

온실가스 감축사업 가이드북

농축산 부문



온실가스 감축사업 가이드북

농축산 부문

온실가스 감축사업 가이드북(농축산 부문)을 발간하며

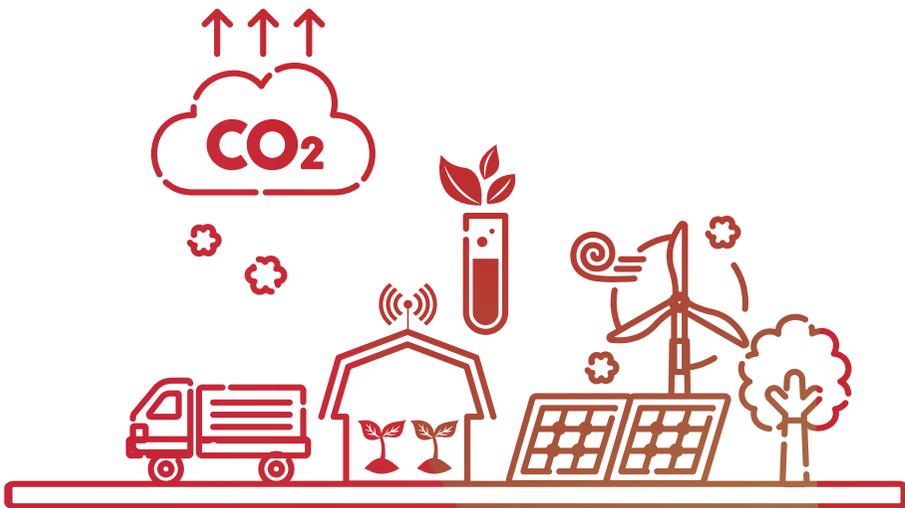
한국은 높은 화석연료 비중과 제조업 중심의 산업구조로 인해 최근 30년간 평균 온도가 1.4℃ 상승했습니다. 특히 OECD 국가 중 재생에너지 보급률은 27번째로 최하위에 속하며, 1인당 온실가스 배출량은 상위 3위에 오르는 등 기후위기 대응에 있어 많은 과제를 안고 있습니다.

한국은 온실가스 탄소중립(Net zero)을 달성하기 위한 장기전략 마련 차원에서 『2030 NDC 상향안(21.10)』을 발표했습니다. 이에 따르면 농축수산 부문에서의 국가배출량은 2018년도(19.4백만 톤)대비 2030년까지 18백만 톤으로 감축하는 목표가 수립되었습니다. 따라서 그동안 상대적으로 소외되었던 농축산 부문의 탄소배출 감축을 위한 이행 노력은 더욱 강화될 전망입니다.

이러한 흐름에 발맞춰 사회적가치연구원(CSES)은 **농축산 부문**에서 적용되는 **탄소 감축 방법론**과 **정부 정책 및 제도 현황** 관련 연구의 필요성을 절감했습니다. 대표적으로 기후 민감산업에 해당하는 농축산업은 식량안보와 기후변화 정도에 따라 온실가스 배출량의 변화가 불가피한 영역으로서, 감축을 위한 지속적인 연구가 이뤄져야 할 것입니다.

이번 가이드북에서는 친환경 농업 기술과 방법론을 통해 감축한 탄소량을 인증해 인센티브를 제공하는 「배출권 거래제 외부사업」과 「자발적 탄소 감축 지원 사업 현황」에 관련해 산재한 정보들을 정리했습니다. 이를 통해 농축산 부문 탄소 감축 활동에 참여하는 이해관계자들의 정보 접근성을 제고하고자 합니다. 이번 가이드북이 농축산 부문의 효과적인 온실가스 감축제도와 인프라 구축을 위한 기초 자료로서 널리 활용되길 기대합니다.

목차



01	들어가며	10
02	가이드북의 활용 개요	14
03	온실가스 감축 방법론 선정 및 배출량 산정 방법 가이드	20
	3-1. 온실가스 감축사업의 방법론 선정 방법	20
	3-2. 온실가스 저감량 산정 방법	26
	3-3. 베이스라인 배출량 산정 및 배출계수 활용 방법	27
	3-4. 사업 배출량 산정을 위한 측정 방법	31
04	농축산 부문 온실가스 감축사업 사례	36
	4-1. 전북 김제시 참샘영농조합법인의 원예시설(유리온실)	36
	4-2. 경남 양산시 흙마음영농조합법인의 바이오가스 플랜트	46
	4-3. 충남 부여군 사비터전영농조합법인의 원예시설(비닐하우스)	52
	4-4. 경남 창원군 버울새송이영농조합의 버섯배양생산시설	59
05	Appendix	66
	5-1. (Appendix 1) 농축산 부문 외부사업 배출량 산정 방법론 [16종]	66
	5-2. (Appendix 2) 주요 배출계수 및 항목별 지표값	84
	5-3. (Appendix 3) 주요 용어 정리	89
	참고문헌	92

들어가며

01

이 들어가며

대내외 환경 변화

세계적으로 탄소중립 이행 요구가 증가함에 따라 국가별 다양한 탄소 감축기술 개발 전략에 기반한 탄소중립 시나리오를 공개하고 있으며, 기업의 탄소 배출 관리범위의 확대 요구가 커지는 등 탄소중립의 이행 책임을 요구하는 사회로 전환되고 있습니다.

따라서, 측정과 데이터 기반의 논리적인 탄소 저감 효과를 평가하여 관리할 방안을 마련하는 것이 필요합니다.

정부에서 받는 요구 사항

- 국내 탄소중립기본법(2022.03.25. 시행)
(온실가스감축인지예산) 예산·기금 편성 시 온실가스 감축효과 목표를 설정하고, 결산 과정에서 평가·피드백
- 전 지구적 NDC 목표 상향 및 이행에 대한 요구 강화
MRV(모니터링, 보고, 검증) 체계에 대한 정확성·신뢰성 요구



기업에서 받는 요구 사항

- 기업의 제품·서비스에 대한 전 주기 탄소영향평가 요구 증가
(이에 따른 기업의 탄소 배출 관리범위 확대 필요)
- 스타트업 업계의 ESG와 임팩트 투자의 중요성이 점차 확대
- 소비자의 인식 변화에 따른 친환경 제품 소비 증가

탄소 저감 기술·프로젝트, 탄소 발자국 측정 등 모든 탄소 저감 활동과 관련해

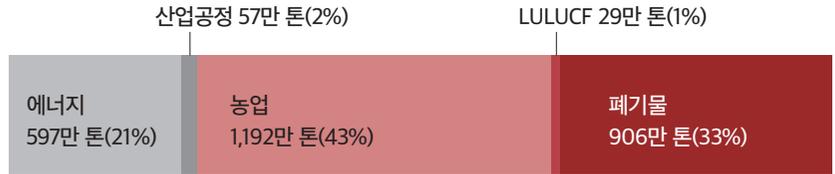
과학적(측정, 데이터 기반), 논리적인 **탄소 저감 효과** 및 **이행평가 방법** 마련이 필수적

* (탄소 저감 효과 평가) 기술 개발, 저감 프로젝트 사전에 감축량이 얼마나 될 것인지에 대한 효과를 예측·평가

* (이행 평가) 사후에 제출한 탄소 감축량에 대해 검증하는 것

**농축산 부문의
온실가스 배출량**

탄소중립을 위해서는 여러 부문의 탄소 감축 노력이 필요합니다. 특히 이번 가이드북의 주제인 농축산 부문의 온실가스 배출량은 국가 전체의 2.9%로 집계되나, 생산-가공-유통-소비까지 고려하면 전체 배출량의 20% 수준입니다. 농축산 부문에서 가장 많이 배출되는 온실가스인 메탄은 이산화탄소에 비해 적외선을 붙잡아두는 효과가 향후 20년을 기준으로 84배나 더 높습니다. 농축산 부문의 메탄 배출량은 국내 전체 메탄 배출량 중 가장 높은 비중(43%)을 차지합니다.



*출처: 2021년 국가 온실가스 인벤토리(1990~2019) 공표(기후변화홍보포털, 2022.01.25.)

연구 목표

탄소중립을 위해서 다양한 탄소 감축기술이 등장하고 있는데,
각 기술을 적용했을 때 얼마나 온실가스 배출량이 저감될까?

- ▶ ① 농축산 부문 온실가스 감축 관련 모든 정보의 인벤토리화
- ▶ ② 감축 기술별·방법론별·사업별 온실가스 저감 실적에 대한 데이터 수집·분석 → 효과 추정
- ▶ ③ 농축산 부문에서 감축사업이 조금 더 활성화될 수 있도록 농가 및 지원기관, 탄소 감축기술 기업·스타트업들이 활용할 수 있는 탄소 감축사업(배출권 거래제 외부사업, 자발적 탄소 감축사업)에 대한 가이드북 제작·제공

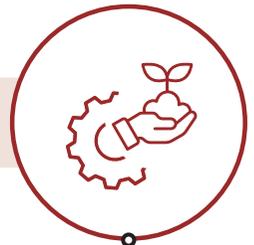
가이드북 활용 대상



농축산 부문에서 온실가스 감축사업을 수행하려는 **사업자**



농축산 부문에서 온실가스 감축사업의 **지원기관**



농축산 부문에서 온실가스 감축기술을 개발하는 **기업 및 스타트업**

가이드북의
활용 개요

02

02 가이드북의 활용 개요

[개념] 온실가스 저감량 산정 방법론이란

- 온실가스 저감량 산정 방법론이란 온실가스 감축사업을 통한 온실가스 저감량 산정 방법과 과정을 정의하는 것을 의미합니다.
- 온실가스 감축사업을 통한 온실가스 저감량은 사업 시행 전의 배출량(베이스라인)과 사업 수행 이후의 배출량을 산정해 각각의 배출량 차이를 계산해 산정합니다.



베이스라인 배출량

- 기존 방식을 사용했을 때 사업장에서 발생하는 온실가스 배출량, 기존 방식에서의 온실가스 배출량을 산정할 수 있어야 사업 이후 얼마나 온실가스가 저감되었는지 판단 가능하므로 베이스라인을 산정하는 것은 매우 중요함
- 일반적으로 베이스라인 산정 시 측정 데이터 활용이 불가해, 가능한 한 논리적인 방법으로 배출량을 산정할 수 있는 방법을 제시함

사업 후 배출량

- 사업 추진 후 사업장에서 발생하는 온실가스 배출량을 의미함
- 프로젝트에 사용된 자원(에너지, 전기 화석연료 등)을 측정하고, 데이터에 기반해 배출량을 산정하고, 그 과정 및 근거를 객관적으로 제시해야 함

**[베이스라인]
배출량 산정 시
배출계수 활용하기**

본 가이드북에서는 농축산 부문의 감축사업 배출량 산정에 활용되는 주요 배출계수값을 바로 확인할 수 있도록 Appendix에 종합 정리했습니다.

예시

화석연료 사용 시 베이스라인 배출량 산정

<산정식 예시> 베이스라인 배출량($tCO_{2eq}/년$) = $FC_{BL,FF} \times NCV_{BL,FF} \times EF_{BL,FF} \times 10^{-3}$

- $FC_{BL,FF}$: 베이스라인 화석연료 사용량(kg, L, Nm³/년)
- $NCV_{BL,FF}$: 베이스라인 화석연료의 순발열량값(MJ/kg, L, Nm³)
- $EF_{BL,FF}$: 베이스라인 화석연료의 이산화탄소 배출계수(tCO_2/GJ)

<예시> 1년간 등유를 1,000m³ 사용해 난방한 경우 Appendix 2의 화석연료별 국가 고유 배출계수, 화석연료 순발열량 표에서 등유의 배출계수값과 순발열량값을 활용해 아래와 같이 배출량을 계산합니다.

<배출량 계산> $1,000m^3/년 \times 34.2TJ/1,000m^3 \times 73,200kg CO_2/TJ \times 10^{-3}$
= 연간 2,503.44톤의 이산화탄소 발생

예시

화석연료 순발열량

연료명	단위		발열량
	에너지법 시행 규칙상	TJ로 환산 시	
원유	MJ/kg	TJ/Gg	45.0
휘발유			32.7
● 등유			36.7
경유	MJ/L	TJ/1,000m ³	37.8
B-A유			39.0

예시

화석연료별 국가 고유 배출계수

구분	연료	이산화탄소 배출계수 ($kgCO_2/TJ$)
	휘발유	71,600
	● 등유	73,200
	경유	73,200
석유 (16)	B-A유	75,700
	B-B유	78,400
	B-C유	80,300
	나프타	70,200
	용제	70,200
	항공유(JET-A1)	73,000

Appendix

<배출계수>

- 전력배출계수, 난방부하계수
- 화석연료별 국가 고유 배출계수
- 혐기성 소화에 따른 메탄(CH_4) 배출계수
- 논벼 물관리 보정계수

<주요 지표>

- 화석연료 순발열량
- 피복 방법에 따른 열관류율, 보온 방법, 피복 재료와 그에 다른 열절감률
- 목재 펠릿 규격 품질 기준
- 비료 시비 관련 지표
- 재생 에너지 관련 환산계수 및 이용률

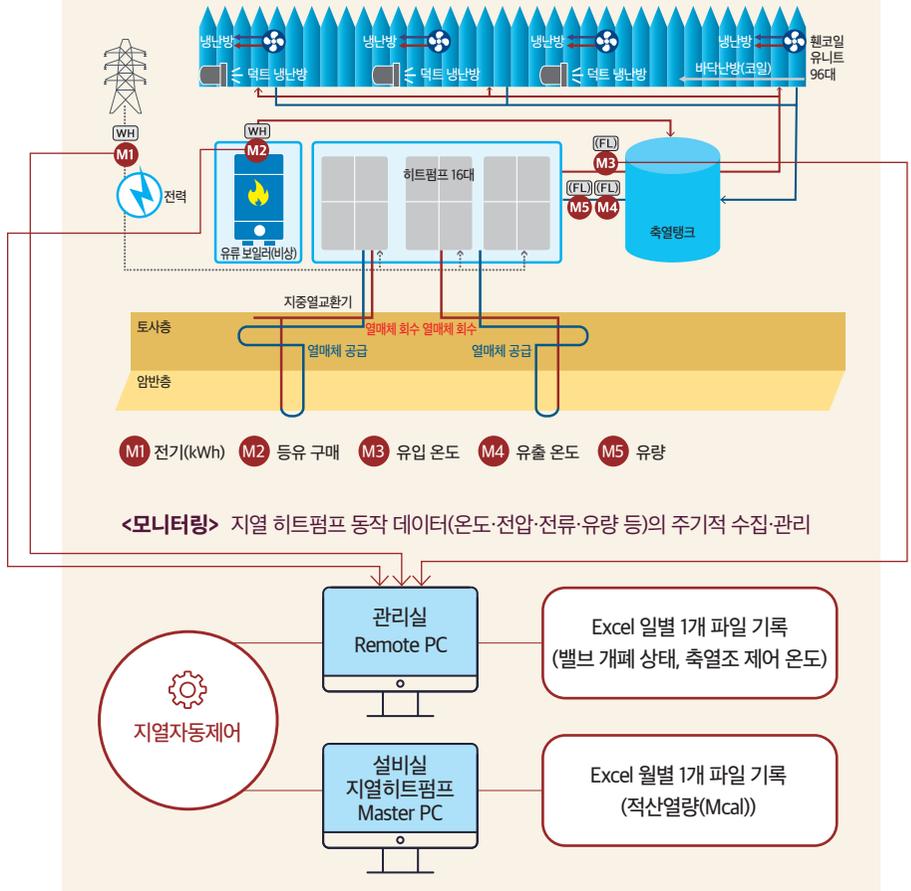
[측정·모니터링]
감축사업 수행 시
데이터 측정·수집

- 온실가스 감축사업 수행 시에는 측정 등 다양한 방법을 활용해 가능한 과학적인 방법에 기반해 배출량을 산정하고, 산정 근거 데이터를 실측값 또는 공인인증을 받은 증명서 등으로 제시해야 합니다.
- 배출량 산정을 위해서는 수집해야 하는 데이터, 측정·모니터링 포인트, 데이터 수집 방법·주기 등을 정의하는 것은 매우 중요합니다.

사례

전북 김제 C영농조합법인 원예시설

<측정> 시설 내 사용 에너지 산정을 위해 전기(M1), 등유 보일러(M2), 유입 온도(M3), 유출 온도(M4), 유량(M5)을 측정하는 계량기를 설치



* 세부 내용은 본 가이드북 [4-1. 전북 김제시 참샘영농조합법인의 원예시설(유리온실)]에서 확인하실 수 있습니다.

[사례]
온실가스 감축사업
사례 정리

- 온실가스 감축사업의 수행 절차 및 배출량 산정 방법을 간접적으로 이해할 수 있도록 방법론 별 실제 수행 사례를 조사해 정리했습니다.

예시

경남 양산 H영농조합법인 바이오가스 플랜트

<사업장 환경 및 사업 개요>

가축 종류	평균 사육두수 (두/년)	평균 돈분뇨 처리량(톤/년)	프로젝트 기간
돼지	5,274	9,818	2017.10.01~2019.12.31

<시설 구축>

- 바이오가스 전용 발전기(135kW)×1대
- 바이오가스 전용 발전기(350kW)×2대

<모니터링>



● M1 계근대 ● M2 한전 전력량계(저압 수전) ● M2 한전 전력량계(고압 수전) ● M3 한전 전력량계(송전) ● M4 열량계(열에너지)

<배출량·저감량 산정>

가축분뇨 처리 베이스라인 배출량

$$BE_{\text{manure},y} = \sum_{LT,y} N_{LT,y} \times EF_{LT,CH_4} \times GWP_{CH_4}$$

BE_{manure,y} y년도 가축분뇨 처리에 따른 베이스라인 배출량(총 1820.006tCO_{2e})

⋮

* 세부 내용은 본 가이드북 [4-2. 경남 양산시 흙마음영농조합법인의 바이오가스 플랜트]에서 확인하실 수 있습니다.

온실가스 감축
방법론 선정 및
배출량 산정 방법 가이드

03

20

3-1 온실가스 감축사업의 방법론 선정 방법	20
3-2 온실가스 저감량 산정 방법	26
3-3 베이스라인 배출량 산정 및 배출계수 활용 방법	27
3-4 사업 배출량 산정을 위한 측정 방법	31

03

온실가스 감축 방법론 선정 및 배출량 산정 방법 가이드

3-1. 온실가스 감축사업의 방법론 선정 방법

방법론의 종류

- 농축산 분야에서 탄소 감축사업을 진행하기 위해서는 주로 활용되는 기술과 방법론이 무엇 인지를 알고, 해당 사업장에 어떻게 적용할 것인지에 대한 판단을 해야 합니다.
- 자발적 탄소 감축사업에 활용할 수 있는 방법은 총 16가지*가 있습니다.
 - * 2022년 4월 온실가스종합정보센터 상쇄등록부시스템 등록 기준
 - ▶ 아래의 방법론 중, 적용 분야와 사업장의 상황을 고려한 방법론을 선택합니다. 만약 적합한 방법론이 없을 경우에는 새로운 탄소 감축 방법론을 만들 수도 있습니다.
 - * 각 방법론별 세부 내용은 본 가이드북 [5-1. (Appendix 1) 농축산 부문 외부사업 배출량 산정 방법론]에서 확인하실 수 있습니다.

표 1 농촌지역 외부사업 온실가스 배출·흡수량 산정 방법론 목록(2022.04 기준)

번호	방법론명	분야	고유번호	유효시작일
1	농업용수 공급 시스템에서 인버터 방식의 펌프 설치를 통한 온실가스 감축사업의 방법론	에너지 수요 - 에너지 수요	03A-022-Ver01	2022-01-05
2	고효율 보온자재를 이용한 원예시설의 난방용 에너지 사용량 감축 방법론	에너지 수요 - 에너지 수요	03A-010-Ver02	2020-02-25
3	농촌지역에서 지열에너지를 이용한 화석연료 사용량 절감 사업의 방법론	에너지산업 - 신재생에너지로부터의 에너지 생산	01B-002-Ver05	2020-02-25
4	순환식 수막재배를 이용한 화석연료 사용량 절감 방법론	에너지 산업 - 신재생에너지로부터의 에너지 생산	01B-005-Ver03	2020-02-25
5	농촌지역에서 바이오가스 플랜트를 활용한 에너지 생산 및 이용 사업의 방법론	농업 - 축산	15B-001-Ver03	2020-02-25
6	커피박 펠릿을 활용한 연료 전환 사업의 방법론	에너지산업 - 화석연료, 바이오매스를 통한 열에너지 생산	01A-004-Ver02	2020-02-25

번호	방법론명	분야	고유번호	유효시작일
7	농촌지역에서 히트펌프를 이용한 온실가스 감축사업의 방법론	에너지 수요 - 에너지 수요	03A-015-Ver02	2020-02-25
8	농촌지역에서 미활용 열에너지를 이용한 화석연료 사용량 절감사업의 방법론	에너지 수요 - 에너지 수요	03A-007-Ver04	2020-02-25
9	농촌지역에서 목재펠릿을 활용한 연료전환 사업의 방법론	에너지산업 - 화석연료, 바이오매스를 통한 열에너지 생산	01A-002-Ver05	2020-02-25
10	부산물 비료를 이용한 질소질 비료 사용 저감 방법론	농업 - 경종	15A-003-Ver01	2017-05-02
11	완효성 비료를 이용한 질소질 비료 사용 저감 방법론	농업 - 경종	15A-002-Ver01	2017-05-02
12	농촌지역의 LED 조명기기 설치 사업의 방법론	에너지 수요 - 에너지 수요	03A-011-Ver01	2017-05-02
13	논벼 재배 시 물관리를 통한 온실가스 감축 방법론	농업 - 경종	15A-001-Ver01	2017-01-11
14	농촌지역에서 태양열 이용 열 생산 방법론	에너지산업 - 신재생에너지로부터의 에너지 생산	01B-007-Ver01	2017-01-11
15	농촌지역에서 재생에너지 이용 전력생산 및 자가 사용 방법론	에너지산업 - 신재생에너지로부터의 에너지 생산	01B-006-Ver01	2017-01-11
16	왕겨를 이용한 미곡종합처리장(RPC) 곡물 건조기 연료전환 사업의 방법론	에너지산업 - 화석연료, 바이오매스를 통한 열에너지 생산	01A-003-Ver02	2017-01-11

*출처: 온실가스종합정보센터 상쇄등록부시스템

참고

- 등록된 방법이 없다면, 새로운 방법론을 연구해 아래와 같은 온실가스종합정보센터의 승인 절차를 거친 후에 사업을 진행할 수 있습니다.
 - ① 방법론 제안서를 작성합니다. 방법론에는 적용 조건 및 사업경계, 베이스라인 산정 및 프로젝트 모니터링 방법론 및 참고문헌 등을 포함해야 합니다.
 - ② 사업계획서를 작성합니다. 사업계획서에는 사업자 정보 및 사업 개요, 온실가스 감축량·흡수량 산정 방법, 모니터링 계획을 포함합니다.
 - ③ 방법론과 사업계획서를 상쇄등록부시스템에 제출합니다. 이후 온실가스종합정보센터의 검토 및 인증위원회의 심의 등의 절차를 거쳐, 승인되면 상쇄등록부시스템에 등록·공개됩니다.
- * 자세한 사항은 한국에너지공단 상쇄제도 페이지(<https://offset.energy.or.kr/methodology/agree.do>)에서 확인하실 수 있습니다.

**온실가스 감축사업의
인증실적 현황**

• 각 방법론을 활용해 어떠한 온실가스 감축사업이 있었는지, 아래와 같이 방법론별 감축사업의 인증실적 현황을 정리했습니다.

* 아래 표의 감축사업 중에서 하이라이트 표시된 4가지 사업은 별도 정리함

▶ 2022년 4월 기준, 총 26개의 사업이 완료되어 감축 실적을 인정받았습니다. 이를 통해 총 54,301톤의 이산화탄소 감축 실적이 인증되었습니다.

▶ 총 16가지의 방법론이 있지만, 현재까지 5종의 방법론이 주로 사용된 것으로 조사되었습니다. 다만, 다른 방법론은 아직 사업이 진행 중이어서 본 현황에 포함이 되지 않았을 가능성이 있으므로 항상 상쇄등록부시스템의 방법론 현황을 확인해보아야 합니다.

표 2 방법론별 온실가스 감축사업 인증실적 현황

방법론	사업명	업체명 (대표명)	모니터링 기간	총사업비 (백만 원)	총감축량 (tCO ₂ -eq)
농촌지역에서 지열에너지를 이용한 화석연료 사용량 절감 사업의 방법론	오OO 외 1개 농가의 지열에너지를 이용한 화석연료 사용량 절감 사업 (2차)	오OO	2019.12~ 2020.12	1,334 (1차와 동일)	303
	정OO 농가의 지열에너지를 이용한 온실가스 배출 감축사업	한국남동발전	2015.12~ 2019.07	2,504	656
	전북영농조합법인의 지열에너지를 이용한 화석연료 사용량 절감 사업	전북영농조합법인	2014.10~ 2019.10	1,523	1,462
	장수화훼영농조합법인 3단계의 지열에너지를 이용한 화석연료 사용량 절감 사업	장수화훼 영농조합법인	2016.01~ 2020.01	1,801	2,139
	양OO 농가 1,2단계의 지열에너지를 이용한 화석연료 사용량 절감 사업	양OO	2015.12~ 2019.12	851	487
	오OO 외 1개 농가의 지열에너지를 이용한 화석연료 사용량 절감 사업 (1차)	오OO	2013.12~ 2019.12	1,334	1,790
	정OO 농가의 지열에너지를 이용한 화석연료 사용량 절감 사업	정OO	2016.12~ 2020.04	1,330	920
	하랑영농조합법인의 지열에너지를 이용한 전력 사용량 절감사업	하랑영농조합법인	2016.12~ 2019.12	5,240	4,396
	익산모던영농조합법인의 지열에너지를 이용한 온실가스 배출 감축사업	익산모던 영농조합법인	2016.01~ 2019.10	N/A	1,162
	멋쟁이토마토작목반 지열에너지를 이용한 온실가스 배출 감축사업	멋쟁이토마토작목반	2015.10~ 2018.12	4,891	2,662
참샘영농조합법인의 지열에너지를 이용한 온실가스 배출 감축사업	참샘영농조합법인	2014.09~ 2018.09	4,500	600	

방법론	사업명	업체명 (대표명)	모니터링 기간	총사업비 (백만 원)	총감축량 (tCO ₂ -eq)
농촌지역에서 지열에너지를 이용한 화석연료 사용량 절감 사업의 방법론	충청남도 지열에너지를 이용한 온실가스 배출 감축사업 - 2호 이기행	한국서부발전	2017.07~ 2019.07	N/A	30
	아현영농조합법인의 지열에너지를 이용한 온실가스 배출 감축사업	한국서부발전	2012.03~ 2019.02	N/A	2,251
	육일복합영농조합법인의 지열에너지를 이용한 온실가스 배출 감축사업	육일복합 영농조합법인	2014.06~ 2018.06	1,800	486
	준현영농조합법인의 지열에너지를 이용한 온실가스 배출 감축사업	준현영농조합법인	2012.12~ 2018.08	3,890	2,770
농촌지역에서 바이오가스 플랜트를 활용한 에너지 생산 및 이용 사업의 방법론	논산계룡축산업협동조합 자연순환농업센터의 바이오가스 플랜트를 활용한 온실가스 감축사업 (2차)	논산계룡 축산업협동조합 자연순환농업센터	2019.10~ 2020.12	21,451 (1차와 동일)	4,356
	흙마음영농조합법인의 바이오가스 플랜트를 활용한 온실가스 배출 감축사업	한국남동발전	2017.10~ 2019.07	7,638	1,871
	논산계룡축산업협동조합 자연순환농업센터의 바이오가스 플랜트를 활용한 온실가스 감축사업 (1차)	논산계룡 축산업협동조합 자연순환농업센터	2016.10~ 2019.09	21,451	12,740
농촌지역에서 히트펌프를 이용한 온실가스 감축사업의 방법론	장OO 농가의 히트펌프를 이용한 온실가스 배출 감축사업	한국서부발전	2013.12~ 2020.12	N/A	353
	세도파프리카농업회사법인 외 1개 농가의 히트펌프를 이용한 온실가스 배출 감축사업	세도파프리카 농업회사법인	2018.10~ 2020.09	191	1,027
	사비터전영농조합법인 외 1개 농가의 히트펌프를 이용한 온실가스 배출 감축사업	사비터전 영농조합법인	2017.12~ 2020.12	514	1,967
	문OO 농가의 히트펌프를 이용한 온실가스 배출 감축사업	한국농어촌공사	2013.01~ 2020.12	358	254
	송OO 농가의 히트펌프를 이용한 온실가스 배출 감축사업	한국서부발전	2012.12~ 2019.12	N/A	680
농촌지역에서 미활용 열에너지를 이용한 화석연료 사용량 절감사업의 방법론	행복나눔영농조합법인의 미활용 열에너지를 활용한 온실가스 배출 감축사업	행복나눔 영농조합법인	2018.09~ 2019.11	3,040 (1차와 동일)	809
	행복나눔영농조합법인의 미활용 열에너지를 활용한 온실가스 배출 감축사업	행복나눔 영농조합법인	2017.01~ 2019.12	315	8,483
	행복나눔영농조합법인의 미활용 열에너지를 활용한 온실가스 배출 감축사업 (1차)	행복나눔 영농조합법인	2015.10~ 2018.09	3,040	2,651
농촌지역에서 목재펠릿을 활용한 연료전환 사업의 방법론	버울새송이 목재 펠릿 연료전환(경유→목재 펠릿)을 통한 온실가스 감축사업	버울새송이 영농조합	2015.06~ 2018.11	N/A	1,352

*출처: 온실가스종합정보센터 상쇄등록부시스템

은실가스 감축사업 방법론의 원문 다운로드 방법

- 상쇄등록부시스템(ors.gir.go.kr)에 접속 → 메뉴에서 정보공개를 클릭합니다.



- '정보공개' 페이지에서 방법론 원문 및 각종 외부사업의 사업계획서, 모니터링 및 검증보고서의 다운로드가 가능합니다.



- 이 중에서 '방법론 현황'을 클릭하면 현재까지 등재된 모든 방법론의 확인이 가능합니다.

- ▶ 농업 분야에 특화된 방법론을 검색하고자 한다면 원하는 키워드나 이 가이드북에 수록된 방법론의 이름을 '방법론명'란에 입력해서 검색해볼 수 있습니다. 맨 우측의 '다운로드' 버튼을 클릭하면 사이트에 접속한 기기로 방법론 파일이 내려받아집니다.

* 방법론 현황 페이지 하단의 '엑셀다운로드' 아이콘을 클릭하면 최신 방법론 목록을 확인할 수 있는 엑셀 파일을 내려받을 수 있습니다.

번호	방법론명	신규/개정	방법론 분야	방법론유효시작일	등록형태	CDM 구분	이익	신청일자
9	농촌지역에서 자양에너지용 지역용 에너지로 사용량 절감 사업의 방법론	개정	에너지산업 - 신재생에너지로부터의 에너지 생산	2020-02-25	작업중	일반	이익	다운로드
8	농촌지역에서 바이오가스 플랜트를 활용한 에너지 생산 및 이용 사업의 방법론	개정	농업 - 축산	2020-02-25	작업중	일반	이익	다운로드
7	농촌지역에서 바이오가스 플랜트를 활용한 에너지 생산 및 이용 사업의 방법론	개정	폐기물 취급 및 처리 - 폐기물 취급 및 처리	2020-02-25	작업중	일반	이익	다운로드
6	농촌지역에서 바이오가스 플랜트를 활용한 에너지 생산 및 이용 사업의 방법론	개정	에너지 수요 - 에너지 수요	2020-02-25	작업중	일반	이익	다운로드
5	농촌지역에서 미활용 열에너지 지역용 에너지로 사용량 절감사업의 방법론	개정	에너지 수요 - 에너지 수요	2020-02-25	작업중	일반	이익	다운로드
4	농촌지역에서 목재활성을 활용한 열에너지 생산의 방법론	개정	에너지산업 - 화석연료, 바이오에스를 통한 열에너지 생산	2020-02-25	작업중	일반	이익	다운로드
3	농촌지역에서 LED 조명기기 설치 사업의 방법론	신규	에너지 수요 - 에너지 수요	2017-05-02	작업중	일반	이익	다운로드
2	농촌지역에서 태양열 이용 열 생산 방법론	신규	에너지산업 - 신재생에너지로부터의 에너지 생산	2017-01-11	작업중	일반	이익	다운로드
1	농촌지역에서 재생에너지 이용 지역용 열 에너지 사용량 절감 사업의 방법론	신규	에너지산업 - 신재생에너지로부터의 에너지 생산	2017-01-11	작업중	일반	이익	다운로드

- 외부사업의 사업계획서나 모니터링 및 검증보고서들은 ‘국내사업(사업계획서)’, ‘국내인 증실적(모니터링 및 검증보고서) 메뉴에 들어가 사업을 조회한 후 다운로드하실 수 있습니다. 사업명과 업체명에 따른 검색만 가능하므로, 알고자 하는 사업이나 업체의 이름을 미리 염두에 두고 검색해 해당 사업의 문서들을 내려받는 게 효율적입니다.

* 국내사업 페이지 하단의 ‘엑셀다운로드’ 아이콘을 클릭하면 국내사업의 이름, 적용한 방법론 등을 확인할 수 있는 엑셀 파일을 내려받을 수 있습니다.

사업명		지열에너지		업체명		검색		총 24 건		현재페이지번호 : 1-1	
번호	사업명	업체명	유효기간	방법론	CDM 구분	조회					
24	환경영능조합법인의 지열에너지를 이용한 온실가스 배출 감축사업	환경영능조합법인	2021-09-03 2028-09-02	- 농촌지역에서 지열에너지를 이용한 화석연료 사용량 절감 사업의 방법론 [3차]	일반	조회					
23	오송원 외 1개 농가의 지열에너지를 이용한 화석연료 사용량 절감 사업	오송원	2020-12-27 2027-12-26	- 농촌지역에서 지열에너지를 이용한 화석연료 사용량 절감 사업의 방법론 [3차]	일반	조회					
22	땃방아보여보처박관 지열에너지를 이용한 온실가스 배출 감축사업	땃방아보여보처박관	2019-01-01 2025-12-31	- 농촌지역에서 지열에너지를 이용한 화석연료 사용량 절감 사업의 방법론 [3차]	일반	조회					
21	아향영능조합법인의 지열에너지를 이용한 온실가스 배출 감축사업	한국사부발전	2019-03-01 2026-02-28	- 농촌지역에서 지열에너지를 이용한 화석연료 사용량 절감 사업의 방법론 [3차]	일반	조회					
20	독일적합영능조합법인의 지열에너지를 이용한 온실가스 배출 감축사업	독일적합영능조합법인	2021-06-25 2028-06-24	- 농촌지역에서 지열에너지를 이용한 화석연료 사용량 절감 사업의 방법론 [3차]	일반	조회					
19	하랑영능조합법인의 지열에너지를 이용한 전역사용량 절감사업	하랑영능조합법인	2016-12-27 2023-12-26	- 농촌지역에서 지열에너지를 이용한 화석연료 사용량 절감 사업의 방법론 [3차]	일반	조회					
18	원태원 농가의 지열에너지를 이용한 온실가스 배출 감축사업	한국남동발전	2015-12-25 2022-12-24	- 농촌지역에서 지열에너지를 이용한 화석연료 사용량 절감 사업의 방법론 [3차]	일반	조회					
17	양송희 농가의 지열에너지를 이용한 온실가스 배출 감축사업	한국남동발전	2016-04-01 2023-03-31	- 농촌지역에서 지열에너지를 이용한 화석연료 사용량 절감 사업의 방법론 [3차]	일반	조회					
16	전북영능조합법인의 지열에너지를 이용한 화석연료 사용량 절감 사업	전북영능조합법인	2014-10-16 2021-10-15	- 농촌지역에서 지열에너지를 이용한 화석연료 사용량 절감 사업의 방법론 [3차]	일반	조회					
15	양순영 농가 1,2단지 지열에너지를 이용한 화석연료 사용량 절감 사업	양순영	2015-12-23 2022-12-22	- 농촌지역에서 지열에너지를 이용한 화석연료 사용량 절감 사업의 방법론 [3차]	일반	조회					

사업 신청정보			
사업자명	하랑영능조합법인	대표자명	이정수
사업명	하랑영능조합법인의 지열에너지를 이용한 전역사용량 절감사업	등록확인번호	R 2019-KR-01-000361
사업소재지	하랑영능조합법인		
사업 기본정보			
사업명	하랑영능조합법인의 지열에너지를 이용한 전역사용량 절감사업		
만료유효기간 *	2016-12-27 ~ 2023-12-26		
적용방법론 *	- 농촌지역에서 지열에너지를 이용한 화석연료 사용량 절감 사업의 방법론 [3차]	사업계획서	[사업계획서 변경]하랑영능조합법인의 지열에너지를 이용한 전역사용량 절감 사업_v4.0_20210115.pdf 다운로드

3-2. 온실가스 저감량 산정 방법

방식

- 사업 추진을 통해 온실가스 배출량이 얼마나 저감되었는지 확인하기 위해서는 프로젝트 시행 전 배출량이 얼마인지를 산정(베이스라인)하고(①), 사업 수행 이후의 배출량을 산정해(②) 그 배출량의 차이(①-②)를 구합니다.



베이스라인 배출량

- 사업을 추진하기 전 기존 방식을 사용했을 때 사업장에서 발생하는 온실가스 배출량을 베이스라인이라고 합니다. 기존 방식에서의 온실가스 배출량을 알아야 프로젝트 이후에 얼마나 온실가스가 감소했는지를 판단할 수 있기 때문에 베이스라인을 산정하는 것은 매우 중요합니다.
- 일반적으로 베이스라인 산정에는 측정된 데이터를 활용할 수 없는 경우가 대부분이어서, 논리적인 방법으로 베이스라인 배출량을 산정할 수 있는 방법을 제시합니다.

사업 배출량

- 프로젝트 추진 후 사업장에서 발생하는 온실가스 배출량을 사업 배출량이라고 합니다. 방법론마다 차이는 있지만, 일반적으로 사업에 사용된 자원(에너지, 전기, 화석연료 등)을 객관적·과학적으로 측정할 수 있는 방법을 사용해야 합니다.
- 이와 같은 측정 데이터를 활용해 사업 이후 산출된 배출량을 제시할 수 있어야 합니다.

3-3. 베이스라인 배출량 산정 및 배출계수 활용 방법

베이스라인 배출량 산정 방법

- 기존 방식에서 얼마나 온실가스가 배출되었는지에 대한 데이터가 있거나, 측정할 수 있는 방법이 있다면 베이스라인 산정이 쉬워집니다. 하지만, 일반적으로 사업장에서 배출하는 온실가스를 측정할 수 있는 방법이 없는 경우가 대부분입니다.
 - ‘농축산 부문 외부사업 배출량 산정 방법론’에는 베이스라인을 산정하는 방법에 대한 내용을 수록했습니다. 일반적으로 베이스라인 배출량은 베이스라인을 추정할 수 있는 데이터를 활용해 계산하게 되는데, 이런 방법이 정확한 배출량 산정 방법이라 보기는 어렵습니다.
 - 하지만 아직까지는 베이스라인 배출량을 실용적으로 측정할 수 있는 방법이 부족하기 때문에 이와 같이 계산이나 추정 방식을 활용해 배출량을 산정하는 방법을 공식적으로 인정해 주고 있습니다.
 - 현재 각 방법론별 배출량 산정에 주로 활용되는 방법은 각 에너지원 및 기기 특성을 반영해 온실가스 배출량을 정량화하기 위한 계수인 이산화탄소 배출계수를 사용해 배출량을 산정합니다. 여기서 이산화탄소 배출계수란 배출원(화석연료 등)에서 배출하는 이산화탄소의 평균량(값)을 의미합니다.
- * 배출계수는 IPCC 또는 국가에서 제공하는 배출계수값을 사용하며, 농축산 부문에서 활용하는 배출계수값은 Appendix 2에 별도 정리했으므로, 배출량 산정 시 이를 활용할 수 있습니다.

예시 1

화석연료의 사용

- 비닐하우스 등에 화석연료를 사용해 난방을 한 경우, 화석연료 사용량을 활용해 온실가스 배출량을 산정할 수 있습니다.
- <산정식 예시> 베이스라인 배출량($tCO_{2eq}/년$) = $FC_{BL,FF} \times NCV_{BL,FF} \times EF_{BL,FF} \times 10^{-3}$
 - ▶ $FC_{BL,FF}$: 베이스라인 화석연료 사용량(kg, L, Nm³/년)
 - ▶ $NCV_{BL,FF}$: 베이스라인 화석연료의 순발열량값(MJ/kg, L, Nm³)
 - ▶ $EF_{BL,FF}$: 베이스라인 화석연료의 이산화탄소 배출계수(tCO_2/GJ)
- <산정 방법> 어떤 화석연료를 얼마나 사용했는지를 알고 있다면, 여기에 화석연료의 순발열량값과 이산화탄소 배출계수를 곱해 배출량을 산정할 수 있습니다.
 - ▶ <예시> 1년간 등유를 1000m³ 사용해 난방한 경우, Appendix 2의 화석연료별 국가 고유 배출계수, 화석연료 순발열량 표에서 등유의 배출계수값과 순발열량값을 활용해 아래와 같이 배출량을 계산합니다.
 - ▶ <배출량 계산> $1,000m^3/년 \times 34.2TJ/1,000m^3 \times 73,200kgCO_2/TJ \times 10^{-3}$
= 연간 2,503.44톤의 이산화탄소 발생

예시 2

최저난방부하 계산법

• 원예시설에 한해 사업 후 생산·사용한 열에너지의 양을 모니터링할 수 없는 경우라면, 최저 난방부하 계산법을 적용해 배출량 산정이 가능합니다.

• <산정식 예시> 최저난방부하량(GJ/년) = $\sum_d [A \times U \times (T_{in} - T_{out}) \times (1 - f_r) \times T_d] \times 4.1868 \times 10^{-6}$

- ▶ A: 하우스 표면적(m²)
- ▶ U: 난방부하계수(kcal/m²/h/°C)
- ▶ T_{in}: 재배 작물의 생육 최저 실내온도(°C)
- ▶ T_{out}: 재배 기간의 일평균 외기 온도(°C)
- ▶ f_r: 하우스 피복 자체별 열절감률
- ▶ T_d: 일일 난방시간(h/일)

• <산정 방법> 최저난방부하량 사용에 필요한 난방부하계수와 하우스 피복 자체별 열절감률은 Appendix 2의 데이터를 활용합니다.

* 난방부하계수는 다음의 표에서 해당되는 값을 적용함

표 3 난방부하계수

구분	난방부하계수(kcal/m ² /h/°C)
유리온실	5.3
비닐하우스	5.7

** 표 이외의 재료를 사용하는 경우 그 재료에 해당하는 열절감률값을 증명해야 함

표 4 보온 방법, 피복재료, 하우스 형태 등에 따른 열절감률

보온 방법	피복재료	열절감률(fr)	
		유리온실	플라스틱 하우스
2중 피복	염화비닐필름	0.40	0.45
	폴리에틸렌필름	0.35	0.40
1층 커튼	폴리에틸렌필름	0.30	0.35
	염화비닐필름	0.35	0.40
	부직포	0.25	0.30
	알루미늄분말혼입필름	0.40	0.45
	알루미늄증착필름	0.50	0.55
2중 커튼	폴리에틸렌필름 2중	0.45	0.45
	폴리에틸렌필름+알루미늄필름	0.65	0.65

질소질 비료 투입

- 질소질 비료 사용을 절감해 농경지의 N₂O 배출을 감축한 경우, 비료 제품별 질소 유효성분 함유율 및 질소 시비량당 이산화탄소 배출계수를 활용해 온실가스 배출량을 산정할 수 있습니다.
- **<산정식 예시>** 1ha당 베이스라인 배출량(tCO_{2eq}/년) = BAR × f_{fe,N} × EF_{co-eq,fe}
 - ▶ BAR: 토지면적당 질소질 비료 평균 투입량(t-비료/ha·년)
 - * 감축사업자의 비료 구매내역 및 사업 수행 전, 비료가 시비된 일반 농경지 면적을 확인해 산정함
 - ▶ f_{fe,N}: 비료 제품별 질소 유효성분 함유율(%) (t-N/t-비료)
 - ▶ EF_{co-eq,fe}: 비료별 농경지의 질소 시비량당 CO_{2-eq} 배출계수(tCO_{2-eq}/t-N)
- **<산정 방법>** 토지면적당 질소질 비료 평균 투입량을 산정했다면, 사용하는 제품의 질소 유효성분 함유율 및 질소 시비량당 이산화탄소 배출계수를 활용해 이산화탄소 배출량을 산정할 수 있습니다.
 - ▶ 비료 제품별 질소 유효성분 함유율은 제품사양서를 확인하되, 확인할 수 없는 경우 Appendix 2의 질소 유효성분 함유율 표를 활용합니다.

표 5 질소 유효성분 함유율

질소질 비료 종류	질소 성분율(%)	복합비료 종류	질소 성분율(%)
요소	45.0	복합비료(21-17-17)	21.0
유안(황산암모늄)	20.0	복합비료(17-21-17)	17.0
기타	17.7	복합비료(15-15-15)	15.0

* 기타 질소질 비료: 농촌진흥고시(제2016-26호) '비료 공정규격설정 및 지정'의 별표1에 따른 요소, 유안(황산암모늄)을 제외한 황산암모늄(유안), 요소, 염화암모늄, 부산염화암모늄, 질산암모늄, 석회질소, 암모니아수, 질산석회, 질황안, 질안석회, 피복요소, 씨디유(CDU), 아이비디유(IBDU), 엠유(MU), 칠레초석, 질산회토, 광물용합체질소를 의미함

▶ 비료별 이산화탄소 배출계수는 Appendix 2의 질소 시비량당 이산화탄소 배출계수를 활용합니다. 이는 IPCC 2006 가이드라인에 수록되어 있습니다.

표 6 비료별 배출계수

구분	질소질 비료	부산물 비료
논벼	3.5370	3.0480
기타 작물	6.9386	6.4497

예시 4

논벼 재배 시 물관리 방법에 따른 이산화탄소 배출량 산정

- <산정식> $BE = A \times EF_c \times SF_{w,BL} \times SF_o \times GWP_{CH_4} \times 10^{-3}$
 - ▶ (EF_c) 논벼 1회 재배에 따른 배출계수는 320kgCH₄/ha/년입니다. 이는, 2014년 승인된 국가 온실가스 배출·흡수 계수값에 정의되어 있습니다.
 - ▶ (SF_w) Appendix 2의 물관리 보정계수값을 활용합니다.

표 7

논벼 물관리 방법	2014년 승인 국가 온실가스 배출·흡수 계수
상시 담수	1.00
중간낙수(1주)	0.83
중간낙수(2주)	0.66
중간낙수(3주)	0.49

- ▶ (SF_o) 유기물 보정계수는 2.5입니다. 이는, 2014년 승인 국가 온실가스 배출·흡수 계수값에 정의되어 있습니다.
- ▶ (GWP_{CH₄}) 메탄의 지구온난화지수는 21입니다. 이는 IPCC 4차 평가보고서에 정의된 값을 사용합니다.
- <산정 방법> 1ha당 논벼 물관리 방법에 따른 연간 감축량 계산 방법
 - ▶ 연간 이산화탄소 저감량(단위: tCO_{2eq}/년) = 16.8 × (SF_{w,BL} - SF_{w,PJ})
- <예시> 기존에 1ha당 상시 담수 방식(SF_{w,BL}=1)으로 논벼를 1회 재배했고, 사업을 통해 2주 중간 낙수하는 방식(SF_{w,PJ}=0.66)으로 변경했다면, 1ha당 연간 총 5.7tCO_{2eq} 감축 효과가 발생하는 것으로 이산화탄소 저감량을 산정할 수 있습니다.

3-4. 사업 배출량 산정을 위한 측정 방법

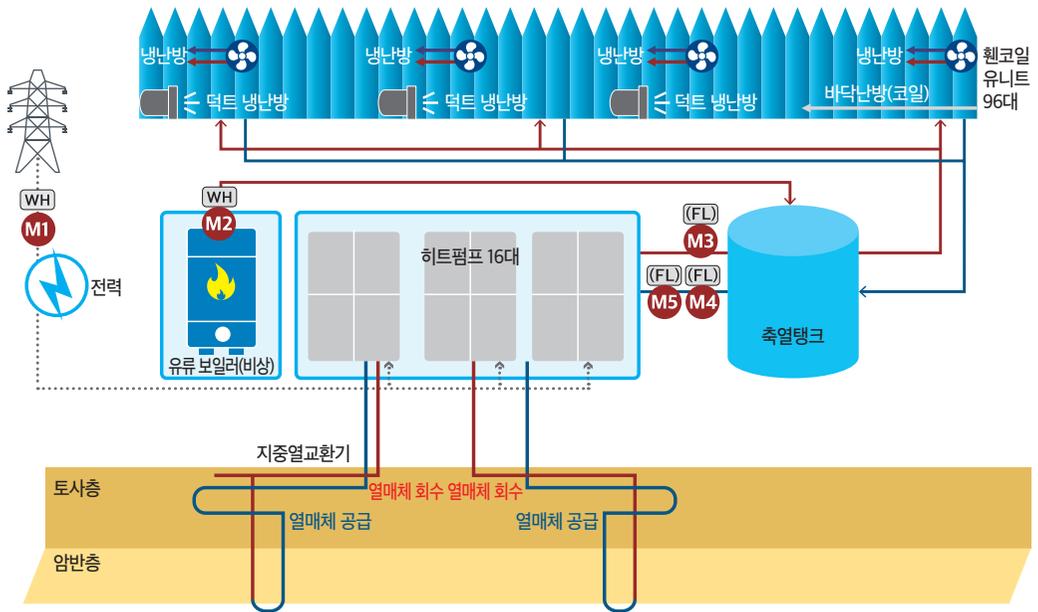
사업 배출량 산정 방법

- 측정 등의 다양한 방법을 활용하고 데이터 및 과학적 방법에 기반해 배출량 산정의 근거를 제시하고, 그에 따른 사업 배출량을 산정해야 합니다.
- 이를 위해서 사업 수행과정에서 수집해야 하는 데이터는 무엇인지, 모니터링해야 하는 측정 포인트는 어디인지, 데이터의 수집·저장 방법과 수집 주기는 어떻게 할지 등을 정의해야 합니다.

예시 1

지열 히트펌프 활용 사업의 측정 및 모니터링

- <측정 포인트> 시설 내에서 사용하는 에너지를 산정하기 위해 전기·등유 보일러, 유입·유출 온도, 유량을 측정하기 위한 계량기를 설치합니다.



M1 전기(kWh) M2 등유 구매 M3 유입 온도 M4 유출 온도 M5 유량

그림 1 (예시) 참샘영농조합 사례의 모니터링 도식도

- <모니터링> 전체 지열히트펌프가 원예시설 내에 공급한 적산 열량·전력 등의 데이터 수집·관리용 Master PC와, 각 지열히트펌프별 가동 데이터(온도·전압·전류·유량 등) 수집·관리용 Remote PC로 구성된 열량산정제어시스템을 구축하고, 데이터 수집 주기·방법 등을 정의합니다.
- ▶ (모니터링 데이터) 유-지열히트펌프 설비별 시간(시, 분), 축열조 수위, 축열조 제어 온도(°C), 실내IN(°C), 실내OUT(°C), 지열IN(°C), 지열OUT(°C), 전압(V), 전류(A), 유량(톤/h) 등

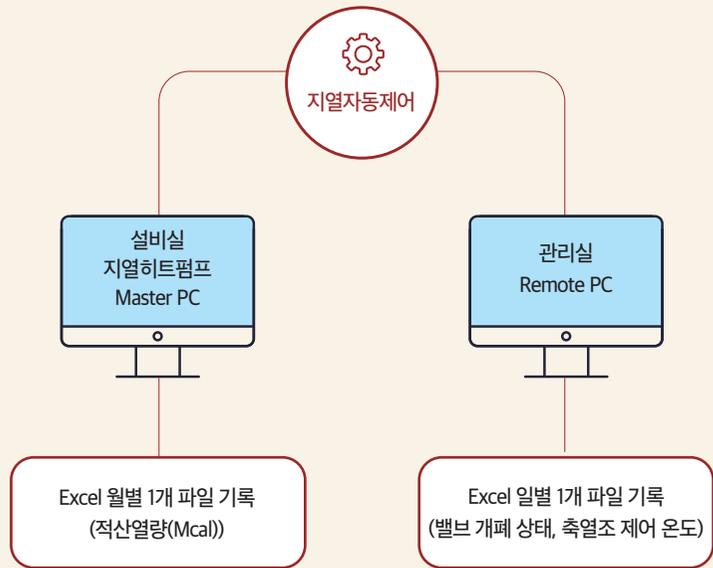


그림 2 (예시) 참샘영농조합 사례의 지열자동제어모니터링시스템 사례

바이오가스 플랜트 활용사업의 사용 열량 산정

- <데이터 수집> 전력 발전량 및 사용량, 농가별 사육두수 관리 현황, 가축분뇨 처리 현황, 음식물류 폐기물 처리 현황 등의 데이터 집계가 필요합니다.
 - ▶ (가축분뇨 처리량) 돈분뇨 반입량을 계근대에서 측정하고 계량 현황일지에 기록합니다.
 - ▶ (농가별 사육두수) 축산농가의 월별 가축사육 두수 관리대장, 가축분뇨인계관리시스템에 기록된 돈분뇨 반입량, 돈분뇨 계량 현황자료 등을 집계합니다.
 - ▶ (음식물 폐기물 처리량) 음식물 폐기물 반입량 및 음식물 탈리액은 계근대를 이용해 실시간 반입량을 측정하며 그 외 전산 데이터, 청구서 및 매출세금계산서, 자원순환시스템 서비스(음식물시설 반입처리 등록현황) 등을 통해 자료를 집계합니다.
 - ▶ (전력 발전량 및 사용량) 한국전력에서 사업장 내에 설치한 전력량계로 발전량을 계속해 발급하는 신재생에너지 요금안내서로 발전량을 확인하며, 월별 한전 고지서 사용량 중 사업과 무관한 설비 월별 전력 사용량을 제외하고 사용량을 계산합니다.

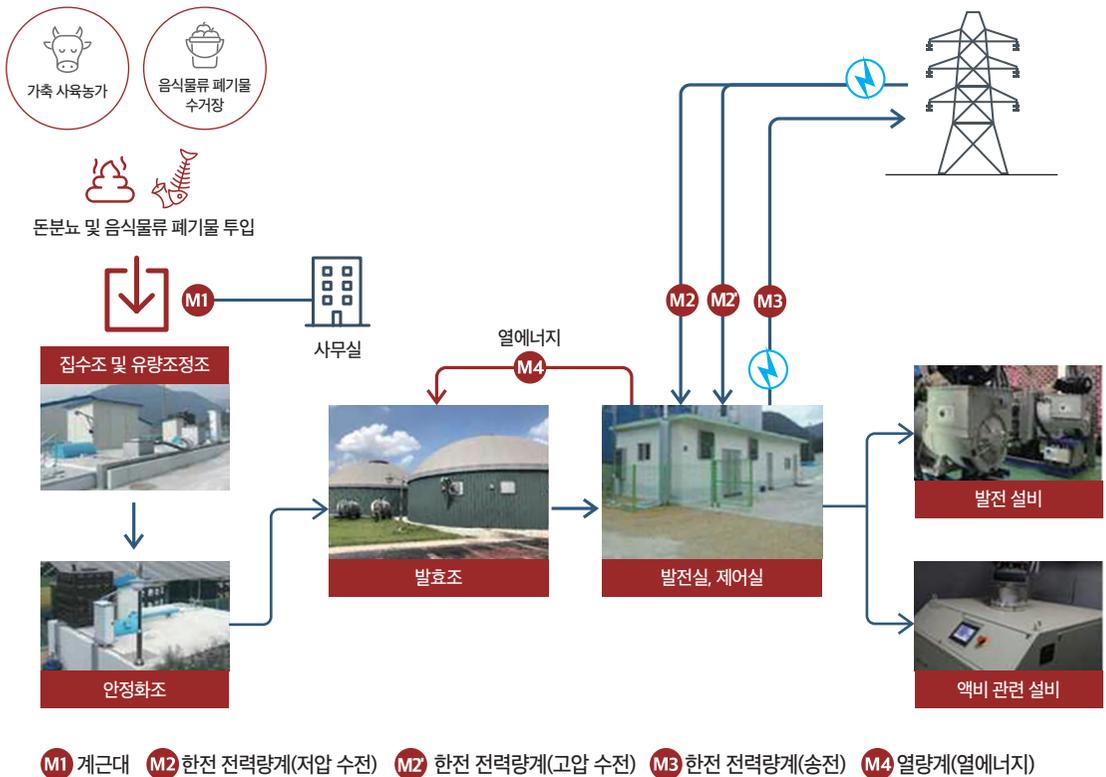


그림 3 (예시) 휴마음영농조합법인 바이오가스 플랜트 모니터링 사례

농축산 부문
온실가스 감축사업 사례

04

4-1 전북 김제시 참샘영농조합법인의 원예시설 (유리온실)	36
4-2 경남 양산시 흙마음영농조합법인의 바이오가스 플랜트	46
4-3 충남 부여군 사비터전영농조합법인의 원예시설(비닐하우스)	52
4-4 경남 창원군 버울새송이영농조합의 버섯배양생산시설	59

04

농축산 부문 온실가스 감축사업 사례

본 가이드북의 모든 사례는 온실가스종합정보센터 상쇄등록부시스템(ors.gir.go.kr)에 공개된 외부사업 사업계획서, 모니터링 및 검증보고서를 바탕으로 정리했습니다.

4-1. 전북 김제시 참샘영농조합법인의 원예시설(유리온실)

- **(방법론)** 농촌지역 지열에너지를 이용한 화석연료 사용량 절감 사업의 방법론(2020년)
- **(개요)** 지열에너지이용시스템을 활용한 시설원에 난방 공급 사례로 농림축산식품부·김제시·한국농어촌공사 등이 진행한 농업에너지효율화사업에 참가해 신규로 유리온실을 위한 지열에너지이용시스템을 설치하고, 이를 4년간 사용해 약 600톤의 온실가스 감축실적을 인정 받았습니다.
- **(규모)** 유리온실과 비닐하우스에서 파프리카를 생산하는 41,491㎡(12,573평, 4.15ha)의 재배 면적을 지닌 원예시설입니다.

표 8 참샘영농조합법인 유리온실 D동의 사양 및 온실가스 감축 내역

생산품목	하우스 형태	피복재료	사업 기간	총 온실가스 감축량
파프리카	유리온실	<ul style="list-style-type: none"> • 지붕(이중커튼): PE+알루미늄 증착필름 • 전후측면(일중커튼): 알루미늄 증착 필름 	2014.09.03~ 2018.09.02	600 (연평균 150톤 감축)

표 9 참샘영농조합 유리온실 D동의 온실 규격

구분	용마루 높이(m)	처마 높이(m)	온실 폭(m)	온실 길이(m)	온실 통수(동)
D동	7.3	6.3	8	171.1	24

표 10 참샘영농조합 유리온실 D동 각 영역의 표면적

구분	지붕	전후면	측면	합계
표면적 산정식	$4 \times \text{온실동수}(24) \times \text{온실길이}(171.1)$ $\times \sqrt{[\{\text{용마루높이}(7.3) - \text{처마높이}(6.3)\}^2 + \{\text{온실폭}(8)/4\}^2]}$	$\{\text{용마루높이}(7.3) - \text{처마높이}(6.3)\} \times \text{온실폭}(8) \times \text{온실동수}(24)$ $+ 2 \times \text{처마높이}(6.3) \times \text{온실폭}(8) \times \text{온실동수}(24)$	$\text{온실길이}(171.1) \times \text{처마높이}(6.3)$ $\times \text{양쪽 측면}(2)$	지붕 표면적 + 전후면 표면적 + 측면 표면적
D동	36,724㎡	2,611㎡	2,156㎡	41,491㎡



그림 4 참샘영농조합 유리온실 D동 온실 규격 현장실측 사진

- (사업 전후 공정)** (사업 전) 원예시설과 지열에너지 활용시설이 없었으나, (사업 후) 원예시설과 시설 내 난방을 공급하기 위한 지열에너지이용시스템이 신규 설치되었습니다.
 - ▶ (생산 작물) 파프리카의 적정 생육 온도는 22~25℃로 이를 위한 원예시설 내 난방 공급이 필수적입니다.
 - ▶ (설치 설비) 지열히트펌프, 배관·웬코일 유니트, 지중 열교환기, 축열탱크, 고압수전 등의 설비를 설치했습니다.

- ▶ (시설 운영) 필요 전력은 계통 전력을 사용하고, 지열난방시스템의 오작동 등 문제 발생 시 비상 열원으로 사용이 가능하도록 하기 위한 유류 보일러를 설치했습니다.
- **(난방 방식)** 지붕 및 전·후·측면에 이중·일중 커튼 등이 설치된 유리온실에 177,490kW의 용량을 지닌 수직밀폐형 물-물 시스템 지열히트펌프 16대를 설치하고 48,100kW의 전력을 소비해 난방을 공급했습니다.
 - ▶ 지중에 매설된 PE파이프 내부의 부동액이 흐르면서 지중으로 열을 흡수(난방)하고 방출(냉방)하며, 지중열교환기와 히트펌프의 열교환기를 통해 냉난방 열원을 생성함으로써 실내 냉난방을 공급했습니다.
 - * (지열히트펌프) 냉매가스의 증발열과 응축열을 이용해 지하와 지상의 열에너지를 교환함, 지열에너지를 이용해 냉난방을 동시에 공급 가능하며 설비 가동에 필요한 전기 1kW를 소비해 3~5kW의 열량을 생산할 수 있는 고효율 시스템으로 소비전력 이외에는 온실가스 배출원이 없음
 - * 이 사례에서는 폐쇄회로 배관과 수열원을 이용하는 수직밀폐형 물-물 시스템 지열히트펌프 시스템을 설치함
- **(설비)** 지열에너지이용시스템 구축을 위해 다음 표와 같이 설비를 구비했습니다.

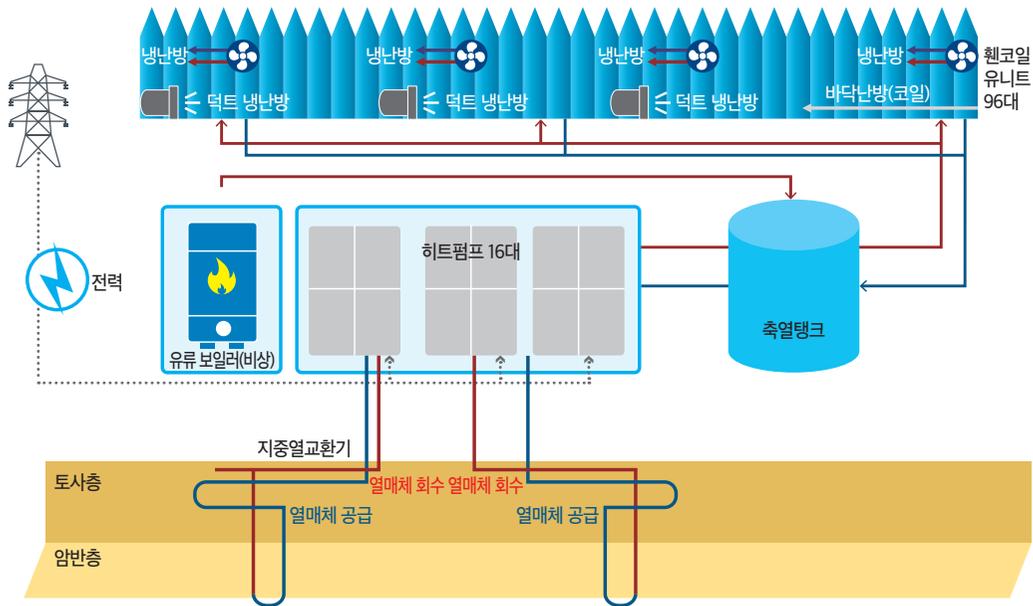


그림 5 참샘영농조합법인 유리온실 D동에 설치된 지열에너지시스템 공정도

표 11 참샘영농조합 사례의 지열에너지시스템 설비 목록

열원형태	열원공급	주요 시설	용도	
수직 밀폐형	물 대 물 방식	지열히트펌프	지중열교환기와 히트펌프 내의 열교환기를 통해 냉난방 열원 생성	
		펌프류	지중순환펌프, 냉방순환펌프, 난방순환펌프, 온실난방순환펌프	히트펌프에서 공급되는 열원(물)을 통해 실내 냉난방
		웬코일 유니트	바이오 웬코일	FCU(웬코일 유니트)을 통해 냉난방으로 순환
		축열조		냉난방 부하의 일부 또는 전부를 냉·온수로 저장하는 장비
		브라인수 여과	필터 하우징	미세한 이물질과 수분을 제거해 막힘 및 오작동 방지
제어 설비		자동제어 (중앙 관제장치, 모니터, 키보드, 마우스)	전압(V), 전류(A), 유량(톤/h), 지열수 입·출구 온도, 실내 입·출구 온도 등 제어	

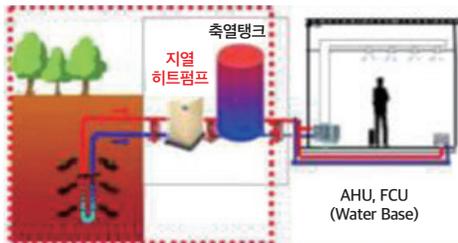
표 12 수직밀폐형 물-물 시스템 지열히트펌프

수직밀폐형



- 약 150~250m 천공 후 U 자형 파이프를 삽입해 부동액을 열매체로 해 지중열을 이용함
- 지하의 열을 이용함
- 천공을 위한 부지가 필요함
- 설치비용이 비교적 높으나 유지 관리에 용이하고 환경오염 우려가 없음

물-물 시스템



- 히트펌프로 물을 열원으로 순환시킴
- 물-공기 방식에 비해 효율이 약간 낮음
- 진동과 소음이 거의 없고 유지관리에 용이함
- 부하 측에 냉·온수를 공급함(AHU, FCU 등 2차 설비 필요)
- 냉난방 동시 운전은 불가능함
- 순환배관 펌프가 있으며 지중열교환기를 이용함

- ▶ (비용 부담) 농업에너지이용효율화사업에 따라 국비 60%, 지방비 20%(도비 6%, 시비 14%), 자부담비 20%를 투자해 설치했으며, 총 45억 원이 투자되었습니다.
- **(사용 열량 산정)** 사용 열량 산정을 위해 전체 지열히트펌프가 원예시설 내에 공급한 적산열량 및 적산전력 등을 엑셀 파일로 수집·관리하는 Master PC와, 각 지열히트펌프별 가동 데이터(온도, 전압, 전류, 유량 등)를 수집·관리하는 Remote PC로 구성된 열량산정제어시스템을 구축했습니다.
 - ▶ (Remote PC 모니터링 데이터) 지열히트펌프 설비별로 시간(시, 분), 축열조 수위, 축열조 제어 온도(°C), 실내IN(°C), 실내OUT(°C), 지열IN(°C), 지열OUT(°C), 전압(V), 전류(A), 유량(톤/h), COMP_OUT(°C), COMP_IN(°C) 데이터를 모니터링했습니다.
 - ▶ (데이터 수집 주기) 분 단위로 기록, 일별 1개 파일로 관리했습니다.

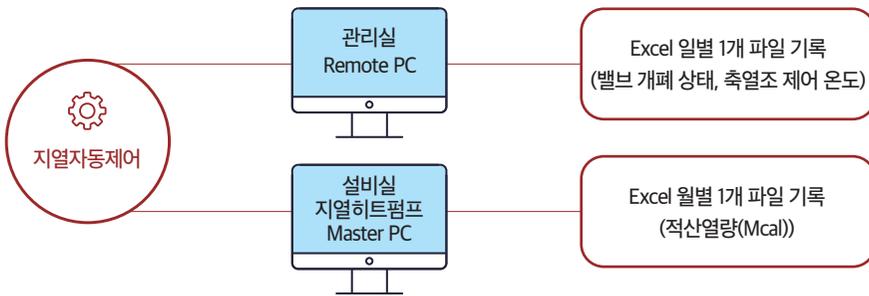


그림 7 지열자동제어 모니터링

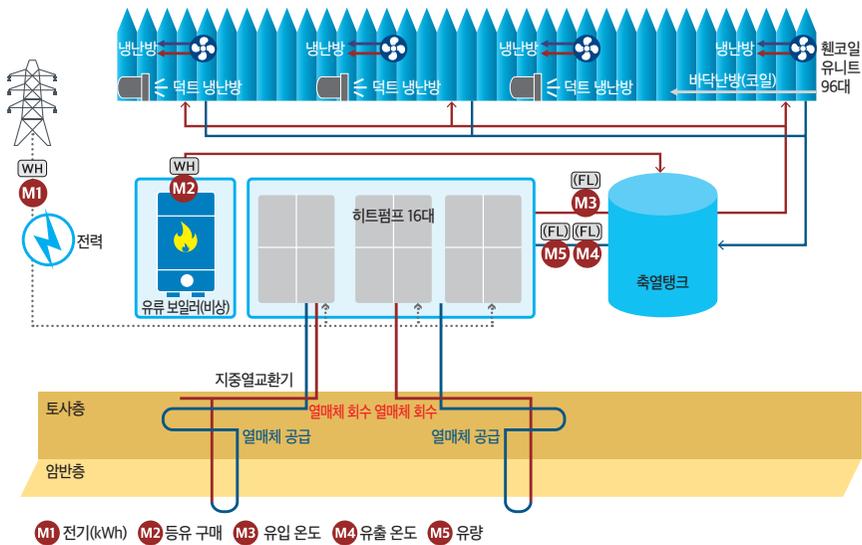


그림 8 참샘영농조합 사례의 모니터링 도식도

• **(감축량 산정 방법)** 2014년 9월부터 2018년 9월까지 4년에 걸쳐 전력 및 화석연료 사용량을 집계하고 감축량을 산정했습니다.

① (베이스라인 배출량 산정) 본 사업에서는 산정 방법 1, 2를 모두 활용해 베이스라인 배출량을 산정했습니다.

▶ (베이스라인 가정) 감축사업 수행 이전에는 면세유류(등유)를 사용하는 유류 보일러를 이용하는 것을 베이스라인으로 설정했습니다(지열에너지시스템 미설치).

* 지열에너지시스템이 신규로 설치되는 경우 기존 냉방 설비의 에너지를 증빙할 수 없으므로 냉방 활용에 따른 연간 베이스라인 배출량은 제외함

▶ (열량 산정) 제어시스템으로 측정 가능한 열량은 산정 방법 1을 활용해 베이스라인 배출량을 산정하고, 유량계 고장 등으로 인한 결측 데이터는 산정 방법 2를 활용해 해당하는 베이스라인값을 산정했습니다.

표 14 산정 방법 1에 따른 참샘영농조합 사례의 베이스라인 배출량

지열에너지를 이용해 공급된 난방 베이스라인 배출량	
$BE_{heat,y}$	$(EG_{PJ,y} / \eta_{BL,FF}) \times EF_{BL,FF}$
$BE_{heat,y}$	지열에너지를 이용해 공급된 연간 난방 베이스라인 배출량(총 3283.835tCO _{2eq})
$EG_{PJ,y}$	사업 후 y년도 지열에너지시스템을 활용해 공급된 난방열량(총 45,672.251GJ)
$\eta_{BL,FF}$	베이스라인 난방설비의 효율(100%, 계산 시 1)
$EF_{BL,FF}$	등유의 이산화탄소 배출계수 및/또는 전력배출계수(0.0719tCO ₂ /GJ)
외부사업 규모에 따라 적정 계량 단위 및 단위 환산계수를 적용하되, 최종 배출량은 tCO _{2-eq} 로 산정	

표 15 산정 방법 2에 따른 참샘영농조합 사례의 난방 결측 데이터를 대체하는 베이스라인 배출량

최저난방부하량 산정 방법을 통해 도출된 난방 베이스라인 배출량	
$BE_{heat,y}$	$(Q_y / \eta_{heat,BL,FF}) \times EF_{BL,FF}$
$BE_{heat,y}$	난방 부문 연간 난방 베이스라인 배출량(2,225.247tCO _{2eq})
Q_y	사업 후 y년도 최저난방부하량(30,949.197GJ)*
$\eta_{heat,BL,FF}$	베이스라인 난방설비의 효율(100%, 계산 시 1)
$EF_{BL,FF}$	등유의 이산화탄소 배출계수 또는 전력배출계수(0.0719tCO ₂ /GJ)

* Q_y는 지붕과 전후측면의 최저난방부하량을 모두 합친 값임

▶ (산정 방법 1에 따른 베이스라인 배출량) 사업 후 y년도에 지열에너지시스템을 통해 공급·사용된 난방열량은 총 45,672.251GJ이었으며 여기에 등유의 배출계수 0.0719를 곱해, 총 3,283.835톤의 이산화탄소 배출을 베이스라인으로 설정했습니다.

* 난방 효율은 입증이 불가해 100%로 가정하고 계산함

▶ (산정 방법 2에 따른 베이스라인 배출량) - 지붕과 전후 측면의 고효율 보온자재에 의한 사업 후 y년도 최저난방부하량은 30,949.197GJ로 산출하고, 여기에 등유의 배출계수 0.0719를 곱해 2,225.247톤의 이산화탄소 배출량을 베이스라인으로 산정했습니다.

▶ 산정 방법 1에 따른 배출량 3,283.835톤과 산정 방법 2에 따라 도출된 배출량 2,225.247톤을 합쳐 총 5,509.082톤의 베이스라인 배출량이 산정되었습니다.

표 16 **참샘영농조합 사례 지붕과 전후측면의 최저난방부하량**

지붕의 최저난방부하량 산출식

$$Q_y = \sum_d [A \times U \times (T_{in} - T_{out}) \times (1 - F_r) \times T_d \times 4.1868 \times 10^{-6}]$$

Q_y	연간 최저난방부하량(1차 연도: 5,986.984GJ, 2차 연도: 7,396.455GJ, 3차 연도: 7,546.202GJ, 4차 연도: 5,178.405GJ)
A	지붕 표면적(36,724.5㎡) = 4×온실동수(24m)×온실길이(171.1m) ×√[{용마루높이(7.3m)-처마높이(6.3m)} ² +{온실폭(8m)/4} ²]
U	유리온실의 난방부하계수(5.3kcal/㎡/h/°C)
T_{in}	재배 작물의 생육 최저 실내 온도(22°C)
T_{out}	재배기간의 일평균 외기 온도 (1차 연도: 13.8°C, 2차 연도: 14.5°C, 3차 연도: 14.1°C, 4차 연도: 14.0°C)
F_r	하우스 피복 자재별 열절감률(0.65, 2층 커튼: PE+알루미늄 증착)
T_d	일일 난방시간(1차 연도: 2,332.3시간, 2차 연도: 2,429.7시간, 3차 연도: 1,878.4시간, 4차 연도: 1,687.6시간)

전후측면의 최저난방부하량 산출식

$$Q_y = \sum_d [A \times U \times (T_{in} - T_{out}) \times (1 - F_r) \times T_d \times 4.1868 \times 10^{-6}]$$

Q_y	연간 최저난방부하량(1차 연도: 1,110.152GJ, 2차 연도: 1,371.506GJ, 3차 연도: 1,399.273GJ, 4차 연도: 960.219GJ)
A	전후측면 표면적(4,766.81㎡)
U	유리온실의 난방부하계수(5.3kcal/㎡/h/°C)
T_{in}	재배 작물의 생육 최저 실내 온도(22°C)
T_{out}	재배기간의 일평균 외기 온도 (1차 연도: 13.8°C, 2차 연도: 14.5°C, 3차 연도: 14.1°C, 4차 연도: 14.0°C)
F_r	하우스 피복 자재별 열절감률(0.50, 1층 커튼: 알루미늄 증착)
T_d	일일 난방시간(1차 연도: 2,332.3시간, 2차 연도: 2,429.7시간, 3차 연도: 1,878.4시간, 4차 연도: 1,687.6시간)

표 17 산정 방법 1에 따른 참شم영농조합 사례의 사업 배출량

사업 후 y년도 전력 사용에 따른 온실가스 배출량

$$PE_y = EC_{PJ,y} \times EF_{grid}$$

PE_y 사업 후 y년도 전력 사용에 따른 배출량(총 2,310.056tCO_{2eq})

$EC_{PJ,y}$ 사업 후 y년도 전력 사용량(총 4,954.539MWh)

EF_{grid} 전력배출계수(0.4662504tCO_{2eq}/MWh)

* 전력배출계수는 2017년까지 0.4662504였으며 이 사업은 2017년 이전에 개시된 사업으로 개정 전 수치를 계속 준용함

② (사업 배출량 산정) 산정 방법 1, 2를 모두 활용해 사업 배출량을 산정했습니다.

- ▶ (산정 방법 1에 따른 사업 활동 배출량) 사업 후 y년도 전력 사용량은 총 4,954.539MWh였으며 전력배출계수 0.4662504*를 곱해 2,310.056톤을 산정했습니다.
- ▶ (산정 방법 2에 따른 사업 활동 배출량) 앞서 베이스라인 배출량 산정에 산정 방법 2를 사용했으므로 사업 배출량 역시 산정 방법 2를 사용해 산출하며, 화석연료 사용에 따른 배출량 총 577.742톤과 전력 사용에 따른 배출량 총 2,020.816톤을 합쳐 2,598.558톤을 산정했습니다.
- ▶ 산정 방법 1에 따라 도출한 2,310.056톤과 산정 방법 2에 따라 도출한 2,598.558톤을 합산해 총 4,908.613톤의 사업 배출량을 산정했습니다.

표 18 산정 방법 2에 따른 참شم영농조합 사례의 사업 배출량

최저난방부하 계산법 적용 사업 온실가스 배출량

$$PE_y = PE_{FF,y} + PE_{EC,y}$$

PE_y 사업 후 y년도 전력 사용에 따른 배출량(총 2,310.056tCO_{2eq})

$PE_{FF,y}$ 사업 후 y년도 화석연료 사용*에 따른 연간 배출량(총 577.742tCO_{2eq})

$PE_{EC,y}$ 사업 후 y년도 전력 사용**에 따른 연간 배출량(총 2,020.816tCO_{2eq})

* 화석연료 사용에 따른 배출은 문제 발생 시 비상열원으로 사용할 수 있는 유류 보일러에 사용하기 위한 유류 구매내역과 보일러 가동일지를 작성해 모니터링할 계획이었으나, 가동일지가 관리되지 않았으므로 면세유류 관리대장을 활용해 산정했고, 타 동과 유류 사용량 구분이 불가능해 총 유류 사용량에 '결측 기간 난방 일수/총 난방 일수'의 값을 곱해 산정했으며, 이렇게 산출된 양에 'D동 최저난방부하량/A·B·C·D동 최저난방부하량 합계'의 값을 곱해 산정함

** 전력 사용에 따른 배출은 한전 I-SMART 일별 전력 사용량을 적용해 산정함

표 19 산정 방법 2에 따른 참샘영농조합 사례의 화석연료 사용에 따른 연간 사업 배출량

최저난방부하 계산법 적용 화석연료 사용에 따른 온실가스 배출량

$$PE_{FF,y} = \sum_i (FC_{P,i} \times NCV_i \times EF_{FF,i} \times 10^{-3})$$

$PE_{FF,y}$ 사업 후 y년도 전력 사용에 따른 배출량
(192.716tCO_{2eq}/1차 연도, 385.025tCO_{2eq}, 2~4차 연도)

$FC_{P,i}$ 사업 후 화석연료 i의 연간 사용량(73,675.961L/1차 연도, 156,122.760kgL/2~4차 연도)

NCV_i 사업 후 화석연료 i의 순발열량(35.3MJ/L/1차 연도, 34.3MJ/L/2~4차 연도)

$EF_{FF,i}$ 사업 후 화석연료 i의 이산화탄소 배출계수
(0.0741tCO_{2eq}/1차 연도, 0.0719tCO_{2eq}/2~4차 연도)

※ 첫 해에는 경유를, 나머지 해에는 등유를 사용해 계산을 진행

표 20 정방법 2에 따른 참샘영농조합 사례의 전력 사용 기인 온실가스 배출량

최저난방부하 계산법 적용 전력 사용에 따른 온실가스 배출량

$$PE_{EC,y} = EC_{P,y} \times EF_{grid}$$

$PE_{EC,y}$ 사업 후 y년도 전력 사용에 따른 배출량(총 2,020.816tCO_{2eq})

$EC_{P,y}$ 사업 후 y년도 전력 사용량(총 4,334.186MWh)

EF_{grid} 전력배출계수(0.4662504tCO_{2eq}/MWh)

- ③ 산정된 베이스라인 배출량 5,509.082톤에서 사업 배출량 4,908.613톤 간의 차이를 계산하고, 4년의 사업 기간 동안 총 600.468톤의 온실가스 배출 감축량을 산출했습니다.
(5,509.082-4908.613 = 600.468)

* 누출량은 시스템이 외부로부터 이전되어 온 경우가 아니므로 배출량 산정 시 고려하지 않음

4-2. 경남 양산시 휴마음영농조합법인의 바이오가스 플랜트

- **(방법론)** 농촌지역 바이오가스 플랜트를 활용한 에너지 생산 및 이용 사업의 방법론(2020년)
- **(개요)** 바이오가스 플랜트를 활용한 전력 생산 및 판매 사례로 농림축산식품부, 한국남동발전(주) 등과 함께 신규로 바이오가스 플랜트를 설치하고, 이를 전력생산에 약 2년간 활용해 약 1,871톤의 온실가스 감축실적을 인정받은 사례입니다.
- **(사업 전후 공정)** (사업 전) 바이오가스를 포집하지 않고 대기 중으로 그대로 방출했으며, (사업 후) 바이오가스를 이용해 전력을 생산함으로써 화석연료를 소비해 생산하던 전력을 대체했습니다.
 - ▶ (수거 대상) 본 사업의 수거대상은 가축분뇨(돼지)*, 음식물류 폐기물 등입니다.
 - * 경남 양산시 내 10개 농가에서 발생하는 가축분뇨를 각각 해당 축산농가와 구두 공급계약을 통해 반입함
 - ▶ (설치 설비) 본 사업에서는 아래와 같이 바이오가스 플랜트(50톤/일, 70톤/일)에 필요한 설비들을 설치했습니다.

표 21 휴마음영농조합법인의 바이오가스 플랜트 온실가스 감축 내역

가축종류	연간 평균 사육두수	평균 돈분뇨 처리량	사업 기간	총 온실가스 감축량
돼지	5,274두	9,818톤/년	2017.10.01~2019.12.31	1,871톤(연평균 935톤 감축)

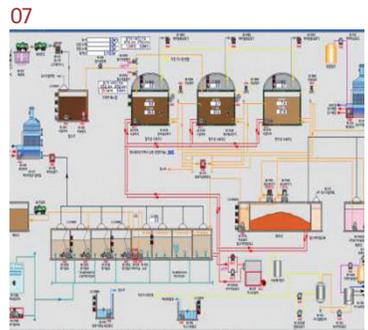
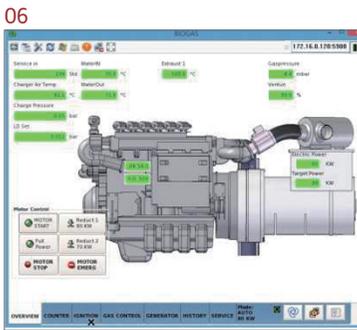
표 22 휴마음영농조합법인의 바이오가스 플랜트 설비(50톤/d)

시설명	시설내역	용량	수량	용도
운반시설	진공흡입차량(탱크로리),	23m ³	2	원료 운반 및 살포
	액비살포차량(탱크로리),	7.5m ³	1	
	퇴비운반장비(스키로더)	2톤	1	
집수시설	집수조(가축분뇨)	100m ³	1	원료 저장 및 투입
	유기물저장조 (동식물성잔재물/음식물류 폐기물)	100m ³	1	
	유량조절조 (혼화조/유량조절조)	200m ³	1	
저장시설	체류조, 액비화시설	200m ³	1	액비 저장
		500m ³	4	
재활용시설	발효조	1,000m ³	3	바이오가스 생산
바이오가스저장시설	가스저장조	750m ³	3	바이오가스 저장
발전시설	열병합발전시설, 탈황, 제습시설, 바이오가스 이송 배관	135kW	1	전기 및 폐열 생산
		350kW	2	

표 23 마음영농조합법인의 바이오가스 플랜트 설비(70톤/d)

시설명	시설규격	처리능력 (톤/일)	연간처리물량 (톤)	가동률 (%)	
전처리시설	원수조(집수조)	500m ³ (원형 ϕ 12m×5m)	70	25,550	10
	고액분리기	원심분리기(70m ³)×2기	70	25,550	10
퇴비화시설	퇴비창고	144m ³ (사각 8m×10m×2.3m)	2.25	821.25	5
혐기발효조	발효조	3,207m ³ (원형 ϕ 16m×6m×37l)	70	25,550	10
	처리수조	용량 30.5m ³ ×2기(사각 2m×5m×4.5m)	61	22,265	10
액비화시설	액비 저장조	용량 3,150m ³ (7기)(사각 10m×9m×5m)	70	25,550	10
	액비탱크	용량 700m ³ (1기)(사각 10m×14m×5m)			
악취방지시설	탈취탑	80m ³ /min, 50m ³ /min	130	47,450	50

- (사용 열량 산정)** 사업자는 전력 발전량 및 사용량, 농가별 사육두수 관리 현황, 가축분뇨 처리 현황, 음식물류 폐기물 처리 현황 등을 집계하고 이를 바탕으로 배출량을 산정했습니다.
 - ▶ (가축분뇨 처리량) 가축분뇨 처리량은 계근대에서 측정된 돈분뇨 반입량은 돈분뇨 계량 현황일지에 기록 및 보관했습니다.
 - ▶ (농가별 사육두수) 농가별 사육두수는 계약된 축산농가의 월별 가축사육 두수 관리대장과 가축분뇨인계관리시스템에 기록된 돈분뇨 반입량, 돈분뇨 계량현황 자료 등을 통해 집계했습니다.
 - ▶ (음식물 폐기물 처리량) 반입되는 음식물 폐기물과 음식물 탈리액은 계근대를 이용해 실시간 반입량을 측정하며 그 외 전산 데이터, 청구서 및 매출세금계산서, 자원순환시스템 서비스(음식물시설 반입처리 등록현황), 울바로시스템(처리자인계서조회) 등을 통해 확인했습니다.
 - ▶ (전력 발전량 및 사용량) 전력 발전량은 한국전력에서 사업장 내에 설치한 전력량계로 발전량을 계속해 발급하는 신재생에너지 요금안내서로 확인했으며, 전력 사용량은 월별 한전 고지서 사용량 중 사업과 무관한 설비의 월별 전력 사용량을 제외해 계산했습니다.



01 바이오가스 플랜트 설치 전경

02 바이오가스 전용 발전기(135kW)×1대

03 바이오가스 전용 발전기(350kW)×2대

04 악취제거 탈취탑

05 바이오가스 플랜트 컨트롤 판넬

06 발전설비모니터링시스템

07 제어설비시스템

08 가축분뇨전자관리시스템

그림 9 휴마음영농조합법인의 바이오가스 플랜트 주요 설비 사진

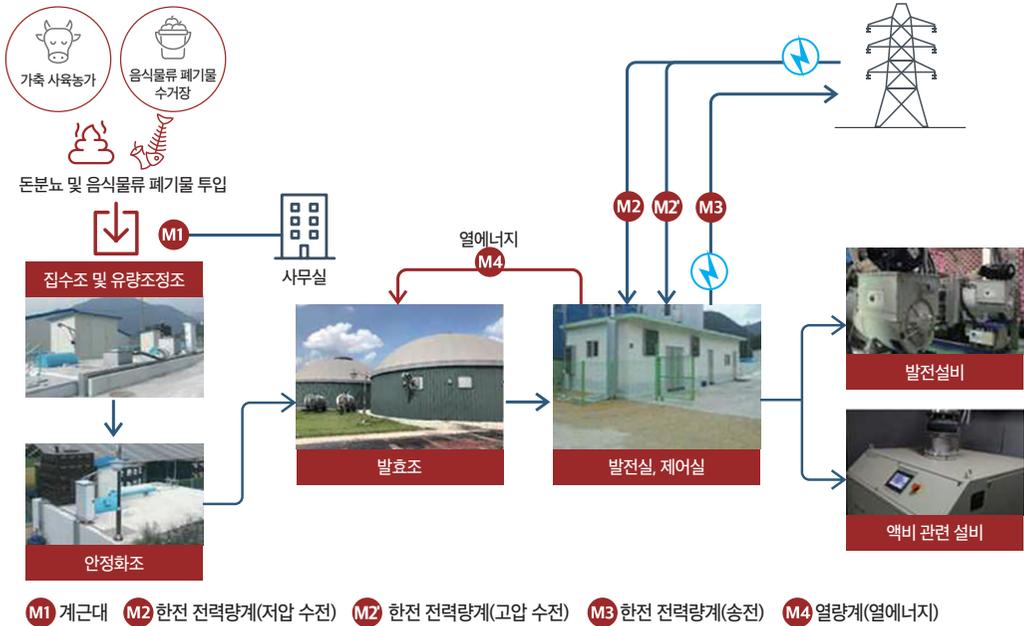


그림 10 휴마음영농조합법인 바이오가스 플랜트 모니터링 조직도

• **(감측량 산정 방법)** 2017년 10월부터 2019년 7월까지 21개월에 걸쳐 가축분뇨 및 음식물류 폐기물 처리, 전력생산에 따른 배출량 등을 집계하고 감측량을 산정했습니다.

- ① (베이스라인 배출량 산정) y년도 가축분뇨 처리, 음식물류 폐기물 처리, 전력생산 등에 베이스라인 배출량을 각각 계산하고 이들을 합산해 베이스라인 배출량을 산정했습니다.
 - ▶ 베이스라인은 가축분뇨와 전력생산 등이 바이오가스 플랜트를 거치지 않은 채 이뤄지는 것으로 설정했습니다(바이오가스 플랜트 미설치).
 - ▶ 음식물 폐기물 처리와 열에너지 생산·사용은 본 사례에서는 이뤄지지 않았습니다.
 - ▶ (가축분뇨 처리 베이스라인 배출량) 사업 기간의 평균 돼지 사육두수(1차 연도에는 6,410마리, 2차 연도에는 4,138마리)*에 돼지의 메탄 배출계수인 9(1차 연도)와 7(2차 연도)**, 메탄의 지구온난화지수인 21을 각각 곱해 1,211.612톤과 608.394톤을 산출했으며 이들을 합산해 총 1,820.006톤의 가축분뇨 처리 베이스라인 배출량을 도출했습니다.

* 가축분뇨 수거 대상 축사의 가축종류별 y년도 평균 사육두수($N_{LT,y}$)는 각 모니터링 기간에 '계약농가별 분뇨처리량 현황'을 통해 확인한 돈분뇨 처리량을 활용했으며, 계근대 검교정성적서는 2018년 12월부터 확인되므로, 계근대 검정기한의 유효성 측면을 고려해 2018년 12월 이전의 분뇨계근량(2017년 10월~2018년 12월)은 계근대 최대허용오차 0.03%를 반영해 보수적으로 계산함

** 가축종류 LT의 메탄 배출계수($EF_{LT,y}$)는 양산시의 연도별 평균 온도(1차 연도: 15°C, 2차 연도: 13°C)를 확인한 후, 해당 온도에 지정된 계수에 해당하는 9와 7을 부여함

표 24 휴마음영농조합법인 사례의 가축분뇨 처리 베이스라인 배출량

가축분뇨 처리 베이스라인 배출량

$$BE_{\text{manure},y} = \sum_{LT} N_{LT,y} \times EF_{LT,CH_4} \times GWP_{CH_4,y}$$

$BE_{\text{manure},y}$ y년도 가축분뇨 처리에 따른 베이스라인 배출량(총 1820.006tCO_{2eq})

$N_{LT,y}$ 가축분뇨 수거대상 축사의 가축종류별 평균 사육두수
(1차 연도: 6,410두, 2차 연도: 4,138두)

EF_{LT,CH_4} 가축종류 LT의 메탄 배출계수(가축분뇨 처리)
(1차 연도: 7kgCH₄/두, 2차 연도: 9kgCH₄/두)

$GWP_{CH_4,y}$ 메탄의 지구온난화지수(21)

LT 축산농가에서 사육되는 가축종류로 본 사례에서는 돼지에 해당

- ▶ (전력생산 베이스라인 배출량) 사업 기간 중 전력생산에 따른 순 송전량(1066.485MWh)에 전력배출계수를 곱해 총 497.244톤의 전력생산 베이스라인 배출량을 도출했습니다.

표 25 휴마음영농조합법인 사례의 전력생산에 따른 베이스라인 배출량

전력생산에 따른 베이스라인 배출량

$$BE_{\text{elec},y} = EC_y \times EF_{\text{grid}}$$

$BE_{\text{elec},y}$ 전력생산에 따른 베이스라인 배출량(총 497.244tCO_{2eq})

EC_y 계통에 공급된 순 송전량(총 1066.485MWh)

EF_{grid} 전력배출계수(0.4662504)

- ▶ 따라서 본 사업의 베이스라인 배출량은 1820.006톤과 497.244톤을 합산해 총 2,317.25톤으로 도출되었습니다.
- ② (사업 배출량 산정) 본 사업의 배출량은 전력 사용량(총 760.182MWh)에 전력배출계수를 곱해 354.435톤으로 도출되었습니다.

표 26 휴마음영농조합법인 사례의 바이오가스 플랜트 사업 배출량

바이오가스 플랜트 사업 배출량

$$PE_{\text{elec},y} = EC_y \times EF_{\text{grid}}$$

$PE_{\text{elec},y}$ y년도 전력 사용에 따른 온실가스 배출량(총 354.435tCO_{2eq})

EC_y 사업 후 y년도 전력계통으로부터 공급받은 전력량(총 760.182MWh)

EF_{grid} 전력배출계수(0.4662504)

- ③ (누출량 산정) 본 사업의 메탄 누출량은 혐기성 소화조에서 발생하는 메탄 누출을 고려해 가축분뇨 처리에 따른 베이스라인 CH₄ 배출량 1,820.006톤에 5%를 곱해 91.001톤으로 도출되었습니다.
- ④ 산정된 베이스라인 배출량 2,317.25톤에 사업 배출량 354.435톤과 누출량 91.001톤을 감산해 온실가스 감축량 약 1,871톤을 도출했습니다.

표 27 휴마음영농조합법인 사례의 혐기성 소화조에서의 메탄 누출량

혐기성 소화조에서의 메탄 누출량

$$LE_y = (BE_{\text{manure},y} + BE_{\text{foodwaste},y}) \times 5\%^*$$

* 바이오가스 플랜트 혐기성 소화조의 경우, 약 5%의 CH₄을 누출로 고려

LE _y	y년도 사업 누출량(총 91.001tCO _{2eq})
BE _{manure,y}	y년도 분뇨 혐기처리에 따른 베이스라인 CH ₄ 배출량(총 1820.006tCO _{2eq})
BE _{foodwaste,y}	y년도 음식물류 폐기물 혐기처리에 따른 베이스라인 CH ₄ 배출량(없음)

4-3. 충남 부여군 사비터전영농조합법인의 원예시설(비닐하우스)

- **(방법론)** 농촌지역에서 히트펌프를 이용한 온실가스 감축 사업의 방법론(2020년)
- **(개요)** 히트펌프(공기열)시스템을 활용한 시설원에 난방 공급 사례로 신규로 비닐하우스(11연동)을 위한 히트펌프(공기열)시스템을 설치하고, 이를 3년간 사용해 약 1,592톤의 온실가스 감축실적을 인정받은 사례입니다.

표 28 사비터전영농조합법인의 비닐하우스의 사양 및 온실가스 감축 내역

생산품목	하우스형태	피복재료	프로젝트 기간	총 온실가스 감축량
방울토마토	비닐하우스	<ul style="list-style-type: none"> • 지붕 피복(1중 피복): 염화비닐필름 • 지붕 보온피복(3중커튼): 알루미늄스크린 2중+산광스크린 • 전면 피복(1중 피복): EPS판넬 • 후면 및 측면 피복(2중 피복): 염화비닐필름+염화비닐필름 • 후면 및 측면 보온피복(1중 커튼): 다겹보온커튼 	2017.12.11~ 2020.12.10	1,592 (연평균 530톤 감축)



그림 11 사비터전영농조합법인의 비닐하우스 피복 및 보온 현황

- **(규모)** 사업대상 원예시설은 토마토를 생산하는 재배면적 11,952m²(3,615평, 1.1952ha) 규모의 비닐하우스입니다.
- **(사업 전후 공정)** (사업 전) 기존 원예시설을 대상으로 한 히트펌프(공기열) 활용 시설이 없었으며, (사업 후) 원예시설 내에 난방을 공급하기 위한 히트펌프(공기열)시스템을 신규로 설치했습니다.
 - ▶ (생산 작물) 생산작물인 방울토마토의 적정 생육 온도는 17~27°C이며, 이를 위해서는 필수적으로 원예시설 내에 난방 공급이 필요합니다.
 - ▶ (설치 설비) 본 사업에서는 공기열 히트펌프 10대, 축열조(300톤) 등을 설치했습니다.
 - ▶ (시설 운영) 필요 전력은 계통 전력을 사용하고, 히트펌프(공기열)시스템의 오작동 등 문제 발생 시 비상 열원으로 사용이 가능하도록 하기 위해 기존에 사용하던 전기 보일러를 유지했습니다.



그림 12 사비터전영농조합법인 비닐하우스의 온실 규격 현장실측 사진

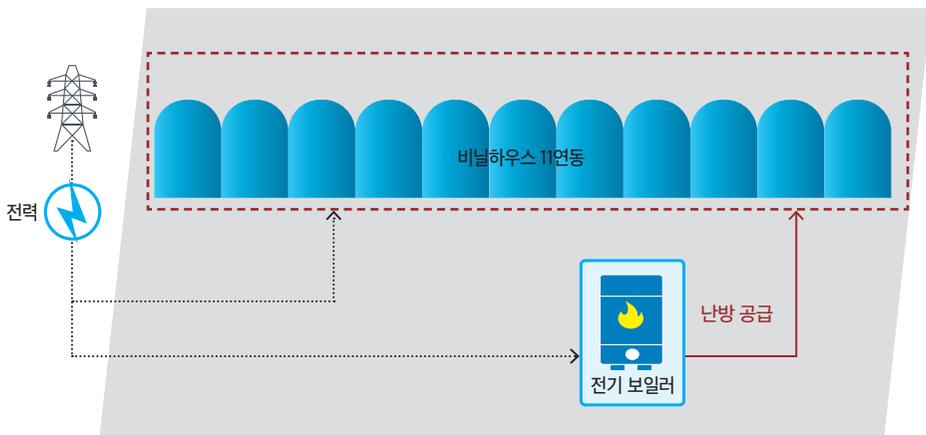


그림 13 사비터전영농조합법인 비닐하우스의 온실 규격 현장실측 사진

01



02



01 히트펌프(공기열) 02 축열조

그림 14 사비터전영농조합법인의 히트펌프 설비 사진

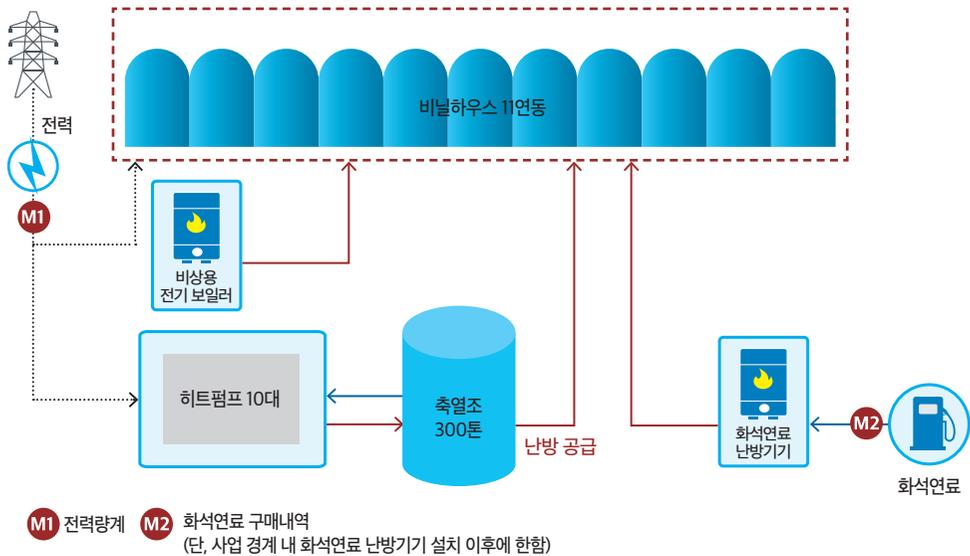


그림 15 사비터전영농조합법인 사례 모니터링 도식도

- **(난방 방식)** 지붕 및 후측면에 1층·3층 보온커튼 등이 설치된 유리온실에 67.3kW의 용량을 지닌 공기열 히트펌프 10대를 설치해 난방을 공급했습니다.
 - ▶ (히트펌프시스템) 히트펌프(공기열) 내 열교환기를 통해 난방 열원을 생성하고 히트펌프(공기열)에서 공급되는 열원을 통해 실내에 난방을 공급했습니다.
- **(비용 부담)** 비용은 보조금 없이 모두 자부담으로 진행되었으며 총 4억 6천만 원이 사용되었습니다.

- **(사용 열량 산정)** 사용열량은 전력 사용량과 비상용 유류 구매내역, 온실 최저난방부하량 산정인자인 일일 난방시간과 일평균 외기 온도 등 관련 정보를 확보해 산정했습니다.
 - ▶ (유류 구매내역) 면세유류 구입카드 거래내역 및 구매 영수증을 수집·관리했습니다.
 - ▶ (전력량) 전력량은 전력량계를 통해 사업장 전력시설의 전력 사용량을 계측하고 한국전력 고지서를 통해 월별 데이터를 수집하거나, 한전 파워플래너를 통해 일별 데이터를 수집·관리해 산정했습니다.
 - * 사비터전영농조합법인은 일시적으로 사업장 인근의 영파머스농업회사법인과 전력을 공동으로 사용, 전력을 공동으로 사용한 기간에는 전력 사용 요금을 나누어 지급했으므로 영파머스농업회사법인에서 사비터전영농조합법인에 지급한 전력 요금 내역을 수집 및 관리하며, 모니터링 시 해당 기간의 전력 사용 요금 지불 금액 비율을 적용해 전력 사용량을 분배함
 - ▶ (일일 난방시간 및 일평균 외기 온도) 일일 난방시간 및 일평균 외기 온도는 모니터링 현황 및 관련 최신 데이터를 확인해 적용했습니다.
- **(감축량 산정 방법)** 2017년 12월부터 2020년 12월까지 3년에 걸쳐 전력 및 화석연료 사용량을 집계해 감축량을 산정했습니다.
 - ① (베이스라인 배출량 산정) 본 사업에서는 산정 방법 2를 활용해 베이스라인 배출량을 산정했습니다.
 - ▶ (베이스라인 가정) 감축사업 수행 이전에는 전기 보일러를 이용하는 것을 베이스라인으로 설정했습니다(히트펌프시스템 미설치).
 - * 히트펌프시스템이 신규로 설치되는 경우 기존 냉방 설비의 에너지원을 증빙할 수 없으므로 냉방 활용에 따른 연간 베이스라인 배출량은 제외함
 - ▶ 히트펌프의 난방열의 열량 계측이 불가해 측정값을 활용할 수 없으므로 예상 배출량 산정 시 베이스라인 배출량은 산정 방법 2를 적용해 산정했습니다.
 - ▶ (산정 방법 2에 따른 베이스라인 배출량) 사업 후 y년도에 히트펌프시스템을 통해 공급·사용된 난방열량은 1차 연도 4,4647.330GJ, 2차 연도 4,505.231GJ, 3차 연도(개정 전) 614.119GJ, 3차 연도(개정 후) 3,842.021GJ 등 총 13,608.701GJ이었으며, 여기에 2017~2019년까지의 난방열량에는 전력배출계수 0.1295를, 개정이 이루어진 2020년의 최저 난방부하량에는 개정된 배출계수 0.1276을 곱해 연간 베이스라인 배출량을 도출하고, 연간 베이스라인 배출량들을 모두 합산해 총 1,755.358톤의 이산화탄소 배출량을 베이스라인으로 설정했습니다.

표 29 산정 방법 2에 따른 사비터전영농조합법인 사례의 베이스라인 배출량

최저난방부하량 산정 방법을 통해 도출된 난방 베이스라인 배출량	
$BE_{heat,y} = (Q_y / \eta_{heat,BL,FF}) \times EF_{BL,FF}$	
$BE_{heat,y}$	난방 부문 연간 난방 베이스라인 배출량(총 1,755.358tCO _{2eq})
Q_y	사업 후 y년도 최저난방부하량(1차 연도: 4,647.330GJ, 2차 연도: 4,505.231GJ, 3차 연도(개정 전): 614.119GJ, 3차 연도(개정 후): 3,842.021GJ)
$\eta_{heat,BL,FF}$	베이스라인 난방설비의 효율(100%, 계산 시 1)
$EF_{BL,FF}$	전력배출계수(0.1295tCO ₂ /GJ(2017~2019년), 0.1276tCO ₂ /GJ(2020년))

표 30 사비터전영농조합법인 사례 지붕과 전후측면의 최저난방부하량

최저난방부하량 산출식	
$Q_y = \sum_d [A \times U \times (T_{in} - T_{out}) \times (1 - F_r) \times T_d \times 4.1868 \times 10^{-6}]$	
Q_y	연간 최저난방부하량(1차 연도: 4,647.330GJ, 2차 연도: 4,505.231GJ, 3차 연도(개정 전): 614.119GJ, 3차 연도(개정 후): 3,842.021GJ)
A	하우스 표면적(11,952.121m ²)
U	지붕, 전면, 후면 및 측면의 난방부하계수(지붕: 5.7*, 전면: 5.3*, 후면 및 측면: 3.5kcal/m ² /h/°C)
T_{in}	재배 작물의 생육 최저 실내 온도(17°C)
T_{out}	재배기간의 일평균 외기 온도(1차 연도: 3.48°C, 2차 연도: 3.93°C, 3차 연도: 5.88°C)
F_r	하우스 피복 자체별 열절감률(지붕: 0.7*, 후면 및 측면(1면): 다겹보온커튼 - 0.55)
T_d	일일 난방시간(1차 연도: 3,190.7시간, 2차 연도: 3,141.4시간, 3차 연도: 3,526.4시간)

*방법론에 열관류율 및 열절감률이 제시되어 있지 않은 경우로, 각 유형의 가장 보수적인 값들을 적용함

② (사업 배출량 산정) 사업 배출량은 산정 방법 2를 활용해 산정했습니다.

▶ (산정 방법 2에 따른 사업 활동 배출량) 화석연료 사용이 이뤄지지 않았으므로 전력 사용에 따른 연간 배출량이 곧 본 사업의 온실가스 배출량을 의미합니다.

표 31 산정 방법 2에 따른 사비터전영농조합법인 사례 사업 배출량

최저난방부하 계산법 적용 사업 온실가스 배출량	
$PE_y = PE_{FF,y} + PE_{EC,y}$	
PE_y	y년도 사업 배출량(총 1,101.870tCO _{2eq})
$PE_{FF,y}$	사업 후 y년도 화석연료 사용*에 따른 연간 배출량(총 0tCO _{2eq})
$PE_{EC,y}$	사업 후 y년도 전력 사용**에 따른 연간 배출량(총 1,101.870tCO _{2eq})

▶ 사업 후 y년도 전력 사용량은 총 2,376.143MWh이었으며 2017~2019년도의 전력 사용량에는 전력배출계수 0.4662504를, 2020년의 전력 사용량에는 0.4594106을 곱해 각 해의 사업 배출량을 도출하고 합산해 총 1,101.870톤을 산정했습니다.

표 32 산정 방법 2에 따른 사비터전영농조합법인 사례의 베이스라인 배출량

최저난방부하 계산법 적용 전력 사용에 따른 온실가스 배출량

$PE_{EC,y} = EC_{Ply} \times EF_{grid}$	
$PE_{EC,y}$	사업 후 y년도 전력 사용에 따른 연간 배출량(총 1,101.870tCO _{2eq})
EC_{Ply}	사업 후 y년도 전력 사용량(1차 연도: 654.225MWh, 2차 연도: 739.281MWh, 3차 연도(개정 전): 104.191MWh, 3차 연도(개정 후): 403.568MWh)
EF_{grid}	전력배출계수(1차 연도~3차 연도(개정 전): 0.4662504tCO _{2eq} /MWh, 3차 연도(개정 후): 0.4594106tCO _{2eq} /MWh)

③ (고효율 보온자재 감축량 산정) 본 사례는 고효율 보온자재를 사용했으므로 고효율 보온자재 사용에 따라 발생하는 온실가스 감축량 역시 산정해야 합니다.

▶ 고효율 보온자재 사용 시 전력 사용에 따른 연간 배출량은 본 사례에서 히트펌프 방법론 사업 배출량 산정 시 적용한 전력 사용량을 동일하게 적용해 산정했습니다.

표 33 사비터전영농조합법인 사례의 고효율 보온자재 사용 시 전력 사용에 따른 연간 배출량

고효율 보온자재 사용 시 전력 사용에 따른 연간 배출량

$PE_{EC,y} = EC_{Ply} \times EF_{grid}$	
$PE_{EC,y}$	사업 후 y년도 전력 사용에 따른 연간 배출량(총 1,101.870tCO _{2eq})
EC_{Ply}	사업 후 y년도 전력 사용량(1차 연도: 654.225MWh, 2차 연도: 739.281MWh, 3차 연도(개정 전): 104.191MWh, 3차 연도(개정 후): 403.568MWh)
EF_{grid}	전력배출계수(1차 연도~3차 연도(개정 전): 0.4662504tCO _{2eq} /MWh, 3차 연도(개정 후): 0.4594106tCO _{2eq} /MWh)

▶ 본 사례에서는 화석연료 사용이 없었으므로 고효율 보온자재의 사업 배출량은 전력 사용에 따른 연간 배출량과 동일합니다.

▶ 고효율 보온자재 사용에 따른 베이스라인 배출량은 고효율 보온자재 사용에 따른 사업 배출량에서 화석연료 사용유지율(1-고효율 보온자재 설치에 따른 화석연료 사용감축률)을 나눈 값으로 총 2,040.498톤으로 도출되었습니다.

표 34 사비터전영능조합법인 사례의 고효율 보온자재 사용에 따른 사업 배출량

고효율 보온자재 사용에 따른 사업 배출량

$$PE_y = PE_{FF,y} \times PE_{EC,y}$$

PE_y y년도 고효율 보온자재의 사업 배출량(총 1,101.870tCO_{2eq})

$PE_{FF,y}$ 사업 후 y년도 화석연료 사용에 따른 연간 배출량(총 0tCO_{2eq})

$PE_{EC,y}$ 사업 후 y년도 전력 사용에 따른 연간 배출량(총 1,101.870tCO_{2eq}/년)

표 35 사비터전영능조합법인 사례의 고효율 보온자재 사용에 따른 베이스라인 배출량

고효율 보온자재 사용에 따른 베이스라인 배출량

$$BE_{ML,y} = PE_{ML,y} / (1 - RF_y)$$

$BE_{ML,y}$ y년도 고효율 보온자재의 베이스라인 배출량(총 2,040.498tCO_{2eq})

$PE_{ML,y}$ y년도 고효율 보온자재의 사업 배출량(총 1,101.870tCO_{2eq})

RF_y 고효율 보온자재 설치에 따른 화석연료 사용 감축률(46%)

표 36 사비터전영능조합법인 사례의 고효율 보온자재 사용에 따른 총 온실가스 감축량

고효율 보온자재 사용에 따른 총 온실가스 감축량

$$ER_{ML,y} = BE_{ML,y} - PE_{ML,y} - LE_{ML,y}$$

$ER_{ML,y}$ y년도 고효율 보온자재의 감축량(총 938tCO_{2eq})

$BE_{ML,y}$ y년도 고효율 보온자재의 베이스라인 배출량(총 2,040.498tCO_{2eq})

$PE_{ML,y}$ y년도 고효율 보온자재의 사업 배출량(총 1,101.870tCO_{2eq})

$LE_{ML,y}$ y년도 고효율 보온자재의 누출량(총 0tCO_{2eq})

▶ 고효율 보온자재 사용에 따른 베이스라인 배출량은 고효율 보온자재 사용에 따른 사업 배출량에서 화석연료 사용유지율(1-고효율 보온자재 설치에 따른 화석연료 사용감축률)을 나눈 값으로 총 2,040.498톤으로 도출되었습니다.

④ 산정된 베이스라인 배출량 1,755.358톤에서 사업 배출량 1,101.870톤 간의 차이를 계산한 후 고효율 보온자재 사용에 따른 938톤의 감축량을 가산, 3년의 사업기간 동안의 온실가스 배출 감축량은 총 1,592.488톤으로 산출되었습니다(1,755.358-1,101.870+938=1,592.488).

* 누출량은 시스템이 외부로부터 이전되어온 경우가 아니므로 배출량 산정 시 고려하지 않음

4-4. 경남 창원군 버울새송이영농조합의 버섯배양생산시설

- **(방법론)** 농촌지역에서 목재 펠릿을 활용한 연료전환 사업의 방법론(2020년)
- **(개요)** 목재 펠릿으로의 연료전환을 통해 난방을 공급한 사례로 신규로 목재 펠릿 보일러를 설치하고, 이를 3년간 사용해 약 1,352톤의 온실가스 감축실적을 인정받은 사례입니다.
- **(사업 전후 공정)** (사업 전) 살균공정에 필요한 스팀을 생산하기 위해 경유보일러 1.5톤×2기를 가동했고 발생한 스팀은 전량 살균공정에 사용되었으며, (사업 후) 사업 후 기존의 경유보일러 일러 1.5톤/h 2대를 목재 펠릿 보일러 5톤/h 1대로 교체했습니다.
 - ▶ (생산품목) 생산품목은 버섯으로, 이는 배양 및 생산 시 전 살균을 위한 스팀 공급이 필수적입니다.
 - ▶ (설치 설비) 목재 펠릿 저장소, 목재 펠릿 보일러, 멀티 집진기 등의 설비를 설치했습니다.
 - ▶ (시설 운영) 필요 전력은 계통 전력을 사용하며, 비상상황 발생 시 기존의 경유보일러를 가동해 스팀 공급할 수 있도록 했습니다.
- **(스팀 공급 방식)** 버섯배양생산시설에 목재 펠릿 보일러(5톤/h) 1대를 설치하고 살균공정에 돌입할 때 저장된 목재 펠릿을 연소해 스팀을 공급했습니다.

표 37 버울새송이영농조합 사례 개요 및 온실가스 감축 내역

생산품목	시설 분류	사업 기간	총 온실가스 감축량
버섯	버섯배양생산시설	2015.06.01~ 2018.11.30	1,352 (연평균 약 404톤 감축)



그림 17 목재 펠릿 보일러

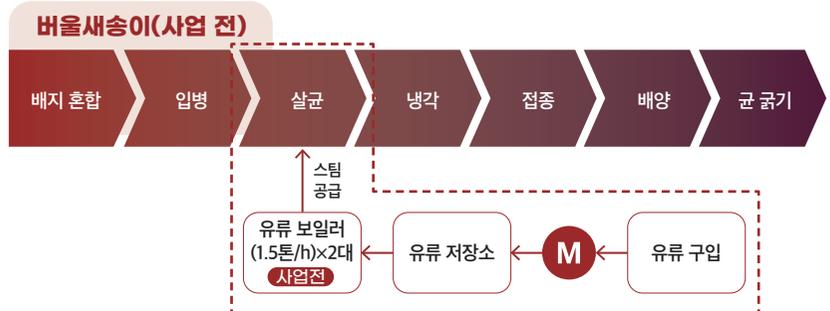


그림 16 버울새송이영농조합 사례의 사업 전 공정

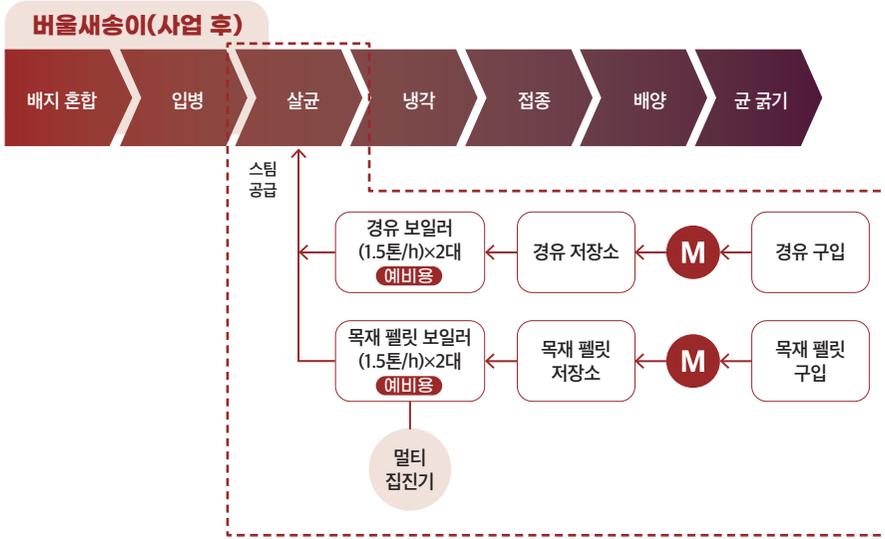


그림 18 버울새송이영농조합 사례의 사업 후 공정

- **(사용 열량 산정)** 사용 열량은 사업 전후 연료 사용량을 집계해 산정했습니다.

 - ▶ 사업 전 데이터는 월별 경유 거래명세서, 사업 후 데이터는 목재 펠릿 거래내역서 입고량 또는 구매량, 고지서 등으로 월별 데이터를 확인했습니다.
 - * 온실가스 감축량 산정 시 사용된 B-C유 사용량은 검·교정된 계측기에 의한 측정량 대신 구매 영수증을 사용해 측정데이터를 활용한다, 등록사업 및 인증실적 관리지침 및 온실가스 배출 감축사업 사업계획서 및 모니터링 보고서 작성지침에 따라 연료유 미터 최대공차인 5.0%(연간 500kL 미만)를 적용함
 - ▶ 목재 펠릿 업체가 공급할 때 계량표에서 목재 펠릿을 계근한 후 운송을 통해 사업장 사일로나 저장장소에 저장하므로, 모니터링 기기의 검정 및 재검정*에 대한 관리는 해당 사업장이 아닌 펠릿 공급업체에서 수행했습니다.
 - * 목재 펠릿 계근대 검교정 성적서 확인이 불가함에 따라 LPG가스미터(무계단위) 최대공차인 3.0%와 연료유 최대공차 5.0% 중 큰 값을 적용해 보수적으로 산정함
- **(감축량 산정 방법)** 2018년 9월부터 2019년 12월까지 14개월에 걸쳐 전력 및 화석연료 사용량을 집계해 감축량을 산정했습니다.

 - * 본 사례는 2020년 종료된 KVER(기존연료에서 목재 펠릿 연료로 전환하는 사업) 방법론을 적용함

① (베이스라인 배출량 산정)

- ▶ (베이스라인 가정) 감축사업 수행 이전에는 경유를 사용하는 유류 보일러를 이용하는 것을 베이스라인으로 설정했습니다(목재 펠릿 보일러 미사용).
- ▶ 전력 사용량은 집계되지 않았으므로 베이스라인 배출량에 포함되지 않습니다.
- ▶ 연간사용량, 순발열량, 이산화탄소 배출계수를 곱한 값의 합으로 총 1,860.85톤의 배출량을 산정했습니다.

표 38 **버울새송이영농조합 사례의 베이스라인 배출량**

버울새송이영농조합 사례의 베이스라인 배출량	
$BE = \sum_j (FC_{j,BL} \times NCV_j \times EF_{FF,j})$	
BE	베이스라인 연간 총 배출량(총 1,860.85tCO ₂ -eq)
FC _{j,BL}	베이스라인 공정 j에서의 기존연료(경유)의 연간 사용량(205,770L/yr)
NCV _j	기존연료(경유)의 연평균 순발열량(35.3MJ/l)
EF _{FF,j}	기존연료(경유)의 이산화탄소 배출계수(74,100kgCO ₂ /TJ)

- ▶ 기준 활동량을 고려한 베이스라인 단위 배출량 계산식은 다음과 같으며, 연간 동일한 베이스라인 단위의 배출량인 0.7410tCO₂/GJ를 도출했습니다.

표 39 **버울새송이영농조합 사례의 베이스라인 단위 배출량**

버울새송이영농조합 사례의 베이스라인 단위 배출량	
$U_{BL} = BE/Q_{BL}$	
U _{BL}	베이스라인 단위 배출량(0.7410CO ₂ /GJ)
BE	베이스라인 연간 총 배출량 (269.12tCO ₂ /6개월: 2015.06~2015.11, 538.24tCO ₂ /년: 2015.12~2018.11)
Q _{BL}	베이스라인 기준 활동량 (3,631.84GJ/6개월: 2015.06~2015.11, 7,263.68GJ/년: 2015.12~2018.11)

- ② (사업 배출량 산정) 전담기관 고시값으로 목재 펠릿의 탄소배출계수 0을 적용하므로 사업 후 배출량은 0으로 산정되었습니다.
- ③ (누출량 산정) 사업 활동으로 인해 사업경계 밖의 온실가스 배출량의 변화로 기술적으로 계측 가능한 배출량을 누출량으로 산정했습니다.
 - ▶ 각 해의 연간 목재 펠릿 사용량에 목재 펠릿 생산누출계수를 곱해 누출량을 산출했습니다.

표 40 버울새송이영농조합 사례의 누출량

버울새송이영농조합 사례의 누출량

$$LE_y = FC_{jk,PIy} \times EF_{CO_2,LE}$$

	y년도 사업 후 누출량
LE_y	(66.35tCO ₂ : 2015.06~2015.11, 130.28tCO ₂ : 2015.12~2016.11, 115.12tCO ₂ : 2016.12~2017.11, 123.59tCO ₂ : 2017.12~2018.11)
	y년도 사업 후 공정 j에서의 목재 펠릿 k의 연간사용량
$FC_{jk,PIy}$	(396.84t: 2015.06~2015.11, 779.17t: 2015.12~2016.11, 668.51t: 2016.12~2017.11, 739.15t: 2017.12~2018.11)
$EF_{CO_2,LE}$	목재 펠릿 생산 누출계수(0.1672tCO ₂ /t)

④ (온실가스 감축량 산정) 베이스라인과 사업 후의 온실가스 단위 배출량의 차이에 연간 활동량을 곱한 값에 누출량 및 사업 후 배출량을 감산한 후 공차를 차감해 연간 감축량을 도출했습니다.

표 41 버울새송이영농조합 사례의 총 온실가스 감축량

버울새송이영농조합 사례의 온실가스 감축량

$$ER_y = [(U_{BL} - U_{PIy}) \times Q_{PIy} \times (1 - PE_{y,boiler})] - LE_y \times (1 - Tol)$$

	y년도 연간 온실가스 배출 감축량
ER_y	(189.51tCO ₂ : 2015.06~2015.11, 381.33tCO ₂ : 2015.12~2016.11, 395.73tCO ₂ : 2016.12~2017.11, 387.68tCO ₂ : 2017.12~2018.11)
U_{BL}	베이스라인 단위 배출량(0.07410)
U_{PIy}	y년도 사업 후 단위 배출량(0)
	y년도 사업 후 연간 활동량
Q_{PIy}	(3,631.84GJ: 2015.06~2015.11, 7,263.68GJ: 2015.12~2018.11)
$PE_{y,boiler}$	y년도 사업 후 온실가스 발생량(경유: 0.0122)
	y년도 사업 후 누출량
LE_y	(66.35tCO ₂ : 2015.06~2015.11, 130.28tCO ₂ : 2015.12~2016.11, 115.12tCO ₂ : 2016.12~2017.11, 123.59tCO ₂ : 2017.12~2018.11)
Tol	연료유 미터 최대공차(0.05)

▶ 산정된 베이스라인 배출량 1,860.85톤에서 누출량 435.34톤 간의 차이를 계산한 후, 연료유 미터의 공차 5%를 차감해, 3년 5개월의 사업기간 동안의 총 온실가스 배출 감축량은 약 1,352톤으로 산출되었습니다((1,860.85-435.34)×(1-0.05)=1,352.2345).

Appendix

05

5-1 (Appendix 1) 농축산 부문 외부사업 배출량 산정 방법론 [16종]	66
5-2 (Appendix 2) 주요 배출계수 및 항목별 지표값	84
5-3 (Appendix 3) 주요 용어 정리	89
참고문헌	92

05 Appendix

Appendix

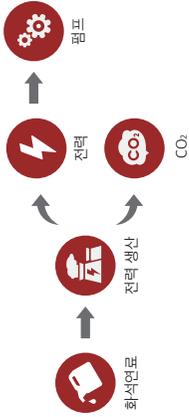
5-1. (Appendix 1) 농축산 부문 외부사업 배출량 산정 방법론 [16중]

5-1-1. 농업용수공급시스템의 인버터 방식 펌프 설치를 통한 온실가스 감축 방법론

- (방법) 농업용수를 공급하는 양수장에 에너지 고효율 인버터 방식 펌프를 설치해 공급 펌프의 전력 사용량 절감을 통해 온실가스 감축

기존 베이스라인 시나리오 및 산정 방법

인버터 방식이 아닌 일반 펌프 사용



$$\text{산정식 } BE_y = (\sum_{i,h} \text{PB}_{\text{BL},i,h} \times t_{i,h}) \times EF_{\text{grid}} \times 10^{-3}$$

- BE_y y년도 베이스라인 배출량(tCO_{2e}/년)
- $P_{\text{BL},i,h}$ 기동시간(h)에 따른 일반 펌프 의 소비전력(kW)
- $t_{i,h}$ y년도 시간범위(시점) h에서 베이스라인 펌프 의 기동시간(h)
- EF_{grid} 계통전력 배출계수(tCO_{2e}/MWh)
- i 베이스라인 펌프 구분 기호
- h 모니터링 기간 중 펌프 기동시간

- [소비전력 산정] 프로젝트에 사용하는 펌프의 평균 유량값과 베이스라인 펌프의 추동력(kW)를 활용해 베이스라인 펌프의 소비전력($P_{\text{BL},i,h}$)을 계산함
- ▶ 유량 대 추동력(Brake horsepower, BHP) 성능곡선은 제조사에서 제공하는 값을 활용
- 기동시간(h)은 실제 기동시간을 분 단위로 적용함

프로젝트 시나리오

인버터 방식 펌프와 부대설비 가동에 의한 온실가스 배출량 산정



$$\text{산정식 } PE_y = EC_{P,y} \times EF_{\text{grid}}$$

- PE_y y년도 사업 배출량(tCO_{2e}/년)
- $EC_{P,y}$ y년도 프로젝트 펌프 전력 사용량(MWh/년)
- EF_{grid} 계통전력 배출계수(tCO_{2e}/MWh)

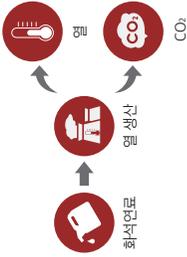
- [프로젝트 펌프 전력 사용량] 공급 펌프의 모니터링을 통해 실측 데이터 기반으로 산정함
- [계통전력 배출계수]: 0.4567(Appendix 2)의 배출계수 표 참고)

5-1-3. 농촌지역 지열에너지를 이용한 화석연료 사용량 절감 사업의 방법론(2020년)

- (유형) 지열에너지시스템(지하수·지열 등을 활용해 히트펌프, 열교환기를 통한 냉난방유지시스템) 설치를 통해 기존 냉난방 설비의 화석연료 및 전기 대체

[기준] 베이스라인 시나리오 및 선정 방법

[냉난방유지] 화석연료 및 전력을 사용해 냉난방



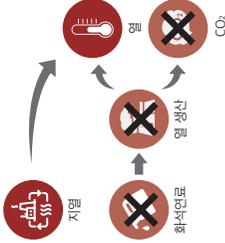
- [선정 방법 1] 사업 후 열량 축정이 가능한 경우 $BE_{\text{heat/cold,y}} = (EG_{\text{Gly}} \times \eta_{\text{heat/cold,bl,ff}}) \times EF_{\text{BL,FF}}$

$BE_{\text{heat/cold,y}}$ 지열에너지로부터 공급된 연간 냉난방 베이스라인 배출량(CO_2 /년)
 EG_{Gly} 사업 후 y년도 지열에너지시스템을 활용해 공급된 냉난방열량($\text{GJ}/\text{년}$)
 $\eta_{\text{heat/cold,bl,ff}}$ 베이스라인 냉난방설비의 효율(%)
 $EF_{\text{BL,FF}}$ 베이스라인 화석연료의 이산화탄소 배출계수 및 전력배출계수(CO_2/GJ)

- [선정 방법 2] 최저난방부하법 적용(온예시실 한정해 선정 방법 2 선택 가능)
 - ▶ (부록 1) 최저난방부하법 참고, 다음과 같은 요소들을 파악해야 함
 - ① 설계도, 준공서 또는 이용검토서 등을 통해 하우스의 표면적을 확인해야 함
 - ② 온실지열시스템 난방부하계산프로그램을 사용해 열관류율(난방부하계수)과 하우스 피복 자체의 열전달률을 확인해야 함
 - ③ 베이스라인 난방설비의 효율을 인증서(시험장지서)나 제품 사양서를 통해 확인해야 하며, 확인 불가 시 100%로 적용됨
 - ④ 베이스라인 화석연료의 이산화탄소 배출계수 또는 전력배출계수를 파악해야 함(주요 배출계수 세션 참고)
 - ⑤ 재배 작품의 생육 최저 실내 온도 및 재배기간의 일평균 외기 온도를 측정해야 함
 - ⑥ 기상청 자료, 측정, 설비 가동시간 등을 통해 일일 난방시간을 집계해야 함

프로젝트 시나리오

지열에너지시스템을 이용해 화석연료 및 전력을 대체해 온실가스 배출 저감



- [선정식 1] 전력 사용 $PE_{\text{E,y}} = EC_{\text{P,y}} \times EF_{\text{grid}}$

$PE_{\text{E,y}}$ y년도 사업 배출량(CO_2 /년)
 $EC_{\text{P,y}}$ 사업 후 y년도 전력 사용량($\text{MWh}/\text{년}$)
 EF_{grid} 전력배출계수(CO_2 /MWh)

- ▶ 선정 방법과 관계없이 공통적으로 선정해 사업 배출량으로 반영함

- [선정식 2] 화석연료 사용 $PE_{\text{FF,y}} = \sum (FC_{\text{P,i}} \times NCV_{\text{P,i}}) \times EF_{\text{FF,i}} \times 10^{-3}$

$PE_{\text{FF,y}}$ 화석연료로 공급된 연간 난방 사업 배출량(CO_2 /년)
 $FC_{\text{P,i}}$ 사업 후 화석연료 의 연간 사용량(CO_2 /년)
 $NCV_{\text{P,i}}$ 사업 후 화석연료 의 순발열량($\text{MJ}/\text{kg, LNm}^3$)
 $EF_{\text{FF,i}}$ 베이스라인 화석연료의 이산화탄소 배출계수(CO_2/GJ)

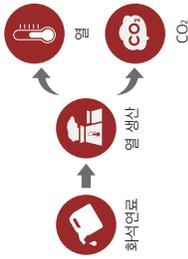
- ▶ 선정 방법 2 사용 시 선정해 사업 배출량으로 반영함
 - * 고효율 보온자재 사용 시(부록 2) 고효율 보온자재 감축량 산정을 활용해 감축량을 추가로 도출하고 최종 감축량 산정에 포함하며, 고효율 보온자재 설치에 따른 화석연료 사용 감축률(%)이 감안되어야 함(연동 비닐하우스 감축계수는 46%, 단독 비닐하우스의 감축계수는 38%임)

5-1-4. 순환식 수막재배를 이용한 화석연료 사용량 절감 방법론

- (유형) 순환식 수막재배를 이용해 난방열을 생산하는 화석연료 사용량을 절감

기준) 베이스라인 시나리오 및 산정 방법

수막하우스를 설치하지 않고
기준에 사용하던 화석연료
또는 전력을 이용해
난방열을 공급



- [산정식] $BE_y = Q_y \times EF_{BL,FF}$

BE_y	y년도의 베이스라인 연간 배출량(CO_2 eq/년)
Q_y	y년도의 최저난방부하량(G/년)
$EF_{BL,FF}$	베이스라인 화석연료의 이산화탄소 배출계수 또는 전력배출계수(CO_2 eq/G)

* 최저난방부하량(Q_y) 산출은 (부록 1) 최저난방부하법 참고

▶ 최저난방부하량 산출을 위해 다음과 같은 요소들을 파악해야 함

- 1 설계도, 준공서 또는 이용검토서 등을 통해 하우스의 표면적을 확인해야 함
- 2 온실지열시스템 난방부하계산프로그램을 사용해 열관류율(난방부하계수와 하우스 피복 자체의 열전달률을 확인해야 함
- 3 베이스라인 난방설비의 효율을 인증서(시험성적서)나 제품 사양서를 통해 확인해야 하며, 확인 불가 시 100%로 적용됨
- 4 베이스라인 화석연료의 이산화탄소 배출계수 또는 전력배출계수를 파악해야 함(주요 배출계수 세션 참고)
- 5 재배 작물의 생육 최저 실내 온도 및 재배기간의 일평균 외기 온도를 측정해야 함
- 6 기상청 자료, 측정, 셀비 기동시간 등을 통해 일일 난방시간을 집계해야 함

프로젝트 시나리오

수막하우스를 설치하고
지하수로 기존에 사용하던
화석연료 또는 전력을 대체해
난방열을 공급



- [산정식 1] 전력 사용 $PE_y = EC_{PJ} \times EF_{grid}$

PE_y	사업 후 y년도 전력 사용에 따른 사업 배출량(CO_2 eq/년)
EC_{PJ}	사업 후 y년도 전력 사용량(MMWh/년)
EF_{grid}	전력배출계수(CO_2 eq/MMWh)

- [산정식 2] 화석연료 사용 $PE_{FF,y} = \sum_i (FC_{P,i} \times NCV_{P,i} \times EF_{FF,i} \times 10^{-3})$

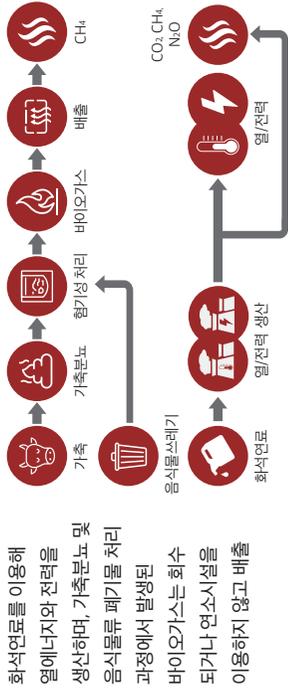
$PE_{FF,y}$	사업 후 화석연료로 공급된 연간 사업 배출량(CO_2 eq/년)
$FC_{P,i}$	사업 후 화석연료 의 연간 사용량(CO_2 eq/년)
$NCV_{P,i}$	사업 후 화석연료 의 순발열량(MJ/kgL, Nm ³)
$EF_{FF,i}$	사업 후 화석연료 의 이산화탄소 배출계수(CO_2 /G)

* 고효율 보온자재 사용 시(부록 2) 고효율 보온자재 감축량 산정을 활용해 감축량을 추가로 도출하고 최종 감축량 산정에 포함하며, 고효율 보온자재 설치에 따른 화석연료 사용 감축률(%)이 감소되어야 함(연동 비닐하우스 감축계수는 46%, 단동 비닐하우스의 감축계수는 38%임)

5-1-5. 농촌지역 바이오가스 플랜트를 활용한 에너지 생산 및 이용 사업의 방법론(2020년)

- (유형) 가축분뇨 및 음식물류 폐기물의 혐기조각 처리에서 발생하는 바이오가스를 플랜트로 회수해 연소함으로써 열이나 전력을 생산

[기초] 베이스라인 시나리오 및 산정 방법



• [산정식 1] 가축분뇨 처리 $BE_{manure,y} = \sum_{LT} N_{LT,y} \times EF_{L,CH_4} \times GWP_{CH_4}$

- $BE_{manure,y}$ y년도 가축분뇨 처리에 따른 베이스라인 배출량(tCO_{2e}/년)
- $N_{LT,y}$ 가축분뇨 수거대상 축사의 가축종류별 y년도 평균 사육두수(두)
- EF_{L,CH_4} 가축종류 L의 메탄 배출계수(가축분뇨 처리)(kgCH₄/두/년)
- GWP_{CH_4} 메탄의 지구온난화지수
- LT 축산농가에서 사용되는 가축종류(Livestock)

• [산정식 2] 음식물 폐기물 처리 $BE_{foodwaste,y} = Q_{foodwaste,y} \times EF_{CH_4,tw} \times GWP_{CH_4}$

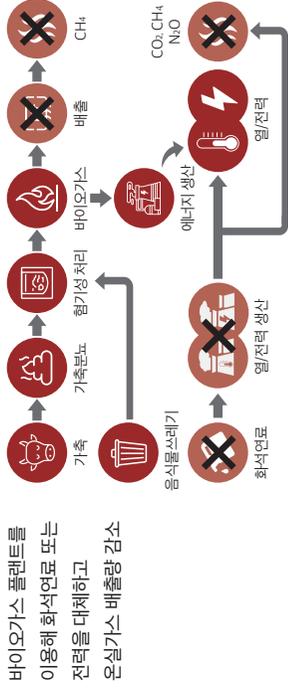
- $BE_{foodwaste,y}$ y년도 음식물류 폐기물 처리 관련 베이스라인 연간 배출량(tCO_{2e}/년)
- $Q_{foodwaste,y}$ 바이오가스 플랜트에 투입되는 음식물류 폐기물 처리량(kg/년)
- $EF_{CH_4,tw}$ 음식물류 폐기물 처리의 메탄 배출계수(가축분뇨 처리)(gCH₄/kg)
- GWP_{CH_4} 메탄의 지구온난화지수

• [산정식 3] 전력 생산 $PE_y = EC_{By} \times EF_{grid}$

- PE_y y년도 사업 배출량(tCO_{2e}/년)
- EC_{By} 사업 후 y년도 전력 사용량(MWh/년)
- EF_{grid} 전력배출계수(tCO_{2e}/MWh)

• 열에너지 사용에 대한 산정식은 열량 측정 가능 여부에 따라 두 가지로 나뉘지며, 방법론 원문 참고 필요

프로젝트 시나리오



• [산정식 1] 전력 사용 $PE_y = EC_{By} \times EF_{grid}$

- PE_y y년도 사업 배출량(tCO_{2e}/년)
- EC_{By} 사업 후 y년도 전력 사용량(MWh/년)
- EF_{grid} 전력배출계수(tCO_{2e}/MWh)

• [산정식 2] 화석연료 사용 $PE_{FF,y} = \sum (FC_{PJ,y} \times NCV_{PJ,y} \times EF_{FF,y} \times 10^{-3})$

- $PE_{FF,y}$ 화석연료로 공급된 연간 난방 사업 배출량(tCO_{2e}/년)
- $FC_{PJ,y}$ 사업 후 화석연료 의 연간 사용량(tCO_{2e}/년)
- $NCV_{PJ,y}$ 사업 후 화석연료 의 순발열량(MJ/kg,LNm³)
- $EF_{FF,y}$ 베이스라인 화석연료의 이산화탄소 배출계수(tCO₂/GJ)

- [누출량 산정] 누출량을 도출해 감축량 산정에 활용함

산정식 $LE_y = (BE_{manure,y} \times BE_{foodwaste,y}) \times 5\%$

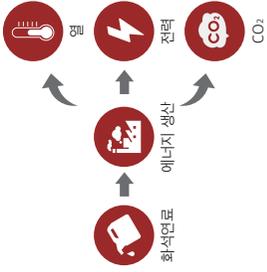
- LE_y y년도 사업 누출량(tCO_{2e}/년)
- $BE_{manure,y}$ y년도 분뇨 혐기처리에 따른 베이스라인 CH₄ 배출량(tCO_{2e}/년)
- $BE_{foodwaste,y}$ y년도 음식물류 폐기물 혐기처리에 따른 베이스라인 CH₄ 배출량(tCO_{2e}/년)

5-1-6. 커피박 펠릿을 활용한 연료 전환 사업의 방법론(2020년)

- (유형) 커피박 펠릿을 활용해 열 또는 전력을 활용해서 화석연료 및 계통 전력으로 인한 온실가스 배출을 감축하는 사업

기준 베이시라인 시나리오 및 산정 방법

화석연료 또는 계통전력에 의한
에너지 생산에 따라
온실가스 배출



- [산정식 1] 열 생산 $BE_{\text{heaty}} = (EG_{\text{Ply}} / \eta_{\text{BL,FF}}) \times EF_{\text{BL,FF}}$

BE_{heaty}	y년도 난방 베이시라인 배출량($\text{CO}_2\text{-eq/년}$)
EG_{Ply}	사업 후 y년도 커피박 펠릿을 활용해 공급된 난방열량(GJ/년)
$\eta_{\text{BL,FF}}$	베이시라인 난방설비의 효율(%)
$EF_{\text{BL,FF}}$	베이시라인 화석연료의 이산화탄소 배출계수 및 전력배출계수($\text{CO}_2\text{/GJ}$)

* 원에너지에 한정해 열 생산 산정식을 최저난방부하 계산법으로 대체 가능함

- ▶ (부록 1) 최저난방부하법 참고
- * 소규모 감축사업일 경우 열 생산에 따른 연간 배출량 별도의 산정 방법 적용이 가능함(방법론 원문 참고 필요)

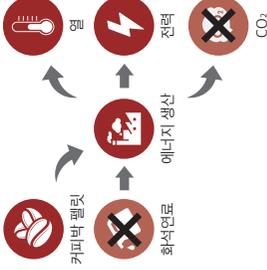
- [산정식 2] 열 생산 $BE_{\text{elecY}} = EG_{\text{elecPly}} \times EF_{\text{grid}}$

BE_{elecY}	y년도 전력생산에 따른 베이시라인 배출량($\text{CO}_2\text{-eq/년}$)
EG_{elecPly}	사업 후 y년도 커피박 펠릿을 활용해 생산된 전력량(MWh/년)
EF_{grid}	전력배출계수($\text{CO}_2\text{-eq/MWh}$)

* 전력 생산 사업일 경우 생산된 전력은 계통으로 공급되어야 함

프로젝트 시나리오

커피박 펠릿을 이용한
난방열 생산으로 기존
화석연료 또는 계통전력 대체



- [산정식 1] 전력 사용 $PE_{\text{Fiy}} = EC_{\text{Piy}} \times EF_{\text{grid}}$

PE_{Fiy}	y년도 사업 배출량($\text{CO}_2\text{-eq/년}$)
EC_{Piy}	사업 후 y년도 전력 사용량(MWh/년)
EF_{grid}	전력배출계수($\text{CO}_2\text{-eq/MWh}$)

- [산정식 2] 화석연료 사용 $PE_{\text{Fiy}} = \sum (FC_{\text{Piy}} \times \text{NCV}_{\text{Piy}} \times EF_{\text{Fiy}} \times 10^{-3})$

PE_{Fiy}	화석연료로 공급된 연간 난방 사업 배출량($\text{CO}_2\text{-eq/년}$)
FC_{Piy}	사업 후 화석연료 의 연간 사용량($\text{CO}_2\text{-eq/년}$)
NCV_{Piy}	사업 후 화석연료 의 순발열량(MJ/kg L.Nm)
EF_{Fiy}	사업 후 화석연료 의 이산화탄소 배출계수($\text{tCO}_2\text{/GJ}$)

* 커피박 펠릿을 활용한 감축사업일 경우 커피박 펠릿 기공과정에서의 누출량을 산정하고 감축량 산정에 활용함

- ▶ 생산 누출계수 적용법 또는 실제 누출량 산정법을 적용해 누출량을 산정함(방법론 원문 참고 필요)
- ▶ 커피박 펠릿 생산을 위해 사용된 연단위 전력 및 화석연료 사용량, 사용된 화석연료의 순발열량 및 이산화탄소 배출계수 등이 산출에 필요함

5-1-7. 농촌지역에서 히트펌프를 이용한 온실가스 감축 사업의 방법론(2020년)

- (유형) 히트펌프를 설치해 사업 이전의 냉난방 설비에서 사용된 화석연료 및 전기를 대체함

[기초] 베이스라인 시나리오 및 선정 방법

화석연료 또는 계통전력에 의한 에너지 생산에 따라 온실가스 배출



- [선정식 1] 열 생산 $BE_{\text{heat/coldy}} = (EG_{\text{Ply}} / \eta_{\text{heat/cold, BL, FF}}) \times EF_{\text{BL, FF}}$

$BE_{\text{heat/coldy}}$	히트펌프로부터 공급된 연간 냉난방 베이스라인 배출량(tCO ₂ e/년)
EG_{Ply}	사업 후 y년도 히트펌프시스템을 활용해 공급된 냉난방열량(GJ/년)
$\eta_{\text{heat/cold, BL, FF}}$	베이스라인 냉난방설비의 효율(%)
$EF_{\text{BL, FF}}$	베이스라인 화석연료의 이산화탄소 배출계수 및 전력배출계수(tCO ₂ /GJ)

- [선정식 2] 최저난방부하법 적용(원예시설 한정해 선택 가능)

▶ (부록 1) 최저난방부하법 참고, 다음과 같은 요소들을 파악해야 함

- 1 설계, 준공서 또는 이용검토서 등을 통해 하우스의 표면적을 확인해야 함
- 2 온실지열시스템 난방부하계산프로그램을 사용해 열관류율(난방부하계수)과 하우스 피복 자체의 열질감률을 확인해야 함
- 3 베이스라인 난방설비의 효율을 인증서(시험성적서)나 제품사용서를 통해 확인해야 하며, 확인불가 시 100%로 적용됨
- 4 베이스라인 화석연료의 이산화탄소 배출계수 또는 전력배출계수를 파악해야 함(주요 배출계수 세션 참고)
- 5 재배 작물의 생육 최저 실내 온도 및 재배기간의 일평균 외기 온도를 측정해야 함
- 6 기상청 자료, 측정, 설비 가동시간 등을 통해 일일 난방시간을 집계해야 함

프로젝트 시나리오

히트펌프를 이용한 난방열 생산으로 기존 화석연료 또는 계통전력 대체



- [선정식 1] 전력 사용 $PE_y = EC_{\text{Ply}} \times EF_{\text{grid}}$
- | | |
|--------------------|----------------------------------|
| PE_y | y년도 사업 배출량(tCO ₂ e/년) |
| EC_{Ply} | 사업 후 y년도 전력 사용량(MWh/년) |
| EF_{grid} | 전력배출계수(tCO ₂ e/MWh) |

* 소규모 감축사업의 경우 열원생산을 목적으로 사용된 전력량 이외의 전력 사용량(ex. 난방을 위해 보조적으로 설치된 전력 사용설비의 전력 사용)은 선정에서 제외함

- [선정식 2] 화석연료 사용 $PE_{\text{FFy}} = \sum_i (FC_{\text{Ply}, i} \times NCV_{\text{Ply}, i} \times EF_{\text{FF}, i} \times 10^{-3})$

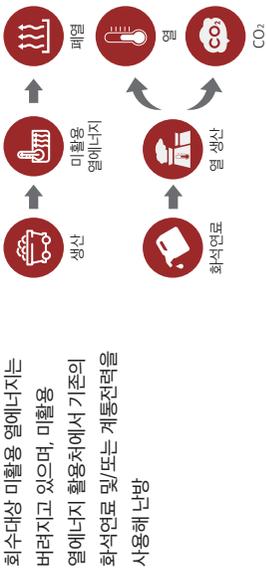
PE_{FFy}	화석연료로 공급된 연간 난방 사업 배출량(tCO ₂ e/년)
FC_{Ply}	사업 후 화석연료 i의 연간 사용량(tCO ₂ e/년)
$NCV_{\text{Ply}, i}$	사업 후 화석연료 i의 순발열량(MJ/kg, Nm ³)
$EF_{\text{FF}, i}$	사업 후 화석연료 i의 이산화탄소 배출계수(tCO ₂ /GJ)

* 선정 방법 1에는 선정식 1을 통해 도출한 배출량을, 선정 방법 2에는 선정식 1과 선정식 2를 통해 도출한 배출량들을 합산한 값을 사업 후 배출량으로 상정함

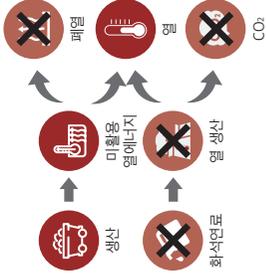
5-1-8. 농촌지역에서 미활용 열에너지를 이용한 화석연료 사용량 절감사업의 방법론(2020년)

- (유형) 미활용 열에너지를 회수해 난방열원으로 사용함으로써 화석연료 및 전력 사용량을 절감해 온실가스를 감축하는 사업

기존 베이스라인 시나리오 및 선정 방법



회수대상 미활용 열에너지는
버려지고 있으며, 미활용
열에너지 활용처에서 기존의
화석연료 및/또는 계통전력을
사용해 난방



버려지던 미활용 열에너지를
회수해 난방열 공급

- [선정 방법 1] 사업 후 열량 축적이 가능한 경우

$$BE_y = (EC_{heat,Py} / \eta_{BL,FF}) \times EF_{BL,FF}$$

선정식
 BE_y 연간 베이스라인 배출량(tCO_2e /년)
 $EC_{heat,Py}$ 사업 후 y년도 미활용열에너지를 활용해 공급된 난방열량(GJ/년)
 $\eta_{BL,FF}$ 베이스라인 난방설비의 효율(%)
 $EF_{BL,FF}$ 베이스라인 화석연료의 이산화탄소 배출계수 및 전력배출계수(tCO_2e /GJ)

- [선정 방법 2] 최저난방부하 적용(원예시설 한정해 선택 가능)
 - ▶ (부록 1) 최저난방부하법 참고, 다음과 같은 요소들을 파악해야 함
 - 1 설계도, 준공서 또는 이용검토서 등을 통해 하우스의 표면적을 확인해야 함
 - 2 온실지열시스템 난방부하계산프로그램을 사용해 연간류용(난방부하계수)과 하우스 피복 자재의 열전달률을 확인해야 함
 - 3 베이스라인 난방설비의 효율을 인증서(시험성적서)나 제품 사양서를 통해 확인해야 하며, 확인불가 시 100%로 적용됨
 - 4 베이스라인 화석연료의 이산화탄소 배출계수 또는 전력배출계수를 파악해야 함(주요 배출계수 세션 참고)
 - 5 재배 직물의 생육 최저 실내 온도 및 재배기간의 일평균 외기 온도를 측정해야 함
 - 6 기상청 자료, 측정, 설비 가동시간 등을 통해 일일 난방시간을 집계해야 함

- [선정식 1] 전력 사용 $PE_y = EC_{PJ} \times EF_{grd}$

PE_y 사업 후 y년도 추가 전력 사용에 따른 연간 배출량(tCO_2e /년)
 EC_{PJ} 사업 후 y년도 추가 전력 사용량(MMWh/년)
 EF_{grd} 전력배출계수(tCO_2e /MMWh)

- [선정식 2] 화석연료 사용 $PE_{FF,y} = \sum (FC_{PJ,i} \times NCV_{FF,i} \times EF_{FF,i} \times 10^{-3})$

$PE_{FF,y}$ 화석연료로 공급된 연간 난방 사업 배출량(tCO_2e /년)
 $FC_{PJ,i}$ 사업 후 화석연료 i의 연간 사용량(tCO_{2e} /년)
 $NCV_{PJ,i}$ 사업 후 화석연료 i의 순발열량(MJ/kg, Nm³)
 $EF_{FF,i}$ 사업 후 화석연료 i의 이산화탄소 배출계수(tCO_2 /GJ)

- 선정 방법 1에는 선정식 1을 통해 도출한 배출량을, 선정 방법 2에는 선정식 1과 선정식 2를 통해 도출한 배출량들을 합산한 값을 사업 후 배출량으로 상정함
- 고효율 보온자재 사용 시(부록 2) 고효율 보온자재 감축량 산정을 활용해 감축량을 추가로 도출하고 최종 감축량 산정에 포함하며, 고효율 보온자재 설치에 따른 화석연료 사용 감축률(%)이 감안되어야 함(연동 비닐하우스 감축계수는 46%, 단동 비닐하우스의 감축계수는 38%임)

5-1-9. 농촌지역에서 목재 펠릿을 활용한 연료전환 사업의 방법론(2020년)

- (유형) 목재 펠릿을 활용해 난방열을 생산함으로써 기존 화석연료 및 전력 사용을 대체

[기초] 베이스라인 시나리오 및 선정 방법

화석연료 또는 전력을 사용해 열에너지 생산·이용



- [선정 방법 1] 사업 후 열량 측정이 가능한 경우

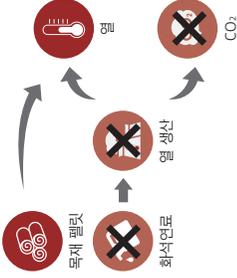
선정식 $BE_{\text{heat,y}} = (E_{\text{heat,P/y}} / \eta_{\text{B,LF}}) \times EF_{\text{B,LF}}$

$BE_{\text{heat,y}}$ 지역에너지로부터 공급된 연간 난방 베이스라인 배출량($\text{tCO}_2\text{e/y}$ /년)
 $E_{\text{heat,P/y}}$ 사업 후 y년도 목재 펠릿을 활용해 공급된 난방열량(GJ /년)
 $\eta_{\text{B,LF}}$ 베이스라인 난방설비의 효율(%)
 $EF_{\text{B,LF}}$ 베이스라인 화석연료의 이산화탄소 배출계수 및 전력배출계수($\text{tCO}_2\text{/GJ}$)

- [선정 방법 2] 최저난방부하법 적용(원예시설 한정해 선택 가능)
 - ▶ (부록 1) 최저난방부하법 참고, 다음과 같은 요소들을 파악해야 함
 1. 설계도, 준공서 또는 이용검토서 등을 통해 하우스의 표면적을 확인해야 함
 2. 온실지역시스템 난방부하계산프로그램을 사용해 열관류율(난방부하계수)과 하우스 피복 자체의 열질감률을 확인해야 함
 3. 베이스라인 난방설비의 효율을 인증서(시험장지서)나 제품 사양서를 통해 확인해야 하며, 확인불가 시 100%로 적용됨
 4. 베이스라인 화석연료의 이산화탄소 배출계수 또는 전력배출계수를 파악해야 함(주요 배출계수 세션 참고)
 5. 재배 직물의 생육 최저 실내 온도 및 재배기간의 일평균 외기 온도를 측정해야 함
 6. 기상청 자료, 측정, 설비 가동시간 등을 통해 일일 난방시간을 집계해야 함

프로젝트 시나리오

목재 펠릿을 이용한 난방열 생산으로 기존 화석연료 또는 계통전력 대체



- [선정식 1] 전력 사용 $PE_y = EC_{PJ} \times EF_{\text{grid}}$

PE_y y년도 사업 배출량($\text{CO}_2\text{e/y}$ /년)
 EC_{PJ} 사업 후 y년도 전력 사용량(MWh/년)
 EF_{grid} 전력배출계수($\text{CO}_2\text{e/MWh}$)

- [선정식 2] 화석연료 사용 $PE_{\text{FF,y}} = \sum (FC_{P,i} \times NCV_{P,i} \times EF_{\text{FF,i}} \times 10^{-3})$

$PE_{\text{FF,y}}$ 화석연료로 공급된 연간 난방 사업 배출량($\text{CO}_2\text{e/y}$ /년)
 $FC_{P,i}$ 사업 후 화석연료 의 연간 사용량($\text{tCO}_2\text{e/y}$ /년)
 $NCV_{P,i}$ 사업 후 화석연료 의 순발열량(MJ/kg, Nm³)
 $EF_{\text{FF,i}}$ 사업 후 화석연료 의 이산화탄소 배출계수($\text{CO}_2\text{/GJ}$)

- * 목재 펠릿을 활용한 감축사업일 경우 커피백 목재 가공 및 수송과정에서의 누출량을 선정하고 감축량 산정에 활용함
- ▶ 생산 누출계수 적용법과 수송 누출계수 적용법 또는 실제 누출량 산정법을 적용해 누출량을 산정함(방법론 원문 참고 필요)
- ▶ 목재 펠릿 생산 및 수송을 위해 사용된 연단위 전력 및 화석연료 사용량, 사용된 화석연료의 순발열량 및 이산화탄소 배출계수, 바이오매스 부산물의 수송거리, 운송 화물량, 목재 펠릿 사용량 등이 산출에 필요함

5-1-10. 부산물 비료를 이용한 질소질 비료 사용 저감 방법론(2017년)

- (유형) 부산물 비료를 이용해 질소질 비료 사용을 절감하고, 농경지의 N₂O 배출 감축

기준) 베이스라인 시나리오 및 산정 방법

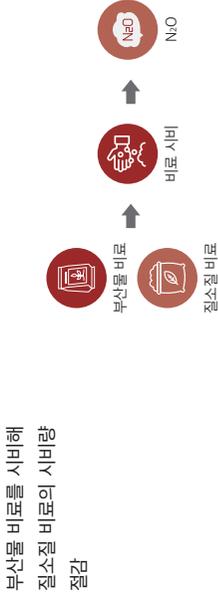


• [산정식] $BE_{N_2O} = ha \times BAR \times F_{N_2O} \times EF_{CO_2-eq,N_2O}$

BE_{N_2O}	y년도 베이스라인 배출량(CO _{2-eq} /년)
ha	농작물 재배 면적(ha)
BAR	사업 전 토지면적당 질소질 비료 평균 투입량(t-비료/ha·년)
F_{N_2O}	비료 제품별 질소 유효성분 함유율%(t-N/t-비료)
EF_{CO_2-eq,N_2O}	비료 별, 농경지의 질소 시비량당 CO _{2-eq} 배출계수(CO _{2-eq} /t-N)

- [평균 투입량 산정] 비료 구매내역을 통해 질소질 비료의 평균 투입량을 확인해 산정함
 - ▶ 자료가 관리되지 않아 비료량을 확인할 수 없는 경우, 국가 혹은 지자체 통계자료, 토양한 경정보시시스템(비료사용처방서)을 활용해 비료 투입량을 산정함(항목별 지표값 참조)
 - ▶ 비료 종류별 질소 유효성분 중 낮은 질소 성분율을 갖는 비료를 기준으로 해 산정함(항목 별 지표값 참조)
 - [질소 유효성분 함유율] 제품사양서 또는 공급자로부터 정보를 제공받고 기록 및 보관함
 - ▶ 사업활동 이전 사용한 비료의 질소 유효성분 함유율을 확인할 수 없을 시 항목별 지표값 내 표(질소 유효성분 함유율)를 참조해 적용함
 - [질소 시비량당 배출계수] 주요 배출계수 세션을 참고해야 함

프로젝트 시나리오



• [산정식] $PE_{N_2O} = \sum[(Q_{Fe,y} \times FR_{Fe,y} \times EF_{N_2O,Fe}) + (Q_{On,y} \times FR_{On,y} \times EF_{N_2O,On})]$

PE_{N_2O}	y년도 사업 배출량(CO _{2-eq} /년)
$Q_{Fe,y}$	y년도 농작물 재배를 위해 투입한 질소질 비료의 사용량(t-비료/년)
$FR_{Fe,y}$	사업 후 사용된 질소질 비료 별 질소 유효성분 함유율%(t-N/t-비료)
$EF_{N_2O,Fe}$	비료 별, 농경지의 질소 시비량당 CO _{2-eq} 배출계수(CO _{2-eq} /t-N)
$Q_{On,y}$	사업 후 농작물 재배를 위해 투입한 부산물 비료의 사용량(t-비료/년)
$FR_{On,y}$	사업 후 농작물 재배를 위해 투입한 부산물 비료의 질소 유효성분 함유율%(t-N/t-비료)

- [질소질 비료 사용량] 비료 구매진표와 구매일지, 영농일지를 기록하고 관리하며 농협 및 반구매처 비료 구매내역을 확인하고 구매내역과 영농일지를 교차 확인해 파악함
- [부산물 비료 사용량] 비료 구매진표와 구매일지, 영농일지를 기록하고 관리하며 농협 및 반구매처 비료 구매내역을 확인하고 구매내역과 영농일지를 교차 확인해 파악함
- [질소 유효성분 함유율] 제품사양서 또는 공인인증기관에서 발행한 분석결과로 입증함
- ▶ 사업활동 이후 사용한 비료의 질소 유효성분 함유율을 확인할 수 없을 시 농촌진흥청에서 고시한 '비료 공정규격설정 및 지정'의 부산물 비료 종류별 질소 유효성분 함유율을 적용함

5-1-11. 인효성 비료를 이용한 질소질 비료 사용 저감 방법론(2017년)

- (유형) 인효성 비료를 사용함으로써 질소질 비료 사용량을 절감하고, 농경지의 N₂O 배출 감축

[기초] 베이스라인 시나리오 및 선정 방법

농기계를 사용해
질소질 비료를 시비



• [산정식 1] 농경지 N₂O 배출량 $BE_{E_{N_2O}} = ha \times BAR \times f_{RE,N} \times EF_{N_2O,direct} \times \frac{44}{28} \times GWP_{N_2O}$

$BE_{E_{N_2O}}$	y년도 베이스라인 비료 시비에 따른 농경지 N ₂ O 배출량(tCO _{2-eq} /년)
ha	농작물 재배 면적(ha)
BAR	사업 전 토지면적당 질소질 비료 평균 투입량(t-비료/ha·년)
$f_{RE,N}$	비료 제품별 질소 유효성분 함유율(%) (t-N/t-비료)
$EF_{N_2O,direct}$	비료의 시비에 따른 농경지 N ₂ O 배출계수(0.003 t-N ₂ O-N/t-N)
44/28	N ₂ O와 N의 물질량(44/28)
GWP_{N_2O}	N ₂ O의 지구온난화지수

• [산정식 2] 농기계 배출량 $BE_{FF} = ha \times EF_{CO_2,FF} \times 3$

$BE_{E_{CO_2}}$	y년도 베이스라인 농기계 사용에 따른 온실가스 배출량(tCO _{2-eq} /년)
ha	농작물 재배 면적(ha)
$EF_{CO_2,FF}$	농기계 사용에 따른 이산화탄소 배출계수(0.0060 tCO _{2-eq} /년)
3	농기계 사용 횟수(연행시비로서 3회로 정함)

프로젝트 시나리오

인효성 비료를 시비해
질소질 비료의 시비량을
저감하고 농기계 사용 절감



• [산정식 1] $PE_y = Q_{E_{CO_2}} \times f_{RE,N} \times EF_{N_2O,direct} \times \frac{44}{28} \times GWP_{N_2O}$

PE_y	y년도 사업 배출량(CO _{2-eq} /년)
$Q_{E_{CO_2}}$	y년도 인효성 비료 연간 사용량(t-인효성 비료/년)
$f_{RE,N}$	사업 후 사용된 질소질 비료 별 질소 유효성분 함유율(%) (t-N/t-인효성 비료)
$EF_{N_2O,direct}$	비료의 시비에 따른 농경지 N ₂ O 배출계수(0.003 t-N ₂ O-N/t-N)
44/28	N ₂ O와 N의 물질량(44/28)
GWP_{N_2O}	N ₂ O의 지구온난화지수

• 질소질 비료 성분은 확인되지 않을 경우 다음의 산정식을 적용함

$$PE_y = BE_{E_{CO_2}} \times \left(1 - \frac{Q_{E_{CO_2}}}{ha \times BAR}\right)$$

PE_y	y년도 사업 배출량(CO _{2-eq} /년)
$BE_{E_{CO_2}}$	y년도 베이스라인 비료 시비에 따른 농경지 N ₂ O 배출량(tCO _{2-eq} /년)
$Q_{E_{CO_2}}$	y년도 인효성 비료 연간 총 사용량(t-인효성 비료/년)
ha	농작물 재배면적(ha)
BAR	사업 전 토지면적당 질소질 비료 평균 투입량(t-비료/ha·년)

5-1-12. 농촌지역의 LED 조명기기 설치 사업의 방법론(2017년)

- (유형) 조명기기를 에너지 효율이 높은 LED 조명기기로 교체해 조명기기의 계통전력 사용 절감

기준] 베이스라인 시나리오 및 산정 방법



• [산정식] $BE_{y_t} = n_t \times p_t \times o_t \times EF_{grid} \times 10^{-6}$

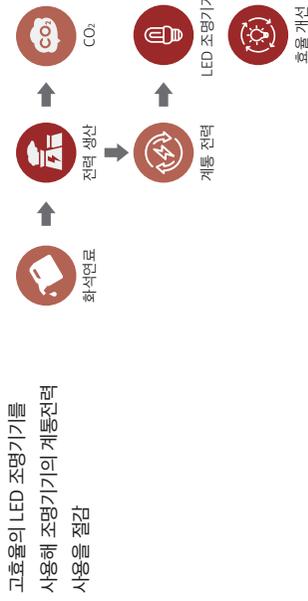
BE_{y_t}	y년도 베이스라인 배출량(CO ₂ eq/년)
n_t	베이스라인 조명기기 의 설비개수(개)
p_t	베이스라인 조명기기 의 소비전력(W/개)
o_t	사업 후 설치된 LED 조명기기의 연간 점등시간(시간/년)
EF_{grid}	전력배출계수(CO ₂ eq/MWh)

- [설비개수] 설치수량을 기록 및 관리
- ▶ 사용자, 소비전력, 연간 점등시간이 다른 조명기기의 경우 조명기기의 종류를 구분하고 종류별 전력 소모량을 산정함
- [소비전력] 공인기관의 시험성적서나 그에 준하는 증명문서로 확인함
- [연간 점등시간] 타이머 측정, 통계적 수치 적용, 국가기관이 발표한 적합 점등시간 중 하나를 택함
- * 전력 소비량을 입증할 수 있을 경우에는 다음의 산정식을 적용함

$BE_{y_t} = EG_{BL} \times EF_{grid}$

BE_{y_t}	: y년도 베이스라인 배출량(CO ₂ eq/년)
EG_{BL}	: 베이스라인 조명기기 전력 소비량(MWh)
EF_{grid}	: 전력 배출계수(CO ₂ eq/MWh)

프로젝트 시나리오



• [산정식] $PE_{y_t} = n_t \times p_t \times o_t \times EF_{grid} \times 10^{-6}$

PE_{y_t}	y년도 사업 배출량(CO ₂ eq/년)
n_t	사업 후 설치된 LED 조명기기의 설비 개수(개)
p_t	사업 후 설치된 LED 조명기기의 소비전력(W/개)
o_t	사업 후 설치된 LED 조명기기의 연간 점등시간(시간/년)
EF_{grid}	전력 배출계수(CO ₂ eq/MWh)

- [설비개수] 설치수량을 기록 및 관리
- ▶ 사용자, 소비전력, 연간 점등시간이 다른 조명기기의 경우 조명기기의 종류를 구분하고 종류별 전력 소모량을 산정함
- [소비전력] 공인기관의 시험성적서나 그에 준하는 증명문서로 확인함
- [연간 점등시간] 타이머 측정, 통계적 수치 적용, 국가기관이 발표한 적합 점등시간 중 하나를 택함
- * 전력 소비량을 입증할 수 있을 경우에는 다음의 산정식을 적용함

$PE_{y_t} = EG_{y_t} \times EF_{grid} \times 10^{-6}$

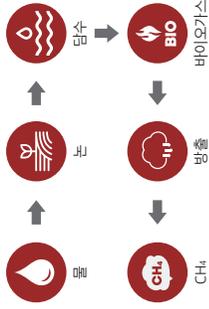
PE_{y_t}	y년도 사업 배출량(CO ₂ eq/년)
EG_{y_t}	사업 후 설치된 LED 조명기기 전력 소비량(MWh)
EF_{grid}	전력 배출계수(CO ₂ eq/MWh)

5-1-13. 논벼 재배 시 물관리를 통한 온실가스 감축 방법론(2017년)

- (유형) 벼 재배 논외의 낙수기간을 증가시킴으로써 메탄 발생량을 감소

[기준] 베이스라인 시나리오 및 산정 방법

논벼 재배 시 상시담수 상태 등
기준의 물관리 방식에 의해
메탄 발생



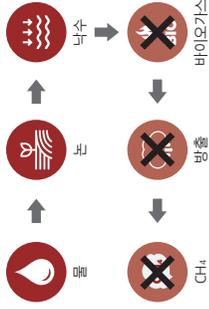
• [산정식] $BE = A \times EF_C \times SF_{WBL} \times SF_{O_2} \times GWP_{CH_4} \times 10^{-3}$

BE	논벼 1회 경작 시 베이스라인 연간 총 배출량(CO _{2e} /년)
A	논벼 재배면적(ha)
EF _C	논벼 1회 재배에 따른 배출계수(kgCH ₄ /ha/년)
SF _{WBL}	물관리 보장계수
SF _O	유기물 보장계수
GWP _{CH₄}	메탄의 지구온난화지수

- [재배면적] 현장 확인에 입각한 토지대장 또는 정부 및 기관 제출서류를 통해 파악함
- [재배 배출계수] 국가 온실가스 배출수계수에 따라 320을 대입함
- [물관리 보장계수] 항목별 지표값 세션을 참고해야 함
- [유기물 보장계수] 국가 온실가스 배출수계수에 따라 2.5를 대입함
- [메탄 지구온난화지수] IPCC 가이드라인 기준을 준용해 25를 대입함

프로젝트 시나리오

논외 낙수기간을 증대시켜
담수상태에서 일어나는
유기물 혐기분해를 막고
메탄 배출회피



• [산정식] $PE = A \times EF_C \times SF_{WPI} \times SF_{O_2} \times GWP_{CH_4} \times 10^{-3}$

PE	논벼 1회 경작 시 프로젝트 시행 후 연간 배출량(CO _{2e} /년)
A	논벼 재배면적(ha)
EF _C	논벼 1회 재배에 따른 배출계수(kgCH ₄ /ha/년)
SF _{WPI}	물관리 보장계수
SF _O	유기물 보장계수
GWP _{CH₄}	메탄의 지구온난화지수

- [재배면적] 현장 확인에 입각한 토지대장 또는 정부 및 기관 제출서류를 통해 파악함
- [물관리 이행여부] 이행여부 일지를 기록하고 한국농어촌공사 또는 관계기관의 급수 확인 문서와 교차 확인함
- [재배 배출계수] 국가 온실가스 배출수계수에 따라 320을 대입함
- [물관리 보장계수] 항목별 지표값 세션을 참고해야 함
- [유기물 보장계수] 국가 온실가스 배출수계수에 따라 2.5를 대입함
- [메탄 지구온난화지수] IPCC 가이드라인 기준을 준용해 25를 대입함

5-1-14. 농촌지역에서 태양열 이용 열 생산 방법론(2017년)

- (유형) 태양열을 이용해 자체 생산된 열을 이용함으로써 기존의 화석연료 또는 계통전력의 사용을 절감 또는 대체

기준 베이스라인 시나리오 및 선정 방법

화석연료 또는 계통전력을 통해 열에너지가 생산 및 공급



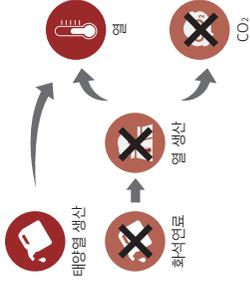
- [산정식] $BE_{\text{heat,y}} = (EG_{\text{ply}} / \eta_{\text{heat,BL,FF}}) \times EF_{\text{BL,FF}}$

$BE_{\text{heat,y}}$	태양열을 이용해 공급된 연간 난방 베이스라인 배출량($\text{tCO}_{2\text{e,y}}$ /년)
EG_{ply}	y년도 사업 내에서 생산된 열에너지량(GJ/년)
$\eta_{\text{heat,BL,FF}}$	사업이 없을 경우 사용되었을 화석연료 또는 전력 난방설비의 베이스라인 난방설비의 효율(%)
$EF_{\text{BL,FF}}$	사업이 없을 경우 사용되었을 화석연료 또는 전력배출계수(tCO_2/GJ)

- [열에너지량 열량계를 통해 연속적으로 측정하거나 월 1회 기록함]
 - ▶ 측정이 힘들 시 신재생에너지센터의 "신·재생에너지 보급통계" 최신분의 자가용 태양열 사업 환산계수를 적용해 열량을 산정함(환산계수는 항목별 지표값 세션 참조)
 $(\text{열량(GJ)}) = \text{자가용 태양열 사업 환산계수}(0.064\text{toe}/\text{m}^2 \cdot \text{년}) \times \text{태양열설계기준}(\text{m}^2) \times 10^7(\text{kcal}/\text{toe})(\text{열량의 석유환산계수}) \times 4.1868(\text{J}/\text{cal} \times 10^6)$
 - * 소규모 사업에 한해 통계를 이용한 열량 산정이 가능함
- [난방설비 효율] 계측기를 통해 측정되었으며 공기관으로부터 인종된 측정결과를 대입할 수 있고 임증이 힘들 경우 효율을 100%로 적용함
- [배출계수] 주요 배출계수 세션을 참고해야 함

프로젝트 시나리오

태양열로 기존의 화석연료 또는 계통전력을 대체해 난방 생산 및 공급



- [산정식] $PE_y = EC_{\text{py}} \times EF_{\text{grid}}$

PE_y	y년도 소내 전력 사용에 따른 연간 배출량($\text{tCO}_{2\text{e,y}}$ /년)
EC_{py}	y년도 프로젝트 소내 전력 사용량(MMWh/년)
EF_{grid}	y년도 전력배출계수($\text{tCO}_{2\text{e,y}}/\text{MWh}$)

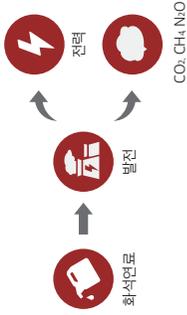
- [소내 전력 사용량] 전력량계로 측정하거나, 기상청 데이터를 활용해 일조시간 데이터를 확보하고 태양열 집열기의 소비전력을 곱해 도출함
- 소규모 사업에 한해 전력량계가 설치되지 않은 경우 설비양서의 소비전력을 이용한 전력 산정이 가능함
- [전력배출계수] 주요 배출계수 세션을 참고해야 함

5-1-15. 농촌지역에서 재생에너지 이용 전력생산 및 자가 사용 방법론(2017년)

- (유형) 태양광, 풍력, 소수력을 이용해 전력을 생산하고 소비함으로써 계통전력생산에 따른 화석연료 사용을 절감

[기초] 베이스라인 시나리오 및 산정 방법

화석연료 기반 계통전력을 통해 전력 생산 및 공급



- [산정 방법 1] 재생에너지를 통해 생산·공급된 전력을 모니터링하는 경우

산정식 $BE_y = EG_{P,y} \times EF_{grid,y}$

- BE_y y년도 베이스라인 배출량(CO_{2eq} /년)
- $EG_{P,y}$ y년도 재생에너지 발전설비를 통해 사용자에게 공급된 전력량(MWh/년)*
- $EF_{grid,y}$ y년도 전력배출계수(CO_{2eq} /MWh)

* 태양광, 풍력, 소수력을 별도로 산정함

- [산정 방법 2] 재생에너지를 통해 생산·공급된 전력을 모니터링할 수 없는 경우(소규모 사업)

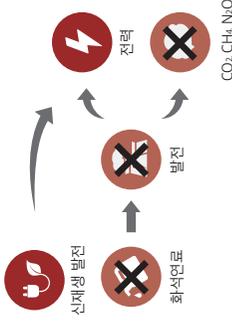
산정식 $EG_{P,y} = CA \times UR_{y,y} \times h_{y,y}$

- $EG_{P,y}$ y년도 재생에너지 발전설비를 통해 사용자에게 공급된 전력량(MWh/년)
- CA 재생에너지의 발전 용량(MW)
- $UR_{y,y}$ y년도 재생에너지의 이용률(%)
- $h_{y,y}$ y년도 총 시간(연간일수×24시간/년)

- ▶ 재생에너지 이용률은 신재생에너지 보급통계의 에너지원별 '자가용' 이용을 적용함 (항목별 지표값 참조)
- ▶ 재생에너지 발전용량은 발전설계서, 계약서, 사양서, 시공서 등을 통해 확인함

프로젝트 시나리오

태양광, 풍력, 소수력을 이용해 전력을 생산함으로써 기존의 화석연료 기반 발전 대체



- [산정 방법 1] 재생에너지를 통해 생산·공급된 전력을 모니터링하는 경우

산정식 $PE_y = EC_{P,y} \times EF_{grid,y}$

- PE_y y년도 사업 배출량(CO_{2eq} /년)
- $EC_{P,y}$ y년도 재생에너지 발전설비 운영을 위한 계통전력량(MWh/년)
- $EF_{grid,y}$ y년도 전력배출계수(CO_{2eq} /MWh)

- [산정 방법 2] 재생에너지를 통해 생산·공급된 전력을 모니터링할 수 없는 경우 (소규모 사업)

산정식 $EC_{P,y} = PC_{y,y} \times UR_{y,y} \times h_{y,y}$

- $EC_{P,y}$ y년도 재생에너지 발전설비 운영을 위한 계통전력량(MWh/년)
- $PC_{y,y}$ y년도 재생에너지의 발전설비 운영을 위해 사용된 전기기의 소비전력(MW)
- $UR_{y,y}$ y년도 재생에너지의 이용률(%)
- $h_{y,y}$ y년도 총 시간(연간일수×24시간/년)

- ▶ 인버터, 모니터링 기기 등 전기기의 소비전력은 각 기기의 사양서를 통해 확인함
- ▶ 재생에너지 이용률은 신재생에너지 보급통계의 에너지원별 '자가용' 이용을 적용함(항목별 지표값 참조)

(부록 1) 최저난방부하 계산법

• **원예시설에 한해 시업 후 열량 측정이 불가능한 경우 난방 부분의 온실가스 배출량을 최저난방부하량(Qy) 산정 방법으로 산정**

* 난방 부분은 산정에서 제외함

표 42 최저난방부하량 산출식

최저난방부하량 산출식	
$Q_y = \sum [A \times U \times (T_{in} - T_{out}) \times (1 - F_r) \times T_d \times 4.1868 \times 10^6]$	
Q_y	연간 최저난방부하량(GJ/년)
A	하우스 표면적(m ²)
U	열관류율(kcal/m ² /h/°C) - 항목별 지표값 참조
T_{in}	재배 직물의 생육 최저 실내 온도(°C) - 농사로 사이트 확인 또는 계속기로 측정
T_{out}	재배기간의 일평균 외기 온도(°C)
F_r	하우스 피복 자체별 열절감률 - 항목별 지표값 참조
T_d	일일 난방시간(h/일)

표 43 하우스 표면적 산정식

지붕	진후면	측면	합계
$4 \times \text{온실통수} \times \text{온실길이}$ $\times \frac{1}{2} \times ((\text{온마루높이} - \text{처마높이})^2 + (\text{온실폭}/4)^2)$	$(\text{온마루높이} - \text{처마높이}) \times \text{온실폭} \times \text{온실통수}$ $+ 2 \times \text{처마높이} \times \text{온실폭} \times \text{온실통수}$	온실길이 \times 처마높이 \times 양쪽 측면 + 측면 표면적	지붕 표면적 + 진후면 표면적 + 측면 표면적

▶ 해당 지역의 일평균 외기 온도(Tout)은 기상청 또는 농촌진흥청에서 제공하는 값을 적용하나 해당 지역의 온도값이 없는 경우 가장 인접한 지역의 온도값을 사용할 수 있음

▶ 일일 난방시간(TD)의 측정이 불가능할 경우, ①사면대상 원예시설의 총 난방설비 가동시간, ②사면대상 원예시설의 난방설비와 함께 가동되는 주변설비의 총 가동시간, ③기상청 자료를 활용해 생육최저온도 미만 총 시간 중 일조시간을 제외한 총 시간(지역이 없을 경우 근접지역 적용) 중 작은 값을 적용하며 1가지 방법만 가능하면 그 가능한 방법을 적용함

(부록 3) 고효율 보온자재 감축량 산정

· 고효율 보온자재를 설치한 사업의 경우 사업 후 화석연료 및/또는 전력 사용량을 사용해 다음과 같이 온실가스 감축량을 산정

- 고효율 보온자재에 의한 온실가스 배출 감축량은 베이스라인 배출량과 사업 배출량의 차이를 산정해서 도출함($ER_{M,y} = BE_{M,y} - PE_{M,y}$)
- ▶ 고효율 보온자재 사용의 베이스라인 배출량은 다음과 같은 산정식을 사용해 도출됨

표 44 고효율 보온자재 사용에 따른 베이스라인 배출량 산정식

고효율 보온자재 사용에 따른 베이스라인 배출량	
$BE_{M,y} = PE_{M,y} / (1 - RF_y)$	
$BE_{M,y}$	y년도 고효율 보온자재의 베이스라인 배출량(CO_2 -eq/년)
$PE_{M,y}$	y년도 고효율 보온자재의 사업 배출량(CO_2 -eq/년) 고효율 보온자재 설치에 따른 화석연료 사용 감축률(%) (① 연동 베닐하우스 감축계수: 46%, ② 단독 베닐하우스 감축계수: 38%)

- ▶ 고효율 보온자재 사업 배출량은 화석연료 사용에 따른 연간 배출량과 전력 사용에 따른 연간 배출량의 합($PE_{M,y} = PE_{FC,y} + PE_{EC,y}$)으로 산정함

표 45 고효율 보온자재 사용 시 화석연료 사용(좌), 전력 사용(우)에 따른 연간 사업 배출량 산정식

고효율 보온자재 사용 시 화석연료 사용에 따른 사업 배출량		고효율 보온자재 사용 시 전력 사용에 따른 연간 배출량	
$PE_{FC,y} = \sum (FC_{PI} \times NCV_i \times EF_{FE,i} \times 10^{-3})$		$PE_{EC,y} = EC_{PI,y} \times EF_{grid}$	
$PE_{FC,y}$	화석연료로 공급된 연간 난방 사업 배출량(CO_2 -eq/년)	$PE_{EC,y}$	사업 후 y년도 전력 사용에 따른 연간 배출량(CO_2 -eq/년)
FC_{PI}	사업 후 화석연료 i의 연간 사용량(kg, L, Nm ³ /년)	$EC_{PI,y}$	사업 후 y년도 전력 사용량(MWh/년)
NCV_i	사업 후 화석연료 i의 순발열량(MJ/kg, L, Nm ³)	EF_{grid}	전력배출계수(CO_2 -eq/MWh)
$EF_{FE,i}$	사업 후 화석연료 i의 이산화탄소 배출계수(CO_2 /GJ)		

- ▶ 고효율 보온자재 감축량이 산정되면 사업의 베이스라인 배출량에서 사업 배출량을 감산한 다음, 고효율 보온자재 감축량을 가산함

산정식 $ER_y = BE_y - PE_y + ER_{M,y}$

5-2. (Appendix 2) 주요 배출계수 및 항목별 지표값

• 전력배출계수

표 46 전력배출계수

구분	CO ₂ (tCO ₂ /MWh)	CH ₄ (kgCH ₄ /MWh)	N ₂ O (kgN ₂ O/MWh)	CO ₂ -eq (tCO ₂ -eq/MWh)
개정 전(2007~2008 평균)	0.4653	0.0054	0.0027	21.0
개정 후(2014~2016 평균)	0.4567	0.0036	0.0085	17.0

[자료] 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침 [별표6] 배출활동별 온실가스 배출량 등의 세부산정방법 및 기준(제11조 관련)

• 화석연료별 국가고유 배출계수

표 47 연료별 국가고유 배출계수

구분	연료	탄소 배출계수(kgC/TJ)	이산화탄소 배출계수 (kgCO ₂ /TJ)
석유(16)	휘발유	19,548	71,600
	등유	19,969	73,200
	경유		
	B-A유		
	B-B유	21,384	78,400
	B-C유	21,929	80,300
	나프타	19,157	70,200
	용제	19,172	70,200
	항공유(JET-A1)	19,931	73,000
	아스팔트	21,544	78,900
	석유코크스	26,086	95,600
	윤활유	19,979	73,200
	부생연료 1호	20,067	73,500
	부생연료 2호	21,729	79,600
	프로판(LPG1호)	17,641	64,600
	부탄(LPP3호)	18,107	66,300
가스(3)	천연가스(LNG)	15,312	56,100
	도시가스(LNG)		
	도시가스(LPG)		
석탄(6)	국내무연탄	30,185	110,600
	수입무연탄(연료용)	27,404	100,400
	수입무연탄(원료용)	29,909	109,600
	유연탄(연료용)	25,951	95,100
	유연탄(원료용)	25,963	95,100
	아역청탄	26,468	97,000

[자료] 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침 [별표12] 연료별 국가 고유 발열량 및 배출계수(제15조제2항 관련)

* 베이스라인 설비가 전력설비일 경우 전력배출계수의 단위에 1W=1J/s를 적용해 GJ 단위의 환산값을 적용함(1tCO₂/MWh=0.2778tCO₂/GJ)

• 전력배출계수

표 48 화석연료 순발열량

연료명	단위		총발열량	순발열량
	에너지법 시행규칙상	TJ로 환산 시		
원유	MJ/kg	TJ/Gg	45.0	42.2
휘발유	MJ/L	TJ/1000m ³	32.7	30.4
등유	MJ/L	TJ/1000m ³	36.7	34.2
경유	MJ/L	TJ/1000m ³	37.8	35.2
B-A유	MJ/L	TJ/1000m ³	39.0	36.4
B-B유	MJ/L	TJ/1000m ³	40.5	38.0
B-C유	MJ/L	TJ/1000m ³	41.7	39.2
프로판(LPG1호)	MJ/kg	TJ/Gg	50.4	46.3
부탄(LPG3호)	MJ/kg	TJ/Gg	49.5	45.7
나프타	MJ/L	TJ/1000m ³	32.3	29.9
용제	MJ/L	TJ/1000m ³	32.8	30.3
항공유	MJ/L	TJ/1000m ³	36.5	33.9
아스팔트	MJ/kg	TJ/Gg	41.4	39.2
윤활유	MJ/L	TJ/1000m ³	40.0	37.3
석유코크스	MJ/kg	TJ/Gg	35.0	34.2
부생연료유1호	MJ/L	TJ/1000m ³	37.1	34.6
부생연료유2호	MJ/L	TJ/1000m ³	39.9	37.7
천연가스(LNG)	MJ/kg	TJ/Gg	54.7	49.4
도시가스(LNG)	MJ/Nm ³	TJ/1,000,000Nm ³	43.1	38.9
도시가스(LPG)	MJ/Nm ³	TJ/1,000,000Nm ³	63.6	58.4
국내무연탄	MJ/kg	TJ/Gg	19.8	19.4
연료용 수입무연탄	MJ/kg	TJ/Gg	21.2	20.5
원료용 수입무연탄	MJ/kg	TJ/Gg	25.2	24.7
연료용 유연탄(역청탄)	MJ/kg	TJ/Gg	24.8	23.7
원료용 유연탄(역청탄)	MJ/kg	TJ/Gg	29.2	28.0
아역청탄	MJ/kg	TJ/Gg	21.4	19.9
코크스	MJ/kg	TJ/Gg	29.0	28.9
전기(발전기준)	MJ/kWh	TJ/GWh	8.9	8.9
전기(소비기준)	MJ/kWh	TJ/GWh	9.6	9.6

[자료] 온실가스 배출권거래 제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침 [별표12] 연료별 국가 고유 발열량 및 배출계수(제15조제2항 관련)

• 피복 방법에 따른 열관류율

표 49 전력배출계수

피복 방법	구분		열관류율(kcal/m ² /h/°C)
	유리	비닐	
1중 피복	유리	유리	5.30
	비닐 계열	염화비닐필름	5.70
		폴리에틸렌필름	6.00
2중 피복	유리	유리 + 유리	2.50
	유리 + 비닐	유리 + 염화비닐필름	3.20
		염화비닐필름 + 염화비닐필름	3.50
		폴리에틸렌필름 + 폴리에틸렌필름	3.80

[자료] 온실지열시스템 난방부하계산프로그램

• 보온 방법, 피복재료와 그에 따른 열절감률

표 50 보온 방법, 피복재료와 그에 따른 열절감률

보온 방법	피복재료	열절감률(fr)	
		유리온실	비닐온실 (플라스틱 하우스)
1층 커튼	염화비닐필름	0.35	0.40
	폴리에틸렌 계열	0.30	0.35
	농업용 색비닐	0.30	0.35
	폴리에틸렌필름	0.30	0.35
	부직포	0.25	0.30
	알루미늄혼입	0.40	0.45
	알루미늄증착	0.50	0.55
	알루미늄 폴리에틸렌 라미네이트 필름	0.50	0.55
	LS(전면은박)	0.40	0.45
	LS(은박-1 : 투명1)	0.35	0.40
2층 커튼	폴리에틸렌필름+폴리에틸렌필름	0.45	0.50
	염화비닐필름+폴리에틸렌필름	0.50	0.50
	폴리에틸렌필름+부직포	0.45	0.45
	염화비닐필름+부직포	0.50	0.50
	염화비닐필름+염화비닐필름	0.55	0.55
	염화비닐필름+LS(은박-1 : 투명1)	0.50	0.55
	염화비닐필름+알루미늄증착	0.65	0.65
	폴리에틸렌필름+알루미늄증착	0.65	0.65
	폴리에틸렌필름+알루미늄폴리에틸렌라미네이트필름	0.65	0.65
	LS(전면은박)+부직포	0.50	0.55
3층 커튼	LS(은박-1 : 투명1)+부직포	0.50	0.55
	염화비닐필름+염화비닐필름+부직포	0.65	0.70
	염화비닐필름+LS(은박-1:투명1)+폴리에틸렌필름	0.65	0.70
2중 피복	염화비닐필름	0.40	0.45
	폴리에틸렌필름	0.35	0.40

[자료] 온실지열시스템 난방부하계산프로그램

• 난방부하계수

표 51 난방부하계수

구분	난방부하계수(kcal/m ² /h/°C)
유리온실	5.3
비닐하우스	5.7

[자료] 온실지열시스템 난방부하계산프로그램

• 혐기성 소화에 따른 CH₄ 배출계수

표 52 바이오가스시설에서의 혐기성 소화에 따른 CH₄ 배출계수

생물학적 처리 유형	CH ₄ 배출계수(gCH ₄ /kg 처리된 폐기물)	
	건량기준	습량기준
바이오가스시설에서의 혐기성 소화	20	08

[자료] IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006

• 목재 펠릿 규격 품질 기준

표 53 목재 펠릿 규격 품질 기준

특성	단위	1급펠릿	2급펠릿	3급펠릿	4급펠릿
크기(지름)	mm	6-8	6-8	6-8	6-25
크기(길이)	mm	≤32	≤32	≤32	≤32
겉보기밀도	kg/m ³	≥640	≥600	≥550	≥500
함수율	%	≤10	≤10	≤15	≤15
회분	%	≤0.7	≤1.5	≤3.0	≤6.0
미세분	%	<1.0	<1.0	<2.0	<2.0
내구성	%	≥97.5	≥97.5	≥95	≥95
발열량	kJ/kg (MJ/kg)	≥4,300 (≥18.0)	≥4,300 (≥18.0)	≥4,040 (≥16.9)	≥4,040 (≥16.9)
황	%	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
염소	%	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
질소	%	<0.3	<0.5	<0.7	<1.0
비소	mg/kg	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤1.0
카드뮴	mg/kg	≤0.5	≤0.5	≤0.5	≤0.5
크롬	mg/kg	≤10	≤10	≤10	≤10
구리	mg/kg	≤10	≤10	≤10	≤10
납	mg/kg	≤10	≤10	≤10	≤10
수은	mg/kg	≤0.05	≤0.05	≤0.05	≤0.05
니켈	mg/kg	≤10	≤10	≤10	≤10
아연	mg/kg	≤100	≤100	≤100	≤100
회분용융 거동온도	℃	권장 표시항목			
기타첨가물	%	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0

[자료] 산림청, '목재펠릿 규격 품질 기준' 고시 적용

• 비료시비 관련 지표

표 54 질소 유효성분 함유율

질소질 비료 종류	질소 성분율(%)	복합비료 종류	질소 성분율(%)
요소	45.0	복합비료(21-17-17)	21.0
유안(황산암모늄)	20.0	복합비료(17-21-17)	17.0
기타	17.7	복합비료(15-15-15)	15.0

[자료] 농촌진흥청, 농식품부문 탄소이력추적 기반구축 연구, 2013

표 55 비료별 배출계수

구분	질소질 비료	부산물 비료
논벼	3.5370	3.0480
기타 작물	6.9386	6.4497

[자료] IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006

표 56 사용자료 유무별 면적당 비료 투입량 산정공식

구분	면적당 비료 투입량
질소질 비료 사용 자료가 있는 경우	사업 수행 직전 3회의 농작물 수확을 위해 사용한 질소질 비료 구매내역 및 사업 전 비료 시비 면적을 확인해 산정
질소질 비료 사용 자료가 없는 경우	$\text{면적당 질소질 비료 투입량(t/ha)} = \frac{\text{질소질 비료 시비량(t)}}{\text{작물 경지면적(ha)}}$ <p>* (질소질 비료 시비량) 국가 혹은 지자체 통계자료(지자체별 '통계연보', 농식품부 '농림축산식품통계연보', 통계청 자료 등) 활용 가능. 단, 사업 전 사용한 비료 종류(유안, 요소, 복합비료)에 대한 해당 지역 소비량을 기준으로 하며, 확인된 자료는 사업 직전 3년 동안의 평균을 고정값으로 적용해 베이스라인으로 정함.</p> <p>* (작물 경지면적) 국가 혹은 지자체 통계자료 활용 가능. 단, '작물별 재배면적의 지역별 총 작물 재배 면적을 기준으로 함.</p>

[자료] 완효성 비료를 이용한 질소질 비료 사용 저감 방법론

· 논벼 물관리 관련 지수

표 57 물관리 보정계수

논벼 물관리 방법	2014년 승인 국가 온실가스 배출·흡수 계수
상시 답수	1.00
중간낙수(1주)	0.83
중간낙수(2주)	0.66
중간낙수(3주)	0.49

[자료] 온실가스종합정보센터, 2014년 국가 온실가스 배출·흡수계수

에너지원	환산계수	이용률
태양열	0.064toe/m ²	-
태양광	0.296toe/kW×년	14.74%
풍력	0.455toe/kW×년	22.70%
수력	발전량(MWh)	-
지열	냉방 0.174toe/톤, 난방 0.444toe/톤	-
수열	생산량(toe)	-
연료전지	1.458toe/kW×년	72.66%

* 태양광, 풍력, 수력, 연료전지 등은 '자가용' 기준으로 정리됨

[자료] 한국에너지공단 신재생에너지센터, 2020년 기준 신재생에너지 보급통계, 2021

5-3. (Appendix 3) 주요 용어 정리

온실가스 제도 분야	
온실가스	<ul style="list-style-type: none"> 지구의 지표면에서 우주로 발산하는 적외선 복사열을 흡수 또는 반사해 지구 표면의 온도를 상승시키는 역할을 하는 특정 기체를 의미함
지구온난화지수	<ul style="list-style-type: none"> 기후 변화에 관한 정부간 패널(IPCC) 가이드라인의 지구온난화지수(GWP)는 20년, 50년, 100년 등의 일정 기간 동안 각 온실가스 1톤이 이산화탄소 대비 몇 배의 온실효과를 발생시키는지를 수치화한 것임 이산화탄소 CO₂=1, 메탄 CH₄=21, 질소 N₂O=310, 수소불화탄소 HFCs=1,300, 과불화탄소 PFCs=7,000, 육불화황 SF₆=23,900
배출권거래제	<ul style="list-style-type: none"> 온실가스 할당량(125,000tCO_{2eq} 이상 업체, 25,000tCO_{2eq} 이상 사업장) 이상 온실가스를 배출하는 기업(또는 사업장)에 매년 온실가스 배출 할당량을 부여하고, 생산 활동 과정에서 넘거나 부족한 온실가스 배출량을 기업 간 사고팔 수 있도록 하는 제도(2022 기준, 25개 음식료품업체당)
할당대상업체	<ul style="list-style-type: none"> 최근 3년 연평균 온실가스 배출량 125천 톤CO_{2eq} 이상인 업체 또는 25천 톤 이상인 사업장을 하나 이상 보유한 업체 (2022 기준, 25개 음식료품업체)
외부사업	<ul style="list-style-type: none"> 할당대상업체 외부의 배출시설 또는 배출활동 등에서 국제적 기준에 부합하는 방식으로 온실가스를 감축, 흡수 또는 제거하는 사업
방법론	<ul style="list-style-type: none"> 온실가스 배출량을 산정 또는 감축·저감할 수 있는 방안을 내용으로 수록한 이론을 의미함
(온실가스) 감축/저감	<ul style="list-style-type: none"> 대기 중에 배출하는 온실가스의 양을 줄이는 것을 의미함
(온실가스) 배출원	<ul style="list-style-type: none"> 온실가스가 배출되는 발원지 또는 원천을 의미함
(온실가스) 흡수원	<ul style="list-style-type: none"> 온실가스가 흡수되는 산림, 초지, 농지 또는 대기중 온실가스를 흡수해 지구온난화현상을 줄이는 신규 조림, 수종 갱신 등을 의미함
tCO _{2e}	<ul style="list-style-type: none"> 이산화탄소가 기후 변화에 미치는 영향력을 기준으로 온실효과를 확인하는 단위
배출계수	<ul style="list-style-type: none"> 오염원이 오염 물질을 배출하는 정도(수량)의 평균값을 일컬음
이산화탄소 배출계수	<ul style="list-style-type: none"> 이산화탄소 배출원(화석연료 등)이 이산화탄소를 배출하는 정도(수량)의 평균값을 일컬음
전력배출계수	<ul style="list-style-type: none"> 전력이 사용됨에 따라 온실가스가 배출되는 정도(수량)의 평균값을 일컬음(단위: tCO_{2-eq}/MWh)
KOC	<ul style="list-style-type: none"> Korean Offset Credit의 약자로 외부사업을 통해 발행된 온실가스 감축 크레딧
IPCC 가이드라인	<ul style="list-style-type: none"> 국가온실가스 인벤토리 준비를 위해 IPCC에서 마련한 실용적 온실가스 배출량 산정 가이드라인으로, UNFCCC 당사국의 인벤토리 보고 등에 활용됨
저탄소 농업기술	<ul style="list-style-type: none"> 농업인이 농업 생산과정 전반에 투입되는 비료, 농약, 농자재 및 에너지 절감을 통해 온실가스 배출을 줄이는 영농 방법 및 기술을 의미함

경종 분야	
상시담수	<ul style="list-style-type: none"> • 물을 지속적으로 눈에 가두어 놓는 것을 일컬음
간단관개	<ul style="list-style-type: none"> • 작물이 재배되는 포장에 며칠 간격으로 관개하는 것을 말하며, 눈에서의 간단관개는 담수상태에서 발생하는 메탄, 유기산, 황화수소 등 환원물질의 집적에 의한 뿌리썩음 현상과 산소공급의 결핍을 방지해 벼뿌리에 대한 활력의 공급을 시도함
얕게 걸러대기	<ul style="list-style-type: none"> • 간단관개법으로 유기질이 과다한 습답에서 모내기 후 벼가 착근할 때까지 깊이 관개하고 그 후에는 4~5일에 1회씩 관개하며, 2~3일간은 토양수분을 70~80%로 보존하는 방법
중간물떼기 (중간낙수)	<ul style="list-style-type: none"> • 유효분얼*중지기가 지나 최고분얼기를 중심으로 한 무효분얼기인 출수 전 35~45일경에 약 1주일간 낙수해 논바닥에 작은 금이 생기고 발자국이 생길 정도로 건조시키는 방법으로, 질소의 흡수를 억제시켜 무효분얼을 방지함 * (분얼) 벼 줄기의 밑동에 있는 마디에서 결눈이 발육해 줄기, 잎을 형성하는 일로, 이삭을 내지 못하고 쭉정이가 되는 것을 무효분얼이라고 하고, 벼쭉정이가 아닌 이삭을 내는 것을 유효분얼이라 함
화학비료	<ul style="list-style-type: none"> • 토양 또는 식물 조직에 투여했을 때 식물의 생장을 촉진할 수 있는 무기화합물로 이들의 일부 또는 전과정을 인위적 합성을 통해 생산함
질소비료 (질소질 비료)	<ul style="list-style-type: none"> • 질소분을 주성분으로 하는 화학비료로 식물체 안에서의 단백질 형성을 도우나, 대다수가 시비효과가 즉시 나타나는 비료로 농도장해·영양과다 등을 유발할 수 있고, 복수의 분시횟수를 필요로 해 농경지로부터의 N₂O 배출과 농기계 사용으로 인한 온실가스 배출 등을 촉진하며 황산·암모늄·질산염·암모늄염·석회질소·요소 등이 질소비료에 해당함
완효성 비료	<ul style="list-style-type: none"> • 질소질 비료의 일종이며, 시비효과가 조금씩 오랫동안 나타남
부산물 비료	<ul style="list-style-type: none"> • 농업·임업·축산업·수산업·제조업 또는 판매업을 영위하는 과정에서 나온 부산물, 사람의 분뇨, 음식물류 폐기물, 토양미생물 제제, 토양효소 제제, 토양활성제 등을 이용해 제조한 비료를 일컬음
녹비작물	<ul style="list-style-type: none"> • 농경지에서 식물을 일정 기간 자라게 한 후 지상부를 직접 갈아엎어 녹비로 사용하는 작물로 자운영, 클로버류, 자주개자리(알팔파) 등의 두과 식물과 호맥, 연맥, 옥수수, 메밀 등의 비두과 식물 등이 있음
경운	<ul style="list-style-type: none"> • 작물의 재배에 적합하도록 작물을 재배하기 전에 토양을 교반 또는 반전해 부드럽게 하고 흩덩이를 작게 부수며 지표면을 평평하게 하는 작업 * (교반) 물리적 또는 화학적성질이 다른 2종 이상의 물질을 외부적인 기계 에너지를 사용해 균일한 혼합상태로 만드는 일 * (반전) 쟁기, 플라우 등을 이용해 흩을 뒤집는 일
무경운	<ul style="list-style-type: none"> • 경운을 전혀 하지 않고 작물 잔사를 그대로 토양에 남김
보전경운	<ul style="list-style-type: none"> • 토양과 수분의 손실을 최소화하기 위한 모든 경운 방법을 말하며 경운 횟수를 줄이거나 작물 잔여물을 30% 이상 남겨두고 경운하는 감소경운, 작물이 자랄 곳만 부분적으로 경운하는 최소경운 등이 있음
축산 분야	
가축분뇨	<ul style="list-style-type: none"> • 소·돼지·닭 같은 가축이 배설하는 똥과 오줌으로 축산분뇨라고도 하며 CH₄ 등 온실가스를 배출함
장내발효	<ul style="list-style-type: none"> • 가축의 대장 내로 이송된 음식물의 잔사가 장내세균 등의 작용에 의해 발효되는 과정을 의미하며 당질의 소화불량산 물이 발효됨으로써 락토오스, 아세트산, 부티르산, 프로피온산, 알코올 등을 생성하고 이로 인해 CO₂, H₂, CH₄ 등의 온실가스가 가축의 트림, 방귀 등을 통해 대기 중에 방출됨

연료/에너지 분야	
화석연료	• 지각에 파묻힌 동식물의 유해가 오랜 세월을 걸쳐 화석화해 만들어진 연료로 석유·석탄·천연가스 등이 이에 해당하며, 사용 시 온실가스를 다량 배출함
지열에너지	• 지하수 및 지하의 열을 이용한 에너지로, 주로 태양열로부터 땅에 저장되며 냉난방 등에 활용 가능함
폐열 (미활용 열에너지)	• 전소, 공장, 소각장 등 산업분야에서 화석에너지 등 연료의 연소열을 산업적으로 활용하거나 처리하는 과정에서 재활용되지 못하고 열수(熱水), 온수(溫水), 증기(蒸氣) 또는 고온(高溫)의 공기 형태로 바다, 강, 하천 또는 대기 중으로 버려지는 열에너지
재생에너지	• 태양광, 바람, 조력, 파력처럼 스스로 재생되거나 고갈의 염려가 없는 천연자원으로부터 얻는 에너지
바이오가스	• 미생물 등을 이용해 하수나 동물의 분변 등을 분해할 때 생산되어지는 수소, 메탄과 가스들을 의미함
바이오가스 플랜트	• 바이오가스를 활용해 열과 전기를 생성하는 장치를 일컬음
바이오매스	• 화학적 에너지로 사용 가능한 식물, 동물, 미생물 등의 생물체, 즉 바이오에너지의 에너지원을 의미함
펠릿 (Pellet)	• 계적인 힘으로 압착이나 밀어내기로 일종의 주형틀(die)을 거쳐 성형시킨 사료나 제품을 일컬음
히트펌프 (Heat Pump)	• 냉매의 발열 또는 응축열을 이용해 저온의 열원을 고온으로, 고온의 열원을 저온으로 전달하는 냉난방장치를 의미함
탄소 저장 분야	
바이오차 (Biochar)	• 바이오매스(Biomass)와 숯(Char)의 합성어이며, 유기물과 숯의 중간 성질을 갖도록 만든 물질로 토양을 중화시키고 산소 없이 열분해해 토양에 탄소를 저장함
탄소 포집 및 저장 (Carbon Capture and Storage, CCS)	• 온실가스 저감 대책 및 자원 활용화의 일환으로 이산화탄소를 대량 발생원으로부터 포집한 후(capture), 압축·수송과정을 거쳐 육상 또는 해양지중에 저장(storage)하거나 유용한 물질로 전환하는 일련의 과정을 일컬음
하우스 분야	
(순환식) 수막재배	• 2중 비닐하우스 위에 지하수를 뿌려 수막을 형성시켜 하우스 내 열의 유출을 막고, 지하수의 따뜻한 물이 식을 때 발산하는 열을 하우스 보온에 이용함
(순환식) 수경재배	• 불투광성 재배 베드를 콘크리트, 플라스틱, 스티로폼으로 만들고 여기에 배양액을 채우고 그 위에 정식판을 덮어 작물을 재배함
보온자재	• 열의 전달이나 통과 열량을 억제하는 용도로 사용하는 단열재로 고온을 유지하기 위해 사용함
난방부하	• 난방 시 실내에 공급되는 단위시간당의 열량을 일컬음
열절감률	• 외부로 유출되는 열의 양을 절감하는 비율을 일컫는 것으로, 열절감률에 보온효과가 비례함
열관류율	• 단위 표면적을 통해 단위시간에 고체벽의 양쪽 유체가 단위 온도차일 때 한쪽 유체에서 다른 쪽 유체로 전해지는 열량을 의미함
기타	
전력계통 (Electrical Grid)	• 발전소·변전소·송전선을 포함해 넓은 지역에 걸쳐 있는 전기적인 연계로 전력 생산자로부터 전력 소비자에게 전기를 공급하기 위해 상호 간에 연결된 네트워크를 일컬음
계통전력	• 발전소·변전소·송전선 등 전력계통을 통해 공급받는 전력을 일컬음

참고문헌

- 2021년 승인 국가 온실가스 배출·흡수 계수(환경부)
- 2021년 국가 온실가스 통계 산정·보고·검증 지침(제11차 개정, 온실가스종합정보센터)
- 제3차 대한민국 격년갱신보고서(2019.11월, 대한민국정부)
- 2018~2019년 온실가스 감축 이행실적 평가(2020.12월, 온실가스종합정보센터)
- 외부사업 온실가스 감축 방법론(상쇄등록부시스템)¹⁾
- 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(2021.1월, 환경부)
- 신기후체제에 따른 농축산식품부문 영향과 대응전략(2018년, 한국농촌경제연구원)
- 2050 농식품 탄소중립 추진전략(2021.12월, 농림축산식품부)
- 탄소중립 이행 기술개발·보급 추진전략 마련(2022.1월, 농촌진흥청 정책브리핑)
- 2020년 신·재생에너지 보급통계(2021.11월, 한국에너지공단 신·재생에너지센터)
- 2014년 국가 온실가스 배출·흡수계수(2014.12월, 온실가스종합정보센터)
- 목재펠릿 규격·품질 기준(2013.12월, 산림청)
- 저탄소 농업 실현을 위한 농경지 온실가스 저감기술 안내서(2021.12월, 국립농업과학원)

1) <https://ors.gir.go.kr/ors/main.do>

온실가스 감축사업 가이드북 **농축산 부문**

발행일	2022년 6월
발행처	사회적가치연구원(CSES) www.cses.re.kr
기획·집필	조성구(취리디자인엑스 PD) 윤슬기(사회적가치연구원 수석연구원) 김지영(취리디자인엑스 대표) 허승준(사회적가치연구원 팀장)
제작	내일날씨 www.goodnalc.co.kr

CONTACT INFORMATION

주소	04348 서울시 용산구 이태원로45길 28
Tel	02-6275-0410
Fax	070-5176-4269
홈페이지	www.cses.re.kr
담당자	윤슬기(사회적가치연구원 수석연구원)
Email	seulkiy@cses.re.kr

