



본 보고서는 환경부로부터 친환경 인증을 받은 재활용 종이로 인쇄되었습니다.

2023년도 제4차 사업계획 적정성 검토 보고서

## 김해시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치사업

2023년도 제4차 사업계획 적정성 검토 보고서

김해시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치사업

kipf 한국조세재정연구원

2023년도 제4차 사업계획 적정성 검토 보고서

# 김해시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치사업

**kipf** 한국조세재정연구원

(30147) 세종특별자치시 시청대로 336  
TEL 044-414-2114 www.kipf.re.kr

**kipf** 한국조세재정연구원  
정부투자분석센터



2023년도 제4차 사업계획 적정성 검토 보고서

# 김해시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치사업



# 제 출 문

기획재정부 장관 귀하

본 보고서를 귀 기획재정부가 의뢰한 『김해시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치사업』의 사업계획 적정성 검토 최종보고서로 제출합니다.

2025. 7.

한국조세재정연구원 원장 이 영



< 연구진 >

■ 「김해시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치사업」  
사업계획 적정성 검토

한국조세재정연구원 연구진 : 김혜련 초빙연구위원(연구총괄)  
서동규 선임연구원

외부 연구진 : 박정수 대표이사((주)위드이앤씨)  
고윤성 이사((주)위드이앤씨)

검토위원 : 류재영 상무(한국종합기술)  
홍성효 전무((주)동해종합기술공사)



사업 예정 부지



자료: 김해시, 「김해시 유기성폐자원바이오가스화시설 기본계획 보완 보고서」, 2024. 8.

- 부지면적: 15,800㎡



## 목 차

요약 .....	1
I. 사업계획 적정성 검토의 개요 .....	49
1. 사업의 추진 배경 및 목적 .....	49
2. 사업의 추진근거 및 경위 .....	50
3. 사업의 주요 내용 .....	50
4. 사업계획 적정성 검토의 주요 내용 .....	60
II. 기초자료 분석 및 조사의 주요 쟁점 .....	65
1. 기초자료 분석 .....	65
2. 유사사례 검토 .....	72
3. 관련 법률 및 계획 검토 .....	77
4. 사업계획 적정성 검토의 주요 쟁점 .....	92
5. 검토안 및 대안의 설정 .....	97
III. 수요추정 .....	98
1. 수요추정의 개요 .....	98
2. 수요추정의 방법 .....	99
3. 수요추정 .....	102
4. 사업계획서와 비교 검토 .....	157
IV. 사업계획의 적절성 검토 .....	162
1. 사업계획의 개요 .....	162
2. 사업목적의 적절성 검토 .....	163
3. 시설계획의 적절성 검토 .....	165

---

V. 비용 추정 .....	172
1. 비용추정의 개요 .....	172
2. 사업계획서 총사업비 검토 .....	174
3. 총사업비 추정 .....	175
VI. 정책성 분석 .....	186
1. 정책성 분석의 체계 .....	186
2. 사업추진 여건 .....	187
VII. 지역균형발전 분석 .....	192
1. 지역균형발전 분석 개요 .....	192
2. 지역낙후도 평가 .....	193
3. 지역경제 파급효과 분석 .....	200
VIII. 종합 결론 및 정책 제언 .....	219
1. 종합 결론 .....	219
2. 정책 제언 .....	222
참고문헌 .....	224
부록 .....	227
1. 조사의뢰 공문 .....	227
2. 부처 자료 제출 공문 .....	228

---

---

## 표 목차

〈표 Ⅰ-1〉 사업의 추진 경위 .....	53
〈표 Ⅰ-2〉 김해시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치사업의 주요 내용 .....	54
〈표 Ⅰ-3〉 총사업비 산출 내역 .....	56
〈표 Ⅰ-4〉 설계·시공 일괄입찰방식 사업추진 절차 .....	57
〈표 Ⅰ-5〉 기술제안 입찰방식 사업추진 절차 .....	59
〈표 Ⅱ-1〉 김해시의 경위도상 좌표 .....	65
〈표 Ⅱ-2〉 김해시 행정구역별 면적 .....	66
〈표 Ⅱ-3〉 김해시 인구수 .....	67
〈표 Ⅱ-4〉 경상남도 자동차 등록 대수 .....	68
〈표 Ⅱ-5〉 김해시 산업별 사업체 및 종사자 수 .....	69
〈표 Ⅱ-6〉 화목맑은물순환센터시설 개요 .....	70
〈표 Ⅱ-7〉 장유맑은물순환센터시설 개요 .....	70
〈표 Ⅱ-8〉 김해시 분뇨처리시설 개요 .....	70
〈표 Ⅱ-9〉 김해시 읍폐수 바이오가스 에너지화시설 개요 .....	71
〈표 Ⅱ-10〉 서산시 자원순환형 바이오가스화시설 개요 .....	72
〈표 Ⅱ-11〉 김해시 가축분뇨공공처리시설 개요 .....	73
〈표 Ⅱ-12〉 구미시 광역 통합바이오가스화시설 개요 .....	74
〈표 Ⅱ-13〉 청주시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 개요 .....	76
〈표 Ⅱ-14〉 「유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산 및 이용 촉진법」 주요 내용 .....	78
〈표 Ⅱ-15〉 상위 및 관련 계획 상세 .....	79
〈표 Ⅱ-16〉 제1차 자원순환 기본계획의 자원순환 지표 설정 .....	82
〈표 Ⅱ-17〉 에너지화시설 현황 .....	84
〈표 Ⅱ-18〉 에너지화시설 확충 계획 .....	85
〈표 Ⅱ-19〉 2023~2027 폐기물처리 기본계획의 폐기물 관리방안 .....	86
〈표 Ⅱ-20〉 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치사업 .....	86

---

〈표 II-21〉 하수찌꺼기 자원화처리시설 증설사업	86
〈표 II-22〉 목표연도별 분뇨 발생량	87
〈표 II-23〉 하수찌꺼기(슬러지) 최종처분량	88
〈표 II-24〉 화목맑은물순환센터 시설 현황	88
〈표 II-25〉 김해시 분뇨처리시설 현황	89
〈표 II-26〉 공정 및 기계 분야 개선방안	90
〈표 II-27〉 전기 및 계측제어 분야 개선방안	91
〈표 II-28〉 김해시 음식물류폐기물 자원화처리시설 일반 현황	91
〈표 II-29〉 검토안 및 대안의 설정	97
〈표 III-1〉 폐기물처리시설 시설규모 산정방법	99
〈표 III-2〉 계획 목표 연도	100
〈표 III-3〉 김해시 과거 인구 추이	102
〈표 III-4〉 김해시 상위계획상 계획인구 설정	102
〈표 III-5〉 인구추정을 위한 자료 목록	104
〈표 III-6〉 김해시 1세별 인구분포(2023년 기준, 외국인 제외)	104
〈표 III-7〉 과거 5년간 김해시 출생아 수 및 성비율	108
〈표 III-8〉 최근 5년간 김해시 가임여성 모의 연령별 출산율	109
〈표 III-9〉 김해시 평균 출산율 산정 결과	110
〈표 III-10〉 김해시 5세별 인구 및 사망자 수 현황(2018~2022년)	111
〈표 III-11〉 과거 5년간 김해시 남녀별 평균 생존율	114
〈표 III-12〉 과거 5년간 김해시 전출입 현황	115
〈표 III-13〉 일시적 인구이동	116
〈표 III-14〉 김해시 평균이동률 산정 결과	117
〈표 III-15〉 김해시 개발사업 현황	119
〈표 III-16〉 지역별, 개발사업 유형별 외부유입률	121
〈표 III-17〉 외부유입률 방식에 의한 사회적 유입 인구 산정	122
〈표 III-18〉 계획인구 규모에 따른 연도별 계획인구 반영 비율	123

---

〈표 Ⅲ-19〉 초과 주택 수에 의한 사회적 유입 인구 산정 .....	124
〈표 Ⅲ-20〉 사회적 외부 유입 인구 결정 .....	125
〈표 Ⅲ-21〉 김해시 계획인구 산정 결과 .....	126
〈표 Ⅲ-22〉 음식물류폐기물 대상 검토 및 선정(김해시, 2022년 처리 현황) .....	128
〈표 Ⅲ-23〉 과거 음식물류폐기물 발생량 적용 자료 선정 .....	130
〈표 Ⅲ-24〉 음식물류폐기물 발생량 기준 원단위 산정(과거 평균) .....	131
〈표 Ⅲ-25〉 상위계획상의 생활계폐기물 목표 감량화율 .....	132
〈표 Ⅲ-26〉 본 검토 연도별 감량화율 .....	132
〈표 Ⅲ-27〉 음식물류폐기물 발생량 원단위 산정 .....	132
〈표 Ⅲ-28〉 가동연도 음식물류폐기물 발생량 원단위 .....	133
〈표 Ⅲ-29〉 가동연도 공공처리 대상 음식물류폐기물 발생량 .....	133
〈표 Ⅲ-30〉 분뇨 및 정화조찌꺼기 원단위 .....	134
〈표 Ⅲ-31〉 계획분뇨 수거량 1안: 직접산정 .....	134
〈표 Ⅲ-32〉 과거 반입 현황에 따른 분뇨 발생량 원단위 .....	135
〈표 Ⅲ-33〉 계획분뇨 수거량 2안: 과거 반입 현황 .....	136
〈표 Ⅲ-34〉 계획분뇨 수거량 산정 결과 .....	136
〈표 Ⅲ-35〉 본 시설 하수찌꺼기 반입대상 김해시 공공하수처리시설 .....	137
〈표 Ⅲ-36〉 본 시설 반입 및 처리 대상 하수찌꺼기 선정 .....	139
〈표 Ⅲ-37〉 김해시 공공하수처리시설별 계획인구 .....	140
〈표 Ⅲ-38〉 김해시 공공하수처리시설별 하수도보급률 .....	141
〈표 Ⅲ-39〉 김해시 공공하수처리시설별 하수처리인구 .....	141
〈표 Ⅲ-40〉 김해시 공공하수처리시설별 유입하수량 원단위 .....	143
〈표 Ⅲ-41〉 김해시 공공하수처리시설별 일평균 계획하수량 .....	145
〈표 Ⅲ-42〉 화목공공하수처리시설 잉여농축슬러지 장유공공하수처리시설 연계처리량 .....	147
〈표 Ⅲ-43〉 김해시 진영공공하수처리시설 탈수케익 발생량 원단위 .....	148
〈표 Ⅲ-44〉 김해시 진영공공하수처리시설 탈수케익 발생량 .....	148
〈표 Ⅲ-45〉 화목공공하수처리시설 소화조 용량 초과 생·잉여농축슬러지량 .....	149
〈표 Ⅲ-46〉 김해시 기타 공공하수처리시설별 탈수케익 발생량 원단위 .....	150

---

〈표 III-47〉 김해시 기타 공공하수처리시설 탈수케익 발생량 .....	151
〈표 III-48〉 계획 하수찌꺼기 발생량 .....	152
〈표 III-49〉 사업 대상 폐기물 발생량 .....	153
〈표 III-50〉 음식물류폐기물 처리시설 규모 .....	155
〈표 III-51〉 분뇨 처리시설 규모 .....	155
〈표 III-52〉 하수찌꺼기 처리시설 규모 .....	156
〈표 III-53〉 유기성폐자원 통합 바이오가스화시설 시설 규모 .....	156
〈표 III-54〉 사업계획서와 본 검토 계획인구 추정 결과 비교 .....	157
〈표 III-55〉 음식물류폐기물 발생량 비교 .....	158
〈표 III-56〉 분뇨 수거량 비교 .....	158
〈표 III-57〉 하수찌꺼기 발생량 비교 .....	159
〈표 III-58〉 음식물류폐기물 처리시설 규모 비교 .....	160
〈표 III-59〉 분뇨 처리시설 규모 비교 .....	160
〈표 III-60〉 하수찌꺼기 처리시설 규모 비교 .....	161
〈표 III-61〉 유기성폐자원 통합 바이오가스화시설 규모 비교 .....	161
〈표 IV-1〉 김해시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치사업 사업계획 .....	162
〈표 IV-2〉 「유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산 및 이용 촉진법」 주요 내용 .....	163
〈표 IV-3〉 김해시 바이오가스 생산목표량 .....	164
〈표 IV-4〉 본 사업 유기성폐자원 통합 바이오가스화시설의 바이오가스 생산량 .....	164
〈표 IV-5〉 본 사업에 의한 김해시 바이오가스 생산목표율 .....	165
〈표 IV-6〉 음식물류폐기물 처리방식 검토 .....	166
〈표 IV-7〉 분뇨 소화조 투입·미투입 시 소화조 고형물 농도(TS) 비교 .....	167
〈표 IV-8〉 기존 음폐수 바이오가스 에너지화시설 활용 방안 검토 .....	170
〈표 V-1〉 사업계획 적정성 검토안 .....	172
〈표 V-2〉 비용추정 절차 및 방법 .....	173
〈표 V-3〉 비용 보정지수(건설투자 GDP 디플레이터, 2015=100) .....	173

---

〈표 V-4〉 사업계획서 총사업비 내역 .....	174
〈표 V-5〉 국내 유기성폐자원 바이오가스화시설 현황 .....	175
〈표 V-6〉 유사사례 인용사업 선정 .....	176
〈표 V-7〉 사업계획 적정성 공사비 산정방안 .....	177
〈표 V-8〉 유사사례 공사비 사업계획 적정성 검토 기준 환산 .....	177
〈표 V-9〉 유사사례 평균 단위공사비 .....	178
〈표 V-10〉 단위공사비 반영한 전체 공사비 .....	178
〈표 V-11〉 공사비 산정 결과 비교 .....	178
〈표 V-12〉 조사 및 측량비 .....	179
〈표 V-13〉 기본 및 실시설계비 .....	179
〈표 V-14〉 실시설계비 요율 .....	180
〈표 V-15〉 환경영향평가비 .....	180
〈표 V-16〉 책임감리비 .....	181
〈표 V-17〉 책임감리비 요율 .....	181
〈표 V-18〉 토목공사 복잡도에 따른 구분 .....	181
〈표 V-19〉 시설부대비 .....	182
〈표 V-20〉 시설부대비 요율 .....	183
〈표 V-21〉 시설부대경비 산정 결과 .....	183
〈표 V-22〉 예비비 .....	184
〈표 V-23〉 총사업비 추정 결과 .....	184
〈표 V-24〉 총사업비 연차별 투입계획 .....	185
〈표 VI-1〉 정책성 분석의 세부평가항목 .....	186
〈표 VII-1〉 지역낙후도지수 산정에 사용되는 지표의 개요 .....	194
〈표 VII-2〉 요인별 지표 가중치(요인점수 추정결과) .....	197
〈표 VII-3〉 요인별 가중치(요인별 표본 총분산 설명비율) .....	198
〈표 VII-4〉 시·도별 지역낙후도 지표 및 순위 .....	199

---

〈표 VII-5〉 시·군별 지역낙후도 지표 및 순위 .....	199
〈표 VII-6〉 상품 분류 구분 .....	205
〈표 VII-7〉 IRIO 분석을 위한 투자비 내역 .....	215
〈표 VII-8〉 지역별 파급효과 추계 결과 .....	215
〈표 VII-9〉 지역경제 활성화 효과 .....	217
〈표 VII-10〉 지역경제 파급효과 분석 결과 및 비교치 .....	218
〈표 VIII-1〉 김해시 유기성폐자원 통합 바이오가스화시설 설치사업 사업계획 적정성 검토 총괄요약표 .....	221

---

---

## 그림 목차

[그림 I-1] 통합 바이오가스화시설 설치 위치 .....	55
[그림 I-2] 건설사업의 사업계획 적정성 검토 수행 흐름도 .....	61
[그림 II-1] 서산시 자원순환형 바이오가스화시설 배치계획 .....	73
[그림 II-2] 김해시 가축분뇨공공처리시설 배치계획 .....	74
[그림 II-3] 구미시 광역 통합바이오가스화시설 배치계획 .....	75
[그림 II-4] 구미시 광역 통합바이오가스화시설 처리계통 .....	75
[그림 II-5] 청주시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 배치계획 .....	76
[그림 II-6] 청주시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 처리계통 .....	77
[그림 II-7] 국가환경종합계획과 타 계획 간 관계 .....	79
[그림 II-8] 제5차 국가환경종합계획의 낙동강 영남권 목표 및 기본 방향 설정 .....	80
[그림 II-9] 「자원순환기본법」 개요 .....	81
[그림 II-10] 「자원순환기본법」 구성 체계 .....	81
[그림 II-11] 경상남도 자원순환 시행계획 대상 위치도 .....	83
[그림 II-12] 계획의 목표 및 내용 .....	84
[그림 II-13] 김해시 폐기물처리방안 기본목표 .....	85
[그림 III-1] 조성법을 이용한 자연적 인구 변동 추계 과정 .....	103
[그림 III-2] 본 검토 처리 대상 생활폐기물 .....	128
[그림 III-3] 유기성폐자원 바이오가스화시설 반입대상 하수찌꺼기 발생량 산정 모식도 .....	138
[그림 III-4] 화목공공하수처리시설 소화조 용량 초과량 산정 모식도 .....	146
[그림 III-5] 화목공공하수처리시설 잉여농축슬러지 장유공공하수처리시설 연계처리량 산정 모식도 .....	146
[그림 IV-1] 분뇨 처리 공정계획 .....	167
[그림 IV-2] 혐기성 소화조 TS 운전조건 관련 논문(1) .....	168

---

[그림 IV-3] 혐기성 소화조 TS 운전조건 관련 논문(2) ..... 168

[그림 IV-4] 혐기성 소화조 TS 운전조건 관련 논문(3) ..... 169

[그림 IV-5] 사업부지(기존 장유맑은물순환센터 부지 내) ..... 171

[그림 VII-1] 지역내 산업연관표의 기본구조 ..... 203

[그림 VII-2] 지역간 산업연관표(IRIO)의 기본구조 ..... 204

---

---

## 요 약

---

### I. 사업계획 적정성 검토의 개요

#### 1. 사업의 추진 배경 및 목적

##### 가. 사업의 추진 배경

- 기존 노후시설 대체 및 부족한 시설 확충 필요성
  - 기존 음식물류폐기물자원화시설은 2000년 12월부터 가동되었으나 시설 노후로 2018년 3월에 시행한 기술 진단 결과에 따라 2023년 폐쇄되어 신규 시설 확충 시급
  - 분뇨의 경우 수거 후 차량 이송하여 화목맑은물순환센터에서 처리하고 있으나 시설이 노후화되어 협잡물처리 이후 공정에 대한 신규 처리시설 필요
  - 화목맑은물순환센터에서 처리하는 하수찌꺼기 농축슬러지는 처리 용량을 초과하고 있어 시설 확충 필요
  
- 탄소중립 정책에 대응하는 통합바이오가스화시설 조성 필요
  - 「유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산 및 이용 촉진법」(2022. 12. 30. 제정)에 따라 유기성 폐자원의 바이오가스 생산과 이용에 필요한 기반 조성이 법제화
  - 지방자치단체는 바이오가스 의무생산자로서 정해진 바이오가스 생산목표 달성을 위해 유기성폐자원을 활용한 바이오가스화시설 설치 필요
  - 김해시는 음식물류폐기물, 하수찌꺼기, 분뇨 등 유기성폐자원을 통합 처리하고 발생하는 바이오가스를 적극 활용하기 위해 통합바이오가스화시설 설치를 계획함

## 나. 사업의 목적 및 기대효과

### □ 사업의 목적

- 현재 김해시 내에 부족한 음식물류폐기물, 분뇨, 하수찌꺼기 등 유기성폐자원의 안정적 처리 기반 확보
- 시설 운영의 경제성과 효율성 확보를 위해 유기성폐자원을 통합 처리하는 에너지 생산형 자원순환시설 건립
- 본 사업의 적기 추진을 통한 바이오가스 생산 목표를 이행함으로써 정부의 탄소 중립 정책에 기여

### □ 사업의 기대효과

- 김해시 유기성폐자원의 안정적인 처리 기반 확보로 지역 주민의 생활 여건 향상
- 유기성폐자원의 통합 처리 및 바이오가스를 활용한 에너지 생산으로 시설 설치 및 운영의 경제성 확보
- 유기성폐자원의 바이오가스화로 친환경적 활용이 가능하며, 폐수 처리 후 공공 하수 연계 방안을 적용하여 악취 저감 가능

## 2. 사업의 추진근거 및 경위

### 가. 사업의 추진근거

#### □ 「유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산 및 이용 촉진법」

- 바이오가스 생산시설 설치 및 운영에 대한 국가와 지방자치단체의 역할을 제시
  - 제4조 및 제5조에서 관할 구역에서 발생하는 유기성폐자원 관리에 관한 국가와 지방자치단체 등의 책무를 규정하고, 공공 의무 생산자로서 지방자치단체에 바이오가스 생산 목표를 부과함

### 「유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산 및 이용 촉진법」

**제4조(국가와 지방자치단체 등의 책무)** ①특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사(이하 “시·도지사”라 한다) 및 시장·군수·구청장(자치구의 구청장을 말한다. 이하 같다)은 관할 구역에서 발생하는 유기성 폐자원의 배출 및 처리 상황을 파악하고 바이오가스 생산시설을 설치·운영하여야 하며, 관할 구역에서 유기성 폐자원을 배출하거나 처리하는 사업자가 바이오가스 생산에 적극 참여하도록 필요한 조치를 강구하여야 한다.

②특별시장·광역시장·도지사·특별자치도지사는 시장·군수·구청장이 제1항에 따른 책무를 충실하게 이행하는 데 필요한 기술적·재정적 지원을 할 수 있다.

③국가는 바이오가스 생산 및 이용에 관한 기술의 연구·개발을 지원하고, 시·도지사 및 시장·군수·구청장이 제1항 및 제2항에 따른 책무를 충실하게 이행하는 데 필요한 기술적·재정적 지원을 할 수 있다.

④유기성 폐자원을 배출하거나 처리하는 사업자는 바이오가스 생산에 적극 참여하고 협력하여야 한다.

**제5조(바이오가스 생산목표의 설정)** ①환경부장관은 유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산을 촉진하기 위하여 다음 각호의 구분에 따른 공공의무생산자 및 민간의무생산자(이하 “바이오가스 의무생산자”라 한다)를 대상으로 매년 바이오가스 생산목표를 설정·관리하여야 한다.

1. 공공의무생산자: 특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사 및 시장·군수·구청장

2. 민간의무생산자: 제1호 외의 자로서 대통령령으로 정하는 규모 이상의 유기성 폐자원을 배출하거나 처리하는 사업자  
②공공의무생산자의 바이오가스 생산목표는 다음 각 호에 따른 유기성 폐자원 발생량 각각에 유기성 폐자원별 생산수율 등을 고려한 계수(이하 “바이오가스 회수·생산계수”라 한다)를 곱한 값의 합에 대통령령으로 정하는 생산목표율을 곱하여 산정한다.

1. 제2조제1호가목 및 나목에 따른 유기성 폐자원 발생량

2. 제2조제1호다목 및 라목에 따른 유기성 폐자원 발생량 중 민간의무생산자로부터 발생하는 유기성 폐자원 발생량을 제외한 양

③민간의무생산자의 바이오가스 생산목표는 제2조제1호다목 및 라목에 따른 유기성 폐자원 발생량 각각에 바이오가스 회수·생산계수를 곱한 값의 합에 대통령령으로 정하는 생산목표율을 곱하여 산정한다.

④유기성 폐자원의 발생량과 유기성 폐자원별 바이오가스 회수·생산계수의 산정 등에 필요한 사항은 환경부령으로 정한다.

#### □ 본 사업 관련 상위계획

○ 「2023년~2027년 경상남도 제2차 자원순환 시행계획」(경상남도, 2023. 12.), 「2023년~2027년 김해시 제2차 자원순환 집행계획」(김해시, 2023. 8.)

- 경상남도 및 김해시 지역 내 폐기물 발생 및 처리 방법에 대한 전망 및 관리 목표를 제시하며, 본 사업이 명시되어 있음

### 「2023년~2027년 경상남도 제2차 자원순환 시행계획」

#### 1) 계획수립 근거 및 범위

2023년~2027년 경상남도 제2차 자원순환 시행계획은 「자원순환기본법(현행 「순환경제사회 전환 촉진법」)」 제12조(현행 「순환경제사회 전환 촉진법」 제11조)에 따라 국가계획인 「자원순환기본계획」과 연계된 경상남도의 자원순환사회 전환 촉진 계획이다.

자원순환 시행계획은 2016년을 기준으로 수립했으며 계획기간은 2023년~2027년이다. 공간적 범위는 경상남도 18개 시, 군 전역으로 하며, 내용적 범위는 자원순환 추진 목표 및 전략, 부문별 계획, 폐기물처리시설 확충계획 및 최적화 추진 지원방안 등을 포괄한다.

## 2) 계획의 내용

동 계획에서는 경상남도의 폐기물 발생량 전망 결과로 2023년 김해시의 생활계 폐기물 발생량은 4,970.0톤/일로 추산하며, 2032년 6,675.3톤/일까지 해마다 상승할 것으로 예측했다. 사업장폐기물 발생량은 2023년 16,482.9톤/일, 2032년은 20,813.1톤/일로 전망했고, 건설폐기물은 2023년 13,174.0톤/일, 2032년 12,733.8톤/일, 지정폐기물의 경우 2023년 1,095.9톤/일, 2032년 1,177.6톤/일로 모든 분류에서 2023년부터 2032년까지 매년 상승세를 보일 것으로 전망했다.

정책단계 부문계획으로 생산, 소비, 관리, 재생 단계마다 세부 추진계획을 마련했고 본 사업은 이 중 관리단계에 명시되어 있다.

## 「2023년~2027년 김해시 제2차 자원순환 집행계획」

### 1) 계획수립 근거 및 범위

2023년~2027년 김해시 제2차 자원순환 집행계획은 「자원순환기본법(현행 「순환경제사회 전환 촉진법」), 제12조(현행 「순환경제사회 전환 촉진법」, 제11조)에 따라 국가 자원순환 기본계획과 경상남도 등 상위 계획과의 연계성 및 김해시의 특수성을 고려한 자원순환 시행계획의 구체적 정책 방향과 추진전략을 제시하는 계획이다.

자원순환 집행계획의 목표연도는 원칙적으로 계획수립 시점으로부터 5년으로 한다. 동 계획의 계획기간은 2023년~2027년이다.

동 계획의 공간적 범위는 김해시 19개 읍, 면, 동 및 그 영향권 지역으로 하며, 내용적 범위는 지역의 특성과 현황, 생활 폐기물 및 사업장폐기물 관리현황, 기존 자원순환 계획 성과평가, 폐기물처리시설 확충계획 등을 포괄한다.

### 2) 계획의 내용

동 계획에서는 김해시의 폐기물 발생량 전망과 대응 방안을 제시한다.

폐기물 발생량 전망 결과 2023년 김해시의 전체 폐기물 발생량은 4,102.4톤/일로 추산하며, 2027년 4,181.7톤/일까지 해마다 상승할 것으로 예측했다.

증가하는 폐기물을 처리하기 위한 폐기물시설 확충계획의 일환으로 본 사업인 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치 사업을 제시했고, 이외에도 소각장 시설 확충, 생활자원회수센터 현대화사업, 폐플라스틱 공공열분해시설 설치사업을 제시했다.

## ○ 「김해시 하수도정비 기본계획(부분변경)」(김해시, 2023. 8.)

- 하수처리 인구 및 하수량에 대한 계획을 제시하며, 하수찌꺼기 처리와 관련해 본 사업이 반영되어 있음

## 「김해시 하수도정비 기본계획(부분변경)」

### 1) 계획수립 근거 및 범위

김해시 하수도정비 기본계획은 「하수도법」 제6조, 「하수도정비기본계획 수립지침」에 따라 수질환경기준 유지, 관할 구역 침수 예방 등의 목적으로 계획한다. 본 부분변경의 주요 목적은 김해시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치사업에 따른 하수찌꺼기 및 분뇨 처리시설의 합리적인 정비 방향을 제시하고, 김해시의 공중위생 및 생활환경 개선을 위한 장기적인 대책 수립을 목적으로 한다.

동 계획의 공간적 범위는 김해시 19개 읍, 면, 동으로 하며, 내용적 범위는 하수처리구역 및 하수처리인구, 계획하수량, 시설계획 등을 포함한다.

## 2) 계획의 내용

동 계획에서는 김해시의 계획하수량, 하수찌꺼기(슬러지) 처리시설 계획 등을 제시한다.

처리구역별 계획하수량 전망 결과로 소규모 처리구역을 제외하고 2020년 김해시의 계획하수량은 230,955㎥/일로 추산하며, 2035년 257,559㎥/일까지 상승세를 보일 것으로 전망했다.

하수찌꺼기(슬러지) 처리시설 계획으로 동 사업인 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 신설계획을 제시했으며 2030년부터 약 80톤/일의 하수찌꺼기가 동 사업으로 인해 발생할 것으로 전망했다.

## 나. 사업의 추진경위

- 2018년 기존 음식물류폐기물 자원화시설 폐쇄 결정 이후 자체 타당성조사를 통해 2023년 환경부의 '통합바이오가스화 시범사업'에 선정됨
- 본 사업은 부지 15,800㎡, 규모 370톤/일(음식물류폐기물 150톤/일, 분뇨 150톤/일, 하수찌꺼기 70톤/일), 총사업비 1,068억원(국고: 458억원)의 신규사업으로 편성<sup>1)</sup>되었으며 2023년 8월 지역 자원순환 집행계획에 반영함
- 2024년 1월 예비타당성조사를 면제<sup>2)</sup>받아 사업계획 적정성 검토를 의뢰함

1) 2024년 8월 김해시에서 제출한 「김해시 유기성폐자원 바이오가스화시설 기본계획 보완 보고서」에는 시설 규모를 하수찌꺼기가 10톤/일 감소한 360톤/일(음식물류폐기물 150톤/일, 분뇨 150톤/일, 하수찌꺼기 60톤/일)로 제시해 본 검토에서는 360톤/일 규모를 기준으로 검토함

2) 본 사업은 「국가재정법」 제38조 제2항의 제8호 및 「예비타당성조사 운용지침」 제20조 제1항 제8호에 의거, 법령에 따라 추진하여야 하는 사업이므로 예비타당성조사를 면제받음  
「국가재정법」 제38조(예비타당성조사) ② 제1항에도 불구하고 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사업은 대통령령으로 정하는 절차에 따라 예비타당성조사 대상에서 제외한다.

8. 법령에 따라 추진하여야 하는 사업

「예비타당성조사 운용지침」 제20조(면제사업) 「국가재정법」 제38조 제2항에 따라 다음 각 호에 해당하는 사업은 예비타당성조사 대상에서 제외한다. (이하 '예타면제'라 한다)

8. 법령에 따라 추진하여야 하는 사업 : 법령에 따라 설치 또는 추진이 의무화되어 있고, 사업내용이 구체적으로 수립된 경우에 한하여 재정사업평가 위원회를 거쳐 예타 면제

〈표 1〉 사업의 추진 경위

연월	내용
2018. 03.	• 기존 음식물류폐기물자원화시설 기술진단(폐쇄결정) 완료
2022. 12.	• 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치사업 타당성조사 완료
2023. 01.	• 통합바이오가스화 시범사업 김해시 의회 보고
2023. 02.	• 환경부 유기성폐자원 통합바이오가스화 시범사업 선정
2023. 06.	• 하수도정비기본계획 변경을 위한 용역 완료
2023. 08.	• 제2차 김해시 자원순환집행계획 반영
2024. 01.	• 예비타당성조사 면제 사업 선정 • 사업계획 적정성 검토 의뢰(기획재정부 타당성심사과-40)
2024. 08.	• 김해시 유기성폐자원 바이오가스화시설 기본계획 보완 보고서 제출

자료: 환경부, 「김해시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치사업 예비타당성조사 면제요구서」, 2023. 11. 등을 참고하여 연구진 작성

### 3. 사업의 주요 내용

#### □ 사업개요

- 본 사업은 경상남도 김해시 화목동 일원에 통합 바이오가스화 시설을 조성하는 사업임
- 사업 대상지 부지 면적은 15,800㎡, 시설용량은 360톤/일 규모로 계획됨
  - 음식물류폐기물 150톤, 분뇨 150톤, 하수찌꺼기 60톤으로 1일 총 360톤
- 총사업비는 105,252백만원으로 재원은 국고 42.5%, 지방비 35.3%, 원인가부담금 등 22.2%로 구성됨
- 폐기물처리방식은 혐기성 소화 방식이며 주요 시설은 반입 및 전처리 설비, 혐기성 소화 설비, 바이오가스 이용설비, 폐수처리 설비로 구성됨

〈표 2〉 김해시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 조성사업 주요 내용

구분		내용
사업 위치		• 경상남도 김해시 화목로 334(장유맑은물순환센터 내)
사업 규모	부지 면적	• 15,800㎡
	시설용량	• 360톤/일(음식물류폐기물 150톤/일, 분뇨 150톤/일, 하수찌꺼기 60톤/일)
처리방식		• 혐기성 소화 방식
주요시설	반입 및 전처리 설비	• 협잡물 종합처리기, 음식물 저장 호퍼, 협잡물 저장 호퍼, 중간 저장조 등
	혐기성 소화 설비	• 혐기성 소화조
	바이오가스 이용 설비	• 가스 저장조, 탈황설비, 잉여 가스 연소기 등
	폐수처리 설비	• 소화 슬러지 저장조, 생물 반응조 등
총사업비		• 105,252백만원
재원분담		• 국고 42.5%, 지방비 35.3%, 원인가부담금 등 22.2%

자료: 김해시, 「김해시 유기성폐자원 바이오가스화시설 기본계획 보완 보고서」, 2024. 8. 등을 참고하여 연구진 작성

[그림 1] 김해시 유기성폐자원 통합 바이오가스화시설 설치 위치



자료: 김해시, 「김해시 유기성폐자원 바이오가스화시설 기본계획 보완 보고서」, 2024. 8.

- 「2023년 유기성폐자원 통합 바이오가스화시설 설치사업의 예산편성 및 집행 관리 지침」(환경부, 2022. 9.)에 따라 산출한 총사업비는 105,252백만원이며 공사비 94,245백만원, 시설부대경비 11,007백만원으로 구성됨

〈표 3〉 총사업비 산출 내역

(단위: 백만원)

구분	금액	비고
<b>총사업비[A+B]</b>	<b>105,252</b>	
<b>A. 공사비</b>	<b>94,245</b>	
A-1. 토목공사	22,619	
A-2. 건축공사	12,252	
A-3. 기계공사	46,651	
A-4. 전기·계측공사	11,781	
A-5. 조경공사	942	
<b>B. 시설부대경비</b>	<b>11,007</b>	
B-1. 시설부대비	217	건설부문 요율(0.23%) 적용
B-2. 기본 및 실시설계비	4,625	산업플랜트부문 요율(3.75%) 적용, * 기본설계와 실시설계를 동시에 발주하는 경우 1.31배
B-3. 감리비	4,765	건설사업관리 복잡한공종(5.06%) 적용
B-4. 환경영향평가	1,400	별도계상

주: 부가가치세 포함

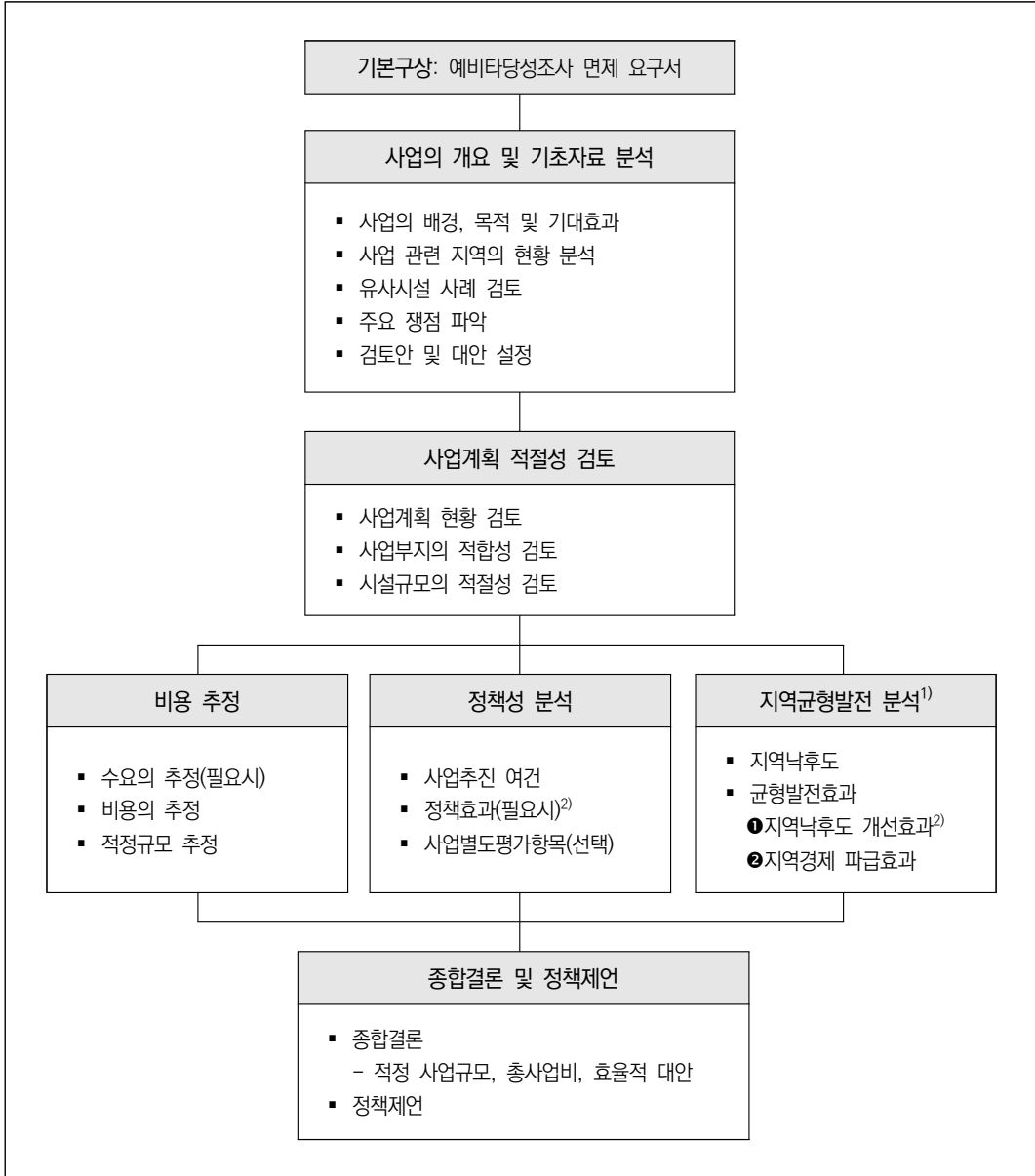
자료: 김해시, 「김해시 유기성폐자원 바이오가스화시설 기본계획 보완 보고서」, 2024. 8. 등을 참고하여 연구진 작성

□ 사업 추진체계 및 운영계획

- 사업 수행 주체: 환경부, 김해시
  - 설계 및 공사 업체 선정은 대형 공사 입찰 방법 심의를 통해 결정할 예정임
- 사업 운영 주체: 김해시(위탁 운영)
  - 통합바이오가스화시설의 효율적인 운영 관리를 위해 소장 1인, 관리팀 1인, 운영 팀 14인, 유지보수팀 4인 등 총 운영인원 20명으로 계획함

#### 4. 사업계획 적정성 검토의 수행 흐름도

[그림 2] 건설사업의 사업계획 적정성 검토 수행 흐름도



주: 1) 수도권 유형의 사업은 지역균형발전 분석을 생략함. 또한 해당 사업이 특정 지역으로 정해져 있지 않거나 사업효과가 특정 지역에 국한되지 않는 사업은 지역균형발전 분석을 생략할 수 있음

2) 사업계획 적정성 검토에서는 정책효과 및 지역낙후도 개선효과 분석 생략이 가능함

자료: 기획재정부훈령, 「예비타당성조사 수행 총괄지침」 내용을 재구성함

## II. 기초자료 분석 및 조사의 주요 쟁점

### 1. 기초자료 분석

#### 가. 자연환경 및 생활환경 분석

##### □ 위치 및 지리적 특징

- 사업 대상지인 김해시가 속한 경상남도는 한반도의 동남단에 위치하여 동쪽으로는 부산·울산광역시와 남쪽으로는 남해와 접해 있으며, 북쪽으로는 대구광역시의 달성, 경북의 청도, 고령, 성주, 김천과 접해 있고, 서쪽으로는 소백산맥을 경계로 전라북도의 무주, 장수, 남원, 전라남도의 구례, 광양과 접해 있음<sup>3)</sup>
  - 김해시는 동으로는 부산광역시 강서구와 경계를 두고 있으며, 북으로는 낙동강을 경계로 밀양시와 밀접하며 남서쪽으로 창원시와 접하고 있음
- 김해시는 온대기후 지역으로 4계절 구분이 뚜렷하고 남해의 해양성 기후 영향을 많이 받아 인간 활동에 좋은 기후 조건을 갖추고 있음<sup>4)</sup>
  - 2020년 기준 10년 평균기온은 15.1°C이며, 강수량은 1,375.8mm를 기록했음<sup>5)</sup>

〈표 4〉 김해시의 경위도상 좌표

시청소재지	단	경도와 위도의 극점		연장거리
		지명	극점	
김해시 김해대로 2401 (부원동)	동단	대동면 월촌리	동경 129° 0' 48" 북위 35° 16' 16"	동서간 29km 남북간 27km
	서단	진영읍 좌곤리	동경 128° 41' 47" 북위 35° 18' 12"	
	남단	장유동	동경 128° 49' 44" 북위 35° 9' 10"	
	북단	생림면 도요리	동경 128° 51' 59" 북위 35° 23' 31"	

자료: 김해시청, 김해시 자연환경(<https://www.gimhae.go.kr/00954/01020/01065.web>), 검색일자: 2024. 12. 16.

3) 경상남도청, 경상남도 자연환경([https://www.gyeongnam.go.kr/index.gyeong?menuCd=DOM\\_000000137002006000](https://www.gyeongnam.go.kr/index.gyeong?menuCd=DOM_000000137002006000)), 검색일자: 2024. 12. 16.

4) 김해시청, 김해시 자연환경(<https://www.gimhae.go.kr/00954/01020/01065.web>), 검색일자: 2024. 12. 16.

5) 기상청, 「기상관측통계」, 2020. 12., [종관기상] 지점별 평년값([https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=141&tblId=DT\\_14102\\_B002&conn\\_path=I2](https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=141&tblId=DT_14102_B002&conn_path=I2)), 검색일자: 2024. 12. 16.

□ 면적 및 행정구역

- 김해시의 총면적은 463.53km<sup>2</sup>으로 우리나라 총면적(100,433.55km<sup>2</sup>)의 약 0.5%, 경상남도 총면적(10,541.72km<sup>2</sup>)의 약 4.4%를 차지하고 있으며, 행정구역은 1읍 6면 12개동으로 구성되어 있음

〈표 5〉 김해시 행정구역별 면적

(단위: km<sup>2</sup>, %)

지역	면적	구성비
김해시	463.53	100
진영읍	39.80	8.59
주촌면	31.26	6.74
진례면	44.85	9.68
한림면	59.34	12.80
생림면	50.22	10.83
상동면	70.52	15.21
대동면	48.77	10.52
동상동	1.80	0.39
회현동	1.14	0.25
부원동	2.00	0.43
내외동	5.40	1.16
북부동	13.80	2.98
칠산서부동	19.64	4.24
활천동	5.90	1.27
삼안동	11.28	2.43
불암동	2.59	0.56
장유1동	13.51	2.91
장유2동	19.74	4.26
장유3동	21.97	4.74

자료: 김해시, 「2023년도 제42회 김해시 통계연보」, 2024. 7.을 참고하여 연구진 작성

## 나. 사회·경제적 환경 분석

### □ 인구 현황 및 변화

- 2018~2022년 5년간 김해시의 인구수는 2020년까지 증가 후 소폭 감소세를 보였으나, 연평균 인구수 증가율은 0.03%임
  - 행정 구역별로 살펴보면 주촌면(24.87%) 가장 큰 증가세를 보였으며, 장유3동(6.67%)도 증가세를 보였으나 그 외 모든 지역에서 감소세를 보였으며, 대동면(-5.07%), 한림면(-4.34%) 등이 가장 큰 감소 추세를 보임

〈표 6〉 김해시 인구수

(단위: 명, %)

지역	2018	2019	2020	2021	2022	연평균 증감률
김해시	552,360	561,468	559,242	553,719	553,040	0.03
진영읍	57,293	58,901	58,545	58,092	57,869	0.25
주촌면	8,399	17,795	19,626	19,963	20,421	24.87
진례면	8,947	8,510	8,124	7,819	7,730	-3.59
한림면	10,695	10,273	9,613	9,010	8,957	-4.34
생림면	4,943	4,781	4,637	4,563	4,453	-2.58
상동면	4,326	4,201	3,990	3,862	3,928	-2.38
대동면	6,829	6,543	6,195	5,674	5,545	-5.07
동상동	11,329	10,979	10,672	10,400	10,138	-2.74
회현동	10,822	10,301	9,815	9,396	9,110	-4.21
부원동	10,279	11,018	10,542	10,265	10,011	-0.66
내외동	79,613	77,094	75,275	74,511	74,320	-1.71
북부동	83,672	81,727	81,823	81,037	83,639	-0.01
칠산서부동	10,210	9,763	9,703	9,622	9,357	-2.16
활천동	44,928	42,812	41,578	40,794	39,906	-2.92
삼안동	38,583	36,376	34,818	33,789	33,108	-3.75
불암동	8,388	8,159	7,909	7,625	7,309	-3.38
장유1동	57,478	57,599	57,416	57,467	56,780	-0.30
장유2동	38,275	37,303	36,753	36,525	36,220	-1.37
장유3동	57,351	67,333	72,208	73,305	74,239	6.67

주: 1) 연평균 증감률은 소수점 셋째자리에서 반올림

자료: 김해시, 「2023년도 제42회 김해시 통계연보」, 2024. 7. 등을 참고하여 연구진 작성

□ 자동차 등록 대수

- 경상남도의 자동차 등록 대수는 2018년 1,694,448대에서 2022년 1,896,515대로 2018년 이후 지속적인 증가 추세(2.86%)를 보이고 있음
- 사업 대상 지역인 김해시도 경상남도과 유사한 수준(2.47%)으로 자동차 등록 대수가 지속해서 증가하고 있음

〈표 7〉 경상남도 자동차 등록 대수

(단위: 대, %)

지역	2018	2019	2020	2021	2022	연평균 증감률
경상남도	1,694,448	1,721,503	1,787,867	1,832,049	1,896,515	2.86
김해시	264,302	274,093	281,502	285,229	291,364	2.47

주: 1. 연평균 증감률은 소수점 셋째자리에서 반올림  
2. 이륜차 미포함

자료: 경상남도, 「2023년 제63회 통계 연보」, 2024 등을 참고하여 연구진 작성

□ 산업 및 경제활동

- 김해시의 총사업체 수는 2022년 기준 69,770개소이고, 산업별 비중은 도매 및 소매업, 제조업, 숙박 및 음식점업 순으로 높게 나타났으며, 광업은 비중이 0.02%로 가장 낮음
- 총 종사자 수는 2022년 기준 258,655명이고, 이 중 제조업의 비중이 35.99%로 가장 높았고, 도매 및 소매업(13.32%), 보건업 및 사회복지 서비스업(8.87%) 순으로 높게 나타난 반면, 광업의 비중이 0.06%로 가장 낮게 나타남

〈표 8〉 김해시 산업별 사업체 및 종사자 수

(단위: 개소, 명, %)

산업 대분류		사업체		종사자	
		2022년	구성비	2022년	구성비
합계		69,770	100.00	258,655	100.00
A	농업, 임업 및 어업	52	0.07	230	0.09
B	광업	12	0.02	152	0.06
C	제조업	14,649	21.00	93,093	35.99
D	전기, 가스, 증기 및 공기조절 공급업	213	0.31	534	0.21
E	수도, 하수 및 폐기물처리, 원료 재생업	366	0.52	2,630	1.02
F	건설업	5,211	7.47	15,376	5.94

〈표 8〉의 계속

(단위: 개소, 명, %)

산업 대분류		사업체		종사자	
		2022년	구성비	2022년	구성비
G	도매 및 소매업	16,086	23.06	34,444	13.32
H	운수 및 창고업	6,217	8.91	12,139	4.69
I	숙박 및 음식점업	9,300	13.33	21,237	8.21
J	정보통신업	406	0.58	1,875	0.72
K	금융 및 보험업	400	0.57	4,086	1.58
L	부동산업	2,753	3.95	4,806	1.86
M	전문, 과학 및 기술 서비스업	1,596	2.29	6,275	2.43
N	사업시설 관리, 사업 지원 및 임대 서비스업	1,360	1.95	5,130	1.98
O	공공행정, 국방 및 사회보장 행정	69	0.10	4,700	1.82
P	교육 서비스업	3,179	4.56	16,332	6.31
Q	보건업 및 사회복지 서비스업	1,469	2.11	22,944	8.87
R	예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스업	1,384	1.98	4,310	1.67
S	협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	5,048	7.24	8,362	3.23

자료: 김해시, 「2023년도 제42회 김해시 통계연보」, 2024. 7. 등을 참고하여 연구진 작성

#### 다. 사업 관련 분야의 현황

##### □ 관련 시설 현황

- 김해시의 폐기물 처리시설은 화목맑은물순환센터, 장유맑은물순환센터, 진영맑은물순환센터 등이 운영 중이며, 가축분뇨 공공처리시설은 2021년 착공하여 공사 중임

〈표 9〉 사업 관련분야 시설 개요

시설	구분	내용	
화목 맑은물 순환센터	준공일	2000. 3. 31.	
	시설용량(㎡/일)	145,000㎡/일	
	처리 방법	수처리	생물학적 고도처리법(DNR공법)→모래여과(3차처리)→자외선소독→방류
		슬러지처리	기계농축(잉여슬러지)+생슬러지→혐기성 소화조→탈수→탄화처리
		총인처리	수처리계통⇒약품(PAC)응집처리 반류수계통⇒가압부상+전기응집처리(3,000㎡/일)
	위치	김해시 김해대로 2272번길 642(화목동 1913-3) 일원	
	부지면적(㎡)	107,406㎡(연면적 9,162㎡)	
	방류수역	조만강→서낙동강	

〈표 9〉의 계속

시설	구분		내용					
장유 맑은물 순환센터	준공일		2004. 12. 31.					
	시설용량(㎡/일)		97,000㎡/일					
	처리 방법	수처리	생물학적 고도처리법(DNR공법)→모래여과(3차처리)→자외선소독→방류					
		슬러지처리	기계농축(잉여슬러지)+생슬러지→혐기성 소화조→탈수→탄화처리					
		충인처리	수처리계통⇒약품(PAC)응집처리 반류수계통⇒가압부상+전기응집처리(3,000㎡/일)					
	위치		김해시 김해대로 2272번길 642(화목동 1909)					
	부지면적(㎡)		137,890㎡(연면적 7,512㎡)					
	방류수역		조만강→서낙동강					
김해시 분뇨처리시설	가동개시일		2010. 8.					
	시설용량(㎡/일)		300㎡/일					
	반입량(㎡/일)		139.7㎡/일(2021년 평균)					
	처리방법		전처리 + 하수연계(화목하수처리장)					
	위치		김해시 김해대로 2272번길 642					
	수거방식		차량 수거 운반					
김해시 음폐수 바이오가스 에너지화시설	가동개시일		2014. 1.					
	시설용량(톤/일)		100㎡/일					
	처리 공법	에너지화 시설	전처리→혐기성 소화(중온)→가스정제→발전기 또는 보일러→소내이용					
		폐수처리	고액분리→암모니아스트리핑→폐수처리(MBR공법)→하수연계					
	유입수질 및 연계처리수질(mg/L)		구분	BOD	COD	SS	T-N	T-P
			유입수질	123,000	109,000	118,000	3,800	660
			목표수질 (협의수질)	500	600	500	600	80
			보증수질	397.1	484.2	398.1	484.2	64.1
위치		김해시 김해대로 35번길 13-72						
가스 활용 방안		전력 생산(발전기 용량 390kW)						

자료: 김해시, 「김해시 유기성폐자원 바이오가스화시설 기본계획 보완 보고서」, 2024. 8.; 환경부, 「1차 질의 및 자료요청 회신자료」, 2024. 2. 등을 참고하여 연구진 작성

- 음식물류폐기물 자원화시설은 노후로 폐쇄되어, 기존 시설에서 처리하던 음식물류폐기물은 민간업체에서 탈수 후 탈리액을 음폐수 바이오가스 에너지화시설로 반입 처리하고 있음

- 화목맑은물순환센터 내에 위치한 슬러지자원화시설은 2008년 사용 개시하여 운영 중이나 내구연한 도래로 폐쇄 예정이며, 현재 신규사업 추진 중임

## 2. 유사사례 검토

- 본 사업계획과 유사한 사례로 음식물류폐기물을 포함한 2가지 성상 이상의 유기성폐 자원을 혐기성 소화에 의해 바이오가스를 생산하는 시설을 조사함
- 서산시 자원순환형 바이오가스화시설과 김해시 가축분뇨공공처리시설 현대화사업을 공사비 검토에 활용하였으며, 구미시, 청주시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치사업은 완전 지하화로 계획되는 시설이므로 공사비 검토에서는 제외함

〈표 10〉 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치사업 유사 사례

항목	내용	비고
서산시 자원순환형 바이오 가스화시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시설용량: 320톤/일 - 가축분뇨 100, 음식물류폐기물 50, 분뇨 70, 하수슬러지 100</li> <li>• 처리방식: 혐기성 소화(바이오가스화)</li> <li>• 배치: 지상 설치</li> <li>• 가동: 2018년</li> <li>• 검토안 비용산정에 인용</li> </ul>	
김해시 가축분뇨 공공처리시설 현대화사업	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시설용량: 200톤/일 - 가축분뇨 150, 음식물류폐기물 50</li> <li>• 처리방식: 혐기성 소화(바이오가스화)</li> <li>• 배치: 지상 설치</li> <li>• 가동: 2024년</li> <li>• 검토안 비용산정에 인용</li> </ul>	
구미시 광역 통합바이오 가스화시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시설용량: 475톤/일 - 음식물류폐기물 190, 하수슬러지 255, 분뇨 30</li> <li>• 처리방식: 혐기성 소화(바이오가스화)</li> <li>• 배치: 완전 지하화(상부공원)</li> <li>• 설계중: 민간투자사업</li> </ul>	
청주시 유기성폐자원 통합바이오 가스화시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시설용량: 370톤/일 - 음식물류폐기물 232, 하수슬러지 93, 분뇨 45</li> <li>• 처리방식: 혐기성 소화(바이오가스화)</li> <li>• 배치: 완전 지하화(상부공원)</li> <li>• 설계중: 민간투자사업</li> </ul>	

자료: 해당 사업 설계자료

### 3. 관련 법률 및 계획 검토

#### 가. 관련 법률

- 「유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산 및 이용 촉진법」
  - 유기성폐자원 바이오가스화시설 설치 및 운영의 근거 법령임
    - 유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산과 이용에 필요한 기반을 조성함으로써 유기성 폐자원의 친환경적 활용을 촉진하고, 환경의 보전과 국민경제의 건전한 발전에 기여하는 것을 목적으로 함
  - 동 사업은 「유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산 및 이용 촉진법」 제4조 및 제5조에 근거를 두고 있음
    - 법 제4조에 따라 김해시의 유기성폐자원(음식물류폐기물, 분뇨, 하수찌꺼기)을 적정하게 처리할 수 있도록 바이오가스화시설을 설치하고자 함
    - 법 제5조에 따라 김해시는 바이오가스 공공 의무 생산자로서, 매년 생산 목표를 설정 및 관리해야 함

#### 나. 관련 계획

##### 1) 상위계획

- 「제5차 국가환경종합계획(2020~2040)」(관계부처 합동, 2020.)
  - 국가환경종합계획은 「환경정책기본법」 제14조<sup>6)</sup>에 따른 환경 분야 최상위 계획으로 환경보존을 위한 폐기물 관리 및 재활용 관련 정책을 제시함
  - 동 사업은 계획에 직접적으로 언급되어 있지 않으나, 탄소배출, 에너지 절약, 기후 적응 등의 환경 관리 체계를 강화한다는 점에서 연관성이 있음

---

6) 「환경정책기본법」 제14조(국가환경종합계획의 수립 등)

① 환경부장관은 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 국가 차원의 환경보전을 위한 종합계획(이하 “국가환경 종합계획”이라 한다)을 20년마다 수립하여야 한다.

□ 「제1차 자원순환 기본계획(2018~2027)」(관계부처 합동, 2018.)

- 자원순환 기본계획은 「자원순환기본법」 제11조(현 순환경제사회 전환 촉진법)<sup>7)</sup>에 따라 자원의 효율적 이용, 폐기물의 발생 억제 및 순환이용의 촉진 등에 관한 중장기 정책목표와 방향을 제시하는 것을 목적으로 하는 계획임
- 동 사업은 계획에 직접적으로 언급되어 있지 않으나, 음식물류폐기물 처리 방법이 사료·퇴비화 위주에서 바이오가스화 중심으로의 개편을 제시한다는 점에서 폐기물 순환이용 촉진 정책에 근간을 두고 있음

## 2) 관련 계획

□ 「경상남도 제2차 자원순환 시행계획」(경상남도, 2023. 12.)

- 경상남도 자원순환 집행계획은 「자원순환기본법」 제12조(현 「순환경제사회 전환 촉진법」)<sup>8)</sup>에 의해 수립하는 지방자치단체 환경 계획으로, 국가 계획인 ‘자원순환 기본 계획’과 연계한 광역지방자치단체의 자원순환 계획임
- 본 계획에서는 김해시 유기성폐자원 바이오가스화시설의 시범 사업계획이 명시됨  
- 시설용량은 일 400톤으로 사업계획서 360톤 대비 40톤 높은 수준으로 계획함

□ 「2023년~2027년 김해시 제2차 자원순환 집행계획(재변경)」(김해시, 2023. 8.)

- 김해시 자원순환 집행계획은 「자원순환기본법」 제12조(현 「순환경제사회 전환 촉진법」)에 의해 매 5년 단위로 수립·시행되는 기초지방자치단체 환경 계획으로, 자원순환 기본계획 및 시행계획을 김해시의 여건에 맞게 구체화한 계획임

7) 「자원순환기본법」 제11조(자원순환기본계획의 수립·시행)

① 환경부장관은 자원의 효율적 이용, 폐기물의 발생 억제 및 순환이용의 촉진 등에 관한 중장기 정책 목표와 방향을 제시하는 자원순환기본계획(이하 “기본계획”이라 한다)을 관계 중앙행정기관의 장과 협의를 거쳐 10년마다 수립·시행하여야 한다.

8) 「자원순환기본법」 제12조(시행계획 및 집행계획의 수립·시행)

① 관계 중앙행정기관의 장은 소관 사항에 대하여 순환경제사회로의 전환 촉진을 위한 투자계획을 포함한 기본계획의 연차별 시행계획을 수립하여 환경부장관에게 제출하고 시행하여야 한다.

② 특별시장·광역시장·특별자치시장·도지사·특별자치도지사(이하 “시·도지사”라 한다)는 5년마다 관할지역에 대하여 순환경제사회로의 전환 촉진을 위한 투자계획을 포함한 기본계획의 시행계획을 수립하여 환경부장관의 승인을 받아 시행하여야 한다. 승인을 받은 사항을 변경하려는 경우에도 또한 같다.

- 본 계획에서는 김해시 유기성폐자원 바이오가스화시설 설치 계획을 제시함
  - 시설용량은 일 400톤으로 사업계획서 360톤 대비 40톤 높은 수준으로 계획함
- 「김해시 하수도정비 기본계획(부분변경)」(김해시, 2023. 8.)
  - 김해시 하수도정비 기본계획은 환경부의 「하수도정비기본계획 수립지침(환경부, 2020. 5.)」, 도시기본계획 등을 바탕으로 한 하수찌꺼기 최종 처리 계획임
  - 본 계획에서는 본 유기성폐자원 바이오가스화시설 처리 대상 분뇨 및 하수찌꺼기 발생량 처분 계획을 제시함
- 「김해시 화목맑은물순환센터 기술진단보고서」(김해시, 2020. 3.)
  - 「환경기술 개발 및 지원에 관한 법률」 및 「하수도법」에 의거해 2019년 10월부터 2020년 3월까지 화목맑은물순환센터에 대한 기술진단을 시행함
  - 본 보고서에서는 김해시 화목맑은물순환센터의 소화조를 비롯한 시설 전반의 문제점 및 개선계획을 제시함
    - 잉여슬러지 펌프, 생슬러지 농축기, 잉여농축기 등의 노후화 및 효율 저하에 따라 생·잉여 슬러지의 농축슬러지가 설계기준 대비 과다 발생하는 문제점이 있어 해당 설비 교체를 개선방안으로 제시함
- 「김해시 음식물류폐기물 자원화처리시설 기술진단보고서」(김해시, 2018. 3.)
  - 「환경기술 개발 및 지원에 관한 법률」에 의거해 2017년 9월부터 2018년 3월까지 음식물류폐기물 자원화처리시설에 대한 기술진단을 시행함
  - 본 보고서에서는 김해시 음식물류폐기물 자원화처리시설의 문제점 및 개선방안을 제시함
    - 노후시설 폐쇄 후 현대화시설 신설을 개선방안으로 권고함
- 김해 도시관리계획
  - 본 사업의 대상지인 경상남도 김해시 화목로 334(장유맑은물순환센터 내)는 김해시 장유, 주촌면 일원에서 배출되는 하수를 차집 처리하는 공공하수처리시설 부지임
  - 주무부처에서 제출한 입지후보지 타당성조사에 따르면 김해시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설의 부지 면적은 약 15,800㎡이며, 지목은 잡종지이고, 토지이용계획상 도시지역, 자연녹지지역, 개발제한구역, 하천구역으로 구성되어 있음

### 3) 상위 및 관련 계획 검토 결과

- 본 사업은 관련 법률인 「유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산 및 이용 촉진법」에 근거하고 있음
- 상위계획 사업계획 및 시설계획은 대체로 적절하게 반영되어 있음
  - 「김해시 하수도정비 기본계획(부분변경)」(김해시, 2023. 8.) 및 「2023년~2027년 김해시 제2차 자원순환 집행계획(재변경)」(김해시, 2023. 8.)에 본 사업이 반영됨
  - 「김해시 음식물류폐기물 자원화처리시설 기술진단보고서」(김해시, 2018. 3.)에 기존 음식물류폐기물 처리시설 폐쇄 후 현대화시설 재설치를 권고함

## 4. 사업계획 적정성 검토의 주요 쟁점

### 가. 사업계획 적절성의 쟁점

#### □ 사업목적의 적정성

- 「유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산 및 이용 촉진법」 제5조에 따라, 공공의 무 생산자로서 김해시는 2025년부터 바이오가스 생산 목표를 달성 책무가 있음
- 본 검토에서는 관련 법령에 따른 김해시의 바이오가스 생산목표량, 본 사업으로 인한 바이오가스 생산량 등을 통해 시설계획의 적정성을 검토하고자 함

#### □ 사업계획서의 구체화 수준

- 사업계획서인 「김해시 유기성폐자원 바이오가스화시설 기본계획 보완 보고서」(김해시, 2024. 8.)의 시설계획, 공사비 산출근거 등 사업계획의 구체화 수준을 검토
- 필요한 경우 질의·답변을 통해 보완자료를 추가로 제공받아 검토 예정

### 나. 수요 추정의 쟁점

#### □ 유기성폐자원 발생량 산정의 적정성

- 음식물류폐기물 발생량의 경우 '가정계 공공부문의 음식물류폐기물'만을 대상으로 하며, 환경부 및 김해시 내부 자료를 활용한 기준 원단위, 김해시 상위계획상의 감량

- 목표율을 적용한 음식물류폐기물 발생량 원단위를 적용하여 산정하고자 함
  - 분뇨 발생량은 「김해시 하수도정비 기본계획(부분변경)」(김해시, 2023. 8.)의 수세화율, 분류식화율 등의 계획지표를 준용하여 김해시 장래 분뇨 발생량을 예측하고, 최근 10년간(2014~2023년) 실제 발생량을 비교하여 적정 분뇨 발생량을 산정함
  - 하수찌꺼기의 경우 김해시 최근 5년(2019~2023년)간 공공하수처리시설별 유입하수량과 장래하수처리인구를 기준으로 계획하수량을 산정하고, 화목맑은물순환센터의 처리용량 초과분을 산정하며, 기타 하수처리시설의 하수찌꺼기는 기존 시설에서 처리하므로 제외
- 시설 규모 산정의 적정성
- 「유기성폐자원 통합 바이오가스화시설 설치사업 예산편성 및 집행관리 지침」(환경부, 2024. 2.)상에 유기성 폐자원별 반입 용량(시설용량)에 따라 각 유기성 폐자원별 지침에 따른 시설용량별 표준단가를 적용하여 사업비를 산정하게 되어 있음
  - 따라서, 본 조사에서는 본 사업 대상 유기성폐기물 성상별(음식물류폐기물, 분뇨, 하수찌꺼기)로 시설 규모를 각각 산정하고 이를 합산함

#### 다. 기술적 검토 및 비용 추정의 쟁점

- 시설계획의 적정성
- 시설계획에 대한 기술적 검토가 필요한 주요 사항으로 음식물류폐기물 처리방식의 적절성, 분뇨 처리 공정의 적절성, 기존 읍폐수 바이오가스 에너지화시설 활용성에 대해 검토하고자 함
- 공사비 산정 방안
- 사업계획서에서 제시한 환경부 표준공사비로는 본 사업 공사비의 적정성을 판단하기 어려운바, 본 검토에서는 유기성폐자원 바이오가스화시설 유사사례를 조사하여 공사비를 산정함
  - 본 사업과 폐기물 성상과 규모가 유사한 사례를 공사비 산정에 활용하며, 사업 규모의 범위를 환경부 표준단가<sup>9)</sup> 범위와 동일하게 1일 처리용량 150톤 초과 400톤 이하의 시설로 설정하여 김해시, 서산시, 고양시, 대구시의 4개 시설로 선정함

□ 보상비

- 본 사업은 기존 장유공공하수처리시설 잔여 부지에 계획되어 타 시설로의 토지 활용 방식이 변경될 가능성이 희박하므로 용지보상비는 미반영

□ 시설부대경비

- 설계비, 감리비, 시설부대경비로 구분하며, 「총사업비관리지침」에 따라 기재부의 「예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」에서 정한 요율을 적용하여 산정
- 본 검토에서는 공사비 적정성 검토 결과에 따라 적용되는 요율을 다시 검토함

□ 예비비

- 사업계획안의 총사업비에는 포함되지 않았지만, 현재 사업추진 단계를 고려하여 예비비 반영 여부와 반영 규모를 검토함

라. 정책성 분석의 쟁점

□ 관련 정책 및 계획과의 일치성 등 내부 여건

- 본 사업과 관련된 정부의 정책 방향과 김해시에서 수립한 자원순환 시행계획, 하수도 정비기본계획 등을 검토하여 본 사업이 정부 정책 및 상위계획에 부합하는지 검토
- 사업 추진 여건과 관련하여 전반적인 사업 추진 현황, 향후 사업 추진 과정에서 발생 가능한 위험 요인과 더불어 사업 추진 과정에 필요한 행정절차 진행 상황을 검토
- 재원조달 계획과 함께 준공 후 시설 운영 및 관리계획 준비 정도를 확인하고자 함

□ 이해당사자 사업 수용성 등 외부 여건

- 사업 주체의 사업 추진 의지를 검토하고, 지자체·주민 등 본 사업과 관련성이 있는 이해관계자들을 파악하여 사업추진 과정에서 발생할 수 있는 장애요인을 검토
- 사용자 및 지역 주민 등 이해당사자의 해당 사업에 대한 태도를 주무부처의 제출자료 및 관계자 면담 등을 통해 파악함
- 사업 추진에 따른 외부효과의 발생 가능성과 수준에 대한 검토를 시도함

---

9) 환경부, 「폐기물처리시설 국고보조금 업무처리 지침」, 2023.

## 5. 검토안 및 대안의 설정

- 사업계획안의 규모와 비용에 대해 검토안과 대안 설정
  - 검토안은 사업계획안의 규모를 준용하되 적용 오류 사항을 수정하는 수준으로 규모를 검토하고 검토 단가를 적용하여 비용을 재추정하는 방식으로 산출함
  - 필요시 부처에서 제시한 규모가 아닌 대안 규모를 산정하고 검토 단가를 적용하여 비용을 재추정하여 대안을 산출함

〈표 11〉 검토안 및 대안의 설정

구분	사업계획 요구안	검토안	대안
규모	주무부처가 제시한 사업계획 규모	사업계획안의 규모를 준용하되, 적용오류 사항 수정	시설규모를 검토하여 대안규모 산정
비용	주무부처가 제시한 총사업비	검토 단가를 적용한 비용 재추정	

자료: 연구진 작성

## Ⅲ. 수요추정

### 1. 계획인구

- 가동 지표 연도 기준 인구 전망치
  - 사업계획서와 본 검토의 인구추정 결과를 비교해 보면 가동 지표 연도 2029년 기준 본 검토의 인구 전망치가 사업계획서에 비해 7,598인(-1.26%) 낮게 예측됨
    - 사업계획서는 ‘김해시 하수도정비 기본계획’상의 장래인구 결과를 동일하게 적용하였으며 ‘김해시 하수도정비 기본계획’은 사회적 유입 인구 산정 시 당해 연도의 사회적 유입 인구를 다음 연도에 자연적 증가 인구로 전환하지 않고, 매년 누적으로 반영하였기 때문임

〈표 12〉 사업계획서와 본 검토 계획인구 추정 결과 비교

(단위: 인)

구분	2023년	2029년 (가동 연도)	2034년 (단기지표)	2039년 (중기지표)	2044년 (장기지표)
사업계획서 <sup>1)</sup> (A)	577,372 (추정인구)	601,639	605,758	-	-
본 검토 (B)	555,084 (실제 인구)	594,041	582,155	564,346	540,323
증감 (C=B-A)	-22,288	-7,598	-23,603	-	-
사업계획서와 본 검토의 격차 (D=C/A)(%)	-3.86%	-1.26%	-3.90%	-	-

주: 1) 사업계획서 계획인구는 김해시, 「김해시 하수도정비 기본계획(부분변경)」, 2023. 8.상의 인구이며, 2035년까지만 제시함

## 2. 사업대상 폐기물 발생량 산정

### □ 음식물류폐기물 발생량

- 가동 연도 2029년 기준 사업계획서에 비해 24.8톤/일 감소함
  - 장래인구 감소 이외 사업계획서는 발생량 원단위가 높은 구간인 2011~2020년 평균을 적용한 반면, 본 검토는 상대적으로 발생량 원단위가 낮은 구간인 2014~2023년 평균을 적용하고 여기에 감량화율까지 반영하였기 때문임

〈표 13〉 음식물류폐기물 발생량 비교

(단위: 톤/일)

구분	2029년(가동 연도 기준)	비고
사업계획서	158.5	원단위: 2011~2020년, 감량화율 미반영
본검토	133.7	원단위: 2014~2023년, 감량화율 반영
증감	<b>-24.8</b>	

### □ 분뇨수거량

- 가동 연도 2029년 기준 사업계획서에 비해 12.2톤/일 증가함
  - 사업계획서는 2023년 실제 발생량을 장래 동일하게 적용한 반면, 본 검토에서는 김해시의 2014~2023년 실제 수거량을 분석하여 최근 경향을 나타내는 5년 평균 원단위를 장래 연도별 계획인구에 적용함
  - 본 검토에서는 개발계획에 따른 외부 순유입 인구 증가로 2023년 대비 증가한 2029년의 장래인구를 반영하였기 때문에, 본 검토의 분뇨수거량은 2023년의 실제

수거량을 적용한 사업계획서에 비해 증가함

〈표 14〉 분뇨수거량 비교

(단위: 톤/일)

구분	2029년(가동 연도 기준)	비고
사업계획서	119.0	2023년 실제 발생량
본검토	131.2	최근 5년 평균원단위×연도별 장래인구
증감	12.2	

□ 하수찌꺼기 발생량

○ 가동 연도 2029년 기준 사업계획서에 비해 7.2톤/일 감소함

- 화목공공하수처리시설 소화조 용량 초과 생·잉여 농축슬러지량의 경우 사업계획서는 「화목 맑은물순환센터 하수찌꺼기 감량화 사업 기본 및 실시설계」(김해시, 2021.)상의 사업 시행 후 물질수지에 적용되는 계획하수량에 최근 5년 평균치를 단순 적용한 반면, 본 검토에서는 장래인구 증가에 따라 2023년 이전 대비 증가한 2029년 계획하수량을 적용하여 슬러지 발생량이 증가함
- 화목공공하수처리시설을 제외한 기타 공공하수처리시설에서 발생하는 탈수케익의 경우에는 사업계획서 처리 공정에 함수율 80% 탈수케익에 대한 별도의 슬러지 가용화 공정이 계획되어 있지 않은 점, 현재 김해시 하수찌꺼기 자원화처리시설의 증설(100톤/일)을 추진하고 있는 점을 고려하여 본 시설 반입대상에서 제외함

〈표 15〉 하수찌꺼기 발생량 비교

(단위: 톤/일)

구분	2029년(가동 연도 기준)	비고	
사업계획서	화목공공하수처리시설 소화조 용량 초과 생·잉여농축슬러지량	37.2	
	진영공공하수처리시설 잔여 탈수케익 발생량	7.6	
	기타 공공하수처리시설 탈수케익 발생량	5.0	
	계	49.8	
본 검토	화목공공하수처리시설 소화조 용량 초과 생·잉여농축슬러지량	42.6	
	진영공공하수처리시설 잔여 탈수케익 발생량	-	미반영
	기타 공공하수처리시설 탈수케익 발생량	-	미반영
	계	42.6	
증감	-7.2		

### 3. 시설 규모 산정

#### □ 시설 규모 산정 조건

- 음식물류폐기물 처리시설은 시설 규모 산정 시 여유율을 적용할 수 있음
  - 「통합처리 바이오가스화 시설의 기술지침서(음식물류폐기물, 하수슬러지, 가축분뇨 병합)」(환경부, 2016. 12.)에서 음식물류폐기물에 대해서는 지역별, 계절별, 요일별 배출 특성을 고려하여 처리용량의 10~30% 정도 반영하는 것으로 제시되어 있음
  - 본 검토에서는 가동 일수가 반영된 처리용량에 지침상의 여유율 범위의 중간값인 20%를 적용함
- 환경부 「유기성폐자원 통합 바이오가스화시설 설치사업 예산편성 및 집행관리 지침」(환경부, 2024. 2.) 따라 가동 일수 300일을 적용함

#### □ 음식물류폐기물 시설 규모

- 음식물류폐기물 처리시설 시설 규모는 150톤/일로 사업계획서와 동일하게 산정됨
- 음식물류폐기물 발생량은 사업계획서 대비 25.1톤/일 감소하였으나, 본 검토에서는 사업계획서에는 반영하지 않은 여유율 20%를 「통합처리 바이오가스화 시설의 기술지침서(음식물류폐기물, 하수슬러지, 가축분뇨 병합)」(환경부, 2016. 12.)에 따라 반영하였기 때문임

〈표 16〉 음식물류폐기물 처리시설 규모 비교

(단위: 톤/일)

	2029년(가동 연도)		증감
	사업계획서	본 검토	
① 발생량	158.8	133.7	-25.1
② 가동일수	300	300	-
③ 처리용량(①×365일÷②)	192.9	162.7	-30.2
④ 여유율	미적용	20%	-
⑤ 시설규모 ③+④	192.9	195.2	2.3
⑥ 김해시 가축분뇨공공처리시설 처리량 <sup>1)</sup>	50	50	-
⑦ 본 시설 규모(⑤-⑥)	142.9	145.2	2.3
⑧ 적용(톤/일)	150	150	-

주: 1) 김해시 가축분뇨공공처리시설 현대화사업에서 음식물류폐기물 50톤/일을 처리하는 것으로 계획함

□ 분뇨 처리시설 시설 규모

- 분뇨 처리시설의 시설 규모는 150톤/일로 사업계획서와 동일하게 산정됨
- 분뇨 발생량이 사업계획서 대비 12.2톤/일 증가하여 계산 용량은 159.6톤/일로 산정되었으나, 지속적인 하수관로 분류식화사업을 통해 분뇨 반입량 감소가 예상되므로, 사업계획서와 동일한 150톤/일을 적용함

〈표 17〉 분뇨 처리시설 규모 비교

(단위: 톤/일)

구분	2029년(가동 연도)		증감
	사업계획서	본 검토	
① 발생량	119	131.2	12.2
② 가동일수	300	300	-
③ 시설규모(①×365일÷②)	149 <sup>주)</sup>	159.6	10.6
④ 적용(톤/일)	150	150	-

주: 사업계획서는 가동일수 이외 Peak 계수 1.03을 추가 반영하였으나, 본 검토에서는 미반영함

□ 하수찌꺼기 처리시설 시설 규모

- 하수찌꺼기 처리시설의 시설 규모는 60톤/일로 사업계획서와 동일하게 산정됨
- 하수찌꺼기 발생량은 사업계획서 대비 7.2톤/일 감소하였으나, 계열 구성이 가능한 설비 제작 여건을 고려하여, 최소 시설용량 단위를 10톤/일로 설정하여 60톤/일로 적용함

〈표 18〉 하수찌꺼기 처리시설 규모 비교

(단위: 톤/일)

구분	2029년(가동 연도)		증감
	사업계획서	본 검토	
① 발생량	49.8	42.6	-7.2
② 가동일수	300	300.0	-
③ 시설규모(①×365일÷②)	59.8	51.8	-8.0
④ 적용(톤/일)	60.0	60.0	-

□ 유기성폐자원 통합 바이오가스화시설 시설 규모

- 음식물류폐기물 처리시설, 분뇨 처리시설, 하수찌꺼기 처리시설의 시설 규모가 각각 150톤/일, 150톤/일, 60톤/일로 산정되어, 최종 유기성폐자원 통합 바이오가스화시설 시설 규모는 사업계획서와 동일한 360톤/일로 산정됨

〈표 19〉 유기성 폐자원 통합 바이오가스화시설 규모 비교

(단위: 톤/일)

구분	2029년(가동 연도)		증감
	사업계획서	본 검토	
① 음식물류폐기물 처리시설	150	150	-
② 분뇨 처리시설	150	150	-
③ 하수찌꺼기 처리시설	60	60	-
계(Σ①~③)	360	360	-

## IV. 사업계획의 적절성 검토

### 1. 사업계획의 개요

□ 사업추진 근거

- 2023년 환경부 시범사업<sup>10)</sup> 및 김해시 폐기물 분야 상위계획인 「2023년~2027년 김해시 제2차 자원순환 집행계획(재변경)」(김해시, 2023. 8.)에 반영된 사업임

□ 시설계획 주요 사항

- 경남 김해시 장유맑은물순환센터 내 약 15,800㎡ 부지에 설치함
- 소요 비용은 공사비 943억원, 부대비(설계비, 감리비, 시설부대비, 환경영향평가비) 110억원으로 총사업비는 1,053억원으로 제시하였으며, 예비비는 미반영함
- 유기성폐자원 통합바이오가스화시설의 시설용량은 360톤/일이며, 전처리시설, 혐기성 소화설비 등으로 구성됨

10) 환경부 생활하수과 공문(생활하수과-780), 「23년 유기성 폐자원 통합 바이오가스화 시설설치 시범사업 공모 결과 알림」

〈표 20〉 김해시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치사업 사업계획

구분	내용
위치	경상남도 김해시 화목로 334 일원(장유맑은물순환센터 내)
부지면적	약 15,800㎡
주요시설	음식물 전처리설비, 분뇨 전처리설비, 혐기성 소화설비, 가스 저장설비, 가스정제설비, 생물학적 폐수처리설비, 탈수설비 등
사업기간	2026~2028년(3년)
총사업비	1,053억원(공사비 943억, 설계비 46억, 감리비 48억, 시설부대비 2억, 환경영향평가비 14억)

자료: 김해시, 「김해시 유기성폐자원 바이오가스화시설 기본계획 보완 보고서」, 2024. 8.

## 2. 사업목적의 적절성 검토

### □ 사업계획서의 사업목적

- 김해시 기존 음식물류폐기물 처리시설 노후화 및 내구연한 도래로 인한 가동 중단이 예정되어 있고, 기존 하수찌꺼기 처리시설 용량 부족에 따른 유기성폐자원 처리시설의 신규 설치가 필요함
- 「유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산 및 이용 촉진법」 제5조에 따라 공공의무 생산자 및 민간의무생산자는 매년 바이오가스 생산목표를 설정하고 관리하여야 하며, 공공의무생산자는 2025년 1월 1일부터 시행해야 하므로 김해시는 관내에서 발생하는 유기성폐자원을 활용하여 바이오가스 생산목표율을 달성할 책무가 있음
- 현재 김해시는 기존 혐기성 소화에 의한 음폐수바이오가스화시설과 김해시 가축분뇨 공공처리시설 이외 바이오가스화시설은 없음
- 따라서, 현재 건조 퇴비화 방식으로 설치·운영 중인 음식물류폐기물 처리시설을 바이오가스화 시설로 전환하고, 탄화 방식으로 운영 중인 김해시 자원화처리 시설(슬러지)에서 처리하지 못하는 화목공공하수처리시설의 초과 생·잉여농축슬러지, 분뇨 등을 포함한 바이오가스화 시설을 추가로 신규 설치할 필요가 있음

### □ 검토 결과

- 노후화 및 초과 폐기물 처리에 대한 선제적 대응과 함께 관련 법령에 의한 김해시 바이오가스 생산목표율을 동시에 달성해야 하는바, 사업목적의 적정성은 확보하였다고 할 수 있음

### 3. 시설계획의 적절성 검토

#### □ 음식물류폐기물 처리방식의 적절성 검토

- 사업계획서에서는 음식물류폐기물 처리방식으로 혐기성 소화에 의한 바이오가스화 시설로 계획함
  - 정부의 유기성폐자원 에너지화 정책에 바이오가스화 처리방식이 적합하며, 사료화, 퇴비화, 바이오가스화 처리방식 중 국고지원이 가능한 유일한 방식으로 처리방식, 경제성, 부산물 처리 등을 종합적으로 고려할 때 바이오가스화 방식의 추진은 적절한 계획으로 판단됨

#### □ 분뇨 처리 공정의 적절성 검토

- 사업계획서에서는 분뇨를 전처리 이후 소화조 고형물 함량을 맞추기 위한 희석용으로 일부를 사용할 수 있도록 공정을 구성함
  - 혐기성 소화조 운전 관련 여러 논문에 따르면, 혐기성 소화조 운전 상태가 최적이 되는 고형물 농도(TS)는 8~10% 수준이며 10%를 초과할 경우 미생물에 의한 유기물 분해율이 오히려 저감되어 메탄 생산량이 감소하는 것으로 제시하고 있음
  - TS 농도를 10% 미만으로 낮추기 위해 재이용수를 사용하여 자원을 소모하기보다는 유기성폐자원인 분뇨를 일부 활용하는 계획은 적절한 것으로 판단됨
  - 다만, 분뇨의 VS(volatile solids, 강열감량)가 일반적으로 0.3~0.5% 수준이므로 메탄 생산량 증대에는 영향이 미미한바, 향후 세부설계에서 장유공공하수처리시설의 재이용수 혹은 시상수 공급 방안과 분뇨 투입 조건의 소화조 용량 비용을 분석하여 적정 공정계획을 수립할 필요가 있음

〈표 21〉 분뇨 소화조 고형물 농도(TS) 비교

구분	분뇨 소화조 미투입시	분뇨 소화조 투입시	비고
소화조 고형물 농도(TS)	10.2%(10% 초과)	9.0%(10% 미만)	

자료: 주무관청 질의답변서(물질수지)

#### □ 기존 음폐수 바이오가스 에너지화시설 활용성 검토

- 기존 건조·퇴비화 방식의 음식물류폐기물 처리시설이 본 사업으로 인해 유기성폐자원 통합 바이오가스화시설로 전환되면 처리 공정상 음폐수가 발생되지 않으므로 기

존 음폐수 바이오가스 에너지화시설은 유희시설이 될 수 있음

- 따라서, 내구연한이 미도래한 음폐수 바이오가스 에너지화시설에 대한 활용 방안 수립이 필요함

○ 김해시는 사업계획 적정성 검토 질의 답변에서 해당 시설을 민간 음식물류폐기물 처리업체에서 발생하는 음폐수를 대체 처리하는 것으로 제시함

- 기존에는 민간업체에서 발생하는 음폐수는 김해시 공공하수처리시설로 연계 처리하였으나, 본 사업 시행 시 공공음식물류폐기물 처리시설에서 발생하는 음폐수가 더 이상 발생하지 않으므로 민간 부문의 음폐수를 대체 처리하여 기존 시설의 활용 능력을 지속하는 계획은 적정한 것으로 판단됨

□ 설치 부지의 적정성 검토

○ 사업부지 위치는 김해시 장유맑은물순환센터 내 잔여 부지에 설치하는 것으로 계획하고 있어, 부지 확보를 위한 별도 절차가 불필요함

○ 장유맑은물순환센터 반경 1km 내 전담, 산지, 조만강 등이 위치하고, 1km 밖에 김해 은혜학교, 대흥·가동·수가동 회관 등이 위치하나, 발생 악취에 따른 민원 발생 등은 없는 것으로 사업계획서를 통해 확인함

○ 따라서, 본 사업의 유기성폐자원 바이오가스화시설을 장유맑은물순환센터 내 여유 부지에 설치하는 것은 적정한 계획으로 판단됨

## V. 비용 추정

### 1. 공사비 산정

#### □ 공사비 산정 방법

- 본 사업은 기본계획 수립 이전 단계로 개략 도면 및 내역서가 작성되지 않아, 사업계획서에서 제시한 환경부 표준공사비로는 공사비의 적정성을 판단하기 어려우나, 본 검토에서는 유기성폐자원 바이오가스화시설 유사사례를 조사하여 공사비를 산정함
  - 사업계획 적정성 검토 공사비 산정에 인용할 유사 사례는 김해시, 서산시, 고양시, 대구시의 4개 시설로 선정함
  - 인용된 사업은 본 사업과 폐기물 성상이 유사하고, 환경부 표준단가 범위와 동일하게 1일 처리용량 150톤 초과 400톤 이하의 시설임
- 인용된 사업의 실시설계 내역서상의 공사비에 본 검토 분석 시점인 2022년 GDP 디플레이터를 적용하고, 내역서에 낙찰률이 적용된 사업은 설계가(100%)로 환산함
  - 2022년 말 기준 설계가로 환산된 공사비를 시설 규모로 나누어 톤당 공사비를 산정하고, 여기에 본 시설 규모를 적용하여 공사비를 산정함
  - 다만, 4개 사업의 준거 조건을 고려하여 유사사례 A, C는 지반보강공법(말뚝 등) 공사비를 제외함

〈표 22〉 사업계획 적정성 검토 공사비 산정방안

구분	산정방안	비고
인용사업	1) 김해시 가축분뇨 공공처리시설: 200톤/일 2) 고양시 바이오매스 에너지시설: 260톤/일 3) 서산시 자원순환형 바이오가스화시설: 320톤/일 4) 대구광역시 음식물류폐기물 및 분뇨처리시설: 400톤/일	
산정방안	① 각 사업별 톤당 공사비 산정(시설별 물가 및 설계가 보정) ↓ ② 톤당 평균 공사비 산정(적용대상 사업의 평균 단가 적용) ↓ ③ 공사비 산정(톤당 공사비×시설규모)	

□ 공사비 산정 결과

- 공사비 추정 결과 사업계획 적정성 검토의 공사비는 93,102백만원으로서, 사업계획서 94,245백만원 대비 1,143백만원 감소하였으나, 대체로 유사한 수준임

〈표 23〉 유사사례 공사비 사업계획 적정성 검토 기준 환산

(단위: 백만원, 천원/톤)

구분	유사사례-A <sup>자료1)</sup>	유사사례-B <sup>자료2)</sup>	유사사례-C <sup>자료3)</sup>	유사사례-D <sup>자료4)</sup>
① 시설용량(톤/일)	200 가축분뇨: 150 음식물: 50	260 음식물: 250 음식물: 10	320 가축분뇨: 100 하수찌꺼기: 100 음식물: 50 분뇨: 70	400 음식물: 300 분뇨: 100
현재 단계	운영중	운영중	운영중	운영중
공사비 작성시점	2019년	2012년	2017년	2011년
② 내역서상 공사비(백만원)	41,274	60,878	41,481	72,909
③ 내역서 낙찰률 적용 여부	미적용	미적용	적용(70%)	미적용
④ 설계가(100%) 환산 공사비(백만원), (②÷③)	41,274	60,878	59,259	72,909
⑤ 2022년 GDP 디플레이터	118.5%	132.7%	125.5%	135.4%
⑥ 2022년 환산 공사비(백만원)(④×⑤)	48,910	80,785	74,370	98,719

주: 1. 유사사례 시설은 연면적 1,000㎡ 이상의 공공건축물로서, 「녹색건축물 조성 지원법 시행령」 제12조 제1항에 따른 제로에너지건축물인증대상 시설물로서, 해당 건축공사비에 제로에너지건축물 시설이 반영됨

2. 공사비는 각 사업 원가계산서상의 설계비를 제외한 금액임

3. 유사사례 A, C는 타 유사사례와의 준거조건을 고려하여 연약지반 보강 공사비를 제외함

자료: 1) 김해시, 「김해시 가축분뇨 공공처리시설 현대화사업 기본 및 실시설계 설계예산서», 2020. 6.

2) 고양시, 「고양시 바이오매스 에너지시설 설치공사 실시설계 설계예산서», 2012.

3) 서산시, 「서산시 자원순환형 바이오가스화시설 설치사업 실시설계 내역서», 2017.

4) 대구광역시, 「대구광역시 음식물류폐기물 및 분뇨처리시설 설치공사 실시설계 내역서», 2011.

〈표 24〉 유사사례 평균 단위공사비 산정

(단위: 백만원, 천원/톤)

구분	평균	유사사례-A	유사사례-B	유사사례-C	유사사례-D
① 시설용량(톤/일)	-	200	260	320	400
② 2022년 환산 공사비(백만원)(④×⑤)	-	48,910	80,785	74,370	98,719
③ 단위공사비(천원/톤)(②÷①)	<b>258,617</b>	244,551	310,712	232,407	246,797

〈표 25〉 단위공사비 반영한 공사비 산정

(단위: 백만원)

톤당공사비(천원/톤)	시설용량(톤/일)	공사비(백만원)
258,617	360	93,102

〈표 26〉 공사비 산정 결과 비교

(단위: 백만원)

구분	사업계획서	사업계획 적정성 검토	증감액
공사비	94,245	93,102	-1,143

## 2. 시설부대경비 산정

### □ 조사 및 측량비

- 「예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구」(한국개발연구원, 2021. 5.)에 따라 공사비의 1% 적용

### □ 설계비

- 「2024년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」(기획재정부, 2023. 5.)에 산업플랜트 부문 효율과 기본 및 실시설계 동시 시행 기준 실시설계 효율 적용  
- 공사비에 실시설계 효율 3.75%를 적용하고 1.31배 가산<sup>11)</sup>

### □ 환경영향평가비

- 사업계획서의 환경영향평가비는 「예비타당성 수행 총괄지침」(기획재정부 훈령 제678호) 제34조에 따른 비목별 총사업비에 제시되지 않은 항목이므로 미반영

### □ 책임감리비

- 「2024년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」(기획재정부, 2023. 5.)의 전면 책임감리비 효율 적용  
- 공사비에 전면 책임감리비 효율 5.08% 적용

11) '엔지니어링사업대가의 기준'(산업통상자원부 고시 제2024-217호) 제13조 제2항 제1호

□ 시설부대비

- 「2024년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」(기획재정부, 2023. 5.)에 따른 시설부대비 요율, 공사비의 0.23% 적용

□ 시설부대경비 산정 결과 종합

- 검토안은 10,446백만원으로 사업계획서 대비 561백만원 감소하는 것으로 산정됨
- 감소 사유는 사업계획서에 비해 공사비가 감소하여 부보금액이 감소한 점 이외에도 환경영향평가비를 미반영하였기 때문임

〈표 27〉 시설부대경비 산정 결과

(단위: 백만원)

구분	사업계획서	사업계획 적정성 검토	증감액
조사 및 측량비	-	931	931
기본 및 실시 설계비	4,625	4,572	-53
환경영향평가비	1,400	-	-1,400
책임감리비	4,765	4,730	-36
시설부대비	217	214	-3
계	11,007	10,446	-561

### 3. 용지보상비 및 예비비 산정

□ 용지보상비

- 유기성폐자원 통합바이오가스화시설이 기존 장유공공하수처리시설 잔여 부지에 설치되므로, 토지 활용 방식이 변경될 가능성이 희박하고 본 검토가 경제성 분석을 시행하지 않는 점을 고려하여 별도의 용지보상비는 산정하지 않음

□ 예비비

- 「총사업비관리지침」 및 「예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구」(한국개발연구원, 2021. 5.)에 따라 공사비, 시설부대경비, 용지보상비 총액의 10% 적용

#### 4. 총사업비 추정 결과

- 총사업비 추정 결과, 사업계획인 105,252백만원 대비 검토안은 8,651백만원 증가한 113,903백만원으로 산정됨
- 사업계획 적정성 검토안의 공사비 및 시설부대비용은 감소하였으나, 사업계획서에서 미반영한 예비비를 반영하여 사업비가 증가함

〈표 28〉 총사업비 추정 결과

(단위: 백만원)

구분	사업계획서	사업계획 적정성 검토	증감액
1. 공사비	94,245	93,102	-1,143
2. 시설부대경비	11,007	10,446	-561
2-1 설계비	4,625	5,503	878
2-1-1 기본 및 실시 설계비	4,625	4,572	-53
2-1-2 측량 및 조사비	-	931	931
2-2 환경영향평가비	1,400	-	-1,400
2-3 책임감리비	4,765	4,730	-36
2-4 시설부대비	217	214	-3
3. 용지보상비	-	-	-
4. 예비비	-	10,355	10,355
총사업비	105,252	113,903	8,651

주: 부가가치세 포함

## VI. 정책성 분석

### 1. 정책성 분석의 체계

#### □ 정책성 분석의 근거 및 개요

- 사업 시행에 따른 비용 및 편익 중 계량화는 어렵지만 사업의 시행 여부를 판단하기 위해 고려해야 할 요소들을 분석하며, 「예비타당성조사 수행 총괄지침」 [별표 3]에 따라 사업추진 여건, 정책 효과, 사업별도평가항목을 검토함
- (사업추진 여건) 상위계획 반영 여부 및 정책 방향과의 일치성 등 내부여건과 지역주민, 이해당사자 등 해당 사업의 영향을 받는 대상의 사업에 대한 태도, 갈등 여부 등 외부여건 등을 검토함
- (정책 효과) 기본항목(일자리 효과, 생활 여건 영향, 환경성 평가)과 선택항목(안전성 평가)을 검토하고 사업 부처에서 제시하는 사업특화항목을 검토함
- (사업별도평가항목) 자원조달 위험성 또는 문화재 가치 등 개별 사업의 특성을 고려할 필요가 있을 경우 반영함
- 정책성 분석은 ‘사업추진 여건’을 중심으로 검토하고, ‘정책효과’와 ‘사업별도평가항목’은 포함하지 않음

〈표 29〉 정책성 분석의 세부평가항목

중분류	세부평가항목	수행 여부
사업추진 여건	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정책 일치성 등 내부여건</li> <li>• 지역주민 사업태도 등 외부여건</li> </ul>	검토
정책효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 일자리 효과</li> <li>• 생활여건 영향</li> <li>• 환경성 평가</li> <li>• 안전성 평가(선택)</li> <li>• 사업특화항목</li> </ul>	사업계획 적정성 검토에서 생략 가능
사업별도평가항목 (선택적)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자원조달 위험성</li> <li>• 문화재 가치</li> </ul>	미포함

자료: 「예비타당성조사 수행 총괄지침」 [별표 3] 참조하여 연구진 작성

## 2. 사업추진 여건

### 가. 내부여건 검토 결과

#### □ 상위·관련 계획 및 정책방향과의 일치성

- 폐기물 발생 억제와 발생된 폐기물의 순환이용 촉진 등 순환경제사회 정책에 부합
  - 정부는 제품의 지속가능성을 높이고 버려지는 자원의 순환망을 구축하여 투입되는 자원과 에너지를 최소화하는 친환경 경제 체제<sup>12)</sup>를 지향하는 순환경제 정책 추진
  - 2022년 환경부에서 수립한 '제1차 자원순환기본계획(2018~2027)'에서 제시한 음식물류폐기물 바이오가스화시설 확충 계획에 부합
  - 2023년 김해시에서 수립한 '제2차 자원순환 집행계획(2023~2027)'은 폐기물 자원·에너지화 목표를 설정하고 본 사업을 포함하는 폐기물시설 확충계획을 수립
- 「유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산 및 이용 촉진법」에 따라 지방자치단체의 바이오가스 생산목표 달성을 위해 필요한 사업으로 상위 정책방향과 일치
  - 상기 법령에 따라 지방자치단체는 관할 구역에서 발생하는 유기성 폐자원의 배출 및 처리상황을 파악하고 바이오가스 생산시설을 설치·운영하여야 함
  - 바이오가스 생산 촉진을 위해 공공의무생산자로서 지방자치단체는 생산목표를 설정하고 달성하여야 함
- 상위 및 관련 계획 검토 결과, 본 사업은 정부의 정책방향에 부합하며 '김해시 자원순환 집행계획'의 폐기물시설 확충계획에 기 반영되어 사업추진 근거가 명확함

#### □ 사업의 준비정도

- 환경부와 김해시는 기존 환경기초시설에 대한 기술진단 등을 근거로 폐기물시설 확충계획을 수립하고 타당성조사를 완료하는 등 사전 절차를 적절하게 이행함
  - 2018년 기존 음식물류 자원화시설에 대한 기술진단을 통해 시설 폐쇄를 결정한 이후 통합바이오가스화시설 확충을 계획하고 2022년 타당성조사를 완료함
  - 2023년 환경부의 유기성폐자원 통합바이오가스화 시범사업으로 선정되었으며, 김해시 자원순환 집행계획에도 반영을 완료함

12) 「순환경제사회 전환 촉진법」 제2조 제1호에 따른 '순환경제'의 정의

- 환경부와 김해시는 전문기관에 기본계획 및 설계·시공 발주 절차를 위탁함으로써 사업추진의 전문성을 담보하고자 함
  - 환경시설 분야 경험이 많은 한국환경공단 주관하에 사전 기본계획 및 타당성조사 및 기본설계를 진행하는 등 사업계획 수립을 위한 준비가 적절하다고 판단됨
- 사업대상지 여건에 따라 사업계획 변경이 예상되므로 기본설계 완료 후 총사업비를 확정하고 향후 예산 범위 내 사업 추진을 위한 사전 준비와 관리가 필요함
  - 사업대상지는 김해시 장유맑은물순환센터 내 유희부지로 부지 남쪽에 조만강이 인접하여 지반조사 결과 전체적으로 연약지반임을 확인함
  - 당초 설계·시공 일괄입찰방식으로 사업을 추진하고자 하였으나 연약지반에 따른 공사비 증액 가능성에 따라 기본설계 완료 후 기술제안 입찰방식으로 변경을 계획
  - 기본설계 결과에 따라 총사업비가 「총사업비관리지침」에서 정한 범위를 초과하는 경우 사업계획 적정성 재검토가 요구됨
  - 향후 효율적인 사업 추진을 위해 적정 발주방식을 재검토하고 향후 실제 설계 진행 시 전체 사업예산 범위를 초과하지 않도록 관리 필요
- 재원조달계획의 국고 42.5%, 지방비 35.3%, 원인가부담금 등 22.2%로 구성되어 있으므로 지방비의 경우 중기지방재정계획에 반영하여 재원 조달에 지장이 없도록 관리 필요

## 나. 외부여건 검토 결과

- 중앙부처 및 지방자치단체의 추진의지
  - 환경부는 통합 바이오가스화 시범사업 추진 등으로 적정 처리용량의 폐기물 자원·에너지화 시설 확보를 적극 지원하고자 함
    - 2022년 환경부에서 수립한 ‘제1차 자원순환기본계획(2018~2027)’의 폐기물시설 확충계획으로 음식물류폐기물 바이오가스화시설 확충을 계획
    - 2025년 4월에는 「유기성 폐자원 통합 바이오가스화 시설의 설치 및 운영지침」을 제정·배포함으로써 유기성폐자원을 통합 처리해 바이오가스를 생산하는 시설 사업을 원활히 추진할 수 있는 기반을 제공하고자 함

- 김해시는 공공의무생산자로서 바이오가스 생산목표 달성을 위해 기존 노후 음식물류 폐기물 자원화시설을 대체하여 본 시설을 확충하고자 단계적으로 사전 절차를 이행함
  - 2023년 김해시에서 수립한 '제2차 자원순환 시행계획(2023~2027)'은 폐기물 자원·에너지화 목표를 설정하고 본 사업을 포함하는 폐기물시설 확충계획을 수립
  - 기존 유기성폐자원 처리시설에 대한 기술진단을 통해 기존 시설 폐쇄 및 신규 시설 확충을 추진하고 있으며, 목표로 설정한 바이오가스 생산목표를 달성하기 위해 적정 용량의 시설 확보가 중요
- 지역주민, 이해관계자 등의 사업 수용성
  - 본 시설은 유사한 성격의 기존 환경기초시설인 장유맑은물순환센터 내 유희 부지를 활용한 증축 사업으로 입지 여건상 지역주민의 사업 수용성은 높을 것으로 예상
  - 다만, 장유맑은물순환센터, 화목맑은물순환센터 등 하수처리시설 운영 중 공사가 진행되므로 기존 시설 운영에 지장이 없도록 공사계획을 수립할 필요
    - 공사에 따른 기존 건축물 및 주변 환경에 미치는 영향을 최소화할 필요가 있음
    - 특히 연약지반 굴착에 따른 주변 건축물 침하 등의 문제가 발생하지 않도록 철저한 검토와 관리가 필요함

## VII. 지역균형발전 분석

### 1. 지역균형발전 분석의 개요

- 지역균형발전 분석 개요
  - 지역 간 불균형 상태의 심화를 방지하고 지역 간 형평성을 제고하기 위해 지역낙후도 평가와 균형발전효과 분석을 수행함
  - (지역낙후도) 사업이 시행되는 지역의 낙후 정도에 따라서 지역낙후도지수 산정
  - (균형발전효과) 사업 시행으로 인한 지역낙후도 개선효과와 사업 시행으로 발생하는 지역경제 파급효과를 평가함
    - (지역낙후도 개선효과) 부처의 제출 자료를 기초로 하여 사업이 시행되는 지역의 지역낙후도 개선효과에 대해 긍정적인 효과와 부정적인 효과를 종합적으로 검토함

- (지역경제 파급효과) 지역간산업연관모형(Inter-Regional Input Output Model: IRIO)을 이용하여 사업 시행으로 발생하는 생산량, 부가가치, 고용 등의 증가를 계량화한 수치로 평가함

- 단, 사업이 특정지역으로 정해져 있지 않거나 사업효과가 특정지역에 국한되지 않는 사업, 수도권 지역에서 시행하는 사업은 생략할 수 있음
- 사업계획 적정성 검토는 사업계획안의 규모와 비용이 적절한지 평가하기 위한 조사로 지역균형발전 분석 결과가 사업 추진 여부를 결정하는 데 활용되지 않음. 따라서 본 검토에서는 지역낙후도 및 지역경제 파급효과를 중심으로 검토함

## 2. 지역낙후도 평가

### □ 지역낙후도 평가 결과

- 사업대상지인 경상남도의 지역낙후도는 17개 광역시·도별 기준으로는 10위
- 경상남도 김해시의 지역낙후도는 167개 시·군별 기준으로는 28위

## 3. 지역경제 파급효과 분석

### □ 투자비 내역

〈표 30〉 IRIO 분석을 위한 투자비 내역

(단위: 억원)

투입부문	비용항목	경상남도
		검토안
건설(비주거용건물)	공사비	846
	시설부대경비	95
합계		941

- 주: 1. 총투자비는 2022년(분석기준연도) 기준임  
 2. IRIO 분석을 위한 총투자액은 순공사비와 시설부대경비(지역귀속이 불분명한 시운전비 제외)를 합산한 것임  
 3. 총투자액은 본 모형의 지역구분과 산업부분분류에 따라 경상남도 지역의 건설(비주거용건물) 부문에 투입됨  
 4. IRIO 분석에서는 건설기간 중의 경제적 파급효과를 추계하므로 완공 후 운영비는 제외함  
 5. 사업비 중 보상비는 이전소득이므로 제외함  
 6. 사업비 추계 시 포함된 예비비와 부가가치세는 제외하여 분석함

자료: 연구진 작성

□ 지역경제 활성화 효과 분석 결과

〈표 31〉 지역경제 활성화 효과

(단위: 억원)

구분	검토안
투입액	941
지역 내 부가가치 유발액	533
지역 내 총생산(GRDP)	1,376,652
지역경제 활성화 효과지수	0.0387%

주: 1. 투입액 및 지역내 총생산은 2022년 기준가격임

2. 지역경제 활성화 효과지수는 위 투입액에 대한 사업 해당지역인 경상남도 지역 내 부가가치 유발액을 사업 해당지역의 GRDP 추계액으로 나눈 지수임

자료: KOSIS 시도별 경제활동별 지역내총생산, [https://www.index.go.kr/unity/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx\\_cd=1008](https://www.index.go.kr/unity/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1008), 검색일자: 2025. 5. 15. 참고하여 연구진 작성

## VIII. 종합결론 및 정책제언

### 1. 종합결론

□ 사업계획 적절성 검토 결과

- (사업목적) 김해시 유기성폐기물 처리시설 운영 현황과 정부의 관련 정책 현황 검토 결과, 본 사업은 시설확충 필요성이 인정되고 관련 상위계획 반영 및 환경부 시범사업 선정으로 사업 추진의 타당성을 확보함
- (사업계획) 음식물류폐기물 처리방식 및 기존 음폐수 바이오가스 에너지화시설 활용 방안은 적절하나 분뇨처리공정은 설계과정에서 처리방식의 경제성 검토 필요

□ 시설 규모의 적정성 검토 결과

- 가동 연도(2029년) 기준 김해시 내 유기성폐자원 1일 발생량은 307.5톤으로 추정
  - 폐기물량 원단위 산출을 위해 김해시 인구 조성을 기준으로 인구 변화 추이를 살펴보고, 장래 개발계획에 따른 인구 유입효과를 반영해 계획인구를 추정
  - 유기성폐자원은 음식물류폐기물, 분뇨, 하수찌꺼기로 구분해 발생량 원단위를 산정하고 가동 연도 계획인구를 적용하여 발생량을 산출함

- 유기성폐기물 유형별 1일 발생량 추정 결과 음식물류폐기물 133.7톤, 분뇨수거량 131.2톤, 하수찌꺼기 42.6톤으로 합계는 총 307.5톤
- 유기성폐자원 성상별 가동일수 기준으로 추정된 적정 시설규모는 1일 360톤으로 사업계획안과 처리시설 용량 합계가 동일함
  - 음식물류폐기물은 관련 지침에서 제시한 여유율 중간값(20%)을 반영한 규모(195.2톤/일)에서 유관 시설에서 처리 가능한 규모(50톤/일)를 제외한 결과 1일 약 150톤으로 산출
  - 분뇨처리시설 규모는 산출한 용량(159.6톤/일)에 하수관로 분류식화사업에 따른 반입량 감소를 고려하여 1일 150톤으로 추정
  - 하수찌꺼기의 경우 1일 51.8톤으로 산출되었으나 최소 시설용량 단위(10톤/일)를 고려하여 시설 용량은 1일 60톤으로 적용
- 사업계획안의 총사업비 적정성 검토 결과
  - 사업계획안과 본 검토 결과가 1일 처리용량 360톤으로 동일하므로 사업계획안을 대상으로 공사비, 시설부대경비, 예비비 등 총사업비의 적정성을 검토하였으며, 용지보상비는 기존 시설 내 잔여부지를 활용하므로 총사업비에서 제외함
  - 공사비는 본 시설과 유사한 규모의 4개 사례의 공사비 평균(258,617천원/톤)을 적용한 결과 93,102백만원으로 사업계획서 94,245백만원 대비 1,143백만원 감소함
  - 시설부대경비는 예산편성기준에서 정한 요율과 지침에 따라 재검토한 결과 10,446백만원으로 사업계획서 11,007백만원 대비 561백만원 감소함
  - 예비비는 본 사업의 사업추진단계를 감안하여 공사비, 시설부대경비의 10%인 10,355백만원을 반영함
  - 총사업비 검토 결과를 종합하면 총사업비 113,903백만원으로 사업계획서 105,252백만원 대비 8,651백만원 증가함

〈표 32〉 사업계획 적정성 검토 총괄요약표

(단위: 백만원)

구분		사업계획서 <sup>1)</sup>	사업계획 적정성 검토 <sup>2)</sup>	
			검토안	
사업위치		경상남도 김해시 화목로 334(장유맑은물순환센터 내)		
사업 규모	부지면적	15,800㎡		
	시설용량	360톤/일(음식물류폐기물 150톤/일, 분뇨 150톤/일, 하수찌꺼기 60톤/일)		
총 사업비 <sup>3)</sup>	공사비	94,245	93,102	
	용지보상비	-	-	
	시설부대경비	11,007	10,446	
	예비비	-	10,355	
	합계	105,252	113,903	
사업기간		2026년~2028년 (3년)		
사업주체/재원조달		환경부, 김해시/ 국고: 447.2억원(42.5%), 지방비: 371.9억원(35.3%), 원인자부담금 등: 233.4억원(22.2%)		

주: 1) 사업계획서의 산출가격 기준시점은 2022년 말임  
 2) 사업계획 적정성 검토의 산출가격 기준시점은 2022년 말임  
 3) 총사업비는 부가가치세를 포함 금액임

자료: 연구진 작성

□ 정책성 분석

- 본 사업은 상위 및 관련 계획과의 일치성을 확보한 것으로 보이며, 주무부처 및 지자체의 추진의지 또한 높은 것으로 판단됨
- 다만, 세부 운영 및 관리계획과 재원조달 계획 측면에서 고려하여야 할 부분이 있으며, 이에 대해서는 후술할 정책제언에서 보다 자세히 논의함

□ 지역균형발전 분석

- 본 사업 대상지인 경상남도 김해시는 17개 시·도 기준으로 10위, 167개 시·군 기준으로 28위로 나타남
- 지역경제 활성화 효과지수는 검토안 기준 0.0387%, 지역 내 부가가치 유발액은 검토안 기준 533억원
- 기준 연도범위(2016~2022년)의 예비타당성조사 대상사업 중 비수도권 사업 89건의 해당 지역 지역경제 활성화 효과지수 평균값은 0.4357%이며, 본 사업과 유사한 규모 건축 외 부문 사업의 지역경제 활성화 효과 지수 평균은 0.1404%

## 2. 정책제언

- 사업계획 변경 가능성에 대한 면밀한 사전 준비와 관리 필요
  - 사업대상지 여건에 따른 사업계획 변경이 예상되므로 향후 사업추진 절차 및 사업추진 일정에 대한 관리가 요구됨
    - 사업대상지 남쪽에 조만강이 인접하여 지반조사 결과 전체적으로 연약지반임이 확인되어 가시설 및 파일기초 공사비가 추가 발생할 것으로 보임
    - 연약지반에 따른 공사비 증액 가능성으로 발주방식 또한 기존 턴키방식에서 기본설계 완료 후 기술제안 입찰방식으로 변경을 계획하고 있음
  - 기본설계 결과에 따라 총사업비가 총사업비관리지침에서 정한 범위를 초과하는 경우 사업계획 적정성 재검토 수행 필요
    - 경제성을 고려한 설계관리가 요구되며 향후 효율적인 사업 추진을 위해 사업 추진 절차를 고려한 일정계획 수립과 관리가 요구됨
  
- 기존 건축물 및 주변 환경에 미치는 영향 최소화를 고려한 공사관리계획 수립
  - 본 유기성폐자원 통합바이오가스화시설은 장유맑은물순환센터 내 유희부지를 활용한 증축 사업으로 기존 시설 운영에 지장이 없도록 공사계획을 수립할 필요
  - 공사에 따른 기존 건축물 및 주변 환경에 미치는 영향을 최소화할 필요가 있으며, 특히 연약지반 굴착에 따른 주변 건축물 침하 등의 문제가 발생하지 않도록 철저한 검토와 관리가 필요해 보임
  
- 지자체 재정에 부담이 되는 사업계획 변경 최소화, 장애요인 사전 검토 필요
  - 본 사업의 재원은 지방비 35.3%를 포함하고 있으므로 재원 조달에 지장이 없도록 중기지방재정계획 반영 및 관리가 필요함
  - 지방 재정에 부담이 되는 사업비 추가 투입을 방지하기 위해 사업추진 과정에서 발생할 수 있는 장애요인에 대한 사전 검토로 사업계획 변경을 최소화
  - 예상되는 문제에 대해서는 세부 운영 및 관리 계획을 통해 보완·대응 필요



# 김해시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치사업

- I. 사업계획 적정성 검토의 개요
- II. 기초자료 분석 및 조사의 주요 쟁점
- III. 수요추정
- IV. 사업계획의 적절성 검토
- V. 비용 추정
- VI. 정책성 분석
- VII. 지역균형발전 분석
- VIII. 종합 결론 및 정책 제언



---

# I. 사업계획 적정성 검토의 개요

---

## 1. 사업의 추진 배경 및 목적

### 가. 사업의 추진 배경

김해시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치사업은 궁극적으로 정부의 탄소중립 정책 시행에 대응하고자 추진하는 사업이다. 환경부는 순환경제 활성화를 도모하고 환경 보전에 기여하기 위해서 2022년 12월 30일 「유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산 및 이용 촉진법」을 제정하여 하수찌꺼기, 분뇨, 가축분뇨, 음식물류폐기물 등 유기성폐자원의 바이오가스 생산과 이용에 필요한 기반을 조성하도록 법제화하였다. 이 법령에 따라 지방자치단체는 바이오가스 의무생산자에 해당하며 김해시는 정해진 바이오가스 생산목표 달성을 위해 유기성폐자원을 통합 처리하는 바이오가스화시설을 설치하고자 한다.

김해시의 유기성폐자원 처리시설 현황을 살펴보면 다음과 같다. 기존 음식물류폐기물 자원화시설은 2000년 12월부터 가동되었으나 시설 노후화로 2018년 3월에 시행한 기술 진단 결과에 따라 2023년 폐쇄되었다. 따라서 기존 시설을 대체하는 신규 시설 확충이 시급한 실정이다. 분뇨의 경우 수거 후 차량 이송하여 화목맑은물순환센터에서 처리하고 있으나 시설이 노후화되어 협잡물 처리 이후 공정에 대한 신규 처리시설이 필요하다. 또한 화목맑은물순환센터에서 처리하는 하수찌꺼기 농축슬러지는 처리용량을 초과하고 있어 부족한 시설의 확충이 요구된다. 이 밖에 가축분뇨의 경우는 공공처리시설 증설공사가 진행 중으로 충분한 처리용량이 확보되었다고 할 수 있다.

따라서 김해시 관내에 부족한 음식물류폐기물, 분뇨, 하수찌꺼기 등 유기성폐자원 통합 처리 및 바이오가스 생산시설 건립이 필요한 상황이다.

### 나. 사업의 목적 및 기대효과

본 사업의 추진 목적은 다음과 같다. 첫째, 현재 김해시 내에 부족한 음식물류폐기물, 분

료, 하수찌꺼기 등 유기성폐자원의 안정적 처리 기반을 확보하는 것이다. 둘째, 환경기초시설 운영의 경제성과 효율성 확보를 위해 유기성폐자원을 통합 처리하는 에너지 생산형 자원순환시설을 건립하는 것이다. 마지막으로, 본 사업 적기 추진으로 공공의무생산자로서 바이오가스 생산 목표를 이행함으로써 정부의 탄소 중립 정책에 기여하고자 한다.

주무부처에서는 본 사업을 통해 다음과 같이 사회적, 경제적, 환경적 측면의 기대효과를 제시하고 있다. 먼저, 사회적 측면에서 유기성폐자원을 통합적으로 처리하는 안정적인 인프라 확보로 지역 주민의 생활 여건 향상을 기대할 수 있다. 다음으로 경제적 측면에서 유기성폐자원의 통합 처리 및 바이오가스를 활용한 에너지 생산으로 시설 설치 및 운영의 경제성 확보가 가능하다. 마지막으로 환경적 측면에서 유기성폐자원의 바이오가스화로 친환경적 활용이 가능하며, 폐수처리 후 공공하수 연계 방안을 적용하여 악취를 저감할 수 있다.

## 2. 사업의 추진 근거 및 경위

### 가. 사업의 추진 근거

김해시 유기성폐자원 통합바이오가스화 시설 설치 사업은 김해시에서 배출하는 유기성 폐자원을 처리하는 바이오가스생산시설을 설치하는 사업이다. 본 사업의 법적 추진 근거로 바이오가스 생산시설 설치 및 운영에 대한 국가와 지방자치단체의 역할을 제시하는 「유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산 및 이용 촉진법」이 있다. 동 법률 제4조 및 제5조에서는 관할 구역에서 발생하는 유기성폐자원 관리에 관한 국가와 지방자치단체 등의 책무를 규정하고, 공공의무생산자로서 지방자치단체에 바이오가스 생산 목표를 부과하고 있다.

#### 「유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산 및 이용 촉진법」

**제4조(국가와 지방자치단체 등의 책무)** ①특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사(이하 “시·도지사”라 한다) 및 시장·군수·구청장(자치구의 구청장을 말한다. 이하 같다)은 관할 구역에서 발생하는 유기성 폐자원의 배출 및 처리 상황을 파악하고 바이오가스 생산시설을 설치·운영하여야 하며, 관할 구역에서 유기성 폐자원을 배출하거나 처리하는 사업자가 바이오가스 생산에 적극 참여하도록 필요한 조치를 강구하여야 한다.

②특별시장·광역시장·도지사·특별자치도지사는 시장·군수·구청장이 제1항에 따른 책무를 충실하게 이행하는 데 필요한 기술적·재정적 지원을 할 수 있다.

③국가는 바이오가스 생산 및 이용에 관한 기술의 연구·개발을 지원하고, 시·도지사 및 시장·군수·구청장이 제1항 및 제2항에 따른 책무를 충실하게 이행하는 데 필요한 기술적·재정적 지원을 할 수 있다.

④유기성 폐자원을 배출하거나 처리하는 사업자는 바이오가스 생산에 적극 참여하고 협력하여야 한다.

**제5조(바이오가스 생산목표의 설정)** ①환경부장관은 유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산을 촉진하기 위하여 다음 각호의 구분에 따른 공공의무생산자 및 민간의무생산자(이하 “바이오가스 의무생산자”라 한다)를 대상으로 매년 바이오가스 생산목표를 설정·관리하여야 한다.

1. 공공의무생산자: 특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사 및 시장·군수·구청장
2. 민간의무생산자: 제1호 외의 자로서 대통령령으로 정하는 규모 이상의 유기성 폐자원을 배출하거나 처리하는 사업자

②공공의무생산자의 바이오가스 생산목표는 다음 각 호에 따른 유기성 폐자원 발생량 각각에 유기성 폐자원별 생산수율 등을 고려한 계수(이하 “바이오가스 회수·생산계수”라 한다)를 곱한 값의 합에 대통령령으로 정하는 생산목표율을 곱하여 산정한다.

1. 제2조제1호가목 및 나목에 따른 유기성 폐자원 발생량
2. 제2조제1호다목 및 라목에 따른 유기성 폐자원 발생량 중 민간의무생산자로부터 발생하는 유기성 폐자원 발생량을 제외한 양

③민간의무생산자의 바이오가스 생산목표는 제2조제1호다목 및 라목에 따른 유기성 폐자원 발생량 각각에 바이오가스 회수·생산계수를 곱한 값의 합에 대통령령으로 정하는 생산목표율을 곱하여 산정한다.

④유기성 폐자원의 발생량과 유기성 폐자원별 바이오가스 회수·생산계수의 산정 등에 필요한 사항은 환경부령으로 정한다.

동 사업 관련 계획은 「2023년~2027년 경상남도 제2차 자원순환 시행계획」(경상남도, 2023. 12.), 「2023년~2027년 김해시 제2차 자원순환 집행계획」(김해시, 2023. 8.), 「김해시 하수도정비 기본계획(부분변경)」(김해시, 2023. 8.) 등이 있다.

경상남도의 ‘자원순환 시행계획’과 김해시의 ‘자원순환 집행계획’은 지역 내 폐기물 발생 및 처리 방법에 대한 전망 및 관리 목표를 제시하며, 본 사업이 명시되어 있다.

### 「2023년~2027년 경상남도 제2차 자원순환 시행계획」

#### 1) 계획수립 근거 및 범위

2023년~2027년 경상남도 제2차 자원순환 시행계획은 「자원순환기본법(현행 「순환경제사회 전환 촉진법」)」 제12조(현행 「순환경제사회 전환 촉진법」 제11조)에 따라 국가계획인 ‘자원순환기본계획’과 연계된 경상남도의 자원순환사회 전환 촉진 계획이다.

자원순환 시행계획은 2016년을 기준으로 수립했으며 계획기간은 2023년~2027년이다. 공간적 범위는 경상남도 18개 시, 군 전역으로 하며, 내용적 범위는 자원순환 추진 목표 및 전략, 부문별 계획, 폐기물처리시설 확충계획 및 최적화 촉진 지원방안 등을 포괄한다.

#### 2) 계획의 내용

동 계획에서는 경상남도의 폐기물 발생량 전망 결과로 2023년 김해시의 생활계 폐기물 발생량은 4,970.0톤/일로 추산하며, 2032년 6,675.3톤/일까지 해마다 상승할 것으로 예측했다. 사업장폐기물 발생량은 2023년 16,482.9톤/일, 2032년은 20,813.1톤/일로 전망했고, 건설폐기물은 2023년 13,174.0톤/일, 2032년 12,733.8톤/일, 지정폐기물의 경우 2023년 1,095.9톤/일, 2032년 1,177.6톤/일로 모든 분류에서 2023년부터 2032년까지 매년 상승세를 보일 것으로 전망했다.

정책단계 부문계획으로 생산, 소비, 관리, 재생 단계마다 세부 추진계획을 마련했고 본 사업은 이 중 관리단계에 명시되어 있다.

### 「2023년~2027년 김해시 제2차 자원순환 집행계획」

#### 1) 계획수립 근거 및 범위

2023년~2027년 김해시 제2차 자원순환 집행계획은 「자원순환기본법(현행 순환경제사회 전환 촉진법)」 제12조(현행 순환경제사회 전환 촉진법 제11조)에 따라 국가 자원순환 기본계획과 경상남도 등 상위 계획과의 연계성 및 김해시의 특수성을 고려한 자원순환 시행계획의 구체적 정책 방향과 추진전략을 제시하는 계획이다.

자원순환 집행계획의 목표연도는 원칙적으로 계획수립 시점으로부터 5년으로 한다. 동 계획의 계획기간은 2023년~2027년이다.

동 계획의 공간적 범위는 김해시 19개 읍, 면, 동 및 그 영향권 지역으로 하며, 내용적 범위는 지역의 특성과 현황, 생활 폐기물 및 사업장폐기물 관리현황, 기존 자원순환 계획 성과평가, 폐기물처리시설 확충계획 등을 포괄한다.

#### 2) 계획의 내용

동 계획에서는 김해시의 폐기물 발생량 전망과 대응 방안을 제시한다.

폐기물 발생량 전망 결과로 2023년 김해시의 전체 폐기물 발생량은 4,102.4톤/일로 추산하며, 2027년 4,181.7톤/일 까지 해마다 상승할 것으로 예측했다.

증가하는 폐기물을 처리하기 위한 폐기물시설 확충계획의 일환으로 본 사업인 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치 사업을 제시했고, 이외에도 소각장 시설확충, 생활자원회수센터 현대화사업, 폐플라스틱 공공열분해시설 설치사업을 제시했다.

「김해시 하수도정비 기본계획(부분변경)」(김해시, 2023. 8.)은 하수처리 인구 및 하수량에 대한 계획을 제시하며, 하수찌꺼기 처리와 관련해 본 사업이 반영되어 있다.

### 「김해시 하수도정비 기본계획(부분변경)」

#### 1) 계획수립 근거 및 범위

김해시 하수도정비 기본계획은 「하수도법」 제6조, 「하수도정비기본계획 수립지침」에 따라 수질환경기준 유지, 관할 구역 침수 예방 등의 목적으로 계획한다. 본 부분변경의 주요 목적은 김해시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치사업에 따른 하수찌꺼기 및 분뇨 처리시설의 합리적인 정비 방향을 제시하고, 김해시의 공중위생 및 생활환경 개선을 위한 장기적인 대책 수립을 목적으로 한다.

동 계획의 공간적 범위는 김해시 19개 읍, 면, 동으로 하며, 내용적 범위는 하수처리구역 및 하수처리인구, 계획하수량, 시설계획 등을 포함한다.

#### 2) 계획의 내용

동 계획에서는 김해시의 계획하수량, 하수찌꺼기(슬러지) 처리시설 계획 등을 제시한다.

처리구역별 계획하수량 전망 결과로 소규모 처리구역을 제외하고 2020년 김해시의 계획하수량은 230,955㎥/일로 추산하며, 2035년 257,559㎥/일까지 상승세를 보일 것으로 전망했다.

하수찌꺼기(슬러지) 처리시설 계획으로 동 사업인 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 신설계획을 제시했으며 2030년부터 약 80톤/일의 하수찌꺼기가 동 사업으로 인해 발생할 것으로 전망했다.

## 나. 사업의 추진 경위

본 사업은 2018년 기존 음식물류폐기물 자원화시설 폐쇄 결정 이후 자체 타당성조사를 통해 2023년 환경부의 '통합바이오가스화 시범 사업'에 선정되었다. 사업규모는 부지 15,800㎡, 규모 370톤/일<sup>13)</sup>(음식물류폐기물 150톤/일, 분뇨 150톤/일, 하수찌꺼기 70톤/일), 총사업비 1,068억원(국고: 458억원)으로 편성되었으며, 2023년 8월에 지역 자원순환 집행계획에 반영하였다.

이후 2024년 1월 예비타당성조사를 면제<sup>14)</sup>받고 「국가재정법」 제38조 제2항 8호 및 「바이오가스법」 제4조에 따라 사업계획 적정성 검토(기획재정부 타당성심사과-40, 2024. 1. 10.) 가 요청되었다.

〈표 1-1〉 사업의 추진 경위

연월	내용
2018.03.	• 기존 음식물류폐기물 자원화시설 기술 진단(폐쇄 결정) 완료
2022.12.	• 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치사업 타당성조사 완료
2023.01.	• 통합바이오가스화 시범사업 김해시 의회 보고
2023.02.	• 환경부 유기성폐자원 통합바이오가스화 시범 사업 선정
2023.06.	• 하수도정비기본계획 변경을 위한 용역 완료
2023.08.	• 제2차 김해시 자원순환 집행계획 반영
2024.01.	• 예비타당성조사 면제사업 선정 • 사업계획 적정성 검토 의뢰(기획재정부 타당성심사과-40)
2024.08.	• 김해시 유기성폐자원 바이오가스화시설 기본계획 보완 보고서 제출

자료: 환경부, 「김해시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치사업 예비타당성조사 면제요구서」, 2023. 11. 등을 참고하여 연구진 작성

13) 2024년 8월 김해시에서 제출한 「김해시 유기성폐자원바이오가스화시설 기본계획 보완 보고서」에는 시설 규모를 하수찌꺼기가 10톤/일 감소한 360톤/일(음식물류폐기물 150톤/일, 분뇨 150톤/일, 하수찌꺼기 60톤/일)로 제시해 본 검토에서는 360톤/일 규모를 기준으로 검토하였다.

14) 본 사업은 「국가재정법」 제38조 제2항의 제8호 및 「예비타당성조사 운용지침」 제20조 제1항 제8호에 의거, 법령에 따라 추진하여야 하는 사업이므로 예비타당성조사를 면제받음 「국가재정법」 제38조(예비타당성조사) ② 제1항에도 불구하고 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사업은 대통령령으로 정하는 절차에 따라 예비타당성조사 대상에서 제외한다.

8. 법령에 따라 추진하여야 하는 사업

「예비타당성조사 운용지침」 제20조(면제사업) 「국가재정법」 제38조 제2항에 따라 다음 각 호에 해당하는 사업은 예비타당성조사 대상에서 제외한다. (이하 '예타면제'라 한다)

8. 법령에 따라 추진하여야 하는 사업 : 법령에 따라 설치 또는 추진이 의무화되어 있고, 사업내용이 구체적으로 수립된 경우에 한하여 재정사업평가 위원회를 거쳐 예타 면제

### 3. 사업의 주요 내용

#### 가. 사업개요

본 사업은 경상남도 김해시 화목동 일원에 통합 바이오가스화 시설을 조성하는 사업으로 기본계획 보완보고서<sup>15)</sup>에 따르면 김해시 장유맑은물순환센터 내 15,800㎡ 규모의 유희부지에 유기성폐자원 처리용량 360톤/일 규모로 계획하였다. 총사업비는 105,252백만원이며 재원은 국고 42.5%, 지방비 35.3%, 원인가부담금 등 22.2%로 계획하고 있다.

폐기물 처리방식은 혐기성 소화방식이며, 주요 시설은 반입 및 전처리 설비, 혐기성 소화 설비, 바이오가스 이용설비, 폐수처리 설비 등으로 구성된다.

〈표 1-2〉 김해시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치사업의 주요 내용

구분		내용
사업 위치		• 경상남도 김해시 화목로 334(장유맑은물순환센터 내)
사업 규모	부지 면적	• 15,800㎡
	시설용량	• 360톤/일(음식물류폐기물 150톤/일, 분뇨 150톤/일, 하수찌꺼기 60톤/일)
처리방식		• 혐기성 소화 방식
주요 시설	반입 및 전처리 설비	• 협잡물 종합처리기, 음식물 저장 호퍼, 협잡물 저장 호퍼, 중간 저장조 등
	혐기성 소화 설비	• 혐기성 소화조
	바이오가스 이용설비	• 가스 저장조, 탈황설비, 잉여가스 연소기 등
	폐수처리 설비	• 소화 슬러지 저장조, 생물 반응조 등
총사업비		• 105,252백만원
재원분담		• 국고 42.5%, 지방비 35.3%, 원인가부담금 등 22.2%

자료: 김해시, 「김해시 유기성폐자원 바이오가스화시설 기본계획 보완 보고서」, 2024. 8. 등을 참고하여 연구진 작성

#### 나. 설치 위치

사업부지 위치는 경상남도 김해시 화목로 334(장유맑은물순환센터 내)로 김해시 장유, 주촌면 일원에서 배출되는 하수를 차집 처리하는 하수처리시설이 존재하는 부지이다.

15) 2024년 1월 사업계획 적정성 검토 의뢰 이후 2024년 8월 사업계획 관련 추가사항을 보완한 기본계획 보완 보고서를 제출해 사업계획을 제시하였다.

주무부처에서 제출한 기본계획 보완 보고서에 따르면 부지면적은 약 15,800m<sup>2</sup>이고, 김해시 소유의 부지이다. 지목은 잡종지이고, 토지이용계획상 자연녹지지역, 개발제한구역, 전기공급설비, 하수종말처리시설로 구성되어 있으므로 추후 폐기물처리시설 중복결정이 요구된다.

[그림 1-1] 통합 바이오가스화시설 설치 위치



자료: 김해시, 「김해시 유기성폐자원 바이오가스화시설 기본계획 보완 보고서」, 2024. 8.

#### 다. 총사업비

김해시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치사업의 총사업비는 105,252백만원으로, 주무부처는 「2023년 유기성폐자원 통합 바이오가스화시설 설치사업의 예산편성 및 집행관리 지침」(환경부, 2022. 9.)에 따라 공사비는 94,245백만원으로 산출해 시설부대경비 11,007백만 원을 포함한 총사업비를 제시했다.

공사비 94,245백만원은 「폐기물 처리시설 국고보조금 업무처리지침」(환경부, 2023. 1.)의 폐기물처리시설 설치비용 표준단가 및 「하수도 분야 보조금 편성 및 집행관리 실무요령」(환경부, 2023. 1.)에 따라 산정되었다.

시설부대경비는 11,007백만원으로, 별도 계상한 환경영향평가 비용 1,400백만원을 제외한 각 항목은 「2024년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」(기획재정부 2023. 5.)에 따라 요율을 적용해 시설부대비 217백만원, 기본 및 실시설계비 4,625백만원, 감리비 4,765백만원으로 산정되었다.

〈표 I-3〉 총사업비 산출 내역

(단위: 백만원)

구분	금액	비고
<b>총사업비[A+B]</b>	<b>105,252</b>	
<b>A. 공사비</b>	<b>94,245</b>	
A-1. 토목공사	22,619	
A-2. 건축공사	12,252	
A-3. 기계공사	46,651	
A-4. 전기·계측공사	11,781	
A-5. 조경공사	942	
<b>B. 시설부대경비</b>	<b>11,007</b>	
B-1. 시설부대비	217	건설부문 요율(0.23%) 적용
B-2. 기본 및 실시설계비	4,625	산업플랜트부문 요율(3.75%) 적용, * 기본설계와 실시설계를 동시에 발주하는 경우 1.31배
B-3. 감리비	4,765	전면 책임감리비 요율(5.06%) 적용
B-4. 환경영향평가	1,400	별도 계상

주: 부가가치세 포함

자료: 환경부, 「1차 질의 및 자료요청 회신자료」, 2024. 2.을 참고하여 연구진 작성

## 라. 사업추진 체계 및 운영계획

사업추진 주체는 환경부와 김해시로 구성된다. 사업추진 방식은 대형공사 입찰 방법 심의를 통해 결정할 방침이나, 김해시 유기성폐자원 바이오가스화시설 기본계획 보완 보고서의 검토 결과는 흔히 턴키 계약(Turn Key Base)방식으로 불리는 설계·시공 일괄입찰방식과 기술 제안 입찰방식이 적절한 것으로 판단했다. 설계·시공 일괄입찰방식의 사업추진 절차는 〈표 I-4〉, 기술제안 입찰방식 절차는 〈표 I-5〉와 같다.

김해시는 전문 기술력을 보유한 기관에 사업 추진 및 시설 운영을 위탁하여 관리할 계획이다. 본 사업 예비타당성조사 면제요구서의 운영계획에 따르면 통합바이오가스화시설의

운영조직은 소장 1인, 관리팀 1인, 운영팀 14인, 유지보수팀 4인 등으로 총 인원 20명으로 계획하였다.

〈표 1-4〉 설계·시공 일괄입찰방식 사업추진 절차

업무절차	비고
기본계획구상	
↓	
기본계획용역실시 • 기본계획 보고서 • 입찰안내서 작성	
↓	
입찰안내서 심의	☞
↓	• 건설기술심의위원회에서 입찰안내서 심의
시설공사 발주	
↓	
입찰공고	☞
↓	• 공고내용 - 공사개요, 입찰방법에 관한 사항 - 입찰참가자격 및 적격심사기준 - 현장설명에 관한 사항 - 입찰보증금, 입찰 및 개찰일지 - 입찰안내서 배포방법 등 • 현장설명회 개최 - 근거: 「국가계약법 시행령」 제14조의2
↓	
입찰참가신청	☞
↓	• 근거: 「국가계약법」 시행령 제12조
입찰	☞
↓	• 기본설계서 + 가격입찰서(불함상태)
설계자문위원회 (기본설계서)	☞
↓	• 설계자문위원회의 기본설계서 심의 - 근거: 「국가계약법 시행령」 제85조의2
적격심사 대상자 선정 및 자료제출 요청	☞
↓	• 적격심사 세부기준에서 정한 서류 - 시공경험 평가자료 - 경영상태 평가자료 - 신인도 평가자료 - 시공계획 적정성 평가 등 • 근거: 「국가계약법 시행령」 제85조의2
↓	
적격심사	
↓	
가격입찰서 개찰	

〈표 1-4〉의 계속

업무절차	비고
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;">                     실시설계적격자 선정                 </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 적격자 결정에 필요한 설계점수·가격점수의 산출방법과 가중치, 설계와 가격조정을 위한 산식 등은 기획재정부장관(회계예규)이 정함 - 근거 : 「국가계약법 시행령」 제85조의2</li> </ul>
<div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;">                     설계자문위원회 (실시설계서)                 </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 설계자문위원회의 실시설계 적격여부 심의 - 근거 : 「국가계약법 시행령」 제87조</li> </ul>
<div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;">                     실시설계 보완사항 통보 및 보완 완료 통보                 </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사업부서→설계업체: 심의 지적사항 통보</li> <li>• 설계업체→사업부서: 지적사항 보완 완료 통보</li> </ul>
<div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;">                     낙찰자 결정/계약체결                 </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 실시설계서가 제출된 날로부터 60일 이내 낙찰자 선정</li> </ul>
<div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;">                     계약 및 공사착공                 </div>	

주: 「국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 및 시행령」 '제6장 대형공사 계약'을 근거로 작성됨  
 자료: 김해시, 「김해시 유기성폐자원 바이오가스화시설 기본계획 보완 보고서」, 2024. 8.을 참고하여 연구진 작성

〈표 1-5〉 기술제안 입찰방식 사업추진 절차

업무절차	비고
기본계획용역실시 • 기본계획 보고서 • 입찰안내서 작성	• 발주기관
↓ 입찰안내서 심의	• 설계자문위원회의 입찰안내서 심의
↓ 시설공사 발주	
↓ 입찰공고	• 공고내용 - 공사개요, 입찰방법에 관한 사항 - 입찰참가자격 및 적격심사기준 - 현장설명에 관한 사항 - 입찰보증금, 입찰 및 개찰일지 - 입찰안내서 배포방법 등 • 현장설명회 개최 - 근거: 「국가계약법 시행령」 제14조의2
↓ 입찰참가신청	• 근거: 「국가계약법 시행령」 제12조
↓ 입찰	• 기본설계서 + 가격입찰서(봉함상태)
↓ 중앙건설기술심의위원회 (기술제안서)	• 중앙건설기술심의위원회 기술제안서 심의 - 근거: 「국가계약법 시행령」 제105조
↓ 적격심사 대상자 선정 및 자료제출 요청	• 적격심사 세부기준에서 정한 서류 - 시공경험 평가자료 - 경영상태 평가자료 - 신인도 평가자료 - 시공계획 적정성 평가 등 - 실시설계서 • 근거: 「국가계약법 시행령」 제106조
↓ 적격심사	
↓ 가격입찰서 개찰	

〈표 1-5〉의 계속

업무절차	비고
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">실시설계적격자 선정</div> <p style="text-align: center;">↓</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 적격자 결정에 필요한 설계점수·가격점수의 산출방법과 기준치, 설계와 가격조정을 위한 산식 등은 기획재정부 장관(회계예규)이 정함 - 근거: 「국가계약법 시행령」 제102조</li> </ul> </div>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">중앙건설기술심의 (실시설계서)</div> <p style="text-align: center;">↓</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 중앙건설기술심의의 실시설계 적격여부 심의 - 근거: 「국가계약법 시행령」 제103조</li> </ul> </div>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">실시설계 보완사항 통보 및 보완 완료 통보</div> <p style="text-align: center;">↓</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 사업부서 → 설계업체: 심의 지적사항 통보</li> <li>• 설계업체 → 사업부서: 지적사항 보완 완료 통보</li> </ul> </div>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">낙찰자 결정/계약체결</div> <p style="text-align: center;">↓</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 실시설계서가 제출된 날로부터 60일 이내 낙찰자 선정</li> </ul> </div>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">계약 및 공사착공</div>	

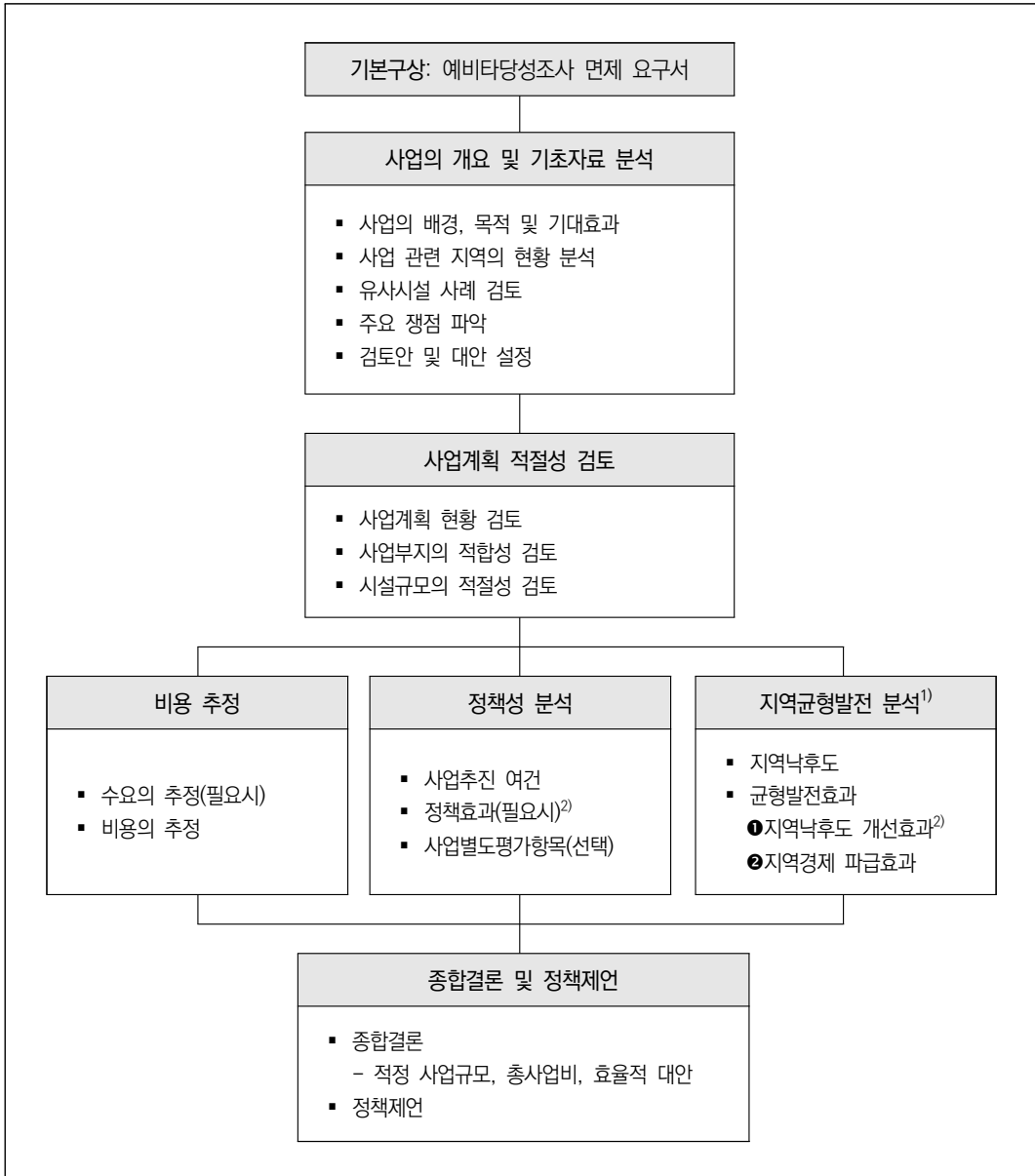
주: 「국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 및 시행령」 제6장 대형공사 계약」을 근거로 작성됨  
 자료: 김해시, 「김해시 유기성폐자원 바이오가스화시설 기본계획 보완 보고서」, 2024. 8.을 참고하여 연구진 작성

## 4. 사업계획 적정성 검토의 주요 내용

### 가. 사업계획 적정성 검토 수행 절차

건설사업 사업계획 적정성 검토는 [그림 1-2]와 같이 사업의 개요 및 기초자료 분석, 사업계획의 적절성 검토, 비용 추정, 정책성 분석, 지역균형발전 분석, 종합결론 및 정책제언으로 이루어진다.

[그림 1-2] 건설사업의 사업계획 적정성 검토 수행 흐름도



주: 1) 수도권 유형의 사업은 지역균형발전 분석을 생략함. 또한 해당 사업이 특정 지역으로 정해져 있지 않거나 사업효과가 특정 지역에 국한되지 않는 사업은 지역균형발전 분석을 생략할 수 있음

2) 사업계획 적정성 검토에서는 정책효과 및 지역낙후도 개선효과 분석 생략이 가능함

자료: 기획재정부훈령, 「예비타당성조사 수행 총괄지침」 내용을 재구성함

## 나. 사업계획 적정성 검토의 분석방법<sup>16)</sup>

### 1) 기초자료 분석 및 조사의 쟁점 도출

사업계획 적정성 검토를 위해서는 우선적으로 조사 대상 사업의 추진 배경과 목적, 추진 근거와 추진 경위 및 사업의 주요 내용 등을 파악한다. 그다음으로 사업지역의 자연 및 생활환경, 사회·경제적 환경, 관련 분야의 현황 및 국내외 유사사례 등 관련된 기초자료를 수집하고 분석한다. 이를 바탕으로 사업목적의 타당성 검토 및 목적 달성을 위한 대안을 실질적으로 검토하기에 앞서 브레인스토밍(brainstorming) 과정을 거치며 다양한 조사의 쟁점을 도출한다. 이는 사업의 추진 여부에 중요한 영향을 미치는 기술적, 사회 정치적, 환경적 요인을 심도 있게 검토하기 위한 준비단계라고 할 수 있다.

### 2) 사업계획의 적절성 검토 및 비용 추정

사업계획의 적절성 검토는 당초 사업 추진 당시와 변화된 사회 환경 등을 감안하여 사업의 필요성 및 사업으로 인한 효과 등이 국민 경제적 관점에서 추구하여야 할 가치가 있는지를 살펴본다. 또한 입지 및 환경 측면에서의 부지의 적합성을 검토하고, 관련 법령에 따른 최소 설계기준을 충족하였는지 또는 과다 설계된 부분이 있는지 등 규모의 적절성을 검토한다.

비용 추정 시에는 법령에 따라 시행하는 각종 법정경비 등 사업 추진과 관련하여 발생할 수 있는 모든 비용이 포함되도록 누락된 비용이 없는지 검토하고 공종별 물량 및 적정단가 산정을 통해 총사업비를 추정한다.

### 3) 정책성 분석

정책성 분석은 사업 시행에 따른 비용 및 편익 중 계량화가 곤란하지만 사업을 추진함에 있어 중요한 정책적 차원의 평가항목들을 정량적 또는 정성적으로 분석한다. 평가항목은 크게 사업추진 여건, 정책효과, 사업별도평가항목(선택)으로 구성한다.

사업추진 여건 항목에서는 정책 일치성 등 내부여건, 지역주민 사업태도 등 외부여건 등

---

16) 「예비타당성조사 운용지침」, 「예비타당성조사 수행 총괄지침」, 『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구』(한국개발연구원, 2021. 5.)를 참조하여 정리함

을 검토한다. 정책효과 항목에서는 부처의 제출 자료를 기초로 일자리 효과, 생활여건 영향, 환경성 평가, 안전성 평가(선택), 사업특화항목에 대해 긍정적인 효과와 부정적인 효과를 종합적으로 검토한다. 마지막으로 필요한 경우에는 사업별도평가항목으로 재원조달 위험성, 문화재가치 등을 검토할 수 있다.

#### 4) 지역균형발전 분석

지역 간 불균형 상태 심화를 방지하고 지역 간 형평성 제고를 위한 지역균형발전 분석의 세부 항목은 지역낙후도 평가와 균형발전효과 분석이다. 지역낙후도 평가에서는 사업이 시행되는 지역의 낙후 정도에 따라서 지역낙후도지수를 산정한다. 균형발전효과 분석에서는 부처의 제출 자료를 기초로 하여 사업이 시행되는 지역의 지역낙후도 개선효과에 대해 긍정적인 효과와 부정적인 효과를 종합적으로 검토하고, 지역간산업연관모형(Inter-Regional Input Output Model: IRIO)을 이용하여 사업 시행으로 발생하는 생산량, 부가가치, 고용 등의 증가를 계량화한 수치로 지역경제 파급효과를 평가한다.

다만, 사업이 특정지역으로 정해져 있지 않거나 사업효과가 특정지역에 국한되지 않는 사업, 수도권 지역에서 시행하는 사업은 지역균형발전 분석을 생략할 수 있다.

#### 5) 종합결론 및 정책제언

사업의 배경과 목적, 사업계획 적절성 검토 및 비용 추정, 정책성 분석, 지역균형발전 분석 결과를 바탕으로 종합적인 검토를 하고, 예산 편성 시 기초가 되는 총사업비를 제시한다. 조사 수행 과정에서 얻은 정량적·정성적 정보를 포함한 기타 정책적 고려사항과 예산 부처 또는 주무부처에서 유의할 사항을 기술할 수 있다. 또한 조사 결과에 대한 제약점을 기술하고 향후 사업을 추진하는 과정에서 반드시 고려해야 하는 사항 등을 제언한다.

#### 다. 사업계획 적정성 검토의 범위

본 사업계획 적정성 검토는 환경부에서 제시한 김해시 유기성폐자원 통합바이오가스화 시설 설치사업 예비타당성조사 면제요구서와 부처 제출 자료를 바탕으로 「예비타당성조사 운용지침」, 「예비타당성조사 수행 총괄지침」, 『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반

부문 연구』(한국개발연구원, 2021. 5.)에서 제시하는 예비타당성조사 방식에 따라 사업의 타당성을 검토한다. 본 조사에서 제시한 검토 결과는 향후 정부의 정책 결정의 참고 자료로 활용할 수 있도록 하는 것을 목적으로 한다.

## II. 기초자료 분석 및 조사의 주요 쟁점

### 1. 기초자료 분석

#### 가. 자연환경 및 생활환경 분석

##### 1) 위치 및 지리적 특징

사업 대상지인 김해시가 속한 경상남도는 한반도의 동남단에 위치하여 동쪽으로는 부산·울산광역시와 남쪽으로는 남해와 접해 있으며, 북쪽으로는 대구광역시의 달성, 경북의 청도, 고령, 성주, 김천과 접해 있고, 서쪽으로는 소백산맥을 경계로 전라북도의 무주, 장수, 남원, 전라남도의 구례, 광양과 접해 있다.<sup>17)</sup>

김해시는 동으로는 부산광역시 강서구와 경계를 두고 있으며, 북으로는 낙동강을 경계로 밀양시와 밀접하며 남서쪽으로 창원시와 접하고 있다.

김해시의 기후는 온대지역으로 4계절 구분이 뚜렷하고 남해의 해양성 기후 영향을 많이 받아 인간 활동에 좋은 기후 조건을 갖추고 있다.<sup>18)</sup> 2020년 기준 10년 평균기온은 15.1°C이며, 강수량은 1,375.8mm를 기록했다.<sup>19)</sup>

〈표 II-1〉 김해시의 경위도상 좌표

시청소재지	단	경도와 위도의 극점		연장거리
		지명	극점	
김해시 김해대로 2401 (부원동)	동단	대동면 월촌리	동경 129° 0' 48" 북위 35° 16' 16"	동서간 29km 남북간 27km
	서단	진영읍 좌곤리	동경 128° 41' 47" 북위 35° 18' 12"	

17) 경상남도청, 경상남도 자연환경([https://www.gyeongnam.go.kr/index.gyeong?menuCd=DOM\\_00000013702006000](https://www.gyeongnam.go.kr/index.gyeong?menuCd=DOM_00000013702006000)), 검색일자: 2024. 12. 16.

18) 김해시청, 김해시 자연환경(<https://www.gimhae.go.kr/00954/01020/01065.web>), 검색일자: 2024. 12. 16.

19) 기상청, 「기상관측통계」, 2020. 12., [중관기상] 지점별 평년값([https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=141&tblId=DT\\_14102\\_B002&conn\\_path=I2](https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=141&tblId=DT_14102_B002&conn_path=I2)), 검색일자: 2024. 12. 16.

〈표 II-1〉의 계속

시청소재지	단	경도와 위도의 극점		연장거리
		지명	극점	
김해시 김해대로 2401 (부원동)	남단	장유동	동경 128° 49'44" 북위 35° 9'10"	동서간 29km 남북간 27km
	북단	생림면 도요리	동경 128° 51'59" 북위 35° 23'31"	

자료: 김해시청, 김해시 자연환경(<https://www.gimhae.go.kr/00954/01020/01065.web>), 검색일자: 2024. 12. 16.

## 2) 면적 및 행정구역

김해시의 총면적은 463.53km<sup>2</sup>으로 우리나라 총면적(100,433.55km<sup>2</sup>)의 약 0.5%, 경상남도 총면적(10,541.72km<sup>2</sup>)의 약 4.4%를 차지하고 있으며, 행정구역은 1읍 6면 12개동으로 구성되어 있다.

〈표 II-2〉 김해시 행정구역별 면적

(단위: km<sup>2</sup>, %)

지역	면적	구성비
김해시	463.53	100
진영읍	39.80	8.59
주촌면	31.26	6.74
진례면	44.85	9.68
한림면	59.34	12.80
생림면	50.22	10.83
상동면	70.52	15.21
대동면	48.77	10.52
동상동	1.80	0.39
회현동	1.14	0.25
부원동	2.00	0.43
내외동	5.40	1.16
북부동	13.80	2.98
칠산서부동	19.64	4.24
활천동	5.90	1.27
삼안동	11.28	2.43
불암동	2.59	0.56

〈표 II-2〉의 계속

(단위: km<sup>2</sup>, %)

지역	면적	구성비
장유1동	13.51	2.91
장유2동	19.74	4.26
장유3동	21.97	4.74

자료: 김해시, 「2023년도 제42회 김해시 통계연보」, 2024. 7.을 참고하여 연구진 작성

## 나. 사회·경제적 지표 분석

### 1) 인구 현황 및 변화

2018~2022년 5년간 김해시의 인구수는 2020년까지 증가 후 소폭 감소세를 보였으나, 연평균 인구수 증가율은 0.03%이다. 행정 구역별로 살펴보면 주촌면(24.87%)이 가장 큰 증가세를 보였으며, 장유3동(6.67%)도 인구수의 증가세를 보였다.

반면 두 지역을 제외한 나머지 모든 지역에서 인구수 감소세를 보였으며, 대동면(-5.07%), 한림면(-4.34%) 등이 김해시 내에서 큰 인구수 감소세를 보였다.

〈표 II-3〉 김해시 인구수

(단위: 명, %)

지역	2018	2019	2020	2021	2022	연평균 증감률
김해시	552,360	561,468	559,242	553,719	553,040	0.03
진영읍	57,293	58,901	58,545	58,092	57,869	0.25
주촌면	8,399	17,795	19,626	19,963	20,421	24.87
진례면	8,947	8,510	8,124	7,819	7,730	-3.59
한림면	10,695	10,273	9,613	9,010	8,957	-4.34
생림면	4,943	4,781	4,637	4,563	4,453	-2.58
상동면	4,326	4,201	3,990	3,862	3,928	-2.38
대동면	6,829	6,543	6,195	5,674	5,545	-5.07
동상동	11,329	10,979	10,672	10,400	10,138	-2.74
회현동	10,822	10,301	9,815	9,396	9,110	-4.21
부원동	10,279	11,018	10,542	10,265	10,011	-0.66
내외동	79,613	77,094	75,275	74,511	74,320	-1.71
북부동	83,672	81,727	81,823	81,037	83,639	-0.01

〈표 II-3〉의 계속

(단위: 명, %)

지역	2018	2019	2020	2021	2022	연평균 증감률
칠산서부동	10,210	9,763	9,703	9,622	9,357	-2.16
활천동	44,928	42,812	41,578	40,794	39,906	-2.92
삼안동	38,583	36,376	34,818	33,789	33,108	-3.75
불암동	8,388	8,159	7,909	7,625	7,309	-3.38
장유1동	57,478	57,599	57,416	57,467	56,780	-0.30
장유2동	38,275	37,303	36,753	36,525	36,220	-1.37
장유3동	57,351	67,333	72,208	73,305	74,239	6.67

주: 1) 연평균 증감률은 소수점 셋째자리에서 반올림

자료: 김해시, 「2023년도 제42회 김해시 통계연보」, 2024. 7. 등을 참고하여 연구진 작성

## 2) 자동차 등록 대수

경상남도의 자동차 등록 대수는 2018년 1,694,448대에서 2022년 1,896,515대로 2018년 이후 지속적인 증가 추세(2.86%)를 보이고 있고, 사업 대상 지역인 김해시도 경상남도과 유사한 수준(2.47%)으로 자동차 등록 대수가 지속해서 증가하고 있다.

〈표 II-4〉 경상남도 자동차 등록 대수

(단위: 대, %)

지역	2018	2019	2020	2021	2022	연평균 증감률
경상남도	1,694,448	1,721,503	1,787,867	1,832,049	1,896,515	2.86
김해시	264,302	274,093	281,502	285,229	291,364	2.47

주: 1. 연평균 증감률은 소수점 셋째자리에서 반올림

2. 이륜차 미포함

자료: 경상남도, 「2023년 제63회 통계 연보」, 2024. 등을 참고하여 연구진 작성

## 3) 산업 및 경제활동

김해시의 총사업체 수는 2022년 기준 69,770개소이다. 산업별 비중은 도매 및 소매업, 제조업, 숙박 및 음식점업 순으로 높게 나타났으며, 광업은 비중이 0.02%로 가장 낮았다.

총 종사자 수는 2022년 기준 258,655명이다. 이 중 제조업의 비중이 35.99%로 가장 높았고, 도매 및 소매업(13.32%), 보건업 및 사회복지 서비스업(8.87%) 순으로 높게 나타난 반면, 광업의 비중이 0.06%로 가장 낮게 나타났다.

〈표 II-5〉 김해시 산업별 사업체 및 종사자 수

(단위: 개소, 명, %)

산업 대분류		사업체		종사자	
		2022년	구성비	2022년	구성비
합계		69,770	100.00	258,655	100.00
A	농업, 임업 및 어업	52	0.07	230	0.09
B	광업	12	0.02	152	0.06
C	제조업	14,649	21.00	93,093	35.99
D	전기, 가스, 증기 및 공기조절 공급업	213	0.31	534	0.21
E	수도, 하수 및 폐기물처리, 원료 재생업	366	0.52	2,630	1.02
F	건설업	5,211	7.47	15,376	5.94
G	도매 및 소매업	16,086	23.06	34,444	13.32
H	운수 및 창고업	6,217	8.91	12,139	4.69
I	숙박 및 음식점업	9,300	13.33	21,237	8.21
J	정보통신업	406	0.58	1,875	0.72
K	금융 및 보험업	400	0.57	4,086	1.58
L	부동산업	2,753	3.95	4,806	1.86
M	전문, 과학 및 기술 서비스업	1,596	2.29	6,275	2.43
N	사업시설 관리, 사업 지원 및 임대 서비스업	1,360	1.95	5,130	1.98
O	공공행정, 국방 및 사회보장 행정	69	0.10	4,700	1.82
P	교육 서비스업	3,179	4.56	16,332	6.31
Q	보건업 및 사회복지 서비스업	1,469	2.11	22,944	8.87
R	예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스업	1,384	1.98	4,310	1.67
S	협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	5,048	7.24	8,362	3.23

자료: 김해시, 「2023년도 제42회 김해시 통계연보」, 2024. 7. 등을 참고하여 연구진 작성

#### 다. 사업 관련 분야의 현황

본 유기성폐자원 통합바이오가스화시설에서 처리하는 하수찌꺼기 반입 대상 김해시 공공 하수처리시설은 화목맑은물순환센터와 장유맑은물순환센터로 화목맑은물순환센터는 2008년 3월, 장유맑은물순환센터는 2004년 12월부터 운영 중이며, 현재 하수찌꺼기는 김해시 하수 찌꺼기 처리시설에서 탄화 공정으로 처리하고 있다.

〈표 II-6〉 화목맑은물순환센터시설 개요

구분		내용
준공일		2000. 3. 31.
시설용량(㎡/일)		145,000㎡/일
처리방법	수처리	생물학적 고도처리법(DNR공법)→모래여과(3차처리)→자외선소독→방류
	슬러지처리	기계농축(잉여슬러지)+생슬러지→혐기성 소화조→탈수→탄화처리
	총인처리	수처리계통⇒약품(PAC)응집처리 반류수계통⇒가압부상+전기응집처리(3,000㎡/일)
위치		김해시 김해대로 2272번길 642(화목동 1913-3) 일원
부지면적(㎡)		107,406㎡(연면적 9,162㎡)
방류수역		조만강→서낙동강

자료: 김해시, 「김해시 유기성폐자원 바이오가스화시설 기본계획 보완 보고서」, 2024. 8. 등을 참고하여 연구진 작성

〈표 II-7〉 장유맑은물순환센터시설 개요

구분		내용
준공일		2004. 12. 31.
시설용량(㎡/일)		97,000㎡/일
처리방법	수처리	생물학적 고도처리법(DNR공법)→모래여과(3차처리)→자외선소독→방류
	슬러지처리	기계농축(잉여슬러지)+생슬러지→혐기성 소화조→탈수→탄화처리
	총인처리	수처리계통⇒약품(PAC)응집처리 반류수계통⇒가압부상+전기응집처리(3,000㎡/일)
위치		김해시 김해대로 2272번길 642(화목동 1909)
부지면적(㎡)		137,890㎡(연면적 7,512㎡)
방류수역		조만강→서낙동강

자료: 김해시, 「김해시 유기성폐자원 바이오가스화시설 기본계획 보완 보고서」, 2024. 8. 등을 참고하여 연구진 작성

김해시 분뇨처리시설은 김해시에서 발생하는 분뇨를 위생 처리하여 인근 하천의 보호와 생활환경을 개선하고자 2010년 8월부터 시설용량 300㎡/일로 설치되어 운영하고 있다.

〈표 II-8〉 김해시 분뇨처리시설 개요

구분	내용
가동개시일	2010. 8.
시설용량(㎡/일)	300㎡/일
반입량(㎡/일)	139.7㎡/일(2021년 평균)

〈표 II-8〉의 계속

구분	내용
처리방법	전처리 + 하수연계(화목하수처리장)
위치	김해시 김해대로 2272번길 642
수거방식	차량 수거 운반

자료: 김해시, 「김해시 유기성폐자원 바이오가스화시설 기본계획 보완 보고서」, 2024. 8. 등을 참고하여 연구진 작성

김해시 관내 운영 중인 음폐수 바이오가스 에너지화시설은 현재 운영 중인 재활용 선별 시설 부지 내 있으며, 2014년부터 가동하고 있다. 음식물류폐기물 자원화시설에서 발생한 음폐수를 전량 처리하는 시설로서 시설용량은 100톤/일이다.

처리 공법은 중온 혐기성 소화 방식으로서, 생산된 메탄가스는 발전하여 전력을 생산하고 있으며, 소화액은 화목·장유 하수처리장으로 차량 이송하여 처리하고 있다.

〈표 II-9〉 김해시 음폐수 바이오가스 에너지화시설 개요

구분	내용					
가동개시일	2014. 1.					
시설용량(톤/일)	100m <sup>3</sup> /일					
처리공법	에너지화시설	전처리→혐기성 소화(중온)→가스정제→발전기 또는 보일러→소내 이용				
	폐수처리	고액분리→암모니아스트리핑→폐수처리(MBR공법)→하수연계				
유입수질 및 연계처리수질(mg/L)	구분	BOD	COD	SS	T-N	T-P
	유입수질	123,000	109,000	118,000	3,800	660
	목표수질 (협의수질)	500	600	500	600	80
	보증수질	397.1	484.2	398.1	484.2	64.1
위치	김해시 김해대로 35번길 13-72					
가스 활용 방안	전력 생산(발전기 용량 390kW)					

자료: 환경부, 「1차 질의 및 자료요청 회신자료」, 2024. 2. 등을 참고하여 연구진 작성

## 2. 유사사례 검토

본 사업은 음식물류폐기물을 포함한 2가지 성상 이상의 유기성폐자원을 활용하여 혐기성 소화에 의해 바이오가스를 생산하는 시설 유형이다. 따라서, 반입 대상 폐기물 유형과 규모가 유사하고, 처리 공정이 동일한 시설을 조사하였다. 그 결과 서산시 자원순환형 바이오가스화시설, 김해시 가축분뇨 공공처리시설, 구미시 광역 통합바이오가스화시설, 청주시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 등이 있으며 시설별 개요는 다음과 같다.

### 가. 서산시 자원순환형 바이오가스화시설

서산시 자원순환형 바이오가스화시설은 서산공공하수처리시설 내에 위치하며 시설용량은 1일 총 320톤으로 가축분뇨 100톤, 음식물류폐기물 50톤, 분뇨 70톤, 하수슬러지 100톤으로 구성되고 처리방식은 중온 혐기성 소화 방식이다.

〈표 II-10〉 서산시 자원순환형 바이오가스화시설 개요

항목	내용	
시설명	• 서산시 자원순환형 바이오가스화시설	
위치	• 서산시 양대동 801 일원(서산공공하수처리시설 내)	
대지면적	• 전체부지 12,201㎡	
주요시설	시설용량	• 320톤/일 - 가축분뇨 100, 음식물류폐기물 50, 분뇨 70, 하수슬러지 100
	처리방식	• 중온 혐기성 소화

자료: 서산시, 「서산시 자원순환형 바이오가스시설 설치사업 보고서」, 2017. 9.

[그림 II-1] 서산시 자원순환형 바이오가스화시설 배치계획



자료: 서산시, 「서산시 자원순환형 바이오가스화시설 설치사업 보고서」, 2017. 9.

### 나. 김해시 가축분뇨공공처리시설

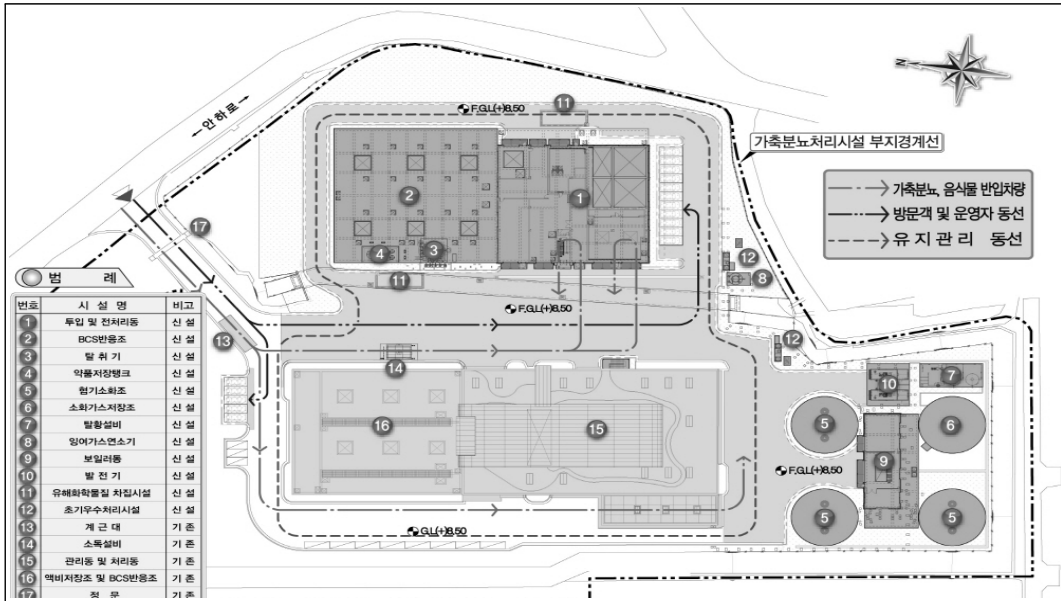
김해시 내에 위치하는 가축분뇨공공처리시설은 바이오가스화시설과 정화처리시설로 구성되며 바이오가스화시설의 경우 1일 용량 200톤으로 처리방식은 중온 혐기성 소화 방식이다.

〈표 II-11〉 김해시 가축분뇨공공처리시설 개요

항목	내용	
시설명	• 김해시 가축분뇨공공처리시설	
위치	• 경상남도 김해시 한림면 안하로 117 일원(가축분뇨공공처리시설 내)	
대지면적	• 전체부지 12,698㎡	
주요시설	시설용량	바이오가스화시설(200㎡/일) - 가축분뇨150㎡/일 + 음식물류폐기물 50㎡/일 정화처리시설(330㎡/일) - 가축분뇨 130㎡/일(기존시설에 연계처리) - 가축분뇨 150㎡/일 + 음식물류폐기물 50㎡/일(고도처리 후 단독방류)
	처리방식	• 중온 혐기성 소화

자료: 김해시, 「김해시 가축분뇨 공공처리시설 현대화사업 보고서」, 2020. 6.

[그림 11-2] 김해시 가축분뇨공공처리시설 배치계획



자료: 김해시, 「김해시 가축분뇨 공공처리시설 현대화사업 보고서」, 2020. 6.

#### 다. 구미시 광역 통합바이오가스화시설

구미시 광역 통합바이오가스화시설은 최근 민간투자사업으로 추진된 사업으로 완전 지하화 시설로 계획한 사업이며, 2개 시의 폐기물을 처리하는 광역 시설로 계획하였다. 시설 용량은 1일 475톤이며 중온 혐기성 소화 방식으로 처리하고 있다.

<표 11-12> 구미시 광역 통합바이오가스화시설 개요

항목	내용	
시설명	• 구미시 광역 통합바이오가스화시설	
위치	• 경상북도 석적읍 3공단 1로 62-6(구미하수처리장 내)	
대지면적	• 전체부지 23,500㎡	
주요시설	시설용량	• 475톤/일(하수찌꺼기 255, 음식물 190, 분뇨 30) - 구미시 하수찌꺼기 220톤/일, 음식물 160톤/일, 분뇨 30톤/일 - (광역화 추가) 칠곡군 하수찌꺼기 35톤/일, 음식물 30톤/일
	처리방식	• 중온 혐기성 소화
	설치방식	• 완전지하화(상부 공원화)

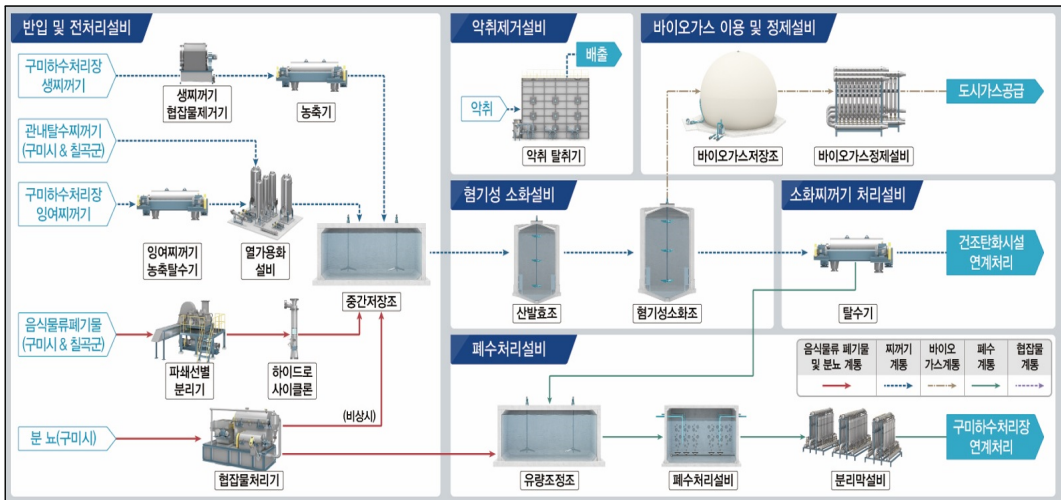
자료: 구미시, 「구미시 광역 통합 바이오가스화시설 민간투자사업 기술부분 본보고서」, 2022. 4.

[그림 II-3] 구미시 광역 통합바이오가스화시설 배치계획



자료: 구미시, 「구미시 광역 통합 바이오가스화시설 민간투자사업 기술부분 본보고서」, 2022. 4.

[그림 II-4] 구미시 광역 통합바이오가스화시설 처리계통



자료: 구미시, 「구미시 광역 통합 바이오가스화시설 민간투자사업 기술부분 본보고서」, 2022. 4.

## 라. 청주시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설

구미시 광역 통합바이오가스화시설과 유사하게 최근 민간투자사업으로 추진된 사업으로 완전 지하화 시설로 계획한 사업이며, 기존 음폐수처리시설의 소화조 등을 활용하는 것으로 계획하였다. 처리용량은 1일 370톤이며 처리방식은 중온 혐기성 소화 방식이다.

〈표 II-13〉 청주시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 개요

항목	내용	
시설명	• 청주시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설	
위치	• 청북 청주시 흥덕구 미호로 521번길 103(하수처리시설 내)	
대지면적	• 전체부지 17,554㎡	
주요시설	시설용량	370톤/일 - 음식물류폐기물 232톤/일 - 하수슬러지 93톤/일 - 분뇨 45톤/일
	처리방식	• 중온 혐기성 소화
	설치방식	• 완전지하화(상부 공원화)

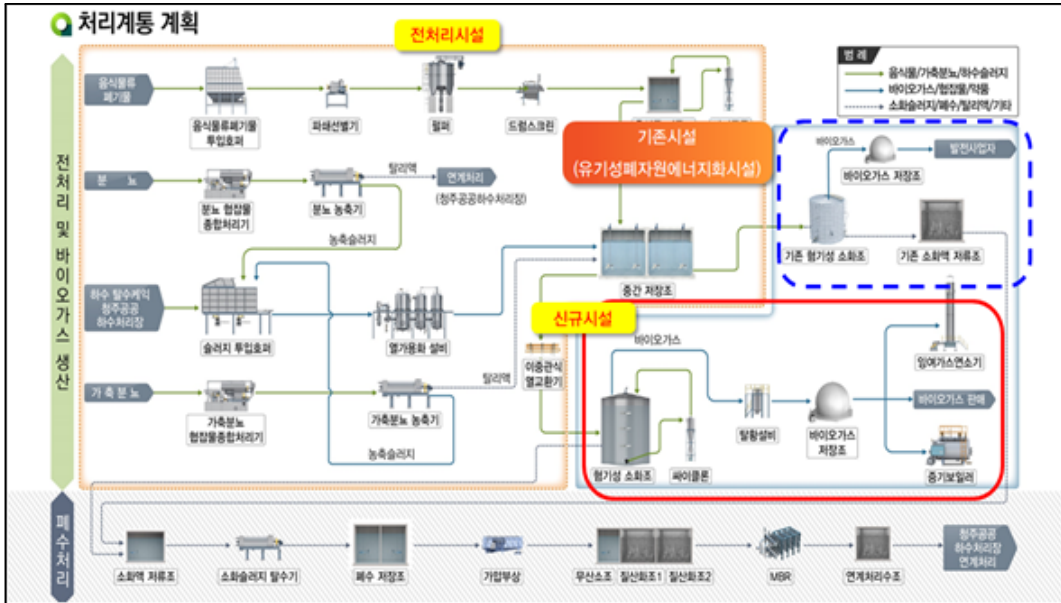
자료: 청주시, 「청주시 유기성폐자원 통합 바이오가스화시설 민간투자사업 기술부분 본보고서」, 2022. 2.

[그림 II-5] 청주시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 배치계획



자료: 청주시, 「청주시 유기성폐자원 통합 바이오가스화시설 민간투자사업 기술부분 본보고서」, 2022. 2.

[그림 II-6] 청주시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 처리계통



자료: 청주시, 「청주시 유기성폐자원 통합 바이오가스화시설 민간투자사업 기술부분 본보고서」, 2022. 2.

유사사례 중 본 사업과 시설 조성 유형이 동일한 서산시 자원순환형 바이오가스화시설과 김해시 가축분뇨공공처리시설 현대화사업을 공사비 검토에 활용하였다. 구미시, 청주시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치사업의 경우 완전 지하화로 계획되어 본 사업과 차이가 크므로 본 사업 공사비 검토에서는 제외하였다.

### 3. 관련 법률 및 계획 검토

#### 가. 관련 법률

##### 1) 유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산 및 이용 촉진법

「유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산 및 이용 촉진법」은 유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산과 이용에 필요한 기반을 조성함으로써 유기성 폐자원의 친환경적 활용을 촉진하고, 환경의 보전과 국민경제의 건전한 발전에 기여함을 목적으로 하는 바이오가스화시설 설치 및 운영의 근거 법령이다.

본 사업은 김해시의 유기성 폐자원(음식물류폐기물, 분뇨, 하수찌꺼기)을 활용하여 바이

오가스를 생산할 수 있도록 유기성 폐자원 바이오가스화시설을 설치하는 사업으로 국가와 지방자치단체의 책무를 수행하는 사업이라는 점에서 동법 제4조 국가와 지방자치단체의 책무에 부합한다.

또한, 사업의 결과로 생산되는 바이오가스가 제5조 바이오가스 생산목표의 설정에 부합한다고 볼 수 있다.

〈표 II-14〉 「유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산 및 이용 촉진법」 주요 내용

구분	내용
제4조(국가와 지방자치단체 등의 책무)	① 특별시장·광역시장·특별자치시장·도지사·특별자치도지사(이하 “시·도지사”라 한다) 및 시장·군수·구청장(자치구의 구청장을 말한다. 이하 같다)은 <b>관할 구역에서 발생하는 유기성 폐자원의 배출 및 처리 상황을 파악하고 바이오가스 생산시설을 설치·운영</b> 하도록 하며, 관할 구역에서 유기성 폐자원을 배출하거나 처리하는 사업자가 바이오가스 생산에 적극 참여하도록 필요한 조치를 강구하여야 한다.(이하 생략)
법 제2조(정의)	이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. 1. <b>“유기성 폐자원”이란 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 것을 말한다.</b> 가. 「하수도법」 제2조제1호에 따른 하수를 공공하수처리시설에서 처리하는 과정에서 발생하는 <b>하수찌꺼기</b> 나. 「하수도법」 제2조제2호에 따른 <b>분뇨</b> 다. 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」 제2조제2호에 따른 <b>가축분뇨</b> 라. 「폐기물관리법」 제2조제1호에 따른 폐기물 중 <b>음식물류폐기물</b> 마. 「폐기물관리법」 제2조제1호에 따른 폐기물 중 동·식물성 잔재물 바. 그 밖에 대통령령으로 정하는 유기성 물질(이하 생략)
제5조(바이오가스 생산목표의 설정)	① 환경부장관은 유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산을 촉진하기 위하여 다음 각 호의 구분에 따른 <b>공공의무생산자 및 민간의무생산자(이하 “바이오가스 의무생산자”라 한다)를 대상으로 매년 바이오가스 생산목표를 설정·관리하여야 한다.</b> 1. 공공의무생산자: 특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사 및 시장·군수·구청장 2. 민간의무생산자: 제1호 외의 자로서 대통령령으로 정하는 규모 이상의 유기성 폐자원을 배출하거나 처리하는 사업자(이하 생략)

## 나. 관련 계획

대한민국 정부, 환경부, 김해시 등에서 수립한 본 사업 관련 계획의 추진 목표, 개발 방향 및 지표를 파악하여 본 사업이 관련계획에 부합하는지 확인하고자 한다. 본 사업과 관련된 계획은 다음 〈표 II-15〉와 같다.

〈표 II-15〉 상위 및 관련 계획 상세

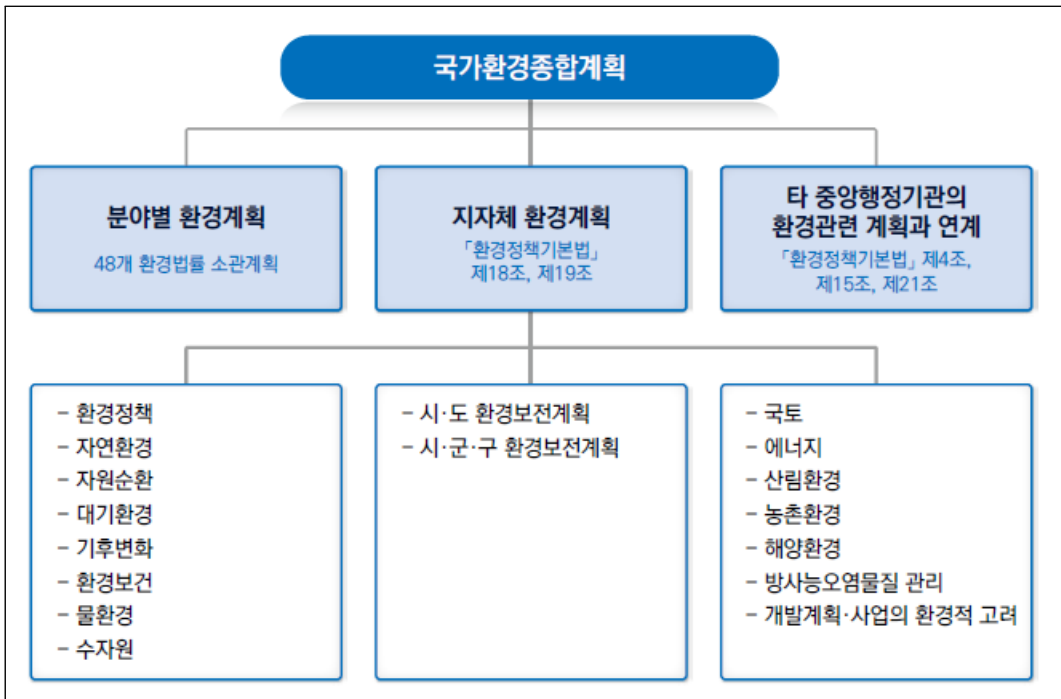
구분	내용
장기 및 상위 계획	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 제5차 국가환경종합계획(2020~2040)(관계부처 합동, 2020.)</li> <li>- 제1차 자원순환 기본계획(2018~2027)(관계부처 합동, 2018.)</li> </ul>
관련 계획	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 경상남도 제2차 자원순환 시행계획(경상남도, 2023. 12.)</li> <li>- 2023년~2027년 김해시 제2차 자원순환 집행계획(재변경)(김해시, 2023. 8.)</li> <li>- 김해시 하수도정비 기본계획(부분변경)(김해시, 2023. 8.)</li> <li>- 김해시 화목맑은물순환센터 기술진단보고서(김해시, 2020. 3.)</li> <li>- 김해시 음식물류폐기물 자원화처리시설 기술진단보고서(김해시, 2018. 3.)</li> </ul>

자료: 본문 내용을 정리하여 저자 작성

### 1) 제5차 국가환경종합계획(2020~2040)(관계부처 합동, 2020.)

국가환경종합계획은 인구 감소, 기술 혁신과 저성장 시대 등 사회·경제적 전환에 대비하여 국가환경정책 방향을 모색하고자 수립하는 계획이다. 최상위 국가환경종합계획으로서 친환경에너지로의 전환, 통합 물관리, 환경정의 구현, 국토·환경계획의 통합 관리 등 새로운 환경 정책 수요를 반영한 국가 환경 비전과 전략을 마련을 목표로 한다.

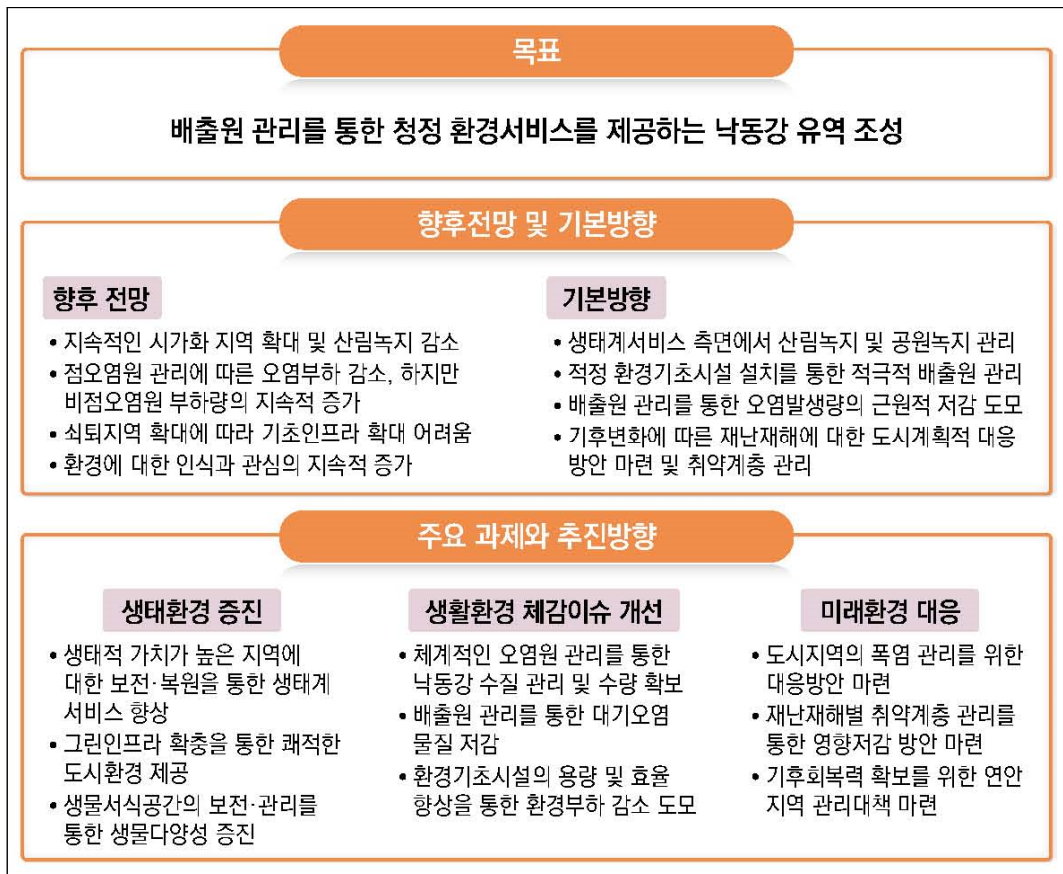
[그림 II-7] 국가환경종합계획과 타 계획 간 관계



제5차 국가환경종합계획은 '국민과 함께 여는 지속가능한 생태국가'를 비전으로 3대 목표와 7대 핵심전략을 제시하였다. 3대 목표는 자연생명력이 넘치는 녹색환경, 삶의 질을 높이는 행복환경, 경제·사회 시스템을 전환하는 스마트환경이고, 본 사업과 관련된 전략으로 환경정의 실현, 녹색순환경제 전환 등이 있으며 스마트기술을 활용한 자원효율성 제고를 추진하고자 하고 있다.

본 사업 대상지가 속한 낙동강 영남권역에 대해서는 '배출원 관리를 통한 청정 환경 서비스 제공'을 목표로 설정하고 환경기초시설 관련 정책 추진 과제로 환경기초시설의 용량 및 효율 향상을 통한 환경부하 감소 등을 제시하였다.

[그림 11-8] 제5차 국가환경종합계획의 낙동강 영남권 목표 및 기본 방향 설정



2) 제1차 자원순환 기본계획(2018~2027)(관계부처 합동, 2018.)

자원의 채취, 사용, 폐기 등 각 단계에서 발생하는 환경 부하를 처리하는 지구적 수용성(sink capacity)의 한계에 봉착하고, 주요 자원에 대한 의존도 증가는 원료 가격의 변동성 및 공급의 불안정성 등 경제적 위험 요소로 작용하고 있다. 이에 정부는 우리나라의 경제 사회구조를 지속가능한 자원순환형으로 개선하기 위해 「자원순환기본법」을 제정(2016. 5. 공포, 2018. 1. 시행)하여 자원의 효율적 이용, 폐기물의 발생 억제 및 순환이용의 촉진 등에 관한 중장기 정책목표와 방향을 제시하였다.

본 계획은 ‘자원의 선순환으로 지속가능한 순환경제 실현’을 비전으로 제시하고, 이를 실현하기 위한 세 가지 목표로 폐기물 발생량 20% 감축, 순환이용률 증가(70.3% → 82.0%), 최종처분을 감축(9.1% → 3.0%)을 설정하였다. 핵심 전략으로는 폐기물 발생 저감 및 고품질 물질 재활용 촉진으로 자원순환 이용 체계 구축, 국민 참여 거버넌스에 기반한 지역별 폐기물처리 최적화를 표명했다.

[그림 11-9] 「자원순환기본법」 개요



[그림 11-10] 「자원순환기본법」 구성 체계

자원순환기본법 (6장, 본문 36개조, 부칙)				
총칙	자원순환기본계획 수립 등(제 2장)	자원순환 촉진사책 (제 3장)	자원순환 기반조성 및 지원(제 4장)	부칙(제 5장) 별칙(제 6장)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 목적</li> <li>- 용어정의</li> <li>- 자원순환사회, 순환자원, 순환이용 등</li> <li>- 기본원칙</li> <li>- 다른 법률과의 관계</li> <li>- 순환자원 인정/취소</li> <li>- 주체별 책무</li> <li>- 자원순환 문화조성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기본계획 수립</li> <li>- 시행/집행계획 수립</li> <li>- 자원순환 동계조사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국가 목표 설정</li> <li>- 자치단체 성과관리</li> <li>- 사업자 성과관리</li> <li>- 순환자원 사용촉진</li> <li>- 사업자단체 설립</li> <li>- 사업자단체 인가절차</li> <li>- 제품 유해성 및 순환이용성 평가</li> <li>- 순환자원 품질표지 인증</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 폐기물처분부담금</li> <li>- 자원순환특별회계 설치</li> <li>- 순환자원정보센터</li> <li>- 자원순환 정보체계</li> <li>- 영세 재활용업체 시설 개선 등 지원</li> <li>- 규제완화 등 법적/행정적 조치</li> <li>- 자원순환 국제협력</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 청문</li> <li>- 보고 및 감사</li> <li>- 권한의 위임 위략</li> <li>- 벌칙 및 과태료</li> </ul>

제1차 자원순환 기본계획에서는 다음 표와 같이 네 가지 자원순환 지표를 설정하고 있으며, 본 사업과 관련된 지표로는 '에너지회수율'이 있다. 이는 가연성 폐기물 발생량 중 에너지화된 폐기물의 비율로, 최대한 물질을 재활용한 후 차선택으로 바이오가스 등 열적 재활용을 유도하기 위한 것이다.

〈표 II-16〉 제1차 자원순환 기본계획의 자원순환 지표 설정

지표	목표	비고												
원단위 발생량 (톤/년·십억원)  국내총생산 대비 폐기물 발생량의 비율	95.5 → 76.4 (20% 감축)	자원 생산성 향상, 생산·소비 단계 폐기물 발생 감량 촉진 등												
순환이용률(%)  폐기물 발생량 중 실질 재활용량*의 비율  * 기존 재활용량에서 잔재물 발생량을 제외	70.3 → 82.0 <table border="1"> <thead> <tr> <th>부문</th> <th>순환 이용률(%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>생활폐기물</td> <td>35.8('16)→61.1</td> </tr> <tr> <td>사업장폐기물</td> <td>69.1('16)→83.1</td> </tr> <tr> <td>건설폐기물</td> <td>79.5('16)→88.9</td> </tr> <tr> <td>지정폐기물</td> <td>51.6('16)→51.6</td> </tr> <tr> <td>총계</td> <td>70.3('16)→82.0</td> </tr> </tbody> </table>	부문	순환 이용률(%)	생활폐기물	35.8('16)→61.1	사업장폐기물	69.1('16)→83.1	건설폐기물	79.5('16)→88.9	지정폐기물	51.6('16)→51.6	총계	70.3('16)→82.0	재활용이 쉬운 제품 생산, 수거·선별 시 잔재물 발생 최소화, 재생 원료 수요 확대 및 재활용 R&D 등
부문	순환 이용률(%)													
생활폐기물	35.8('16)→61.1													
사업장폐기물	69.1('16)→83.1													
건설폐기물	79.5('16)→88.9													
지정폐기물	51.6('16)→51.6													
총계	70.3('16)→82.0													
최종처분율(%)  폐기물 발생량 중 최종 처분량*의 비율  * 발생 후 바로 매립된 양 및 중간처리를 거쳐 매립된 양의 합	9.1 → 3.0 <table border="1"> <thead> <tr> <th>부문</th> <th>최종처분율(%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>생활폐기물</td> <td>19.9('16)→7.7</td> </tr> <tr> <td>사업장폐기물</td> <td>16.3('16)→3.2</td> </tr> <tr> <td>건설폐기물</td> <td>1.6('16)→0.9</td> </tr> <tr> <td>지정폐기물</td> <td>26.3('16)→26.3</td> </tr> <tr> <td>총계</td> <td>9.1('16)→3.0</td> </tr> </tbody> </table>	부문	최종처분율(%)	생활폐기물	19.9('16)→7.7	사업장폐기물	16.3('16)→3.2	건설폐기물	1.6('16)→0.9	지정폐기물	26.3('16)→26.3	총계	9.1('16)→3.0	폐기물 처분 부담금 부과·징수, 자원순환 성과관리, 폐기물 직매립 단계적 금지 등
부문	최종처분율(%)													
생활폐기물	19.9('16)→7.7													
사업장폐기물	16.3('16)→3.2													
건설폐기물	1.6('16)→0.9													
지정폐기물	26.3('16)→26.3													
총계	9.1('16)→3.0													
에너지회수율(%)  가연성폐기물 발생량 중 에너지화된 폐기물의 비율	16.3 → 20.3	최대한 물질 재활용 후 차선택으로 바이오가스 등 열적 재활용 유도												

2016년 기준 유기성폐기물 에너지화시설(공공부문)은 음식물류폐기물 에너지화시설 6개소, 음폐수 에너지화시설 13개소, 음식물류·음폐수 및 가축분뇨, 하수슬러지 등 통합 처리 에너지화시설 3개소가 운영 중이고, 음식물류폐기물처리시설(공공부문)은 사료화시설 22개소, 퇴비화시설 35개소, 감량화시설 6개소, 기타 시설 16개소로 퇴비화시설이 44.3%로 가장 비중이 높은 것으로 나타났다.

본 계획은 음식물류폐기물 처리시설 총 11개 시설에 대하여 317억원의 투자계획을 제시했고, 음식물류폐기물 처리 방법이 사료·퇴비화 위주에서 바이오가스화 중심으로 개편됨에 따라 최소한의 시설만 편성할 것이라고 언급한다. 바이오가스화시설은 총 90개 시설에 대하여 11,528억원을 투자할 것이며, 음식물류폐기물, 가축분뇨, 하수슬러지 등을 함께 처리하여 운영 효율이 높은 통합시설로 추진한다는 계획을 밝히고 있다.

### 3) 경상남도 제2차 자원순환 시행계획(경상남도, 2023. 12.)

「자원순환기본법」 제12조(현 「순환경제사회 전환 촉진법」)에 따라 광역자치단체는 ‘자원순환 기본계획’과 연계된 시행계획을 수립하여야 한다. 경상남도는 제1차 경상남도 자원순환 시행계획의 추진 성과를 평가하고 문제점 등을 보완하여 ‘제2차 경상남도의 자원순환 시행계획’을 수립하였다. 이를 위해 국가의 자원순환 정책 대전환 계획, K-2 순환경제 이행계획 등과 연계하여 실현 가능하고 합리적인 계획을 마련하고자 하였다.

[그림 II-11] 경상남도 자원순환 시행계획 대상 위치도



본 계획은 경상남도의 지역적 특성과 여건을 면밀하게 검토하여 지속가능한 순환경제 실현을 위한 장·단기 자원순환 목표를 설정하고, 물질 사용 단계별(부문별) 실천계획 및 재원 계획을 수립하는 것을 목표로 한다. 또한 「순환경제사회 전환 촉진법」 개정에 따라, 제13조에 해당하는 순환경제 목표로 폐기물 발생감량률, 최종처분율, 순환이용률 등을 설정하고 있다.

[그림 II-12] 계획의 목표 및 내용



본 사업과 관련이 있는 ‘폐기물처리시설 확충계획(에너지화 시설 계획)’을 살펴보면, 경상남도 4개 시·군에서 운영 중인 에너지화시설은 총 6개소로 매립가스 2개소, 음폐수 바이오가스화시설 3개소, 음식물류폐기물 바이오가스화시설 1개소이다.

〈표 II-17〉 에너지화시설 현황

구분	시군명	소재지	시설용량		사용개시일
			톤/일	kw/h	
계		6개소			-
매립가스	창원시	마산합포구 가포로 615-119	-	900	2010.03.
	진주시	내동면 유수길 75번길 63	-	925	2012.09.
음폐수 바이오가스화시설	창원시	성산구 창곡로 108번길 8	200	1,320	2022.12.09.
	진주시	내동면 유수길 75번길 93	110	450	2013.02.06.
	김해시	김해대로 835번길 13-72	100	390	2014.02.12.
음식물류폐기물 바이오가스화시설	사천시	사천시 환경길 55	40	-	2022.12.

자료: 경상남도 내부자료(환경정책과)

경상남도는 에너지화시설 확충계획으로 바이오가스화시설 4개소를 계획하고 있으며 그 중 창원시, 양산시, 남해군 3개소는 사업에 대한 필요성, 시급성, 적정성 등을 사전에 환경부 최적화추진단에서 검토 후 국고보조사업으로 반영하였고, 김해시는 2023년 통합바이오가스화시설 시범사업 공모(음식물 150톤/일, 하수찌꺼기 100톤/일, 분뇨 150톤/일)에 선정되어 추진 중에 있음을 명시하고 있다.

〈표 II-18〉 에너지화시설 확충 계획

사업현황	시·군	개소	시설용량 톤/일)	사업구분	사업기간	비 고
추진 중 (4)	창원시	1	85	증설	2020~2025	음폐수 바이오가스
	김해시	1	150	신설	2023~2024	음식물류 바이오가스
	양산시	1	60	증설	2020~2026	음식물류 바이오가스
	남해군	1	33	신설	2021~2025	음식물류 바이오가스

자료: 경상남도 각 시·군별 내부자료

4) 2023년~2027년 김해시 제2차 자원순환 집행계획(재변경)(김해시, 2023. 8.)

「자원순환기본법」 제12조(현 「순환경제사회 전환 촉진법」)에 따라 국가 자원순환 기본계획과 경상남도 자원순환 시행계획 등 상위계획과의 연계성 및 김해시의 지역적·환경적 특수성을 고려한 「김해시 자원순환 시행계획」 수립 필요성에 따라, 김해시의 자원순환 정책 방향과 추진 전략을 구체화한 「김해시 자원순환집행계획」을 수립하였다.

본 계획은 김해시의 자원순환 추진 목표 및 전략 설정을 통해 자원순환 기본 방향 및 비전, 핵심 전략을 설정하고, 자원순환 목표를 달성하기 위한 부문별 계획을 수립해 단계별 정책 계획·프로그램 등 구체적인 실행 수단을 설정하고, 세부 부문별 계획을 수립하였다. 폐기물처리시설 확충계획은 김해시 내 폐기물처리시설의 집적화 등과 함께, 재정계획, 소요 재원 산정 기준, 재원 조달 계획도 포함한다.

김해시는 본 계획에서 폐기물처리 방안의 기본 목표를 폐기물 재생 체계 확립으로 정하고 세부 목표로 폐기물의 자원화·에너지화, 재활용과 재이용의 체계 구축, 폐기물 수거·처리의 효율성 향상으로 설정하였다. 이 중 본 사업과 관련성이 높은 목표는 ‘폐기물의 자원화·에너지화’이다.

[그림 II-13] 김해시 폐기물처리방안 기본목표



〈표 II-19〉 2023~2027 폐기물처리 기본계획의 폐기물 관리방안

구분	방안
폐기물 자원·에너지화	녹색성장을 위한 단순처리가 아닌 자원화 및 에너지화
	자원화 및 에너지화를 통한 재정 확보 및 에너지 확보
재활용과 재이용의 체계구축	재활용률 증대를 위한 고효율화
	재활용제품 수요기반 확대
폐기물 수거·처리의 효율성 향상	효율적 관리를 통한 행정예산 감소
	폐기물의 합리적 분류별 수거
	폐기물 수거차량 이동성 및 효율성 증대 → CO <sub>2</sub> 배출량 감소

본 사업과 관련된 폐기물 시설 확충 및 현대화계획으로 김해시는 폐기물 에너지화시설 확충계획 수립, 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치사업, 하수찌꺼기 자원화처리시설 증설사업이 예정되어 있으며 소각시설은 확충은 2025년 준공 예정이다.

〈표 II-20〉 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치사업

사업기간	규모 (톤/일)	계		2022	투자 계획(백만원)		2025	2026	2027 이후
					2023	2024			
2023 ~2029	400	국비	45,300		300			19,000	26,000
		도비	4,300					1,600	2,700
		시군비	29,400	20				15,000	14,380
		기금	3,700					1,700	2,000
		부담금	17,000			3,300	12,000	1,700	
		소계	99,700	20	300	3,300	12,000	39,000	45,080

〈표 II-21〉 하수찌꺼기 자원화처리시설 증설사업

사업기간	규모 (톤/일)	계		2022	투자 계획(백만원)		2025	2026	2027 이후
					2023	2024			
2023 ~2027	200	국비	30,728	250	287	500	5,500	12,000	12,191
		도비	6,584	38	143	75	1,000	2,000	3,328
		시군비	6,584	20	3,000	75	1,000	1,000	1,489
		소계	43,896	308	3,430	650	7,500	15,000	17,008

5) 김해시 하수도정비 기본계획(부분변경)(김해시, 2023. 8.)

본 계획은 김해시의 체계적이고 합리적인 하수도정비 기본계획을 수립함으로써 하수도 시설의 합리적인 정비 방향을 제시하고, 기승인된 하수도정비 기본계획을 변경하여 공공수역의 수질오염 방지를 위한 장기적인 대책 수립을 목적으로 한다.

김해시는 본 계획을 통해 김해시 장래 계획인구를 기초로 계획하수량을 추정하고, 분뇨 발생 및 처리 현황 및 시설 현황을 기초로 목표연도별 분뇨 발생량을 추정하며, 하수찌꺼기 발생량과 처리용량을 분석하여 처분계획을 수립하였다. 본 유기성폐자원 바이오가스화시설 처리 대상 분뇨 및 하수찌꺼기 발생량 처분계획을 포함하고 있으며 주요 내용은 다음과 같다.

현재 김해시 관내 수거식 분뇨는 화목맑은물순환센터로 차량 이송하여 협잡물 처리 후 화목맑은물순환센터에 연계, 투입하여 처리하고 있다. 기존 분뇨처리시설의 협잡물 종합 처리기는 노후화 및 유지보수 일수 증가 등의 사유로 기존 분뇨처리시설을 폐쇄하고 신규 유기성폐자원 바이오가스화시설에 투입하여 처리하는 것으로 계획하였다.

〈표 II-22〉 목표연도별 분뇨 발생량

(단위: m³/일)

구분		1단계 (2020년)	2단계 (2025년)	3단계 (2030년)	4단계 (2035년)	비고
정화조폐액 (m³/일)	총 발생량	43,594	43,594	43,594	43,594	
	일일발생량 <sup>1)</sup> (a)	119.00	119.00	119.00	119.00	총 발생량/365
수거량(KL/일)		144.78	144.78	144.78	144.78	(a)×365/300일기준 <sup>2)</sup>
필요시설용량(kl/일)(h)		149	149	149	149	(h)×1.03 <sup>3)</sup>
분뇨처리시설 시설용량(m³/일) <sup>3)</sup>		150	150	150	150	

주: 1) 김해시 2023년 실 발생량(김해시, 2023년 개인하수처리시설 등 지도·점검 계획, 2023.)

2) 주 5일 근무 및 국경일 등 고려

3) Peak 계수 : 분뇨처리시설 구조지침 및 해설(환경부, 1991. 11.)

4) 분뇨 전량은 향후 2단계(2030년)에 신설되는 유기성폐자원 바이오가스화시설로 투입·처리하는 것으로 계획함

또한 본 계획에서는 하수찌꺼기 통합바이오가스화시설 찌꺼기 발생량을 검토해 화목공공하수처리시설 혐기성 소화조의 적정 처리용량(체류시간 25일 기준)을 초과하는 하수찌꺼기와 장유, 화목을 제외한 나머지 공공하수처리시설에서 발생하는 하수찌꺼기를 통합바이오가스화시설에서 처리할 계획으로 당초 단계별 계획 하수찌꺼기 발생량에서 혐기성 소화조 저감률을 고려하여 통합바이오가스화시설의 찌꺼기 발생량으로 산정하였다.

〈표 II-23〉 하수찌꺼기(슬러지) 최종처분량

(단위: 톤/일)

구분	당초(2020. 7.)				금회				비고	
	2020년	2025년	2030년	2035년	2020년	2025년	2030년	2035년		
시설 용량 검토	공공하수처리시설	126.59	137.39	142.48	143.23	126.59	137.39	152.74	153.40	
	협잡물	-	-	-	-	-	3.92	4.07	4.10	
	하수찌꺼기 예상발생량	126.59	137.39	142.48	143.23	130.51	141.31	156.81	157.50	
	하수찌꺼기 처리시설 용량	단화: 100.00	단화: 100.00	단화: 100.00	단화: 100.00	단화: 100.00	단화: 100.00	단화: 100.00 소각: 200.00	소각: 200.00	
	과부족 용량	26.59	37.39	42.48	43.23	30.51	41.31	-	-	
	장래 신설 용량	100	-	-	-	-	-	200	-	
사업비	소요사업비	21,658백만원				47,270백만원				

주: 1. 금회 사업비 “하수찌꺼기 자원화처리시설 증설사업 기본계획보고서(2023. 5.)”상의 처리방식 및 사업비 적용(“하수도분야 보조금 편성 및 집행관리 실무요령(환경부, 2023. 1.)”의 “하수찌꺼기 처리시설”중 물가 상승률을 고려한 소각공정 사업비 산정 합수식을 적용한 사업비)  
 2. 협잡물 예상 발생량은 현재 기준으로 산정하였으며, 향후 가축분뇨 증설에 따른 하수찌꺼기(슬러지) 추가발생량을 고려하여 증설계획을 검토하여야 함

6) 김해시 화목맑은물순환센터 기술진단보고서(김해시, 2020. 3.)

‘김해시 화목맑은물순환센터 기술진단 용역’은 2019년 10월부터 2020년 3월까지 시행 되었으며 시행 근거는 「환경기술 개발 및 지원에 관한 법률」 제13조, 시행규칙 제9조, 제 12조 및 「하수도법」 제20조, 시행규칙 제14조 등이 있다. 기술진단 대상은 화목맑은물센터와 김해시 분뇨처리시설이며, 시설 현황은 다음과 같다.

〈표 II-24〉 화목맑은물순환센터 시설 현황

시설명	화목맑은물순환센터	위치	김해시 김해대로 2272번길 642	
관리청	낙동강유역환경청	관리기관/운영관리	김해시 공공하수과/김해시도시개발공사	
수처리방식	DNR + 모래여과 + UV	슬러지처리	농축 → 소화 → 탈수 → 탄화	
하수배제방식	분류식 + 합류식	시설용량	145,000m³/일	
계획처리인구 (2020년)	300,362인	처리구역 (2020년)	21.940km²	
계획 하수량 (m³/일)	일평균	유입 하수량 (2019년) (m³/일)	일평균	118,126
	일최대		일최대	175,385
	시간최대		일최소	83,802

〈표 II-24〉의 계속

구분	오염물질 항목(mg/L, 개/m <sup>3</sup> )						
	BOD	COD	SS	T-N	T-P	대장균군	
방류수 수질기준	5	20	10	20	0.3	3,000이하	
계획수질	유입수	165	165	165	40	5	-
	방류수	4.9	20	9.6	17.0	0.3	-
운영수질 (최근1년)	유입수	175.3	100.9	172.6	43.9	4.55	175,836
	방류수	1.1	8.0	0.6	8.31	0.06	9.5
진단수질	유입수	184.6	77.65	145.9	34.15	3.37	205,000
	방류수	1.9	8.05	1.2	10.2	0.09	148

〈표 II-25〉 김해시 분뇨처리시설 현황

시설명	김해시 분뇨처리시설	위치	김해시 김해대로 2272번길 642		
처리방식	전처리 후 화목맑은물순환센터 연계처리				
시설용량	300m <sup>3</sup> /일	가동개시일	2010년 8월		
수거방식	차량수거운반	반입량(2019년)	122.3		
구분	오염물질 항목(mg/L)				
	BOD	COD	SS	T-N	T-P
설계자료	11,200	10,800	12,000	1,261	143
운영자료	1,734	1,251	3,557	291	45
진단자료	1,061	617	1,361	158	26

기술진단 결과 화목맑은물순환센터의 문제점은 슬러지처리 계통으로 기술진단 결과의 잉여슬러지 펌프, 생슬러지 농축기, 잉여농축기 등의 노후화 및 효율 저하에 따른 생·잉여 슬러지의 농축슬러지가 설계기준 대비 과대 발생하고 있어, 해당 설비의 교체가 필요한 것으로 개선방안이 제시되었으며 공정 및 기계 분야, 전기 및 계측제어 분야 개선방안 세부 내용은 다음 표와 같다.

〈표 II-26〉 공정 및 기계 분야 개선방안

설비명	현황 및 문제점	개선 방안
농축 세목스크린 및 제진기	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 세목스크린 및 제진기 노후 및 유지보수 횟수 증가로 오버홀 필요</li> <li>→ 평철바 및 체인구동연속감속취제거기 2.0W×2.0H×slit20mm×2.2kW×3대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 오버홀 실시</li> </ul>
침사탈수기	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 침사탈수기 노후 및 유지보수 횟수 증가</li> <li>→ 플라이트 콘베이어 40m<sup>2</sup>/min×2.2kW</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 오버홀 실시</li> </ul>
분배조	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 일차침전지 계열별 적정 유량분배 어려움</li> <li>○ 시간별 유량 및 수질변동이 커 처리효율 저하</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 계열별 유량계 설치 및 시스템 구축</li> <li>○ 유량조정조 설치</li> </ul>
스컴탈수기	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 스킴탈수기 노후 및 유지보수 횟수 증가</li> <li>→ 드럼스크린 60m<sup>2</sup>/hr×눈금2.0mm×0.4kW</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 오버홀 실시</li> </ul>
포기용송풍기	<ul style="list-style-type: none"> <li>노후 및 유지보수 횟수 증가</li> <li>→ 공기베어링 터보 송풍기 317CMM×5,500mmAq×317kW×1대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 송풍기 교체</li> </ul>
생물반응조	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 교반효율 저하</li> <li>○ 동절기 불완전질산화 발생</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 고효율 입축교반기 설치</li> <li>○ 반응조 구조물 변경</li> </ul>
이차침전지	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 피드웰 상부 개구부로 슬러지 유출</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 개구부 보수</li> </ul>
잡용수펌프	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 송풍기동 잡용수펌프 노후 및 유지보수 횟수 증가</li> <li>→ 다단터빈 : 0.25m<sup>3</sup>/min×45m×3.7kW ×2pump</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 펌프 교체</li> </ul>
잉여슬러지 펌프	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 잉여슬러지펌프 노후 및 유지보수 횟수 증가</li> <li>→ 편흡입 무폐쇄나사원심 : 1.3m<sup>3</sup>/min×14m×7.5kW×3대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 펌프 교체</li> </ul>
생슬러지 농축기	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기존 생슬러지 농축기(다중원판 농축기)의 처리효율 저하로 미사용, 소화조 효율 저하</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 농축기 설치(40m<sup>3</sup>/hr×2대)</li> </ul>
잉여농축기	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 잉여농축기 용량부족, 사용연수 증가에 따른 유지보수 횟수 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 농축기 교체 원심농축기: 80m<sup>3</sup>/hr×주속110kW, 차속37W×3대</li> </ul>
열교환기	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 잉여슬러지 소화조(A, B)의 온도 저하로 소화조 효율 저하</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 소화조 A/B용 열교환기 및 순환펌프 추가설치: 열교환기 35만kcal/hr + 순환펌프24m<sup>3</sup>/hr×12kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>
소화슬러지 인발펌프	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 소화슬러지 인발펌프 노후 및 유지보수 횟수 증가</li> <li>→ 편흡입 무폐쇄나사원심 : 1.1m<sup>3</sup>/min×6m×3.7kW×4대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 펌프 교체</li> </ul>
협잡물 종합처리기	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기존 협잡물종합처리기 노후 및 유지보수 횟수 증가</li> <li>→ 협잡물 종합처리기 : 50m<sup>3</sup>/hr×2대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 협잡물 종합처리기 교체</li> </ul>

〈표 II-27〉 전기 및 계측제어 분야 개선방안

설비명	현황 및 문제점	개선 방안
분배조 유량계	<ul style="list-style-type: none"> <li>유입하수 분배조에서 3개 게이트로 분리하여 계열별(1·2계열, 3계열, 4·5계열)로 하수 분배 운영중</li> <li>수문에 의한 하수유입시 생물반응조 용량 차이로 규정한 하수 분배가 어려워 시설의 효율적인 운영 어려움</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>하수 유입유량 변화에 대응이 용이한 유량계 및 시스템을 설치하여 효율적인 시설운영 필요</li> </ul>
약품설비 유량계	<ul style="list-style-type: none"> <li>이차침전지용 약품투입설비 유량계 없이 밸브개도율로 투입량 환산하여 운영중</li> <li>약품의 적정량 투입확인 부족으로 효율적인 약품사용량 관리 및 운영 어려움</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>약품투입량 확인이 용이한 유량계 설치 필요</li> </ul>

7) 김해시 음식물류폐기물 자원화처리시설 기술진단보고서(김해시, 2018. 3.)

‘김해시 음식물류폐기물 자원화처리시설 기술진단’은 2017년 9월부터 2018년 3월까지 180일간 수행되었다. 기술진단의 목적은 김해시 음식물류폐기물 자원화 처리시설을 대상으로 시료 측정분석, 시설진단, 운영진단 등을 실시하여 시설에 대한 운영 현황 및 문제점을 조사하고 시설개선 및 효율화 방안을 제시하여 안정적인 운영·관리를 도모하는 것이다. 시행 근거 및 관련 법령은 「환경기술 및 환경산업 지원법」 제13조, 환경부 훈령 제1215호 「공공환경시설 기술진단 업무처리규정」, 환경부 고시 제2016-214호 「공공환경시설의 기술진단비용」 등이 있다.

대상 시설은 김해시 음식물류폐기물 자원화처리시설로, 경남 김해시 진영읍 김해대로 832-68에 위치하며 시설용량 1일 150톤의 파쇄탈수 및 발효건조를 통한 감량화시설이다.

〈표 II-28〉 김해시 음식물류폐기물 자원화처리시설 일반 현황

시설명	김해시 음식물류폐기물 자원화처리시설		
소재지	경남 김해시 진영읍 김해대로 832-68(설창리 산 36-18)		
운영기관	(주)자연 외 2개사	관리청	경상남도
수거구역	김해시	처리방법	감량화(파쇄탈수, 발효건조)
시설용량	150톤/일 (최초 30톤/일 → 150톤/일)	일평균반입량 (2016년도)	(가동일수 기준) 139.78톤/일 (365일 기준) 119.54톤/일
사용개시일	2000. 12. 19	설계/시공	(주)한영SD, 태창바이오 외
운영인력	15명(전처리시설 10명 + 발효건조시설 4명 + 유분분리시설 1명)		

기술진단 결과, 투입 호퍼 하부 지하실에는 이송설비, 침출수 저장조 등이 설치되어 있으나 장소가 협소하고, 건물 노후화가 심각하여 안전하게 접근이 불가능한 상태이며 음식물폐기물 반입 차량과 투입 호퍼의 위치, 처리장 내에 설치한 유분 분리시설로 악취의 외부 확산이 불가피하여 민원이 야기되고 있다. 또한 옥외에 설치된 발효건조기는 에너지 및 시설 내구성 측면에서 비효율적이고, 음식물류폐기물 반입장, 전처리실, 혼합물 적치실 등에 배수호가 완비되어 있지 않아 오염이 가중되고 있다.

본 보고서의 종합의견으로, 기술진단을 통하여 도출된 이러한 문제점들을 개선하기 위한 시설투자는 여건상 어려운 상황이므로 신규시설 확보 시까지 최대한 유지 관리하여 사용한 후 폐쇄하는 것이 적절하다고 판단하였다.

#### 다. 상위 및 관련 계획 검토 결과

본 사업 상위 및 관련 계획 검토 결과, 관련 법인 「유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산 및 이용 촉진법」에 부합하고, 김해시 상위계획인 「김해시 하수도정비 기본계획(부분 변경)」(김해시, 2023. 8.) 및 「2023년~2027년 김해시 제2차 자원순환 집행계획(재변경)」(김해시, 2023. 8.)에 유기성폐자원 통합바이오가스화시설의 반입 대상 폐기물 성상, 설치 목표연도, 시설 규모, 사업비 등이 구체적으로 반영되어 있음을 확인하였다. 또한, 「김해시 음식물류폐기물 자원화처리시설 기술진단보고서」(김해시, 2018. 3.)에는 기존 음식물류폐기물 처리시설의 기술 진단 결과로 폐쇄 후 현대화시설로 재설치 의견을 제시하고 있어 본 사업 추진은 관련 상위계획에 부합하는 것으로 판단된다.

### 4. 사업계획 적정성 검토의 주요 쟁점

#### 가. 사업계획 적정성의 쟁점

##### 1) 사업목적의 적정성

「유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산 및 이용 촉진법」 시행에 따라 공공의무생산자 및 민간의무생산자를 대상으로 매년 바이오가스 생산목표를 설정하고 관리하여야 하며, 공공의무생산자로서 김해시는 2025년 1월 1일부터 바이오가스 생산목표를 달성해야 할

책무가 있다. 따라서 본 검토에서는 관련 법령에 따른 김해시 바이오가스 생산목표량, 본 사업으로 인한 바이오가스 생산량 등을 통해 시설 계획의 적정성을 검토하고자 한다.

## 2) 사업계획서의 구체화 수준

사업계획서인 「김해시 유기성폐자원 바이오가스화시설 기본계획 보완 보고서」(김해시, 2024. 8.)는 시설 계획, 공사비 산출근거 등의 구체화 정도를 확인하고, 필요한 경우 보완 자료를 추가로 제공받아 사업계획의 적정성을 검토하고자 한다.

### 나. 수요 추정의 쟁점

#### 1) 수요 추정 방법

##### 가) 음식물류폐기물 발생량

사업계획서는 “가정계 공공부문의 음식물류폐기물”만을 본 검토 처리 대상 생활폐기물로 적용한바, 가정계의 자가 및 위탁 처리, 사업장 비배출 시설계 발생량에 대해 장래에도 해당 음식물류폐기물을 본 시설(공공처리시설)로 반입하지 않고 민간위탁처리를 유지하는지에 대해 주무관청에 재확인한 후 최종 본 시설 반입 대상 음식물류폐기물량을 산정하기로 한다.

##### 나) 분뇨 발생량

김해시 하수처리인구를 재추정하고 「김해시 하수도정비 기본계획(부분변경)」(김해시, 2023. 8.)상의 수세화율, 분류식화율 등의 계획지표를 준용하여 김해시 장래 분뇨 발생 예측량과 최근 10년간(2014~2023년) 실제 발생량을 비교하여 적정 분뇨 발생량을 적용할 필요가 있다.

##### 다) 하수찌꺼기

김해시 본 시설 반입 대상 공공하수처리시설 계획 하수찌꺼기 발생량은 김해시 최근 5년간(2019~2023년) 공공하수처리시설별 유입하수량 자료를 분석하여 산정하기로 한다.

### 3) 시설 규모 산정의 적정성

#### 가) 산정 방안

유기성폐자원 통합 바이오가스화시설의 시설규모 산정은 「유기성폐자원 통합 바이오가스화시설 설치사업 예산편성 및 집행관리 지침」(환경부, 2024. 2.)상 유기성 폐자원별 반입 용량(시설용량)에 따라 각 유기성 폐자원별 지침에 따른 시설 용량별 표준단가를 적용하여 사업비를 산정하게 되어 있으므로, 본 조사에서는 본 사업 대상 유기성폐기물 성상별(음식물류폐기물, 분뇨, 하수찌꺼기)로 시설 규모를 각각 산정하고 이를 합산하여 산정한다.

#### □ 사업비 산정방법

- 유기성 폐자원별 반입용량(시설용량)에 따라 각각의 유기성 폐자원별 지침\*에 따른 시설용량별 표준단가를 적용하고 통합 바이오가스화 시설의 경우 합산하여 총사업비 산정

\* 하수찌꺼기 및 분뇨: 「하수도 분야 보조금 편성 및 집행관리 실무요령」  
가축분뇨: 「가축분뇨공공처리시설 설치사업의 예산편성·집행관리 지침」  
음식물류폐기물: 「폐기물처리시설 국고보조금 업무처리지침」

자료: 환경부, 「유기성폐자원 통합 바이오가스화시설 설치사업 예산편성 및 집행관리 지침」, 2024. 2.

#### 나) 여유율

음식물류폐기물 처리시설은 시설 규모 산정 시 여유율을 적용할 수 있다. 「통합처리 바이오가스화 시설의 기술지침서(음식물류폐기물, 하수슬러지, 가축분뇨 병합)」(환경부, 2016. 12.)에서 음식물류폐기물에 대해서는 지역별, 계절별, 요일별 배출 특성을 고려하여 처리 용량의 10~30% 정도를 반영하는 것으로 제시되어 있다.

통합처리 바이오가스화 시설의 기술지침서(환경부, 2016), p.15

- (1) 음식물류폐기물은 지역별, 계절별, 요일별 배출 특성을 고려하여야 한다. 음식물류폐기물의 계절별 및 요일별 배출량 변동 폭이 매우 크기 때문에 바이오가스화 시설 설계시 시설용량 산정시 지역별로 그 특성을 반영하여 **시설용량 설계시 여유율을 10 ~ 30% 정도 감안할 필요가 있다**. 따라서, 시설용량은 처리용량과 여유율의 합(시설용량 = 처리용량 + 여유율)으로 한다. 처리용량은 연간 처리량을 조업일수로 나누어준 용량을 말한다. 여유율은 월별, 계절별 등 처리량의 변동 폭에 대한 충격부하를 완화하기 위하여 처리용량에 대한 여유 비율로 한다. 예를 들면 100톤/일 규모의 처리용량 설계 시 여유율을 20% 하고자 한다면, 시설용량은 120톤/일(100톤/일 + 100톤/일×0.2)로 한다.

자료: 환경부, 「통합처리 바이오가스화 시설의 기술지침서(음식물류폐기물, 하수슬러지, 가축분뇨 병합)」, 2016.12.

따라서, 본 검토에서는 가동일수가 반영된 처리용량에 지침상의 여유율 범위에서 적정값을 검토하여 적용할 필요가 있다.

## 다. 기술적 검토 및 비용 추정의 쟁점

### 1) 시설 계획의 적정성

사업계획서인 「김해시 유기성폐자원 바이오가스화시설 기본계획 보완 보고서」(김해시, 2024. 8.)와 함께 주무관청 질의 요청을 통해 본 사업 시설 계획에 대한 구체적인 자료를 추가로 요청하여 검토하였다.

시설 계획에 대한 기술적 검토가 필요한 주요 사항은 음식물류폐기물 처리방식의 적절성, 분뇨처리 공정의 적절성, 기존 음폐수 바이오가스 에너지화시설 활용성이며 시설 계획 적정성 검토 결과를 토대로 본 검토의 대안을 구축할 필요가 있다.

### 2) 총사업비 추정

#### 가) 공사비

사업계획서의 수준이 시설 사업 기본계획 수립 전으로 개략 도면 및 내역서가 작성되지 않아, 사업계획서에서 제시한 환경부 표준공사비로는 본 사업 공사비의 적정성을 판단하기 어려운바, 본 사업계획 적정성 검토에서는 유기성폐자원 바이오가스화 유사사례 사업을 조사하여 공사비를 산정한다.

「2023년 유기성폐자원 바이오가스화시설 현황」(환경부, 2024. 7.)에 따르면 2023년 말 기준 국내 운영 중인 유기성폐자원 바이오가스화시설은 112개소로서, 우선 공공하수처리 시설의 슬러지 처리 공정과 중복되는 시설과 농업회사법인 및 축협에서 운영하는 가축분뇨 처리시설 등은 1차로 제외하고, 이 중 전처리 설비가 없는 음폐수 처리시설 및 단일 성상만을 처리하는 시설을 추가로 제외하였다. 유사사례 인용 사업 규모의 범위는 환경부 표준 단가<sup>20)</sup> 범위와 동일한 150톤/일 초과, 400톤/일 이하로 설정하여 본 검토 공사비 산정을 위한 유사사례로 검토한다.

20) 환경부, 「폐기물처리시설 국고보조금 업무처리 지침」, 2023.

□ 유사사례 인용사업 선정 기준

- 공공하수처리시설 슬러지처리 공정 중복 시설 제외
- 농업회사법인 및 축협 운영시설 제외
- 음폐수 처리시설 및 단일 성상 처리시설 제외
- 환경부 표준단가 범위(150톤/일 초과 ~ 400톤/일 이하) 외 사업 제외

나) 보상비

본 사업 유기성폐자원 통합바이오가스화시설이 기존 장유공공하수처리시설 잔여 부지 내 설치되어, 타 시설로의 토지 활용 방식이 변경될 가능성이 희박하며, 본 검토가 경제성 분석을 시행하지 않는 점을 고려하여 별도의 용지보상비는 미반영하였다.

다) 시설부대경비

시설부대경비는 설계비, 감리비, 시설부대경비로 구분하여 검토하며, 「총사업비관리지침」에 따라 기재부의 「예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」에서 정한 요율을 적용하되, 공사비 적정성 검토 결과에 따라 적용되는 요율을 다시 검토하였다.

라) 예비비

사업계획안의 총사업비에는 예비비가 포함되지 않지만, 현재 사업추진 단계를 고려하여 예비비 반영 여부와 반영 규모를 검토하였다.

라. 정책성 분석의 쟁점

1) 관련 정책 및 계획과의 일치성 등 내부 여건

먼저 현 시점에서 본 사업과 관련되는 상위계획 및 정책 방향과의 일치성을 검토하고자 한다. ‘국가환경종합계획’, ‘자원순환기본계획’(이상 환경부) 등 본 사업과 관련된 정부 정책 및 상위계획과 김해시에서 수립한 관련 계획을 검토하여 정책 방향의 일관성 확보 여부를 검토한다.

다음으로 사업 추진 여건과 관련하여 향후 발생 가능한 위험 요인 검토가 필요하다. 사

업대상지 지반 여건을 고려한 부지 조성 공사비의 적정성과 함께 공사비 변동성 축소와 대응 방안에 대한 검토가 필요하다.

## 2) 이해당사자 사업 수용성 등 외부 여건

사업 주체의 사업 추진 의지를 검토하고, 지자체·주민 등 본 사업과 관련성이 있는 이해관계자들을 파악하여 사업 추진 과정에서 발생할 수 있는 장애요인을 검토하고자 한다. 사용자 및 지역 주민 등 이해당사자의 해당 사업에 대한 태도를 주무 부처의 제출 자료 및 관계자 면담 등을 통해 면밀하게 파악하고, 공사 중 소음·진동·분진 등 주변 지역 주민 민원 발생 요인에 대한 관리 체계 마련 현황을 확인할 계획이다. 또한 주무부처 관계자 및 유관 부서 직원, 지역 주민 등 시설 운영 주체 수요를 반영한 시설 계획 여부를 검토하고자 한다.

다음으로 사업 추진에 따른 외부효과의 발생 가능성과 수준에 대한 검토를 시도할 예정이다. 신규 환경기초시설 설치에 따른 환경문제 개선 효과, 운영 관리 기술 축적 등 사회적, 경제적, 환경적 기대효과를 검토하고자 한다.

## 5. 검토안 및 대안의 설정

주무부처에서 제시한 사업계획안의 규모와 비용에 대해 검토안과 대안은 다음 <표 II-29>와 같이 설정하였다. 검토안은 사업계획안의 규모를 준용하되 적용 오류 사항을 수정하는 수준으로 규모를 검토하고 검토 단가를 적용하여 비용을 재추정하는 방식으로 산출한다. 필요한 경우 주무부처에서 제시한 규모가 아닌 대안 규모를 산정하고 검토 단가를 적용하여 비용을 재추정한 대안을 산출한다.

<표 II-29> 검토안 및 대안의 설정

구분	사업계획 요구안	검토안	대안
규모	주무부처가 제시한 사업계획 규모	사업계획안의 규모를 준용하되, 적용오류 사항 수정	시설규모를 검토하여 대안규모 산정
비용	주무부처가 제시한 총사업비	검토 단가를 적용한 비용 재추정	

자료: 연구진 작성

---

### Ⅲ. 수요추정

---

#### 1. 수요추정의 개요

본 검토의 수요추정은 김해시 전역에서 발생하는 음식물류폐기물, 분뇨, 하수찌꺼기를 대상으로 한다.

대상 수요는 기본적으로 인구에 기반하고 있다. 일반적으로 적용되는 인구추정 방법은 과거의 인구 증가 추세를 기반으로 산정된 자연적 증가 인구를 기초로 각종 개발계획에 따른 외부 유입 인구를 더하는 것이다. 장래의 자연적 증가 인구는 과거의 자연적 인구증가율의 평균을 구한 다음 그 증가율이 미래에도 그대로 유지될 것이라고 가정하는 방법을 사용하여 산정하고 있다. 그러나 이와 같은 방법은 자연적 인구증가율에 추세적 변화가 존재하는 경우 이를 제대로 반영하지 못할 수 있다. 또한 출생 및 사망으로 인한 자연적 인구 증가 이외에도 일정한 추세로 증가하는 인구 증가 부분을 반영할 수 없다는 단점이 있다.

본 조사에서는 조성법을 이용하여 자연적 인구 변화를 예측하였다. 조성법(Cohort Component Method)은 자연적 인구증가율의 전망 시 인구증가율의 시차 값뿐 아니라 각 지역의 연령 구조, 경제 전반에 걸친 출생률 및 사망률의 추세적 변화(시간 추세) 등을 체계적으로 고려하는 방법이다. 과거의 인구 증가 추세는 출생 및 사망에 의한 자연적 인구 증가 추세와 그 외의 부분으로 구분될 수 있는데 조성법은 해당 지역의 성별, 연령별 출생, 사망, 이동 성향을 가정함으로써 그 외의 부분까지도 포괄하는 인구 전망법이다.

한편, 본 절에서는 사업 대상 지역의 인구 증감에 대한 원인을 분석하고 자연적 인구 증감과 사회적 인구 증감 추세를 예측하여 상위 및 관련 계획인구 지표와의 비교·검토를 통해 계획 수요 인구를 추정하고 이를 바탕으로 발생 폐기물량을 검토하였으며, 사업계획서에 제시된 인구, 계획 폐기물량, 시설 규모 등의 적정성을 검토하였다.

「2024년 폐기물처리시설 국고보조금 업무처리지침」(환경부, 2024. 1.)상의 폐기물처리시설의 시설 규모 산정 방법은 다음 표와 같다.

〈표 Ⅲ-1〉 폐기물처리시설 시설규모 산정방법

구분	산정 방법
계획목표 설정단계	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ STEP 1 : 처리구역 및 대상폐기물 설정                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• 폐기물처리시설 입지 및 처리 대상 폐기물 설정</li> <li>• 생활폐기물 종량제 봉투 외 반입대상 폐기물 반영                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 재활용 잔재물, 음식물류폐기물 협잡물 및 찌꺼기, 대형폐기물, 수해폐기물, 하천 하구쓰레기 등</li> <li>- 군부대 발생 음식물폐기물 등 생활폐기물 포함여부 검토</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ STEP 2 : 계획 목표연도 설정(시설완공연도 기준)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• 기존시설의 노후도, 처리량 등을 고려하여 계획 목표연도 설정</li> </ul> </li> </ul> </div>
발생량 예측단계	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ STEP 3 : 목표연도 인구수 예측                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• 해당지역의 목표연도 인구수 예측(개발에 의한 인구증가 등 고려)</li> </ul> </li> </ul> </div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ STEP 4 : 목표연도 폐기물발생량 예측                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• 목표연도 계획인구, 최근 10년간 폐기물 발생량을 고려한 폐기물 원단위, 감량목표율 등을 근거로 폐기물발생량 예측</li> </ul> </li> </ul> </div>
시설규모 산정단계	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ STEP 5 : 폐기물처리시설 용량 산정                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• 계획시설의 폐기물발생량(예측), 가동일수, 변동계수, 기존시설 등을 반영하여 용량 산정</li> </ul> </li> </ul> </div>

자료: 환경부, 「2024년 폐기물처리시설 국고보조금 업무처리지침」, 2024. 1.

## 2. 수요추정의 방법

### 가. 기본 방향

당초 사업계획서는 「김해시 통합바이오가스화시설 설치 시범사업 타당성조사 보고서」(김해시, 2023. 10.)를 근거로 제시하였으나, 사업계획 적정성 검토 의뢰 이후 해당 사업 계획서를 보완하여 「김해시 유기성폐자원 바이오가스화시설 기본계획 보완 보고서」(김해시, 2024. 8.)<sup>21)</sup>를 제출한바, 본 검토에서는 보완 보고서에 제시된 수요를 바탕으로 과거 인구 현황과 관련된 통계자료, 주무관청에서 받은 질의답변서 내용 등을 반영하여 수요를

21) 이하 「사업계획서」와 「김해시 유기성폐자원 바이오가스화시설 기본계획 보완 보고서」(김해시, 2024. 8.)를 혼용해서 사용함

검토하였다. 또한, 각 폐기물처리 수요량 추정 시 기본이 되는 인구의 경우 김해시의 자연적으로 증가하는 인구(인구동태, 출산율, 사망률, 이동률 등)에 대해서는 조성법을 이용하여 추정하였으며, 새로운 개발사업 등으로 인해 유입되는 사회적 증가 인구에 대해서는 추가로 보완하였다. 이를 토대로 김해시 인구 증감의 원인을 분석하고 자연적 인구 증감과 각종 상위 개발계획에 따른 사회적 인구 증가 추세를 예측 후 인구 1인당 폐기물 발생량을 검토하여 폐기물 발생량과 시설 규모를 추정하였다.

## 나. 주요 지표 결정

### 1) 계획 목표 연도 설정

본 검토의 사업계획서인 「김해시 유기성폐자원 바이오가스화시설 기본계획 보완 보고서」(김해시, 2024. 8.)는 계획 목표 연도를 가동 지표 연도 2029년, 단기목표 연도 2034년, 중기 목표 연도 2039년, 장기 목표 연도 2044년으로 설정하였다.

본 시설이 폐기물처리시설이므로 「2024년 폐기물처리시설 국고보조금 업무처리지침」(환경부, 2024. 1.)의 계획 목표 연도 기준에 따라 시설 완공 연도인 2029년을 시설 규모를 위한 가동 지표 연도인 목표 연도로 설정하였으며, 이는 사업계획서와 동일하다.

〈표 Ⅲ-2〉 계획 목표 연도

구분	가동 지표 연도	단기 목표 연도	중기 목표 연도	장기 목표 연도
목표 연도	2029년	2034년	2039년	2044년

자료: 김해시, 「김해시 유기성폐자원바이오가스화시설 기본계획 보완 보고서」, 2024. 8.

### 2) 계획인구 산정

김해시 통계청의 인구자료를 기초로 「환경 분야 민간투자사업 적격성조사 지침 개정 연구」(한국개발연구원, 2018. 6.)에 따라 조성법을 이용하여 김해시 전역을 기준으로 계획인구를 추정하였다.

### 3) 음식물류폐기물 발생량 산정

음식물류폐기물 발생량은 과거 5년 이상 발생량 원단위 추이를 통해 최근 발생량 원단위 경향을 나타내는 구간의 평균값을 장래 발생량 원단위로 적용하였다. 다만, 환경부 폐기물 발생량 통계자료인 「전국폐기물 발생 및 처리현황」(환경부)이 2022년까지 제시되어 있어 2023년 말 기준 자료를 김해시에 요청하여 본 검토에 반영하였으며, 이렇게 산정된 원단위에 감량화율 및 본 검토 재추정 장래인구를 적용하여 음식물류폐기물 발생량을 산정하였다.

### 4) 분뇨 발생량 산정

본 검토에서 추정된 김해시 하수처리 인구와 「김해시 하수도정비 기본계획(부분변경)」(김해시, 2023. 8.)의 수세화율, 분류식화율 등의 계획지표를 준용하여 김해시 분뇨 발생량을 예측하고, 최근 10년간(2014~2023년) 실제 발생량을 비교하여 적정 분뇨 발생량을 산정하였다.

### 5) 하수찌꺼기 발생량 산정

본 시설 반입 대상 공공하수처리시설 계획 하수찌꺼기 발생량은 다음과 같이 산정하였다. 김해시 최근 5년간(2019~2023년) 공공하수처리시설별 유입하수량 자료를 분석하여 적정 구간을 1인당 유입하수량 원단위로 설정하고 재추정한 장래 하수처리 인구를 곱하여 계획하수량을 산정하였다. 그리고 「화목 맑은물순환센터 하수찌꺼기 감량화 사업 기본 및 실시설계」(김해시, 2021.)상의 사업 시행 후 물질수지에 본 검토에서 재추정한 계획하수량을 적용하여 생·잉여 농축 슬러지 발생량을 산정하였다. 그 외 하수처리시설의 하수찌꺼기(탈수케익)는 최근 5년 탈수케익 발생량 현황을 분석하여 산정하였다.

### 3. 수요추정

#### 가. 계획인구 추정

##### 1) 김해시 과거 인구 추이

김해시의 과거 10년간 인구 추이를 살펴보면, 점진적으로 감소 추세를 보이는 것으로 조사되었다.

〈표 III-3〉 김해시 과거 인구 추이

구분	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년
인구(인)	527,240	528,865	529,422	532,132	533,672	542,455	542,338	537,673	535,129	533,659
증감률(%)	-	0.3%	0.1%	0.5%	0.3%	1.6%	0.0%	-0.9%	-0.5%	-0.3%

자료: KOSIS(인구·가구)주민등록인구현황)행정구역(시군구)별 주민등록세대수, 외국인 제외

##### 2) 상위계획상 계획인구

인구 예측에 있어서는 지역개발에 따른 각종 인구 예측 자료와의 비교가 요구되며, 특히 상위계획과의 비교가 필요하다. 김해시 상위계획상의 장래 계획인구는 다음과 같다.

〈표 III-4〉 김해시 상위계획상 계획인구 설정

(단위: 인)

구분	2025년	2030년	2035년	2040년
하수도정비기본계획	582,100	603,200	606,400	-
도시기본계획	621,655	670,313	687,518	-

자료: 1. 김해시, 「김해시 하수도정비 기본계획(부분변경)」, 2023. 8.

2. 김해시, 「2020년 김해도시기본계획」, 2013. 12.

##### 3) 계획인구 산정

본 검토에서 계획인구는 조성법에 따라 추정하였다. 현재의 처리 구역 인구 조성을 기초로 생존율, 출산율 및 순유입률 등을 산정하고, 각종 개발계획에 의한 외부 인구 유입을 반영하여 장래의 인구를 추정하여 계획 목표 연도의 계획인구를 산정하였다.

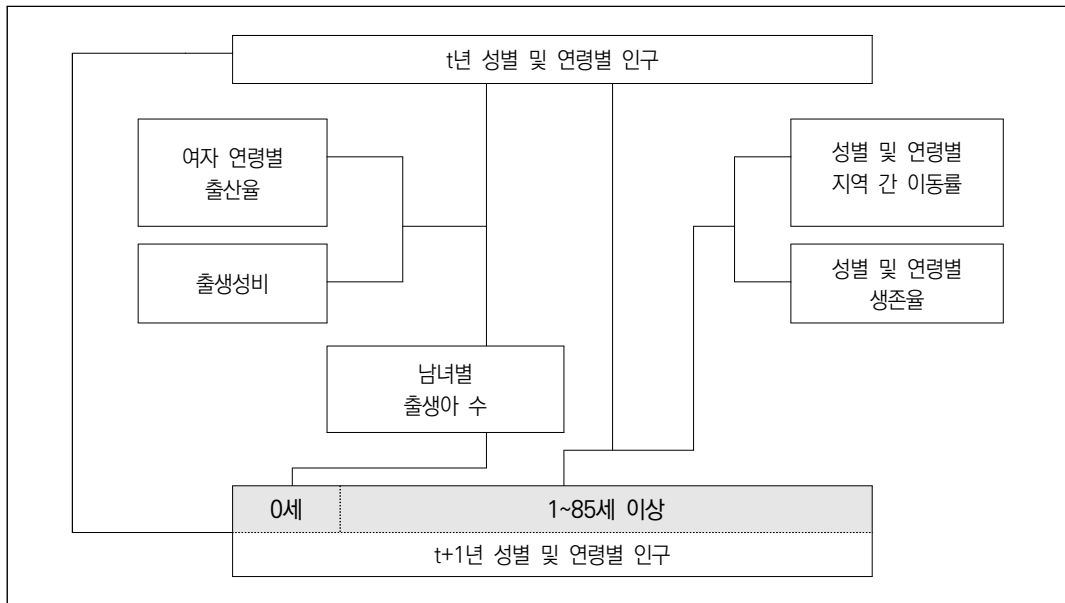
계획인구는 2023년 기준 김해시 1세별 인구인 533,659인을 기준 인구로 적용하여 장래 계획인구를 산정하였다.

가) 조성법에 의한 인구추정 절차

대상 지역의 성별 및 연령별 인구 조성을 설정하였으며, 산모의 연령별 출산율, 성별 및 연령별 지역 간 이동을, 성별 및 연령별 생존율을 산정하여 매년 인구 조성의 자연적 변화 추이를 산출하였다. 또한 장래의 개발계획에 따른 신규주택 공급에 의한 인구 유입 효과를 추가로 반영하였다.

조성법에 따른 자연적 인구의 추계 절차는 다음과 같다.

[그림 Ⅲ-1] 조성법을 이용한 자연적 인구 변동 추계 과정



인구추정에는 통계청 자료를 이용하여 총조사 인구 총괄, 주민등록상 인구, 인구동태 건수 및 동태율(출생, 사망), 출생 및 사망자 수, 인구가동률(전출입), 사망자 수와 모연령별 출생률, 주택 수를 인용하였다. 또한 장래 계획인구 산정 시 적용한 통계자료는 검토 시점(2024년)을 기준으로 가장 최근에 공표된 통계자료를 적용하였다.

〈표 Ⅲ-5〉 인구추정을 위한 자료 목록

자료명	자료수준	자료범위	출처	검토시점
주민등록상 인구(외국인 제외)	1세별	김해시	KOSIS	2023년
모 연령별 출산율	5세별	김해시	KOSIS	2023년
출생 및 사망자 수	총괄	김해시	KOSIS	2023년
사망률	1세별	김해시	KOSIS	2022년
인구이동률(전출입)	5세별	김해시	KOSIS	2022년
종류별 주택 수-읍면동	-	김해시/경상남도	KOSIS	2022년
외국인 인구	-	김해시	주무관청	2023년
장래 택지개발현황	-	관련 상위계획 및 내부자료		

주: 1. 2023년 12월 주민등록상 인구기준  
 2. 각 항목별 검토시점은 공표된 자료 중 최근 자료 적용

나) 연령별(1세별) 인구조성 설정

연령별 인구조성은 김해시 2023년 말 기준 KOSIS 주민등록상 1세별 인구(외국인 제외)를 적용하였다. 외국인은 최근 연도 외국인 인구를 적용하여 자연적 증감 인구 산정에는 제외하였다. 외국인도 세대를 구성하여 출산, 사망, 전출입 등 인구동태에 의한 자연 증감이 발생할 수 있으나, 영구 체류보다는 취업 등의 일시적 체류도 상당수 있으므로, 내국인의 인구동태를 적용하여 자연 증감 인구에 포함하여 조성법을 시행하는 것은 분석 결과의 왜곡으로 이어질 수 있을 것으로 판단되므로, 1세별 조성은 내국인(주민등록인구)을 대상으로 하고, 외국인은 최종 조성법 결과에 최근 연도 외국인 수를 장래에 동일하게 적용하였다.

〈표 Ⅲ-6〉 김해시 1세별 인구분포(2023년 기준, 외국인 제외)

연령별	김해시				
	인구(인)			비율(%)	
	전체	남	여	남	여
계	533,659	269,755	263,904	50.5	49.5
0세	2,497	1,290	1,207	51.7	48.3
1세	2,652	1,377	1,275	51.9	48.1
2세	2,894	1,526	1,368	52.7	47.3
3세	3,170	1,637	1,533	51.6	48.4

〈표 III-6〉의 계속

연령별	김해시				
	인구(인)			비율(%)	
	전체	남	여	남	여
4세	3,626	1,904	1,722	52.5	47.5
5세	3,989	2,058	1,931	51.6	48.4
6세	4,449	2,291	2,158	51.5	48.5
7세	5,193	2,658	2,535	51.2	48.8
8세	5,614	2,880	2,734	51.3	48.7
9세	5,595	2,886	2,709	51.6	48.4
10세	5,625	2,836	2,789	50.4	49.6
11세	6,327	3,137	3,190	49.6	50.4
12세	6,061	3,049	3,012	50.3	49.7
13세	6,080	3,126	2,954	51.4	48.6
14세	5,815	2,994	2,821	51.5	48.5
15세	6,066	3,101	2,965	51.1	48.9
16세	6,483	3,269	3,214	50.4	49.6
17세	5,816	3,005	2,811	51.7	48.3
18세	5,522	2,954	2,568	53.5	46.5
19세	5,626	2,997	2,629	53.3	46.7
20세	5,664	3,138	2,526	55.4	44.6
21세	5,510	3,138	2,372	57.0	43.0
22세	5,944	3,262	2,682	54.9	45.1
23세	6,391	3,572	2,819	55.9	44.1
24세	6,026	3,296	2,730	54.7	45.3
25세	5,833	3,214	2,619	55.1	44.9
26세	5,897	3,227	2,670	54.7	45.3
27세	6,141	3,360	2,781	54.7	45.3
28세	6,118	3,340	2,778	54.6	45.4
29세	6,556	3,501	3,055	53.4	46.6
30세	6,422	3,385	3,037	52.7	47.3
31세	6,523	3,436	3,087	52.7	47.3
32세	6,617	3,546	3,071	53.6	46.4
33세	5,941	3,176	2,765	53.5	46.5

〈표 Ⅲ-6〉의 계속

연령별	김해시				
	인구(인)			비율(%)	
	전체	남	여	남	여
34세	5,982	3,141	2,841	52.5	47.5
35세	5,958	3,130	2,828	52.5	47.5
36세	5,928	3,000	2,928	50.6	49.4
37세	6,365	3,341	3,024	52.5	47.5
38세	6,668	3,438	3,230	51.6	48.4
39세	6,930	3,541	3,389	51.1	48.9
40세	8,012	4,044	3,968	50.5	49.5
41세	9,068	4,607	4,461	50.8	49.2
42세	9,415	4,796	4,619	50.9	49.1
43세	9,811	4,924	4,887	50.2	49.8
44세	9,459	4,743	4,716	50.1	49.9
45세	8,472	4,291	4,181	50.6	49.4
46세	8,958	4,401	4,557	49.1	50.9
47세	8,783	4,316	4,467	49.1	50.9
48세	9,485	4,650	4,835	49.0	51.0
49세	10,341	5,112	5,229	49.4	50.6
50세	10,871	5,309	5,562	48.8	51.2
51세	10,630	5,293	5,337	49.8	50.2
52세	11,321	5,718	5,603	50.5	49.5
53세	10,910	5,487	5,423	50.3	49.7
54세	10,802	5,398	5,404	50.0	50.0
55세	10,897	5,456	5,441	50.1	49.9
56세	10,138	5,058	5,080	49.9	50.1
57세	9,238	4,856	4,382	52.6	47.4
58세	9,293	4,670	4,623	50.3	49.7
59세	8,616	4,449	4,167	51.6	48.4
60세	8,100	4,284	3,816	52.9	47.1
61세	8,803	4,667	4,136	53.0	47.0
62세	8,789	4,533	4,256	51.6	48.4
63세	8,583	4,389	4,194	51.1	48.9

〈표 Ⅲ-6〉의 계속

연령별	김해시				
	인구(인)			비율(%)	
	전체	남	여	남	여
64세	7,520	3,947	3,573	52.5	47.5
65세	6,720	3,440	3,280	51.2	48.8
66세	6,589	3,335	3,254	50.6	49.4
67세	5,652	2,810	2,842	49.7	50.3
68세	5,638	2,780	2,858	49.3	50.7
69세	4,748	2,413	2,335	50.8	49.2
70세	3,900	1,840	2,060	47.2	52.8
71세	4,306	2,082	2,224	48.4	51.6
72세	3,238	1,527	1,711	47.2	52.8
73세	3,252	1,518	1,734	46.7	53.3
74세	3,091	1,412	1,679	45.7	54.3
75세	3,143	1,384	1,759	44.0	56.0
76세	2,861	1,205	1,656	42.1	57.9
77세	2,177	959	1,218	44.1	55.9
78세	1,809	785	1,024	43.4	56.6
79세	2,100	861	1,239	41.0	59.0
80세	2,062	791	1,271	38.4	61.6
81세	2,261	831	1,430	36.8	63.2
82세	1,774	589	1,185	33.2	66.8
83세	1,584	517	1,067	32.6	67.4
84세	1,482	482	1,000	32.5	67.5
85세 이상	6,443	1,639	4,804	25.4	74.6

자료: 국가통계포털(KOSIS) 홈페이지(<http://kosis.kr>)

다) 적용 출산율, 생존율 및 이동률 산정

조성법에서는 출산율, 생존율, 이동률이 향후 인구를 예측하는 가장 기초적인 자료이므로 「환경분야 민간투자사업 적격성조사 지침 개정 연구」(한국개발연구원, 2018. 6.)에 따라 출산율, 생존율, 이동률을 각각 산정하였다.

(1) 출산율 산정

① 인구동향조사(통계청, KOSIS)를 활용, 과거 5년간의 출생아 수와 성비를 산정하였다.

〈표 III-7〉 과거 5년간 김해시 출생아 수 및 성비율

구분	출생건수	출생아 수(인)		출생 성비(%)		
		남아	여아	남아	여아	
김해시	2019년	3,431	1,765	1,666	51.4	48.6
	2020년	2,995	1,545	1,450	51.6	48.4
	2021년	2,802	1,476	1,326	52.7	47.3
	2022년	2,537	1,301	1,236	51.3	48.7
	2023년	2,513	1,311	1,202	52.2	47.8

자료: 국가통계포털(KOSIS) 홈페이지(<http://kosis.kr>)

- ② 최근 5년간 인구동향조사(통계청, KOSIS)의 가임여성 모의 연령별 출산율(1,000명당 출생아 수)을 조사한 뒤 김해시 남녀 출산율 비율에 따라 김해시의 남녀 출생아 수를 배분하여 출산율을 산정하였다.
- ③ 1세별 출산율은 5세 단위로 동일한 출산율이라고 가정하였다.
- ④ 상기와 같은 방법으로 구한 과거 5년간의 출산율을 평균하여 적용하였다.
- ⑤ 산출된 평균 출산율을 적용하여 t년의 0세 인구 산정 방법은 다음과 같다.

$$t\text{년의 } 0\text{세 인구} = \sum\{(t-1)\text{년의 가임연령별}(15\text{세} \leq m \leq 49\text{세})\text{인구} \times \text{모연령별 출산율}\%$$

(남아, 여아 구분)

〈표 III-8〉 최근 5년간 김해시 가임여성 모의 연령별 출산율

구분		김해시		
		모의 연령별 출산율 (명/천명)	모의 연령별 남아 출산율(%)	모의 연령별 여아 출산율(%)
2019년	합계출산율	1.083		
	15~19세	0.8	0.041	0.039
	20~24세	8.6	0.442	0.418
	25~29세	53.6	2.757	2.603
	30~34세	100.3	5.160	4.870
	35~39세	43.1	2.217	2.093
	40~44세	6.0	0.309	0.291
	45~49세	0.3	0.015	0.015
2020년	합계출산율	0.952		
	15~19세	0.7	0.036	0.034
	20~24세	7.3	0.377	0.353
	25~29세	43.2	2.229	2.091
	30~34세	92.5	4.772	4.478
	35~39세	38.3	1.976	1.854
	40~44세	5.3	0.273	0.257
	45~49세	0.1	0.005	0.005
2021년	합계출산율	0.909		
	15~19세	0.5	0.026	0.024
	20~24세	6.2	0.327	0.293
	25~29세	38.7	2.039	1.831
	30~34세	89.1	4.693	4.217
	35~39세	38.8	2.044	1.836
	40~44세	6.1	0.321	0.289
	45~49세	0.2	0.011	0.009
2022년	합계출산율	0.842		
	15~19세	0.4	0.021	0.019
	20~24세	5.1	0.262	0.248
	25~29세	34.1	1.749	1.661
	30~34세	84.3	4.323	4.107
	35~39세	35.9	1.841	1.749

〈표 Ⅲ-8〉의 계속

구분		김해시		
		모의 연령별 출산율 (명/천명)	모의 연령별 남아 출산율(%)	모의 연령별 여아 출산율(%)
2022년	40~44세	6.6	0.338	0.322
	45~49세	0.1	0.005	0.005
	합계출산율	0.838		
2023년	15~19세	0.1	0.005	0.005
	20~24세	4.6	0.240	0.220
	25~29세	32.9	1.716	1.574
	30~34세	81.2	4.236	3.884
	35~39세	41.2	2.149	1.971
	40~44세	6.6	0.344	0.316
	45~49세	0.1	0.005	0.005

자료: 국가통계포털(KOSIS) 홈페이지(http://kosis.kr)

〈표 Ⅲ-9〉 김해시 평균 출산율 산정 결과

(단위: %)

가임연령	남	여
15~19세	0.026	0.024
20~24세	0.329	0.307
25~29세	2.098	1.952
30~34세	4.637	4.311
35~39세	2.045	1.901
40~44세	0.317	0.295
45~49세	0.008	0.008

## (2) 생존율 산정

- ① 과거 5년간의 김해시 사망자 및 성비는 통계청(KOSIS)의 자료를 적용한다.
- ② 김해시의 5세별 남/여 사망자 수를 김해시 5세별 남/여 인구로 나누어, 김해시의 5세별 남/여 사망률을 산정하고, 역으로 생존율을 산정하였다.
- ③ 1세별 사망률은 5세 단위로 동일한 사망률이라고 가정하였다.

〈표 Ⅲ-10〉 김해시 5세별 인구 및 사망자 수 현황(2018~2022년)

구분	인구(인)			사망자수(인)			사망률(%)			생존율(%)			
	총인구	남자	여자	총인구	남자	여자	총인구	남자	여자	총인구	남자	여자	
2018년	계	533,672	269,736	263,936	2,457	1,284	1,173	0.5	0.5	0.4	99.5	99.5	99.6
	0 ~ 4세	23,301	11,925	11,376	17	6	11	0.1	0.1	0.1	99.9	99.9	99.9
	5 ~ 9세	29,152	14,770	14,382	1	0	1	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
	10 ~ 14세	29,989	15,607	14,382	1	0	1	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
	15 ~ 19세	35,157	18,486	16,671	8	5	3	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
	20 ~ 24세	37,599	20,337	17,262	5	4	1	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
	25 ~ 29세	30,771	16,610	14,161	10	5	5	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
	30 ~ 34세	29,221	15,015	14,206	12	8	4	0.0	0.1	0.0	100.0	99.9	100.0
	35 ~ 39세	43,757	22,019	21,738	40	24	16	0.1	0.1	0.1	99.9	99.9	99.9
	40 ~ 44세	45,406	22,429	22,977	52	39	13	0.1	0.2	0.1	99.9	99.8	99.9
	45 ~ 49세	54,598	27,329	27,269	80	55	25	0.1	0.2	0.1	99.9	99.8	99.9
	50 ~ 54세	48,433	24,897	23,536	114	80	34	0.2	0.3	0.1	99.8	99.7	99.9
	55 ~ 59세	42,415	22,474	19,941	164	125	39	0.4	0.6	0.2	99.6	99.4	99.8
	60 ~ 64세	30,120	15,572	14,548	188	141	47	0.6	0.9	0.3	99.4	99.1	99.7
	65 ~ 69세	18,509	8,946	9,563	171	118	53	0.9	1.3	0.6	99.1	98.7	99.4
	70 ~ 74세	13,189	5,915	7,274	234	147	87	1.7	2.4	1.2	98.3	97.6	98.8
	75 ~ 79세	11,042	4,261	6,781	356	186	170	3.1	4.2	2.4	96.9	95.8	97.6
80 ~ 84세	6,713	2,185	4,528	419	160	259	5.9	6.8	5.4	94.1	93.2	94.6	
85 ~ 89세	3,097	733	2,364	386	134	252	11.1	15.5	9.6	88.9	84.5	90.4	
90세 이상	1,203	226	977	199	47	152	14.2	17.2	13.5	85.8	82.8	86.5	
2019년	계	542,455	274,336	268,119	2,425	1,257	1,168	0.4	0.5	0.4	99.6	99.5	99.6
	0 ~ 4세	22,518	11,563	10,955	13	7	6	0.1	0.1	0.1	99.9	99.9	99.9
	5 ~ 9세	29,600	14,979	14,621	2	2	0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
	10 ~ 14세	29,837	15,470	14,367	4	4	0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
	15 ~ 19세	33,411	17,644	15,767	7	4	3	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
	20 ~ 24세	36,983	20,062	16,921	14	8	6	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
	25 ~ 29세	32,441	17,473	14,968	10	6	4	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
	30 ~ 34세	30,048	15,612	14,436	24	14	10	0.1	0.1	0.1	99.9	99.9	99.9
	35 ~ 39세	42,845	21,686	21,159	48	32	16	0.1	0.1	0.1	99.9	99.9	99.9
	40 ~ 44세	45,155	22,449	22,706	44	26	18	0.1	0.1	0.1	99.9	99.9	99.9
	45 ~ 49세	54,463	27,142	27,321	101	67	34	0.2	0.2	0.1	99.8	99.8	99.9

〈표 III-10〉의 계속

구분	인구(인)			사망자수(인)			사망률(%)			생존율(%)			
	총인구	남자	여자	총인구	남자	여자	총인구	남자	여자	총인구	남자	여자	
2019년	50 ~ 54세	50,952	25,909	25,043	113	84	29	0.2	0.3	0.1	99.8	99.7	99.9
	55 ~ 59세	43,723	22,996	20,727	167	121	46	0.4	0.5	0.2	99.6	99.5	99.8
	60 ~ 64세	32,947	17,056	15,891	173	120	53	0.5	0.7	0.3	99.5	99.3	99.7
	65 ~ 69세	20,191	9,970	10,221	174	114	60	0.9	1.1	0.6	99.1	98.9	99.4
	70 ~ 74세	13,984	6,330	7,654	200	124	76	1.4	1.9	1.0	98.6	98.1	99.0
	75 ~ 79세	11,302	4,464	6,838	334	181	153	2.9	3.9	2.2	97.1	96.1	97.8
	80 ~ 84세	7,201	2,403	4,798	422	193	229	5.5	7.4	4.6	94.5	92.6	95.4
	85 ~ 89세	3,479	855	2,624	338	101	237	8.9	10.6	8.3	91.1	89.4	91.7
	90세 이상	1,375	273	1,102	235	48	187	14.6	15.0	14.5	85.4	85.0	85.5
	계	542,338	274,313	268,025	2,515	1,347	1,168	0.5	0.5	0.4	99.5	99.5	99.6
2020년	0 ~ 4세	20,162	10,375	9,787	8	3	5	0.0	0.0	0.1	100.0	100.0	99.9
	5 ~ 9세	29,147	14,763	14,384	1	0	1	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
	10 ~ 14세	30,388	15,597	14,791	4	2	2	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
	15 ~ 19세	30,881	16,260	14,621	7	6	1	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
	20 ~ 24세	36,136	19,766	16,370	13	4	9	0.0	0.0	0.1	100.0	100.0	99.9
	25 ~ 29세	32,975	17,875	15,100	10	6	4	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
	30 ~ 34세	29,539	15,444	14,095	16	14	2	0.1	0.1	0.0	99.9	99.9	100.0
	35 ~ 39세	40,015	20,425	19,590	39	26	13	0.1	0.1	0.1	99.9	99.9	99.9
	40 ~ 44세	45,496	22,717	22,779	43	27	16	0.1	0.1	0.1	99.9	99.9	99.9
	45 ~ 49세	52,975	26,231	26,744	92	67	25	0.2	0.3	0.1	99.8	99.7	99.9
	50 ~ 54세	52,595	26,667	25,928	123	88	35	0.2	0.3	0.1	99.8	99.7	99.9
	55 ~ 59세	44,360	23,143	21,217	144	106	38	0.3	0.5	0.2	99.7	99.5	99.8
	60 ~ 64세	35,812	18,555	17,257	184	135	49	0.5	0.7	0.3	99.5	99.3	99.7
	65 ~ 69세	22,494	11,160	11,334	207	154	53	0.9	1.4	0.5	99.1	98.6	99.5
	70 ~ 74세	15,253	6,958	8,295	228	139	89	1.5	2.0	1.1	98.5	98.0	98.9
	75 ~ 79세	11,144	4,491	6,653	347	201	146	3.0	4.3	2.1	97.0	95.7	97.9
	80 ~ 84세	7,689	2,612	5,077	378	173	205	4.7	6.2	3.9	95.3	93.8	96.1
85 ~ 89세	3,778	972	2,806	393	138	255	9.4	12.4	8.3	90.6	87.6	91.7	
90세 이상	1,499	302	1,197	278	58	220	15.6	16.1	15.5	84.4	83.9	84.5	

〈표 III-10〉의 계속

구분	인구(인)			사망자수(인)			사망률(%)			생존율(%)			
	총인구	남자	여자	총인구	남자	여자	총인구	남자	여자	총인구	남자	여자	
2021년	계	537,673	271,899	265,774	2,624	1,386	1,238	0.5	0.5	0.5	99.5	99.5	99.5
	0 ~ 4세	17,702	9,142	8,560	7	5	2	0.0	0.1	0.0	100.0	99.9	100.0
	5 ~ 9세	28,152	14,288	13,864	0	0	0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
	10 ~ 14세	30,521	15,576	14,945	4	0	4	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
	15 ~ 19세	29,580	15,520	14,060	11	8	3	0.0	0.1	0.0	100.0	99.9	100.0
	20 ~ 24세	34,263	18,863	15,400	16	9	7	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
	25 ~ 29세	32,321	17,511	14,810	16	13	3	0.0	0.1	0.0	100.0	99.9	100.0
	30 ~ 34세	29,694	15,608	14,086	18	11	7	0.1	0.1	0.0	99.9	99.9	100.0
	35 ~ 39세	36,528	18,656	17,872	31	21	10	0.1	0.1	0.1	99.9	99.9	99.9
	40 ~ 44세	45,980	23,116	22,864	47	28	19	0.1	0.1	0.1	99.9	99.9	99.9
	45 ~ 49세	50,098	24,667	25,431	91	63	28	0.2	0.3	0.1	99.8	99.7	99.9
	50 ~ 54세	54,291	27,293	26,998	109	85	24	0.2	0.3	0.1	99.8	99.7	99.9
	55 ~ 59세	44,427	23,245	21,182	154	110	44	0.3	0.5	0.2	99.7	99.5	99.8
	60 ~ 64세	38,592	20,028	18,564	213	153	60	0.5	0.8	0.3	99.5	99.2	99.7
	65 ~ 69세	24,625	12,254	12,371	208	152	56	0.8	1.2	0.5	99.2	98.8	99.5
	70 ~ 74세	16,057	7,377	8,680	213	133	80	1.3	1.8	0.9	98.7	98.2	99.1
	75 ~ 79세	11,083	4,641	6,442	307	163	144	2.7	3.4	2.2	97.3	96.6	97.8
80 ~ 84세	8,105	2,717	5,388	474	231	243	5.5	7.8	4.3	94.5	92.2	95.7	
85 ~ 89세	4,111	1,120	2,991	404	125	279	8.9	10.0	8.5	91.1	90.0	91.5	
90세 이상	1,543	277	1,266	301	76	225	16.3	21.5	15.1	83.7	78.5	84.9	
2022년	계	535,129	270,652	264,477	3,013	1,596	1,417	0.6	0.6	0.5	99.4	99.4	99.5
	0 ~ 4세	16,046	8,312	7,734	11	8	3	0.1	0.1	0.0	99.9	99.9	100.0
	5 ~ 9세	26,334	13,467	12,867	0	0	0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
	10 ~ 14세	30,275	15,364	14,911	4	2	2	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
	15 ~ 19세	29,839	15,576	14,263	5	3	2	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
	20 ~ 24세	31,770	17,606	14,164	9	7	2	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
	25 ~ 29세	31,510	17,135	14,375	16	12	4	0.1	0.1	0.0	99.9	99.9	100.0
	30 ~ 34세	30,480	16,162	14,318	22	15	7	0.1	0.1	0.0	99.9	99.9	100.0
	35 ~ 39세	33,530	17,195	16,335	34	25	9	0.1	0.1	0.1	99.9	99.9	99.9
	40 ~ 44세	46,017	23,220	22,797	51	32	19	0.1	0.1	0.1	99.9	99.9	99.9

〈표 III-10〉의 계속

구분	인구(인)			사망자수(인)			사망률(%)			생존율(%)			
	총인구	남자	여자	총인구	남자	여자	총인구	남자	여자	총인구	남자	여자	
2022년	45 ~ 49세	48,367	23,749	24,618	80	50	30	0.2	0.2	0.1	99.8	99.8	99.9
	50 ~ 54세	54,641	27,452	27,189	110	82	28	0.2	0.3	0.1	99.8	99.7	99.9
	55 ~ 59세	45,533	23,464	22,069	172	138	34	0.4	0.6	0.2	99.6	99.4	99.8
	60 ~ 64세	40,579	21,136	19,443	225	175	50	0.6	0.8	0.3	99.4	99.2	99.7
	65 ~ 69세	26,699	13,331	13,368	261	182	79	1.0	1.3	0.6	99.0	98.7	99.4
	70 ~ 74세	17,255	8,079	9,176	281	185	96	1.6	2.2	1.0	98.4	97.8	99.0
	75 ~ 79세	11,366	4,827	6,539	354	202	152	3.0	4.0	2.3	97.0	96.0	97.7
	80 ~ 84세	8,817	3,071	5,746	525	240	285	5.6	7.2	4.7	94.4	92.8	95.3
	85 ~ 89세	4,368	1,194	3,174	512	173	339	10.5	12.7	9.6	89.5	87.3	90.4
	90세 이상	1,703	312	1,391	341	65	276	16.7	17.2	16.6	83.3	82.8	83.4

자료: 국가통계포털(KOSIS) 홈페이지(<http://kosis.kr>)

이렇게 산정된 김해시의 최근 5년간(2018~2022년)의 5세별 생존율의 평균은 다음과 같다.

〈표 III-11〉 과거 5년간 김해시 남녀별 평균 생존율

구분	사망률(%)			생존율(%)		
	총인구	남자	여자	총인구	남자	여자
0 ~ 4세	0.056	0.058	0.053	99.944	99.942	99.947
5 ~ 9세	0.003	0.003	0.003	99.997	99.997	99.997
10 ~ 14세	0.011	0.010	0.012	99.989	99.990	99.988
15 ~ 19세	0.024	0.031	0.016	99.976	99.969	99.984
20 ~ 24세	0.032	0.033	0.031	99.968	99.967	99.969
25 ~ 29세	0.039	0.048	0.027	99.961	99.952	99.973
30 ~ 34세	0.062	0.079	0.042	99.938	99.921	99.958
35 ~ 39세	0.097	0.128	0.065	99.903	99.872	99.935
40 ~ 44세	0.104	0.133	0.074	99.896	99.867	99.926
45 ~ 49세	0.170	0.233	0.108	99.830	99.767	99.892
50 ~ 54세	0.218	0.316	0.117	99.782	99.684	99.883
55 ~ 59세	0.362	0.518	0.191	99.638	99.482	99.809

〈표 Ⅲ-11〉의 계속

구분	사망률(%)			생존율(%)		
	총인구	남자	여자	총인구	남자	여자
60 ~ 64세	0.551	0.780	0.303	99.449	99.220	99.697
65 ~ 69세	0.897	1.273	0.528	99.103	98.727	99.472
70 ~ 74세	1.508	2.063	1.035	98.492	97.937	98.965
75 ~ 79세	2.946	3.955	2.248	97.054	96.045	97.752
80 ~ 84세	5.448	7.111	4.578	94.552	92.889	95.422
85 ~ 89세	9.760	12.230	8.886	90.240	87.770	91.114
90세 이상	15.488	17.410	15.029	84.512	82.590	84.971

(3) 이동을 산정

① 김해시의 과거 5년간(2018년~2022년)의 전출입자료를 이용, 평균이동률을 산출하였다.

〈표 Ⅲ-12〉 과거 5년간 김해시 전출입 현황

(단위: 인)

구분	2018년		2019년		2020년		2021년		2022년	
	전입	전출	전입	전출	전입	전출	전입	전출	전입	전출
계	55,925	55,510	76,273	68,644	61,638	62,359	58,036	61,982	52,257	54,109
남자	29,121	28,841	39,386	35,347	32,085	32,331	30,366	32,458	27,172	27,959
여자	26,804	26,669	36,887	33,297	29,553	30,028	27,670	29,524	25,085	26,150

자료: 국가통계포털(KOSIS) 홈페이지 (<http://kosis.kr>)

② 평균적인 전출입에 의한 인구이동률을 산정하려면 과거 개발 등에 따른 일시적 이동을 증가는 배제해야 한다. 본 검토에서는 5년 주기의 주택 총조사(통계청 KOSIS)자료와 김해시 통계연보를 활용하여 경상남도 및 김해시의 5년간 평균 증가율을 살펴 보았으며 그 결과, 경상남도의 5년 평균 주택 증가율은 1.74%이고, 김해시는 3.27%로 나타났다. 이에 김해시의 평균 주택 증가율이 경상남도의 평균 주택 증가율을 초과하므로 초과증가율을 최근 5년간 전입 현황에서 제외하여 전입자 수를 보정하였다.

〈표 III-13〉 일시적 인구이동

구분		경상남도	김해시
주택 수(채)	2018년	1,226,708	173,974
	2019년	1,266,739	189,429
	2020년	1,296,944	193,783
	2021년	1,306,263	194,064
	2022년	1,311,971	196,704
주택증가율(%)	2019년	3.26	8.88
	2020년	2.38	2.30
	2021년	0.72	0.15
	2022년	0.44	1.36
	평균 증가율	1.74	3.27

자료: 국가통계포털(KOSIS) 홈페이지(http://kosis.kr)

- ③ 상기에서 검토한 결과를 토대로 과거 순유입률이 미래의 순유입률에 끼치는 영향을 검토하기 위하여 김해시의 과거 인구와 전출입자 수를 비교한 후 과거 순유입률을 산정하였다.

$$\text{과거 순유입률} = (t\text{년 전입자} - t\text{년 전출자}) / (t-1\text{년 총인구} + t\text{년 총인구}) / 2$$

- ④ 조성법에서는 일반적으로 과거의 순유입률이 미래에도 적용될 것으로 가정하지만, 전국의 지역별 인구이동률(순유입률) 자료를 분석한 결과를 보면 미래 순유입률은 과거의 순유입률에 의해서 약 55% 정도만 결정되고 나머지 약 45%는 평균으로의 회귀에 의해서 결정되는 것으로 나타났다. 따라서 산정된 김해시의 평균 유입률에 아래의 산식을 적용하여 총괄 이동률을 산정하였다.

$$\text{순유입률}_{\text{지역,t기}} = \text{순유입률}_{\text{지역,t-1기}} \times 0.546 - 0.0039$$

- ⑤ 통계자료를 이용하여 김해시의 1세별 이동률을 산정하여 상기와 같이 조정된 이동률을 적용하고 각 연령별 평균 이동률을 추정하였으며, 인구수에 대한 성비 및 연령별 이동률을 산정한 후 총괄 이동률을 배분하여 1세별 이동률을 추정하였다.

〈표 Ⅲ-14〉는 1세별 평균이동률 산정 결과이다.

〈표 Ⅲ-14〉 김해시 평균이동률 산정 결과

(단위: %)

구분	남	여	구분	남	여
계	-0.439	-0.468	43세	0.124	0.067
0세	0.289	0.184	44세	0.124	0.067
1세	0.289	0.184	45세	0.068	0.060
2세	0.289	0.184	46세	0.068	0.060
3세	0.289	0.184	47세	0.068	0.060
4세	0.289	0.184	48세	0.068	0.060
5세	0.086	0.029	49세	0.068	0.060
6세	0.086	0.029	50세	0.003	-0.006
7세	0.086	0.029	51세	0.003	-0.006
8세	0.086	0.029	52세	0.003	-0.006
9세	0.086	0.029	53세	0.003	-0.006
10세	-0.022	0.017	54세	0.003	-0.006
11세	-0.022	0.017	55세	0.032	0.083
12세	-0.022	0.017	56세	0.032	0.083
13세	-0.022	0.017	57세	0.032	0.083
14세	-0.022	0.017	58세	0.032	0.083
15세	-0.180	-0.284	59세	0.032	0.083
16세	-0.180	-0.284	60세	-0.004	0.046
17세	-0.180	-0.284	61세	-0.004	0.046
18세	-0.180	-0.284	62세	-0.004	0.046
19세	-0.180	-0.284	63세	-0.004	0.046
20세	-1.291	-1.184	64세	-0.004	0.046
21세	-1.291	-1.184	65세	0.016	0.046
22세	-1.291	-1.184	66세	0.016	0.046
23세	-1.291	-1.184	67세	0.016	0.046
24세	-1.291	-1.184	68세	0.016	0.046
25세	-0.608	-0.225	69세	0.016	0.046
26세	-0.608	-0.225	70세	0.060	0.054
27세	-0.608%	-0.225	71세	0.060	0.054

〈표 III-14〉의 계속

(단위: %)

구분	남	여	구분	남	여
28세	-0.608	-0.225	72세	0.060	0.054
29세	-0.608	-0.225	73세	0.060	0.054
30세	0.434	0.273	74세	0.060	0.054
31세	0.434	0.273	75세	0.035	0.061
32세	0.434	0.273	76세	0.035	0.061
33세	0.434	0.273	77세	0.035	0.061
34세	0.434	0.273	78세	0.035	0.061
35세	0.464	0.211	79세	0.035	0.061
36세	0.464	0.211	80세	0.056	0.099
37세	0.464	0.211	81세	0.056	0.099
38세	0.464	0.211	82세	0.056	0.099
39세	0.464	0.211	83세	0.056	0.099
40세	0.124	0.067	84세	0.056	0.099
41세	0.124	0.067	85세 이상	0.056	0.099
42세	0.124	0.067			

라) 사회적 외부유입 인구 산정

인구 예측에서 또 하나의 변수는 특정 지역의 대규모 개발이다. 즉 이에 의해 타 지역에 주거하고 있는 인구가 대규모 유입되어 인구 증가를 견인할 수 있다. 이러한 내용을 파악하기 위하여 김해시에 접수된 개발사업 계획을 참조하였으며, 주무관청에서 제시한 김해시 개발계획은 다음과 같다.

〈표 III-15〉 김해시 개발사업 현황

(단위: 인, 세대)

하수처리 구역	개발 유형	사업명	계획 인구	계획 세대수	입주 예정연도	사업승인단계	2023년 기준 진행단계	적용 여부
장유	도시개발	주촌선천지구	22,827	7,599	2021	실시계획 승인	완료	X
화목	도시개발	어방지구	9,387	3,930	2022	실시계획 승인	완료	X
장유	도시개발	장유신문지구	8,009	2,966	2025	실시계획 승인	공사 중	적용
장유	도시개발	신문1지구	7,893	2,923	2025	실시계획 승인	공사 중	적용
장유	도시개발	내덕지구	8,362	2,986	2024	실시계획 승인	공사 중	적용
장유	도시개발	무계지구	2,295	850	2024	실시계획 승인	공사중	적용
화목	도시개발	삼어지구	6,904	2,891	2024	실시계획 승인	공사중	적용
진례	도시개발	시례지구	14,946	6,306	2024	실시계획 승인	공사 중	적용
화목	도시개발	안동1지구	7,830	2,900	2024	실시계획 승인	공사중	적용
화목	도시개발	내동경운지구	997	397	2025	실시계획 승인	공사 중	적용
화목	도시개발	삼계나전지구	8,233	3,000	2026	실시계획 승인	공사 중	적용
화목	주거환경	(김해외동 지역주택조합 아파트)	936	360	2020	실시계획 승인	완료	X
화목	주거환경	(김해북부한라비발디 지역주택조합 아파트)	1,029	396	2020	실시계획 승인	완료	X
장유	주거환경	(울하 이엘 지역주택조합 아파트)	9,786	4,393	2025	실시계획 승인	공사중	적용
장유	주거환경	(장유 경동리인 하이스트 2차)	2,280	877	2024	실시계획 승인	공사중	적용
화목	주거환경	(외동 공동주택)	153	59	2020	실시계획 승인	완료	X
장유	주거환경	(김해장유 지역주택조합 1단지 아파트)	1,965	756	2024	실시계획 승인	공사중	적용
장유	주거환경	(김해장유 지역주택조합 2단지 아파트)	1,536	591	2024	실시계획 승인	공사중	적용
장유	주거환경	(신문동 임대아파트)	1,518	584	2024	실시계획 승인	공사중	적용
화목	주거환경	(삼계두곡 지역주택조합 아파트)	5,033	1,936	2021	실시계획 승인	완료	X
화목	주거환경	(연지공원 푸르지오 아파트)	2,116	814	2022	실시계획 승인	완료	X
화목	주거환경	(삼계감분 지역주택조합 아파트)	1,635	629	2023	실시계획 승인	완료	X
화목	주거환경	(부원동 지역주택조합)	1,635	398	2026	실시계획 승인	공사중	적용
장유	주거환경	(김해 골든루트산업단지 공동주택 2단지)(임대)	3,879	1,492	2026	실시계획 승인	공사중	적용

〈표 III-15〉의 계속

(단위: 인, 세대)

하수처리 구역	개발 유형	사업명	계획 인구	계획 세대수	입주 예정연도	사업승인단계	2023년 기준 진행단계	적용 여부
장유	주거환경	(김해 골든루트산업단지 공동주택 1단지)(임대)	1,825	702	2026	실시계획 승인	공사중	적용
화목	주거환경	쌍용 더플래티넘삼계 (삼계6지구 공동주택)	657	253	2025	실시계획 승인	공사중	적용
화목	주거환경	외동 271번지 공동주택 (외동2지구)	377	145	2025	실시계획 승인	공사중	적용
화목	주거환경	삼계동 1027-3 공동주택(감분2지구)	1,638	253	2025	실시계획 승인	공사중	적용
화목	주거환경	삼계동 397-1 공동주택 (삼계7지구)	780	299	2026	실시계획 승인	공사중	적용
장유	주거환경	(장유삼문 지역주택조합)	1,989	423	2026	실시계획 승인	공사중	적용
화목	주거환경	(안동 지역주택조합)	2,797	1,539	2024	실시계획 승인	공사중	적용
진례	주거환경	LH (진례 공공임대 공급촉진지구)	10,589	4,433	2025	실시계획 승인	공사중	적용
화목	주거환경	(외동주공아파트 주택 재건축정비사업)	2,974	1,135	2027	실시계획 승인	공사중	적용
화목	주거환경	삼계 기업형 임대주택 공급촉진지구	17,133	6,346	2025	실시계획 승인	공사중	적용
화목	주거환경	구산동 공동주택 (구산 푸르지오)	1,388	534	2024	실시계획 승인	공사중	적용
계			173,331	66,095				

자료: 주무관청 질의답변서

주무관청이 금회 질의답변서에서 제시한 김해시 개발계획은 총 35개 개발사업이며, 제시된 개발계획은 모두 실시계획 승인 및 사업계획 승인을 득하였다. 이 중 2023년 말 기준으로 완료된 사업 8개 사업을 제외한 27개 사업에 대해 본 검토 사회적 외부 유입 인구 산정에 반영여부를 검토하였다.

장래 개발계획은 여러 단계의 중앙정부와 혹은 지방자치단체의 계획과정을 거치게 되며, 여건 변화에 따라 사업이 중도에 취소될 수 있으며, 사업이 실현되더라도 시설 규모의 변경 등을 통해 축소될 가능성이 있다. 따라서, 주무부처가 제시한 개발계획들이 예비타당성 조사에서 일반적으로 적용하는 개발계획 반영 단계에 해당하는 경우, 사회적 외부 유입 인구 산정에 반영하였다.

사회적 외부 유입 인구는 개발계획에 따른 외부 유입률을 적용하여 산정한 인구와 조성법에 따라 평균 주택 증가 수, 외부 유입 주택 수 등을 반영하여 산정한 인구를 비교할 필요가 있다. 두가지 방법 중 보다 현실적인 외부 유입 인구 전망치를 금회 사회적 외부 유입 인구로 결정하고자 하였다.

상기 제시된 바와 같이 두 가지 방법에 따라 산정한 사회적 외부 유입 인구는 다음과 같다.

(1) 외부 유입률을 반영하여 사회적 외부 유입 인구 산정

외부 유입률 추정을 위해 주무관청에 과거 유사 개발사업의 사례를 질의로 요청하였으나 관련 자료 확보가 어려워 수도사업 수요 산정 시 외부 유입률 적용에 주로 적용되는 「상수도 수요량 예측 업무편람」(환경부, 2022.)의 개발사업 유형별, 도시 특성별 외부 유입률을 적용하였다.

「상수도 수요량 예측 업무편람」(환경부, 2022.)상의 김해시는 안정형 중 농촌형을 반영하였다.

〈표 III-16〉 지역별, 개발사업 유형별 외부유입률

(단위: %)

시·군·구 유형			개발사업 유형별 평균				
			택지개발	도시개발	재개발	재건축	주거환경
특·광역시	성장형	도시형	68.64	64.81	62.48	58.64	52.04
		농촌형	67.47	63.64	61.31	57.47	50.87
	안정형	도시형	70.55	66.72	64.39	60.55	53.95
		농촌형	72.83	69.00	66.67	62.83	56.23
시·군	성장형	도시형	44.63	54.39	43.79	40.10	50.68
		농촌형	37.06	46.83	36.22	32.53	43.11
	안정형	도시형	36.00	45.76	35.16	31.47	42.05
		농촌형	<b>28.43</b>	<b>38.20</b>	<b>27.59</b>	<b>23.91</b>	<b>34.48</b>

자료: 환경부, 「상수도 수요량 예측 업무편람」, 2022.

〈표 III-17〉 외부유입률 방식에 의한 사회적 유입 인구 산정

(단위: 인, %)

지역	개발유형	사업명	계획인구	외부유입률(%)	적용인구	입주연도
장유	도시개발	장유신문지구	8,009	38.2	3,059	2025
장유	도시개발	신문1지구	7,893	38.2	3,015	2025
장유	도시개발	내덕지구	8,362	38.2	3,194	2024
장유	도시개발	무계지구	2,295	38.2	877	2024
화목	도시개발	삼여지구	6,904	38.2	2,637	2024
진례	도시개발	시례지구	14,946	38.2	5,709	2024
화목	도시개발	안동1지구	7,830	38.2	2,991	2024
화목	도시개발	내동경운지구	997	38.2	381	2025
화목	도시개발	삼계나전지구	8,233	38.2	3,145	2026
장유	주거환경	(울하 이엘 지역주택조합 아파트)	9,786	34.5	3,374	2025
장유	주거환경	(장유 경동리인 하이스트 2차)	2,280	34.5	786	2024
장유	주거환경	(김해장유 지역주택조합 1단지 아파트)	1,965	34.5	678	2024
장유	주거환경	(김해장유 지역주택조합 2단지 아파트)	1,536	34.5	530	2024
장유	주거환경	(신문동 임대아파트)	1,518	34.5	523	2024
화목	주거환경	(부원동 지역주택조합)	1,635	34.5	564	2026
장유	주거환경	(김해 골든루트산업단지 공동주택 2단지) (임대)	3,879	34.5	1,337	2026
장유	주거환경	(김해 골든루트산업단지 공동주택 1단지) (임대)	1,825	34.5	629	2026
화목	주거환경	쌍용 더플래티넘삼계(삼계6지구 공동주택)	657	34.5	227	2025
화목	주거환경	외동 271번지 공동주택(외동2지구)	377	34.5	130	2025
화목	주거환경	삼계동 1027-3 공동주택(감분2지구)	1,638	34.5	565	2025
화목	주거환경	삼계동 397-1 공동주택(삼계7지구)	780	34.5	269	2026
장유	주거환경	(장유삼문 지역주택조합)	1,989	34.5	686	2026
화목	주거환경	(안동 지역주택조합)	2,797	34.5	964	2024
진례	주거환경	LH (진례 공공임대 공급촉진지구)(임대)	10,589	34.5	3,651	2025
화목	주거환경	(외동주공아파트 주택재건축정비사업)	2,974	34.5	1,025	2027
화목	주거환경	삼계 기업형 임대주택 공급촉진지구	17,133	34.5	5,907	2025
화목	주거환경	구산동 공동주택(구산 푸르지오)	1,388	34.5	479	2024
계			130,215		47,332	

(2) 초과 주택 수에 의한 사회적 외부 유입 인구 산정

선정된 택지개발에 따른 공급 주택 수에서 해당 지역의 평균적인 주택 증가 수에 가구 적용 계수를 곱하여 신규 유입 인구를 산정하였다. 즉, 주택 총조사 자료에 나타난 주택당 거주자 수는 가구당 인구수나 세대당 인구수보다 다소 높지만, 2015년 약 3.5명에서 2019년 약 3.2명까지 급속히 하락하는 추세이다. 이에 본 검토에서는 「환경분야 민간투자사업 적격성조사 지침 개정 연구」(한국개발연구원, 2018. 6.)에 근거하여 연도별 장래 평균 주택 증가율을 바탕으로 가구당 인구의 추세식을 추정하여 개발 계획별로 가구당 인구 계수를 산정하여 적용하였다.

또한 지침에 따라 평균적인 개발에 따른 유입은 이동률에 반영되므로 평균을 초과하여 마련되는 주택에 의해 유입되는 인구를 사회적 외부 유입 인구로 산정하여야 한다. 따라서 사회적 외부 유입 인구 산정 시에는 연도별로 각 개발계획에 따라 입주하는 가구 수의 합에서 연도별 평균 주택 증가 수를 제외하였다.

아울러, 단계별 입주율은 「택지 및 산업단지 장래 개발계획 반영 시 고려사항」(한국개발연구원, 2014. 7.)에 근거하여 최초 입주 연도 70%, 1년 후 20%, 2년 후 10%를 적용하였다.

단계별 입주율 계획을 지역적 특성이나 택지지구나 사회적 인지도, 경제적 특성 등으로 인해 예측하기에는 상당히 어려운 문제이다. 극단적인 예로 택지사업 완료 후 입주율을 초기에 100% 적용하였다가 20%의 입주율을 나타낼 경우, 폐기물 발생량이 과다하게 예측될 수 있기 때문이다. 반대로 단계별 입주율을 작게 적용했다가 단기간에 높은 입주율이 발생할 경우, 시설용량이 부족하여 단계별 증설계획을 앞당길 수도 있어 시설투자에 고비용을 초래할 수 있다. 가장 좋은 방법은 그 지역의 택지지구나 보금자리 등 유사한 특성을 가진 사례를 비교하여 적용하는 것이라 판단된다.

그러나 기존의 조성법 적용 사례들을 살펴보면 관련 근거자료가 부족하므로 완공 후 10년이 지나면 입주율이 100%가 될 수 있도록 등차 증가를 가정하였다.

〈표 III-18〉 계획인구 규모에 따른 연도별 계획인구 반영 비율

(단위: %)

계획인구 규모	최초 입주 연도	1년 후	2년 후	3년 후	4년 후
10만명 초과	30	40	15	10	5
5만~10만명	50	30	10	10	-
5만명 이하	70	20	10	-	-

자료: 한국개발연구원, 「택지 및 산업단지 장래 개발계획 반영 시 고려사항」, 2014. 7.

본 사업 대상 처리 구역의 개발계획에 따른 계획 세대 수를 최근 연도(2022년) 자료인 김해시 주택 수로 나누어 개발 계획별 장래 평균 주택 증가율을 구하고, 「환경분야 민간투자사업 적격성조사 지침 개정 연구」(한국개발연구원, 2018. 6.)에 제시된 가구당 계수를 구하는 추세식에 적용하여 외부 유입 인구 계수를 산정하였다. 김해시의 평균 주택 증가율을 초과하는 계획 세대 수를 바탕으로 외부 유입 인구 계수 및 「택지 및 산업단지 장래 개발계획 반영 시 고려사항」(한국개발연구원, 2014. 7.) 가이드라인의 연도별 입주율을 바탕으로 외부 유입 인구를 산정하였다.

〈표 Ⅲ-19〉 초과 주택 수에 의한 사회적 유입 인구 산정

(단위: 세대)

사업명	2024년	2025년	2026년	2027년	2028년	2028년	2029년	2030년
장유신문지구		2,966		-				
신문1지구		2,923		-				
내덕지구	2,986			-				
무계지구	850			-				
삼어지구	2,891			503				
시례지구	6,306							
안동1지구	2,900							
내동경운지구		397						
삼계나전지구			3,000					
(올하 이엘 지역주택조합 아파트)		4,393						
(장유 경동리인 하이스트 2차)	877							
(김해장유 지역주택조합 1단지 아파트)	756							
(김해장유 지역주택조합 2단지 아파트)	591							
(신문동 임대아파트)	584							
(부원동 지역주택조합)			398					
(김해 골든루트산업단지 공동주택 2단지)(임대)			1,492					
(김해 골든루트산업단지 공동주택 1단지)(임대)			702					
쌍용 더플래티넘삼계 (삼계6지구 공동주택)		253						
외동 271번지 공동주택(외동2지구)		145						
삼계동 1027-3 공동주택(삼계2지구)		253						
삼계동 397-1 공동주택(삼계7지구)			299					
(장유삼문 지역주택조합)			423					

〈표 III-19〉의 계속

(단위: 세대)

사업명	2024년	2025년	2026년	2027년	2028년	2028년	2029년	2030년
(안동 지역주택조합)	1,539							
NH(진례 공공임대 공급촉진지구)(임대)		4,433						
(외동주공아파트 주택재건축정비사업)				1,135				
삼계 기업형 임대주택 공급촉진지구		6,346						
구산동 공동주택(구산 푸르지오)	534							
총계(계획세대수)(A)	20,814	22,109	6,314	1,135				
장래평균주택증가율 (A÷2022년 주택수)	10.58	11.24	3.21	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00
외부유입 인구계수	2.50	2.50	1.40	0.31	0.07	0.07	0.07	0.07
김해시의 평균 주택증가수(B)	5,683	5,683	5,683	5,683	5,683	5,683	5,683	5,683
외부유입주택수(C=A-B)	15,132	16,427	632	-4,548	-5,683	-5,683	-5,683	-5,683
<b>외부유입 인구 (D=외부유입 인구계수×C× 연도별 입주율)</b>	<b>26,480</b>	<b>36,312</b>	<b>12,613</b>	<b>4,283</b>	<b>88</b>			

주: 1. 외부유입주택수가 (-)로 산정된 주택수는 '0'으로 간주함  
 2. 장래평균주택증가율이 6% 이상은 외부유입 인구계수 2.5를 적용함

(3) 사회적 외부 유입 인구 결정

본 검토에서는 과거 10년간 김해시의 인구가 매년 감소 추세인 점, 최근 5년간 전입인구보다 전출인구가 많은 점, 수도권에 비해 단위 개발계획 규모가 작고 타 지자체 외부 유입 인구가 크지 않은 점 등을 고려하여, 「환경분야 민간투자사업 적격성조사 지침 개정 연구」(한국개발연구원, 2018. 6.)에 따라 두 방법 중 보다 현실적인 유입 인구 전망치를 보인 외부유입률에 의한 산정방법을 채택하였다.

〈표 III-20〉 사회적 외부 유입 인구 결정

(단위: 인)

구분	계	2024년	2025년	2026년	2027년	2028년	2029년	2030년	적용
외부유입률에 의한 산정	47,332	13,558	18,090	10,640	4,074	868	103	-	◎
초과 주택수에 의한 산정	79,777	26,480	36,312	12,613	4,283	88	-	-	

마) 인구밀도에 따른 이동률 보정

인구밀도가 낮아지면 다른 지역으로의 인구 순유출이 감소하고, 인구밀도가 높아지면 규모의 비경제로 인해 인구 순유입이 감소할 수 있으므로 인구밀도 증감에 따른 이동률 보정을 실시한다. 과거의 성별·연령별 이동률을 미래에 그대로 적용한 결과 지속적으로 인구가 증가하거나 감소하는 경우가 발생할 수 있으므로 이를 방지하기 위한 보정이다.

개발계획 유무에 따라 인구밀도와 이동률 간 관계는 달라지는데 개발계획이 없을 경우 인구밀도가 이동률에 미치는 영향은 더 커진다. 개발계획이 없는 지역은 인구밀도 1% 증감 시 0.035%를 이동률에서 증감시키며, 개발계획(주택공급계획)이 있는 지역은 전년도 인구밀도 1% 증감 시 0.019%를 이동률에서 증감시키게 된다.

바) 계획인구 추정 결과

현재(2023년 말 기준, 외국인 제외)의 김해시 인구 구성을 기초로 생존율, 출산율 및 순유입률과 인구밀도에 따른 보정을 거쳐 산정된 자연적 증가 인구나 사회적 인구를 합산하여 산정된 인구추정 결과는 다음과 같다.

〈표 Ⅲ-21〉 김해시 계획인구 산정 결과

(단위: 인)

구분	조성법			외국인	계
	자연적	사회적	소계		
2023년	533,659	-	533,659	21,425	555,084
2024년	532,963	13,558	546,520	21,425	567,945
2025년	545,403	18,090	563,493	21,425	584,918
2026년	561,842	10,640	572,482	21,425	593,907
2027년	570,981	4,074	575,055	21,425	596,480
2028년	573,450	868	574,318	21,425	595,743
<b>2029년 (가동지표연도)</b>	<b>572,513</b>	<b>103</b>	<b>572,616</b>	<b>21,425</b>	<b>594,041</b>
2030년	570,679	-	570,679	21,425	592,104
2031년	568,554	-	568,554	21,425	589,979
2032년	566,176	-	566,176	21,425	587,601
2033년	563,572	-	563,572	21,425	584,997

〈표 III-21〉의 계속

(단위: 인)

구분	조성법			외국인	계
	자연적	사회적	소계		
<b>2034년</b> (단기목표연도)	<b>560,730</b>	-	<b>560,730</b>	<b>21,425</b>	<b>582,155</b>
2035년	557,621	-	557,621	21,425	579,046
2036년	554,278	-	554,278	21,425	575,703
2037년	550,681	-	550,681	21,425	572,106
2038년	546,917	-	546,917	21,425	568,342
<b>2039년</b> (중기목표연도)	<b>542,921</b>	-	<b>542,921</b>	<b>21,425</b>	<b>564,346</b>
2040년	538,642	-	538,642	21,425	560,067
2041년	534,116	-	534,116	21,425	555,541
2042년	529,314	-	529,314	21,425	550,739
2043년	524,254	-	524,254	21,425	545,679
<b>2044년</b> (장기목표연도)	<b>518,898</b>	-	<b>518,898</b>	<b>21,425</b>	<b>540,323</b>
2045년	513,213	-	513,213	21,425	534,638

## 라. 사업 대상 폐기물 발생량 산정

사업 대상 폐기물량 산정에 앞서, 산정 방식에 대한 검토가 필요하다. 본 사업 대상 폐기물은 김해시 전역에서 발생하는 ① 생활폐기물(음식물류폐기물), ② 분뇨, ③ 하수찌꺼기로서, 사업계획서의 폐기물량 산정 방식을 검토하여, 본 검토 적정 산정 방식을 결정하였으며, 각 폐기물 성상별로 환경부 자료와 주무관청 내부 자료를 활용하여 산정하였다.

### 1) 폐기물 성상별 산정방식 검토

#### 가) 생활폐기물

생활폐기물은 종량제폐기물, 재활용폐기물, 음식물류폐기물로 구분되며, 이 중 사업계획서 및 2022년 말 현재 기준 김해시 처리 현황을 고려하여 “가정계 공공부문의 음식물류폐기물”만을 처리 대상 생활폐기물로 적용하였다. 주무관청에 따르면 가정계의 자가 및 위탁

처리, 사업장비배출시설계 발생량은 현재 민간 위탁 처리되고 있으며, 향후에도 해당 음식물류폐기물은 본 시설(공공처리시설)로 반입하지 않을 계획이므로 본 검토에서도 이를 준용하였다.

[그림 Ⅲ-2] 본 검토 처리 대상 생활폐기물



주: 전국 폐기물 발생 및 처리 현황상의 폐기물 정의, 생활폐기물 분류를 기준으로 연구진이 작성함

<표 Ⅲ-22> 음식물류폐기물 대상 검토 및 선정(김해시, 2022년 처리 현황)

구분		처리현황	대상여부	비고
음식물류 폐기물	가정계	재활용(공공)	◎	김해시 기존 공공음식물류폐기물 처리시설 반입
		재활용(자기)	X	본 사업과 무관하게 자가처리 유지
		재활용(위탁)	X	본 사업과 무관하게 민간위탁 유지
	사업장비배출시설계	재활용(위탁)	X	본 사업과 무관하게 민간위탁 유지

자료: 환경부, 「전국 폐기물 발생 및 처리현황」, 2022.

본 검토 대상 생활폐기물인 “가정계 공공부문의 음식물류폐기물”만을 대상으로 환경부 및 김해시 내부 자료를 활용하여 기준 원단위를 산정하고, 김해시 상위계획상의 감량 목표율을 적용하여 최종 음식물류폐기물 발생량 원단위를 산정한 후, 최종 음식물류폐기물량을 산정하였다.

## 나) 분뇨

김해시 하수처리인구를 재추정하고 「김해시 하수도정비 기본계획(부분변경)」(김해시, 2023. 8.)상의 수세화율, 분류식화율 등의 계획지표를 준용하여 김해시 장래 분뇨 발생량을 예측하고, 최근 10년간(2014~2023년) 실제 발생량을 비교하여 적정 분뇨 발생량을 산정하였다.

## 다) 하수찌꺼기

김해시 본 시설 반입 대상 공공하수처리시설의 계획 하수찌꺼기 발생량은 다음과 같이 산정하였다. 먼저 김해시 최근 5년간(2019~2023년) 공공하수처리시설별 유입하수량 자료를 분석하여 5년 평균을 1인당 유입하수량 원단위로 설정하고 재추정한 장래 하수처리인구를 곱하여 계획하수량을 산정하였다. 그리고 「화목 맑은물순환센터 하수찌꺼기 감량화 사업 기본 및 실시설계」(김해시, 2021.)상의 사업시행 후 물질수지에 본 검토 재추정 계획하수량을 적용하여 생·잉여 농축슬러지를 산정하였다. 그 외 하수처리시설의 하수찌꺼기(탈수케익)는 최근 5년 탈수케익 발생량 현황을 분석하여 산정하였다.

## 2) 음식물류폐기물량 산정

### 가) 산정방안

사업계획서는 환경부 자료와 김해시 내부 자료를 이용하여 음식물류폐기물 발생량 원단위를 산정하였다. 2011~2018년은 「전국 폐기물 발생 및 처리현황」(환경부)상의 자료를 인용하였으며, 2019~2020년은 김해시 기존 음식물류폐기물 처리시설 반입량을 적용하였다.

본 검토에서는 본 사업 대상 음식물류폐기물이 “가정계 공공 처리시설”에서 처리하는 물량만을 대상으로 하므로 최근 10년간(2014~2023년) 환경부 통계 및 김해시 기존 음식물류폐기물 처리시설(공공 처리시설)의 반입량 현황 자료에 대한 신뢰성을 검토하고 적정 자료를 인용하여 음식물류폐기물 발생량 원단위를 산정하였다. 우선 환경부 통계자료는 2023년과 2018년 이전 연도는 전체 합계만 제시되어, 해당 연도의 공공 처리량을 알 수 없다. 공공 처리량이 제시된 2019~2022년까지 4년 자료 또한, 분석 기간이 짧아 해당연도 구간에 장래 김해시 공공 처리시설에서 처리하는 물량으로 대표성을 가진다고 보기 어렵다. 아울러 2019년 발생량이 타 연도에 비해 지나치게 높아 자료의 신뢰성이 낮은 것으

로 판단된다. 따라서, 본 검토에서는 최근 10년간 반입량이 비교적 일정한 수준을 유지하고 있는 주무관청이 제시한 기존 김해시 음식물류폐기물 처리시설 반입량 최근 10년간(2014~2023년) 자료를 적용하여 기존 음식물류폐기물 발생량 원단위를 산정하였다. 이는 본 사업 처리 대상 음식물류폐기물이 공공처리시설 물량임을 감안한 것이기도 하다. 이렇게 산정된 기준 원단위에 김해시 상위계획상의 감량 목표율을 적용하여 최종 음식물류폐기물 발생량 원단위를 산정하고, 본 검토에서 재추정한 계획인구를 곱하여 계획 음식물류폐기물 발생량을 산정하였다.

〈표 Ⅲ-23〉 과거 음식물류폐기물 발생량 적용 자료 선정

(단위: 톤/일)

구분	① 기존 김해시음식물류폐기물처리시설 (건조퇴비화공법, 공공처리)반입량 <sup>1)</sup>	② 환경부 통계(가정계 음식물류폐기물 발생량 현황) <sup>2)</sup>			
		계	공공처리	자가처리	위탁처리
2014년	143.1	129.7	공공처리량 미 구분		
2015년	130.6	141.7	공공처리량 미 구분		
2016년	130.8	146.9	공공처리량 미 구분		
2017년	127.9	141.7	공공처리량 미 구분		
2018년	128.2	128.1	공공처리량 미 구분		
2019년	134.7	264.2	206.3	4.6	55.3
2020년	131.3	149.2	129.7	0.8	18.8
2021년	126.9	148.0	124.7	1.5	21.9
2022년	122.1	144.4	118.8	1.7	23.8
2023년	119.0	119.0	공공처리량 미 구분		
적용	◎		×		

자료: 1) 주무관청 질의답변서(기존 김해시음식물류폐기물처리시설 최근 10년 반입량 현황)

2) 「전국 폐기물 발생 및 처리현황」(환경부, 2014~2023), 2023년은 김해시 제시 자료, 사업장비배출시설계 제외

#### 나) 음식물류폐기물 발생량 기준 원단위 산정

감량화율이 반영되지 않은 기존 음식물류폐기물 발생량 원단위 산정은 주무관청이 제시한 김해시 기존 음식물류폐기물 처리시설 최근 10년간(2014~2023년) 반입량 현황 자료를 인용하였다. 감량화율이 반영되지 않은 음식물류폐기물 발생량 원단위 산정은 과거 평균을 조사하여 최근 경향을 나타내는 구간의 평균을 적용하였다. 최근 10년(2014~2023년)간 김해시 공공 처리 발생량 원단위는 대체로 감소 추세를 보이고 있으며, COVID-19가 횡

행한 2019~2020년은 이전 연도에 비해 증가하였으나, 2021년부터 다시 감소 추세를 나타내고 있는바, COVID-19 영향에 따른 음식물류폐기물 발생량이 지속적으로 감소할 것으로 단정하기에는 표본 기간이 너무 짧으므로, 본 검토에서는 10년 평균 0.234kg/일·인을 기준 원단위로 적용하였다.

〈표 III-24〉 음식물류폐기물 발생량 기준 원단위 산정(과거 평균)

(단위: 톤/일, kg/일·인)

구분	인구 (인)	음식물류폐기물(가정계, 공공처리량)		
		발생량 (톤/일)	원단위 (kg/일·인)	비고
2014년	544,972	143.1	0.263	
2015년	547,387	130.6	0.239	
2016년	547,854	130.8	0.239	
2017년	550,758	127.9	0.232	
2018년	552,360	128.2	0.232	
2019년	561,468	134.7	0.240	
2020년	559,242	131.3	0.235	
2021년	553,719	126.9	0.229	
2022년	553,040	122.1	0.221	
2023년	555,084	119.0	0.214	
<b>10년 평균(적용)</b>		129.4	<b>0.234</b>	
5년 평균		126.8	0.228	

자료: 주무관청 질의답변서(기존 김해시음식물류폐기물처리시설 최근 10년 반입량 현황)

#### 다) 감량화율 산정

폐기물 관리, 시설관리 등 폐기물 관련 정책은 해당 지방자치단체의 의무 사항이므로 김해시의 가장 최근 정책목표인 「2023~2027년 김해시 제2차 자원순환 집행계획(재변경)」(김해시, 2023. 8.)상의 생활폐기물 감량 목표율을 적용하였다. 2023년까지는 본 검토에서 산정한 기준 원단위에 감량화율이 기반영되어 있으므로, 본 검토에서는 2024년 음식물류 폐기물 발생량 원단위 산정부터 기준 원단위에 감량화율을 각 연도별로 적용하고, 2027년 이후부터는 2027년 원단위를 동일하게 적용하였다.

〈표 III-25〉 상위계획상의 생활계폐기물 목표 감량화율

(단위: %)

구분	목표 감량화율	2023년 대비 목표 감량화율
2020년(기준 연도)	-	-
2023년	2.0	-
2024년(본 검토 적용)	3.0	1.0
2025년	4.0	2.0
2026년	5.0	3.0
2027년	6.0	4.0

주: 생활계폐기물은 종량제, 분리배출, 음식물을 포함함.

자료: 김해시, 「2023~2027년 김해시 제2차 자원순환 집행계획(재변경)」, 2023. 8.

〈표 III-26〉 본 검토 연도별 감량화율

(단위: %)

구분	2023년 (기준 연도)	2024년	2025년	2026년	2027년 이후
감량화율	-	1.0	2.0	3.0	4.0

주: 생활계폐기물은 종량제, 분리배출, 음식물을 포함함.

자료: 김해시, 「2023~2027년 김해시 제2차 자원순환 집행계획(재변경)」, 2023. 8.

라) 최종 음식물류폐기물 발생량 원단위 산정

앞서 과거 김해시 기존 음식물류폐기물 처리시설 반입량 자료를 토대로 산정한 음식물류 폐기물 기준 원단위에 감량화율을 적용하였으며, 가동 목표연도 2029년 기준 최종 음식물류 폐기물 발생량 원단위는 0.225kg/인·일로 산정되었다.

〈표 III-27〉 음식물류폐기물 발생량 원단위 산정

(단위: kg/인·일)

구분	2023년	2024년	2025년	2026년	2027년 이후
기준 발생량 원단위	0.214	0.234	0.234	0.234	0.234
감량화율	-	1.0%	2.0%	3.0%	4.0%
<b>최종 발생량 원단위</b>	<b>0.214</b>	<b>0.232</b>	<b>0.229</b>	<b>0.227</b>	<b>0.225</b>

주: 기준 발생량원단위(과거 10년 평균), 2023년은 실제 발생량 원단위임

자료: 김해시, 「2023~2027년 김해시 제2차 자원순환 집행계획(재변경)」, 2023. 8.

〈표 III-28〉 가동연도 음식물류폐기물 발생량 원단위

(단위:kg/인·일)

구분	2029년 (가동 연도)	2034년 (단기지표)	2039년 (중기지표)	2044년 (장기지표)
최종 발생량 원단위	0.225	0.225	0.225	0.225

마) 최종 음식물류폐기물 발생량(공공처리) 산정

앞서 산정된 최종 음식물류폐기물 발생량 원단위에 계획인구를 적용하여 음식물류폐기물 발생량(공공처리)을 산정하였으며, 2029년 가동 연도 기준으로 공공 처리 대상 음식물류폐기물 발생량은 133.7톤/일로 산정되었다.

〈표 III-29〉 가동연도 공공처리 대상 음식물류폐기물 발생량

(단위: 톤/일)

구분	2029년 (가동 연도)	2034년 (단기지표)	2039년 (중기지표)	2044년 (장기지표)
① 음식물류폐기물 발생량 원단위(kg/일·인)	0.225	0.225	0.225	0.225
② 계획인구(인)	594,041	582,155	564,346	540,323
③ 음식물류폐기물 발생량(①×②)	133.7	131.0	127.0	121.6

3) 분뇨 수거량 산정

가) 산정 방안

사업계획서는 김해시 내부자료에 따른 2023년 실발생량을 장래 동일한 분뇨 수거량으로 적용하였다. 본 검토에서는 계획 분뇨 수거량 산정을 두 가지 방법으로 산정하였으며, 김해시 분뇨처리 현황 및 실정을 고려하여 적정 방식을 채택하였다. 첫 번째 방법은 김해시 하수처리 인구를 재추정하고 김해시의 수세화율, 분류식화 비율을 적용하여 수거식 및 정화조 사용 인구 산정 후, 분뇨 및 정화조찌꺼기 원단위를 적용하여 분뇨 수거량을 산정하는 직접 산정 방식이고, 두 번째 방법은 실제 분뇨처리 반입량 현황을 분석하여 산정하는 방식이다. 오수관로 분류식화는 우수와 오수관로를 분리하여 분뇨가 정화조를 거치지 않고 분류식 오수관로를 통해 공공하수처리시설로 직투입되는 방식으로서, 이론적으로는 분류식화 지역은 분뇨 수거량이 발생하지 않아야 하나, 분류식화 사업비에 정화조 폐쇄 비용은 해당 주민이 자체 비용으로 철거하도록 되어 있다. 실제 분류식화 사업 이후에도 수거식

화장실 및 정화조를 존치하여 병행 사용하고 있으므로, 분류식화 비율이 높다고 하더라도 분뇨 수거량이 분류식화 비율에 따라 정률로 감소하지 않는다. 따라서 분류식화 지역에 수거식 화장실 및 정화조가 존치 및 병행 사용되고 있는 실정을 고려한 실질적인 분뇨 수거량을 산정할 필요가 있다.

나) 하수처리 인구를 기준으로 직접 산정

김해시 하수도 보급률, 수거식 인구, 분뇨 및 정화조찌꺼기 원단위는 「김해시 하수도정비 기본계획(부분변경)」(김해시, 2023. 8.)상의 지표를 준용하였으며, 수세화율, 분류식화 직투입률은 김해시 하수도정책과 관련있는 사항이므로, 김해시에서 제시한 장래 목표 지표를 적용하였다.

〈표 Ⅲ-30〉 분뇨 및 정화조찌꺼기 원단위

(단위: L/인·일)

구분	원단위
분뇨(L/인·일)	1.0
정화조찌꺼기(L/인·일)	0.55

자료: 김해시, 「김해시 하수도정비 기본계획(부분변경)」, 2023. 8.

각종 지표를 적용하여 산정한 계획분뇨 수거량은 가동 연도 2029년 기준 25.0m<sup>3</sup>/일로 산정되었다.

〈표 Ⅲ-31〉 계획분뇨 수거량 1안: 직접산정

구분	2029년 (가동 연도)	2034년 (단기 지표)	2039년 (중기 지표)	2044년 (장기 지표)	비고	
① 김해시 계획인구	594,041	582,155	564,346	540,323	본 검토 재추정	
김해시 하수 처리인구	②하수도보급률	97.36%	97.48%	97.50%	97.50%	기본계획 인용
	③하수처리인구	578,358	567,484	550,237	526,815	①×②
④ 김해시 하수미처리인구	15,683	14,671	14,109	13,508	① - ③	
⑤ 수세화율	99%	99%	99%	99%	질의답변서	
⑥ 분류식화직투입률	96.67%	96.67%	96.67%	96.67%	질의답변서	
⑦ 수세화인구	588,100	576,333	558,703	534,920	①×⑤	
⑧ 분류식지역인구	553,508	543,101	526,595	504,179	③×⑤×⑥	

〈표 III-31〉의 계속

구분		2029년 (가동 연도)	2034년 (단기지표)	2039년 (중기지표)	2044년 (장기 지표)	비고
⑨	수거식인구	5,990	6,058	6,064	6,064	기본계획 인용
⑩	정화조사용인구	34,592	33,232	32,108	30,741	⑦ - ⑧
정화조 찌꺼기	⑪ 원단위(L/인·일)	0.55	0.55	0.55	0.55	기본계획 인용
	⑫ 배출량(m³/일)	19	18.3	17.7	16.9	⑩×⑪÷1000
분뇨	⑬ 원단위(L/인·일)	1	1	1	1	기본계획 인용
	⑭ 배출량(m³/일)	6	6.1	6.1	6.1	⑨×⑬÷1000
계	⑮ 배출량 계(m³/일)	25.0	24.4	23.8	23.0	⑫+⑭

주: 1) 하수도보급률, 수거식인구, 정화조찌꺼기, 분뇨 원단위는 김해시 하수도정비 기본계획상의 지표 적용

2) 수세화율, 분류식하직투입률은 주무관청 질의답변서에서 제시한 지표 적용

자료: 1) 김해시, 「김해시 하수도정비 기본계획(부분변경)」, 2023. 8.

2) 주무관청 질의답변서

#### 다) 실제 과거 반입량 현황에 의한 산정

김해시 분뇨처리시설의 최근 10년간(2014~2023년) 분뇨 반입량을 이용하여 분뇨 발생량 원단위를 산정하고 계획인구를 곱하여 계획분뇨 수거량을 산정하였다. 최근 10년 분뇨 발생량 원단위가 지속적으로 감소하고 있는 점을 감안하여 본 검토 분뇨 발생량 원단위는 5년 평균 0.221L/인·일을 적용하였으며, 분뇨 수거량은 가동 연도 2029년 기준 131.2m³/일로 산정되었다.

〈표 III-32〉 과거 반입 현황에 따른 분뇨 발생량 원단위

(단위: 단위: m³/일, 인, L/인·일)

구분	① 반입량 (m³/일)	② 반입일수 (일)	③ 반입량(m³/일) (365일환산) (①×②÷365)	④ 인구(인)	⑤ 분뇨발생량원단위 (L/인·일) (③÷④×1000)
2014년	186.9	302	154.6	544,972	0.284
2015년	164.7	302	136.3	547,387	0.249
2016년	167.8	307	141.1	547,854	0.258
2017년	172	305	143.7	550,758	0.261
2018년	160.3	294	129.1	552,360	0.234
2019년	159.9	284	124.4	561,468	0.222
2020년	157.2	291	125.3	559,242	0.224

〈표 III-32〉의 계속

(단위: 단위: m³/일, 인, L/인·일)

구분	① 반입량 (m³/일)	② 반입일수 (일)	③ 반입량(m³/일) (365일환산) (①×②÷365)	④ 인구(인)	⑤ 분뇨발생량원단위 (L/인·일) (③÷④×1000)
2021년	155.5	288	122.7	553,719	0.222
2022년	159.6	275	120.2	553,040	0.217
2023년	157.4	283	122.0	555,084	0.220
10년 평균					0.239
<b>5년 평균(적용)</b>					<b>0.221</b>

자료: 주무관청 질의답변서(기존 김해시분뇨처리시설 최근 10년 반입량 현황)

〈표 III-33〉 계획분뇨 수거량 2안: 과거 반입 현황

(단위: 톤/일)

구분	2029년 (가동 연도)	2034년 (단기지표)	2039년 (중기지표)	2044년 (장기지표)
① 분뇨 발생량 원단위(L/인·일)	0.221	0.221	0.221	0.221
② 계획인구(인)	594,041	582,155	564,346	540,323
③ 계획분뇨 수거량 (① × ②)	<b>131.2</b>	128.6	124.7	119.4

라) 계획분뇨 수거량 산정 결과

실제 분뇨 반입량 현황을 통해 산정한 계획분뇨 수거량이 각종 지표를 통해 산정된 직접 산정 방식의 계획분뇨 수거량에 비해 약 100m³/일 정도 높은 수준으로 산정되었다. 앞서 언급하였듯이 분류식화 비율이 높아도 해당 지역에서 수거식 화장실과 정화조를 병행 사용하고 있어, 이러한 분뇨 배출 현황이 직접 산정에는 반영될 수 없기 때문이며, 김해시 실제 반입량 현황 분석에서 확인된바, 본 검토에서는 김해시 분뇨수거현황 및 실정이 반영된 과거 김해시 분뇨처리 반입량을 통해 산정된 방식을 적용하였다.

〈표 III-34〉 계획분뇨 수거량 산정 결과

(단위: 톤/일)

구분	2029년 (가동 연도)	2034년 (단기지표)	2039년 (중기지표)	2044년 (장기지표)	비 고
1안: 직접산정	25.0	24.4	23.8	23.0	-
<b>2안: 과거반입 현황</b>	<b>131.2</b>	<b>128.6</b>	<b>124.7</b>	<b>119.4</b>	<b>◎</b>

#### 4) 하수찌꺼기 발생량 산정

##### 가) 산정방안

사업계획서는 김해시 화목공공하수처리시설 소화조 용량 부족 생·잉여 농축슬러지(①)와 진영(②), 진례, 상동, 안하, 대동, 한림, 생림공공하수처리시설(③)에서 발생하는 합수율 80% 수준의 탈수케익을 본 사업 대상 시설인 유기성 폐자원 바이오가스화 시설의 반입 대상 하수찌꺼기로 설정하였다.

〈표 III-35〉 본 시설 하수찌꺼기 반입대상 김해시 공공하수처리시설

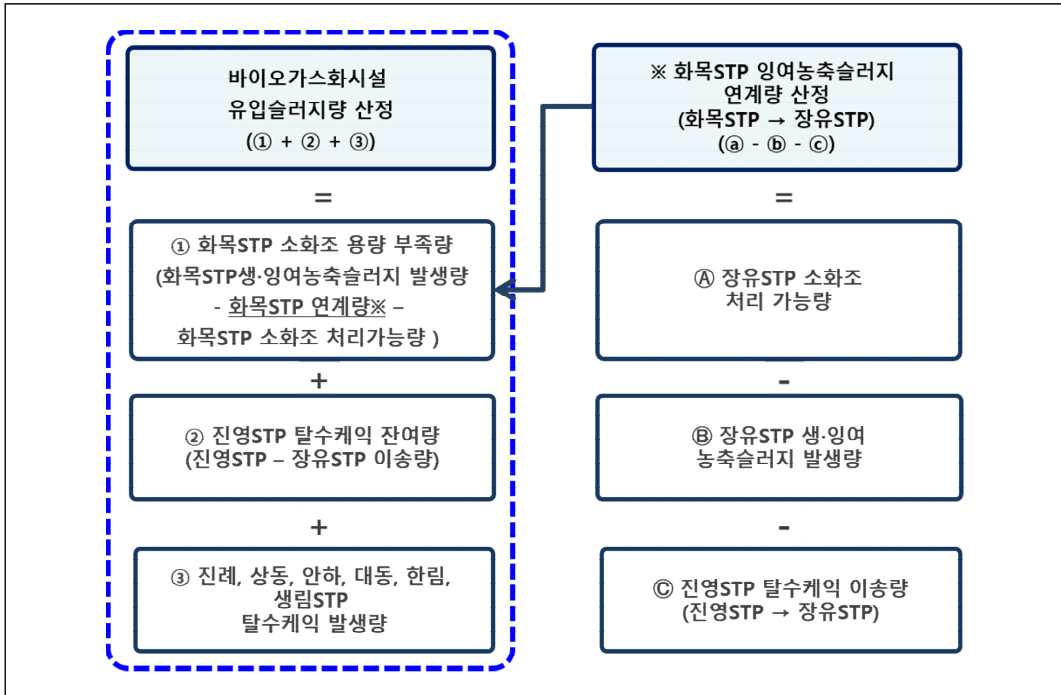
(단위: 톤/일)

처리장명	시설용량(m <sup>3</sup> /일)	사업대상	비고	
500m <sup>3</sup> /일 이상	화목	145,000	일부 포함	소화조 적정 처리용량 초과량 반영
	장유	97,000	제외	-
	진영	26,000	일부 포함	장유하수처리시설 연계처리 잔여량 반영
	진례	10,500	포함	전량 반영
	한림	1,300	포함	전량 반영
	안하	1,600	포함	전량 반영
	생림	1,100	포함	전량 반영
	상동	1,800	포함	전량 반영
	대동	1,300	포함	전량 반영
소규모(500m <sup>3</sup> /일 미만)		포함	500m <sup>3</sup> /일 이상 하수처리시설로 잉여슬러지 연계처리	

자료: 김해시, 「김해시 유기성폐자원바이오가스화시설 기본계획 보완 보고서」, 2024. 8.

화목공공하수처리시설의 본 시설 반입 대상 하수찌꺼기량은 화목공공하수처리시설의 기존 소화조 용량의 부족분에 대해 적용하였다. 진영공공하수처리시설은 발생 생·잉여슬러지를 농축 공정 없이 직접 탈수하고 있어 탈수케익 감량화를 위해 장유공공하수처리시설로 이송하는 것으로 계획하여 총 탈수케익 발생량에서 장유공공하수처리시설 이송량을 제외한 잔여량을 반영하였다. 그 외 진례, 한림, 안하, 생림, 상동, 대동공공하수처리시설의 탈수케익은 2019~2021년 3년 평균을 적용하였다.

[그림 Ⅲ-3] 유기성폐자원 바이오가스화시설 반입대상 하수찌꺼기 발생량 산정 모식도



주: 사업계획서의 바이오가스화 시설 반입하수찌꺼기 발생량 산정방법을 연구진이 모식도로 작성함

하수찌꺼기 발생량은 기본적으로 유입하수량과 유입 수질에 의해 결정되므로, 본 검토에 서는 본 사업 반입 대상 김해시 공공하수처리시설의 하수찌꺼기 발생량을 추정하기 위해 우선 각 공공하수처리시설별 하수처리 인구를 추정하였다. 그리고 최근 5년간(2019~2023년) 각 공공하수처리시설별 인당 유입하수량 원단위( $m^3$ /인·일)를 조사하여 5년 평균을 하수처리 인구당 유입하수량 원단위로 설정한 후, 본 검토의 하수처리 인구를 곱하여 각 공공하수처리시설의 계획하수량을 산정하였다.

다음으로 화목공공하수처리시설 소화조 용량 부족량, 즉 본 시설 반입대상 하수찌꺼기의 용량은 화목공공하수처리시설에서 발생하는 총 생·잉여농축슬러지 발생량에서 장유공공하수처리시설로의 연계 처리량을 제외하고 기존 화목공공하수처리시설 소화조 처리 가능량을 초과하는 물량을 적용하였다. 여기서 생·잉여슬러지 발생량, 장유공공하수처리시설 연계 처리량 산정은 「화목 맑은물순환센터 하수찌꺼기 감량화 사업 기본 및 실시설계」(김해시, 2021.)상의 사업 시행 후 물질수지에 본 검토에서 재추정한 계획하수량을 적용하여 산정하였다.

진영공공하수처리시설에서 발생하는 본 시설 반입 대상 하수찌꺼기(탈수케익)는 총발생량에서 장유공공하수처리시설로의 연계 가능량을 제외한 물량을 적용하였다. 하수찌꺼기(탈수케익) 총발생량은 최근 5년간(2019~2023년) 유입하수량당 탈수케익 발생량 원단위(톤/㎥·일) 평균을 본 검토에서 재추정한 일평균 계획하수량에 곱하여 산정하였다. 재추정한 하수찌꺼기(탈수케익) 발생량이 장유공공하수처리시설 소화조 용량을 초과하지 않을 경우 발생량 전량을 장유공공하수처리시설 연계량으로 적용하였다.

그 외 진례, 한림, 안하, 생림, 상동, 대동공공하수처리시설의 하수찌꺼기(탈수케익) 발생량은 최근 5년간(2019~2023년) 유입하수량당 탈수케익 발생량 원단위(톤/㎥·일) 평균을 본 검토에서 재추정한 해당 공공하수처리시설의 일평균 계획하수량에 곱하여 산정하였다. 그러나, 사업계획서에서 제시한 본 시설 처리 공정에 함수율 80% 탈수케익에 대한 별도의 슬러지 가용화<sup>22)</sup>공정 및 설비가 계획되어 있지 않고, 아울러 현재 김해시 하수찌꺼기 자원화처리시설의 증설(소각 100톤/일)을 추진하고 있는바, 해당 공공하수처리시설에서 발생하는 탈수케익은 본 시설 반입 대상에서 제외하였다.

결론적으로 본 검토에서는 화목공공하수처리시설의 기존 소화조 용량을 초과하는 생·잉여농축슬러지 발생량만을 반입 대상으로 적용하였으며, 함수율 80% 수준의 하수찌꺼기(탈수케익) 발생량은 김해시 하수찌꺼기 자원화처리시설(기존 : 탄화, 증설 : 소각)에서 처리되어야 하므로 반입 대상에서 제외하였다.

〈표 III-36〉 본 시설 반입 및 처리 대상 하수찌꺼기 선정

구분	함수율	사업계획서	사업계획 적정성 검토
화목공공하수처리시설 소화조 용량 초과 생·잉여농축슬러지량	95%	◎	◎ (생·잉여농축슬러지)
진영공공하수처리시설 잔여 탈수케익 발생량	80%	◎	× (발생 전량 장유STP 연계처리 가능)
기타 공공하수처리시설 탈수케익 발생량	80%	◎	× (김해시 하수찌꺼기 자원화처리시설 처리 대상)

22) 혐기성 소화조 내의 유기물의 분해는 공급되는 유기물의 형태나 성분에 따라 다르며, 탈수케익처럼 고형물로 존재하는 것보다 가용화된 유기물이 소화공정에서의 유기물 분해 촉진에 용이함

나) 하수처리인구 추정

본 검토에서는 우선, 「김해시 하수도정비 기본계획(부분변경)」(김해시, 2023. 8.)상의 장래 공공하수처리시설별 계획인구 비율을 적용하여 장래 계획인구를 추정하고, 해당 상위계획상의 하수도보급률을 적용하여 김해시 각 공공하수처리구역의 하수처리인구를 추정하였다.

〈표 III-37〉 김해시 공공하수처리시설별 계획인구

(단위: 인)

구분	공공하수처리시설(500㎡/일 이상)별 계획인구									
	계	화목	장유	진영	진례	한림	안하	생림	상동	대동
2023년	555,084	275,834	190,620	57,743	7,901	4,538	4,684	4,458	3,957	5,349
2024년	564,387	294,839	179,153	53,338	17,227	3,968	3,656	3,364	3,446	5,399
2025년	573,690	313,844	167,685	48,933	26,552	3,397	2,627	2,269	2,935	5,448
2026년	582,507	318,667	170,262	49,685	26,960	3,450	2,667	2,304	2,980	5,532
2027년	585,031	320,048	170,999	49,900	27,077	3,465	2,679	2,314	2,993	5,556
2028년	584,305	319,652	170,788	49,838	27,043	3,460	2,675	2,311	2,989	5,549
<b>2029년 (가동지표연도)</b>	<b>582,637</b>	<b>318,739</b>	<b>170,300</b>	<b>49,696</b>	<b>26,966</b>	<b>3,450</b>	<b>2,668</b>	<b>2,304</b>	<b>2,981</b>	<b>5,533</b>
2030년	581,093	315,814	168,714	48,192	32,035	3,357	2,595	2,209	2,864	5,313
2031년	579,008	314,680	168,109	48,019	31,920	3,345	2,586	2,201	2,854	5,294
2032년	576,675	313,412	167,431	47,825	31,791	3,332	2,576	2,192	2,843	5,273
2033년	574,118	312,023	166,689	47,613	31,650	3,317	2,564	2,182	2,830	5,250
<b>2034년 (단기목표연도)</b>	<b>571,328</b>	<b>310,507</b>	<b>165,879</b>	<b>47,382</b>	<b>31,496</b>	<b>3,301</b>	<b>2,552</b>	<b>2,171</b>	<b>2,816</b>	<b>5,224</b>
2035년	568,300	308,941	164,981	47,067	31,263	3,265	2,522	2,222	2,783	5,256
2036년	565,017	307,157	164,029	46,795	31,083	3,246	2,507	2,209	2,766	5,225
2037년	561,487	305,238	163,004	46,502	30,888	3,226	2,492	2,195	2,749	5,193
2038년	557,793	303,230	161,931	46,197	30,685	3,204	2,475	2,181	2,731	5,159
<b>2039년 (중기목표연도)</b>	<b>553,872</b>	<b>301,098</b>	<b>160,793</b>	<b>45,872</b>	<b>30,469</b>	<b>3,182</b>	<b>2,458</b>	<b>2,166</b>	<b>2,712</b>	<b>5,122</b>
2040년	549,671	298,815	159,574	45,524	30,238	3,158	2,439	2,149	2,691	5,083
2041년	545,229	296,400	158,284	45,156	29,994	3,132	2,419	2,132	2,670	5,042
2042년	540,518	293,838	156,916	44,766	29,735	3,105	2,399	2,113	2,647	4,999
2043년	535,551	291,138	155,474	44,354	29,462	3,077	2,377	2,094	2,622	4,953
<b>2044년 (장기목표연도)</b>	<b>530,292</b>	<b>288,281</b>	<b>153,948</b>	<b>43,919</b>	<b>29,172</b>	<b>3,046</b>	<b>2,353</b>	<b>2,073</b>	<b>2,596</b>	<b>4,904</b>

주: 본 검토 재추정 계획인구를 「김해시 하수도정비기본계획(부분변경)」상의 공공하수처리시설별 장래 계획인구 비율을 적용함

〈표 III-38〉 김해시 공공하수처리시설별 하수도보급률

(단위: %)

구분	공공하수처리시설별 하수도보급률								
	화목	장유	진영	진례	한림	안하	생림	상동	대동
2023년	98.7	98.9	99.1	96.9	67.3	79.7	93.8	81.3	83.9
2025년	99.6	99.6	99.1	96.9	100.0	99.8	93.8	81.3	83.9
<b>2029년 (가동지표연도)</b>	<b>99.6</b>	<b>99.6</b>	<b>99.1</b>	<b>98.1</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>93.8</b>	<b>91.9</b>	<b>83.9</b>
2030년	99.1	99.7	99.1	98.3	100.0	100.0	93.8	94.6	83.9
<b>2034년 (단기목표연도)</b>	<b>99.1</b>	<b>99.7</b>	<b>99.1</b>	<b>98.3</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>93.8</b>	<b>97.4</b>	<b>83.9</b>
2035년	99.1	99.7	99.1	98.2	100.0	100.0	93.8	98.1	83.9
<b>2039년 (중기목표연도)</b>	<b>99.1</b>	<b>99.7</b>	<b>99.1</b>	<b>98.2</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>93.8</b>	<b>98.1</b>	<b>83.9</b>
2040년	99.1	99.7	99.1	98.2	100.0	100.0	93.8	98.1	83.9
<b>2044년 (장기목표연도)</b>	<b>99.1</b>	<b>99.7</b>	<b>99.1</b>	<b>98.2</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>93.8</b>	<b>98.1</b>	<b>83.9</b>

주: 1) 2023년 말 하수도보급률은 현재 기준 공공하수처리별 실제 하수도보급률을 적용함(주무관청 질의답변서)

2) 상위계획상의 장래 하수도보급률이 2023년 실제 하수도보급률보다 낮은 경우 2023년 하수도보급률을 장래 동일하게 적용함

자료: 김해시, 「김해시 하수도정비기본계획(부분변경)」, 2023. 8.

〈표 III-39〉 김해시 공공하수처리시설별 하수처리인구

(단위: 인)

구분	공공하수처리시설(500㎡/일 이상)별 하수처리인구									
	계	화목	장유	진영	진례	한림	안하	생림	상동	대동
2023년	544,324	272,248	188,523	57,223	7,656	3,054	3,733	4,182	3,217	4,488
2024년	556,792	292,375	177,781	52,858	16,692	3,319	3,281	3,155	2,802	4,529
2025년	568,966	312,678	166,962	48,493	25,729	3,397	2,622	2,128	2,386	4,571
2026년	577,867	317,483	169,527	49,238	26,202	3,450	2,663	2,161	2,502	4,641
2027년	580,530	318,859	170,261	49,451	26,394	3,465	2,676	2,171	2,592	4,661
2028년	579,969	318,465	170,051	49,389	26,439	3,460	2,673	2,168	2,668	4,656
<b>2029년 (가동지표연도)</b>	<b>578,471</b>	<b>317,555</b>	<b>169,565</b>	<b>49,249</b>	<b>26,442</b>	<b>3,450</b>	<b>2,667</b>	<b>2,161</b>	<b>2,740</b>	<b>4,642</b>
2030년	575,727	313,095	168,179	47,758	31,505	3,357	2,595	2,072	2,708	4,458
2031년	573,683	311,971	167,576	47,587	31,392	3,345	2,586	2,065	2,719	4,442
2032년	571,391	310,714	166,900	47,395	31,265	3,332	2,576	2,056	2,729	4,424
2033년	568,876	309,337	166,160	47,184	31,126	3,317	2,564	2,047	2,736	4,405

〈표 III-39〉의 계속

(단위: 인)

구분	공공하수처리시설(500㎡/일 이상)별 하수처리인구									
	계	화목	장유	진영	진례	한림	안하	생림	상동	대동
<b>2034년</b> (단기목표연도)	<b>566,133</b>	<b>307,834</b>	<b>165,353</b>	<b>46,956</b>	<b>30,975</b>	<b>3,301</b>	<b>2,552</b>	<b>2,036</b>	<b>2,743</b>	<b>4,383</b>
2035년	563,103	306,288	164,448	46,643	30,713	3,265	2,522	2,084	2,730	4,410
2036년	559,852	304,520	163,499	46,374	30,536	3,246	2,507	2,072	2,714	4,384
2037년	556,354	302,617	162,478	46,083	30,345	3,226	2,492	2,059	2,697	4,357
2038년	552,692	300,626	161,408	45,781	30,145	3,204	2,475	2,046	2,679	4,328
<b>2039년</b> (중기목표연도)	<b>548,809</b>	<b>298,513</b>	<b>160,274</b>	<b>45,459</b>	<b>29,933</b>	<b>3,182</b>	<b>2,458</b>	<b>2,032</b>	<b>2,661</b>	<b>4,297</b>
2040년	544,646	296,249	159,059	45,114	29,706	3,158	2,439	2,016	2,640	4,265
2041년	540,245	293,855	157,773	44,750	29,466	3,132	2,419	2,000	2,620	4,230
2042년	535,576	291,315	156,409	44,363	29,212	3,105	2,399	1,982	2,597	4,194
2043년	530,656	288,638	154,972	43,955	28,944	3,077	2,377	1,964	2,573	4,156
<b>2044년</b> (장기목표연도)	<b>525,444</b>	<b>285,806</b>	<b>153,451</b>	<b>43,524</b>	<b>28,659</b>	<b>3,046</b>	<b>2,353</b>	<b>1,944</b>	<b>2,547</b>	<b>4,114</b>

주: 연도별 하수처리인구는 연도별·공공하수처리별 계획인구에 연도별 하수도보급률을 곱하여 산정함

다) 계획하수량(일평균) 추정

김해시 공공하수처리시설의 일평균 계획하수량 산정은 각 공공하수처리시설의 최근 5년간(2019~2023년) 평균을 하수처리 인구당 유입하수량 원단위로 적용하여 본 검토에서 재추정한 공공 하수처리시설별 하수처리 인구를 곱하여 산정하였다.

(1) 하수처리 인구당 유입하수량 원단위 산정

본 사업 대상 김해시 공공하수처리시설의 최근 5년간(2019~2023년) 평균 유입량을 평균 하수처리 인수로 나누어 하수처리 인구당 유입하수량을 산정하였다.

〈표 III-40〉 김해시 공공하수처리시설별 유입하수량 원단위

구분		① 평균 하수유입량 (㎥/일)	② 하수처리인구 (인)	유입하수량원단위 (㎥/인·일), (①÷②)
화목	2019년	118,283	284,262	0.416
	2020년	118,101	278,338	0.424
	2021년	114,726	273,721	0.419
	2022년	100,502	273,242	0.368
	2023년	114,411	272,248	0.420
	평균	113,205	276,362	<b>0.410</b>
장유	2019년	55,661	177,955	0.313
	2020년	58,347	183,842	0.317
	2021년	60,110	185,084	0.325
	2022년	55,679	185,690	0.300
	2023년	60,918	188,523	0.323
	평균	58,143	184,219	<b>0.316</b>
진영	2019년	17,374	56,925	0.305
	2020년	17,949	57,789	0.311
	2021년	18,496	57,374	0.322
	2022년	17,464	57,237	0.305
	2023년	19,745	57,223	0.345
	평균	18,206	57,310	<b>0.318</b>
진례	2019년	5,120	8,246	0.621
	2020년	5,414	7,872	0.688
	2021년	5,535	7,576	0.731
	2022년	5,178	7,490	0.691
	2023년	5,563	7,656	0.727
	평균	5,362	7,768	<b>0.690</b>
한림	2019년	1,019	3,394	0.300
	2020년	982	3,011	0.326
	2021년	915	2,822	0.324
	2022년	832	2,807	0.296
	2023년	963	3,054	0.315
	평균	942	3,018	<b>0.312</b>

〈표 III-40〉의 계속

구분		① 평균 하수유입량 (㎥/일)	② 하수처리인구 (인)	유입하수량원단위 (㎥/인·일), (①÷②)
안하	2019년	627	2,778	0.226
	2020년	650	3,679	0.177
	2021년	859	3,448	0.249
	2022년	774	3,431	0.226
	2023년	948	3,733	0.254
	평균	772	3,414	<b>0.226</b>
생림	2019년	463	4,333	0.107
	2020년	446	4,202	0.106
	2021년	572	4,134	0.138
	2022년	820	4,179	0.196
	2023년	1,011	4,182	0.242
	평균	662	4,206	<b>0.157</b>
상동	2019년	963	2,816	0.342
	2020년	908	2,675	0.339
	2021년	994	2,589	0.384
	2022년	1,045	2,901	0.360
	2023년	1,174	3,217	0.365
	평균	1,017	2,840	<b>0.358</b>
대동	2019년	598	5,193	0.115
	2020년	642	4,917	0.131
	2021년	626	4,518	0.139
	2022년	582	4,654	0.125
	2023년	623	4,488	0.139
	평균	614	4,754	<b>0.129</b>

자료: 김해시, 「7차 질의답변서」. 2024. 11.

## (2) 계획하수량(일평균) 산정

앞서 산정한 본 사업 대상 김해시 공공하수처리시설의 하수처리 인구당 유입하수량을 본 검토에서 재추정한 하수처리 인구에 곱하여 연도별 일평균 계획하수량을 산정하였다.

〈표 III-41〉 김해시 공공하수처리시설별 일평균 계획하수량

(단위: m<sup>3</sup>/일)

구분	공공하수처리시설(500m <sup>3</sup> /일 이상)별 계획하수량(일평균)								
	화목	장유	진영	진례	한림	안하	생림	상동	대동
2023년	111,519	59,501	18,178	5,285	954	844	659	1,152	580
2024년	119,764	56,111	16,791	11,522	1,036	742	497	1,003	585
2025년	128,080	52,696	15,405	17,760	1,061	593	335	854	591
2026년	130,049	53,506	15,641	18,086	1,077	602	340	896	600
2027년	130,612	53,738	15,709	18,219	1,082	605	342	928	602
2028년	130,451	53,671	15,689	18,250	1,080	604	341	955	602
<b>2029년 (가동지표연도)</b>	<b>130,078</b>	<b>53,518</b>	<b>15,645</b>	<b>18,252</b>	<b>1,077</b>	<b>603</b>	<b>340</b>	<b>981</b>	<b>600</b>
2030년	128,251	53,081	15,171	21,747	1,048	587	326	970	576
2031년	127,791	52,890	15,117	21,669	1,044	584	325	974	574
2032년	127,276	52,677	15,056	21,581	1,040	582	324	977	572
2033년	126,712	52,443	14,989	21,485	1,036	580	322	980	569
<b>2034년 (단기목표연도)</b>	<b>126,096</b>	<b>52,189</b>	<b>14,917</b>	<b>21,381</b>	<b>1,031</b>	<b>577</b>	<b>321</b>	<b>982</b>	<b>566</b>
2035년	125,463	51,903	14,817	21,200	1,019	570	328	978	570
2036년	124,739	51,603	14,732	21,078	1,014	567	326	972	566
2037년	123,959	51,281	14,639	20,946	1,007	563	324	966	563
2038년	123,144	50,943	14,543	20,808	1,000	559	322	959	559
<b>2039년 (중기목표연도)</b>	<b>122,278</b>	<b>50,586</b>	<b>14,441</b>	<b>20,662</b>	<b>994</b>	<b>556</b>	<b>320</b>	<b>953</b>	<b>555</b>
2040년	121,351	50,202	14,331	20,505	986	551	317	945	551
2041년	120,370	49,796	14,216	20,339	978	547	315	938	547
2042년	119,330	49,366	14,093	20,164	969	542	312	930	542
2043년	118,233	48,912	13,963	19,979	961	537	309	921	537
<b>2044년 (장기목표연도)</b>	<b>117,073</b>	<b>48,432</b>	<b>13,826</b>	<b>19,782</b>	<b>951</b>	<b>532</b>	<b>306</b>	<b>912</b>	<b>532</b>

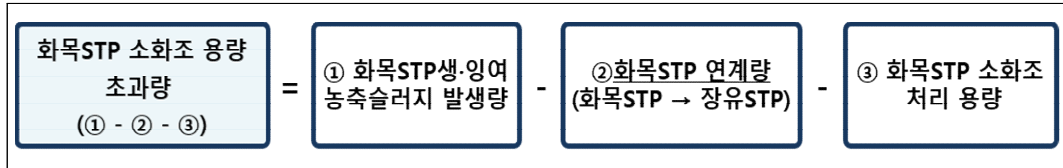
주: 연도별 계획하수량은 공공하수처리시설별 하수처리인구당 유입하수량 원단위에 공공하수처리시설별 하수처리인구를 곱하여 산정함

라) 화목공공하수처리시설 소화조 용량 초과량 산정

화목공공하수처리시설 소화조 용량 부족량(본 시설 반입대상 하수찌꺼기)은 화목공공하수처리시설에서 발생하는 총 생·잉여 농축슬러지 발생량에서 장유공공하수처리시설로의 연

계 처리량을 제외하고 기존 화목공공하수처리시설 소화조 처리 용량을 초과하는 물량을 적용하였다. 여기서 생·잉여슬러지발생량, 장유공공하수처리시설 연계 처리량 산정은 「화목 맑은물순환센터 하수찌꺼기 감량화 사업 기본 및 실시설계」(김해시, 2021.)상의 사업 시행 후 물질수지에 본 검토에서 재추정한 계획하수량을 적용하여 산정하였다.

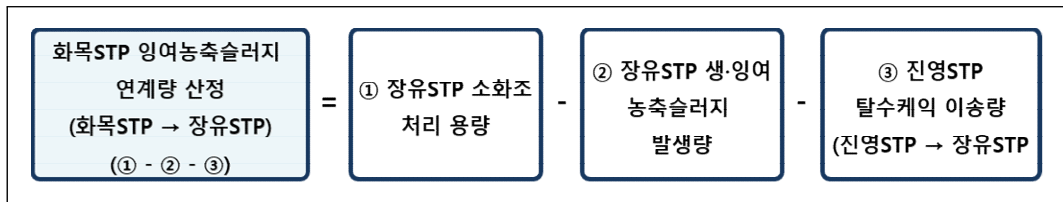
[그림 III-4] 화목공공하수처리시설 소화조 용량 초과량 산정 모식도



(1) 화목공공하수처리시설 잉여농축슬러지 장유공공하수처리시설 연계처리량 산정

「화목 맑은물순환센터 하수찌꺼기 감량화 사업 기본 및 실시설계」(김해시, 2021.)상의 사업시행 후 물질수지(장유하수처리시설)에 본 검토에서 재추정한 계획하수량을 적용하여 화목공공하수처리시설에서 장유공공하수처리시설로 연계 처리 가능한 잉여 농축슬러지량은 2029년 가동 연도 기준으로 40.6m<sup>3</sup>/일로 산정되었다. 사업계획에서는 진영공공하수처리시설에서 발생하는 탈수케익의 장유공공하수처리시설 이송량으로 14톤/일을 적용하고 잔여량 5톤/일에 대해서는 금회 유기성폐자원 통합바이오가스화 시설에서 처리하는 것으로 계획하였다. 그러나 본 검토에서는 재추정 수요를 통해 산정된 장유공공하수처리시설의 소화조 용량에 여유가 있어 탈수케익 발생 전량을 장유공공하수처리시설로 이송·처리하는 것으로 보아 본 바이오가스화 시설로는 반입하지 않는 것으로 계획하였다.

[그림 III-5] 화목공공하수처리시설 잉여농축슬러지 장유공공하수처리시설 연계처리량 산정 모식도



〈표 III-42〉 화목공공하수처리시설 잉여농축슬러지 장유공공하수처리시설 연계처리량

(단위: m³/일)

구분		발생량		비고	
		2029년 (가동 연도)	2044년 (장기지표)		
㉑	장유STP 소화조 용량(m³)	12,400			
㉒	체류일수(일)	35			
㉓	장유STP 소화조 처리 가능량(m³/일)	354.3		㉓=㉑÷㉒	
㉔	장유 생 농축슬러지 발생량	① 생슬러지SS 부하량(kg/일)	5,052.1	4,550.5	물질수지를 통해 재산정
		②고형물회수율	90%	90%	
		③ 생농축슬러지 SS부하량(kg/일)	4,546.9	4,095.4	①×②
		④ 생농축슬러지 함수율	96.5%	96.5%	
		⑤ 생농축슬러지 발생량(m³/일)	129.9	117.0	③÷(100%-④)÷1,000
㉕	장유 잉여 농축슬러지 발생량	① 잉여슬러지SS 부하량(kg/일)	6,760.6	5,707.3	물질수지를 통해 재산정
		②고형물회수율	90%	90%	
		③ 잉여농축슬러지 SS부하량(kg/일)	6,084.6	5,136.6	①×②
		④ 잉여농축슬러지 함수율	95.0%	95.0%	
		⑤ 잉여농축슬러지 발생량(m³/일)	121.7	102.7	③÷(100%-④)÷1,000
㉖	진영 탈수케익 이송량(m³/일) (진영 → 장유)	62.1	55.2	2029년: 탈수케익 16.1m³/일+재이용수 46m³/일 추가 2044년: 탈수케익 14.2m³/일+재이용수 41m³/일 추가	
㉗	화목 잉여농축슬러지 연계처리량(m³/일) (화목 → 장유)	40.6	79.4	㉗=㉓-(㉔+㉕+㉖)	

주: 진영공공하수처리시설 탈수케익 발생량은 아래 표 참조

〈표 III-43〉 김해시 진영공공하수처리시설 탈수케익 발생량 원단위

구분		①평균 하수유입량 (㎥/일)	② 탈수케익발생량 (톤/일)	탈수케익발생량 원단위 (톤/㎥·일),(②÷①)
진영	2019년	17,374	16.4	0.00094
	2020년	17,949	17.9	0.001
	2021년	18,496	19.6	0.00106
	2022년	17,464	20	0.00115
	2023년	19,745	19.5	0.00099
	평균	18,206	18.7	0.001028

자료: 김해시, 「6차 질의답변서」, 2024. 10.

〈표 III-44〉 김해시 진영공공하수처리시설 탈수케익 발생량

(단위: 톤/일)

공공 하수 처리 시설	탈수케익 발생량 원단위(톤/㎥·인) (함수율 80% 수준)	2029년 (가동 연도)		2034년 (단기지표)		2039년 (중기지표)		2044년 (장기지표)	
		계획하 수량 (㎥/일)	발생량	계획하 수량 (㎥/일)	발생량	계획하 수량 (㎥/일)	발생량	계획하 수량 (㎥/일)	발생량
진영	0.001028	15,645	16.1	14,917	15.3	14,441	14.8	13,826	14.2

주: 연도별 탈수케익발생량 = 탈수케익발생량 원단위 × 연도별 계획하수량

(2) 화목공공하수처리시설 소화조 용량 초과 생·잉여 농축슬러지량 산정

「화목 맑은물순환센터 하수찌꺼기 감량화 사업 기본 및 실시설계」(김해시, 2021.)상의 사업시행 후 물질수지(화목하수처리시설)에 본 검토에서 재추정한 계획하수량을 적용하여 화목공공하수처리시설의 총 생·잉여 농축슬러지 발생량을 산정하고, 여기에 앞서 산정한 화목공공하수처리시설에서 장유공공하수처리시설로 연계 처리하는 잉여 농축슬러지량(2029년 기준 40.6㎥/일) 을 제외하면 기존 화목공공하수처리시설 소화조 용량을 초과하는 물량은 2029년 가동 연도 기준으로 170.2㎥/일이며, 탈수케익 함수율 80% 수준으로 환산하면 42.6톤/일로 산정되었다. 따라서 화목공공하수처리시설 소화조 처리용량 초과 물량을 본 사업 대상 시설인 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 반입 대상 슬러지량으로 적용하였다.

〈표 III-45〉 화목공공하수처리시설 소화조 용량 초과 생·잉여농축슬러지량

(단위: m³/일)

구분		발생량		비고	
		2029년 (가동 연도)	2044년 (장기지표)		
㉑	화목STP 소화조 용량(m³)	7,650			
㉒	체류일수(일)	35			
㉓	<b>화목STP 소화조 처리 가능량(m³/일)</b>	<b>218.6</b>		C=㉑÷㉒	
㉔	화목 생 농축슬러지 발생량	① 생슬러지SS 부하량 (kg/일)	8,274.0	7,981.9	물질수지를 통해 재산정
		②고형물회수율	90.0%	90.0%	
		③ 생농축슬러지 SS부하량(kg/일)	7,851.6	7,183.7	①×②
		④ 생농축슬러지함수율	96.0%	96.0%	
		<b>⑤ 생농축슬러지 발생량(m³/일)</b>	<b>196.3</b>	<b>179.6</b>	③÷(100%-④)÷1,000
㉕	화목 잉여 농축슬러지 발생량	① 잉여슬러지SS 부하량 (kg/일)	15,969.7	14,828.7	물질수지를 통해 재산정
		②고형물회수율	73.0%	73.0%	
		③ 잉여농축슬러지 SS부하량(kg/일)	11,657.9	10,825.0	①×②
		④ 잉여농축슬러지함수율	95.0%	95.0%	
		<b>⑤ 잉여농축슬러지 발생량(m³/일)</b>	<b>233.2</b>	<b>216.5</b>	③÷(100%-④)÷1,000
㉖	화목 잉여농축슬러지 연계처리량(m³/일) (화목 → 장유)	<b>40.6</b>	<b>79.4</b>		
㉗	화목 소화조 용량 초과량(m³/일)	<b>170.2</b>	<b>98.1</b>	㉓-C-(㉔+㉕-㉖)	
㉘	화목 소화조 용량 초과량 탈수케익 환산량 (함수율 95%→80%)(m³/일)	<b>42.6</b>	<b>24.5</b>	㉗×(100%-95%)÷(100%-80%)	

마) 진영공공하수처리시설 잔여 탈수케익발생량

진영공공하수처리시설에서 발생하는 탈수케익은 본 검토에서 전량 장유공공하수처리시설에서 연계 처리 가능한 것으로 검토된바, 본 검토에서는 미반영하였다.

바) 기타 공공하수처리시설 탈수케익 발생량 산정

진례, 한림, 안하, 생림, 상동, 대동공공하수처리시설의 하수찌꺼기(탈수케익) 발생량은 최근 5년간(2019~2023년) 유입하수량당 탈수케이크 발생량 원단위(톤/㎥·일) 평균을 본 검토에서 재추정한 해당 공공하수처리시설의 일평균 계획하수량에 곱하여 산정하였으며, 산정 결과, 2029년 가동 연도 기준으로 17.7㎥/일로 산정되었다. 다만, 앞서 언급한 바와 같이 사업계획서에서 제시한 본 시설 처리 공정에 함수율 80% 탈수케익에 대한 별도의 슬러지 가용화<sup>23)</sup>공정 및 설비가 계획되어 있지 않고, 아울러 현재 김해시 하수찌꺼기 자원화 처리시설의 증설(소각 100톤/일)을 추진하고 있는바, 진례, 한림, 안하, 생림, 상동, 대동공공하수처리시설의 하수찌꺼기(탈수케익) 발생량은 본 시설 반입 대상에서 제외하였다.

〈표 III-46〉 김해시 기타 공공하수처리시설별 탈수케익 발생량 원단위

구분		①평균 하수유입량 (㎥/일)	② 탈수케익발생량 (톤/일)	탈수케익발생량 원단위 (톤/㎥·일), (②÷①)
진례	2019년	5,120	3.6	0.0007
	2020년	5,414	3.9	0.00072
	2021년	5,535	4.7	0.00085
	2022년	5,178	4.7	0.00091
	2023년	5,563	4.1	0.00074
	평균	5,362	4.2	<b>0.000784</b>
한림	2019년	1,019	0.7	0.00069
	2020년	982	0.7	0.00071
	2021년	915	0.8	0.00087
	2022년	832	0.7	0.00084
	2023년	963	0.7	0.00073
	평균	942	0.7	<b>0.000768</b>
안하	2019년	627	0.7	0.00112
	2020년	650	0.8	0.00123
	2021년	859	1.0	0.00116

23) 혐기성 소화조 내의 유기물의 분해는 공급되는 유기물의 형태나 성분에 따라 다르며, 탈수케익처럼 고형물로 존재하는 것보다 가용화된 유기물이 소화 공정에서의 유기물 분해 촉진에 용이함

〈표 III-46〉의 계속

구분		① 평균 하수유입량 (㎥/일)	② 탈수케익발생량 (톤/일)	탈수케익발생량 원단위 (톤/㎥·일), (②÷①)
안하	2022년	774	0.8	0.00103
	2023년	948	0.9	0.00095
	평균	772	0.8	<b>0.001098</b>
생림	2019년	463	0.4	0.00086
	2020년	446	0.4	0.0009
	2021년	572	0.4	0.0007
	2022년	820	0.8	0.00098
	2023년	1,011	1.0	0.00099
	평균	662	0.6	<b>0.000886</b>
상동	2019년	963	1.3	0.00135
	2020년	908	1.0	0.0011
	2021년	994	0.8	0.0008
	2022년	1,045	0.8	0.00077
	2023년	1,174	1.0	0.00085
	평균	1,017	1.0	<b>0.000974</b>
대동	2019년	598	0.7	0.00117
	2020년	642	0.6	0.00093
	2021년	626	0.7	0.00112
	2022년	582	0.7	0.0012
	2023년	623	0.6	0.00096
	평균	614	0.7	<b>0.001076</b>

자료: 김해시, 「6차 질의답변서」, 2024. 10.

〈표 III-47〉 김해시 기타 공공하수처리시설 탈수케익 발생량

(단위: 톤/일)

공공 하수 처리 시설	탈수케익 발생량 원단위 (톤/㎥·인) (함수율 80% 수준)	2029년 (가동 연도)		2034년 (단기지표)		2039년 (중기지표)		2044년 (장기지표)	
		계획 하수량 (㎥/일)	발생량	계획 하수량 (㎥/일)	발생량	계획 하수량 (㎥/일)	발생량	계획 하수량 (㎥/일)	발생량
진례	0.000784	18,252	14.3	21,381	16.8	20,662	16.2	19,782	15.5
한림	0.000768	1,077	0.8	1,031	0.8	994	0.8	951	0.7

〈표 III-47〉의 계속

(단위: 톤/일)

공공하수처리시설	탈수케익 발생량 원단위 (톤/㎡·인) (함수율 80% 수준)	2029년 (가동 연도)		2034년 (단기지표)		2039년 (중기지표)		2044년 (장기지표)	
		계획 하수량 (㎡/일)	발생량	계획 하수량 (㎡/일)	발생량	계획 하수량 (㎡/일)	발생량	계획 하수량 (㎡/일)	발생량
안하	0.001098	603	0.7	577	0.6	556	0.6	532	0.6
생림	0.000886	340	0.3	321	0.3	320	0.3	306	0.3
상동	0.000974	981	1.0	982	1.0	953	0.9	912	0.9
대동	0.001076	600	0.6	566	0.6	555	0.6	532	0.6
계			17.7		20.1		19.4		18.6
적용			미반영		미반영		미반영		미반영

주: 연도별 탈수케익 발생량 = 탈수케익 발생량 원단위 × 연도별 계획하수량

사) 계획 하수찌꺼기 발생량 산정 결과

김해시 8개 공공하수처리시설의 본 사업 시설인 유기성폐자원 통합바이오가스화 시설 반입 대상 하수찌꺼기(탈수케익, 함수율 80% 수준) 발생량 산정 결과 2029년 가동 연도 기준으로 42.6톤/일로 산정되었다.

〈표 III-48〉 계획 하수찌꺼기 발생량

(단위: 톤/일)

구분	2029년 (가동 연도)	2034년 (단기지표)	2039년 (중기지표)	2044년 (장기지표)	비고
화목공공하수처리시설 소화조 용량 초과 생·잉여농축슬러지량	42.6	37.0	31.4	24.5	함수율 80% 환산량
진영공공하수처리시설 잔여 탈수케익발생량	-	-	-	-	미적용
기타 공공하수처리시설 탈수케익발생량	-	-	-	-	미적용
계	42.6	37.0	31.4	24.5	

주: 진영공공하수처리시설 탈수케익 발생량은 전량 장유공공하수처리시설에서 연계처리하는 것으로 적용함에 따라 잔여량 미발생

### 5) 최종 사업 대상 폐기물 발생량 산정 결과

최종 사업 대상 폐기물 발생량 산정 결과, 2029년 가동 연도 기준으로 307.5톤/일로 산정되었다.

〈표 III-49〉 사업 대상 폐기물 발생량

(단위: 톤/일)

구분	2029년 (가동 연도)	2034년 (단기지표)	2039년 (중기지표)	2044년 (장기지표)
① 음식물류폐기물	133.7	131.0	127.0	121.6
② 분뇨	131.2	128.6	124.7	119.4
③ 계획하수찌꺼기(탈수케익 기준)	42.6	37	31.4	24.5
계(Σ①~③)	307.5	296.6	283.1	265.5

### 마. 시설규모 산정

「유기성폐자원 통합 바이오가스화시설 설치사업 예산편성 및 집행관리 지침」(환경부, 2024. 2.)상에 통합 바이오가스화 시설의 경우 유기성 폐자원별 반입 용량(시설용량)에 따라 각각의 유기성 폐자원별 지침에 따른 시설용량별 표준단가를 적용하여 사업비를 산정하게 되어 있는바, 본 검토에서는 본 사업 대상 유기성 폐기물 성상별 시설 규모를 각각 산정하고 이를 합산하였다.

#### □ 사업비 산정방법

- 유기성 폐자원별 반입용량(시설용량)에 따라 각각의 유기성 폐자원별 지침\*에 따른 시설용량별 표준단가를 적용하고 통합 바이오가스화 시설의 경우 합산하여 총사업비 산정

\* 하수찌꺼기 및 분뇨: 「하수도 분야 보조금 편성 및 집행관리 실무요령」  
 가축분뇨: 「가축분뇨공공처리시설 설치사업의 예산편성·집행관리 지침」  
 음식물류폐기물: 「폐기물처리시설 국고보조금 업무처리지침」

자료: 환경부, 「유기성폐자원 통합 바이오가스화시설 설치사업 예산편성 및 집행관리 지침」, 2024. 2.

## 1) 여유율 산정

음식물류폐기물 처리시설은 시설 규모 산정 시 여유율을 적용할 수 있다. 「통합처리 바이오가스화 시설의 기술지침서(음식물류폐기물, 하수슬러지, 가축분뇨 병합)」(환경부, 2016. 12.)에서 음식물류폐기물에 대해서는 지역별, 계절별, 요일별 배출 특성을 고려하여 처리 용량의 10~30% 정도 반영하는 것으로 제시되어 있다.

○ 시설용량(음식물류폐기물 처리시설에 한정 적용) = (처리 용량 + 여유율)

- 예시: 120톤/일 = (100톤/일 + 100톤/일 × 20%)

통합처리 바이오가스화 시설의 기술지침서(환경부, 2016), p.15

(1) 음식물류폐기물은 지역별, 계절별, 요일별 배출 특성을 고려하여야 한다. 음식물류폐기물의 계절별 및 요일별 배출량 변동 폭이 매우 크기 때문에 바이오가스화 시설 설계시 시설용량 산정시 지역별로 그 특성을 반영하여 **시설용량 설계시 여유율을 10 ~ 30% 정도 감안할 필요가 있다.** 따라서, 시설용량은 처리용량과 여유율의 합(시설용량 = 처리용량 + 여유율)으로 한다. 처리용량은 연간 처리량을 조업일수로 나누어준 용량을 말한다. 여유율은 월별, 계절별 등 처리량의 변동 폭에 대한 충격부하를 완화하기 위하여 처리용량에 대한 여유 비율로 한다. 예를 들면 100톤/일 규모의 처리용량 설계 시 여유율을 20% 하고자 한다면, 시설용량은 120톤/일(100톤/일+100톤/일×0.2)로 한다.

자료: 환경부, 「통합처리 바이오가스화 시설의 기술지침서(음식물류폐기물, 하수슬러지, 가축분뇨 병합)」, 2016. 12.

따라서, 본 검토에서는 가동일수가 반영된 처리 용량에 지침상의 여유율 범위의 중간값인 20%를 적용하였다.

## 2) 가동일수 산정

유기성폐자원 통합 바이오가스화시설은 환경부 「유기성폐자원 통합 바이오가스화시설 설치사업 예산편성 및 집행관리 지침」(환경부, 2024. 2.)에 가동일수를 연간 300일 기준으로 산정토록 되어있는바, 유기성폐기물 성상별 발생량에 가동일수 300일을 각각 적용하여 개별 유기성 폐기물별로 시설 규모를 산정하였다.

□ 사업비 산정방법

- 계획인구, 유기성폐자원 발생량, 지역개발사업, 정책방향 등 여건 변화에 부합한 시설규모 및 설치시기인지 제시  
- 시설규모 산정 시 **가동일수는 300일/년 기준으로 산정**하고 규모산정에 대한 산출근거를 첨부하여 제시

자료: 환경부, 「유기성폐자원 통합 바이오가스화시설 설치사업 예산편성 및 집행관리 지침」, 2024. 2.

### 3) 음식물류폐기물 처리시설 시설규모 산정

음식물류폐기물 처리시설은 김해시 가축분뇨공공처리시설 현대화 사업에서 음식물류폐기물을 50톤/일 처리하는 것으로 계획함에 따라 산정된 총처리 용량에서 50톤/일의 시설 용량을 제외하였으며, 최종 시설 규모는 가동 연도 2029년 기준 150톤/일(계산 용량 145.2톤/일)로 산정되었다.

〈표 III-50〉 음식물류폐기물 처리시설 규모

(단위: 톤/일)

구분	2029년 (가동 연도)	2034년 (단기지표)	2039년 (중기지표)	2044년 (장기지표)
① 발생량	133.7	131.0	127.0	121.6
② 가동일수	300			
③ 처리용량(①×365일÷②)	162.7	159.4	154.5	147.9
④ 여유율	20%			
⑤ 시설규모 ③+(③×④)	195.2	191.3	185.4	177.5
⑥ 김해시 가축분뇨공공처리시설 처리량 <sup>1)</sup>	50			
⑦ 본 시설 규모(⑤-⑥)	<b>145.2</b>	141.3	135.4	127.5
⑧ 적용(톤/일)	<b>150</b>	150	150	150

주: 1) 김해시 가축분뇨공공처리시설 현대화사업에서 음식물류폐기물 50톤/일을 처리하는 것으로 계획함

### 4) 분뇨 처리시설 시설규모 산정

분뇨처리시설은 가동 연도 2029년 기준으로 계산 용량은 159.6톤/일로 산정되었으나, 지속적인 하수관로 분류식화 사업을 통해 분뇨 반입량 감소가 예상되므로, 150톤/일을 적용하였다.

〈표 III-51〉 분뇨 처리시설 규모

(단위: 톤/일)

구분	2029년 (가동 연도)	2034년 (단기지표)	2039년 (중기지표)	2044년 (장기지표)
① 발생량	131.2	128.6	124.7	119.4
② 가동일수	300			
③ 시설규모(①×365일÷②)	<b>159.6</b>	156.5	151.7	145.3
④ 적용(톤/일)	<b>150</b>	150	150	150

### 5) 하수찌꺼기 처리시설 시설 규모 산정

하수찌꺼기 처리시설은 가동 연도 2029년 기준 60톤/일(계산 용량 51.8톤/일)으로 산정하였다. 본 사업 하수찌꺼기 처리시설 규모가 타 유기성 폐기물 성상(음식물류폐기물 150톤/일, 분뇨 150톤/일)에 비해 상대적으로 작아, 본 검토에서 상위계획상의 장래 처리 구역별 인구 조성 비율을 적용하여 하수처리 인구를 산정하고, 최근 5년간(2019~2023년) 유입하수량 평균을 원단위로 적용하여 하수찌꺼기 발생량을 약식으로 산정하였다. 따라서 조성법에 의한 하수처리 구역별 인구추정과 각 처리 구역의 생활오수량 원단위 재추정, 지하수 유입량 산정 등을 통해 산정된 계획하수량 및 하수찌꺼기 발생량 결과와 어느정도 편차가 있을 수 있다. 여기에 5톤/일 단위의 시설 규모는 2계열 구성(2.5톤/계열)으로 설비 제작이 어렵다는 문제가 있다. 따라서 하수찌꺼기 발생량 편차와 최소 시설용량단위(10톤/일)를 고려하여 60톤/일로 적용하였다.

〈표 III-52〉 하수찌꺼기 처리시설 규모

(단위: 톤/일)

구분	2029년 (가동 연도)	2034년 (단기지표)	2039년 (중기지표)	2044년 (장기지표)
① 발생량	42.6	37	31.4	24.5
② 가동일수	300			
③ 시설규모(①×365일÷②)	51.8	45	38.2	29.8
④ 적용(톤/일)	60	60	60	60

### 6) 최종 유기성폐자원 통합 바이오가스화시설 시설 규모 산정 결과

최종 유기성폐자원 통합 바이오가스화시설의 시설 규모 산정 결과 음식물류폐기물 처리 시설 150톤/일, 분뇨 처리시설 150톤/일, 하수찌꺼기 처리시설 60톤/일로 총합계 시설용량은 360톤/일로 산정되었다.

〈표 III-53〉 유기성폐자원 통합 바이오가스화시설 시설 규모

(단위: 톤/일)

구분	시설규모(2029년 가동 연도 기준)	비고
① 음식물류폐기물 처리시설	150	
② 분뇨 처리시설	150	
③ 하수찌꺼기 처리시설	60	
계(Σ①~③)	360	

## 4. 사업계획서와 비교 검토

### 가. 계획인구

사업계획서와 본 검토의 인구추정 결과를 비교하면 가동지표연도 2029년 기준 본 검토의 인구 전망치가 사업계획서에 비해 7,598인(-1.26%) 낮게 예측되었다. 사업계획서는 김해시 하수도정비 기본계획상의 장래인구 추정 결과를 동일하게 적용하였는데, 김해시 하수도정비기본계획은 사회적 유입 인구 산정 시 당해 연도의 사회적 유입 인구를 다음 연도에 자연적 증가 인구로 전환하지 않고, 매년 누적으로 반영하였기 때문에 본 검토의 인구가 낮은 것으로 분석되었다.

〈표 III-54〉 사업계획서와 본 검토 계획인구 추정 결과 비교

(단위: 인)

구분	2023년	2029년 (가동 연도)	2034년 (단기지표)	2039년 (중기지표)	2044년 (장기지표)
사업계획서 <sup>1)</sup> (A)	577,372 (추정인구)	601,639	605,758	-	-
본 검토(B)	555,084 (실제 인구)	594,041	582,155	564,346	540,323
증감(C=B-A)	-22,288	-7,598	-23,603	-	-
사업계획서와 본 검토의 격차 (D=C/A)(%)	-3.86%	-1.26%	-3.90%	-	-

주: 1) 사업계획서 계획인구는 김해시, 「김해시 하수도정비 기본계획(부분변경)」, 2023.8. 상의 인구이며, 2035년까지만 제시함

### 나. 음식물류폐기물 발생량

본 검토에서 재추정한 음식물류폐기물 발생량이 가동 연도 2029년 기준 사업계획서에 비해 24.8톤/일 감소하는 것으로 산정되었다. 이는 본 검토의 계획인구가 감소하였기 때문이며, 이 외에 음식물폐기물 발생량 평균을 산출하기 위한 시점 구간을 사업계획서는 2011~2020년, 본 검토는 2024~2023년을 적용하여 본 검토에서 산출한 음식물폐기물 발생량 평균이 적었고, 여기에 감량화율까지 반영하였기 때문이다.

〈표 III-55〉 음식물류폐기물 발생량 비교

(단위: 톤/일)

구분	2029년(가동 연도 기준)	비고
사업계획서	158.5	원단위: 2011~2020년, 감량화를 미반영
본검토	133.7	원단위: 2014~2023년, 감량화를 반영
증감	<b>-24.8</b>	

#### 다. 분뇨수거량

본 검토에서 재추정한 분뇨수거량은 가동 연도 2029년 기준 사업계획서에 비해 12.2톤/일 증가하는 것으로 산정되었다. 사업계획서는 2023년 실제 발생량을 장래 동일하게 적용한 반면, 본 검토에서는 김해시의 2014~2023년 실제 수거량을 분석하여 최근 경향을 나타내는 5년 원단위 평균을 계획인구에 적용하였기 때문이다. 2029년의 장래인구는 개발계획에 따른 외부 순유입 인구 증가로 2023년 대비 증가하므로, 2023년 실제 수거량을 적용한 사업계획서 대비 증가한 것이다.

〈표 III-56〉 분뇨 수거량 비교

(단위: 톤/일)

구분	2029년(가동 연도 기준)	비고
사업계획서	119.0	2023년 실제 발생량
본검토	131.2	최근 5년 평균 원단위×연도별 장래인구
증감	<b>12.2</b>	

#### 라. 하수찌꺼기 발생량

본 검토에서 재추정한 하수찌꺼기 발생량은 가동 연도 2029년 기준 사업계획서에 비해 7.2톤/일 감소하는 것으로 산정되었다. 감소 사유로는, 화목공공하수처리시설 소화조 용량 초과 생·잉여농축슬러지량의 경우 사업계획서는 「화목 맑은물순환센터 하수찌꺼기 감량화 사업 기본 및 실시설계」(김해시, 2021.)상의 사업 시행 후 물질수지에 적용되는 계획하수량을 최근 5년 평균을 단순 적용한 반면, 본 검토에서는 장래인구 증가에 따라 2023년 이전 대비 증가한 2029년 계획하수량을 적용하여 슬러지 발생량이 증가하였으나, 기타 공공하수처리시설에서 발생하는 탈수케익은 본 시설 반입 대상에서 제외하였기 때문이다. 기타

공공하수처리시설 탈수케익 발생량의 경우 사업계획서의 본 시설 처리 공정에 함수율 80% 탈수케익에 대한 별도의 슬러지 가용화 공정이 계획되어 있지 않은 점, 현재 김해시 하수 찌꺼기 자원화 처리시설의 증설(소각 100톤/일)을 추진하고 있는 점을 고려한 결과이다.

〈표 III-57〉 하수찌꺼기 발생량 비교

(단위: 톤/일)

구분		2029년(가동 연도 기준)	비고
사업계획서	화목공공하수처리시설 소화조 용량 초과 생·잉여농축슬러지량	37.2	
	진영공공하수처리시설 잔여 탈수케익 발생량	7.6	
	기타 공공하수처리시설 탈수케익 발생량	5.0	
	계	49.8	
본검토	화목공공하수처리시설 소화조 용량 초과 생·잉여슬러지량	42.6	
	진영공공하수처리시설 잔여 탈수케익 발생량	-	
	기타 공공하수처리시설 탈수케익 발생량	-	
	계	42.6	
증감		-7.2	

## 마. 시설 규모

### 1) 음식물류폐기물 처리시설 시설 규모

본 검토에서 재추정한 음식물류폐기물 처리시설의 시설 규모는 1일 150톤으로 사업계획서와 동일하게 산정되었다. 음식물류폐기물 발생량은 사업계획서 대비 25.1톤/일 감소하였으나, 본 검토에서는 「통합처리 바이오가스화 시설의 기술지침서(음식물류폐기물, 하수슬러지, 가축분뇨 병합)」(환경부, 2016. 12.)에 따라 사업계획서에는 반영하지 않은 여유율 20%를 반영하였기 때문이다.

〈표 III-58〉 음식물류폐기물 처리시설 규모 비교

(단위: 톤/일)

구분	2029년(가동 연도)		증감
	사업계획서	본검토	
① 발생량	158.8	133.7	-25.1
② 가동일수	300	300	-
③ 처리용량(①×365일÷②)	192.9	162.7	-30.2
④ 여유율	미적용	20%	-
⑤ 시설규모 ③+(③×④)	192.9	195.2	2.3
⑥ 김해시 가축분뇨공공처리시설 처리량 <sup>1)</sup>	50	50	-
⑦ 본 시설 규모(⑤-⑥)	142.9	145.2	2.3
<b>⑧ 적용(톤/일)</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	-

주: 1) 김해시 가축분뇨공공처리시설 현대화사업에서 음식물류폐기물 50톤/일을 처리하는 것으로 계획함

## 2) 분뇨 처리시설 시설 규모

본 검토에서 재추정한 분뇨 처리시설의 시설규모는 1일 150톤으로 사업계획서와 동일하게 산정되었다. 분뇨 발생량이 사업계획서 대비 12.2톤이 증가하여 계산 용량은 1일 159.6톤으로 산정되었으나, 지속적인 하수관로 분류식화 사업을 통해 분뇨 반입량 감소가 예상되므로, 사업계획서와 동일하게 150톤을 반영하였다.

〈표 III-59〉 분뇨 처리시설 규모 비교

(단위: 톤/일)

구분	2029년(가동 연도)		증감
	사업계획서	본검토	
① 발생량	119	131.2	12.2
② 가동일수	300	300	-
③ 시설규모(①×365일÷②)	149 <sup>주)</sup>	159.6	10.6
<b>④ 적용 (톤/일)</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	-

주: 사업계획서는 가동일수 이외 Peak 계수 1.03을 추가 반영하였으나, 본 검토에서는 미 반영함

### 3) 하수찌꺼기 처리시설 시설 규모

본 검토에서 재추정한 하수찌꺼기 처리시설의 시설 규모는 1일 60톤으로 사업계획서와 동일하게 산정되었다. 하수찌꺼기 발생량은 사업계획서 대비 7.2톤 감소하였으나, 계열 구성이 가능한 설비 제작 여건을 고려하여, 최소 시설용량 단위를 10톤으로 설정하여 60톤으로 적용하였다.

〈표 III-60〉 하수찌꺼기 처리시설 규모 비교

(단위: 톤/일)

구분	2029년(가동 연도)		증감
	사업계획서	본검토	
① 발생량	49.8	42.6	-7.2
② 가동일수	300	300.0	-
③ 시설규모(①×365일÷②)	59.8	51.8	-8.0
④ 적용(톤/일)	<b>60.0</b>	<b>60.0</b>	-

### 4) 유기성폐자원 통합 바이오가스화시설 규모

앞서, 음식물류폐기물 처리시설, 분뇨 처리시설, 하수찌꺼기 처리시설의 시설 규모가 각각 150톤/일, 150톤/일, 60톤/일로 산정되어, 최종 유기성폐자원 통합 바이오가스화시설 규모는 사업계획서와 동일하게 360톤/일로 산정되었다.

〈표 III-61〉 유기성폐자원 통합 바이오가스화시설 규모 비교

(단위: 톤/일)

구분	2029년(가동 연도)		증감
	사업계획서	본검토	
① 음식물류폐기물 처리시설	150	150	-
② 분뇨 처리시설	150	150	-
③ 하수찌꺼기 처리시설	60	60	-
계(Σ①~③)	<b>360</b>	<b>360</b>	-

## IV. 사업계획의 적절성 검토

### 1. 사업계획의 개요

김해시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치사업은 2023년 환경부 시범 사업에 선정<sup>24)</sup>되었으며, 김해시 폐기물 분야 상위계획인 「2023년~2027년 김해시 제2차 자원순환 집행계획(재변경)」(김해시, 2023. 8.)에 반영된 사업이다. 김해시 기존 음식물류폐기물 처리시설은 노후화 및 내구연한 도래로 인한 가동 중단이 예정되어 있고, 기존 하수찌꺼기 처리시설은 용량 부족으로 신규시설 설치가 시급함에 따라 김해시 관내에서 발생하는 유기성폐자원인 음식물류폐기물, 분뇨, 하수찌꺼기를 통합 처리하기 위한 통합바이오가스화 시설을 설치하는 사업이다. 유기성폐자원 통합바이오가스화시설의 시설용량은 360톤/일이며, 총사업비는 공사비 943억원, 부대비(설계비, 감리비, 시설부대비, 환경영향평가비) 110억원으로 총사업비는 1,053억원으로 제시하였으며, 예비비는 미반영하였다.

〈표 IV-1〉 김해시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치사업 사업계획

구분	내용
위치	경상남도 김해시 화목로 334 일원(장유맑은물순환센터 내)
부지면적	약 15,800㎡
주요시설	음식물 전처리설비, 분뇨 전처리설비, 혐기성 소화설비, 가스 저장설비, 가스정제설비, 생물학적 폐수처리설비, 탈수설비 등
사업기간	2026~2028년(3년)
총사업비	1,053억원(공사비 943억, 설계비 46억, 감리비 48억, 시설부대비 2억, 환경영향평가비 14억)

자료: 김해시, 「김해시 유기성폐자원 바이오가스화시설 기본계획 보완 보고서」, 2024. 8.

24) 환경부 생활하수과 공문(생활하수과-780), 「23년 유기성 폐자원 통합 바이오가스화 시설설치 시범사업 공모 결과 알림」

## 2. 사업목적의 적절성 검토

사업계획의 적정성 검토는 사업 규모, 총사업비, 효율적 대안 등의 검토를 통해 무분별한 재정지출을 방지하고 재정 운영의 효율성 제고에 기여하고자 수행된다. 적정 사업 규모, 총사업비 등을 검토하기 위해서는 사업목적의 적정성이 우선 확보되어야 하므로 본 절에서는 사업의 목적에 대하여 검토하였다.

관련 법령을 보면 「유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산 및 이용 촉진법」 제5조에 따라 공공의무생산자 및 민간의무생산자는 매년 바이오가스 생산 목표를 설정하고 관리하여야 하며, 공공 의무 생산자는 2025년 1월 1일부터, 민간 의무 생산자는 2026년 1월 1일부터 시행하여야 한다. 따라서, 김해시는 관련 법령에 따른 바이오가스 공공 의무 생산자로서, 김해시에서 발생하는 유기성폐자원을 활용하여 바이오가스 생산 목표를 달성에 대한 책무가 있다. 따라서 기존 혐기성 소화에 의한 음폐수 바이오가스화시설과 김해시 가축분뇨 공공 처리시설 이외, 현재 건조 퇴비화 방식으로 설치·운영 중인 음식물류폐기물 처리시설을 바이오가스화시설로 전환하고, 탄화방식으로 운영 중인 김해시 자원화 처리시설(슬러지)에서 처리하지 못하는 화목공공하수처리시설의 초과 생·잉여 농축슬러지, 분뇨 등을 포함한 바이오가스화시설을 신규 설치하여 관련 법령에 의한 김해시 바이오가스 생산 목표를 달성이 필요한 실정이다.

〈표 IV-2〉 「유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산 및 이용 촉진법」 주요 내용

구분	내용
법 제5조(바이오가스 생산목표의 설정)	<p>① 환경부장관은 유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산을 촉진하기 위하여 다음 각 호의 구분에 따른 <b>공공의무생산자 및 민간의무생산자(이하 “바이오가스 의무생산자”라 한다)를 대상으로 매년 바이오가스 생산목표를 설정·관리하여야 한다.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 공공의무생산자: 특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사 및 시장·군수·구청장</li> <li>2. 민간의무생산자: 제1호 외의 자로서 대통령령으로 정하는 규모 이상의 유기성 폐자원을 배출하거나 처리하는 사업자</li> </ol>
시행령 제4조 (생산목표율 등)	<p>① 법 제5조제2항 각 호 외의 부분 및 같은 조 제3항에서 “<b>대통령령으로 정하는 생산목표율</b>”이란 별표 1에 따른 장기 생산목표율, 연간 바이오가스 생산 현황, 생산목표율 달성도, 국내 바이오가스화 기술 수준 및 그 밖의 여건을 고려하여 환경부장관이 정하여 고시하는 생산목표율(이하 “생산목표율”이라 한다)을 말한다.</p> <p>② 환경부장관은 생산목표율을 바이오가스 생산목표연도의 전년도 12월 31일까지 매년 고시해야 한다.</p> <p>③ 환경부장관은 5년마다 별표 1에 따른 장기 생산목표율의 타당성을 검토해야 한다.</p>
시행령 [별표 1]	<p>[시행일] 다음 각 호의 구분에 따른 날</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 공공의무생산자에 관한 부분: 2025년 1월 1일</li> <li>2. 민간의무생산자에 관한 부분: 2026년 1월 1일</li> </ol>

〈표 IV-2〉의 계속

구분	내용
법 제8조(과징금)	① 환경부장관은 제5조에 따른 바이오가스 생산목표를 달성하지 못한 바이오가스 의무생산자에게 목표 미달성분에 「도시가스사업법」 제20조제1항에 따라 승인된 공급규정에 따른 도시가스 요금을 공급 금액의 범위에서 과징금을 부과할 수 있다.(이하 생략)

김해시 바이오가스 전체 생산목표량은 25,635Nm<sup>3</sup>/일이며 본 사업 대상 시설인 유기성 폐자원 통합바이오가스화시설에서 생산되는 바이오가스는 10,994Nm<sup>3</sup>/일로 생산 목표율의 42.9%이다. 2024년 3월부터 운영 중인 김해시 가축분뇨처리시설(돈분 150톤/일, 음식물류폐기물 50톤/일)에서 생산되는 바이오가스량을 포함하면 「유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산 및 이용 촉진법 시행령」 [별표 1]에서 규정한 2045년 장기 정책 목표 생산 목표율의 80% 달성이 가능할 것으로 판단된다.

〈표 IV-3〉 김해시 바이오가스 생산목표량

유기성폐자원	유기성폐자원 발생량 (m <sup>3</sup> /일)	바이오가스 생산계수 <sup>자료)</sup> (Nm <sup>3</sup> /ton)	바이오가스 생산목표량 <sup>1)</sup> (Nm <sup>3</sup> /일)
하수찌꺼기	116.4	44.6	5,191
분뇨	125.9	5.0	630
가축분뇨(돈분)	129.4	13.6	1,760
음식물류폐기물	175.8	102.7	18,055
합계	547.4	-	25,635

주: 1) 바이오가스 생산목표량(Nm<sup>3</sup>/일) = 유기성폐자원 발생량(m<sup>3</sup>/일) × 바이오가스 생산계수(Nm<sup>3</sup>/ton)  
 자료: 「유기성 폐자원의 발생량 산정방법, 회수계수 및 바이오가스 생산계수에 관한 규정」(별표 2 유기성 폐자원의 회수계수 및 바이오가스 생산계수)

〈표 IV-4〉 본 사업 유기성폐자원 통합 바이오가스화시설의 바이오가스 생산량

유기성폐자원	유기성폐자원 투입량 <sup>1)</sup> (m <sup>3</sup> /일)	바이오가스 생산계수 <sup>자료)</sup> (Nm <sup>3</sup> /ton)	바이오가스 생산목표량 <sup>2)</sup> (Nm <sup>3</sup> /일)
하수찌꺼기	133.7	44.6	5,963
분뇨	131.2	5	656
음식물류폐기물	42.6	102.7	4,375
합계	307.5	-	10,994

주: 1) 본 검토에서 산정한 유기성폐자원별 시설용량  
 2) 바이오가스 생산목표량(Nm<sup>3</sup>/일) = 유기성폐자원 투입량(m<sup>3</sup>/일) × 바이오가스 생산계수(Nm<sup>3</sup>/ton)  
 자료: 「유기성 폐자원의 발생량 산정방법, 회수계수 및 바이오가스 생산계수에 관한 규정」(별표 2 유기성 폐자원의 회수계수 및 바이오가스 생산계수)

〈표 IV-5〉 본 사업에 의한 김해시 바이오가스 생산목표율

유기성폐자원	바이오가스 생산 목표량 <sup>1)</sup> (Nm <sup>3</sup> /일)	본 사업시설 바이오가스 생산량 (Nm <sup>3</sup> /일)	생산 목표율 (%)
하수찌꺼기	5,191	5,963	42.96%  (2045년 정책목표율: 80%) <sup>2)</sup>
분뇨	630	656	
가축분뇨(돈분)	1,760	-	
음식물류폐기물	18,055	4,375	
합계	25,635	10,994	

주: 1) 「유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산 및 이용 촉진법 시행령」 [별표 1, 공공의무 생산자의 장기 생산목표율]

2) 생산목표율 73.6%는 김해시 가축분뇨공공처리시설에서 생산되는 바이오가스량은 제외한 생산 목표율임

따라서, 본 사업은 관련 법령에 따라 신규 설치가 필요하며, 환경부 시범 사업 선정 및 김해시 상위계획에 반영되어 있어, 사업목적의 적정성은 확보하였다고 볼 수 있다.

### 3. 시설계획의 적절성 검토

#### 가. 음식물류폐기물 처리방식의 적절성 검토

사업계획서에서는 음식물류폐기물 처리방식으로 혐기성 소화에 의한 바이오가스화를 계획하였다. 바이오가스화 처리 공법은 도입 초기 국내 음식물류폐기물 고유의 특성, 즉 높은 함수율 및 염분농도, 유기물 함량 등으로 인해 퇴비화 및 사료화에 비해 이점보다는 단점이 더 많았던 방식이었다. 하지만, 국내 운영 중인 시설 모두 오랜 기간의 시행착오를 바탕으로 기존의 기술적 문제점들이 많이 개선된 상태이며, 기술적 안정성은 상당히 상승한 것으로 판단된다. 또한, 메탄가스 회수를 통한 에너지 활용은 정부의 폐기물 관리 정책에도 부합하고, 자체 에너지원 확보에 따른 유지관리비 절감 등의 이점이 있는 것으로 검토되었다. 혐기성 분해를 통해 생산되는 바이오가스는 전력 생산의 에너지원으로 이용 또는 도시가스로의 공급도 가능하므로, 현재 수요처 확보가 어려운 퇴비화 및 사료화 방식에 비하여 안정적인 시설 운영이 가능하다.

또한 정부의 유기성폐자원 에너지화 정책에 바이오가스화 처리방식이 적합하며, 음식물류폐기물 처리방식인 혐기성소화, 사료화, 퇴비화 중 국고지원이 가능한 유일한 방식으로서 처리방식, 경제성, 부산물 처리 등을 종합적으로 고려할 때 바이오가스화 방식의 추진은 적절한 계획으로 판단된다.

〈표 IV-6〉 음식물류폐기물 처리방식 검토

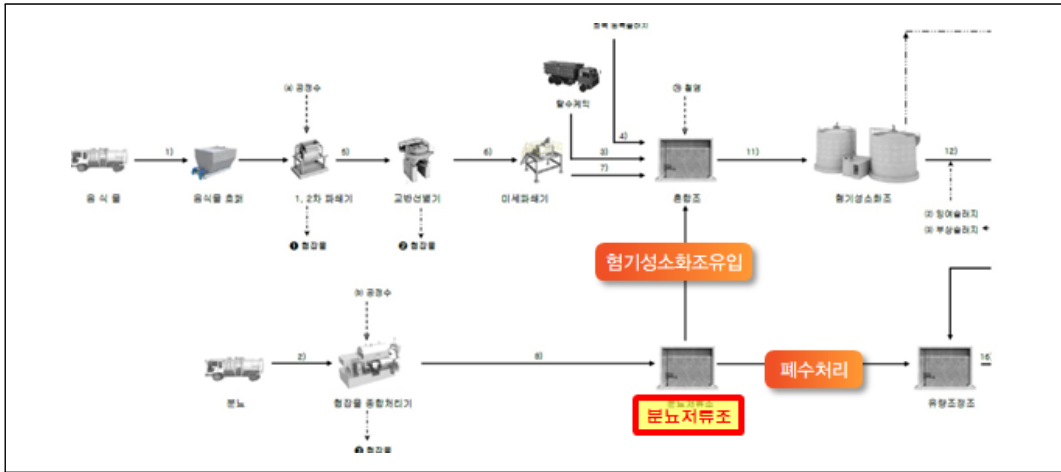
구분	혐기성소화	사료화(건식)	퇴비화
개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 혐기성미생물을 이용한 유기물 분해</li> <li>• 바이오가스 생산 및 발전</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 가열/건조에 의한 건조사료화</li> <li>• 남은음식물사료 생산 (사료관리법 기준)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 호기성미생물 이용한 분해 및 안정화</li> <li>• 퇴비 생산(비료관리법 기준)</li> </ul>
처리과정	<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 100px; margin: 0 auto;">전 처리(선별,파쇄)</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 100px; margin: 0 auto;">산, 메탄 발효(메탄 발생)</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 100px; margin: 0 auto;">가스 정제</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 100px; margin: 0 auto;">압 축</div> </div>	<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 100px; margin: 0 auto;">전 처리(선별,파쇄)</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 100px; margin: 0 auto;">가 열 ( 발 효 ) 및 건 조</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 100px; margin: 0 auto;">선 별 및 파 쇠</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 100px; margin: 0 auto;">포 장</div> </div>	<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 100px; margin: 0 auto;">전 처리 (선별,파쇄,탈수)</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 100px; margin: 0 auto;">호 기 성 발 효</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 100px; margin: 0 auto;">후 속</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 100px; margin: 0 auto;">포 장</div> </div>
처리방식 특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고도의 기술 필요</li> <li>• 바이오가스 발전(에너지생산형)</li> <li>• 소화액(슬러지) 및 다량의 폐수 발생</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시공실적이 많아 기술적 안정</li> <li>• 가열/건조 열원 필요 (에너지소비형)</li> <li>• 남은 음식물 사료 수요처 확보 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시공실적이 많아 기술적 안정</li> <li>• 퇴비화과정 악취 발생 (후부숙시설 등)</li> <li>• 음식물 생산 퇴비에 대한 불신 해결 필요</li> </ul>
부산물 활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 매전 및 도시가스 판매</li> <li>• 고질화 및 개질화를 통한 수소 연료 활용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 관내 양돈·양계농가 수요처 확보 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수요처 확보 필요(기존 시설의 경우 2016년 이후 무상공급, 2019년 이후 매립 처리 중)</li> </ul>
적용시 문제점	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 검증된 바이오가스화 기술 적용 필요</li> <li>• 전문적인 운영기술 필요</li> <li>• 폐수 및 슬러지 처리 운영비 다소 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수요처 확보 필요</li> <li>• 수요처 상황(구제역, AI 등)에 따라 처분 문제 발생</li> <li>• 별도의 열원(도시가스 등) 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수요처 확보 필요</li> <li>• 발생 악취로 인한 민원 발생 우려</li> <li>• 시기별 퇴비 수요의 차이로 처분 및 보관 문제 발생</li> </ul>
장점	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 바이오가스를 활용한 발전 또는 연료화를 통해 정부 폐기물 정책에 부합</li> <li>• 대규모 처리 가능</li> <li>• 부산물 활용 용이 (발전, 도시가스 공급 등)</li> <li>• 수익창출 유리(운영수익 양호)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 투자비 비교적 저렴(경제성 우수)</li> <li>• 기술적 난이도가 높지 않아 접근 용이</li> <li>• 부산물 관리 용이 (장기보관 가능, 품질변화 적음)</li> <li>• 안정적인 운영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기술적 난이도가 높지 않아 접근 용이</li> <li>• 국내실적이 많음</li> <li>• 제품의 장기보관, 취급 용이</li> <li>• 신선도가 좋지 않아도 자원화 원료로 활용 가능</li> <li>• 유기성 폐기물의 대량처리 가능</li> </ul>
단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 초기 투자비 고가(경제성 불리)</li> <li>• 설비 다소 복잡, 운영 전문성 필요</li> <li>• 고품질 농도 및 유기물 부하조절 어려움</li> <li>• 소화슬러지 및 다량의 폐수 발생</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 필요시 사료품질기준 맞추기 위한 영양소 공급</li> <li>• 건조과정 악취설비 효율 저하 시 다량의 악취 발생</li> <li>• 건조 열원 필요</li> <li>• 수요처 확보 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 톱밥 등 부형재의 수급 필요</li> <li>• 염분함량 조절 필요</li> <li>• 지속적 토지살포가 어려움 (염분농축)</li> <li>• 소요부지 넓음</li> <li>• 공기공급이 필요하며 다량의 악취 발생</li> </ul>
정부정책 부합성	유기성 폐자원 에너지화 정책에 부합	유기성 폐자원 에너지화 정책에 부합하지 않음	유기성 폐자원에너지화 정책에 부합하지 않음
국고지원 용이성	국고지원 대상 (2030년까지 바이오가스화시설 확충계획)	2021년 신규사업부터 국고지원 제외	2021년 신규사업부터 국고지원 제외
선정	◎		

자료: 김해시, 「김해시 유기성폐자원 바이오가스화시설 기본계획 보완 보고서」, 2024. 8.

## 나. 분뇨 처리 공정의 적절성 검토

사업계획서에서는 분뇨를 전처리 이후 소화조 고품질 함량을 맞추기 위한 희석용으로 일부를 사용할 수 있도록 공정을 구성하였다.

[그림 IV-1] 분뇨 처리 공정계획



자료: 김해시, 「김해시 유기성폐자원 바이오가스화시설 기본계획 보완 보고서」, 2024. 8.

혐기성 소화조 운전 관련 여러 논문에 따르면, 혐기성 소화조 운전 상태가 최적일 때는 고품질 농도(TS)는 8~10% 수준이며 10%를 초과할 경우 미생물에 의한 유기물 분해율이 오히려 저감되어 메탄 생산량이 감소하는 것으로 제시하고 있다. 따라서, 분뇨를 소화조에 미투입 시에는 TS 농도를 10% 미만으로 낮추기 위해 재이용수를 추가 투입하여야 하나, 사업계획서는 재이용수를 사용하여 자원을 소모하기보다는 유기성폐자원인 분뇨를 일부 활용하는 것으로 계획한 부분은 적절한 것으로 판단된다. 다만, 분뇨의 VS(volatile solids, 강열감량)가 일반적으로 0.3~0.5% 수준이므로 메탄 생산량 증대에는 영향이 미미한바, 향후 세부설계에서 장유공공하수처리시설의 재이용수 혹은 시상수 공급 방안과 분뇨 투입 조건의 소화조 용량 비용을 분석하여 적정 공정계획을 수립할 필요가 있다.

〈표 IV-7〉 분뇨 소화조 투입·미투입 시 소화조 고품질 농도(TS) 비교

구분	분뇨 소화조 미투입시	분뇨 소화조 투입시	비고
소화조 고품질 농도(TS)	10.2%(10% 초과)	9.0%(10% 미만)	

자료: 주무관청 질의답변서(물질수지)

[그림 IV-2] 혐기성 소화조 TS 운전조건 관련 논문(1)

**ABSTRACT**

This paper analyzed the effect of total solids (TS) concentration and temperature on biogas production from anaerobic digestion with dairy manure. Batch experiments were carried out for TS concentrations of 6%, 8%, and 10%, respectively, at five different temperatures (31, 34, 37, 40, and 43°C). Results showed that two factors both had significant effect on biogas production. The optimal condition for anaerobic digestion was 8% TS concentration at the temperature of 40°C. Under such condition, the biogas production is much better than the others and the yield peaked higher. Daily biogas production of 8% was more than those test groups which are 6% and 10% under the same temperature. When TS concentration was 8%, the rank of total biogas production of different digestion temperatures was 40°C > 37°C > 34°C > 31°C > 43°C.

*협기성 소화조 운전 최적 조건은 8% TS 농도로 유입되는 조건*

*8% TS 조건에서 바이오가스 생산량과 미생물 생산량이 가장 높음*

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15567036.2016.1183064?scroll=top&needAccess=true> 1/6

자료: Z. Liu and J. Lv (2016), "The effect of total solids concentration and temperature on biogas production by anaerobic digestion," *Energy sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 38(23), pp. 3534-3541

[그림 IV-3] 혐기성 소화조 TS 운전조건 관련 논문(2)

**P1max과 k** 팩터는 쉽게 분해가능한 유기물의 분해와 연관이 있는데 TS 농도가 높을수록 감소. 즉 TS 농도가 높아지면 (10% 이상일 경우) 미생물에 의한 유기물 분해율이 오히려 떨어져 메탄 생산이 감소. (원인 : 농도가 높기 때문에 물질전달 효율이 떨어짐)

TS 농도가 높으면 가수분해율이 높아지나 메탄 생성율은 감소함. 이는 높은 암모니아 및 VFA 농도 등 어떤 저해 요인들로 인해 메탄생성 미생물의 활동에 영향을 받았기 때문임

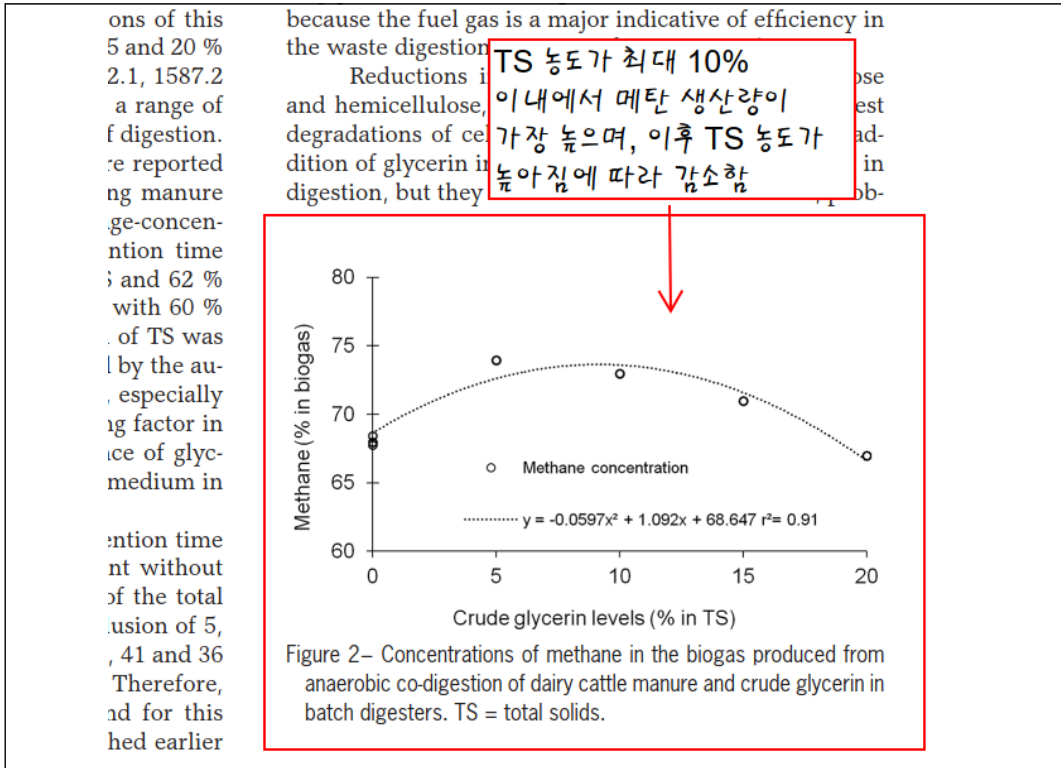
TS 농도가 10% 이상시 가스 발생의 안정화 기간이 늦어짐 (Lag phase의 증가는 시스템의 안정화와 연관됨)

The newly developed superimposed model (Eq. (4)) was used to fit the measured data of cumulative methane production of  $R_2$ ,  $R_3$  and  $R_4$  and the relevant results are shown in Fig. 3 and Table 3. The modelling results perfectly matched the measured results of these three AD systems ( $R^2$  greater than 0.999).  $P_{1max}$  and  $k$  were linked to the degradation of the readily biodegradable organic compounds. It is worth nothing that the  $P_{1max}$  was decreased with the increase of TS content from 182.38 to 50.17 mL  $CH_4/g$  VS. This indicates that the utilization of readily biodegradable organic compounds by anaerobic microbes was adversely affected by the elevated TS content. The reason might be that mass transfer limitation occurring at high TS contents could reduce the availability of organic matters to microbes, which led to declined methane production (Abbassi-Guendouz et al., 2012). Interestingly, the hydrolysis rate constant  $k$  increased with the increase of TS content. It means that AD systems operated at higher TS contents had better hydrolysis rate of readily biodegradable organic compounds. However, no higher methane production rates were observed under higher hydrolysis rates, which could be attributed to inhibition of the methanogens' activities by some inhibitory factors such as high ammonia and VFAs concentrations (see Section 3.1).  $P_{2max}$ ,  $R_m$  and  $\lambda$  were related to the degradation of poorly biodegradable organic matters. In contrast with  $P_{1max}$ ,  $P_{2max}$  increased with the increase of TS content from 110.2 to 208.7 mL  $CH_4/g$  VS. In addition, the lag phase showed an increasing trend with the increase of TS content, with the  $\lambda$  value of 6.85 d, 22.10 d and 24.74 d, respectively.

Fig. 2. Methane yield (on a daily basis) vs. Time (d)

자료: Wang et al.(2020), "Impact of total solids content on anaerobic co-digestion of pig manure and food waste: Insights into shifting of the methanogenic pathway," *Waste Management*, 114, pp. 96-106

[그림 IV-4] 혐기성 소화조 TS 운전조건 관련 논문(3)



자료: Simm et al.(2017), "Crude glycerin in anaerobic co-digestion of dairy cattle manure increases methane production," *Scientia Agricola*, 74(3), pp. 175~179.

#### 다. 기존 음폐수 바이오가스 에너지화시설 활용성 검토

김해시는 기존 음식물류폐기물 처리시설에서 발생하는 음폐수를 처리하기 위해 2014년 부터 음폐수 바이오가스 에너지화시설을 운영 중에 있으며, 시설용량은 100톤/일(혐기성 소화)이다. 처리 공법은 설계 당시 고온 혐기성 방식으로 계획하였으나, 현재는 중온 혐기 성 소화 방식으로 변경하여 처리하고 있고, 실제 반입량은 70~80톤/일로, 생산된 메탄가 스는 발전하여 전력을 생산하고 있으며, 소화액은 화목/장유 하수처리장으로 차량 이송하 여 처리하고 있다. 기존 건조·퇴비화 방식의 음식물류폐기물 처리시설이 본 사업으로 인해 유기성폐자원 통합바이오가스화시설로 전환되면 처리 공정상 음폐수가 발생하지 않으므로 기존 음폐수 바이오가스 에너지화시설은 유휴시설이 될 수 있다. 따라서, 음폐수 바이오가 스 에너지화시설에 대한 활용 방안 수립이 필요하다. 김해시는 사업계획 적정성 검토 질의

답변에서 해당 시설을 민간 음식물류폐기물 처리업체에서 발생하는 음폐수를 대체 처리하는 것으로 제시하였다. 기존에는 민간업체에서 발생하는 음폐수는 김해시 공공하수처리시설로 연계 처리하였으나, 본 사업 시행 시 공공 음식물류폐기물 처리시설에서 발생하는 음폐수가 더 이상 발생하지 않으므로 민간 부문의 음폐수를 대체 처리하여 기존 시설의 활용능력을 지속하는 계획은 적정한 것으로 판단된다. 한편, 다른 대안(2안)으로 통합바이오가스화시설에서 음폐수를 분리하여 이송·처리하는 경우도 제시하였는데, 이 경우 혐기성 소화조 용량 축소로 사업비는 1안에 비해 절감될 수 있으나, 원거리 왕복 50km 이송에 따른 운영비 증대, 본 시설 바이오가스 발생량 감소, 음폐수 바이오가스 에너지화시설 내구연한 도래에 따른 폐쇄 결정 시 음폐수 처리시설 재설치 등이 예상된다. 따라서 김해시에서 제시한 민간 음식물류폐기물 처리업체의 발생 음폐수를 처리하는 시설로 활용하는 1안에 비해 상대적으로 실익은 낮은 것으로 판단된다.

〈표 IV-8〉 기존 음폐수 바이오가스 에너지화시설 활용 방안 검토

구분	1안: 민간 부문 음폐수 활용	2안: 통합 바이오가스화 시설에서 음식물 반입 후 음폐수 분리 이송
처리 공정도		
개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>민간부문 음폐수처리시설로 활용하고 시설 노후화 시 기술진단 후 폐쇄</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>통합바이오시설에서 음폐수만 분리하여 기존 음폐수 바이오가스화시설 유입 처리</li> </ul>
장점	<ul style="list-style-type: none"> <li>기존 처리시설 실내구연한까지 사용 후 기술진단 후 폐쇄 가능</li> <li>민간부문 반입비용 징수 가능</li> <li>별도 음폐수 이송 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기존 음폐수 바이오에너지화시설 공공성 확보 (설치목적)</li> <li>1안 대비 사업비 절감 가능</li> </ul>
단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>기존시설 공공성 저하</li> <li>민간부문 음폐수 반입에 따른 민원 문제</li> <li>2안 대비 사업비 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>음폐수 왕복(50km) 이송 필요</li> <li>이원화 시설로 운영비 증대</li> <li>기존 음폐수처리시설 기술진단 후(내구연한 2029년 도래) 폐쇄 결정 시 음폐수처리시설 신설 필요</li> <li>금회시설 가스발생량 저하</li> </ul>
선정	◎	

자료: 김해시, 「김해시 유기성폐자원바이오가스화시설 기본계획 보완 보고서」, 2024. 8.

## 라. 설치 부지의 적정성 검토

사업부지는 김해시 장유맑은물순환센터 내에 위치하고 있어 부지확보를 위한 별도의 절차는 불필요하다. 그러나 환경기초시설을 설치할 때에는 여러 사항들이 종합적으로 검토되어야 하며, 특히 민원발생 가능성에 대한 고려가 중요하다. 장유맑은물순환센터는 김해시 장유, 주촌면 일원에서 배출되는 하수를 차집 처리하는 시설로서 주변 현황을 살펴보면, 반경 1km 내 전담, 산지, 조만강 등이 위치하고, 1km 밖에 김해 은혜학교, 대흥·가동·수가동 회관 등이 위치한다. 사업계획서에 따르면 현 시설에 대해 악취 발생 등에 따른 주변 지역 민원은 없는 것으로 확인된다. 따라서 금번 유기성폐자원 바이오가스화시설을 장유맑은물순환센터 내 여유 부지에 설치하는 것은 적절한 계획으로 사료된다.

[그림 IV-5] 사업부지(기존 장유맑은물순환센터 부지 내)



자료: 김해시, 「김해시 유기성폐자원바이오가스화시설 기본계획 보완 보고서」, 2024. 8.

## V. 비용추정

### 1. 비용추정의 개요

#### 가. 기본 방향

본 사업은 김해시 폐기물 분야 상위계획인 「2023년~2027년 김해시 제2차 자원순환 집행계획(재변경)」(김해시, 2023.)에 반영된 사업으로서, 김해시 기존 음식물류폐기물 처리시설 노후화 및 내구연한 도래로 인한 가동 중단 예정과, 기존 하수찌꺼기 처리시설 용량 부족에 따른 신규시설 설치가 시급함에 따라 김해시 관내에서 발생하는 유기성폐자원인 음식물류폐기물, 분뇨, 하수찌꺼기를 통합 처리하기 위한 통합바이오가스화시설을 설치하는 사업이다. 본 검토에서는 사업계획서에서 제시한 계획을 바탕으로 「제Ⅲ장 수요추정」 및 「제Ⅳ장 사업계획의 적절성 검토」의 결과에 따라 비용을 추정하였다.

〈표 V-1〉 사업계획 적정성 검토안

구분	사업계획 적정성 검토안	비 고
시설용량(톤/일)	360	
주요시설	<ul style="list-style-type: none"><li>• 음식물 및 분뇨 전처리시설</li><li>• 혐기성 소화설비</li><li>• 가스저장 및 정제설비</li><li>• 생물학적 폐수처리시설</li><li>• 기타 부대설비</li></ul>	

본 검토의 기준 연도는 분석을 시행하는 전년도인 2022년 말<sup>25)</sup>로 설정하였으며, 총사업비는 공사비, 시설부대경비, 용지보상비, 예비비로 구성된다. 총사업비의 추정은 「예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구」(한국개발연구원, 2021. 5.) 및 「2023년 제4차 예비타당성조사 착수회의 자료」(한국조세재정연구원, 2024. 2.) 등의 관련 지침에 따라 수행하였다. 본 적정성 검토의 비용추정은 다음과 같은 단계를 거쳐 수행한다.

25) 사업계획 적정성 검토는 「2023년 제4차 사업계획 적정성 검토」이므로 분석을 시행하는 연도는 2022년 말임

〈표 V-2〉 비용추정 절차 및 방법

단계	연구 절차	연구 방법
I	사업개요 검토	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 사업개요 및 기대효과 파악</li> <li>▪ 사업의 규모, 총사업비 등 개요 파악</li> </ul>
II	시설규모 검토	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 인구 재추정 및 관련 기준 검토를 통한 시설규모 검토</li> <li>▪ 기술적 검토 및 사업계획의 적정성 검토</li> <li>▪ 시설계획의 적정성 검토 결과를 토대로 대안 설정</li> </ul>
III	비용추정의 방법 및 기준 검토	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 총사업비의 공사비, 시설부대경비, 예비비 기준 검토</li> </ul>
IV	총사업비 추정	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 유사사례 비용 검토 등의 방식으로 공사비 산정</li> <li>▪ 공사비를 기초로 시설부대경비 산정</li> <li>▪ 사업계획과 검토안의 사업비 비교 검토</li> </ul>

### 나. 비용 보정

본 사업의 총사업비 산정에서 건설투자 GDP 디플레이터를 비용 보정지수로 활용하였으며, 비용 보정지수는 적용 사례의 비용 기준 연도부터 본 분석의 기준시점인 2022년 12월 말까지의 한국은행 경제통계시스템에 고시되는 건설투자 GDP 디플레이터를 사용하였다.

〈표 V-3〉 비용 보정지수(건설투자 GDP 디플레이터, 2015=100)

연도	건설투자 GDP 디플레이터													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
2010	100.0													
2011	106.1	100.0												
2012	108.3	102.1	100.0											
2013	108.5	102.3	100.1	100.0										
2014	110.0	103.7	101.5	101.4	100.0									
2015	110.2	103.8	101.7	101.6	100.2	100.0								
2016	110.5	104.2	102.0	101.9	100.5	100.3	100.0							
2017	114.3	107.7	105.5	105.3	103.9	103.7	103.4	100.0						
2018	117.8	111.0	108.7	108.6	107.1	106.9	106.6	103.1	100.0					
2019	121.0	114.1	111.7	111.6	110.0	109.8	109.5	105.9	102.7	100.0				
2020	122.4	115.4	113.0	112.8	111.3	111.1	110.7	107.2	103.9	101.2	100.0			
2021	132.9	125.3	122.7	122.5	120.8	120.7	120.3	116.4	112.8	109.8	108.6	100.0		
2022	143.3	135.1	132.3	132.1	130.3	130.1	129.6	125.4	121.6	118.4	117.0	107.8	100.0	

자료: 한국은행 경제통계시스템(<http://ecos.bok.or.kr/>)

## 2. 사업계획서 총사업비 검토

사업계획서상 김해시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설의 공사비는 음식물류폐기물 처리시설은 환경부 「폐기물처리시설 국고보조금 업무처리지침」(환경부, 2023. 1.)의 표준 단가를 적용하였으며, 분뇨 및 하수찌꺼기 처리시설은 환경부 「하수도 분야 보조금 편성 및 집행관리 실무요령」(환경부, 2023. 1.)상의 함수식을 적용하여 산정하였다. 시설부대경비는 설계비, 감리비, 시설부대비 이외, 환경영향평가비를 추가 제시하였다. 용지보상비는 사업 부지가 기존 장유맑은물순환센터(공공하수처리시설) 내 잔여 부지이므로 미반영하였으며, 예비비도 미반영하였다.

〈표 V-4〉 사업계획서 총사업비 내역

(단위: 백만원)

구분		금액	비고
공사비		94,245	환경부 표준공사비
토목	24.0%	22,619	
건축	13.0%	12,252	
기계	49.5%	46,651	
전기	12.5%	11,781	
조경	1.0%	942	
용지보상비		-	기존 장유맑은물순환센터 내 잔여부지 설치
부대비		11,007	
설계비		4,625	2024년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침
감리비		4,765	2024년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침
시설부대비		217	2024년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침
환경영향평가		1,400	별도산정
예비비		-	미반영
계		105,252	

자료: 1. 환경부, 「폐기물처리시설 국고보조금 업무처리 지침」, 2023. 1.  
2. 환경부, 「하수도 분야 보조금 편성 및 집행관리 실무요령」, 2023. 1.

### 3. 총사업비 추정

#### 가. 공사비 산정

사업계획서의 수준이 시설사업 기본계획 수립 전으로 개략 도면 및 내역서가 작성되지 않아, 사업계획서에서 제시한 환경부 표준공사비로는 본 사업 공사비의 적정성을 판단하기 어려운바, 본 사업계획 적정성 검토에서는 유기성폐자원 바이오가스화 유사사례 사업을 조사하여 공사비를 산정하였다.

##### 1) 유사사례 인용 사업 선정

환경부 「2023년 유기성폐자원 바이오가스화시설 현황」(환경부, 2023.)에 따르면 2023년 말 기준 국내 운영 중인 유기성폐자원 바이오가스화시설은 112개소로서 음식물·음폐수 처리시설이 30개소, 가축분뇨 3개소, 하수슬러지 33개소, 통합시설 46개소이다.

〈표 V-5〉 국내 유기성폐자원 바이오가스화시설 현황

(단위: 개소)

연도	계	음식물·음폐수	가축분뇨	하수슬러지	통합	기타
2023년	112	30	3	33	46	-

자료: 환경부, 「2023년 유기성폐자원 바이오가스화시설 현황」, 2023.

우선 공공하수처리시설의 슬러지처리 공정과 중복되는 시설과 농업회사법인 및 축협에서 운영하는 가축분뇨처리시설 등은 1차로 제외하고, 이 중 전처리 설비가 없는 음폐수 처리시설 및 단일 성상만을 처리하는 시설을 추가 제외하였다. 마지막으로 공사비 산정에 인용한 유사사례 사업 규모의 범위를 환경부 표준단가<sup>26)</sup> 범위와 동일한 150톤/일 초과~400톤/일 이하의 시설로 설정하여 150톤/일 이하 시설과 400톤/일 초과 시설은 제외하였다. 그 결과, 본 사업계획 적정성 검토 공사비 산정에 인용할 유사 사업은 김해시, 서산시, 고양시, 대구시의 4개 시설로 선정하였으며, 인용된 사업은 본 사업과 폐기물 성상의 유사성으로 시설 계획이 비슷하고, 환경부 표준단가 범위와 동일한 150톤/일 초과~400톤/일 이하의 시설이다.

26) 환경부, 「폐기물처리시설 국고보조금 업무처리 지침」, 2023.

〈표 V-6〉 유사사례 인용사업 선정

구분	시군구	시설명	가동 연도	용량 (톤/일)	처리 대상 폐자원	비용산정 인용사업	미인용 사유
1	서울시	동대문환경자원센터	2010	98	음식물		단일성상
2	서울시	송파구음식물류폐기물자원화시설	2012	450	음식물류폐기물		단일성상
3	부산시	부산강서생곡음식물자원화시설	2005	200	음식물		단일성상
4	인천시	서구	2006	830	음폐수		전처리 설비 미적용
5	인천시	서구	2013	500	음폐수		전처리 설비 미적용
6	인천시	송도음식물자원화시설	2014	50	음폐수		전처리 설비 미적용
7	<b>대구시</b>	<b>대구상리음식물류폐기물처리시설</b>	<b>2013</b>	<b>400</b>	<b>음식물,분뇨</b>	<b>◎</b>	
8	대전시	대전유성금고동바이오에너지센터	2017	400	음식물,음폐수		전처리 설비 미적용
9	광주시	광산구, 제1음식물자원화시설	2007	150	음식물		단일성상
10	광주시	광주광역시제2음식물자원화시설	2013	300	음폐수		전처리 설비 미적용
11	울산시	(주)비아티바이오가스화시설	2012	400	음폐수		전처리 설비 미적용
12	남양주시	남양주별내클린센터	2014	31	음식물		단일성상
13	<b>고양시</b>	<b>고양바이오매스에너지시설</b>	<b>2014</b>	<b>260</b>	<b>음식물,가축분뇨</b>	<b>◎</b>	
14	의정부시	의정부시음식물류폐기물자원화시설	2011	150	음폐수		전처리 설비 미적용
15	속초시	속초시하수병합처리시설	2005	40	음식물,음폐수		전처리 설비 미적용
16	태백시	태백 음식물류폐기물 광역화처리시설	2015	80	음식물		단일성상
17	<b>서산시</b>	<b>서산시 자원순환형 바이오가스화시설</b>	<b>2020</b>	<b>320</b>	<b>가축분뇨,음식물, 분뇨,하수찌꺼기</b>	<b>◎</b>	
18	청주시	청주시유기성폐기물에너지화시설	2014	200	음폐수		전처리 설비 미적용
19	안동시	안동시음식물자원화시설	2006	20	음폐수		전처리 설비 미적용
20	영천시	영천시·경산시 유기성폐기물 광역에너지화시설	2017	260	음식물,음폐수, 가축분뇨		전처리 설비 미적용
21	울주군	온산바이오에너지센터	2014	150	음식물,가축분뇨		규모(小)
22	창원시	창원시음폐수바이오가스화에너지화시설	2022	200	음폐수		전처리 설비 미적용
23	진주시	진주시음식물류폐기물공공처리시설	2013	110	음폐수		전처리 설비 미적용
24	김해시	김해시음폐수바이오가스에너지화시설	2014	100	음폐수		전처리 설비 미적용
25	<b>김해시</b>	<b>김해시 가축분뇨 공공처리시설</b>	<b>2023</b>	<b>200</b>	<b>음식물,가축분뇨</b>	<b>◎</b>	
26	양산시	양산시 바이오가스화시설	2014	130	음식물,가축분뇨		규모(小)
27	양산시	양산시 바이오가스화시설(증설)	공사중	60	음식물		단일성상
28	전주시	음식물류폐기물자원화시설	2016	300	음식물		단일성상
29	남원시	음식물바이오가스화시설	2017	20	음식물,하수찌꺼기		규모(小)
30	여수시	여수시바이오가스화시설	2011	55	음폐수		전처리 설비 미적용

주: 공공하수처리시설의 슬러지처리공정과 중복되는 시설은 현황에서 제외함.

자료: 환경부, 「2023년 유기성폐자원 바이오가스화시설 현황」, 2023.

## 2) 공사비 산정

인용된 사업의 실시설계 내역서 상의 공사비에 본 검토 분석 시점인 2022년 GDP 디플레이터를 적용하고, 내역서에 낙찰률이 적용된 사업은 설계가(100%)로 환산하였다. 2022년 말 기준 설계가로 환산된 공사비에 시설 규모를 나누어 톤당 공사비를 산정하고, 여기에 시설 규모를 적용하여 공사비를 산정하였다. 다만, 4개 사업의 준거 조건을 고려하여 유사 사례 A, C는 지반보강공법(말뚝 등) 공사비를 제외하였다.

〈표 V-7〉 사업계획 적정성 공사비 산정방안

구분	산정방안	비고
인용사업	1) 김해시 가축분뇨 공공처리시설: 200톤/일 2) 고양시 바이오매스 에너지시설: 260톤/일 3) 서산시 자원순환형 바이오가스화시설: 320톤/일 4) 대구광역시 음식물류폐기물 및 분뇨처리시설: 400톤/일	
산정방안	① 각 사업별 톤당 공사비 산정(시설별 물가 및 설계가 보정) ↓ ② 톤당 평균 공사비 산정(적용대상 사업의 평균 단가 적용) ↓ ③ 공사비 산정(톤당 공사비×시설규모)	

〈표 V-8〉 유사사례 공사비 사업계획 적정성 검토 기준 환산

(단위: 백만원, 천원/톤)

구분	유사사례-A <sup>자료1)</sup>	유사사례-B <sup>자료2)</sup>	유사사례-C <sup>자료3)</sup>	유사사례-D <sup>자료4)</sup>
① 시설용량(톤/일)	200 가축분뇨: 150 음식물: 50	260 음식물: 250 음식물: 10	320 가축분뇨: 100 하수찌꺼기: 100 음식물: 50 분뇨: 70	400 음식물: 300 분뇨: 100
현재 단계	운영중	운영중	운영중	운영중
공사비 작성시점	2019년	2012년	2017년	2011년
② 내역서상 공사비(백만원)	41,274	60,878	41,481	72,909
③ 내역서 낙찰률 적용 여부	미적용	미적용	적용(70%)	미적용
④ 설계가(100%) 환산 공사비 (백만원), (②÷③)	41,274	60,878	59,259	72,909
⑤ 2022년 GDP 디플레이터	118.5%	132.7%	125.5%	135.4%

〈표 V-8〉의 계속

(단위: 백만원, 천원/톤)

구분	유사사례-A <sup>자료1)</sup>	유사사례-B <sup>자료2)</sup>	유사사례-C <sup>자료3)</sup>	유사사례-D <sup>자료4)</sup>
⑥ 2022년 환산 공사비(백만원) (④×⑤)	48,910	80,785	74,370	98,719

주: 1. 유사사례 시설은 연면적 1,000㎡ 이상의 공공건축물로서, 「녹색건축물 조성 지원법 시행령」 제12조 제1항에 따른 제로 에너지건축물인증대상 시설물로서, 해당 건축공사비에 제로에너지건축물 시설이 반영됨  
 2. 공사비는 각 사업 원가계산서상의 설계비를 제외한 금액임  
 3. 유사사례 A, C는 타 유사사례와의 준거조건을 고려하여 연약지반 보강 공사비를 제외함

자료: 1) 김해시, 「김해시 가축분뇨 공공처리시설 현대화사업 기본 및 실시설계 설계예산서」, 2020. 6.  
 2) 고양시, 「고양시 바이오매스 에너지시설 설치공사 실시설계 설계예산서」, 2012.  
 3) 서산시, 「서산시 자원순환형 바이오가스화시설 설치사업 실시설계 내역서」, 2017.  
 4) 대구광역시, 「대구광역시 음식물류폐기물 및 분뇨처리시설 설치공사 실시설계 내역서」, 2011.

〈표 V-9〉 유사사례 평균 단위공사비

(단위: 백만원, 천원/톤)

구분	평균	유사사례-A	유사사례-B	유사사례-C	유사사례-D
① 시설용량(톤/일)	-	200	260	320	400
② 2022년 환산 공사비(백만원) (④×⑤)	-	48,910	80,785	74,370	98,719
③ 단위공사비(천원/톤) (②÷①)	<b>258,617</b>	244,551	310,712	232,407	246,797

공사비 추정 결과, 사업계획 적정성 검토의 공사비는 93,102백만원으로 사업계획서 94,245백만원 대비 1,143백만원 감소하였으나, 대체로 유사한 수준으로 산정되었다. 사업 계획서가 구체적인 시설 계획 및 공사비 산정 근거 없이 환경부 표준단가로 제시되어, 사업계획 적정성 검토에서 유사사례 자료를 통해 공사비가 산정된 점을 고려 시 본 검토에서 재추정한 공사비는 어느 정도 적절한 수준인 것으로 볼 수 있다.

〈표 V-10〉 단위공사비 반영한 전체 공사비

(단위: 백만원)

تون당공사비(천원/톤)	시설용량(톤/일)	공사비(백만원)
258,617	360	<b>93,102</b>

〈표 V-11〉 공사비 산정 결과 비교

(단위: 백만원)

구분	사업계획서	사업계획 적정성 검토	증감액
공사비	94,245	<b>93,102</b>	<b>-1,143</b>

## 나. 시설부대경비

시설부대경비는 설계비(조사 및 측량비 포함), 책임감리비, 시설부대비 등 사업 추진에 필요한 공사비 및 보상비 이외의 부대비용을 의미한다.

### 1) 조사 및 측량비

본 사업에서는 추가 업무비용인 조사 및 측량비를 「예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구」(한국개발연구원, 2021. 5.)에 의거 공사비의 1%를 별도로 계산하는 것으로 하였다.

〈표 V-12〉 조사 및 측량비

(단위: 백만원)

구분	사업계획서	사업계획 적정성 검토	증감액
조사 및 측량비(부가가치세 제외)	-	846	846
부가가치세	-	85	85
조사 및 측량비	-	931	931

### 2) 설계비

기본 및 실시 설계비는 「2024년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」(기획재정부, 2023. 5.)의 산업플랜트 요율에 의한 방식으로 산정하였으며, 공사비별 건설부문 요율은 다음 표와 같다. 공사비가 요율표의 중간에 있을 때의 요율은 직선보간법으로 산정하였다. 본 시설은 엔지니어링사업대가의 환경플랜트로 분류되며, 기본설계와 실시설계를 동시에 시행하므로 동 지침의 산업플랜트부문에 따라 기본 및 실시설계 동시 시행 기준 실시설계 요율의 1.31배를 적용하는 것으로 하였다.<sup>27)</sup> 직선보간법은 다음과 같다.

〈표 V-13〉 기본 및 실시설계비

(단위: 백만원)

구분	사업계획서	사업계획 적정성 검토	증감액
기본 및 실시 설계비(부가가치세 제외)	4,205	4,156	-49

27) '엔지니어링사업대가의 기준'(산업통상자원부 고시 제2024-217호) 제13조 제2항 제1호에 따르면 산업플랜트 부문은 기본 및 실시설계를 동시에 진행하는 경우 실시설계비의 1.31배를 가산한다.

〈표 V-13〉의 계속

(단위: 백만원)

구분	사업계획서	사업계획 적정성 검토	증감액
부가가치세	420	416	-4
기본 및 실시 설계비	4,625	4,572	-53

〈표 V-14〉 실시설계비 효율

공사비(억원)	실시설계 효율(%)	비고
500	3.94	
1,000	3.67	

자료: 「2024년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」(기획재정부, 2023. 5.)의 산업플랜트부문 효율

○ 효율산정(직선보간법-검토안)

$y = y_1 - \frac{(x - x_2)(y_1 - y_2)}{x_1 - x_2}$	x : 당해 금액 x <sub>1</sub> : 큰 금액 x <sub>2</sub> : 작은 금액	y : 당해 공사효율 y <sub>1</sub> : 작은 금액효율 y <sub>2</sub> : 큰 금액효율
기본 및 실시 설계비 = 공사비(부가세 미포함) × 실시설계효율 × 1.31 = 84,638백만원 × 3.75 × 1.31 = 4,156백만원		

3) 환경영향평가비

사업계획서는 본 사업 인허가비로 환경영향평가비를 반영하였다. 사업계획 적정성 검토에서는 「예비타당성 수행 총괄지침」(기획재정부 훈령 제678호) 제34조(비목별 총사업비 산정원칙)과 「총사업비관리지침」(기획재정부 훈령 제558호) 제69조(설계비의 조정기준)에 따라 「예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」(기획재정부, 2023. 5.)의 효율로 설계비를 산정하게 되어 있으므로, 본 검토에서는 별도 환경영향평가비는 총사업비에 미반영하였다.

〈표 V-15〉 환경영향평가비

(단위: 백만원)

구분	사업계획서	사업계획 적정성 검토	증감액
환경영향평가비 (부가가치세 제외)	1,273	-	-
부가가치세	127	-	-
환경영향평가비	1,400	-	-

#### 4) 책임감리비

책임감리비는 시공계획 및 공정표 검토, 시공자가 작성한 시공도면 검토, 시공이 설계도면 및 시방서의 내용에 적합하게 이루어지고 있는지에 대한 회신, 구조물 규격에 대한 검토확인, 사용 자재의 적합성 확인, 품질관리 시험 계획 지도 및 시험 성과에 관한 검토 확인, 재해방지대책 및 안전관리의 검토 확인, 설계변경에 관한 사항의 검토 확인, 기성고 산정 및 기성검사, 준공도면의 검토 및 준공검사, 하도급에 대한 타당성 검토, 기타 공사의 질적 향상을 위하여 필요한 사항 등에 소요되는 비용이다.

책임감리비용은 「2024년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」(기획재정부, 2023. 5.)의 전면 책임감리비 요율에 의거 직선보간법을 이용하여 공사비에 해당 요율을 반영하여 산정하였다.

〈표 V-16〉 책임감리비

(단위: 백만원)

구분	사업계획서	사업계획 적정성 검토	증감액
책임감리비(부가가치세 제외)	4,332	4,300	-32
부가가치세	433	430	-3
책임감리비	4,765	4,730	-36

〈표 V-17〉 책임감리비 요율

(단위: 억원, %)

공사비	복잡한 공종 요율	비고
700	5.35	
1000	4.79	

자료: 「2024년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」(기획재정부, 2023. 5.)의 책임감리비 요율

〈표 V-18〉 토목공사 복잡도에 따른 구분

항목	단순한 공종	보통의 공종	복잡한 공종
토목공사 복잡도	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 구조물이 없는 일반부지 조성</li> <li>- 하천제방, 호안, 하도</li> <li>- 도로(국도, 지방도, 고속도로를 제외)</li> <li>- 상·하수관거</li> <li>- 우수구거</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 장대교량(200m 이상)이나 터널이 없는 도로(도시가로, 국도, 지방도 또는 고속도로), 철도, 지하철</li> <li>- 600mm 이상 하수관거</li> <li>- 400mm 이상 상수관거</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 비대칭으로 구조가 복잡한 교량</li> <li>- 장대 교량, 터널이 있는 도로, 철도, 지하철</li> <li>- 대구경 터널공사, 입체 차로</li> <li>- 하구언, 갑문, 댐</li> <li>- 정수장, 하수 및 오·폐수 처리시설</li> </ul>

〈표 V-18〉의 계속

항목	단순한 공종	보통의 공종	복잡한 공종
토목공사 복잡도	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 포장보수</li> <li>- 준설 및 매립</li> <li>- 보통조경</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 단순구조의 방파제, 접안시설</li> <li>- 하수도 및 수로터널</li> <li>- 공동구, 교량 등 구조물이 있는 부지조성</li> <li>- 공항활주로</li> <li>- 하천수문 및 통문</li> <li>- 대형 조경 구조물</li> <li>- 기타 단순한 공종, 복잡한 공종에 해당하지 아니한 시설</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 배수 및 양수 펌프장</li> <li>- 복잡한 구조의 방파제, 접안 시설</li> <li>- 대형구조물 기초공사</li> <li>- 대형구조물 개축</li> <li>- 수중 구조물</li> </ul>

자료: 기획재정부, 「2024년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」, 기획재정부, 2023. 5.

○ 요율산정(직선보간법-검토안)

$y = y_1 - \frac{(x-x_2)(y_1-y_2)}{x_1-x_2}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>x : 당해 금액</li> <li>x<sub>1</sub>: 큰 금액</li> <li>x<sub>2</sub>: 작은 금액</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>y : 당해 공사요율</li> <li>y<sub>1</sub>: 작은 금액요율</li> <li>y<sub>2</sub>: 큰 금액요율</li> </ul>
책임감리비 = 공사비(부가세 미포함) × 5.08% = 84,638백만원 × 5.08% = 4,300백만원		

5) 시설부대비

시설부대비는 건설, 전기 및 통신, 건축공사 등에 직접 소요되는 부대경비와 「조달사업에 관한 법률」에서 정한 수수료, 공고료 등 당해 사업 추진을 위해 소요되는 직접경비로서 「2024년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」(기획재정부, 2023. 5.)의 시설부대비 요율을 직선보간법으로 산정하여 공사비에 적용하였다.

〈표 V-19〉 시설부대비

(단위: 백만원)

구분	사업계획서	사업계획 적정성 검토	증감액
시설부대비 (부가가치세 제외)	197	195	-2
부가가치세	20	19	-1
시설부대비	217	214	-3

〈표 V-20〉 시설부대비 요율

공사비(억원)	시설부대비 요율(%)	비고
500	0.23	
1,000	0.23	

자료: 기획재정부, 「2024년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」, 2023. 5.의 시설부대비 요율

○ 요율산정(직선보간법-검토안)

$y = y_1 - \frac{(x - x_2)(y_1 - y_2)}{x_1 - x_2}$	$x$ : 당해 금액 $x_1$ : 큰 금액 $x_2$ : 작은 금액	$y$ : 당해 공사요율 $y_1$ : 작은 금액요율 $y_2$ : 큰 금액요율
시설부대비 = 공사비(부가세 미포함) × 0.23% = 84,638백만원 × 0.23% = 195백만원		

6) 시설부대경비 산정 결과

시설부대경비 산정 결과, 검토안은 10,446백만원으로 사업계획서 대비 561백만원 감소하는 것으로 산정되었다. 사업계획서에 비해 공사비가 감소하여 부보금액이 감소한 점 이외에도 환경영향평가비를 미반영하였기 때문이다.

〈표 V-21〉 시설부대경비 산정 결과

(단위: 백만원)

구분	사업계획서	사업계획 적정성 검토	증감액
조사 및 측량비	-	931	931
기본 및 실시 설계비	4,625	4,572	-53
환경영향평가비	1,400	-	-1,400
책임감리비	4,765	4,730	-36
시설부대비	217	214	-3
계	11,007	10,446	-561

다. 용지보상비

용지보상비의 경우 본 사업 유기성폐자원 통합바이오가스화시설이 기존 장유공공하수처리 시설 잔여 부지에 설치되므로, 타 시설로 토지 활용 방식이 변경될 가능성이 희박하며, 본 검토가 경제성 분석을 시행하지 않는 점을 고려하여 별도의 용지보상비는 산정하지 않았다.

## 라. 예비비

본 사업의 시행 과정에서 물량 계획이 당초 계획처럼 되지 못할 경우, 또는 인플레이션 등 예상하지 못했던 비용 발생에 대비하여 예비비 계획이 필요하다. 본 조사에서는 「총사업비관리지침」 및 「예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구」(한국개발연구원, 2021. 5.)에 따라 공사비, 시설부대경비, 용지보상비의 10%로 계상하여 산정하였다.

〈표 V-22〉 예비비

(단위: 백만원)

구분	사업계획서	사업계획 적정성 검토	증감액
예비비	-	10,355	10,355

## 마. 총사업비 추정 결과

본 사업에 소요되는 총사업비는 다음과 같이 공사비, 시설부대경비, 용지보상비, 예비비로 구분하여 산정하였다. 추정 결과, 사업계획인 105,252백만원 대비 검토안은 8,651백만원 증가한 113,903백만원으로 산정되었다. 사업계획 적정성 검토안의 공사비 및 시설부대비용은 감소하였으나, 사업계획서에서 미반영한 예비비를 반영하여 사업비가 증가하였다.

〈표 V-23〉 총사업비 추정 결과

(단위: 백만원)

구분	사업계획서	사업계획 적정성 검토	증감액
1. 공사비	94,245	93,102	-1,143
2. 시설부대경비	11,007	10,446	-561
2-1 설계비	4,625	5,503	878
2-1-1 기본 및 실시 설계비	4,625	4,572	-53
2-1-2 측량 및 조사비	-	931	931
2-2 환경영향평가비	1,400	-	-1,400
2-3 책임감리비	4,765	4,730	-36
2-4 시설부대비	217	214	-3
3. 용지보상비	-	-	-
4. 예비비	-	10,355	10,355
총사업비	105,252	113,903	8,651

주: 부가가치세 포함

## 바. 사업비 연차별 투입 계획

총사업비의 연도별 배분 계획은 기본설계 및 실시설계, 공사 기간 등을 감안하여 5년(2024~2028년)에 걸쳐 시행하는 것으로 계획하고, 이에 따른 공정별 예정 공정에 따라 수립하였다.

본 사업계획 적정성 검토에서는 사업계획서에서 제시한 사업 기간(5년)을 준용하였으며, 2024년에 설계 및 조사, 2025년부터 2028년까지 순차적으로 공사를 수행하는 것으로 계획하였다.

〈표 V-24〉 총사업비 연차별 투입계획

(단위: 백만원)

구분	총사업비	사업연도				
		2024년	2025년	2026년	2027년	2028년
총사업비	113,903	3,027	3,261	35,872	35,871	35,871
1. 공사비	93,102	-	-	31,034	31,034	31,034
2. 시설부대경비	10,446	2,752	2,965	1,577	1,576	1,576
- 설계비	5,503	2,752	2,751	-	-	-
- 환경영향평가비	-	-	-	-	-	-
- 책임감리비	4,730	-	-	1,577	1,576	1,576
- 시설부대비	214	-	214	-	-	-
3. 용지보상비	-	-	-	-	-	-
4. 예비비	10,355	275	296	3,261	3,261	3,261

주: 부가가치세 포함

## VI. 정책성 분석

### 1. 정책성 분석의 체계

정책적 분석은 사업 시행에 따른 비용 및 편익 중 계량화가 곤란하지만 사업의 시행 여부를 판단하는 데 있어서 고려하여야 할 평가요소들에 대한 분석을 포함한다. 정책성 분석의 평가항목은 「예비타당성조사 수행 총괄지침」 [별표 3]에서 정하는 바와 같이 ① 사업추진 여건, ② 정책효과, ③ 사업별도평가항목(선택적)으로 분류한다.

사업추진 여건은 정책 일치성 등 내부여건과 지역주민 사업태도 등 외부여건으로 구성되며, 정책 일치성 등 내부여건은 상위계획 반영 여부나 정책 방향과의 일치성 등으로 평가하고, 지역주민 사업태도 등 외부여건은 지역주민, 이해당사자 등 해당 사업의 영향을 받는 대상의 사업에 대한 태도, 갈등 여부 등의 검토를 통해 평가한다.

정책효과는 일자리 효과, 생활여건 영향, 환경성 평가, 안전성 평가(선택), 사업 특화 항목 등의 세부 항목으로 구성되며, 기본적으로 주무 부처가 제출한 자료의 내용을 기초로 하여 검토해야 한다. 정책성 분석을 수행함에 있어 재원조달 위험성 또는 문화재 가치 등 개별 사업의 특성을 고려할 필요가 있을 경우에는 사업별도평가항목에 반영할 수 있다.

정책성 분석의 중분류 및 세부평가항목은 <표 VI-1>과 같다. 다만 사업계획 적정성 재검토는 사업 추진 여부에 대한 평가가 아니고 주무부처에서 제시한 사업계획안(요구안)의 규모와 비용이 적정한지 평가하기 위한 조사이므로 정책성 분석 중 정책효과와 관련된 항목은 필요에 따라 생략할 수 있다. 따라서 본 검토에서는 ‘사업추진여건’을 중심으로 검토하고, ‘정책효과’와 ‘사업별도평가항목’은 포함하지 않았다.

<표 VI-1> 정책성 분석의 세부평가항목

중분류	세부평가항목	수행 여부
사업추진 여건	<ul style="list-style-type: none"><li>• 정책 일치성 등 내부여건</li><li>• 지역주민 사업태도 등 외부여건</li></ul>	검토

〈표 VI-1〉의 계속

종분류	세부평가항목	수행 여부
정책효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 일자리 효과</li> <li>• 생활여건 영향</li> <li>• 환경성 평가</li> <li>• 안전성 평가(선택)</li> <li>• 사업특화항목</li> </ul>	사업계획 적정성 재검토에서 생략 가능
사업별도평가항목 (선택적)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 재원조달 위험성</li> <li>• 문화재 가치</li> </ul>	미포함

자료: 「에비타당성조사 수행 총괄지침」 [별표 3] 참조하여 연구진 작성

## 2. 사업추진 여건

### 가. 내부여건

#### 1) 개요

대형 공공투자사업의 경우 사업추진 주체는 중앙정부 혹은 지방자치단체의 정책방향이 나 국민들의 요구 등으로 사업의 필요성을 인지하고 장기간에 걸쳐 구체적인 사업계획을 수립해 나간다. 공공투자사업의 추진 여부를 판단할 때 사업추진 주체가 얼마나 체계적으로 해당 사업을 추진해 왔는지를 고려하는 것은 중요하다. 따라서 내부여건에서는 해당 사업의 상위 및 관련계획 반영 여부나 중앙정부 혹은 지방자치단체의 정책방향과의 일치성 검토, 사업의 준비 정도 등을 평가한다.

상위 및 관련계획의 반영 여부는 해당 사업이 추진 주체에 의하여 정책목표에 부합하는 방향으로 체계적으로 관리되어 왔음을 의미하고 이는 곧 해당 사업이 정책의 일치성을 확보하고 있음을 시사한다. 다만, 기존에 수립된 장기계획이 시간의 경과에 따라 정책방향이 선회함으로써 유효성이 낮아진 경우가 발생할 수 있음을 유의해야 한다.

따라서 상위 및 관련 계획의 반영 여부와 더불어 해당 사업이 중앙정부 혹은 지방자치단체의 정책방향에 부합하는지도 살펴볼 필요가 있다. 상위 및 관련계획에 명시적으로 반영되어 있다고 하더라도 중앙정부 혹은 지방자치단체에서 설정한 정책목표(방향)가 개별 사업의 추진 우선순위를 결정하는 데 현실적으로 영향을 미치지 때문이다. 반대로 사업계획 적정성 재검토 시점에는 상위 및 관련계획에 명시적으로 반영되어 있지 않더라도 중앙정부 혹은 지방자치단체의 정책목표 변화에 따라 우선적으로 추진되는 사업도 존재할 수 있다.

다만, 향후 해당 사업의 상위 및 관련 계획 반영 가능성에 대하여 확인이 필요할 것이다. 이와 같은 상황을 종합적으로 고려하여 정책 일치성 등 내부여건을 검토해야 한다.

사업의 준비 정도는 모든 사업에 대하여 평가할 필요성은 없다. 상시적인 사업추진 주체를 보유하고 있거나, 사업의 준비 정도가 내부여건 평가의 큰 요인이 되지 않는 사업의 경우 사업의 준비 정도를 별도로 반드시 포함할 필요는 없을 것이다. 예를 들어 고속도로 건설사업의 경우 한국도로공사라는 상시적인 사업추진 주체를 보유하고 있을 것이므로 사업의 준비 정도가 내부여건 진단의 큰 요인이 되지 않을 수 있다. 그러나 문화시설 건축 등 사업의 내용이 특수할 경우, 건립 후의 세부적인 운영계획 등을 포함한 구체적인 사업 구상이 매우 중요한 요소가 될 수 있으므로 사업의 준비 정도를 내부여건에 포함할 수 있다.

## 2) 검토 결과

### 가) 상위·관련 계획 및 정책방향과의 일치성

본 사업이 정부의 정책방향에 부합하는지 살펴본 결과는 다음과 같다.

정부는 순환경제로의 전환을 뒷받침하기 위하여 기존 폐기물의 발생 억제, 순환이용 및 처분에 초점을 두고 있는 「자원순환기본법」을 「순환경제사회 전환 촉진법」으로 전부 개정하여 생산·소비·유통 등 전 과정에서 자원의 효율적 이용과 폐기물 발생 억제, 순환이용 촉진을 도모함으로써 지속가능한 순환경제사회를 지향하고 있다.<sup>28)</sup> 본 시설은 유기성폐자원을 활용한 바이오가스 생산시설로서 유기성폐자원의 친환경적 활용을 목적으로 한다. 따라서 폐기물의 순환이용 촉진을 통해 순환경제사회를 지향하는 정부의 순환경제정책에 부합하는 것으로 보인다.

또한 ‘제1차 자원순환기본계획(2018~2027)’에서 제시한 폐기물시설 확충계획을 살펴보면 음식물류폐기물 처리시설의 경우 처리방법을 사료·퇴비화에서 바이오가스화 중심으로 개편함에 따라 음식물류폐기물 처리시설은 총 11개 시설에 대해 317억원으로 최소화하고 바이오가스화시설은 총 90개소에 대해 11,528억원 투자를 계획하고 있다. 또한 2023년 김해시에서 수립한 ‘제2차 자원순환 집행계획(2023~2027)’은 폐기물처리방안 기본목표 중 하나로 폐기물 자원·에너지화를 설정하고 녹색성장을 위해 폐기물의 단순처리가 아닌 자원화 및 에너지화를 추진하고자 하였다. 이에 따른 폐기물시설 확충계획에는 본 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치사업이 포함되어 있다.

28) 「순환경제사회 전환 촉진법」 개정이유(법률 제 19208호, 2022. 12. 31. 전부개정, 시행 2024. 1. 1.)

한편 「유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산 및 이용 촉진법」에 따라 지방자치단체의 책무로 관할 구역에서 발생하는 유기성 폐자원의 배출 및 처리 상황을 파악하고 바이오 가스 생산시설을 설치·운영하도록 규정하고 있다. 또한 바이오가스의 생산 촉진을 위해 공공의무생산자로서 지방자치단체는 바이오가스 생산목표를 설정하고 달성하여야 한다. 따라서 김해시는 기존 운영 중인 음식물폐기물처리시설을 바이오가스화시설로 전환하고자 하며, 아울러 화목공공하수처리시설의 초과 생·잉여농축슬러지, 분뇨 등을 포함한 용량을 계획하고 있다. 이를 통해 김해시는 부족한 폐기물처리시설 확보와 함께 바이오가스 생산목표를 달성하고자 한다.

상위 및 관련 계획 검토 결과를 종합하면, 본 ‘김해 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 조성사업’은 정부의 순환경제정책 및 폐기물관리정책 방향에 대체적으로 부합하며, ‘김해시 제2차 자원순환 집행계획’의 폐기물시설 확충계획에 본 사업이 포함되어 있어 사업추진근거가 명확하다고 할 수 있다.

#### 나) 사업의 준비정도

사업추진 주체인 환경부와 김해시는 2018년 기존 음식물류폐기물 자원화시설에 대한 기술진단을 통해 시설 폐쇄를 결정한 이후 정부 정책 및 상위계획에 따라 유기성폐자원 통합 바이오가스화시설 확충을 계획하고 2022년 타당성조사를 완료하였다. 2023년에는 환경부의 유기성폐자원 통합바이오가스화 시범사업으로 선정됨에 따라 본 사업을 반영하여 제2차 김해시 자원순환 집행계획 변경을 완료하였다. 환경부와 김해시는 본 사업 추진의 전문성을 담보하기 위해 한국환경공단에 위탁하여 기본계획 및 설계·시공 발주를 추진하고 있다. 따라서 환경시설 분야 사업 경험이 많은 전문 기관을 주축으로 사업계획 수립을 위한 사전 준비를 적절하게 수행하고 있는 것으로 판단된다.

다만, 사업대상지 여건에 따른 사업계획 변경 가능성이 있어 향후 사업 추진에 대한 면밀한 사전 준비와 관리가 필요할 것으로 보인다. 사업대상지는 김해시 장유맑은물순환센터 내 유희부지로 부지 남쪽에 조만강이 인접하여 지반조사 결과 전체적으로 연약지반임이 확인되었다. 당초 설계·시공 일괄입찰방식으로 사업을 추진하고자 하였으나 연약지반에 따른 공사비 증액 가능성으로 발주방식을 기본설계 완료 후 기술제안 입찰방식에서의 변경을 계획하고 있다. 검토 과정에서 주무부처로부터 구득한 자료에 따르면 연약지반에 따른 가시설 및 파일기초 공사비가 추가 발생할 것으로 보이며, 공사비 추정을 위해 기본설계가 진

행 중인 것을 파악하였다. 본 검토 완료 후 기본설계 결과에 따라 총사업비가 「총사업비관리지침」에서 정한 범위를 초과하는 경우 사업계획 적정성 재검토가 요구되며, 향후 효율적인 사업 추진을 위해 적정 발주방식을 재검토하고 향후 실제 설계 진행 시 전체 사업예산 범위를 초과하지 않도록 관리해야 할 것이다.

재원조달계획의 경우 국고 42.5%, 지방비 35.3%, 원인가부담금 등 22.2%로 구성되어 있으며, 이 중 지방비의 경우 재원 조달에 지장이 없도록 중기지방재정계획에 반영하여 면밀하게 관리할 필요가 있다.

## 나. 외부여건

### 1) 개요

사업추진 주체가 의지를 갖고 사업을 추진한다 하더라도 해당 사업을 부정적으로 바라보는 시각이 만연할 경우 사업이 원활하게 추진되기 어렵고, 결국에는 사업이 중단되는 상황이 발생할 수 있다. 즉, 사업추진 과정에서 발생할 수 있는 사회적인 갈등으로 인하여 사업이 원활하게 추진되지 못하는 상황을 최소화하는 노력이 필요하다. 따라서 공공투자사업의 추진 여부를 판단할 때 지역주민의 태도 등 외부여건을 살펴보는 것이 필요하다.

외부여건에는 해당 사업이 시행되는 공간적 영향권에 거주하는 지역주민의 태도뿐만 아니라, 해당 사업의 시행으로 영향을 받을 수 있는 관련 지방자치단체나 특정 이익집단 등 모든 이해당사자의 사업에 대한 태도 및 갈등 여부 등도 포함될 수 있다.

이해당사자들의 사업을 바라보는 태도는 다양하게 나타날 수 있다. 중앙부처 혹은 지방자치단체가 추진하는 사업이 해당 지역의 오래된 숙원사업이라면 지역주민 모두가 사업의 추진에 적극적으로 찬성하는 태도를 보일 수 있다. 반대로 중앙정부 혹은 지방자치단체 차원에서는 꼭 필요한 사업이더라도 지역주민의 입장에서는 바람직하지 않다고 판단하여 사업의 추진을 적극적으로 반대할 수도 있다. 나아가 동일한 사업에 대하여 사업의 추진을 적극적으로 찬성하는 주민과 적극적으로 반대하는 주민으로 나뉘어 갈등을 겪는 상황도 발생할 수 있다.

사업의 추진에 대한 선호도가 일치한다 하더라도, 세부적인 사업계획에 대하여 의견이 일치하지 않을 수도 있다. 지역주민의 태도 등 외부여건의 검토 시에는 이러한 경우까지 모두 포함할 수 있도록 노력해야 한다.

## 2) 검토 결과

### 가) 중앙부처 및 지방자치단체의 추진의지

환경부는 통합 바이오가스화 시범사업 추진 등으로 폐기물 자원·에너지화를 위한 기초시설 확충을 적극 지원하고 있다. 올해 4월에는 「유기성 폐자원 통합 바이오가스화 시설의 설치 및 운영지침」을 제정하여 배포하였다. 이 지침을 통해 음식물류폐기물, 하수찌꺼기, 가축분뇨 등 유기성폐자원을 통합 처리해 바이오가스를 생산하는 시설의 설치 운영 절차를 체계화하여 제공함으로써 관련 사업을 원활히 추진할 수 있는 기반을 제공하고자 하였다.

한편, 「유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산 및 이용 촉진법」에 따라 지방자치단체의 책무로 관할 구역에서 발생하는 유기성폐자원의 배출 및 처리 상황을 파악하고 바이오가스 생산시설을 설치·운영하도록 규정하고 있으며, 공공의무생산자로서 지방자치단체는 바이오가스 생산목표를 설정하고 달성하여야 한다. 이에 따라 김해시에서는 기존 유기성폐자원 처리시설에 대한 기술진단을 통해 기존 시설 폐쇄 및 신규 시설 확충을 계획하여 추진하고 있으며, 목표로 설정한 바이오가스 생산목표를 달성하기 위해서도 적정 용량의 시설 확보가 중요하다고 할 수 있다.

따라서 정부의 폐기물 자원화 및 에너지화 정책 동향과 김해시의 유기성폐자원 처리시설 현황 등 여건에 비추어 볼 때 중앙부처 및 지방자치단체의 본 사업 추진의지는 견고해 보인다.

### 나) 지역주민, 이해관계자 등의 사업 수용성

본 유기성폐자원 통합바이오가스화시설은 유사한 성격의 기존 환경기초시설인 장유맑은물순환센터 내 유희부지를 활용한 증축 사업이다. 따라서 입지 여건상 지역주민의 사업 수용성은 높을 것으로 예상된다. 다만, 장유맑은물순환센터, 화목맑은물순환센터 등 하수처리 시설 운영 중 공사가 진행되므로 기존 시설 운영에 지장이 없도록 공사계획을 수립하여야 하고 공사에 따른 기존 건축물 및 주변 환경에 미치는 영향을 최소화할 필요가 있다. 특히 연약지반 굴착에 따른 주변 건축물 침하 등의 문제가 발생하지 않도록 철저한 검토와 관리가 필요하다.

---

## VII. 지역균형발전 분석

---

### 1. 지역균형발전 분석의 개요

경제성 분석 결과만을 기준으로 사업의 타당성을 평가할 경우에는 지역 간 불균형 상태가 심화될 우려가 있다. 왜냐하면 경제성 분석의 구조에 따르면, 지역발전이 부진한 낙후 지역일수록 사업의 타당성이 낮게 평가되기 때문이다. 결과적으로 낙후지역에 대한 투자가회는 점점 줄어들고, 경제성이 높게 평가된 다른 지역으로 투자가 집중되는 현상이 발생하여 장기적으로 지역 간 빈익빈 부익부 현상이 심화될 수 있다. 이와 같은 현상을 방지하기 위해 지역균형발전이라는 상위의 국가정책을 평가에 반영하여 사업의 타당성을 평가한다.

지역균형발전 분석의 세부 항목은 지역낙후도 평가와 균형발전효과 분석이다. 지역낙후도 평가에서는 사업이 시행되는 지역의 낙후 정도에 따라서 지역낙후도지수를 산정한다. 균형발전효과 분석에서는 부처의 제출 자료를 기초로 하여 사업이 시행되는 지역의 지역낙후도 개선효과에 대해 긍정적인 효과와 부정적인 효과를 종합적으로 검토하고, 지역간산업연관모형(Inter-Regional Input Output Model: IRIO)을 이용하여 사업 시행으로 발생하는 생산량, 부가가치, 고용 등의 증가를 계량화한 수치로 지역경제 파급효과를 평가한다.

이와 같은 분석을 수행하는 근본 취지는 낙후지역에서 수행되는 공공투자사업, 그리고 해당 지역에 대한 파급효과가 큰 사업에 대해서 일종의 가점을 부여함으로써 경제성이 다소 낮은 사업이라 할지라도 사업 추진이 가능하도록 하여 지역 간 불균형상태가 심화되지 않도록 하는 것이다.

다만 사업계획 적정성 검토는 사업계획안의 규모와 비용이 적정한지 평가하기 위한 조사로 지역균형발전 분석 결과가 사업 추진 여부를 결정하는 데 활용되지 않는다. 여기서는 지역균형발전에 어떠한 영향을 미치는지 개략적으로 살펴보기 위해 수행하는 것으로 세부 평가항목 중 지역낙후도 개선효과는 필요에 따라 생략하고 있다. 따라서 연구진은 지역낙후도 및 지역경제 파급효과를 중심으로 검토하였다.

## 2. 지역낙후도 평가

### 가. 지역낙후도지수 산정 및 지표

본 검토에서는 『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구』(한국개발연구원, 2021. 5.)에서 제시하는 지역낙후도지수를 사용한다. 해당 연구에서는 지역낙후도를 적절하게 평가하기 위해 사회·경제적 환경 변화를 반영하는 다양한 지표를 반영하고 객관적인 가중치를 적용하여 지역낙후도지수를 산정하는 방법론을 제시하고 있다. 해당 방법론을 토대로 사업계획 적정성 검토에서는 다음과 같이 지역낙후도지수를 산정한다.

$$UI^r = \sum_j W_j \sum_i W_{ij} \cdot Z_i^r$$

단,  $UI^r$  =  $r$  지역의 지역낙후도지수

$Z_i^r$  =  $r$  지역의 표준화된 지표  $i$ 의 값(단,  $i = 1, 2, 3, \dots, \dots, 36$ )

$W_{ij}$  = 요인  $j$ 에 대한 지표  $i$ 의 가중치(단,  $i = 1, 2, 3, \dots, \dots, 36$ )

$W_j$  = 요인  $j$ 의 가중치(단,  $j = 1, 2, 3$ )

지역낙후도지수는 낙후 정도를 구성하는 지표들의 가중평균값으로서, 지역낙후도지수를 구성하는 지표는 균형발전위원회에서 발표하는 균형발전지표를 활용한다. 균형발전지표는 '핵심·객관지표'와 '주관지표'로 구성되는데, 본 지역낙후도지수 산정은 객관성 확보를 위해 설문에 의해 구성되는 주관지표는 배제하고 '핵심·객관지표'를 기본적으로 차용하였다. 지수 산정에는 『타당성평가에서의 지역낙후도 분석 개선방안 연구』(한국개발연구원, 2020)에서 제시하는 방법론을 토대로 2020년에 발표된 균형발전지표 중 핵심·객관지표 중 36개 지표를 다음과 같이 준용 및 변형하였다.<sup>29)</sup>

29) 『타당성평가에서의 지역낙후도 분석 개선방안 연구』(한국개발연구원, 2020)에서는 2019년에 발표된 균형발전지표를 활용하고 있음

〈표 Ⅶ-1〉 지역낙후도지수 산정에 사용되는 지표의 개요

부문	지표	측정방법	통계 출처
인구	연평균 인구 증감률	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 최근 10년(2010~2020)</li> <li>• 변화율은 연평균 증감률<math>((\text{해당년}/\text{기준년})^{(1/\text{기간})}-1) \times 100</math></li> </ul>	통계청 인구총조사
경제	재정자립도	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 최근 3년(2018~2020)</li> <li>• (지방세 및 세외 수입/일반회계 세입)<math>\times 100</math></li> </ul>	행안부 (지방재정365)
주거	노후주택비율	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전체 주택 중 30년 이상된 주택의 비율</li> </ul>	통계청 (주택총조사)
	빈집비율	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전체 주택 중 빈집의 비율</li> <li>* 빈집: 사람이 살고 있지 않은 주택(신축되어 입주하지 않은 주택도 포함)</li> </ul>	통계청 (주택총조사)
	상수도보급률	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 총인구 중 지방 및 광역상수도에 의해 수도물을 공급받고 있는 인구의 비율</li> </ul>	환경부 (상수도통계)
	하수도보급률	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 총인구 중 공공하수처리시설 및 폐수종말처리시설을 통해 처리되는 하수 처리구역 내 하수처리인구의 비율</li> </ul>	환경부 (하수도통계)
교통	도로포장률	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 개통도 연장에 대한 포장도로 연장비율</li> </ul>	국토부(도로현황조사) 및 통계청 (e지방지표)
	고속도로 IC 접근성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 가장 가까운 고속도로 IC까지 도로 이동거리</li> </ul>	국토지리정보원 (국토모니터링보고서)
	고속·고속화철도 접근성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 가까운 고속·고속화철도까지 도로 이동거리</li> </ul>	국토지리정보원 (국토모니터링보고서)
	주차장 서비스 권역 내 인구 비율	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주차장으로부터 서비스 권역 이내에 위치한 격자에 거주하는 인구수/총 주민등록 인구수<math>\times 100</math></li> </ul>	국토지리정보원 (국토모니터링보고서)
산업 일자리	사업체수 증감률	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 최근 3개년</li> <li>• 변화율은 연평균 증감률<math>((\text{해당년}/\text{기준년})^{(1/\text{기간})}-1) \times 100</math></li> </ul>	통계청 (전국사업체조사)
	종사자수 증감률	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 최근 3개년</li> <li>• 변화율은 연평균 증감률<math>((\text{해당년}/\text{기준년})^{(1/\text{기간})}-1) \times 100</math></li> </ul>	통계청 (전국사업체조사)
	지식기반산업 집적도	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3개년 평균</li> <li>• 지식기반산업 = 지식기반제조업+지식기반서비스업</li> <li>* 지식기반산업 집적도(LQ) = (지역의 지식기반산업 종사자수/ 지역의 전산업 종사자수)/(전국의 지식기반산업 종사자수/ 전국의 전산업 종사자수)</li> </ul>	통계청 (전국사업체조사)
	상용근로자 비중	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 총근로자 대비 상용근로자* 비중</li> <li>* 명시적 또는 암묵적 계약 등을 통해 1년 이상 근무한 종사자</li> </ul>	통계청 (전국사업체조사)
교육	유아(0~5세) 천명당 보육시설수	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 보육시설수/(총 주민등록인구 중 유아인구(0~5세)수<math>\div 1,000</math>)</li> </ul>	통계청 (e-지방지표)
	학령인구(6~17세) 당 학교수 (초·중·고)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 초중고 학교수<math>\div</math>총 주민등록인구 중 학령인구(6~17세)수</li> </ul>	한국교육개발원 (교육통계)

〈표 VII-1〉의 계속

부문	지표	측정방법	통계 출처
교육	어린이집 및 유치원 서비스권역 내 영유아인구 비율	• 어린이집 및 유치원 서비스권역 이내 위치한 격자에 거주하는 영유아(7세 이하)인구수×100 ÷ 총 주민등록인구 중 영유아 인구수	국토지리정보원 (국토모니터링보고서)
	초등학교 서비스권역 내 학령인구 비율	• 초등학교 서비스권역 이내 위치한 격자에 거주하는 초등학교령(8~13세)인구수×100÷총 주민등록인구 중 초등학교령인구수	국토지리정보원 (국토모니터링보고서)
문화 여가	인구 십만명당 문화여가시설수	• (문화여가시설수÷총 주민등록인구수)×100,000 * 문화여가시설=문화기반시설+생활문화시설+공공체육시설 ① 문화기반시설: 공공도서관, 박물관, 미술관, 문예회관 ② 생활문화시설: 지방문화원, 문화의집, 생활문화센터 ③ 공공체육시설: 국가나 지자체가 소유·관리하는 체육시설(전문 및 생활체육시설)	전국문화기반 시설총량, 문체부 행정자료 (생활문화센터, 공공체육시설현황)
	공연문화시설 서비스권역 내 인구 비율	• 공연문화시설로부터 서비스권역 이내에 위치한 격자에 거주하는 인구수×100÷총 주민등록인구수	국토지리정보원 (국토모니터링보고서)
	도서관 서비스권역 내 인구 비율	• 도서관으로부터 서비스권역 이내에 위치한 격자에 거주하는 인구수×100/총 주민등록인구수	국토지리정보원 (국토모니터링보고서)
	공공체육시설 서비스권역 내 인구 비율	• 공공체육시설로부터 서비스권역 이내에 위치한 격자에 거주하는 인구수×100÷총 주민등록인구수	국토지리정보원 (국토모니터링보고서)
안전	119 안전센터 개당 담당주민수	• 주민등록인구수÷119안전센터 수	소방청, 소방정책과
	소방서 접근성	• 가장 가까운 소방서까지 도로 이동거리	국토지리정보원 (국토모니터링보고서)
	경찰서 접근성	• 가장 가까운 경찰서까지 도로 이동거리	국토지리정보원 (국토모니터링보고서)
환경	인구 천명당 도시공원면적	• (도시공원 조성면적÷주민등록인구)×1,000(m <sup>2</sup> /인) * 도시공원: 도시지역 내에서 자연경관의 보호와 시민의 건강·휴양 및 정서생활의 향상을 기하기 위해 도시공원법에 의하여 지정된 공간(도시자연공원, 근린공원, 어린이공원, 묘지공원, 체육공원 포함)	도시계획정보서비스(U PIS) 도시계획현황통계
	녹지율	• (녹지면적÷도시지역면적)×100 * 녹지: 도시지역 내에서 자연경관을 보전하거나 개선하고, 공해나 재해를 방지하여 양호한 도시경관의 향상을 목적으로 설치한 공간	도시계획정보서비스(U PIS) 도시계획현황통계
	1km <sup>2</sup> 당 대기오염 물질 배출량	• 대기오염물질배출량(kg)÷시군구 면적(1km <sup>2</sup> ) * 대기오염물질배출량: 8개(CO, NOx, SOx, TSP, PM10, PM2.5, VOC, NH3) 대기오염물질배출량의 합계임	환경부 시군구별 배출량 자료, UPIS
	생활권공원 서비스권역 내 인구 비율	• 생활권공원으로부터 서비스권역 이내에 위치한 격자에 거주하는 인구 수×100÷행정구역 내 총 거주인구수	국토지리정보원 (국토모니터링보고서)

〈표 VII-1〉의 계속

부문	지표	측정방법	통계 출처
보건 복지	65세 이상 1인가구 비율	• (65세 이상 1인 가구수 ÷ 전체 일반가구수) × 100	통계청 (인구총조사)
	사회복지 및 보건 분야 지출비중	• (사회복지분야 예산액 + 보건분야 예산액) × 100 ÷ 전체 일반회계 예산	통계청(e지방지표)/ 행안부(지방재정연감)
	인구 십만명당 사회복지시설수	• (총 사회복지시설수 ÷ 주민등록인구) × 100,000 * 사회복지시설: 노인주거복지시설, 노인의료복지시설, 여성복지시설, 아동복지시설, 장애인복지시설, 부랑인시설을 포함	통계청(e지방지표)/ 시도통계연보
	인구 천명당 의료기관 병상수	• (의료기관의 전체 병상수 ÷ 주민등록인구) × 1,000 * 의료기관: 종합병원, 병원, 치과병원, 한방병원, 요양병원, 의원, 치과의원, 한의원, 조산원	통계청(e지방지표)/ 국민건강보험공단 (지역별의료이용통계)
	노인여가복지시설 서비스권역 내 노인인구 비율	• 노인여가복지시설 서비스권역 이내 위치한 격자에 거주하는 노인 (60세 이상)인구수 × 100 ÷ 행정구역 내 총 거주 노인인구수	국토지리정보원 (국토모니터링보고서)
	응급의료시설 서비스권역 내 인구 비율	• 응급의료시설로부터 서비스권역 이내 위치한 격자에 거주하는 인구수 × 100 ÷ 행정구역 내 총 거주인구수	국토지리정보원 (국토모니터링보고서)
	병원 서비스권역 내 인구 비율	• 병원시설로부터 서비스권역 이내 위치한 격자에 거주하는 인구수 × 100 ÷ 행정구역 내 총 거주인구수	국토지리정보원 (국토모니터링보고서)

주: 2020년 발표된 균형발전지표의 핵심·객관지표(총43개)는 핵심지표(2), 주거(5), 교통(4), 산업·일자리(6), 교육(4), 문화·여가(6), 안전(4), 환경(4) 및 보건복지(8)로 구성되어 있으며, 이 중에서 시·군·구 단위로 발표된 자료가 존재하는 36개 지표를 대상으로 분석함

자료: 나비스(NABIS) 국가균형발전종합정보시스템(<https://www.nabis.go.kr/>), 균형발전지표 한국개발연구원, 『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구』, 2021.

지역낙후도지수를 산정함에 있어서는 지표별로 척도가 상이하기 때문에 효과를 통제하기 위하여 지표 간 척도를 통일시켜야 한다. 지표 간 척도의 통일을 위하여 다음과 같은 단위정상법(unit normal scaling)을 사용하여 지표를 표준화하였다.

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{S}$$

단,  $S$ 는 표준편차,  $\bar{X}$ 는 표본평균

한편, 지역낙후도지수 산정을 위해서는 지표별 가중치를 설정하여야 한다. 연구에서는 36개 지표를 이용하여 수행한 요인분석 결과를 토대로 3개의 요인을 도출하고, 이를 각각 ‘기본생활 여건’, ‘기타 사회기반시설 여건’, ‘기타 경제활동 여건’으로 명명하였으며, 지표별

가중치는 가급적 임의적인 판단이 개입되지 않도록 요인분석 결과로 도출된 수치를 이용한다. 요인별 지표의 가중치( $W_{ij}$ )는 요인점수(factor score)를 이용하고 요인별 가중치( $W_j$ )는 3개 요인의 표본 총분산 설명비율을 이용하였으며 지표별 가중치는 다음과 같다.<sup>30)</sup>

〈표 Ⅶ-2〉 요인별 지표 가중치(요인점수 추정결과)

부문	지표	기본생활 여건	기타 사회기반시설 여건	기타 경제활동 여건
인구	연평균 인구증감률	-0.0459	-0.1438	0.2793
경제	재정자립도	0.1649	-0.1429	0.1424
주거	노후주택비율	0.2451	-0.3217	-0.0796
	빈집비율	0.0502	-0.0151	-0.0294
	상수도보급률	-0.0144	0.0123	-0.0328
	하수도보급률	0.0528	-0.0939	0.0185
교통	도로포장률	0.0256	-0.0254	-0.0049
	고속도로 IC 접근성	0.1171	-0.2062	-0.0135
	고속·고속화철도 접근성	0.1212	-0.2871	0.0840
	주차장 서비스권역 내 인구비율	-0.0183	0.0070	-0.0466
산업 일자리	사업체수 증감률	-0.2000	0.0783	0.3455
	종사자수 증감률	-0.0374	-0.0120	0.0989
	지식기반산업집적도 3년 평균	-0.0381	0.0434	0.0342
	상용근로자 비중	-0.0637	0.0680	0.0281
교육	유아(0~5세) 천명당 보육시설수	-0.0294	0.0280	-0.0098
	학령인구 천명당 학교수	0.0758	-0.3275	-0.0516
	어린이집 서비스권역내 영유아비율	0.0058	0.1992	-0.0273
	초등학교 서비스권역내 학령인구 비율	0.0724	-0.0713	-0.0564
문화 여가	인구 십만명당 문화기반시설수	0.0274	-0.0490	0.0463
	공연문화시설 서비스권역내 인구비율	-0.0778	0.0691	-0.0380
	도서관 서비스권역내 인구비율	0.2109	-0.0690	-0.0422
	공공체육시설 서비스권역내 인구비율	-0.0274	0.0199	0.0035

30) 방법론에 대한 상세한 내용은 『타당성평가에서의 지역낙후도 분석 개선방안 연구』(한국개발연구원, 2020)를 참조

〈표 VII-2〉의 계속

부문	지표	기본생활 여건	기타 사회기반시설 여건	기타 경제활동 여건
안전	119안전센터 1개당 담당주민수	0.1030	-0.0184	0.0284
	소방서 접근성	-0.1800	0.0529	0.0306
	경찰서 접근성	-0.0216	-0.0610	0.0019
환경	인구 천명당 도시공원면적	0.0094	0.0186	-0.0122
	녹지율	0.0048	0.0016	0.0105
	1km <sup>2</sup> 당 대기오염물질배출량	0.2232	-0.2075	-0.1280
	생활공원 서비스권역 내 인구 비율	0.2702	-0.0111	-0.0367
보건 복지	65세 이상 1인가구 비율	-0.3704	0.4229	-0.2522
	사회복지 및 보건 분야 지출비중	-0.0017	0.1840	-0.0006
	인구 십만명당 사회복지시설수	-0.0137	0.0398	-0.0073
	인구 천명당 의료기관 병상수	-0.0968	0.2291	-0.0989
	노인여가복지시설서비스권역내 노인비율	-0.0181	0.0381	0.0328
	응급의료시설 서비스권역 내 인구비율	0.0213	0.0814	-0.0675
	병원 서비스권역 내 인구 비율	0.0983	-0.0315	-0.0772

자료: 한국개발연구원, 『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구』, 2021.

〈표 VII-3〉 요인별 가중치(요인별 표본 총분산 설명비율)

기본생활 여건	기타 사회기반시설 여건	기타 경제활동 여건
0.5017	0.2792	0.2192

자료: 한국개발연구원, 『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구』, 2021.

## 나. 지역낙후도 평가 결과

〈표 VII-4〉의 17개 시·도별 지역낙후도 지표별 순위에 따르면 본 조사의 사업대상지인 경상남도의 순위는 10위로 평가되었다. 〈표 VII-5〉의 167개 시·군별 지역낙후도 지수 순위에 따르면 경상남도 김해시의 지역낙후도 순위는 167개 시·군 중 28위로 평가되었다.

〈표 VII-4〉 시·도별 지역낙후도 지표 및 순위

구분	지역	기본생활 여건	기타 사회기반 시설 여건	기타 경제활동 여건	종합지수	순위
특별· 광역시	서울특별시	2.598	-0.037	-0.647	1.151	1
	부산광역시	0.564	0.957	-1.004	0.330	8
	대구광역시	0.524	0.938	-0.563	0.402	7
	인천광역시	1.521	-0.366	0.023	0.666	2
	광주광역시	0.681	1.445	-0.610	0.611	3
	대전광역시	0.705	1.058	-0.418	0.558	4
	울산광역시	1.103	-0.078	-0.228	0.482	5
	세종특별자치시	-1.318	-0.456	4.147	0.120	9
도	경기도	0.233	0.457	0.901	0.442	6
	강원도	-1.249	-1.069	0.044	-0.915	16
	충청북도	-0.646	-0.083	0.117	-0.321	11
	충청남도	-0.942	-0.264	0.197	-0.503	13
	전라북도	-0.804	0.287	-1.097	-0.564	14
	전라남도	-1.067	-0.751	-1.009	-0.966	17
	경상북도	-1.158	-0.686	-0.296	-0.837	15
	경상남도	-0.552	0.209	-0.408	-0.308	10
	제주특별자치도	-0.193	-1.561	0.850	-0.346	12

자료: 한국개발연구원, 『에비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구』, 2021.

〈표 VII-5〉 시·군별 지역낙후도 지표 및 순위

지역		기본생활 여건	기타 사회기반 시설 여건	기타 경제활동 여건	종합지수	순위
경상남도	김해시	0.920	0.904	-0.014	0.711	28

자료: 한국개발연구원, 『에비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구』, 2021.

### 3. 지역경제 파급효과 분석

#### 가. 지역산업연관분석의 개요

산업연관모형(Input Output Model)이란 한 경제에서 생산되는 재화와 서비스의 산업 간 거래관계, 즉 일정기간 중 생산된 모든 재화와 서비스의 각 산업 간 거래(최종 수요와 산업 간의 거래 및 원초적 투입요소와 산업 간의 거래)를 일정한 체계에 따라 정리한 일반 균형 통계체계를 말한다. 산업연관모형을 한 국가경제를 대상으로 하지 않고 그 국가 내의 특정 지역을 대상으로 작성하게 되면 '지역산업연관모형(Regional Input Output Model)'이 된다. 한 국가경제를 대상으로 하는 '산업연관모형'의 경우는 산업 간 거래가 국내 산업 간 거래와 국외 거래뿐이지만, 한 국가 내의 특정 지역을 대상으로 하는 '지역 산업연관모형'의 경우는 지역 내 산업간 거래와 국외 거래 이외에 국내 다른 지역 간의 거래가 추가된다는 특징이 있다.

본 검토에서는 한국은행의 지역간산업연관모형(Inter-Regional Input Output Model: IRIO)을 보완한 모형 및 자료를 적용하여 지역경제 파급효과를 분석하기로 한다. 한국은행의 지역간산업연관모형의 구조, 산업분류, 대상 지역, 투입계수 및 교역계수작성 방법 등 본 모형의 특성을 결정짓는 주요 항목 및 분석 결과는 다음과 같다.

#### 나. 한국은행 지역간산업연관모형(IRIO)의 개요

##### 1) 작성 현황

한국은행은 지역통계의 확충과 통계서비스의 강화를 위하여 2007년 3월에 2003년 기준의 6개 권역<sup>31)</sup> '지역간산업연관표(IRIO)'를 작성·발표하였다. 동 표는 우리나라 최초로 실지조사를 통해 작성한 공식적인 지역산업연관표이다. 이후 지방자치단체를 비롯한 연구 기관 및 학계에서 권역 세분화 및 최신 경제구조 반영을 요청함에 따라 한국은행은 2009년 8월에 2005년 기준의 16개 시·도 지역간 산업연관표를 작성·발표한 바 있다. 다만, 한국은행은 실측 지역간 산업연관표 작성 시 막대한 인력과 예산이 소요되고 작업기간의 장기

31) 수도권(서울, 경기, 인천), 강원권, 충청권(대전, 충북, 충남), 전라권(광주, 전북, 전남, 제주), 경북권(대구, 경북, 경남권(부산, 울산, 경남) 등을 의미함

화를 고려하여 2005년 지역간 산업연관표는 실측이 아닌 2003년 지역간 산업연관표를 연장한 간접추정방식으로 작성하였다. 그 이후 매 5년마다 개편하는 기준년 산업연관표의 작성기준에 맞추어 지역산업연관표를 작성·공표하고 있다. 이에 따라 한국은행은 2015년 10월에 그동안 축적된 지역산업연관표 작성 기법과 산업연관표 연장기법을 바탕으로 작성한 2010년 및 2013년 지역산업연관표를 산업구조 및 생산기술구조의 변화를 반영하여 발표하였으며, 2020년 7월에 2015년 지역산업연관표 작성 결과를 공표하였다.

## 2) 작성기준

2015년 지역산업연관표는 전국을 17개 광역시·도(세종시 포함)로 구분한 지역간 투입산출표 형식으로 작성되었으며, 2010/2013년 지역산업연관표와 달라진 점은 전업환산<sup>32)</sup> 지역 고용표를 함께 작성하여 활용성을 제고하였다. 2015년 지역산업연관표 작성은 지역별 산출 및 소득통계, 수출입 및 카드사용 실적 등 지역 생산과 지역 간 이출입관련 기초자료를 이용하였고, 부문 분류는 165부문으로 2015년 기준년 상품분류를 적용하였다.

지역간 산업연관표의 가격기준은 2005년 생산자가격 기준에서 2010년 기초가격 기준으로 전환하였으나, 2015년 다시 생산자가격을 기준으로 사용하여 각종 계수를 산출하였다. 기초가격이란 생산자가격에서 순생산물세를 차감하여 생산자가 실제 수취하는 금액으로, 수요처 간 생산물 세율의 차이를 배제하고 동질적인 기준으로 거래액과 투입 구조를 보여 준다는 장점이 있다. 즉, 생산자가격에는 생산물세가 포함되기 때문에 수요처가 기업, 가계 또는 정부인가에 따라 다른 세율이 적용되거나 한 부문에 세율이 다른 여러 품목을 포함하고 있을 때 생산자가격평가표를 이용하면 파급효과 측정에 오류가 생길 수 있다. 그러나 기초가격이 가진 장점에도 불구하고 순생산물세가 중간투입이나 부가가치 어디에도 포함되지 않아 투입계수 및 각종 유발계수 도출 시에 순생산물세를 별도로 고려해야 한다는 문제점이 발생하여, 이러한 혼돈과 분석의 불편을 없애기 위해 2015년에는 생산자가격으로 계수를 도출하였다.

32) 전업환산(FTE, full-time equivalent): 노동투입량 측면의 취업자 수 측정을 위해 시간제 근로자의 근로시간을 전일제 근로자의 평균 근로시간을 기준으로 환산

### 3) 지역산업연관표의 기본구조

산업연관표는 행렬 형식으로 되어 있기 때문에 보는 방향에 따라 경제구조를 다양하게 파악할 수 있다. 산업연관표의 세로(열, column) 방향은 각 산업부문이 재화 및 서비스를 생산하기 위하여 지출한 생산비용의 구성을 나타내는 투입구조이다. 투입구조는 생산 활동에 사용한 원·부재료의 구성을 나타내는 중간투입과 노동·자본 등 본원적 생산요소의 투입 내역을 나타내는 부가가치로 구성된다. 가로(행, row) 방향은 각 산업부문이 생산한 재화 및 서비스가 어떤 부문에 사용되기 위해 판매되었는지를 나타내는 배분구조를 나타낸다. 배분구조는 다른 산업의 생산활동에 원·부재료로 판매된 것을 나타내는 중간수요와 소비·투자·수출 등으로 판매된 것을 나타내는 최종수요로 구성된다. 중간투입과 중간수요는 산업 간 거래내역을 나타내는데 이를 내생부문이라고 하며, 부가가치와 최종수요를 외생부문이라고 한다.

지역산업연관표도 전국산업연관표와 같이 행렬 형식으로 되어 있어 지역산업연관표를 이용하는 방법도 기본적으로 전국산업연관표와 동일하다. 다만, 지역산업연관표가 특정 지역만을 대상으로 하는 지역내 산업연관표와 여러 지역으로 나누어진 지역간 산업연관표로 구분되므로 지역 내인지 지역 간인지에 따라 표의 구성 형식이 다르다.

지역내 산업연관표의 투입구조는 전국산업연관표의 구성과 동일하나 각 산업부문의 배분구조는 전국산업연관표에서 해외 부문과의 거래를 나타내는 수출 및 수입처럼 국내의 다른 지역과의 거래관계를 나타내는 이출과 이입이 추가되는 것이 전국산업연관표와 다르다. 지역내 산업연관표에서 국내의 타 지역으로 이출되는 생산품은 수출과 동일하게 최종수요에 포함되며, 중간수요와 최종수요의 합계를 총수요라고 하는데 총수요에서 수입과 이입을 공제한 것이 지역 내 총산출액이 된다.

- 총 산출액=총 투입액
- 총 투입액=중간투입+부가가치[투입구조]
- 총 산출액=중간수요+최종수요(소비+투자+수출+이출)-수입-이입[배분구조]
- 총수요(=총공급)

타 지역 생산품(이입품)과 수입품을 구분하지 않은 지역내 산업연관표의 일반적인 형식은 [그림 VII-1]과 같다.

[그림 VII-1] 지역내 산업연관표의 기본구조

		내생부문				외생부문					수입 (공제)	이입 (공제)	지역내 산출액
		산업1	...	산업n	중간 수요계	소비	투자	수출	이출	최종 수요계			
내생 부문	산업1	$X_{11}$	투 입 구 조	$X_{1n}$	$W_1$	$C_1$	$I_1$	$E_1$	$O_1$	$Y_1$	$M_1$	$N_1$	$X_1$
	⋮			배 분 구 조 →									
	산업n	$X_{n1}$		$X_{nn}$	$W_n$	$C_n$	$I_n$	$E_n$	$O_n$	$Y_n$	$M_n$	$N_n$	$X_n$
	중간투입계	$U_1$		$U_n$									
외생 부문	피용자보수	$R_1$	↓	$R_n$									
	영업잉여	$S_1$		$S_n$									
	고정자본소모	$D_1$		$D_n$									
	순생산세	$T_1$		$T_n$									
	부가가치계	$V_1$		$V_n$									
지역내산출액		$X_1$		$X_n$									

자료: 한국은행, 「2015년 지역산업연관표」, 2020.; 한국개발연구원, 『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구』, 2021.

지역내 산업연관표의 세로 방향은 특정 지역의 산업 1부분이 생산활동을 위해 자기 부문 및 타 부문에서 생산된 중간재와 본원적 생산요소인 부가가치  $V_1 (= R_1 + S_1 + D_1 + T_1)$ 을 구입하였음을 나타낸다. 가로 방향은 산업 1부분이 자기 지역에서 산출한  $X_1$ 과 해외에서 수입한  $M_1$  및 타 지역에서 이입한  $N_1$ 을 합한 총공급액  $(= X_1 + M_1 + N_1)$ 이 자기 지역의 산업 1부분 및 타 부문에 중간수요로 판매되고 소비, 투자, 수출 및 타 지역 이출로  $Y_1 (= C_1 + I_1 + E_1 + O_1)$ 만큼 최종수요로 판매되었음을 나타낸다. 지역내 산업연관표에서 타 지역으로 이출된 제품은 해외로 수출된 것과 마찬가지로 타 지역에서 중간재 또는 최종재로 사용되었는지를 구분하지 않고 일괄하여 이출로 처리하는 것이다.

지역간 산업연관표는 타 지역으로 이출된 제품이 타 지역의 생산활동에 중간재로 사용된 것과 소비 및 투자의 최종재로 사용된 것을 구분하여 작성하기 때문에 지역간산업연관표의 최종수요 항목에는 이출이 포함되지 않는다. 지역간 산업연관표(IRIO)의 일반적인 형식은 [그림 VII-2]와 같다.

[그림 VII-2] 지역간 산업연관표(IRIO)의 기본구조

			중간수요						최종수요						지역 내산 출액	
			지역 1		...		지역 n		지역 1		...		지역 n			
			산 업 1	산 업 n	산 업 1	산 업 n	산 업 1	산 업 n	소 비 자	투 자 수 출	소 비 자	투 자 수 출	소 비 자	투 자 수 출		
국산 투입	지 역 1	산업1 ⋮ 산업n	$Z_{11}$	투 입 구 조  ↓				$Z_{1n}$	$Y_{11}^d$	...		$Y_{1n}^d$	$X_1$			
	⋮	산업1 ⋮ 산업n	배 분 구 조 →													
	지 역 n	산업1 ⋮ 산업n	$Z_{n1}$					$Z_{nn}$	$Y_{n1}^d$	...		$Y_{nn}^d$	$X_n$			
수입 투입		$M_1$	$M_n$	$Y_{11}^m$	...		$Y_n^m$									
부가가치		$V_1$	$V_n$													
지역 내 산출액		$X_1$	$X_n$													

자료: 한국은행, 「2015년 지역산업연관표」, 2020.; 한국개발연구원, 『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구』, 2021.

지역간 산업연관표에서 세로 방향은 특정 지역이 생산활동을 위해 자기 지역 및 타 지역과 해외로부터 중간재를 구입한 재화와 서비스의 투입내역과 임금, 이윤, 생산세 등의 본원적 생산요소의 투입내역을 나타낸다. [그림 VII-2]에서 지역 1의 세로 방향은 지역 1이 생산 활동을 위해 지역 내에서 생산된 중간재( $Z_{11}$ ), 타 지역에서 생산되어 이입된 중간재( $Z_{21} + \dots + Z_{n1}$ ), 해외에서 생산되어 수입된 중간재( $M_1$ ) 그리고 노동 및 자본 등의 본원적 생산요소( $V_1$ )를 투입하였음을 나타내고 있다. 지역간산업연관표의 가로 방향은 특정 지역에서 생산된 생산물이 자기 지역 및 타 지역의 생산 활동에 원·부재료로 판매된 내역과 자기 지역 또는 타 지역의 소비와 투자로 판매되거나 해외로 수출된 내역을 나타낸다.

[그림 VII-2]에서 지역 1의 가로 방향은 지역 1에서 생산된 제품은 자기 지역의 생산 활동에 사용된 중간수요( $Z_{11}$ ) 및 타 지역의 생산 활동에 사용된 중간수요( $Z_{12} + \dots + Z_{1n}$ )와 자기 지역의 소비, 투자, 수출(해외)로 사용된 최종수요( $Y_{11}^d$ ) 및 타 지역의 소비, 투자로 사용된 최종수요( $Y_{12}^d + \dots + Y_{1n}^d$ )로 배분되었음을 나타낸다.

#### 다. 건설 등 세분류 부문별 분석방법

앞에서 언급한 바와 같이 2015년 한국은행 지역간 산업연관표의 부문분류는 165부문 기준으로 건설업 중 토목건설은 교통시설건설, 일반토목시설건설, 산업시설건설, 기타건설 4개 부문으로 구분되어 있다. 하지만 사업계획 적정성 검토 사업은 도로, 철도, 항만 등으로 세분화되어 있어 세부 산업<sup>33)</sup>의 구분이 필요한 상황이다. 또한 건설업부문뿐만 아니라 정보화부문 사업 등의 경우에도 세부 산업의 구분이 필요한 실정이다.

2005 기준년 상품분류와 2015 기준년 상품분류를 비교하였을 때 기본부문에서 공항시설은 도로시설에, 지하철시설은 철도시설에, 농림수산토목 중 일부는 하천사방에 포함되었다. 또한 비주택 건축은 비주거용 건물과 산업플랜트로 구분되었다. 특히 산업플랜트는 2005년 기준 상하수도시설, 기계조립설치의 일부 항목을 포함하여 새로운 기본부문으로 제시되었다. 통신도 우편, 유선, 무선, 기타로 단순화되었으며 부동산 및 사업서비스에 속한 컴퓨터 관련 서비스가 정보통신 및 방송서비스로 변경되었다.

〈표 VII-6〉 상품 분류 구분

2005 기준년 상품분류				2015 기준년 상품분류				
통합 대분류 (28)	통합 중분류 (78)	통합소분류 (168)	기본부문 (403)	기본부문 (381)	소분류 (165)	중분류 (83)	대분류 (33)	
18	건설	55 건축 건설	123 주택건축	305 주택건축	5010 주거용 건물	501 주거용 건물	50 건물 건설 및 건축 보수	F 건설
			124 비주택 건축	306 비주택 건축	5020 비주거용 건물	502 비주거용 건물		
			125 건축보수	307 건축보수	5030 건축보수	503 건축보수		
	56 토목 및 특수 건설	126 교통시설 건설	308 도로시설	5111 도로시설	511 교통시설 건설	51 토목 건설		
			312 공항시설					
			309 철도시설	5112 철도시설				
			310 지하철 시설					
			311 항만시설	5113 항만시설				

33) 원칙적으로는 상품이나 투입산출표가 상품 구분으로 작성되고 있고 한 산업에 한 상품이 생산된다는 가정하에 산업으로 표현함

〈표 VII-6〉의 계속

2005 기준년 상품분류				2015 기준년 상품분류													
통합 대분류 (28)	통합 중분류 (78)	통합소분류 (168)	기본부문 (403)	기본부문 (381)	소분류 (165)	중분류 (83)	대분류 (33)										
18	건설	56 토목 및 특수 건설	127 일반토목	313	하천사방	5121	하천사방	512	일반토목 시설 건설								
				315	농림수산 토목												
				314	상하수도 시설	5122	상하수도 시설										
				315	농림수산 토목	5123	농림수산 토목										
				316	도시토목	5124	도시토목										
				128 기타특수 건설	320	기타건설	5131			환경정화 시설	513	토목 건설	F	건설			
		318	통신시설		5132	통신시설											
		317	전력시설		5133	전력시설											
		55 건축 건설	124 비주택 건축	306	비주택 건축	5134	산업플랜트	513	산업시설 건설								
				314	상하수도 시설												
		56 토목 및 특수 건설	127 일반토목	314	상하수도 시설	5190	기타 건설	519	기타 건설								
				128 기타특수 건설	319					기계조립 설치							
320	기타건설																
22	통신 및 방송	62 통신	141 우편 및 전화	341 우편	5710	공영우편 서비스	571	공영우편 서비스	57	우편 및 소화물 전문 운송 서비스	H	운송 서비스					
													342 전화	5720	소화물전문 운송서비스	572	소화물전문 운송서비스
				142 부가통신 및 정보 서비스	343 초고속망 서비스	5911	유선통신 서비스	591									
													141 우편 및 전화	342 전화	5912	무선 및 위성 통신 서비스	
		142 부가통신 및 정보 서비스	343 초고속망 서비스														

〈표 VII-6〉의 계속

2005 기준년 상품분류				2015 기준년 상품분류											
통합 대분류 (28)	통합 중분류 (78)	통합소분류 (168)	기본부문 (403)	기본부문 (381)	소분류 (165)	중분류 (83)	대분류 (33)								
22	통신 및 방송	62	통신	141	우편 및 전화	342	전화	5991	통신 재판매 및 중개 서비스	599	기타 전기통신 서비스	59	통신 서비스	J	정보 통신 및 방송 서비스
				142	부가통신 및 정보 서비스	344	부가통신	5999	기타 전기통신 서비스						
	63	방송	143	방송	346	지상파 방송	6001	지상파 방송서비스	600	방송 서비스	60	방송 서비스			
					347	유선 및 위성방송	6002	유선, 위성 및 기타방송 서비스							
	62	통신	142	부가통신 및 정보 서비스	345	정보 서비스	6100	정보제공 서비스	610	정보 서비스	61	정보 서비스			
	24	부동산 및 사업 서비스	65	부 동 산	153	컴퓨터 관련 서비스	366	소프트 웨어 개발공급	6211	게임소프트 웨어 출판	621	소프트웨어 개발 공급	62		
6212							소프트웨어 개발 공급	6290	기타 IT서비스	629				기타 IT서비스	
367							컴퓨터 관련 서비스	6290	기타 IT서비스	629	기타 IT서비스				

자료: 한국은행, 「2015년 지역산업연관표」, 2020.; 한국개발연구원, 「예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구」, 2021.

그러나 한국은행 지역간 산업연관표의 소분류(165부문)상으로는 구분이 되어 있지 않은 건설업 등의 부문을 기본부문(381분류) 기준으로 세분화된 산업연관표를 별도로 작성하는 것은 그 자체만으로 막대한 시간과 비용이 소요되는 작업이다. 여기서는 연구의 목적을 감안하여 지역경제 파급효과 추정방법을 달리하여 간접적으로 파급효과를 추정하는 방법을 사용하였다. 즉, 한국은행에서 발표하는 지역간산업연관표(165부문 또는 83부문)를 최대한 활용한 뒤 전국산업연관표상 기본부문별 유발계수와 소분류의 유발계수의 비중을 고려하여 배분하는 간접적인 방법을 사용하였다. 즉 지역적 특성을 최대한 고려하는 방식으로 접근

한 것이다. 도로, 철도와 같은 대규모 공공투자의 경우 생산기술이 표준화되어 산업적 특성보다는 지역적 특성이 중요하다는 점도 고려하였다. 현재 지역간산업연관표(IRIO)의 생산유발계수와 부가가치유발계수는 소분류(165부문)까지 제시되어 있으므로 이를 기준으로 파급효과를 기본적으로 분석하고 이후 기본부문 배분 시에는 전국산업연관표에서 제시된 기본부문 및 소분류 유발계수의 비중을 고려함으로써 평균적인 기본부문의 산업 특성을 반영한다.

예를 들어 A지역의 도로시설 건설에 따른 유발효과를 분석한다고 하자. 도로시설은 기본부문으로 지역간산업연관표(IRIO)에는 제시되어 있지 않고 도로시설, 철도시설, 항만시설을 포괄하는 교통시설 건설만 제시되어 있다. 따라서 교통시설 건설을 기준으로 A지역에 해당 투자액에 따른 생산유발효과를 먼저 계산한다.  $i$  지역,  $j$  산업(교통시설)의 파급효과를 표현하면 다음과 같다.

$$E_{ij}$$

$i$ 는 지역(16개 광역시도),  $j$ 는 산업(소분류 기준)

이후 전국산업연관표상에서 교통시설 건설에 따른 생산유발효과와 도로시설 건설에 따른 생산유발효과와의 비율( $\theta_{jk} = E_k/E_j$ )을 기본부문 산업별( $k$ , 도로시설)로 계산한다. 위 비율( $\theta_{jk}$ )은 광역시도마다 동일하기 때문에 아래 첨자  $i$ 가 없다. 이 비율( $\theta_{jk}$ )을 앞서 지역간산업연관표(IRIO)의 교통시설( $j$ ) 건설에 따른  $i$  지역의 파급효과( $E_{ij}$ )에 곱해줌으로써 최종적인 효과를 계산한다. 따라서  $i$  지역,  $k$ (도로시설)산업의 최종적인 파급효과는 ( $E_{ik} = E_{ij} \times \theta_{jk}$ )가 되며 이를 지역별, 산업별로 취합하면 A지역의 도로시설 건설에 따른 전체적인 효과를 계산할 수 있게 된다.

동일한 방법으로 도로시설뿐만 아니라 철도, 항만, 환경정화시설 등 기본부문이 없는 IRIO의 지역경제 파급효과 분석이 가능하다. 기본부문의 부가가치유발효과 또한 생산유발효과와 같이 한국은행에서 발표하는 자료를 최대한 활용하되, 전국산업연관표상 소분류 대 기본부문의 비중을 적용하여 산정한다. 다만 취업 및 고용 유발효과는 한국은행 제공 자료가 지역산업연관표의 경우 중분류(82부문), 전국산업연관표는 소분류(161부문)까지만 제시되어 있으므로 우선 취업 및 고용 유발계수의 중분류와 소분류의 비중을 적용하고, 소분류와 기본부문의 차이는 취업과 관련이 높은 부가가치유발계수의 비중을 적용하여 산정한다.

또한 지역산업연관표상 제공하지 않는 고용유발계수는 전국산업연관표상 고용유발계수와 취업유발계수의 비를 활용하여 추정한다. 이상을 통해 추정된 지역경제 파급효과는 한국은행이 제공하는 지역적 특성을 최대한 활용할 수 있고, 비교적 간단한 방법으로 기본부문의 특성을 고려할 수 있으며 추정 계수가 안정적이라는 장점을 가지고 있다.

## 라. 지역경제 파급효과 분석을 위한 유발계수

산업연관분석은 최종수요의 변동(소비 혹은 투자)이 각 산업의 생산 활동에 미치는 직·간접의 파급효과를 계측하는 것이다. 최종수요 변동으로 인한 경제적 파급효과는 보통 세 가지, 즉 생산유발효과, 부가가치유발효과, 고용 및 취업유발효과 측면에서 파악한다. 부가가치유발효과는 다시 부가가치를 구성하는 항목별로 각각의 유발효과로 나눌 수 있다. 여기에서는 생산유발효과, 부가가치유발효과, 고용(취업)유발효과 계측을 위하여 각각의 유발계수를 설명하기로 한다. 나아가 지역 내외의 파급효과 등에 대해서도 살펴보기로 한다.

### 1) 생산유발효과

생산유발효과는 특정 지역의 최종수요 한 단위를 충족시키기 위해서 해당 지역 및 타 지역에서 직·간접적으로 유발되는 생산효과를 의미한다. 지역간산업연관표에서 각 지역의 각 산업부문에서 생산된 생산물은 중간수요(Z)와 최종수요(Y)로 배분되는데, 두 지역으로 구성된 지역간산업연관표를 이용하여 다음과 같은 수급방정식으로 나타낼 수 있다.

$$Z_{11} + Z_{12} + Y_{11}^d + Y_{12}^d = X_1$$

$$Z_{21} + Z_{22} + Y_{21}^d + Y_{22}^d = X_2$$

이 수급방정식은 투입계수( $A_{ij} = Z_{ij}/X_j$ )를 이용하면 다음의 식으로 변형되고, 투입계수로 된 수급방정식을 행렬 형식으로 표기하면 다음과 같다.

$$A_{11}^d X_1 + A_{12}^d X_2 + Y_{11}^d + Y_{12}^d = X_1$$

$$A_{21}^d X_1 + A_{22}^d X_2 + Y_{21}^d + Y_{22}^d = X_2$$

$$\begin{bmatrix} A_{11}^d & A_{12}^d \\ A_{21}^d & A_{22}^d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y_1^d \\ Y_2^d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix}$$

$$A^d X + Y^d = X$$

$$\text{단, } Y_1^d = Y_{11}^d + Y_{12}^d, \quad Y_2^d = Y_{21}^d + Y_{22}^d \text{ 임}$$

이 수급방정식  $A^d X + Y^d = X$ 를 산출액  $X$ 에 대해 정리하면,

$$\begin{aligned} A^d X + Y^d &= X \\ (I - A^d) X &= Y^d \\ X &= (I - A^d)^{-1} Y^d \end{aligned}$$

단,  $A^d$ 는 국산투입계수행렬,  $X$ 는 총산출액 벡터,  
 $Y^d$ 는 국산품에 대한 최종수요 벡터,  $I$ 는 단위행렬임

위 식에서  $(I - A^d)^{-1}$ 을 생산유발계수행렬이라고 하는데 최종수요가 한 단위 증가하였을 경우 이를 충족시키기 위해서 각 산업부문에서 직·간접적으로 유발되는 산출규모를 나타낸다. 생산유발계수는 역행렬계수 또는 레온티에프(Leontief) 역행렬계수라고도 한다.

## 2) 부가가치유발효과

재화와 서비스에 대한 최종수요의 증가는 국내 생산을 유발하며, 이는 생산과정을 통해 다시 부가가치 및 고용(취업)을 유발한다. 최종수요에 의한 부가가치유발효과를 계측하는 방법은 다음과 같다.

최종수요에 의해 생산이 유발되고 생산 활동을 통해 부가가치가 창출되는 관계는 부가가치계수  $A^v (= V_t / X_t)$ 을 생산유발계수에 곱하여 계산된다.

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \widehat{A}_1^v & 0 \\ 0 & \widehat{A}_2^v \end{bmatrix} \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} \\ B_{21} & B_{22} \end{bmatrix} Y^d$$

$$V = \widehat{A}^v (I - A^d)^{-1} Y^d$$

단,  $\widehat{A}^v (I - A^d)^{-1}$ 는 부가가치 유발계수

### 3) 고용(취업)유발효과

생산 활동은 기본적으로 중간재에 자본이나 노동 등 본원적 생산요소를 결합하여 이루어진다. 수요 증가에 따른 관련 산업의 생산 활동은 노동의 수요를 수반하게 되므로 노동의 산업별 파급효과 계측은 노동수요 예측 및 계획 수립에 있어 중요한 자료를 제공할 수 있다. 부가가치와 마찬가지로 일정 기간 동안 생산 활동에 투입된 산업별 노동( $L$ )을 산출액( $X$ )으로 나눈 고용(취업)계수( $= L_i/X_i$ )의 대각행렬을 이용하면 최종수요가 각 지역의 고용을 어느 정도 유발하는지 계산할 수 있다.

$$\begin{bmatrix} L_1 \\ L_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{l}_1 & 0 \\ 0 & \hat{l}_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} \\ B_{21} & B_{22} \end{bmatrix} Y^d$$

$$L = \hat{l} (I - A^d)^{-1} Y^d$$

단,  $\hat{l} (I - A^d)^{-1}$ 는 고용(취업)유발계수

취업유발효과는 고용유발효과에 무급종사자 및 자영업자를 포함한 것으로, 분석방법은 고용유발효과의 경우와 동일하다.

#### 마. 지역 내·외 파급효과 승수

특정 지역에 수요가 발생할 경우 지역산업의 생산 활동은 해당 지역의 산업은 물론 이·출입을 통하여 다른 지역산업의 생산 활동을 유발하게 된다. 전체적인 유발효과 중 해당 지역 내 산업에 미치는 영향인 지역 내 파급효과와 해당 지역을 제외한 기타 지역에 미치는 효과인 지역 외 파급효과로 구분할 수 있다.

지역간산업연관모형에서 지역 내외의 파급효과의 구분은 생산, 부가가치, 고용(취업) 등 모든 부분의 유발계수로부터 구할 수 있다. 예를 들어 2지역( $L, M$ ), 3개 산업의 생산 유발계수 행렬이 다음과 같다고 하자.

$$(I - C)^{-1} = \begin{bmatrix} \alpha^{LL} & \alpha^{LM} \\ \alpha^{ML} & \alpha^{MM} \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 1.126 & 0.447 & 0.300 & \vdots & 0.479 & 0.418 & 0.153 \\ 0.628 & 1.317 & 0.606 & \vdots & 0.552 & 1.115 & 0.323 \\ 0.512 & 0.526 & 1.100 & \vdots & 0.335 & 0.470 & 0.247 \\ \dots & \dots & \dots & \vdots & \dots & \dots & \dots \\ 0.625 & 0.369 & 0.250 & \vdots & 1.223 & 0.455 & 0.217 \\ 0.237 & 0.384 & 0.205 & \vdots & 0.278 & 0.649 & 0.167 \\ 0.472 & 0.444 & 0.589 & \vdots & 0.594 & 0.529 & 1.232 \end{bmatrix}$$

여기서  $\alpha^{LL}$ 은  $L$ 지역 산업에 최종수요가 1단위 증가했을 경우  $L$ 지역 산업에 미치는 생산유발계수를 나타내는 것으로, 이를 열로 합하면  $L$ 지역 각 산업의 지역 내 파급효과를 나타내는 것이다.  $\alpha^{LL}$ 행렬 ( $3 \times 3$ ) 각 열로 합한 벡터 ( $1 \times 3$ )를  $O^{LL}$ 라고 하면  $L$ 지역 내 각 산업의 지역 내 파급효과는 다음과 같고,  $M$ 지역의 경우( $\alpha^{MM}$ )도 마찬가지로 다음과 같이 정리할 수 있다.

$$O^{LL} = [ 2.226 \quad 2.290 \quad 2.005 ], \quad O^{MM} = [ 2.094 \quad 1.633 \quad 1.615 ]$$

그리고  $\alpha^{ML}$ 은  $L$ 지역 산업에 대한 최종수요 1단위의 증가로 인한  $M$ 지역의 생산유발효과, 즉 지역 외 파급효과(혹은 지역 간 파급효과)를 나타내고,  $\alpha^{LM}$ 은 반대의 경우를 나타낸다.

$$O^{ML} = [ 1.334 \quad 1.197 \quad 1.043 ], \quad O^{LM} = [ 1.365 \quad 2.003 \quad 0.724 ]$$

그리고  $L$ 지역 최종재에 대한 수요 증가로 인한 전체 생산유발효과를  $O^L$ ,  $M$ 지역의 경우를  $O^M$ 이라고 하면 지역 내외의 총생산유발효과는 다음과 같다.

$$O^L = O^{LL} + O^{ML} = [ 3.599 \quad 3.487 \quad 3.048 ]$$

$$O^M = O^{MM} + O^{LM} = [ 3.459 \quad 3.636 \quad 2.339 ]$$

## 바. 분석모형의 한계 및 해석상 유의점

지역산업연관모형이 지역경제 분석과 관련하여 유용한 정보를 제공해 주고 있지만, 다른 한편으로 모형 자체가 갖는 한계점을 비롯하여 모형의 정립 과정 및 추정 결과의 해석상에 있어서 여러 가지 제약을 내포하고 있는 것 또한 사실이다. 따라서 다음의 한계 및 해석상의 유의점에 대해서 보고서에 제시할 필요가 있다.

우선 모형 자체가 갖는 한계 때문에 두 가지 비판이 제기될 수 있을 것이다. 첫째, IO 모형은 산업연관표의 기본가정, 즉 투입계수의 안정성을 위한 가정인 생산물이 동질적이고, 규모의 경제가 존재하지 않는다는 가정의 제약에 직면한다는 비판이 제기될 수 있다. 그러나 이러한 비판은 산업연관분석에 있어서 원천적으로 내재되어 있는 제약이며 특별히 한국은행 IRIO 모형만의 제약은 아니라고 할 수 있다. 더구나 생산물의 질적 차이가 없다는 가정이나 규모의 경제가 존재하지 않는다는 가정 등은 경제성 분석에서 일반적으로 직면하는 제약의 범위를 크게 벗어나지 않는다고 할 수 있다. 둘째, IO 분석은 사업비 지출에 따른 정(正)의 파급효과만을 분석할 뿐이며 재원조달에 따른 부(負)의 파급효과를 함께 고려할 수 없는 모형이라는 비판이다. 즉 지출을 위해서는 이를 위한 재원조달이 필요하며 다른 곳에 투자할 재원이 현재의 사업으로 투입됨에 따라 여타 투자가 위축되는 구축효과(crowding out effect), 즉 기회비용이 발생하게 되는데 산업연관분석은 이를 고려하지 못하는 모형이라는 비판이다. 구축효과는 분명 발생한다고 보아야 할 것이다. 그러나 구축효과까지를 완벽하게 고려해 주는 모형은 대단히 드물며, 모든 파급효과를 동시에 분석하기 위해서는 다지역·다부문 모형의 정립이 필요하게 된다. 현재 지역의 시계열자료의 축적이 상당히 열악한 상태에서 다지역·다부문 모형의 정립은 단계적으로 접근해야 할 과제라고 판단된다.

이상의 문제점 등을 고려하여 지역산업연관모형의 추정 결과를 해석할 때에는 다음과 같은 점에 항상 유의하여야 한다.

첫째, IRIO 모형은 사업비 지출에 따른 간접효과를 분석하는 것이므로 그 사업으로 인해 발생하는 경제적 편익, 즉 사업 완료 후 얻을 수 있는 파급효과를 추정하는 것은 아니라는 점이다. 따라서 지역경제 파급효과는 비용편익분석에서 이용되는 사업 완료 후의 경제적 편익과는 다른 것이다. 둘째, 투입계수의 안정성과 관련하여 사업비 지출의 분석기간 중 투입계수는 지속적으로 불변인 것으로 가정하므로, 시간의 경과에 따라 산업구조 및 생

산기술 등이 변화하여 발생할 수 있는 동태적 경제적 파급효과를 파악하는 것은 불가능하다는 점이다. 동태적 파급효과 분석은 모형의 동태화 작업이 선행되어야만 가능할 것이다. 셋째, 사업비 지출에 따른 정(正)의 파급효과만을 분석할 뿐이며 재원조달에 따른 부(負)의 파급효과를 함께 고려하지 않기 때문에, 여러 사업들 간에 사업비 지출에 따른 경제적 파급효과의 상대적 비교는 가능하나 서로 다른 사업 간 절대적 비교나 특정 사업에 대한 효과의 절대적인 크기를 판단하는 데는 그 유용성에 한계가 있다는 사실이다.

또한 서로 다른 사업 간의 상대적 파급효과 비교 시에도 비교의 목적이 지역 간 파급효과의 상대적 크기에 있다면 사업 간 특성의 차이에 따른 투입구조 및 투자배분구조의 차이 등에 따른 파급효과의 차이가 항상 내재되어 있다는 점도 잊지 말아야 할 것이다.

#### 사. 지역경제 파급효과 분석 결과

산업연관분석은 최종수요의 변동(소비 혹은 투자)이 각 산업의 생산활동에 미치는 직·간접의 경제적 파급효과를 계측하는 것이다. 최종수요 변동으로 인한 경제적 파급효과는 생산 유발효과, 부가가치 유발효과, 고용(취업) 유발효과 측면에서 파악할 수 있으며, 부가가치 유발효과는 다시 부가가치를 구성하는 항목별로 각각의 유발효과로 나눌 수 있다. 여기에서는 생산, 부가가치, 고용 및 취업유발효과에 대하여 지역 내외 경제적 파급효과를 살펴보기로 한다.

##### 1) IRIO 분석을 위한 투자비

본 사업의 IRIO 분석을 위한 총투입비는 순수 공사비와 부대비를 합산한 것으로, 본 모형의 지역구분과 산업부문분류에 따라 경상남도 지역의 건설(비주거용건물) 부문에 투입하여 집계하였다. 통상의 IRIO 분석에서는 건설기간 중의 경제적 파급효과만을 추계하므로, 완공 후 유지관리비는 제외하고 사업비 중 용지보상비 역시 이전거래이므로 제외하였다. 예비비는 실투자액이 아니므로 역시 투입비에 포함하지 않았고, 사업비 추계 시 포함된 부가가치세도 마찬가지로 제외하였다. 이상의 전제사항을 토대로 본 분석에 적용되는 투자비 내역은 <표 VII-7>과 같이 검토안 기준으로 941억원으로 나타났다.

〈표 VII-7〉 IRIO 분석을 위한 투자비 내역

(단위: 억원)

투입부문	비용항목	경상남도
		검토안
건설(비주거용건물)	공사비	846
	시설부대경비	95
합계		941

- 주: 1. 총투자비는 2022년(분석기준연도) 기준임  
 2. IRIO 분석을 위한 총투자액은 순공사비와 시설부대경비(지역귀속이 불분명한 시운전비 제외)를 합산한 것임  
 3. 총투자액은 본 모형의 지역구분과 산업부문분류에 따라 경상남도 지역의 건설(비주거용건물) 부문에 투입됨  
 4. IRIO 분석에서는 건설기간 중의 경제적 파급효과를 추계하므로 완공 후 운영비는 제외함  
 5. 사업비 중 보상비는 이전소득이므로 제외함  
 6. 사업비 추계 시 포함된 예비비와 부가가치세는 제외하여 분석함

자료: 연구진 작성

## 2) 지역경제 파급효과 분석 결과

지역별 파급효과를 분석한 〈표 VII-8〉에 따르면, 본 사업의 지리적 입지 여건으로 말미암아 대부분의 지역경제 파급효과가 경상남도 지역 내에서 주로 발생하는 것으로 나타났으며, 이 밖에 수도권 등에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

〈표 VII-8〉 지역별 파급효과 추계 결과

(단위: 억원, %, 명)

지역별 파급효과	생산유발효과		부가가치유발효과		취업유발효과		고용유발효과	
	유발액	지역별비중	유발액	지역별비중	고용자수	지역별비중	고용자수	지역별비중
서울	109	5.8	55	7.1	90	7.7	64	7.7
인천	33	1.7	12	1.5	16	1.4	12	1.4
경기	113	6.0	44	5.6	62	5.3	44	5.2
대전	6	0.3	3	0.3	5	0.4	3	0.4
세종	2	0.1	1	0.1	1	0.1	1	0.1
충북	21	1.1	7	0.9	9	0.8	6	0.7
충남	49	2.6	15	1.9	12	1.0	8	1.0
광주	6	0.3	2	0.3	4	0.4	3	0.4
전북	13	0.7	4	0.6	6	0.5	4	0.5
전남	39	2.1	12	1.5	11	0.9	7	0.8
대구	15	0.8	6	0.8	11	0.9	8	0.9
경북	64	3.4	20	2.6	21	1.8	14	1.7

〈표 VII-8〉의 계속

(단위: 억원, %, 명)

지역별 파급효과	생산유발효과		부가가치유발효과		취업유발효과		고용유발효과	
	유발액	지역별비중	유발액	지역별비중	고용자수	지역별비중	고용자수	지역별비중
부산	86	4.6	39	5.0	67	5.7	48	5.7
울산	55	2.9	17	2.1	14	1.2	10	1.2
경남	1,243	66.4	533	68.5	830	70.9	600	71.6
강원	17	0.9	7	0.9	8	0.7	5	0.6
제주	2	0.1	1	0.2	2	0.2	1	0.2
계	1,874	100.0	778	100.0	1,170	100.0	837	100.0

자료: 연구진 작성

검토안 기준으로 생산 유발효과는 전국적으로 1,874억원이며, 사업 대상지인 경상남도의 경우 전체 효과 중 66.4%인 1,243억원의 생산 유발효과가 추정되었다. 부가가치 유발효과는 전국적으로 778억원이며, 경상남도의 경우 전체 효과 중 68.5%인 533억원의 부가가치 유발효과가 추정되었다. 취업 유발효과와 고용 유발효과는 전국적으로 각각 1,170명, 837명이며, 경상남도의 경우 취업 유발효과는 전체 효과 중 70.9%인 830명, 고용 유발효과는 전체 효과 중 71.6%인 600명으로 추정되었다.

### 3) 지역경제 활성화 효과 분석 결과

지역경제 활성화 효과 지수는 투입액에 대한 사업 해당 지역인 경상남도 지역 내 부가가치 유발액을 해당 지역의 지역내 총생산(GRDP) 추계액으로 나눈 지수이다. 해당 지수는 사업 투입액에 따른 부가가치 유발액이 클수록 그리고 해당 지역의 경제규모가 적을수록 높게 측정된다.

경상남도 내의 부가가치 유발액은 검토안 기준 53억원이다. 2022년을 기준으로 경상남도 지역 내 총생산액(GRDP)은 1,376,652억원이므로, 지역경제 활성화 효과 지수는 검토안 기준 0.0387%로 나타났다.

〈표 Ⅶ-9〉 지역경제 활성화 효과

(단위: 억원)

구분	검토안
투입액	941
지역 내 부가가치 유발액	533
지역 내 총생산(GRDP)	1,376,652
지역경제 활성화 효과지수	0.0387%

주: 1. 투입액 및 지역내 총생산은 2022년 기준임

2. 지역경제 활성화 효과지수는 위 투입액에 대한 사업 해당지역인 경상남도 지역 내 부가가치 유발액을 사업 해당지역의 GRDP 추계액으로 나눈 지수임

자료: KOSIS 시도별 경제활동별 지역내총생산, [https://www.index.go.kr/unity/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx\\_cd=1008](https://www.index.go.kr/unity/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1008), 검색일자: 2025. 5. 15. 참고하여 연구진 작성

기준 연도범위(2016~2023년)의 비수도권 예비타당성조사 사업 전체의 해당 지역 지역경제 활성화 효과지수 평균값은 0.4357%이다. 다음으로, 본 사업과 유사한 규모(1,000억원~ 5,000억원 미만) 사업의 평균값은 0.1511%이고, 건축 외 부문 사업의 평균값은 0.1327%이다. 또한 본 사업과 유사한 규모이면서 건축 외 부문의 사업에 대한 지역경제 활성화 효과 지수 평균은 0.1404%로 나타났다.

따라서, 본 사업의 지역경제 파급효과(생산 유발효과, 부가가치 유발효과)는 전체 사업, 유사 규모 사업, 유사 부문(건축 외 부문) 사업, 유사 규모·부문 사업의 평균값 대비 낮은 수준으로 나타났다.

〈표 Ⅶ-10〉 지역경제 파급효과 분석 결과 및 비교치

(단위: 억원, %, 건)

구분	본 사업		비교치 (2016~2023년 비수도권 예비타당성조사 평균)							
	검토안		전체 사업 <sup>2)</sup>		유사 규모 <sup>3)</sup>		유사 부문 <sup>4)</sup>		유사 규모·부문 <sup>5)</sup>	
	전국	경남	전국	경남	전국	경남	전국	경남	전국	경남
생산 유발효과	1,874	1,243			9,875	6,368	4,024	2,580	2,847	1,726
부가가치 유발효과	778	533			4,004	2,736	1,639	1,114	1,162	766
지역경제 활성화 효과지수	-	0.0387			-	0.4357	-	0.1511	-	0.1327
사업 수	-		102		43		24		7	

- 주: 1. 본 사업에 대한 지역경제 활성화 효과 지수는 투입액(검토안 941억원)에 대한 사업 해당 지역인 경상남도의 지역 내 부가가치 유발액을 사업해당지역의 GRDP 추계액(1,376,652억원, 2023년 기준)으로 나눈 지수를 의미함.  
 2. 제시된 기준치는 2016~2023년 예비타당성조사 사업 102건을 기준으로 작성됨.  
 3. 유사 규모 비교치는 1,000억원 이상~5,000억원 미만 사업의 평균값, 유사 부문 비교치는 전체 건축 외 부문 사업의 평균값, 유사·부문 비교치는 1,000억원 이상~5,000억원 미만인 건축 외 부문 사업의 평균값임.  
 4. 비교치에 제시된 '개별 지역'의 의미는 각 사업의 투입 대상지역을 의미하며, 사업별로 상이함. 따라서 해당 지역으로 제시된 수치는 본 사업과 동일한 지역만을 대상으로 제시된 것이 아님.

자료: 연구진 작성

---

## VIII. 종합결론 및 정책제언

---

### 1. 종합 결론

김해시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치사업은 기존 음식물폐기물 처리시설 폐쇄 및 하수찌꺼기 처리시설 용량 부족으로 유기성폐자원 통합 처리시설 확충 필요성에 따라 추진하게 되었다. 아울러 2023년 시행된 「유기성폐자원을 활용한 바이오가스의 생산 및 이용 촉진법」에 따라 2025년부터 지방자치단체를 포함하는 공공의무생산자에게 부과되는 바이오가스 생산목표를 달성하기 위해서도 필요한 사업이다. 궁극적으로는 에너지 생산형 자원순환시설 건립을 통해 국가의 탄소중립정책에 기여하는 것을 목적으로 하고 있다.

사업계획 주요 내용을 살펴보면, 경상남도 김해시 화목동에 위치한 장유맑은물순환센터 내 15,800㎡ 규모의 유희부지에 시설용량 1일 360톤 규모로 조성하고자 하며 총사업비는 105,252백만원으로 재원은 국고 42.5%, 지방비 35.3%, 기타 원인가부담금 등 22.2%로 계획하고 있다.

본 검토는 유기성폐자원 통합바이오가스화시설의 적정 규모를 산출하기 위해 먼저 시설 가동 연도를 기준으로 음식물폐기물 등 유기성폐자원 발생량과 본 시설의 처리용량을 검토하였으며 다음으로 사업계획안을 중심으로 사업목적 및 시설계획의 적정성, 마지막으로 시설 규모에 적합한 비용을 검토하였으며 주요 결과는 다음과 같다.

먼저 김해시 전역에서 발생하는 음식물류폐기물, 분뇨, 하수찌꺼기 발생량과 김해시 내에 있는 유기성폐기물 처리시설 용량을 검토하여 본 시설의 처리용량을 추정하였다. 유기성폐기물 발생량 원단위 산출을 위해 우선 김해시 인구 조성을 기준으로 출산율, 지역 간 이동률, 생존율로 인구의 변화 추이를 살펴보고 각종 개발계획에 따른 인구 유입 효과를 반영하여 계획인구를 추정하였다. 다음으로 사업대상 폐기물을 음식물류폐기물, 분뇨, 하수찌꺼기로 구분하고 가동 연도 기준 폐기물 유형별 발생량을 산정하였다. 음식물류폐기물은 본 시설이 가정계 공공부문만을 대상으로 하므로 김해시의 최근 10년간 음식물류폐기물 처리 시설 반입량 자료를 활용하여 산출한 원단위(0.234kg/인·일)에 김해시의 감량화목표를 3.0%를 적용하여 계획인구 기준 발생량(133.7톤/일)을 산출하였다. 분뇨의 경우 김해시 분뇨처리시설의 최근 10년간 분뇨 반입량과 지속적인 감소추세를 감안하여 분뇨 발생량

원단위(0.221L/인·일)를 산출하고 계획인구 기준 계획분뇨 수거량(131.2톤/일)을 산정하였다. 하수찌꺼기의 경우 관내 공공하수처리시설 8개소의 하수찌꺼기 발생량(함수율 80%)을 추정한 후 장유공공하수처리시설 등에서 처리 가능한 용량을 제외하고 가동 연도 기준 1일 42.6톤으로 산출하였다. 이상을 종합하면 2029년 가동 연도 기준 폐기물 발생량은 1일 307.5톤이었다. 다음으로 본 시설의 적정 규모 산정을 위해 유기성 폐자원 성상별로 가동 일수 기준으로 시설규모를 각각 산정하여 합산하였다. 음식물류폐기물은 발생량을 기준으로 가동일수를 고려한 처리용량과 관련 지침에서 제시한 여유율 중간값(20%)을 반영한 시설규모(195.2톤/일)에서 유관시설에서 처리가능한 규모(50톤/일)를 제외한 결과 1일 약 150톤으로 산출되었다. 분뇨처리시설 규모는 2029년 가동일수 300일 기준으로 산출한 용량(159.6톤/일)에 하수관로 분류식화사업에 따른 반입량 감소를 고려하여 1일 150톤으로 추정하였다. 하수찌꺼기의 경우 1일 51.8톤으로 산출되었으나 최소 시설용량 단위(10톤/일)를 고려하여 시설 용량은 1일 60톤으로 적용하였다. 종합하면 본 시설의 1일 처리용량은 음식물류폐기물 150톤, 분뇨 150톤, 하수찌꺼기 60톤으로 총 360톤이다. 본 검토 결과를 사업계획안과 비교하면 각 폐기물별 발생량에는 소폭 차이가 있으나 처리시설 용량 합계는 동일하다.

다음으로 사업계획서를 중심으로 사업계획의 적정성을 검토하였다. 김해시의 유기성폐기물 처리시설 운영 현황과 정부의 관련 정책 현황을 검토한 결과, 본 사업은 김해시 내 관련 시설 확충 필요성이 인정되고 김해시 상위계획에 반영되어 있으며 환경부 시범 사업 선정으로 사업 추진의 타당성을 확보하였다고 할 수 있다. 시설계획의 경우 음식물류폐기물 처리방식 및 분뇨처리 공정의 적절성, 기존 음폐수 바이오가스 에너지화시설 활용 가능성, 입지 적정성을 검토하였다. 사업계획안에서 음식물류폐기물 처리방식으로 계획한 혐기성 소화에 의한 바이오가스화 방식은 국고지원이 가능한 유일한 방식으로서 처리방식, 경제성, 부산물 처리 등을 종합적으로 고려할 때 기술수준이 높고 안정적 시설 운영이 가능한 방식으로 적절하다고 판단된다. 분뇨처리 공정의 경우 분뇨 전처리 이후 소화조 고형물 함량을 맞추기 위해 투입하는 희석용 재이용수는 향후 설계과정에서 장유공공하수처리시설의 재이용수 또는 시상수 공급방안과 분뇨 투입 조건의 소화조 용량 비용을 분석하여 적정 공정계획을 수립할 필요가 있다. 다음으로 기존 음식물폐기물처리시설이 본 시설로 대체되면서 기존 처리과정에서 발생했던 음폐수가 발생하지 않으므로 음폐수 바이오가스 에너지화 시설 활용방안 마련이 필요하다. 따라서 사업계획안에서 제시한 민간 부문의 음폐수 처리에 활용하겠다는 계획은 적절하다고 판단된다. 입지의 경우 기존 장유맑은물순환센터 내 여유부지를 활용하므로 기존 시설과 연계가 용이하고 환경기초시설 부지 선정에 따르는 민

원 등 문제점에 대한 고려가 불필요해 적절한 계획으로 보인다.

앞에서 분석한 결과를 바탕으로 공사비, 용지보상비, 시설부대경비, 예비비 등 총사업비를 검토하였으며 사업계획안과 본 검토 결과 시설규모가 동일하므로 사업계획안을 기준으로 비용을 추정하였다. 공사비의 경우 본 시설과 유사한 규모의 4개 사례를 대상으로 현장의 특수여건에 따른 지반공사비 등을 제외한 공사비 평균(258,617천원/톤)을 산출하여 본 시설 규모에 적용한 결과 93,102백만원으로 사업계획서 94,245백만원 대비 1,143백만원 감소하였다. 시설부대경비의 경우 예산편성기준에 따라 환경영향평가비는 조사 및 측량비에 포함하여 검토하고 설계비, 감리비, 시설부대비는 예산편성기준에서 정한 요율에 따라 재검토한 결과 사업계획서 11,007백만원 대비 검토안은 561백만원 감소한 10,446백만원으로 산정되었다. 용지보상비는 기존 장유공공하수처리시설 내 부지를 사용하므로 총사업비에서 제외하였고, 예비비는 본 사업의 사업추진 단계를 감안하여 공사비, 시설부대경비의 10%를 반영하였다. 총사업비 검토 결과를 종합하면 사업계획서 105,252백만원 대비 검토안은 8,651백만원 증가한 113,903백만원이다.

〈표 Ⅷ-1〉 김해시 유기성폐자원 통합 바이오가스화시설 설치사업 사업계획 적정성 검토 총괄요약표  
(단위: 백만원)

구분	사업계획서 <sup>1)</sup>	사업계획 적정성 검토 <sup>2)</sup>	
		검토안	
사업위치	경상남도 김해시 화목로 334(장유맑은물순환센터 내)		
사업 규모	부지면적	15,800㎡	
	시설용량	360톤/일(음식물류폐기물 150톤/일, 분뇨 150톤/일, 하수찌꺼기 60톤/일)	
총 사업비 <sup>3)</sup>	공사비	94,245	93,102
	용지보상비	-	-
	시설부대경비	11,007	10,446
	예비비	-	10,355
	합계	105,252	113,903
사업기간	2026년~2028년 (3년)		
사업주체/재원조달	환경부, 김해시/ 국고: 447.2억원(42.5%), 지방비: 371.9억원(35.3%), 원인지부담금 등: 233.4억원(22.2%)		

주: 1) 사업계획서의 산출가격 기준시점은 2022년 말임  
2) 사업계획 적정성 검토의 산출가격 기준시점은 2022년 말임  
3) 총사업비는 부가가치세를 포함한 금액임

자료: 연구진 작성

사업계획 적정성 검토 및 비용 추정 외에 정책성 분석과 지역균형발전 분석을 추가로 실시하였다. 정책성 분석은 정책 일치성 등 내부여건과 이해관계자의 사업태도 등 외부여건으로 나눠 살펴보았다. 본 사업은 상위 및 관련 계획과의 일치성을 확보한 것으로 보이며, 주무부처 및 지자체의 추진의지 또한 높은 것으로 판단된다. 다만 세부 운영 및 관리계획과 재원조달 계획 측면에서 고려하여야 할 부분이 있으며, 이에 대해서는 후술할 정책제언에서 보다 자세히 논의하고자 한다.

마지막으로 지역균형발전 분석에서는 지역낙후도 개선효과를 생략하고 지역낙후도 및 지역경제 파급효과를 중심으로 검토하였다. 본 사업 대상지인 경상남도 김해시는 17개 시도 기준으로 10위, 167개 시·군 기준으로 28위로 나타났다. 비용 투입에 따른 지역경제 활성화 효과 분석 결과, 검토안을 기준으로 지역 내 부가가치 유발액은 53억원이며 지역경제 활성화 효과지수는 0.0387%로 추정되었다. 기준 연도범위(2016~2023년)의 예비타당성조사 대상사업 중 비수도권 사업의 해당 지역 지역경제 활성화 효과지수 평균값은 0.4357%이며, 본 사업과 유사한 규모이면서 건축 외 부문 사업에 대한 지역경제 활성화 효과 지수 평균은 0.1404%이다.

## 2. 정책제언

향후 본 사업의 효과적인 추진을 위해서 몇 가지 고려사항을 제언하고자 한다.

첫째, 사업대상지 여건에 따른 사업계획 변경 가능성이 있어 향후 사업 추진에 대한 면밀한 사전 준비와 관리가 필요할 것으로 보인다. 사업대상지는 김해시 장유맑은물순환센터 내 유희부지로 부지 남쪽에 조만강이 인접하여 지반조사 결과 전체적으로 연약지반임이 확인되었다. 당초 설계·시공 일괄입찰방식으로 사업을 추진하고자 하였으나 연약지반에 따른 공사비 증액 가능성으로 발주방식을 기본설계 완료 후 기술제안 입찰방식으로의 변경을 계획하고 있다. 검토 과정에서 주무부처로부터 구득한 자료에 따르면 연약지반에 따른 가시 설 및 파일기초 공사비가 추가 발생할 것으로 보이며, 공사비 추정을 위해 기본설계가 진행 중인 것을 파악하였다. 본 검토 완료 후 기본설계 결과에 따라 총사업비가 총사업비관리지침에서 정한 범위를 초과하는 경우 사업계획 적정성 재검토가 요구되며, 향후 효율적인 사업 추진을 위해 적정 발주방식을 재검토하고 향후 실제 설계 진행 시 전체 사업예산 범위를 초과하지 않도록 관리해야 할 것이다.

둘째, 본 유기성폐자원 통합바이오가스화시설은 유사한 성격의 기존 환경기초시설인 장유맑은물순환센터 내 유희부지를 활용한 증축 사업이다. 따라서 입지 여건상 지역주민의 사업 수용성은 높을 것으로 예상된다. 다만, 장유맑은물순환센터, 화목맑은물순환센터 등 하수처리시설 운영 중 공사가 진행되므로 기존 시설 운영에 지장이 없도록 공사계획을 수립하여야 하고 공사에 따른 기존 건축물 및 주변 환경에 미치는 영향을 최소화할 필요가 있다. 특히 연약지반 굴착에 따른 주변 건축물 침하 등의 문제가 발생하지 않도록 철저한 검토와 관리가 필요하다.

셋째, 본 사업의 재원은 국고 42.5%, 지방비 35.3%, 원인가부담금 등 22.2%로 구성되어 있다. 「폐기물처리시설 국고보조금 예산지원 및 통합업무처리지침」에 따라 국고 지원에 는 문제가 없다고 판단되나 지방비의 경우 중기지방재정계획에 반영하여 차질 없이 관리할 필요가 있다. 또한, 지자체의 재정 여건상 추가적인 사업비 투입은 지방 재정에 부담이 될 수 있으므로, 사업추진 과정에서 발생할 수 있는 장애요인을 최소화하고 예상되는 문제에 대해서는 세부 운영 및 관리 계획을 통해 보완·대응하여야 할 것으로 판단된다.

## 참고문헌

### 〈국내 문헌〉

- 기획재정부, 「2024년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」, 2023. 5.  
\_\_\_\_\_, 「예비타당성조사 수행 총괄지침」, 2023. 12.  
\_\_\_\_\_, 「예비타당성조사 운용지침」, 2023. 12.  
\_\_\_\_\_, 「총사업비 관리지침」, 2023. 9.
- 관계부처 합동, 「제5차 국가환경종합계획(2020~2040)」, 2020.
- 한국개발연구원, 「예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구(제7판)」, 2021. 5.  
\_\_\_\_\_, 「택지 및 산업단지 장래 개발계획 반영 시 고려사항」, 2014. 7.  
\_\_\_\_\_, 「환경분야 민간투자사업 적격성조사 지침 개정 연구」, 2018. 6.
- 경상남도, 「2023년도 제63회 통계연보」, 2024.  
\_\_\_\_\_, 「2023년~2027년 경상남도 제2차 자원순환 시행계획」, 2023. 12.
- 김해시, 「김해시 유기성폐자원바이오가스화시설 기본계획 보완 보고서」, 2024. 8.  
\_\_\_\_\_, 「김해시 가축분뇨 공공처리시설 현대화사업 기본 및 실시설계 설계예산서」, 2020. 6.  
\_\_\_\_\_, 「화목하수처리장 고도처리 및 증설 변경공사 실시설계보고서」, 2008. 2.  
\_\_\_\_\_, 「하수찌꺼기 자원화처리시설 증설사업 기본계획보고서」, 2023. 5.  
\_\_\_\_\_, 「2023년도 제42회 김해시 통계연보」, 2024. 7.  
\_\_\_\_\_, 「통계연보(2012~2014)」,  
\_\_\_\_\_, 「김해시 하수도정비 기본계획(부분변경)」, 2023. 8.  
\_\_\_\_\_, 「2020년 김해도시기본계획」, 2013 .12.  
\_\_\_\_\_, 「2023~2027년 김해시 제2차 자원순환 집행계획(재변경)」, 2023. 8.  
\_\_\_\_\_, 「2023년 실발생량(2023년 개인하수처리시설 등 지도·점검 계획)」, 2023.  
\_\_\_\_\_, 「김해시 화목맑은물순환센터 기술진단보고서」, 2020. 3.  
\_\_\_\_\_, 「김해시 음식물류폐기물 자원화처리시설 기술진단보고서」, 2018. 3.  
\_\_\_\_\_, 「화목 맑은물순환센터 하수찌꺼기 감량화 사업 기본 및 실시설계」, 2021.
- 고양시, 「고양시 바이오매스 에너지시설 설치공사 실시설계 설계예산서」, 2012.
- 서산시, 「서산시 자원순환형 바이오가스화시설 설치사업 실시설계 내역서」, 2017.
- 구미시, 「구미시 광역 통합 바이오가스화시설 민간투자사업 기술부분 본보고서」, 2022. 4.
- 청주시, 「청주시 유기성폐자원 통합 바이오가스화시설 민간투자사업 기술부분 본보고서」, 2022. 2.

- 대구광역시, 「대구광역시 음식물류폐기물 및 분뇨처리시설 설치공사 실시설계 내역서」, 2011.
- 환경부, 「김해시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치사업 예비타당성조사 면제요구서」, 2023.
- 11.
- \_\_\_\_\_, 「유기성폐자원 통합 바이오가스화시설 설치사업 예산편성 및 집행관리 지침」, 2024. 2.
- \_\_\_\_\_, 「1차 질의 및 자료요청 회신자료」, 2024.2.
- \_\_\_\_\_, 「2차 질의 및 자료요청 회신자료」, 2024.3.
- \_\_\_\_\_, 「3차 질의 및 자료요청 회신자료」, 2024.3.
- \_\_\_\_\_, 「5차 질의 및 자료요청 회신자료」, 2024.5.
- \_\_\_\_\_, 「6차 질의 및 자료요청 회신자료」, 2024.10.
- \_\_\_\_\_, 「7차 질의 및 자료요청 회신자료」, 2024.11.
- \_\_\_\_\_, 「8차 질의 및 자료요청 회신자료」, 2025.4.
- \_\_\_\_\_, 「통합처리 바이오가스화 시설의 기술지침서(음식물류폐기물, 하수슬러지, 가축분뇨 병합)」, 2016. 12.
- \_\_\_\_\_, 「상수도 수요량 예측 업무편람」, 2022.
- \_\_\_\_\_, 「전국 폐기물 발생 및 처리현황」, 2014~2023.
- \_\_\_\_\_, 「2024년 폐기물처리시설 국고보조금 업무처리 지침」, 2024. 1.
- \_\_\_\_\_, 「하수도 분야 보조금 편성 및 집행관리 실무요령」, 2023. 1.
- \_\_\_\_\_, 「2023년 유기성폐자원 바이오가스화시설 현황」, 2023.
- \_\_\_\_\_, 「제1차 자원순환 기본계획(2018~2027)」, 2018.
- \_\_\_\_\_, 「자원순환 정책 대전환 추진계획」, 2020. 9.
- 한국은행, 「2015년 지역산업연관표」, 2020.
- Z. Liu and J. Lv (2016), "The effect of total solids concentration and temperature on biogas production by anaerobic digestion," *Energy sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 38(23), pp. 3534~3541
- Wang et al.(2020), "Impact of total solids content on anaerobic co-digestion of pig manure and food waste: Insights into shifting of the methanogenic pathway," *Waste Management*, 114, pp. 96~106
- Simm et al.(2017), "Crude glycerin in anaerobic co-digestion of dairy cattle manure increases methane production," *Scientia Agricola*, 74(3), pp. 175~179

〈웹사이트〉

김해시 자연환경, <https://www.gimhae.go.kr>

김해도시개발공사, <http://ghdc.or.kr>

KOSIS 국가통계포털, <https://kosis.kr>

한국은행 경제통계시스템, <http://ecos.bok.or.kr>

나비스(NABIS) 국가균형발전종합정보시스템, <https://www.nabis.go.kr>

# 부록 1 조사의뢰 공문

다시, 대한민국! 새로운 국민의나라



기획재정부

## 기 획 재 정 부

수신 수신자 참조

(경유)

제목 예비타당성조사 및 사업계획 적정성 검토 수행 요청(조세연)

2023년도 제4차 예비타당성조사 대상 및 면제사업 선정결과에 따라, 예비타당성조사 및 사업계획 적정성 검토를 요청하오니, 수행 후 그 결과를 통보하여 주시기 바랍니다.

- 붙임 1. 2023년도 제4차 예비타당성조사 요청 목록(조세연).  
2. 2023년도 제4차 사업계획 적정성 검토 요청 목록(조세연). 끝.

기획재정부장관

수신자 총사업비관리과장, 정보통신예산과장, 농림해양예산과장, 기후환경예산과, 한국조세재정연구원장



주무관 타당성심사과 전결 2024. 1. 10.

주무관 **박형민** 장 **윤범식**

협조자

시행 타당성심사과-40 (2024. 1. 10.) 접수

우 30112 세종특별자치시 도움6로 42, 중앙동 기획재정부 (어진동) / <http://www.moef.go.kr>

전화번호 044-215-5413 팩스번호 0508-215-8120 / [gudals3957@mosf.go.kr](mailto:gudals3957@mosf.go.kr) / 비공개(5)

다시, 대한민국! 새로운 국민의나라

## 부록 2 부처 자료 제출 공문



환경부

환 경 부

다시 대한민국!  
새로운 국민의 나라

수신자 한국조세재정연구원장  
(경유)

제목 사업계획 적정성검토 관련 질의(1차)에 대한 답변서 제출(김해시 유기성폐자원 통합  
바이오가스화시설 설치사업)

1. 한국조세재정연구원 정부투자분석센터-380(2024.2.19.)호와 관련입니다.
  2. 김해시 유기성폐자원 통합 바이오가스화시설 설치사업의 사업계획 적정성검토 관련 질의(1차)에 대한 답변서를 붙임과 같이 제출합니다.
- 붙임 1. 사업계획 적정성검토 1차질의 답변서 1부.  
2. 관련 증빙 1식(별송). 끝.

환 경 부 장



수신자

주무관 서혜연 공업사무관 이보형 과장 윤태근 전결 02/28

협조자

시행 생활하수과-846 (2024-02-28) 접수 정부투자분석센터-440 (2024.2.28.)  
우 30103 세종특별자치시 도움6로 11 정부세종청사 6동 /http://me.go.kr  
생활하수과  
전화 044-201-7038 전송 044-201-7054 / suntwo95@me.go.kr / 비공개 ( 6 )



# 환 경 부

다시 대한민국!  
새로운 국민의 나라

수신자 한국조세재정연구원장  
(경유)

제목 사업계획 적정성검토 관련 질의(2,3차)에 대한 답변서 제출(김해시 유기성폐자원 통합  
바이오가스화시설 설치사업)

## 1. 관련문서

가. 한국조세재정연구원 정부투자분석센터-576(2024.3.13.)호 및 612(2024.3.18.)호

2. 김해시 유기성폐자원 통합 바이오가스화시설 설치사업의 사업계획 적정성검토 관련 질의(2,3차)에 대한 답변서를 붙임과 같이 제출합니다.

- 붙임 1. 사업계획 적정성검토 2차질의 답변서 1부.  
2. 사업계획 적정성검토 3차질의 답변서 1부. 끝.

## 환 경 부 장



수신자

주무관	서혜연	공업사무관	이보형	과장	윤태근
-----	-----	-------	-----	----	-----

협조자

시행 생활하수과-1346 (2024-03-29) 접수 / http://me.go.kr  
 우 30103 세종특별자치시 도움6로 11 정부세종청사 6동 생활하수과  
 전화 044-201-7038 전승 044-201-7054 / suntwo95@me.go.kr / 비공개 ( 5 )







# 환 경 부

다시 대한민국!  
새로운 국민의 나라

수신자 한국조세재정연구원장  
(경유)

제목 김해시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치 사업계획 적정성 검토 관련 질의  
답변서 및 자료 제출(8차)

- 
1. 한국조세재정연구원 정부투자분석센터-799호(2025.4.17.)와 관련입니다.
  2. '김해시 유기성폐자원 통합바이오가스화시설 설치사업' 사업계획 적정성 검토 관련 질의에 대한 답변서 및 자료를 붙임과 같이 제출합니다.
- 붙임 1. 김해시 공문 1부.  
2. 답변서 1부. 끝.

## 환 경 부 장



수신자

---

주무관 남수현 시설사무관 김다운 과장 서해엽 전결 05/15

협조자

시행 생활하수과-2150 (2025-05-15) 접수  
 우 34142 세종특별자치시 도움6로 11(어진동) 환경부 / me.go.kr  
 생활하수과  
 전화 044-201-7038 전송 044-201-7037 / ddskatn@me.go.kr / 비공개 ( 5 )