천동	사무실 등	10	4.2	4.4	적합
338	수지구 신봉동	-	12	2.6	5.6	적합
339	수지구 고기동	단독주택 등	8	1.7	1.9	적합
340	수지구 죽전동	교육시설	40	1.7	1.8	적합
341	수지구 성북동	음식점	4	1.2	2.4	적합
342	수지구 고기동	사무소 등	25	18.7	7.0	적합
343	수지구 고기동	사무소 등	20	16.0	7.2	적합
344	수지구 고기동	창고	30	67.1	6.7	부적합
345	수지구 동천동	창고 등	30	1.2	2.3	적합
346	수지구 동천동	단독주택	20	1.6	5.8	적합
347	수지구 성북동	음식점	20	1.8	3.5	적합
348	수지구 고기동	음식점 등	16	2.7	12.7	적합
349	수지구 고기동	음식점 등	18	3.7	2.9	적합
350	수지구 고기동	단독주택	2	3.1	3.3	적합
351	수지구 고기동	단독주택	2	3.3	3.2	적합
352	수지구 고기동	제과점	16	2.0	2.6	적합
353	수지구 성북동	단독주택 등	16	5.4	19.4	적합
354	수지구 성북동	음식점	30	12.0	8.3	적합
355	수지구 성북동	단독주택 등	20	2.3	4.8	적합
356	수지구 고기동	단독주택 등	20	0.9	1.9	적합
357	수지구 고기동	운동시설	40	1.6	1.9	적합
358	수지구 고기동	어린이집	14	1.0	4.3	적합
359	수지구 고기동	단독주택	35	4.6	3.9	적합
360	수지구 동천동	창고	30	3.7	5.4	적합
361	수지구 성북동	단독주택	16	2.4	13.7	적합
362	수지구 성북동	근린생활시설	16	13.4	29.6	적합
363	수지구 성북동	근린생활시설	20	1.7	19.7	적합

○ 개인하수처리시설 각 관계자 설문조사표(공무원 및 기타)

거주 지역	연락처	시설 관계	전문 분야	경력	2-1. 직무 연관성	2-2. 월 방문 시설수	2-3. 시설 이해도	2-4. 시설 관리 수준	2-5. 관리 문제점	2-6. 개선 과제	2-7. 현재 정부 지원의 적정성	2-7-1. 정책적 지원의 우선순위	2-8. 핵심 공정	2-9. 시설연결	2-10. IoT 기술 인지도
수원	01096629602	공무원	환경	5년 이하	매우 높음	20개소 이상	높음	그렇다	업무 관심 부족	시설기준 강화	그렇다	운영·관리비 지원	침전조		잘 알고 있다
수원	1	공무원	환경	1년 이하	높음	5개소 이하									
구리시	01097069711	공무원	기계	3년 이하	높음	5개소 이하	보통	그렇지 않다	전문 관리인 부재	관리감독 및 처벌규정 강화	보통이다	법률 강화	생물반응조		모른다
고양시			환경	10년 이상	높음	20개소 이상	높음	그렇다	업무 관심 부족	홍보·교육 강화	매우 그렇다	제도개선	생물반응조		잘 알고 있다
경기도	010	공무원	환경	5년 이하	높음	5개소 이하	낮음	그렇지 않다	전문 관리인 부재	기술지원 강화	보통이다	전문가(진단 및 자문) 지원	생물반응조		들어만 봤다
용인시	010	공무원	환경	1년 이하	매우 높음	20개소 이상	보통	그렇다	업무 관심 부족	관리감독 및 처벌규정 강화	보통이다	제도개선	침전조		모른다
경기도 수원	0313453784	공무원	환경	3년 이하	높음	20개소 이하	낮음	그렇다	-	관리감독 및 처벌규정 강화	그렇다	법률 강화	-		잘 알고 있다
남양주시	01063381167	공무원	환경	5년 이하	매우 높음	5개소 이하	보통	그렇지 않다	담당 공무원 인원부족	홍보·교육 강화	보통이다	제도개선	생물반응조		들어만 봤다
남양주시		공무원	환경	5년 이하	보통	10개소 이하	낮음	매우 그렇지 않다	업무 관심 부족	시설기준 강화	그렇지 않다	법률 강화	침전조		모른다
구리	01066523951	공무원	토목	5년 이하	보통	15개소 이하	낮음	매우 그렇지 않다	업무 관심 부족	시설기준 강화	그렇지 않다	제도개선	침전조		들어만 봤다
남양주시		공무원	환경	1년 이하	매우 높음	10개소 이하	보통	보통이다	업무 관심 부족	시설기준 강화	보통이다	법률 강화	생물반응조		잘 알고 있다
가평군	031-580-4462	공무원	환경	10년 이하	매우 높음	15개소 이하	높음	그렇지 않다	업무 관심 부족	관리감독 및 처벌규정 강화	그렇지 않다	제도개선	생물반응조		들어만 봤다
가평군	01056300343	공무원	일반행정	1년 이하	보통	10개소 이하	보통	보통이다	관리인 전문성 부족	홍보·교육 강화	그렇다	제도개선	침전조		들어만 봤다
용인시	010 20064688	공무원	농업	1년 이하	낮음	15개소 이하	낮음	매우 그렇지 않다	시설설계	시설기준 강화	그렇지 않다	시설비(개선비 포함) 지원	침전조		들어만 봤다
파주시	01062868178	공무원	화공	1년 이하	보통	15개소 이하	보통	보통이다	전문 관리인 부재	시설기준 강화	보통이다	전문가(진단 및 자문) 지원	생물반응조	없음	알고 있다
		공무원	행정	1년 이하	매우 높음	15개소 이하	낮음	매우 그렇지 않다	상기 모든 항목이 복합적으로 작용하는 것같음	시설기준 강화	보통이다	전문가(진단 및 자문) 지원	유량조정조		알고 있다
경기도 고양시		공무원	환경	5년 이하	매우 높음	20개소 이상	보통	그렇지 않다	시설설계	시설기준 강화	보통이다	전문가(진단 및 자문) 지원	생물반응조		알고 있다

제주시	01067894480	공무원	환경	10년 이하	매우 높음	5개소 이하	보통	그렇지 않다	업무 관심 부족	관리감독 및 처벌 규정 강화	보통이다	전문가(진단 및 자문) 지원	생물반응조		알고 있다
의왕시	010-4011-5862	공무원	시설	10년 이상	매우 높음	20개소 이상	매우 높음	매우 그렇다	업무 관심 부족	홍보·교육 강화	보통이다	전문가(진단 및 자문) 지원	생물반응조	현장교육 필요	알고 있다
남양주	010-6224-3266	공무원		10년 이상	높음	5개소 이하	높음	매우 그렇지 않다	시설계	시설기준 강화	매우 그렇지 않다	법률 강화	유량조정조	개인하수처리시설 관리하는 20년 전과 비서진전이 없네요	알고 있다
경기도	.	공무원	.	1년 이하	매우 높음	20개소 이상	매우 낮음	매우 그렇지 않다	전부 다	관리감독 및 처벌 규정 강화	그렇지 않다	제도개선	생물반응조		알고 있다
안성	01030712296	공무원	보건	1년 이하	매우 높음	20개소 이상	보통	보통이다	업무 관심 부족	홍보·교육 강화	보통이다	법률 강화	침전조	.	들어만 봤다
오산	031-8036-6396	공무원	토목	5년 이하	높음	5개소 이하	높음	보통이다	업무 관심 부족	홍보·교육 강화	그렇지 않다	제도개선	생물반응조	담당자 교육 강화	들어만 봤다
고양시		공무원	환경	1년 이하	매우 높음	20개소 이상	보통	그렇지 않다	업무 관심 부족	시설기준 강화	그렇지 않다	전문가(진단 및 자문) 지원	생물반응조	관리요령 매뉴얼상 배포	모른다
제주도	010-8342-5050	공무원	환경	5년 이하	매우 높음	20개소 이상	매우 높음	그렇지 않다	업무 관심 부족	시설기준 강화	그렇지 않다	시설비(개선비 포함) 지원	생물반응조		매우 잘 알고 있다
제주시	01036997379	공무원	사무	10년 이하	낮음	5개소 이하	보통	그렇다	관리인 전문성 부족	시설기준 강화	보통이다	전문가(진단 및 자문) 지원	생물반응조	없음	매우 잘 알고 있다
서울시 강남구	010 22715387	공무원	환경	5년 이하	매우 높음	5개소 이하	보통	보통이다	전문 관리인 부재	홍보·교육 강화	보통이다	전문가(진단 및 자문) 지원	생물반응조	.	잘 알고 있다
제주특별자치도	01026995762	공무원	환경	5년 이하	매우 높음	5개소 이하	매우 높음	그렇지 않다	전문 관리인 부재	시설기준 강화	그렇지 않다	법률 강화	생물반응조		알고 있다
안산	01053788658	공무원	화공	10년 이상	매우 높음	20개소 이상	높음	매우 그렇지 않다	전문 관리인 부재	시설기준 강화	그렇지 않다	제도개선	생물반응조	등록제 폐품에 대한 제성 등의 무화	잘 알고 있다
경기도 포천시	010-5148-9833	공무원	전기	1년 이하	매우 높음	10개소 이하	매우 낮음	보통이다	전문업체 부종 및 수수료 단가	홍보·교육 강화	보통이다	전문가(진단 및 자문) 지원	침전조	건축주 인식 부족	들어만 봤다
포천시	01092991574	공무원	시설토목	1년 이하	보통	5개소 이하	보통	보통이다	업무 관심 부족	기술지원 강화	보통이다	전문가(진단 및 자문) 지원	생물반응조		모른다

○ 개인하수처리시설 각 관계자 설문조사표(위탁관리자)

거주 지역	연락처	시설관계	전문분야	경력	자격증 현황	2-1. 관리 개수	2-2. 시설 용량	2-3. 운영 상태	2-3-1. 시설 관리 어려움	2-3-2. 시설 관리 우선 순위	2-4. 적정 위탁관리비(톤당)	2-4-1. 실제 위탁관리비	2-5. 사업주의 유지보수비 지불 적정성	2-6. 가장 중요한 관리 공정	2-7. 개선·정책 제안	2-8. IoT 인지도
충북	010-3598-2082	위탁관리자	환경	10년 이상	수질환경 1982년도	30개소 이상	20~50 m ³	보통	시설상의 문제	관리감 및 처벌 규정 강화	1만원/톤 이하	0.5만원/톤	그렇지 않다	침전조	사용자: 최소한의 환경의식고취 지자체: 마다 남발하는 조례보다 일원화된 법 개정 하수도법	알고 있다
경남	055-329-4946	위탁관리자	환경	10년 이상	개인하수처리시설 설계시공업(20047), 개인하수처리시설 관리업(2005)	30개소 이상	10~20 m ³	잘 됨	시설의 노후화	관리감 및 처벌 규정 강화	1.5만원/톤 이하	1만원/톤	그렇지 않다	폭기조	정상가동 될수 있도록 지도 단속	잘 알고 있다
제주도	010-3697-8594	위탁관리자	환경	10년 이상	수질환경기사 1급, 1992년	30개소 이하	50 m ³ 이상	보통	운전 관리비	시설기준 강화	1.5만원/톤 이하	1만원/톤	그렇다	폭기조	없음	알고 있다
경기도		사용자(사업주)	환경	10년 이상	위탁관리업 설계시공업	30개소 이상	20~50 m ³	잘 됨	운전 관리비	관리감 및 처벌 규정 강화	2만원/톤 이상	20만원	보통이다	폭기조	관리업체와 소통하여 정책을 수립하고 이행하겠다	매우 잘 알고 있다
인천광역시	010-4347-6263	위탁관리자	환경	10년 이상	수질/전기/2010년	30개소 이상	50 m ³ 이상	보통	시설상의 문제	시설기준 강화	2만원/톤 이상	1~3만원까지 다양	그렇다	부실 설계와 시공, 불법별 관리유지관리비 제공되지 않는 것(도면포함)	설계 및 시공, 준수 준공, 준공 후 부족(전문성 부족)	매우 잘 알고 있다
용인시	010-9086-2436	위탁관리자	환경	10년 이상	수질환경기사	30개소 이상	20~50 m ³	잘 됨	시설상의 문제		1만원/톤 이하	25만원	그렇다	폭기조	개인하수처리시설소유자에게 관리법규 지속적인 홍보-년1회 이상 우편물발송	알고 있다
경기도 평택시	010-4704-0677	위탁관리자	환경	10년 이하		20개소 이하	20~50 m ³	잘 됨	시설의 노후화	시설기준 강화	2만원/톤 이상	톤당 1.5만원	보통이다	폭기조		잘 알고 있다

경상북도		위탁관리자	환경	10년 이상	개인하수처리시설 설계, 시공업(2013년) 개인하수처리시설 관리업(2008년) 수질환경대행기관(2016년) 상하수도설비공사업(2025년)	30개소 이상	50 m3 이상	보통	시설상의 문제	시설기준 강화	2만원/톤 이상	450.000/월	그렇지 않다	폭기조	국내 수처리 기술에 비해 방류수 수질기준(T-N, T-P)이 강화되어 있으며, 개인하수처리시설 시공료와 용량 기준이 필요함.	알고 있다
평택시	031-654-7324	위탁관리자	환경	10년 이하	중급	10개소 이하	50 m3 이상	잘 됨	시설상의 문제	기술지원 강화	2만원/톤 이하	1톤당10만	그렇다	폭기조	시설이 법규에 따라 개보수가 필요합니다	알고 있다
용인	01058824974	위탁관리자	환경	10년 이상	수질환경 중급기술자 2001년	30개소 이상	20-50 m3	매우 잘 됨	사업주 무관심	관리감독 및 규정 강화	2만원/톤 이상	평균 25만원	보통이다	전부 중요함	비용보조 필요	잘 알고 있다
인천	01084215053	사용자(사업주)	환경	10년 이상	수질환경기사	30개소 이상	10-20 m3	보통	시설상의 문제	시설기준 강화	1.5만원/톤 이하	시설마다 다름	그렇지 않다	유량조정조	준공검사시 철저한 검사와 감독이 필요함. 휴지통없는 화장실 같은 캠페인 하셔야 할.	매우 잘 알고 있다
용인시 처인구	010-2670-2676	위탁관리자	환경	5년 이하	수질환경 산업기사(2019)	30개소 이상	10-20 m3	잘 됨	시설의 노후화	시설기준 강화, 기술지원 강화, 공영제 실시, 관리비 지원	2만원/톤 이하		그렇다	유량조정조, 침전조	공영제 및 시설관리기원비 추가 증액, 처인구 레스피아(하수종말처리장) 증설	알고 있다

○ 개인하수처리시설 각 관계자 설문조사표(사업주 - 자가관리)

거주 지역	시설 관계	전문 분야	업력	2-1. 사용중인 시설용량	2-2. 개인하수처리시설에 대한 이해도	2-3. 시설의 관리방식	2-4. 직접관리 하는 이유	2-5. 운영적절성	2-6. 관리주기	2-6-1. 시설정소 주기	2-7. 시설유지·관리 비용	2-8. 소요비용이 부담되시요?	2-9. 시설관리 상의 가장 큰 문제점	2-10. 시설관리를 위한 우선 지원사항	2-11. 시설관리를 위해 정부 혹은 지자체에 건의 사항
	사용자(사업주)		1년 이하		보통	자가 관리	직접하는 것이 편해서	잘 관리	2주일 이내	1년	5만원 이하	그렇지 않다	약간의 냄새	관리요령 지원, 시 대응방안 지원	

○ 개인하수처리시설 각 관계자 설문조사표(사업주 - 위탁관리)

거주 지역	시설관계	전문분야	업력	2-1. 시설용량	2-2. 시설에 대한 이해도	2-3. 시설관리 방식	2-4. 시설 관리 상태(위탁 관리자)	2-4-1. '잘못 관리된다' 라고 답변한 이유	2-5. 위탁관리 비용	2-5-1. 위탁관리 비용 적절성	2-5-2. (적절 이외 답변자) 적절하다고 생각하는 비용	2-6. 위탁비용 외 연간 유지보수, 소모품 구매비용	2-7. 현재 시설 설치 유지비용이 부담되는가?	2-8. 시설관리를 위한 지원 사항	2-9. 시설관리 상 아쉽거나 정부 및 지자체에 바라는 점
	사용자(사업주)		10년 이상		낮음	위탁 관리	잘 관리		20만원 이하	적절		없음	그렇지 않다	없음	
용인	사용자(사업주)		1년 이하		보통	위탁 관리	매우 잘 관리		10만원 이하	적절		100만원 이하	보통이다	시설 및 관리비 지원	
용인	사용자(사업주)	기계	10년 이상	10 ~ 20 m ³	높음	위탁 관리	매우 잘 관리			적절			보통이다	시설 및 관리비 지원	
	사용자(사업주)				높음	위탁 관리	잘 관리		20만원 이하	과다	10 미만	50만원 이하	그렇다	시설및관리비지원과제도개선(상시지원시스템 구축등)	위탁관리 보다는 공공관리가 이루어지길 희망합니다

주 의

1. 이 보고서는 경기녹색환경지원센터에서 시행한 연구 개발사업의 보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 경기녹색환경 지원센터에서 시행한 연구개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

22-05-01-
30-33

팔당수계 내 기술 활용 및 구축방안연구
개인하수처리시설의 사물인터넷

경기
녹색
환경
지원
센터