지자체 온실가스 감축사업별

감축원단위 적용 가이드라인

2024 05

한국환경공단

Contents

지자체 온실가스 감축사업별
감축원단위 적용 가이드라인

I. 일반사항

제1절	개요	6
제2절	가이드라인 구성	8
제3절	활용방법	9
제4절	용어정의	10

II. 부문별 감축원단위

제1절	전환	12
제2절	산업	29
제3절	건물	38
제4절	수송	81
제5절	농축산	112
제6절	폐기물	133
제7절	수소	161
제8절	흡수원	163

III. 부록

감축원단위 총괄표	190

I

일반사항

지자체 온실가스 감축사업별 감축원단위 적용 가이드라인

제1절	개요	6
제2절	가이드라인 구성	8
제3절	활용방법	9
제4절	용어정의	10

Ⅰ-1

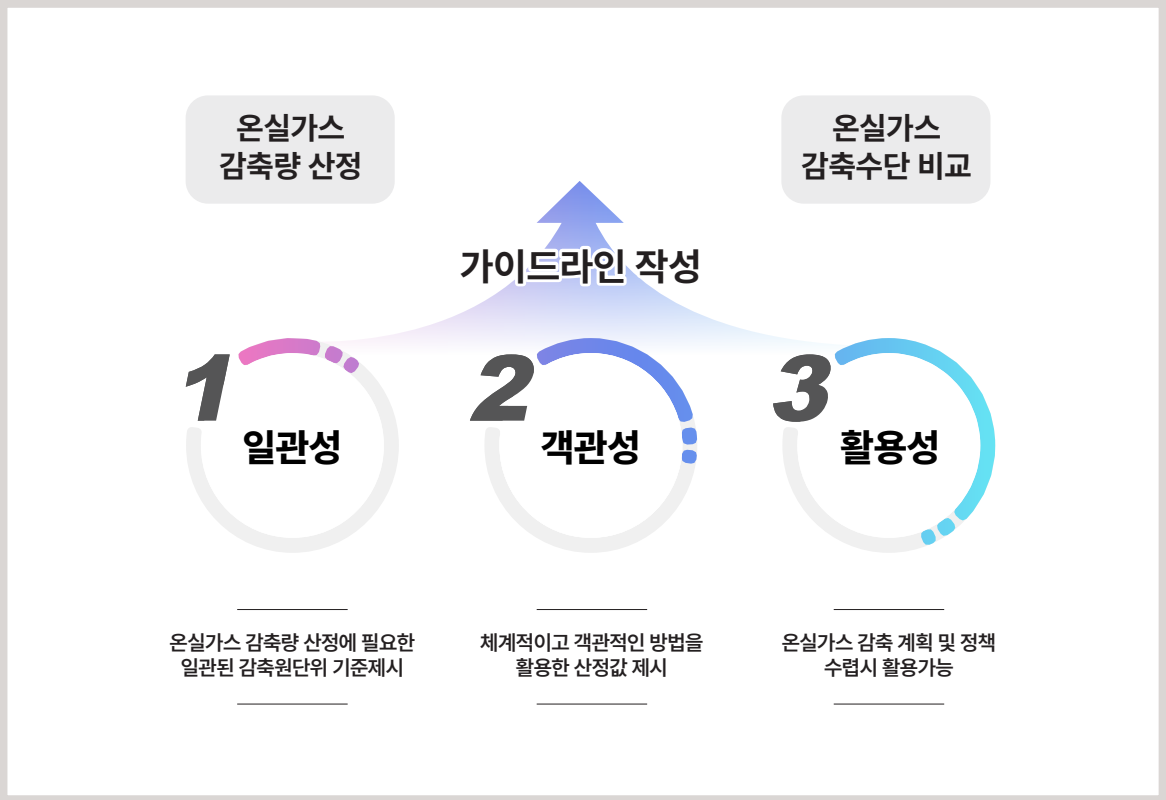
개요

1 작성목적

❖ 본 지자체 온실가스 감축사업별 감축원단위 적용 가이드라인(이하, “가이드라인”)은 지자체에서 온실가스 감축정책 또는 계획 수립 시 예상 감축량을 손쉽게 산정하기 위한 가이드를 제시하기 위한 활용서임

❖ 지자체에서 온실가스 감축 정책 수립 및 온실가스 감축사업 추진시 일관성 및 객관성을 고려한 감축 원단위 적용을 통해 감축사업별 온실가스 예상 감축량이 산정 가능함

❖ 또한, 온실가스 감축사업별 감축원단위에 대한 적용 방법을 제시함으로써 온실가스 감축사업 계획시 감축수단별 감축량 비교를 통해 사업 추진 우선순위를 확보하는데 활용가능함



2 고려사항

- ❖ 본 가이드라인에 제시된 결과는 “지자체 탄소중립 이행지원 기반 구축” 등 용역을 통해 산정한 내용을 기반으로 도출된 결과이며, 감축사업의 세부 조건이나 가정사항에 따라 실제 사례와 다를 수 있음
- ❖ 또한, 본 가이드라인은 지자체 온실가스 감축량 산정을 위한 일반적인 가이드를 제공하기 때문에 각 지자체별 감축사업 추진여건을 모두 반영하기에는 한계점이 존재함
- ❖ 따라서, 각 지자체별 감축사업 추진여건을 고려하여 본 가이드라인 적용이 필요함

Ⅰ-2

가이드라인 구성

❖ 본 가이드라인은 총 2장으로 아래 표와 같이 구성되어 있으며, 주요 내용은 다음과 같음

구분	장제목	주요 내용
제1장	일반사항	• 가이드라인 정의, 목적 • 가이드라인의 구성 • 가이드라인 활용방법 • 용어정의
제2장	부문별 감축원단위	• 부문별 주요 온실가스 감축사업 • 온실가스 감축사업별 감축원단위 • 감축원단위 산정근거 • 감축원단위 산정계수 • 모니터링 인자 • 추진사례
부록	부록	• 감축원단위 총괄표

1 감축원단위

❖ 온실가스 감축사업별 감축원단위는 전환, 산업, 건물, 수송, 농축수산, 폐기물, 수소, 흡수원등의 총 8개 부문으로 세분화하여 산정함

❖ 감축원단위 표는 온실가스 감축사업 개요, 감축원단위 산정근거, 모니터링 인자 등의 정보를 기입하여 지자체 담당자가 온실가스 감축량 산정시 참고할 수 있도록 함

표 구성항목	주요 내용
개요	• 온실가스 감축사업에 대한 간략한 설명
원단위	• 감축원단위(세부 분류가 필요할 시 구분하여 작성)
감축량 산정식	• 감축원단위 × 모니터링 인자
감축원단위 산정근거	• 감축원단위를 구하기 위한 산정식
산정계수	• 감축원단위 산정식에 사용된 값들의 산정인자
출처	• 산정근거가 되는 보고서, 법령, 홈페이지 등
모니터링 인자	• 감축량 산정을 위한 활동자료명
추진사례	• 지자체 추진사례

Ⅰ-3 활용방법

❖ 본 가이드라인을 활용함으로써 온실가스 감축량 산정, 온실가스 감축사업별 비교 등 온실가스 감축에 관한 업무에 활용할 수 있음

❖ 특히, 지자체의 온실가스 감축사업 추진 시 활용 가능하며, 지자체별 감축수단 및 감축계획 반영을 통한 온실가스 감축사업 우선순위 도출 및 온실가스 감축목표 관리가 가능함

예시 A지자체의 온실가스 감축목표 설정

부문	감축수단	감축원단위 (tCO_2eq/활동자료)	활동자료	감축잠재량 (tCO_2eq)		감축목표
건물	감축수단1	0.629	1,000	629	→	3,604
	감축수단2	0.016	10,000	1,600		
	감축수단3	0.275	5,000	1,375		
폐기물	감축수단4	0.003	20,000	60		1,180
	감축수단5	0.396	1,500	594		
	감축수단6	1.052	500	526		

Ⅰ-4

용어정의

구분	용어	정의
1	**온실가스**	적외선 복사열을 흡수하거나 재방출하여 온실효과를 유발하는 가스 상태의 물질로서 「탄소중립기본법」 제2조제5호에서 정하고 있는 이산화탄소(CO_2), 메탄(CH_4), 아산화질소(N_2O), 수소불화탄소(HFC_S), 과불화탄소(PFC_S), 육불화황(SF_6) 등을 말함
2	**온실가스 배출**	사람의 활동에 수반하여 발생하는 온실가스를 대기 중에 배출 · 방출 또는 누출시키는 직접배출과 다른 사람으로부터 공급된 전기 또는 열(연료 또는 전기를 열원으로 하는 것만 해당한다)을 사용함으로써 온실가스가 배출되도록 하는 간접배출을 말함
3	**온실가스 감축**	기후변화를 완화 또는 지연시키기 위하여 온실가스 배출량을 줄이거나 흡수하는 모든 활동을 말함
4	**온실가스 흡수**	토지이용, 토지이용의 변화 및 임업활동 등에 의하여 대기로부터 온실가스가 제거되는 것을 말함
5	**CO_2환산량** (CO_2eq : Carbon Dioxide Equivalent)	이산화탄소에 대한 온실가스의 복사강제력을 비교하는 단위로서 CO_2 이외의 해당 온실가스의 양에 지구온난화지수를 곱하여 산출한 값을 말함
6	**지구온난화지수** (GWP : Global Warming Potential)	지구온난화를 일으키는 가스들의 상대적인 복사 흡수 능력을 표시한 것이며, 일정기간(보통 100년) 동안 1kg의 온실가스가 야기하는 적외선 흡수능력(가열효과)과 이산화탄소 1kg의 영향에 대한 비율로써 각각의 기체들의 기여도을 말함
7	**활동자료**	사용된 에너지 및 원료의 양, 생산·제공된 제품 및 서비스의 양, 폐기물 처리량 등 온실가스 배출량 등의 산정에 필요한 정량적인 측정결과를 말함
8	**바이오매스**	생물유기체, 유기성폐기물, 동물·식물의 유지 등으로 생물 또는 생물 기원의 모든 유기체 및 유기물을 말함
9	**배출계수**	단위 활동 당 가스의 배출 또는 흡수를 정량화하는 계수로써 배출계수는 주어진 운전 조건과 활동수준 하에 대표성 있는 배출량을 산정하기 위해 평균화된 측정 자료의 표본에 근거하여 개발함
10	**IPCC** (Intergovernmental Panel on Climate Change)	기후변화에 관한 정부간 패널을 의미하여, 인간활동의 확대에 수반된 대기환경의 변화가 기후, 식량, 에너지, 수자원 등 사회 모든 분야에 중대한 영향을 미치고, 경제의 지속적 성장을 저해 할 지도 모른다는 공통된 인식하에 구체적 대처를 검토하는 정부간 회의를 말함
11	**TOE** (Ton of Oil Equivalent)	다른 종류의 에너지원을 원유 1톤(7.41배럴)의 발열량(1,000만 kcal) 기준으로 환산한 단위를 말함
12	**순발열량**	일정 단위의 연료가 완전 연소되어 생기는 열량에서 연료 중 수증기의 잠열을 뺀 열량으로서 온실가스 배출량 산정에 활용되는 발열량을 말함
13	**감축원단위**	해당 온실가스 감축사업의 단위 활동자료 당 감축되는 온실가스 감축량을 말함
14	**감축원단위 산정근거**	감축원단위 산정을 하기 위하여 적용하는 산정인자, 가정, 계산방법 및 절차 등을 말함
15	**산정계수**	감축원단위 산정을 하기 위하여 사용한 산정인자를 말함
16	**모니터링 인자**	감축량 산정을 위해 모니터링이 필요한 활동자료를 말함

Ⅱ

부문별 감축원단위

지자체 온실가스 감축사업별 감축원단위 적용 가이드라인

제1절	전환	12
제2절	산업	29
제3절	건물	38
제4절	수송	81
제5절	농축산	112
제6절	폐기물	133
제7절	수소	161
제8절	흡수원	163

Ⅱ-1

전환

1	전환	태양광 발전	
1 개요		태양전지를 이용하여 태양빛을 직접 전기에너지로 변환시켜 전력을 생산하는 발전으로, 청정에너지원으로 전력에너지를 생산하여 온실가스 저감에 기여	
2 원단위		• [시설용량] 0.617 tCO_2eq/kW • [발전량] 0.0004781 tCO_2eq/kWh	
3 감축량산정식		• [시설용량] 감축원단위(0.617 tCO_2eq/kW) × 시설용량(kW) • [발전량] 감축원단위(0.0004781 tCO_2eq/kWh) × 발전량(kWh)	
4 감축원단위 산정근거		• [시설용량] 감축원단위(0.617tCO_2eq/kW) = 에너지생산량 × 전력배출계수 × 단위환산 ※ 1,291.2 MWh/MW × 0.4781 tCO_2eq/MWh × 10^{-3} = 0.617 tCO_2eq/kW • [시설용량] 에너지생산량(1,291.2 MWh/MW) = 시설용량 × 태양광 발전설비 연간 가동시간 × 발전효율 ※ 1MW × 8,760h × 14.74% = 1,291.2 MWh/MW • [발전량] 감축원단위(0.0004781 tCO_2eq/kWh) = 전력배출계수 × 단위환산 ※ 0.4781 tCO_2eq/MWh × 10^{-3} = 0.0004781 tCO_2eq/kWh	
5 산정계수		• 전력배출계수 : 0.4781 tCO_2eq/MWh	①
		• 태양광 발전설비 연간 가동시간 : 8,760 h	②
		• 발전효율 : 14.74%	③
6 출처		① 국가 온실가스 배출계수(온실가스종합정보센터, 2021년) ② e-나라지표 홈페이지(일조시간 추이) (http://index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1402) ③ 한국에너지공단, 2020년 신재생에너지 보급통계, 2021(p165)	
7 모니터링인자		• 시설용량(kW) • 발전량(kWh)	
8 추진사례		• 공유재산 부지 태양광발전사업(6MW), 경상북도 경주시 • 삼계정수장 태양광발전사업(1.8MW), 경상남도 김해시	

2	전환	건물일체형(BIPV) 태양광발전

1 개요

기존 및 신축 건축물의 창호나 벽면, 지붕재 등 건축물의 외장재를 구성하는 자재를 대체하여 태양전지를 설치함으로써, 청정 전력에너지를 생산하고 이를 통해 온실가스 저감에 기여하는 사업

2 원단위

- [시설용량] 0.4602 tCO_2eq/kW
- [발전량] 0.0004781 tCO_2eq/kWh

3 감축량 산정식

- [시설용량] 감축원단위 (0.4602 tCO_2eq/kW) × 시설용량(kW)
- [발전량] 감축원단위 (0.0004781 tCO_2eq/kWh) × 발전량(kWh)

4 감축원단위 산정근거

- [시설용량] 감축원단위(0.4602 tCO_2eq/kW)
  = 에너지생산량 × 전력배출계수 × 단위환산
  ※ 962.66 MWh/MW × 0.4781 tCO_2eq/MWh × 10^{-3} = 0.4602 tCO_2eq/kW

- [시설용량] 시설용량 대비 에너지생산량(962.66MWh/MW)
  = 단위용량 × 태양광발전설비 연간 가동시간 × 발전효율
  ※ 1MW/1MW × 8,760h × 10.9892 % = 962.66 MWh/MW
  ※ 발전효율 = 2.64시간/24시간 = 10.9892%

- [발전량] 감축원단위(0.0004781tCO_2eq/kWh)
  = 전력배출계수 × 단위환산
  ※ 0.4781 tCO_2eq/MWh × 10^{-3} = 0.0004781 tCO_2eq/kWh

5 산정계수

①

- 전력배출계수 : 0.4781 tCO_2eq/MWh

②

- 서울시 신청사 설치용량 : 201.47 kW
- 서울시 신청사 연평균 발전량(2015~2017년도 평균 값)
- *BIPV Type* : *G–to–G*

구분	2015	2016	2017
일발전량	574	592	563
월발전량	17,352	17,736	17,153
연발전량	208,229	212,838	205,846
연평균 발전량			208,971

③

- 국립환경과학원 설치용량 : 108.1 kW
- 국립환경과학원 연평균 발전량(2011.5~2013.4, 3년간 모니터링 값)
- *BIPV Type* : *G–to–G*, *G–to–T*

구분	*G–to–G*	*G–to–T*	합
설치용량(kW)	79.4	28.7	108.1
발전량(kWh)	141,760	66,001	207,761
일 발전시간(hr)	2.45	3.15	2.63

④

- 도봉구 체육시설 설치용량 : 28.36 kW
- 도봉구 체육시설 연평균 발전량(2010.4~1011.3, 1년간 모니터링 값)
- *BIPV Type* : *G–to–G*

구분	*G–to–G*
설치용량(kW)	28.36
발전량(kWh)	12,459
일 발전시간(hr)	1.20

<table>
<tr><th>2</th><th>전환</th><th colspan="2">건물일체형(BIPV) 태양광발전</th></tr>
<tr><td colspan="2">5 산정계수</td><td>
• 건물일체형 태양광발전설비 일 평균 가동시간(2.64시간/일)
= 연간 평균 발전량(kWh) / (설치용량(kW) × 365일)
※ 325,310 kWh/년 ÷ (337.9 kW × 365일/년) = 2.64시간/일
<table>
<tr><th>구분</th><th>서울시</th><th>환경과학원</th><th>도봉구</th><th>합계</th></tr>
<tr><td>설치용량(kW)</td><td>201.47</td><td>108.1</td><td>28.36</td><td>337.9</td></tr>
<tr><td>연평균 발전량(kWh)</td><td>208,971</td><td>103,880</td><td>12,459</td><td>325,310</td></tr>
<tr><td>일 발전시간(hr)</td><td>2.84</td><td>2.63</td><td>1.20</td><td>2.64</td></tr>
</table>
• MW 당 연간 발전량(962.66 MWh/MW)
= 태양광 설치용량(MW) × 일평균 발전시간(hr) × 365일/년
※ 1.0 MW ×2.64 hr/일 × 365일/년 = 962.66 MWh/MW

• 발전효율 = 일발전시간(hr) / 24시간 = 2.64hr / 24hr = 10.9892 %
</td><td>②
③
④</td></tr>
<tr><td colspan="2">6 출처</td><td colspan="2">① 국가 온실가스 배출계수(온실가스종합정보센터, 2021)
② 신재생에너지 BIPV 보급 활성화 방안 연구, 김형우 외, 울산연구원, 2020.12.21.(p120~121)
③ 전력난 해결? 기후변화연구동에 답이 있다. 2013.8.28., 국립환경 과학원, 보도자료
④ 도봉구 체육관커튼월에 설치된 건물일체형 태양광발전시스템의 발전량과 기후 요소 간의 상관성 분석, 한국태양에너지학회, Vol. 32, No. 1, 2012</td></tr>
<tr><td colspan="2">7 모니터링 인자</td><td colspan="2">• 시설용량(kW)
• 발전량(kWh)</td></tr>
<tr><td colspan="2">8 추진사례</td><td colspan="2">• 지자체에서 추진 중인 건물일체형 태양광 보급사업 추진 시 적용 가능
– 건물일체형 태양광 민간보급 시범사업, 광주광역시
– 건물일체형 태양광 민간보급 사업, 서울특별시</td></tr>
</table>

3	전환	미니태양광 발전	
1 개요		아파트 베란다, 주택 옥상 등 유휴공간에 소규모 태양전지를 설치하여, 청정에너지원으로 전력에너지를 생산하여 온실가스 저감에 기여하는 사업	
2 원단위		• [시설용량] 0.4529 tCO_2eq/kW • [발전량] 0.0004781 tCO_2eq/kWh	
3 감축량 산정식		• [시설용량] 감축원단위 (0.4529 tCO_2eq/kW) × 시설용량(kW) • [발전량] 감축원단위 (0.0004781 tCO_2eq/kWh) × 발전량(kWh)	
4 감축원단위 산정근거		• [시설용량] 감축원단위(0.4529 tCO_2eq/kW) = 에너지생산량 × 전력배출계수 × 단위환산 ※ 947.35 MWh/MW × 0.4781 tCO_2eq/MWh × 10^{-3} = 0.4529 tCO_2eq/kW • [시설용량] 시설용량 대비 에너지생산량(947.35 MWh/MW) = 단위용량 × 태양광발전설비 연간 가동시간 × 발전효율 ※ 1MW/1MW × 8,760h × 10.814% = 947.35 MWh/MW ※ 발전효율 = 2.595시간/24시간 = 10.814 % • [발전량] 감축원단위(0.0004781 tCO_2eq/kWh) = 전력배출계수 × 단위환산 ※ 0.4781tCO_2eq/MWh × 10^{-3} = 0.0004781 tCO_2eq/kWh	
5 산정계수		• 전력배출계수 : 0.4781 tCO_2eq/MWh	①
		• 에너지 생산량 : 947.35 MWh/MW	②
		• 베란다 태양광발전설비 일평균 가동시간 : 2.595시간/일	②
		• 발전효율 : 10.814 %	②
6 출처		① 국가 온실가스 배출계수(온실가스종합정보센터, 2021) ② 서울시 베란다 태양광 모니터링 자료를 이용한 발전효율 산출 – 서울에너지공사 베란다 태양광 발전량 모니터링 자료 (2020년 1월 ~ 2022년 12월, 3년간 서울시 25개 구 117개소 모니터링 자료)	
7 모니터링 인자		• 시설용량(kW) • 발전량(kWh)	
8 추진사례		• 지자체에서 추진 중인 미니태양광 보급사업 추진 시 적용 가능 – 미니태양광 보급 지원사업, 서울특별시 – 베란다형(미니) 태양광 보급 지원사업, 경기도 수원시, 경기도 시흥시 – 미니태양광 보급사업, 인천광역시 서구, 연수구 등 – 미니태양광 보급사업, 대구광역시	

4	전환	수상태양광 발전	
1 개요		호수, 저수지, 댐, 연못 등 유휴 수면부지에 태양전지를 설치하여 청정에너지원으로 전력에너지를 생산하여, 온실가스 저감에 기여하는 사업	
2 원단위		• [시설용량] 0.6264tCO_2eq/kW • [발전량] 0.0004781tCO_2eq/kWh	
3 감축량산정식		• [시설용량] 감축원단위(0.6264tCO_2eq/kW) × 시설용량(kW) • [발전량] 감축원단위(0.0004781tCO_2eq/kWh) × 발전량(kWh)	
4 감축원단위 산정근거		• [시설용량] 감축원단위(0.6264 tCO_2eq/kW) = 에너지생산량 × 전력배출계수 × 단위환산 ※ 1,310.26MWh/MW × 0.4781tCO_2eq/MWh × 10^{-3} = 0.6264tCO_2eq/kW • [시설용량] 시설용량 대비 에너지생산량(1,310.26MWh/MW) = 단위용량 × 태양광발전설비 연간 가동시간 × 발전효율 ※ 1MW/1MW × 8,760h × 14.9583% = 1,310.26MWh/MW ※ 발전효율 = 3.59시간/24시간 = 14.9583% • [발전량] 감축원단위(0.0004781tCO_2eq/kWh) = 전력배출계수 × 단위환산 ※ 0.4781tCO_2eq/MWh × 10^{-3} = 0.0004781tCO_2eq/kWh	
5 산정계수		• 전력배출계수 : 0.4781tCO_2eq/MWh	①
		• 에너지 생산량 : 1,310.26MWh/MW	②
		• 수상태양광 발전설비 일평균 가동시간 : 3.59시간/일	②
		• 발전효율 : 14.9583%	②
6 출처		① 국가 온실가스 배출계수(온실가스종합정보센터, 2021) ② 한국농어촌공사 수상태양광 모니터링 자료를 이용한 발전효율 산출 – 한국농어촌공사 수상 태양광 발전량 모니터링 자료 (2022년 1월 1일 ~ 12월 31일, 전국 41개 수상 태양광발전소)	
7 모니터링인자		• 시설용량(kW) • 발전량(kWh)	
8 추진사례		• 지자체에서 추진중인 주민참여형 수상태양광 보급사업 추진 시 적용가능 – 주민참여형 합천댐 수상 태양광발전 사업, 경상남도 – 주민참여형 소양강댐 수상 태양광발전 사업, 강원특별자치도 – 주민참여형 임하댐 수상 태양광발전 사업 , 경상북도	

5	전환	영농형 태양광 발전
1 개요		논과 밭 등 농작물을 재배하는 상부에 태양전지를 설치하여, 청정에너지원으로 전력에너지를 생산하여 온실가스 저감에 기여하는 사업. ※ 영농형태양광은 감수율(수확량 감소 비율) 20% 이내와 차광률(전체 농지 면적 중 태양광 패널이 차지하는 면적의 비율) 30% 이내를 유지하는 조건을 만족해야 함
2 원단위		• [시설용량] 0.6836tCO_2eq/kW • [설치면적] 0.0224$tCO_2eq/㎡$ • [발전량] 0.0004781tCO_2eq/kWh
3 감축량산정식		• [시설용량] 감축원단위(0.6836tCO_2eq/kW) × 시설용량(kW) • [설치면적] 감축원단위(0.0224$tCO_2eq/㎡$) × 설치면적(㎡) • [발전량] 감축원단위(0.0004781tCO_2eq/kWh) × 발전량(kWh) 적용 예시 면적이 2,500㎡(약 750평)인 농지(논 또는 밭)에 영농형 태양광을 설치한다면, 연간 온실가스 감축량 계산 방법 : 감축원단위(0.0224$tCO_2eq/㎡$) × 설치면적(㎡) = 0.0224$tCO_2eq/㎡$ × 2,500 ㎡ = 56.0tCO_2eq
4 감축원단위 산정근거		• [시설용량] 감축원단위(0.6836tCO_2eq/kW) = 에너지생산량 × 전력배출계수 × 단위환산 ※1,429.84MWh/MW × 0.4781tCO_2eq/MWh × 10^{-3} = 0.6836tCO_2eq/kW • [시설용량] 시설용량 대비 에너지생산량(1,429.84MWh/MW) = 단위용량 × 태양광발전설비 연간 가동시간 × 발전효율 ※ 1MW기준 에너지 생산량 = 1MW × 8,760h × 16.3224% = 1,429.84MWh/MW ※ 발전효율 = 영농형 태양광 일 평균 발전시간/1일 = 3.92시간/24시간 = 16.3224% • [설치면적] 감축원단위(0.0224$tCO_2eq/㎡$) = 에너지생산량(설비용량 562.56kW 기준) ÷ 설치면적(㎡) × 전력배출계수 ※ 804.37MWh ÷ 17,175㎡ × 0.4781 tCO_2eq/MWh = 0.0224 $tCO_2eq/㎡$ ※ 에너지생산량(설비용량 562.56kW 기준) = 6개 영농형 태양광 설비용량 합(562.56kW) × 8,760h × 16.3224% × 1MW/1000kW = 804.37 MWh ※ 6개 영농형 태양광 설치면적 합(㎡) = 17,175㎡ • [발전량] 감축원단위(0.0004781tCO_2eq/kWh) = 전력배출계수 × 단위환산 ※ 0.4781tCO_2eq/MWh × 10^{-3} = 0.0004781tCO_2eq/kWh

<table>
<tr><th>5</th><th>전환</th><th colspan="2">영농형 태양광 발전</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">5 산정계수</td><td>• 전력배출계수 : 0.4781tCO_2eq/MWh</td><td>①</td></tr>
<tr><td>• 영농형 태양광발전 설치용량, 설치면적 및 연간 발전량
<table>
<tr><th rowspan="2">위치</th><th rowspan="2">설치년월</th><th rowspan="2">설치용량
(kW)</th><th rowspan="2">설치면적
(㎡)</th><th colspan="2">연간 발전량(kWh)</th></tr>
<tr><th>2021년</th><th>2022년</th></tr>
<tr><td>A</td><td>19년 3월</td><td>76.8</td><td>2,192</td><td>109,908</td><td>113,976</td></tr>
<tr><td>B</td><td>19년 5월</td><td>97.12</td><td>3,323</td><td>120,840</td><td>142,272</td></tr>
<tr><td>C</td><td>19년 4월</td><td>97.12</td><td>3,068</td><td>137,952</td><td>141,684</td></tr>
<tr><td>D</td><td>19년 7월</td><td>97.12</td><td>2,939</td><td>146,844</td><td>151,020</td></tr>
<tr><td>E</td><td>20년 2월</td><td>97.12</td><td>2,648</td><td>133,200</td><td>139,428</td></tr>
<tr><td>F</td><td>19년 6월</td><td>97.28</td><td>3,005</td><td>129,576</td><td>142,044</td></tr>
<tr><td colspan="2">합</td><td>562.56</td><td>17,175</td><td>778,320</td><td>830,424</td></tr>
<tr><td colspan="2">발전효율(%)</td><td colspan="4">16.3224%</td></tr>
<tr><td colspan="2">일 평균 발전시간(h)</td><td colspan="4">3.92</td></tr>
</table>
• 영농형 태양광발전설비 일평균 가동시간 : 3.92시간/일
• 발전효율 : 16.32%</td><td>②</td></tr>
<tr><td colspan="2">6 출처</td><td colspan="2">① 온실가스종합정보센터, 2021, 국가 온실가스 배출계수
② 한국남동발전(주), 2021년 2022년 영농형태양광 운영현황 자료 (경남 고성, 하동, 함양, 남해, 거창, 함안군 영농형태양광발전 2021년, 2022년 설치용량, 설치면적, 연간발전량 자료 활용)</td></tr>
<tr><td colspan="2">7 모니터링인자</td><td colspan="2">• 시설용량(kW)
• 설치면적(㎡)
• 발전량(kWh)</td></tr>
<tr><td colspan="2">8 추진사례</td><td colspan="2">• 영농형 태양광사업(99kW), 충청북도 청주시
• 영농형 태양광사업(100kW), 경기도 파주시
• 영농형 태양광사업(99kW), 전라남도 보성군</td></tr>
</table>

6	전환	태양열 시스템 보급 확대 (평판형, 공기식무창형, 공기식유창형, 단일진공관형, 이중진공관형)	
1 개요		태양열 시스템은 타 신재생에너지원에 비해 경제성이 높은 에너지원으로 태양열을 활용한 난방 및 온수 사용 설비 등을 이용하여 온실가스 저감에 기여	
2 원단위		• [평판형] 0.285$tCO_2eq/㎡$ • [공기식무창형] 0.233$tCO_2eq/㎡$ • [공기식유창형] 0.266$tCO_2eq/㎡$ • [단일진공관형,이중진공관형] 0.356$tCO_2eq/㎡$	
3 감축량산정식		• [평판형] 감축원단위(0.285$tCO_2eq/㎡$) × 태양열 설치면적(㎡) • [공기식무창형] 감축원단위(0.233$tCO_2eq/㎡$) × 태양열 설치면적(㎡) • [공기식유창형] 감축원단위(0.266$tCO_2eq/㎡$) × 태양열 설치면적(㎡) • [단일진공관형,이중진공관형] 감축원단위(0.356$tCO_2eq/㎡$) × 태양열 설치면적(㎡)	
4 감축원단위 산정근거		• [평판형] 감축원단위(0.285$tCO_2eq/㎡$) = 평판형 태양열 단위에너지생산량 × 전력배출계수 × 단위환산 ※ 596$kWh/㎡$ × 0.4781tCO_2eq/MWh × 10^{-3}= 0.285$tCO_2eq/㎡$ • [공기식무창형] 감축원단위(0.233$tCO_2eq/㎡$) = 공기식무창형 태양열 단위에너지생산량 × 전력배출계수 × 단위환산 ※ 487$kWh/㎡$ × 0.4781tCO_2eq/MWh × 10^{-3}= 0.233$tCO_2eq/㎡$ • [공기식유창형] 감축원단위(0.266$tCO_2eq/㎡$) = 공기식유창형 태양열 단위에너지생산량 × 전력배출계수 × 단위환산 ※ 557$kWh/㎡$ × 0.4781tCO_2eq/MWh × 10^{-3}= 0.266$tCO_2eq/㎡$ • [단일진공관형,이중진공관형] 감축원단위(0.356$tCO_2eq/㎡$) = 단일진공관형,이중진공관형 태양열 단위에너지생산량 × 전력배출계수 × 단위환산 ※ 745$kWh/㎡$ × 0.4781tCO_2eq/MWh × 10^{-3}= 0.356$tCO_2eq/㎡$	
5 산정계수		• 태양열 단위에너지생산량 : 596$kWh/㎡$ (평판형), 487$kWh/㎡$ (공기식무창형), 557$kWh/㎡$ (공기식유창형), 745$kWh/㎡$ (단일진공관형, 이중진공관형)	①
		• 전력배출계수 : 0.4781tCO_2eq/MWh	②
6 출처		① 신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침 (신재생에너지센터공고 제2020-17호), [별표10] 단위에너지 생산량 및 원별 보정계수(186p) ② 국가 온실가스 배출계수(온실가스종합정보센터, 2021년)	
7 모니터링인자		• 태양열 설치면적(㎡)	
8 추진사례		• 서울특별시, 경기도 광명시, 경상북도 다목적 태양열시스템 보급 등	

7	전환	풍력 발전	
1 개요		풍력 터빈을 이용하여 바람을 전력으로 전환하는 발전을 말하며, 청정에너지원으로 전력에너지를 생산하여 온실가스 저감에 기여	
2 원단위		• [시설용량] 0.951tCO_2eq/kW • [발전량] 0.0004781tCO_2eq/kWh	
3 감축량산정식		• [시설용량] 감축원단위(0.951tCO_2eq/kW) × 시설용량(kW) • [발전량] 감축원단위(0.0004781tCO_2eq/kWh) × 발전량(kWh)	
4 감축원단위 산정근거		• [설비용량] 감축원단위(0.951tCO_2eq/kW) = 에너지생산량 × 전력배출계수 × 단위환산 ※ 1,988.52MWh/MW × 0.4781tCO_2eq/MWh × 10^{-3} = 0.951tCO_2eq/kW • [설비용량] 시설용량 대비 에너지생산량(1,988.52MWh/MW) = 단위용량 × 발전일 × 발전시간 × 연간 이용율 ※ 1MW/1MW × 365일 × 24h/일 × 22.7% = 1,988.52MWh/MW • [발전량] 감축원단위(0.0004781tCO_2eq/kWh) = 전력배출계수 × 단위환산 ※ 0.4781tCO_2eq/MWh × 10^{-3} = 0.0004781tCO_2eq/kWh	
5 산정계수		• 전력배출계수 : 0.4781tCO_2eq/MWh	①
		• 연간 이용율 : 22.70% (2020년 기준)	②
6 출처		① 국가 온실가스 배출계수(온실가스종합정보센터, 2021년) ② 한국에너지공단, 2020년 신재생에너지 보급통계, 2021(p165)	
7 모니터링인자		• 시설용량(kW) • 발전량(kWh)	
8 추진사례		• 2030년까지 설비용량 6.2GW급 해상풍력단지 조성, 인천광역시 • 가덕산 풍력발전, 강원특별자치도 태백시 • 반딧불이 해상풍력 사업, 울산광역시	

8	전환	소수력 발전	
1 개요		물의 낙하차를 이용한 시설용량 10,000kW이하의 수력발전을 말하며, 청정에너지원으로 전력에너지를 생산하여 온실가스 저감에 기여	
2 원단위		• [설비용량] 1.096tCO_2eq/kW • [발전량] 0.0004781 tCO_2eq/kWh	
3 감축량산정식		• [설비용량] 감축원단위(1.096 tCO_2eq/kW) × 설비용량(kW) • [발전량] 감축원단위(0.0004781 tCO_2eq/kWh) × 발전량(kWh)	
4 감축원단위 산정근거		• [설비용량] 감축원단위(1.096tCO_2eq/kW) = 에너지생산량 × 전력배출계수 × 단위환산 ※ 2,293.37kWh/kW × 0.4781tCO_2eq/MWh × 10^{-3} = 1.096tCO_2eq/kW • [설비용량] 에너지생산량(2,293.37kWh/kW) = 설치용량 × 발전일 × 발전시간 × 연간 이용율 ※ 1kW × 365일 × 24h/일 × 26.18% = 2,293.37kWh/kW • [발전량] 감축원단위(0.0004781tCO_2eq/kWh) = 전력배출계수 × 단위환산 ※ 0.4781tCO_2eq/MWh × 10^{-3} = 0.0004781tCO_2eq/kWh	
5 산정계수		• 전력배출계수 : 0.4781tCO_2eq/MWh	①
		• 연간 이용율 : 26.18% ※ 수력 양수 이용율 중 2021년 12월~2022년 11월의 평균값 적용	②
6 출처		① 국가 온실가스 배출계수(온실가스종합정보센터, 2021년) ② 공공데이터포털 홈페이지 (수력양수 발전량 및 이용율, 2021) ($https://www.data.go.kr/data/15041895/fileData.do$)	
7 모니터링인자		• 설비용량(kW) • 발전량(kWh)	
8 추진사례		• 노량진 배수지 소수력발전, 서울특별시 • 광역정수장 소수력 발전, 경기도 성남시 수정구	

9	전환	지열	
1 개요		지열에너지는 물, 지하수 및 지하의 열 등의 온도차를 이용하여 냉·난방에 활용하는 기술로 화석 연료 사용량 절감을 통해 온실가스 저감에 기여	
2 원단위		• [보급물량] 0.479tCO_2eq/RT • [설치용량] 0.413tCO_2eq/kW • [열생산량] 56.1tCO_2eq/TJ	
3 감축량산정식		• [보급물량] 감축원단위(0.479tCO_2eq/RT) × 보급물량(RT) • [설치용량] 감축원단위(0.413tCO_2eq/kW) × 지열에너지 설치용량(kW) • [열생산량] 감축원단위(56.1tCO_2eq/TJ) × 열생산량(TJ)	
4 감축원단위 산정근거		• [보급물량] 감축원단위(0.479tCO_2eq/RT) = (냉방환산기준 × 냉방비중 × 전력배출계수) + (난방환산기준 × 난방비중 × LNG배출계수) ※ (0.174TOE/RT × 9.29% × 0.11tCO_2eq/TOE) + (0.444TOE/RT × 45.8% × 2.349tCO_2eq/TOE) = 0.479tCO_2eq/RT ⋯› 주거용을 대상으로 분석 • [보급물량] 전력배출계수(0.04tCO_2eq/TOE) = 전력배출계수 × 단위환산 ※ 0.4781tCO_2eq/MWh ÷ 4.3668MWh/TOE = 0.11tCO_2eq/TOE • [보급물량] LNG배출계수(2.349tCO_2eq/TOE) = LNG배출계수 × 열량 환산계수 × 단위환산 ※ 56,100$kgCO_2/TJ$ × (41.868 × 10^{-3})TJ/TOE × 10^{-3} = 2.349tCO_2eq/TOE • [설치용량] 감축원단위(0.413tCO_2eq/kW) = 지열에너지 단위 에너지생산량 × 전력배출계수 × 단위환산 ※ 864kWh/kW × 0.4781tCO_2eq/MWh × 10^{-3} = 0.413tCO_2eq/kW • [열생산량] 감축원단위(56.1tCO_2eq/TJ) = LNG배출계수 × 단위환산 ※ 56,100$kgCO_2/TJ$ × 10^{-3} = 56.1tCO_2eq/TJ	
5 산정계수		• 냉방환산기준 : 0.174TOE/RT	①
		• 냉방비중 : 9.29% ※ 맞벌이 가구의 전력소비량 중 냉방비중을 적용함	⑥
		• 전력배출계수 : 0.4781tCO_2eq/MWh	③
		• 난방환산기준 : 0.444TOE/RT	①
		• 난방비중 : 45.8%	②
		• LNG배출계수 : 56,100$kgCO_2/TJ$	④
		• 지열에너지 단위 에너지생산량 : 864kWh/kW	⑤

9	전환	지열
6 출처		① 산업통상자원부·한국에너지공단, 2019년 신재생에너지 보급통계, 2020(166p) ② 에너지경제연구원, 주거용 건물 에너지 소비요인분석을 통한 건물 에너지 정책 방안 연구, 2017(11p) ③ 국가 온실가스 배출계수(온실가스종합정보센터, 2021년) ④ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시 제2021-10호), [별표12] 연료별 국가 고유발열량 및 배출계수(제15조제2항관련) ⑤ 신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침 (신재생에너지센터공고 제2020-17호), [별표10] 단위에너지 생산량 및 원별 보정계수(186p) ⑥ 서울연구원, 서울시 가정용 전력소비의 변화요인과 저감방안, 2013(p11)
7 모니터링인자		• 보급물량(RT) • 지열에너지 설치용량(kW) • 열생산량(TJ)
8 추진사례		• 광주광역시, 서울특별시(가락시장, 용산국제업무지구 등) 등 전국 약 110여 지자체 추진

10	전환	소각장 폐열 자원화	
1 개요		생활쓰레기를 소각하여 소각열을 생산하고, 열 생산량만큼 기존 열 생산을 위해 사용된 화석연료를 대체함으로써 온실가스 저감에 기여	
2 원단위		• [B–C유 대체] 0.782tCO_2eq/톤 • [경유대체] 0.713tCO_2eq/톤 • [LNG대체] 0.545tCO_2eq/톤	
3 감축량산정식		• [B–C유 대체] 감축원단위(0.782tCO_2eq/톤) × 소각량(톤) • [경유 대체] 감축원단위(0.713tCO_2eq/톤) × 소각량(톤) • [LNG유 대체] 감축원단위(0.545tCO_2eq/톤) × 소각량(톤)	
4 감축원단위 산정근거		• [B–C유 대체] 감축원단위(0.782tCO_2eq/톤) = 생활폐기물 에너지생산량 × B–C유 배출계수($kgCO_2eq/TJ$) × 열량 환산계수 × 단위환산 ※ 2,318,000$kcal$/톤 × {80,300$kgCO_2/TJ$ + (3$kgCH_4/TJ$ × 28) + (0.6kgN_2O/TJ × 265)} × (4.1868 × 10^{-9})$TJ/kcal$ × 10^{-3} = 0.782tCO_2eq/톤 • [경유 대체] 감축원단위(0.713tCO_2eq/톤) = 생활폐기물 에너지생산량 × 경유배출계수($kgCO_2eq/TJ$) × $kcal$단위환산 × 단위환산 ※ 2,318,000$kcal$/톤 × {73,200$kgCO_2/TJ$ + (3$kgCH_4/TJ$ × 28) + (0.6kgN_2O/TJ × 265)} × (4.1868 × 10^{-9})$TJ/kcal$ × 10^{-3} = 0.713tCO_2eq/톤 • [LNG유 대체] 감축원단위(0.545tCO_2eq/톤) = 생활폐기물 에너지생산량 × LNG배출계수($kgCO_2eq/TJ$) × $kcal$단위환산 × 단위환산 ※ 2,318,000$kcal$/톤 × {56,100$kgCO_2/TJ$ + (1$kgCH_4/TJ$ × 28) + (0.1kgN_2O/TJ × 265)} × (4.1868 × 10^{-9})$TJ/kcal$ × 10^{-3} = 0.545tCO_2eq/톤 ⇢ 소각열로 B–C유, 경유, LNG를 각각 대체한다고 가정하여 각 연료별 감축원단위 도출 ⇢ 국가고유배출계수에 CO_2 배출계수만 제시되어 있으므로, N_2O 및 CH_4 배출계수는 $IPCC$ 가이드라인의 배출계수를 적용함	
5 산정계수		• 생활폐기물 에너지생산량 : 2,318$kcal/kg$ ※ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침 [별표 12], "온실가스 배출량 산정 시 순발열량을 사용하며, 에너지사용량을 집계할 경우 총 발열량을 사용한다." * 고정연소(고체연료) 배출량 산정 시 저위발열량(순발열량) 적용 참고 자료 : 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침 [별표6]	①
		• B–C유 배출계수 : (CO_2) 80,300$kgCO_2/TJ$	②
		• B–C유 배출계수 : (CH_4) 3$kgCH_4/TJ$, (N_2O) 0.6kgN_2O/TJ ※ 에너지산업 기준	③
		• GWP : (CO_2) 1, (CH_4) 28, (N_2O) 265	④
		• 경유배출계수 : (CO_2) 73,200$kgCO_2/TJ$	②
		• 경유배출계수 : (CH_4) 3$kgCH_4/TJ$, (N_2O) 0.6kgN_2O/TJ ※ 에너지산업 기준	③
		• LNG배출계수 : (CO_2) 56,100$kgCO_2/TJ$	②
		• LNG배출계수 : (CH_4) 1$kgCH_4/TJ$, (N_2O) 0.1kgN_2O/TJ ※ 에너지산업 기준	③

10	전환	소각장 폐열 자원화
6 출처		① 국내 생활폐기물 소각시설의 저위발열량 산정방법에 관한 연구(한국폐기물자원순환학회지 등재) ② 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시 제2021-10호), [별표12] 연료별 국가 고유 발열량 및 배출계수(제15조제2항 관련) ③ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시 제2021-10호), [별표10] 2006 *IPCC* 국가 인벤토리 가이드라인 기본 배출계수(제15조제1항관련) ④ *UNFCCC* 홈페이지, *IPCC* 5차 평가보고서
7 모니터링인자		• 소각량(톤)
8 추진사례		• 남부소각장 폐열에너지 자원화, 제주특별자치도 서귀포시 • 쓰레기 소각장 폐열자원화, 경상북도 경주시 등

11	전환	하수열 및 하천수열 이용	
1 개요		하수 및 하천수의 수온을 이용하여 히트펌프로 에너지를 생산하고, 열 생산량만큼 온실가스 감축	
2 원단위		1.736tCO_2eq/kW	
3 감축량산정식		감축원단위(1.736tCO_2eq/kW) × 보급물량(kW)	
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(1.736tCO_2eq/kW) = 에너지저감량 × LNG배출계수 ※ 0.739TOE/kW × 2.349tCO_2eq/TOE = 1.736tCO_2eq/kW • 에너지저감량(0.739TOE/kW) = 에너지저감량 – 전력투입량 ※ 1.003TOE/kW – 0.264TOE/kW = 0.739TOE/kW ⋯→ [시설용량(1kW) × 발전일(365일) × 발전시간(24h) × 가동률(50%) × 전력 석유환산계수 (0.229 × $10^{-3}TOE$/kWh)] – [에너지생산량(0.924TOE/kW) ÷ 성능계수 COP(3.5)]	
5 산정계수		• 1kW 보급당 에너지 생산량 : 0.924TOE/kW	①
		• 성능계수 COP = 히트펌프의 냉난방 능력 ÷ 히트펌프의 소비전력	①
		• 히트펌프의 성능 3.0~4.0 제품 생산(COP 3.5적용)	①
		• 전력 석유환산계수 : 0.229 × $10^{-3}TOE$/kWh	②
		• LNG 배출계수 : 2.349tCO_2eq/TOE	③
6 출처		① 서울특별시, 서울시 온실가스·에너지 감축사업 평가지표 개발 및 이행성과 평가방안, 2012(161p) ② 에너지법 시행규칙 [별표1] 에너지열량 환산기준(제5조제1항 관련) ③ 한국환경공단, 지자체 온실가스 배출량 산정지침, 2017 ver. 4.1(314p)	
7 모니터링인자		• 보급물량(kW)	
8 추진사례		• 하수열 이용 지역난방, 탄천물재생센터 하수열 이용, 서울특별시 등	

12	전환	바이오가스 열병합 발전
1 개요		바이오가스를 이용한 열병합 발전 설비를 가동하여 전력과 열 생산을 통해 온실가스 감축에 기여
2 원단위		• [보급용량] 3,590.7 tCO_2eq/MW
3 감축량산정식		• [보급용량] 감축원단위(3,590.7 tCO_2eq/MW) ×보급용량(MW)
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위 = (발전량 × 전력배출계수 + 열생산량 × LNG 배출계수) = (5,274MWh* × 0.4781tCO_2eq/MWh) + (454TOE** × 2.355tCO_2eq/TOE***) = 2,521.5tCO_2eq + 1,069.2tCO_2eq = 3,590.7tCO_2eq/MW * 발전량(MWh) = 용량(MW) × 연간운영시간 × 발전설비 이용률 = 1MW × 8,760시간 × 0.6021 = 5,274MWh ** 열생산량 (TOE) = 발전량(MWh) × 전력(최종에너지) 열량 환산계수 = 5,274MWh × 0.086TOE/MWh = 454TOE ※ 바이오가스열병합 발전시스템의 열 이용효율은 100%로 가정 *** LNG 배출계수(tCO_2eq/TOE) = LNG 배출계수($kgCO_2eq/㎥$) / LNG 열량 환산계수 = 2.188$kgCO_2eq/㎥$**** / 0.000929$TOE/㎥$ = 2.188$tCO_2eq/㎥$ × 10^{-3} / 0.000929$TOE/㎥$ = 2.355tCO_2eq/TOE **** LNG 배출계수($kgCO_2eq/N㎥$) = 순발열량($MJ/N㎥$) × Σ(온실가스별 배출계수($kgCO_2/TJ$) × 온실가스별 지구온난화지수) × 10^{-6} = 38.9$MJ/N㎥$ × {(56,100$kgCO_2/TJ$ × 1) + (5$kgCH_4/TJ$ × 28) + (0.1kgN_2O/TJ × 265)} × 10^{-6} = 2.188$kgCO_2eq/N㎥$
5 산정계수		• 전력배출 계수 : 0.4781tCO_2eq/MWh ①
		• GWP : (CO_2) 1, (CH_4) 28, (N_2O) 265 ②
		• 전력(최종에너지) 열량 환산계수 : 0.086TOE/MWh • LNG 열량 환산계수 : 0.0000929$TOE/㎥$ ③
		• 도시가스 배출계수 : 2.355tCO_2eq/TOE ④
		• 발전설비 이용률 : 60.21% ④
		• LNG 순발열량 : 38.9 $MJ/N㎥$ ⑤
		• LNG배출계수 : (CO_2) 56,100$kgCO_2/TJ$ ⑤
		• LNG배출계수 : (CH_4) 5$kgCH_4/TJ$, (N_2O) 0.1kgN_2O/TJ ⑥

12	전환	바이오가스 열병합 발전
6 출처		① 온실가스종합정보센터, 2021, 국가 온실가스 배출계수 ② *IPCC* 제5차 평가보고서(*AR*5) (2013) ③ 에너지법 시행규칙 별표 에너지 열량 환산 기준 ④ 서울시 에너지정책 개별사업의 효과산정 방법, 2016, 서울연구원, *p*.32~33 ⑤ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시 제2021-10호), [별표12] 연료별 국가 고유 발열량 및 배출계수(제15조제2항 관련) ⑥ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시 제2021-10호), [별표10] 2006 *IPCC* 국가 인벤토리 가이드라인 기본 배출계수(제15조제1항관련)
7 모니터링인자		• 보급용량(*MW*)
8 추진사례		• 물재생 센터 바이오가스 열병합 발전설비, 서울특별시

Ⅱ-2

산업

1	산업	청정연료 전환시설 지원
1 개요		중소 대기배출사업장 중 보일러를 비롯한 대기오염물질을 다량 배출하는 시설에서 사용되는 벙커C유, 정제유, 부생연료유 등의 연료를 청정연료 사용시설(LNG)로 전환하여 온실가스 감축에 기여
2 원단위		• [청정연료 전환시설 용량기준 감축원단위] • [벙커C유 → LNG 연료 전환] 130.44 tCO_2eq/ton • [정제연료유 → LNG 연료 전환] 92.17 tCO_2eq/ton • [부생연료유 1호 → LNG 연료 전환] 93.79 tCO_2eq/ton • [부생연료유 2호 → LNG 연료 전환] 126.67 tCO_2eq/ton
3 감축량산정식		• [청정연료 전환시설 용량기준 감축원단위] • [벙커C유 → LNG 연료 전환] 감축원단위 (130.44 tCO_2eq/ton) × 연료 전환 시설 용량 (ton) • [정제연료유 → LNG 연료 전환] 감축원단위 (92.17 tCO_2eq/ton) × 연료 전환 시설 용량 (ton) • [부생연료유 1호 → LNG 연료 전환] 감축원단위 (93.79 tCO_2eq/ton) × 연료 전환 시설 용량 (ton) • [부생연료유 2호 → LNG 연료 전환] 감축원단위 (126.67 tCO_2eq/ton) × 연료 전환 시설 용량 (ton)
4 감축원단위 산정근거		• [벙커C유 → LNG] 연료전환에 따른 온실가스 감축량 (130.44 tCO_2eq/ton) = 벙커C유 연료 사용 시 온실가스 배출량 − LNG 연료 사용 시 온실가스 배출량) = (432.80 − 302.36) tCO_2eq/ton = 130.44 tCO_2eq/ton • [정제연료유 → LNG] 연료전환에 따른 온실가스 감축량 (92.17 tCO_2eq/ton) = 정제연료유 연료 사용 시 온실가스 배출량 − LNG 연료 사용 시 온실가스 배출량 = (394.54 − 302.36) tCO_2eq/ton = 92.17 tCO_2eq/ton • [부생연료유 1호 → LNG] 연료전환에 따른 온실가스 감축량 (93.79 tCO_2eq/ton) = 부생연료유 1호 연료 사용 시 온실가스 배출량 − LNG 연료 사용 시 온실가스 배출량 = (396.15 − 302.36) tCO_2eq/ton = 93.79 tCO_2eq/ton • [부생연료유 2호 → LNG] 연료전환에 따른 온실가스 감축량 (126.67 tCO_2eq/ton) = 부생연료유 2호 연료 사용 시 온실가스 배출량 − LNG 연료 사용 시 온실가스 배출량 = (429.03 − 302.36) tCO_2eq/ton = 126.67 tCO_2eq/ton • [LNG 연료 사용 시 온실가스 배출량] (302.36 tCO_2eq/ton) = (1 ton 보일러 가동시간 총열량 × LNG CO_2 배출계수) + (1 ton 보일러 가동시간 총열량 × LNG CH_4 배출계수) + (1 ton 보일러 가동시간 총열량 × LNG N_2O 배출계수) = (5,389,559 MJ/ton × 56,100 $kgCO_2/TJ$ × 10^{-9}) + (5,389,559 MJ/ton × 1 $kgCH_4/TJ$ × 10^{-9}) + (5,389,559 MJ/ton × 0.1 kgN_2O/TJ × 10^{-9}) = 302.36 tCO_2eq/ton

1	산업	청정연료 전환시설 지원

4 감축원단위 산정근거

• [벙커C유 연료 사용 시 온실가스 배출량] (432.80 tCO_2eq/ton)
= 1 ton 보일러 가동시간 총열량 × 벙커C유 CO_2 배출계수
+ (1 ton 보일러 가동시간 총열량 × 벙커C유 CH_4 배출계수)
+ (1 ton 보일러 가동시간 총열량 × 벙커C유 N_2O 배출계수)
= (5,389,559 MJ/ton × 80,300 $kgCO_2/TJ$ × 10^{-9})
+ (5,389,559 MJ/ton × 3 $kgCH_4/TJ$ × 10^{-9}) + (5,389,559 MJ/ton × 0.6 kgN_2O/TJ × 10^{-9})
= 432.80 tCO_2eq/ton

• [정제연료유 연료 사용 시 온실가스 배출량] (394.54 tCO_2eq/ton)
= 1 ton 보일러 가동시간 총열량 × 정제연료유 CO_2 배출계수
+ (1 ton 보일러 가동시간 총열량 × 정제연료유 CH_4 배출계수)
+ (1 ton 보일러 가동시간 총열량 × 정제연료유 N_2O 배출계수)
= 394.54 tCO_2eq/ton
※ (5,389,559 MJ/ton × 73,200 $kgCO_2/TJ$ × 10^{-9})
+ (5,389,559 MJ/ton × 3 $kgCH_4/TJ$ × 10^{-9}) + (5,389,559 MJ/ton × 0.6 kgN_2O/TJ × 10^{-9})
= 394.54 tCO_2eq/ton

• [부생연료유 1호 연료 사용 시 온실가스 배출량] (396.15 tCO_2eq/ton)
= 1 ton 보일러 가동시간 총열량 × 부생연료유 1호 CO_2 배출계수
+ (1 ton 보일러 가동시간 총열량 × 부생연료유 1호 CH_4 배출계수)
+ (1 ton 보일러 가동시간 총열량 × 부생연료유 1호 N_2O 배출계수)
= 5,389,559 MJ/ton × 73,500 $kgCO_2/TJ$ × 10^{-9})
+ (5,389,559 MJ/ton × 3 $kgCH_4/TJ$ × 10^{-9}) + (5,389,559 MJ/ton × 0.6 kgN_2O/TJ × 10^{-9})
= 396.15 tCO_2eq/ton

• [부생연료유 2호 연료 사용 시 온실가스 배출량] (429.03 tCO_2eq/ton)
= 1 ton 보일러 가동시간 총 열량 × 부생연료유 2호 CO_2 배출계수
+ (1 ton 보일러 가동시간 총 열량 × 부생연료유 2호 CH_4 배출계수)
+ (1 ton 보일러 가동시간 총 열량 × 부생연료유 2호 N_2O 배출계수)
= 5,389,559 MJ/ton × 79,600 $kgCO_2/TJ$ × 10^{-9})
+ (5,389,559 MJ/ton × 3 $kgCH_4/TJ$ × 10^{-9}) + (5,389,559 MJ/ton × 0.6 kgN_2O/TJ × 10^{-9})
= 429.03 tCO_2eq/ton

5 산정계수

• 보일러 가정 상황
– 보일러 일일조업시간과 연간가동일수는 보수적인 산출을 위하여 법정 근로시간을 기준으로 8시간, 260일로 연간 보일러 가동시간을 2,080 시간으로 설정함
※ 8시간/일 × 5일/주 × 52주/년 = 2,080 시간/년
– 보일러 용량 1톤을 619,000 $kcal$로 설정하여 보일러 용량 1ton의 시간당 출력열량을 가정함

연간 보일러 가동시간 (hr/년)	가동 시간 (hr)	가동 일수 (day)
2,080	8	260

구분	시간당 출력 열량 ($kcal/hr$)	가동시간 총 열량 ($kcal$/년)	가동시간 총 열량 (J)	가동시간 총 열량 (MJ)
보일러 1 ton	619,000	1,287,520,000	5,389,558,720,000	5,389,559

※ 1톤 보일러의 시간당 출력 열량 = 619,000 $kcal/hr$
※ 가동시간 총 열량 = 619,000 $kcal/hr$ × 2,080 hr/년 = 1,287,520,000 $kcal$/년
※ 가동시간 총 열량 (단위 환산)
1,287,520,000 $kcal$ × 4,186 $J/kcal$ = 5,389,558,720,000 J
5,389,558,720,000 J ÷ 1,000,000 = 5,389,559 MJ

①
②

<table>
<tr><th>1</th><th>산업</th><th colspan="2">청정연료 전환시설 지원</th></tr>
<tr><td colspan="2">5 산정계수</td><td>• 각 연료별 배출계수
<table><tr><th>에너지원</th><th>CO_2 배출계수 ($kgCO_2/TJ$)</th><th>CH_4 배출계수 ($kgCH_4/TJ$)</th><th>N_2O 배출계수 (kgN_2O/TJ)</th></tr><tr><td>중유 (벙커-C)</td><td>80,300</td><td>3</td><td>0.6</td></tr><tr><td>정제연료유</td><td>73,200</td><td>3</td><td>0.6</td></tr><tr><td>부생연료유 (1호)</td><td>73,500</td><td>3</td><td>0.6</td></tr><tr><td>부생연료유 (2호)</td><td>79,600</td><td>3</td><td>0.6</td></tr><tr><td>도시가스 (LNG)</td><td>56,100</td><td>1</td><td>0.1</td></tr></table></td><td>③
④</td></tr>
<tr><td colspan="2">6 출처</td><td colspan="2">① 대기환경보전법 시행규칙 (대기오염물질 배출시설 설치 운영)
② 2023년 중소 대기배출사업장 연료전환 지원사업 공고 (2023.08.24.), 당진시
③ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시, 제2021-10호), [별표12] 연료별 국가 고유발열량 및 배출계수(제15조 제2항 관련)
④ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시 제2021-10호), [별표10] 2006 IPCC 국가 인벤토리 가이드라인 기본 배출계수(제15조제1항관련)</td></tr>
<tr><td colspan="2">7 모니터링인자</td><td colspan="2">• [청정연료 사용시설 전환 용량기준]
• [벙커C유 → LNG 연료전환] 연료전환 시설 용량 (ton)
• [정제연료유 → LNG 연료전환] 연료전환 시설 용량 (ton)
• [부생연료유 1호 → LNG 연료전환] 연료전환 시설 용량 (ton)
• [부생연료유 2호 → LNG 연료전환] 연료전환 시설 용량 (ton)</td></tr>
<tr><td colspan="2">8 추진사례</td><td colspan="2">• 중소 대기배출사업장 연료전환 지원사업, 전라남도 순천시</td></tr>
</table>

2	산업	산업체 저녹스버너 교체
1 개요		대기오염 우심지역의 대기질 개선을 위해 중소기업에서 질소산화물 배출량이 많은 노후화된 버너를 저녹스버너로 교체할 때 투자비의 일부를 정부가 지원해주는 사업임. 산업체 저녹스버너 보급으로 질소산화물(NOx) 저감을 통한 대기 환경개선뿐만 아니라 연료절감으로 사업장의 비용절감 효과 및 이산화탄소 저감을 통한 온실가스 배출량을 저감하고자 함.
2 원단위		• [산업체 저녹스 버너 교체 대수당] 18.21 tCO_2eq/대 • [경유 → 경유] 15.51 tCO_2eq/대 • [LNG → LNG] 15.48 tCO_2eq/대 • [중유 → LNG] 28.39 tCO_2eq/대 • [경유 → LNG] 13.46 tCO_2eq/대 ⋯→ 산업체 저녹스 버너 교체 대수당 감축원단위는 각 4개의 감축원단위 평균값임
3 감축량산정식		• 평균 감축원단위 (18.21 tCO_2eq/대) × 산업체 저녹스 버너 교체 대수 (대) • [경유 → 경유] 감축원단위 (15.51 tCO_2eq/대) × 산업체 저녹스 버너 (경유 –> 경유) 교체 대수 (대) • [LNG → LNG] 감축원단위 (15.48 tCO_2eq/대) × 산업체 저녹스 버너 (LNG –> LNG) 교체 대수 (대) • [중유 → LNG] 감축원단위 (28.39 tCO_2eq/대) × 산업체 저녹스 버너 (중유 –> LNG) 교체 대수 (대) • [경유 → LNG] 감축원단위 (13.46 tCO_2eq/대) × 산업체 저녹스 버너 (경유 –> LNG) 교체 대수 (대)
4 감축원단위 산정근거		• [산업체 저녹스 버너 교체 대수당] 감축원단위(18.21 tCO_2eq/대) = 각 연료 저녹스 버너 교체 대수당 감축원단위 합 ÷ 감축원단위 개수 ※ (72.85 tCO_2eq/대 ÷ 4) = 18.21 tCO_2eq/대 • [경유 → 경유] 저녹스 버너 교체 대수당 감축원단위 (15.51 tCO_2eq/대) = 저녹스 버너 교체 대수당 감축원단위 ÷ 보일러 대수 ※ 2,280 tCO_2eq/년 ÷ 147 대 = 15.51 tCO_2eq/대 • [LNG → LNG] 저녹스 버너 교체 감축원단위 (15.48 tCO_2eq/대) = 저녹스 버너 교체 대수당 감축원단위 ÷ 보일러 대수 ※ 109,419 tCO_2eq/년 ÷ 7,068 대 = 15.48 tCO_2eq/대 • [중유 → LNG] 저녹스 버너 교체 감축원단위 (28.39 tCO_2eq/대) = 저녹스 버너 교체 대수당 감축원단위 ÷ 보일러 대수 ※ 7,780 tCO_2eq/년 ÷ 274 대 = 28.39 tCO_2eq/대 • [경유 → LNG] 저녹스 버너 교체 감축원단위 (13.46 tCO_2eq/대) = 저녹스 버너 교체 대수당 감축원단위 ÷ 보일러 대수 ※ 3,339 tCO_2eq/년 ÷ 248 대 = 13.46 tCO_2eq/대 • [경유 → 경유] 저녹스 버너 교체(147대)에 따른 온실가스 감축량(2,280 tCO_2eq/년) = (경유 연료절감량 × 경유 CO_2 배출계수) + (경유 연료절감량 × 경유 CH_4 배출계수 × CH_4 GWP) + (경유 연료절감량 × 경유 N_2O 배출계수 × N_2O GWP) = (31 TJ/년 × 73.2 tCO_2/TJ) + (31 TJ/년 × 0.003 tCH_4/TJ × 28) + (31 TJ/년 × 0.0006 tN_2O/TJ × 265) = 2,280 tCO_2eq/년 ※ 7,416 $Gcal$/년 × 10^9 $cal/Gcal$ × 4.1868 J/cal ÷ 10^{12} J/TJ = 31 TJ/년

2	산업	산업체 저녹스버너 교체

4 감축원단위 산정근거

• [$LNG \rightarrow LNG$] 저녹스 버너 교체(7,068대)에 따른 온실가스 감축량(109,419 tCO_2eq/년)
= (LNG 연료절감량 × LNG 순발열량 × LNG CO_2 배출계수)
+ (LNG 연료절감량 × LNG 순발열량 × LNG CH_4 배출계수 × CH_4 GWP)
+ (LNG 연료절감량 × LNG 순발열량 × LNG N_2O 배출계수 × N_2O GWP)
= (50,090,966 Nm^3/년 × 38.9 TJ/Nm^3 × 56.1 tCO_2/TJ ÷ 10^6)
+ (50,090,966 Nm^3/년 × 38.9 TJ/Nm^3 × 0.001 tCH_4/TJ × 28 ÷ 10^6)
+ (50,090,966 Nm^3/년 × 38.9 TJ/Nm^3 × 0.0001 tN_2O/TJ × 265 ÷ 10^6)
= 109,419 tCO_2eq/년

• [중유 → LNG] 저녹스 버너 교체(274대)에 따른 온실가스 감축량(7,780 tCO_2eq/년)
= (LNG 연료절감량 × LNG 순발열량 × LNG CO_2 배출계수)
+ (LNG 연료절감량 × LNG 순발열량 × LNG CH_4 배출계수 × CH_4 GWP)
+ (LNG 연료절감량 × LNG 순발열량 × LNG N_2O 배출계수 × N_2O GWP)
= (3,561,586 Nm^3/년 × 38.9 TJ/Nm^3 × 56.1 tCO_2/TJ ÷ 10^6)
+ (3,561,586 Nm^3/년 × 38.9 TJ/Nm^3 × 0.001 tCH_4/TJ × 28 ÷ 10^6)
+ (3,561,586 Nm^3/년 × 38.9 TJ/Nm^3 × 0.0001 tN_2O/TJ × 265 ÷ 10^6)
= 7,780 tCO_2eq/년

• [경유 → LNG] 저녹스 버너 교체(248대)에 따른 온실가스 감축량(3,339 tCO_2eq/년)
= (LNG 연료절감량 × LNG 순발열량 × LNG CO_2 배출계수)
+ (LNG 연료절감량 × LNG 순발열량 × LNG CH_4 배출계수 × CH_4 GWP)
+ (LNG 연료절감량 × LNG 순발열량 × LNG N_2O 배출계수 × N_2O GWP)
= (1,528,550 Nm^3/년 × 38.9 TJ/Nm^3 × 56.1 tCO_2/TJ ÷ 10^6)
+ (1,528,550 Nm^3/년 × 38.9 TJ/Nm^3 × 0.001 tCH_4/TJ × 28 ÷ 10^6)
+ (1,528,550 Nm^3/년 × 38.9 TJ/Nm^3 × 0.0001 tN_2O/TJ × 265 ÷ 10^6)
= 3,339 tCO_2eq/년

5 산정계수

• 저녹스 버너 교체로 인한 온실가스 저감효과 산출

구분		총계(누적)	2006~2012년			
			경유->경유	LNG->LNG	중유->LNG	경유->LNG
보일러 현황	보일러 대수[대]	7,737	147	7,068	274	248
	보일러 용량[톤]	14,341	180	12,858	956	347

⇓

구분		총계	1년 환산 저감 효과			
			경유->경유	LNG->LNG	중유->LNG	경유->LNG
저감 효과 [톤]	NOx 저감량	3,462	40	2,388	925	109
	CO_2 저감량	359,311	2,178	96,177	195,054	65,902
연료 절감량	$Gcal$/년	589,577	7,416	528,460	37,575	16,126
	Nm^3/년	55,884,009	702,907	50,090,966	3,561,586	1,528,550

①

• 각 연료별 발열량

에너지원	단위	총발열량	순발열량
도시가스 (LNG)	MJ/Nm^3	43.1	38.9

②

2	산업	산업체 저녹스버너 교체

5 산정계수

• 각 연료별 배출계수

연료명	국내 에너지원 기준	CO_2 배출계수 ($kgCO_2/TJ$)	CH_4 배출계수 ($kgCH_4/TJ$)	N_2O 배출계수 (kgN_2O/TJ)
가스/디젤 오일	경유	73,200	3	0.6
도시가스	도시가스 (LNG)	56,100	1	0.1

②
③

• GWP (지구온난화 지수)

온실가스명	화학식	GWP
이산화탄소	CO_2	1
메탄	CH_4	28
아산화질소	N_2O	265

④

6 출처

① 저녹스 버너 설치 지원으로 질소산화물 3천 5백톤, 연료비 440억 절감, (2013.02.08.)
– 환경부 보도자료
② 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시, 제2021–10호), [별표12] 연료별 국가 고유발열량 및 배출계수(제15조 제2항 관련)
③ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시 제2021–10호), [별표10] 2006 IPCC 국가 인벤토리 가이드라인 기본 배출계수(제15조제1항관련)
④ IPCC 제5차 평가보고서(AR5) (2013)

7 모니터링인자

• 산업체 저녹스 버너 교체 대수 (대)

8 추진사례

• 저녹스 버너 교체사업 – 수도권 (2006–2010년)
– 수도권대기환경청은 수도권의 보일러에서 배출되는 대기오염물(NOx, CO_2)와 연료사용량을 줄이기 위하여 중소 사업장을 대상으로 2006년부터 저녹스 버너 교체사업을 시행하였음

3	산업	건설기계(굴착기) 전동화

1 개요	경유를 사용하는 건설기계(굴착기)를 전기를 동력으로 하는 건설기계로 전환함으로써, 경유 사용에 따른 온실가스를 감축하는 사업. 적용조건은 신규로 전기굴착기를 구입하거나 또는 기존 소유 굴착기를 전기로 개조하는 조건이며, 국내 판매중인 중량 3.5톤 이하 (버켓용량 0.12㎥)를 대상으로 함.
2 원단위	• 5.014 tCO_2eq/대
3 감축량산정식	• 감축원단위(5.014 tCO_2eq/대)×전기굴착기 보급대수
4 감축원단위 산정근거	• 경유 대신 전기사용으로 연료대체에 따른 온실가스 감축량 – 국내 굴착기는 소형(14톤 이하, 버켓용량 0.6이하) 점유율이 80.3%이며, 국내 판매중인 전기굴착기는 대부분 3.5톤 이하(버켓용량 0.12㎥) 초소형 굴착기이므로 초소형 굴착기를 대상으로 원단위를 산정함 – 경유대비 전기굴착기(버켓용량 0.12㎥) 온실가스 배출량(tCO_2eq/대) = 연료사용량(L/hr) × 연간사용시간(hr/연) × 경유의 배출계수 ($kgCO_2eq/L$) × 에너지개선 효율(%) ※ 3.2(L/hr) × 1,701(hr/연) × 2.6613($kgCO_2eq/L$) × 0.346 = 5.014tCO_2eq/대
5 산정계수	• 경유 굴착기(버켓용량 0.12㎥)의 시간당 연료사용량 : 3.2L/hr ① • 연간 평균사용시간 : 1,701 hr ② • 전기굴착기 에너지개선 효율 : 34.6% ③ • 경유 배출계수 : 2.6613 $kgCO_2eq/L$ ④

구 분	CO_2	CH_4	N_2O	소 계
기본배출계수 $kgGHG/TJ$	74,100	3.9	3.9	–
GWP	1	28	265	–
배출계수 $kgGHG/L$	2.6157	0.0029	0.0427	2.6613

6 출처	① 건설기계 기계경비 산출표 대한건설협회, 2022 ② 21톤 전기굴삭기 개발에 관한 기술개발, 한국산업기술평가관리원, 2016(p.90) ③ 제2차 수도권 대기환경관리 기본계획 변경안 마련을 위한 대책별 삭감량 산정연구, 2017(p.110) ④ 공공부문 목표관리운영지침 별표 4 배출량 산정방법 ⑤ 한국건설기계산업협회 국내 굴착기 내수판매현황
7 모니터링인자	• 전기굴착기 보급대수
8 추진사례	• 건설기계 전동화 지원사업에 적용 가능 – 서울 등 34개 지자체 구매지원사업(보조금 800~2,000만원, 중량 및 성능에 따라차등지원)

4	산업	산업용 냉동기 교효율 기기 설비교체	
1 개요		기존의 산업용 냉동기 설비를 고효율 기기로 교체하여 에너지 효율증대를 통해 온실가스 저감 및 전기요금 절감에 기여하는 사업	
2 원단위		• [정격냉동능력 1,055kW 이하인 경우] 95.45tCO_2eq/대 • [정격냉동능력 1,055kW 초과 7,032kW 이하인 경우] 204.77tCO_2eq/대	
3 감축량산정식		• [정격냉동능력 1,055kW 이하인 경우] 감축원단위 (95.45 tCO_2eq/대) × 고효율 냉동기 교체대수(대) • [정격냉동능력 1,055kW 초과 7,032 kW 이하인 경우] 감축원단위 (204.77tCO_2eq/대) × 고효율 냉동기 교체대수(대)	
4 감축원단위 산정근거		• [정격냉동능력1,055kW이하인경우] 감축원단위(95.45tCO_2eq/대) = 냉동기 연간 절감전력량 × 전력배출계수 ※199,649kWh/대 × 0.4781 × $10^{-3}tCO_2eq/kWh$ = 95.45tCO_2eq/대 □ 냉동기 연간 절감전력량 = 냉동기 1시간 절감전력량 × 연간 냉동기 사용시간 ※ 66.55kW × 3000h = 199,649 kWh □ 냉동기 1시간 절감전력량 = 냉동기 실제 정격냉동능력 평균 × 절감율 ※ 404.36 kW × 16.5% = 66.55 kW □ 냉동기 전력 절감율 = (실제 냉동기 COP − 최저 소비효율기준 COP) ÷ 실제 냉동기 COP ※ (6.01 − 5.02) ÷ 6.01 = 0.165 ※ 0.165 × 100 = 16.5 % ※ COP = $Coefficient\ Of\ Performance$, 성능계수 □ 운전 COP = 최저소비 효율기준 = 5.02 ※운전COP는최저소비효율기준으로 계산하여 감축원단위를산정함 • [정격냉동능력1,055 kW초과7,032kW이하인경우] 감축원단위 (204.77 tCO_2eq/대) = 냉동기 연간 절감전력량 × 전력배출계수 ※428,310kWh/대 × 0.4781 × $10^{-3}tCO_2eq/kWh$ = 204.77tCO_2eq/대 □ 냉동기 연간 절감전력량 = 냉동기 1시간 절감전력량 × 연간 냉동기 사용시간 ※ 142.77 kW × 3000 h = 428,310 kWh □ 냉동기 1시간 절감전력량 = 냉동기 실제 정격냉동능력 평균 × 절감율 ※ 1,151 kW × 12% = 142.77kW □ 냉동기 전력 절감율 = (실제 냉동기COP − 최저소비효율기준 COP) ÷ 실제 냉동기 COP ※ (6.18 − 5.41) ÷ 6.18 = 0.12 ※ 0.12 × 100 = 12 % ※ COP = $Coefficient\ Of\ Performance$, 성능계수 □ 운전 COP = 최저소비효율기준 = 5.41 ※ 운전 COP는 최저소비 효율기준으로 계산하여 감축원단위를 산정함	② ③ ④

<table>
<tr><th>4</th><th>산업</th><th colspan="2">산업용 냉동기 교효율 기기 설비교체</th></tr>
<tr><td rowspan="4">5 산정계수</td><td colspan="2">• 전력배출계수 = 0.4781 × $10^{-3} tCO_2eq/kWh$</td><td>③</td></tr>
<tr><td colspan="2">• 연간 냉동기 사용 시간 = 3000 h</td><td>①</td></tr>
<tr><td colspan="2">• 실제 냉동기 COP
<table>
<tr><th>구분</th><th>정격냉동능력
1,055kW 이하</th><th>정격냉동능력
1,055kW 초과 7,032 kW이하</th></tr>
<tr><td>실제 냉동기
COP 평균</td><td>6.01</td><td>6.18</td></tr>
<tr><td>실제 정격냉동능력
평균 (kW)</td><td>404.36</td><td>1,151</td></tr>
</table></td><td>②</td></tr>
<tr><td colspan="2">• 최저소비효율기준 COP
<table>
<tr><th rowspan="2">구 분</th><th>최저소비효율기준 (COP)</th></tr>
<tr><th>2019년 10월 1일부터</th></tr>
<tr><td>정격냉동능력 1,055 kW 이하</td><td>5.02 이상</td></tr>
<tr><td>정격냉동능력 1,055 kW 초과 7,032 kW 이하</td><td>5.41 이상</td></tr>
</table></td><td>①</td></tr>
<tr><td>6 출처</td><td colspan="3">① 효율관리기자재 운용규정(산업통상자원부 고시 제 2022-64호, 2022.04.27., p.250-251)
② 한국에너지공단 효율관리제도 〉 제품검색 〉 효율등급제도 〉 냉동기
③ 국가 온실가스 배출계수 (환경부 온실가스종합정보센터, 2021)</td></tr>
<tr><td>7 모니터링인자</td><td colspan="3">• 냉동기 교체대수(대)</td></tr>
<tr><td>8 추진사례</td><td colspan="3">• 기업, 공공기관 등의 사업에서 추진하는 공정설비 효율화 사업으로 설비 보강 및 고효율 설비로 교체하는 사업에 적용 가능
– 고효율 설비 교체 및 에너지경영시스템 도입 사업, 인천광역시</td></tr>
</table>

Ⅱ-3

건물

1	건물	탄소(중립) 포인트제 운영(가입가구)	
1 개요		「탄소중립포인트 제도 운영에 관한 규정」 제3조에 따라 가정용 또는 상업용 건물을 대상으로 전기, 상수도, 도시가스 등의 사용량을 절감하는 활동에 대한 인센티브(포인트)를 부여하는 제도	
2 원단위		• 0.107 tCO_2eq/가입가구	
3 감축량산정식		• 감축원단위(0.107 tCO_2eq/가입가구) × 가입 가구수(가구)	
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위 = 온실가스 감축량 ÷ 가입 가구수 = 2021년~2023년 온실가스 감축량(1,326,102tCO_2eq) ÷ 사업기간 중 가입 가구수(12,341,584 가구) = 0.107 tCO_2eq/가입가구 ※ 감축 실적이 있는 가구만을 대상으로 한 감축량 원단위 : 0.398 tCO_2eq / 감축 가구수	
5 산정계수		• 탄소(중립)포인트 제도 참여 실적	①
6 출처		① 2021년 ~ 2023년 탄소(중립)포인트제도 가입 가구와 감축 실적 정보, 한국환경공단	
7 모니터링인자		• 탄소포인트제 가입 가구수	
8 추진사례		• 탄소중립실천 탄소포인트제도(경상남도), • 탄소포인트제도(광주광역시, 인천광역시, 제주특별자치도) • 탄소중립포인트제도(전라남도) 등	

2	건물	탄소포인트제 운영(LNG, 수도, 전력)	
1 개요		주택단지, 아파트단지 등에서 전기, 상수도, 도시가스의 사용량을 절감하고 감축률에 따라 탄소포인트를 부여하는 전국민 온실가스 감축 실천프로그램으로, 전기·상수도·도시가스의 에너지 절감을 통해 온실가스 감축에 기여	
2 원단위		• [사용절감량] ▫ [LNG] 2.188 × 10^{-3} $tCO_2eq/㎥$ ▫ [수도] 2.37 × 10^{-4} $tCO_2eq/㎥$ ▫ [전력] 4.781 × 10^{-4} tCO_2eq/kWh	
3 감축량산정식		• [사용절감량] ▫ [LNG] 감축원단위(2.188 × 10^{-3} $tCO_2eq/㎥$) × 도시가스 사용절감량 [전년도 사용량(㎥) – 이번연도 사용량(㎥)] ▫ [수도] 감축원단위(2.37 × 10^{-4} $tCO_2eq/㎥$) × 수도 사용절감량 [전년도 사용량(㎥) – 이번 연도 사용량(㎥)] ▫ [전력] 감축원단위(4.781 × 10^{-4} tCO_2eq/kWh) × 전력 사용절감량 [전년도 사용량(kWh) – 이번연도 사용량(kWh)]	
4 감축원단위 산정근거		• [사용절감량] 감축원단위 = 부문별 배출계수 ※ (도시가스) 2.188 × 10^{-3} $tCO_2eq/㎥$ ※ (수도) 2.37 × 10^{-4} $tCO_2eq/㎥$ ※ (전력) 4.781 × 10^{-4} tCO_2eq/kWh	
5 산정계수		• 도시가스배출계수 : 2.188 × 10^{-3} $tCO_2eq/㎥$	①
		• 수도배출계수 : 2.37 × 10^{-4} $tCO_2eq/㎥$	②
		• 전력배출계수 : 4.781 × 10^{-4} tCO_2eq/kWh	③
6 출처		① 에너지법 시행규칙(산업통상자원부령 제426호), [별표] 에너지 열량 환산기준(제5조제1항관련) ② 환경성적표지 홈페이지 (환경성적표지 평가계수 전문(2021.08.02.)) ($http://epd.or.kr/$) ③ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시 제2021-10호), [별표6] 39.외부에서 공급된 전기 사용 〈표-69〉	
7 모니터링인자		• 도시가스 사용절감량 [전년도 사용량(㎥) – 이번연도 사용량(㎥)] • 수도 사용절감량 [전년도 사용량(㎥) – 이번연도 사용량(㎥)] • 전력 사용절감량 [전년도 사용량(kWh) – 이번연도 사용량(kWh)]	
8 참고사항		• 탄소포인트 산정법 : 과거 2년 또는 1년간 월별 기준사용량과 현재 사용량을 비교하여 전기, 수도, 도시가스 등 개별항목별 온실가스 감축률과 감축량에 따라 산정	
8 추진사례		• 가정·상업시설을 대상으로 한 탄소포인트제도 (광주광역시, 경기도 과천시, 경기도 수원시, 전라북도 등) • 탄소 포인트제도(C-Cash Back), 강원특별자치도	

3	건물	공공건축물 그린 리모델링	
1 개요		국공립 어린이집, 보건소, 사회복지관, 주민센터 등 노후 공공건축물에 고성능 단열, 창호, 고효율 보일러, 친환경 환기시스템 등을 설치하여 에너지 효율 개선과 온실가스 배출 저감에 기여하는 사업	
2 원단위		• [사업면적당 감축원단위] 0.00459tCO_2eq/㎡	
3 감축량산정식		• 감축원단위(0.00459 tCO_2eq/㎡) × 사업면적(㎡)	
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(4.59 × $10^{-3}tCO_2eq$/㎡) = (사업 전 온실가스 배출량 − 사업 후 온실가스 배출량) ÷ 리모델링 사업 면적(㎡) = (2,083tCO_2eq − 1,739tCO_2eq) ÷ 74,800㎡ = 4.59 × $10^{-3}tCO_2eq$/㎡	
5 산정계수		• 전력배출 계수 : 0.4781 tCO_2eq/MWh	①
		• 사업전 배출량 : 2,083 tCO_2eq*, 사업후 배출량 : 1,739tCO_2eq, 리모델링 사업면적 : 74,800㎡ * 서울시 에너지 성능분석 결과	②
6 출처		① 국가 온실가스 배출계수(온실가스종합정보센터, 2021) ② 서울시 그린리모델링 대상지 에너지 성능분석 결과 (2020~2021, 사업대상지 118개소 대상)	
7 모니터링인자		• 리모델링 사업 면적(㎡)	
8 추진사례		• 공공건축물 그린리모델링 사업, 서울특별시 – 어린이, 노약자, 환자 등이 주로 이용하는 노후 공공건축물(어린이집, 보건소, 의료시설)을 대상으로 그린리모델링을 진행하여 에너지 성능을 향상시키고 정주 환경을 개선하는 사업	

4	건물	민간 부문 그린 리모델링	
1 개요		민간부문의 오래된 아파트, 주택 등을 리모델링하여 쾌적한 주거환경을 조성하고, 동시에 고성능 단열창호, 고효율 보일러, 난방 방식, 고효율 조명 교체 등 에너지 저감 시설 등을 도입하여 온실가스 감축에 기여.	
2 원단위		• 0.0090 tCO_2eq/㎡	
3 감축량산정식		• 감축원단위(0.0090 tCO_2eq/㎡) × 리모델링사업면적(㎡)	
4 감축원단위 산정근거		• [리모델링 사업면적당 감축원단위] = (사업 전 온실가스 배출량* − 사업 후 온실가스 배출량**) ÷ 리모델링 사업 호수 ÷ 호당 평균 면적 = (133,028 tCO_2eq − 90,717 tCO_2eq) ÷ 114,300호 ÷ 41.05㎡/호 = 0.0090 tCO_2eq/㎡ * 사업전 온실가스 배출량 = 세대통합형 가구의 사업 전 베이스라인 + 단일세대형 가구의 사업 전 베이스라인 + 매입임대 가구의 사업 전 베이스라인 = 551 tCO_2eq + 73,348 tCO_2eq + 59,129 tCO_2eq = 133,028 tCO_2eq ** 사업후 온실가스 배출량 = 세대통합형 가구의 사업 후 배출량 + 단일세대형 가구의 사업 후 배출량 + 매입임대 가구의 사업 후 배출량 = 325 tCO_2eq + 48,410 tCO_2eq + 41,982 tCO_2eq = 90,717 tCO_2eq	
5 산정계수		• 노후 공공임대주택 그린리모델링 사업 전 온실가스 배출량(2020년~2022년) − 세대통합형 : 551 tCO_2eq, 단일 세대형 : 73,348 tCO_2eq, 매입임대형 : 59,129 tCO_2eq • 노후 공공임대주택 그린리모델링 사업 후 온실가스 배출량(2020년~2022년) − 세대통합형 : 325 tCO_2eq, 단일 세대형 : 48,410 tCO_2eq, 매입임대형 : 41,982 tCO_2eq • 노후 공공임대주택 그린리모델링 사업 호수(2020년~2022년) : 114,300호 : 세대통합형 : 10,300호, 단일 세대형 : 47,500호, 매입임대형 : 56,500호 • 공공임대주택 중 영구임대와 국민임대의 가구당 평균 주거 면적 : (36.9㎡+45.2㎡) / 2 =41.05㎡/호	①
6 출처		① 에너지 경제 연구원, 기후변화 대응을 위한 한국형 그린뉴딜의 방향성 : 에너지 부문 온실가스 감축을 중심으로(pp. 79~85), 2021.12,	
7 모니터링인자		• 리모델링 사업 면적(㎡)	
8 추진사례		• 서울특별시 강동구 우성아파트, 경상북도 포항시 대림힐타운 등	

5	건물	기존 건물 BRP 사업	
1 개요		BRP(Building Retrofit Program)의 약자로, 기축 주거용, 비주거용 건물 모두를 대상으로 하고 있으며 내외벽 단열재, 단열창호, 조명시설 교체 뿐 아니라 노후화된 각종 장비의 교체, 폐수회수설비 등의 고효율 장비 설치, 태양광 설비 같은 재생에너지 도입 비용을 저리로 융자하여 건물에너지를 효율화하고 온실가스 감축을 도모하는 사업	
2 원단위		• 0.0139 $tCO_2eq/㎡$	
3 감축량산정식		• [단위면적당 감축원단위] 0.0139 $tCO_2eq/㎡$ ×사업면적(㎡)	
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위 = (단위면적당 전력절감량 × 전력배출계수) + (단위면적당 가스 절감량 × LNG 배출계수) = (22.534$kWh/㎡$ × 0.4781$kgCO_2eq/kWh$) × 10^{-3} + (1.414$N㎥/㎡$ × 2.188*$kgCO_2eq/N㎥$) × 10^{-3} = 0.0108 $tCO_2eq/㎡$ + 0.0031 $tCO_2eq/㎡$ = 0.0139 $tCO_2eq/㎡$ * LNG 배출계수($kgCO_2eq/N㎥$) = 순발열량($MJ/N㎥$) × Σ(온실가스별 배출계수($kgCO_2/TJ$) × 온실가스별 지구온난화지수) × 10^{-6} = 38.9$MJ/N㎥$ × {(56,100$kgCO_2/TJ$ × 1) + (5$kgCH_4/TJ$ × 28) + (0.1kgN_2O/TJ × 265)} × 10^{-6} = 2.188$kgCO_2eq/N㎥$	
5 산정계수		• 전력 배출계수 : 0.4781tCO_2eq/MWh	①
		• LNG 배출계수 : (CO_2) 56,100$kgCO_2/TJ$	④
		• LNG 배출계수 : (CH_4) 5$kgCH_4/TJ$, (N_2O) 0.1kgN_2O/TJ ※ 상업 공공 및 가정 기타 기준	②
		• GWP : (CO_2) 1, (CH_4) 28, (N_2O) 265	③
		• LNG 순발열량 : 38.9 $MJ/N㎥$	④
		• BRP 사업에 의한 단위면적당 에너지 절감량 – 전기 : 22.534$kWh/㎡$, 도시가스 : 1.414$N㎥/㎡$	⑤
6 출처		① 온실가스종합정보센터, 2021, 국가 온실가스 배출계수 ② 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시, 제2021–10호), [별표10] 2006 IPCC 국가 인벤토리 가이드라인 기본 배출계수(제15조제1항관련) ③ IPCC 제5차 평가보고서(AR5) (2013) ④ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시, 제2021–10호), [별표12] 연료별 국가고유배출계수(제15조 제2항 관련) ⑤ 서울연구원, 2016, 서울시 에너지 정책 개별 사업의 효과 산정 (p.49)	
7 모니터링인자		• 사업 면적(㎡)	
8 추진사례		• 건물에너지효율화(BRP) 공사 지원 사업, 서울특별시 • 민간 건물 에너지 효율화 공사 융자 지원 사업, 서울특별시	

6	건물	제로에너지 빌딩
1 개요		건축물에 필요한 에너지부하를 최소화하고 신에너지 및 재생에너지를 활용하여 에너지 소요량을 최소화하는 녹색건축물(「녹색건축물 조성 지원법」)의 조성을 통해 건축물에 필요한 에너지 부하를 최소화하고 신재생에너지를 활용하여 에너지 소요량을 최소화함으로써 온실가스 감축에 기여함.
2 원단위		• [ZEB 등급별 사업면적당 감축원단위] (1) 주거용 건축물 • ZEB 5등급 : 0.010 $tCO_2eq/㎡$ • ZEB 4등급 : 0.019 $tCO_2eq/㎡$ • ZEB 3등급 : 0.027 $tCO_2eq/㎡$ • ZEB 2등급 : 0.036 $tCO_2eq/㎡$ (2) 비주거용 건축물 • ZEB 5등급 : 0.006 $tCO_2eq/㎡$ • ZEB 4등급 : 0.019 $tCO_2eq/㎡$ • ZEB 3등급 : 0.033 $tCO_2eq/㎡$ • ZEB 2등급 : 0.046 $tCO_2eq/㎡$
3 감축량산정식		(1) 주거용 건축물 • [ZEB 5등급] 감축원단위(0.010 $tCO_2eq/㎡$) × ZEB 5등급사업면적 (㎡) • [ZEB 4등급] 감축원단위(0.019 $tCO_2eq/㎡$) × ZEB 4등급 사업면적 (㎡) • [ZEB 3등급] 감축원단위(0.027 $tCO_2eq/㎡$) × ZEB 3등급 사업면적 (㎡) • [ZEB 2등급] 감축원단위(0.036 $tCO_2eq/㎡$) × ZEB 2등급 사업면적 (㎡) (2) 비주거용 건축물 • [ZEB 5등급] 감축원단위(0.006 $tCO_2eq/㎡$) × ZEB 5등급 사업면적 (㎡) • [ZEB 4등급] 감축원단위(0.019 $tCO_2eq/㎡$) × ZEB 4등급 사업면적 (㎡) • [ZEB 3등급] 감축원단위(0.033 $tCO_2eq/㎡$) × ZEB 3등급 사업면적 (㎡) • [ZEB 2등급] 감축원단위(0.046 $tCO_2eq/㎡$) × ZEB 2등급 사업면적 (㎡)
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위($tCO_2eq/㎡$) = (베이스라인 온실가스 배출량* − 사업 후 온실가스 배출량**) / 사업 면적 (㎡) * 국토교통부 녹색건축통계에서 제시하는 주거용도의 표준베이스라인($kWh/㎡$)으로서 국내 주거용 건물의 연간 에너지 소비량 평균 값을 의미함. 본 가이드라인에서는 개별난방 아파트, 지역난방아파트, 공동주택, 단독주택의 규모별, 지역별 표준 베이스라인의 평균값을 활용하였음. 다만, 비주거용 표준 베이스라인은 현재 발표되지 않아 건물에너지 사용량 통계(국토교통부, 2018~2022) 상의 주거용건물의 평균 에너지 소비량과 비주거용건물의 평균에너지 소비량의 비율을 주거용도 표준베이스라인 값에 곱해 비주거용 건물의 표준베이스라인을 산정함. ** ZEB 인증 등급 기준은 에너지효율등급 1++ 이상(주거용 90$kWh/㎡$·년 미만, 비주거용 : 140$kWh/㎡$·년 미만) 및 등급별 에너지 자립율 기준을 동시에 만족해야하므로 이 조건을 적용한 등급별 단위면적당 온실가스 예상 배출량을 의미함

6	건물	제로에너지 빌딩

4 감축원단위 산정근거

※ 등급별 에너지 자립율 기준

5등급	자립율	에너지자립률 20% 이상 ~ 40% 미만
4등급	자립율	에너지자립률 40% 이상 ~ 60% 미만
3등급	자립율	에너지자립률 60% 이상 ~ 80% 미만
2등급	자립율	에너지자립률 80% 이상 ~ 100% 미만
1등급	자립율	에너지자립률 100% 이상

「건축물 에너지 효율등급 인증 및 제로에너지 건축물 인증 기준」 별표 2의2, 제로에너지건축물 인증등급 (2023.12.29., 국토교통부)

(1) 주거용 건축물

• [ZEB 5등급]
= 베이스라인 배출량 − ZEB 5등급 주거용 건물의 온실가스 배출량
= {주거용건축물의 표준 에너지소비량 × 전력배출계수 − 건축물 에너지효율등급 1++ 기준 에너지소비량 × (1−ZEB 5등급 에너지 자립률) × 전력배출계수} × 단위환산
= {93.47kWh/㎡ × 0.4781 $kgCO_2eq/kWh$ − 90kWh/㎡ × (1−0.2) × 0.4781 $kgCO_2eq/kWh$} × 10^{-3}
= 0.045 tCO_2eq/㎡ − 0.034 tCO_2eq/㎡ = 0.010 tCO_2eq/㎡

• [ZEB 4등급]
= 베이스라인 배출량 − ZEB 4등급 주거용 건물의 온실가스 배출량
= {주거용건축물의 표준 에너지소비량 × 전력배출계수 − 건축물 에너지효율등급 1++ 기준 에너지소비량 × (1−ZEB 4등급 에너지 자립률) × 전력배출계수} × 단위환산
= {93.47kWh/㎡ × 0.4781 $kgCO_2eq/kWh$ − 90kWh/㎡ × (1−0.4) × 0.4781 $kgCO_2eq/kWh$} × 10^{-3}
= 0.045 tCO_2eq/㎡ − 0.026 tCO_2eq/㎡ = 0.019 tCO_2eq/㎡

• [ZEB 3등급]
= 베이스라인 배출량 − ZEB 3등급 주거용 건물의 온실가스 배출량
= {주거용건축물의 표준 에너지소비량 × 전력배출계수 − 건축물 에너지효율등급 1++ 기준 에너지소비량 × (1−ZEB 3등급 에너지 자립률) × 전력배출계수} × 단위환산
= {93.47kWh/㎡ × 0.4781 $kgCO_2eq/kWh$ − 90kWh/㎡ × (1−0.6) × 0.4781 $kgCO_2eq/kWh$} × 10^{-3}
= 0.045 tCO_2eq/㎡ − 0.017 tCO_2eq/㎡ = 0.027 tCO_2eq/㎡

• [ZEB 2등급]
= 베이스라인 배출량 − ZEB 2등급 주거용 건물의 온실가스 배출량
= {주거용건축물의 표준 에너지소비량 × 전력배출계수 − 건축물 에너지효율등급 1++ 기준 에너지소비량 × (1−ZEB 2등급 에너지 자립률) × 전력배출계수} × 단위환산
= {93.47kWh/㎡ × 0.4781 $kgCO_2eq/kWh$ − 90kWh/㎡ × (1−0.8) × 0.4781 $kgCO_2eq/kWh$} × 10^{-3}
= 0.045 tCO_2eq/㎡ − 0.009 tCO_2eq/㎡ = 0.036 tCO_2eq/㎡

(2) 비주거용 건축물

• [ZEB 5등급]
= 베이스라인 배출량 − ZEB 5등급 비주거용 건물의 온실가스 배출량
= {비주거용건축물의 표준 에너지소비량 × 전력배출계수 − 건축물 에너지효율등급 1++ 기준 에너지소비량 × (1−ZEB 5등급 에너지 자립률) × 전력배출계수} × 단위환산
= {124.32kWh/㎡ × 0.4781 $kgCO_2eq/kWh$ − 140kWh/㎡ × (1−0.2) × 0.4781 $kgCO_2eq/kWh$} × 10^{-3}
= 0.060 tCO_2eq/㎡ − 0.054 tCO_2eq/㎡ = 0.006 tCO_2eq/㎡

6	건물	제로에너지 빌딩

4 감축원단위 산정근거

• [ZEB 4등급]
= 베이스라인 배출량 – ZEB 4등급 비주거용 건물의 온실가스 배출량
= {비주거용건축물의 표준 에너지소비량 × 전력배출계수 – 건축물 에너지효율등급 1++ 기준 에너지소비량 × (1–ZEB 4등급 에너지 자립률) × 전력배출계수} × 단위환산
= {124.32kWh/㎡ × 0.4781 $kgCO_2eq/kWh$ – 140kWh/㎡ × (1–0.4) × 0.4781 $kgCO_2eq/kWh$} × 10^{-3}
= 0.060 tCO_2eq/㎡ – 0.040 tCO_2eq/㎡ = 0.019 tCO_2eq/㎡

• [ZEB 3등급]
= 베이스라인 배출량 – ZEB 3등급 비주거용 건물의 온실가스 배출량
= {비주거용건축물의 표준 에너지소비량 × 전력배출계수 – 건축물 에너지효율등급 1++ 기준 에너지소비량 × (1–ZEB 3등급 에너지 자립률) × 전력배출계수} × 단위환산
= {124.32kWh/㎡ × 0.4781 $kgCO_2eq/kWh$ – 140kWh/㎡ × (1–0.6) × 0.4781 $kgCO_2eq/kWh$} × 10^{-3}
= 0.060 $tCO2eq$/㎡ – 0.027 $tCO2eq$/㎡ = 0.033 $tCO2eq$/㎡

• [ZEB 2등급]
= 베이스라인 배출량 – ZEB 2등급 비주거용 건물의 온실가스 배출량
= {비주거용건축물의 표준 에너지소비량 × 전력배출계수 – 건축물 에너지효율등급 1++ 기준 에너지소비량 × (1–ZEB 2등급 에너지 자립률) × 전력배출계수} × 단위환산
= {124.32kWh/㎡ × 0.4781 $kgCO_2eq/kWh$ – 140kWh/㎡ × (1–0.8) × 0.4781 $kgCO_2eq/kWh$} × 10^{-3}
= 0.060 tCO_2eq/㎡ – 0.013 tCO_2eq/㎡ = 0.046 tCO_2eq/㎡

* 비주거용건축물의 표준베이스라인은 현재 공포되지 않아 다음과 같이 주거건축물의 표준베이스라인을 활용하여 산정함.
※ 비주거용건축물의 표준베이스라인
= 주거용 건축물 표준베이스라인 × 주거용 건물 대비 비주거용 건물의 에너지 소비량 비율
= 93.47kWh/㎡ x 1.33 = 124.32kWh/㎡

5 산정계수

• 전력배출 계수 : 0.4781 tCO_2eq/MWh ①

• 건축물 에너지효율등급 인증등급 ②

등급	주거용 건축물	주거용 이외의 건축물
	연간 단위면적당 1차에너지소요량 (kWh/㎡ · 년)	연간 단위면적당 1차에너지소요량 (kWh/㎡ · 년)
1+++	60 미만	80 미만
1++	60 이상 90 미만	80 이상 140 미만
1+	90 이상 120 미만	140 이상 200 미만

• 주거용 건축물의 표준 베이스라인(표준 에너지소비량) ③

주택구분	총에너지 (kWh/㎡)
개별난방아파트	87.33
지역난방아파트	77.84
공동주택	99.16
단독주택	104.35
평균	93.47

<table>
<tr><th>6</th><th>건물</th><th colspan="2">제로에너지 빌딩</th></tr>
<tr><td colspan="2">5 산정계수</td><td>

• 주거용, 비주거용 건축물 에너지 사용량

<table>
<tr><th rowspan="2">구분</th><th colspan="2">주거용</th><th colspan="2">비주거용</th></tr>
<tr><th>연면적(㎡)</th><th>에너지사용량(TOE)</th><th>연면적(㎡)</th><th>에너지사용량(TOE)</th></tr>
<tr><td>2018년</td><td>1,768,870,160</td><td>19,638,275</td><td>181,102,504</td><td>2,799,333</td></tr>
<tr><td>2019년</td><td>1,817,994,214</td><td>19,019,341</td><td>184,472,258</td><td>2,742,387</td></tr>
<tr><td>2020년</td><td>1,831,014,913</td><td>19,421,998</td><td>189,223,775</td><td>2,536,953</td></tr>
<tr><td>2021년</td><td>1,874,317,950</td><td>19,951,129</td><td>192,844,894</td><td>2,617,209</td></tr>
<tr><td>2022년</td><td>1,914,270,285</td><td>20,763,029</td><td>197,322,782</td><td>2,776,483</td></tr>
<tr><td>합계</td><td>9,206,467,522</td><td>98,793,772</td><td>944,966,213</td><td>13,472,365</td></tr>
</table>

위 표에 따른 주거용건물의 평균 에너지 소비량은 0.0107TOE/㎡, 비주거용 건물의 평균 에너지 소비량은 0.0143TOE/㎡
※ 주거용 건물 대비 비주거용 건물의 에너지 소비량 비율
= 2018년~2022년 비주거용 건축물의 단위면적당 평균 에너지 사용량
÷ 2018년~2022년 주거용 건축물의 단위면적당 평균 에너지 사용량
= 0.0143TOE/㎡ ÷ 0.0107TOE/㎡
= 1.33

</td><td>④</td></tr>
<tr><td colspan="2">6 출처</td><td colspan="2">① 온실가스종합정보센터, 2021, 국가 온실가스 배출계수
② 건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증 기준, 국토교통부, 2023.12.29
③ 녹색 건축 통계 주거용 건축물 표준베이스라인, 국토해양부, 2023
(https://www.greentogether.go.kr/sta/baseline/standard-baseline.do)
④ 건물에너지 사용량 통계(pp. 43~55), 국토교통부, 2018~2022</td></tr>
<tr><td colspan="2">7 모니터링인자</td><td colspan="2">• 제로에너지 등급별 사업 면적(㎡)</td></tr>
<tr><td colspan="2">8 추진사례</td><td colspan="2">[제로에너지건축물 의무화 로드맵 – 제로에너지빌딩 의무화 추진 대상]
• 2020~ 공공 1,000㎡ 이상 (5등급)
• 2023~ 공공 500㎡ 이상 (5등급) 공동주택 30세대 이상 (5등급)
• 2024~ : 민간 공동주택 30세대 이상 (5등급 수준)
• 2025~ : 공공 500㎡ 이상(4등급 수준), 민간 1,000㎡(5등급 수준)
• 2030~ : 공공 500㎡ 이상(3등급 수준), 민간 500㎡ 이상(5등급 수준)
• 2050~ : 전(全) 건물 (1등급 수준)</td></tr>
</table>

7	건물	건물에너지 효율등급 인증
1 개요		주거용 및 비주거용 건물에너지 효율등급을 평가하여 기존 노후 건물 및 저효율 건물의 에너지 효율을 향상시켜 온실가스 저감에 기여
2 원단위		(1) 주거용 건축물 • 에너지효율등급 (1+++) : 0.016 $tCO_2eq/㎡$ • 에너지효율등급 (1++) : 0.009 $tCO_2eq/㎡$ (2) 비주거용 건축물 • 에너지효율등급 (1+++) : 0.022 $tCO_2eq/㎡$ • 에너지효율등급 (1++) : 0.008 $tCO_2eq/㎡$
3 감축량산정식		(1) 주거용 건축물 • [에너지효율등급 (1+++)] 감축원단위(0.016 $tCO_2eq/㎡$) × 건물에너지효율등급(1+++) 사업면적(㎡) • [에너지효율등급 (1++)] 감축원단위(0.009 $tCO_2eq/㎡$) × 건물에너지 효율등급(1++) 사업면적(㎡) (2) 비주거용 건축물 • [에너지효율등급 (1+++)] 감축원단위(0.022 $tCO_2eq/㎡$) × 건물에너지 효율등급(1+++) 사업면적(㎡) • [에너지효율등급 (1++)] 감축원단위(0.008 $tCO_2eq/㎡$) × 건물에너지 효율등급(1++) 사업면적(㎡)
4 감축원단위 산정근거		• 주거용 건축물 에너지 효율등급(1+++) 인증 감축원단위($tCO_2eq/㎡$) = 베이스라인 온실가스 배출량 – 사업 후 온실가스 배출량 = (주거용 건축물의 표준 에너지소비량 – 건축물 에너지효율등급 1+++ 기준 에너지소비량) × 전력배출계수 × 단위환산 = (93.47$kWh/㎡$ – 60$kWh/㎡$) × 0.4781 $kgCO_2eq/kWh$ × 10^{-3} = 0.045 $tCO_2eq/㎡$ – 0.029 $tCO_2eq/㎡$ = 0.016 $tCO_2eq/㎡$ • 주거용 건축물 에너지 효율등급(1++) 인증감축원단위 ($tCO_2eq/㎡$) = 베이스라인 온실가스 배출량 – 사업 후 온실가스 배출량 = (주거용 건축물의 표준 에너지소비량 – 건축물 에너지효율등급 1++ 기준 에너지소비량) × 전력배출계수 × 단위환산 = (93.47$kWh/㎡$ – 75$kWh/㎡$) × 0.4781 $kgCO_2eq/kWh$ × 10^{-3} = 0.045 $tCO_2eq/㎡$ – 0.036 $tCO_2eq/㎡$ = 0.009 $tCO_2eq/㎡$ • 비주거용 건축물 에너지 효율등급(1+++) 인증 감축원단위($tCO_2eq/㎡$) = 베이스라인 온실가스 배출량 – 사업 후 온실가스 배출량 = (비주거용 건축물의 표준 에너지소비량 – 건축물 에너지효율등급 1+++ 기준 에너지소비량) × 전력배출계수 × 단위환산 = (124.32$kWh/㎡$ – 80$kWh/㎡$) × 0.4781 $kgCO_2eq/kWh$ × 10^{-3} = 0.060 $tCO_2eq/㎡$ – 0.038 $tCO_2eq/㎡$ = 0.022 $tCO_2eq/㎡$ • 비주거용 건축물 에너지 효율등급(1++) 인증 감축원단위($tCO_2eq/㎡$) = 베이스라인 온실가스 배출량 – 사업 후 온실가스 배출량 = (비주거용 건축물의 표준베이스라인 표준 에너지소비량 – 건축물 에너지효율등급 1++ 기준 에너지소비량) × 전력배출계수 × 단위환산 = (124.32$kWh/㎡$ – 110$kWh/㎡$)× 0.4781 $kgCO_2eq/kWh$ × 10^{-3} = 0.060 $tCO_2eq/㎡$ – 0.052 $tCO_2eq/㎡$ = 0.008 $tCO_2eq/㎡$

7	건물	건물에너지 효율등급 인증

4 감축원단위 산정근거

* 비주거용건축물의 표준베이스라인은 현재 공포되지 않아 다음과 같이 주거건축물의 표준베이스라인을 활용하여 산정함.

※ 비주거용건축물의 표준베이스라인

= 주거용 건축물 표준베이스라인 × 주거용 건물 대비 비주거용 건물의 에너지 소비량 비율

= 93.47$kWh/㎡$ x 1.33 = 124.32$kWh/㎡$

5 산정계수

• 전력 배출계수 : 0.4781 tCO_2eq/MWh ①

• 건축물 에너지효율등급 인증등급 ②

등급	주거용 건축물	주거용 이외의 건축물
	연간 단위면적당 1차에너지소요량 ($kWh/㎡$ · 년)	연간 단위면적당 1차에너지소요량 ($kWh/㎡$ · 년)
1+++	60 미만	80 미만
1++	60 이상 90 미만	80 이상 140 미만
1+	90 이상 120 미만	140 이상 200 미만

• 주거용 건축물의 표준 베이스라인(표준 에너지소비량) ③

주택구분	총에너지 ($kWh/㎡$)
개별난방아파트	87.33
지역난방아파트	77.84
공동주택	99.16
단독주택	104.35
평균	93.47

• 주거용, 비주거용 건축물 에너지 사용량 ④

구분	주거용		비주거용	
	연면적(㎡)	에너지사용량(TOE)	연면적(㎡)	에너지사용량(TOE)
2018년	1,768,870,160	19,638,275	181,102,504	2,799,333
2019년	1,817,994,214	19,019,341	184,472,258	2,742,387
2020년	1,831,014,913	19,421,998	189,223,775	2,536,953
2021년	1,874,317,950	19,951,129	192,844,894	2,617,209
2022년	1,914,270,285	20,763,029	197,322,782	2,776,483
합계	9,206,467,522	98,793,772	944,966,213	13,472,365

※ 주거용 건물 대비 비주거용 건물의 에너지 소비량 비율

= 2018년~2022년 비주거용 건축물의 단위면적당 평균 에너지 사용량

÷ 2018년~2022년 주거용 건축물의 단위면적당 평균 에너지 사용량

= 0.0143$TOE/㎡$ ÷ 0.0107$TOE/㎡$

= 1.33

6 출처

① 온실가스종합정보센터, 2021, 국가 온실가스 배출계수

② 건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증 기준, 국토교통부, 2023.12.29

③ 녹색건축통계

($https://www.greentogether.go.kr/sta/baseline/standard-baseline.do$, 국토해양부 (2023))

④ 건물에너지 사용량 통계($pp.$ 43~55), 국토교통부, 2018~2022

7 모니터링인자

• 건물에너지효율등급별 사업면적 (㎡)

8 추진사례

• 「녹색건축물 조성 지원법(2022.3.25., 국토교통부)」의 17조. 건축물의 에너지효율등급 인증 및 제로에너지 건축물 인증에 따라 신축되는 건축물

– 「녹색건축물 조성 지원법 시행령」 별표 1. 에너지효율등급 인증 또는 제로에너지 건축물 인증 표시 의무 대상 건축물

8	건물	BEMS 설치 및 운영
1 개요		*BEMS*(빌딩에너지관리시스템)의 설치를 통해 에너지 소비 특성을 분석하여 열원장비, 공조장비 등에 대한 효과적인 에너지 절감 사업 시행을 통해 에너지 절감과 온실가스 감축 기여
2 원단위		• 0.0038 $tCO_2eq/㎡$
3 감축량산정식		• 감축원단위(0.0038 $tCO_2eq/㎡$) × 사업 면적(㎡)
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위 = {(전력절감량 × 전력배출계수) + (*LNG*절감량 × *LNG*배출계수)} ÷ 사업면적(㎡) × 단위환산 = [{(사업전 전력소비량 − 운영1년차 전력소비량) + (사업전 전력소비량 − 운영2년차 전력소비량)} × 전력배출계수 + {(사업전 *LNG*소비량 − 운영1년차 *LNG*소비량) + (사업전 *LNG*소비량 − 운영2년차 *LNG*소비량)} × *LNG* 배출계수] / 2개년 사업면적의 합(㎡) × 단위환산 = [{(12,275.6kWh − 11,132.2kWh) + (12,275.6kWh − 11,367.4kWh)} × 0.4781$kgCO_2eq/kWh$ + {(771,288$N㎥$ − 669,449$N㎥$) + (771,288$N㎥$ − 590,600$N㎥$)} × 2.188*$kgCO_2eq/N㎥$] / 162,228㎡ × 10^{-3} = {(2,052kWh × 0.4781$kgCO_2eq/kWh$) + (282,527$N㎥$ × 2.188*$kgCO_2eq/N㎥$)} ÷ 162,228㎡ × 10^{-3} = (0.981tCO_2eq + 618.17tCO_2eq) ÷ 162,228㎡ = 0.0038 $tCO_2eq/㎡$ * *LNG* 배출계수($kgCO_2eq/N㎥$) = 순발열량($MJ/N㎥$) × Σ(온실가스별 배출계수($kgCO_2/TJ$) × 온실가스별 지구온난화지수) × 10^{-6} = 38.9$MJ/N㎥$ × {(56,100$kgCO_2/TJ$ × 1) + (5$kgCH_4/TJ$ × 28) + (0.1kgN_2O/TJ × 265)} × 10^{-6} = 2.188$kgCO_2eq/N㎥$
5 산정계수		• 전력배출 계수 : 0.4781 tCO_2eq/MWh ①
		• *LNG* 배출계수 : (CO_2) 56,100$kgCO_2/TJ$ ④
		• *LNG* 배출계수 : (CH_4) 5$kgCH_4/TJ$, (N_2O) 0.1kgN_2O/TJ ※ 상업 공공 및 가정 기타 기준 ②
		• *GWP* : (CO_2) 1, (CH_4) 28, (N_2O) 265 ③
		• *LNG* 순발열량 : 38.9 $MJ/N㎥$ ④
		• *BEMS* 운용 오피스건물의 에너지사용량 절감 효과 ⑤

구분	에너지 사용량 변화		
	사업전	운영 1년차	운영 2년차
전기(kWh)	12,275.6	11,132.2	11,367.4
LNG($N㎥$)	771,288.0	669,449.0	590,600.0

• *BEMS* 운용 오피스건물의 연면적 : 81,114㎡

8	건물	BEMS 설치 및 운영
6 출처		① 온실가스종합정보센터, 2021, 국가 온실가스 배출계수 ② 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시, 제2021-10호), [별표10] 2006 *IPCC* 국가 인벤토리 가이드라인 기본 배출계수(제15조제1항관련) ③ *IPCC* 제5차 평가보고서(*AR*5) (2013) ④ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시, 제2021-10호), [별표12] 연료별 국가고유배출계수(제15조 제2항 관련) ⑤ 대한건축학회, 2011, *BEMS* 운용 오피스건물의 에너지 사용량 절감 (*pp*. 427~430)
7 모니터링인자		• 사업 면적(㎡)
8 추진사례		• 연면적 1만㎡ 이상 공공 건물 (2017년 이후) • 제로에너지빌딩 인증 건축물 • 공공청사 빌딩에너지관리시스템 설치, 충청북도 단양군

9	건물	수요반응시스템(DR) 구축	
1 개요		최대 전력수요 발생시 전력사용자에게 인센티브를 부여하여 자발적으로 부하감축을 유도함으로써 전력수요를 감소시키는 시스템으로, 전력사용 감축을 통해 온실가스 저감에 기여	
2 원단위		• 33.75tCO_2eq/MW	
3 감축량산정식		• 감축원단위(33.75tCO_2eq/MW·년) × 수요반응 가입 용량(MW)	
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(33.75tCO_2eq/MW·년) = MW 당 전력 절감량(MWh) 원단위 × 전력배출계수 ※ 70.59MWh/MW·년 × 0.4781tCO_2eq/MWh = 33.75CO_2eq/MW·년 • MW 당 전력 절감량(MWh) 원단위(70.59MWh/MW·년) = 연간 전력절감량 ÷ 연평균 의무감축용량 ※ 292,290MWh ÷ 4,140.67MW = 70.59MWh/MW·년	
5 산정계수		• 전력배출계수 : 0.4781tCO_2eq/MWh	①
		• 연간 전력절감량(3개년 평균) : 292,290MWh	②
		• 의무감축용량(3개년 평균) : 4,140.67MW	②
6 출처		① 국가 온실가스 배출계수(온실가스종합정보센터, 2021년) ② 전력거래소, 수요자원거래시장 현황 및 운영정보(18년 1월~20년 12월) ※ 매월 공시되는 수요자원거래시장 현황 및 운영정보 중 총 의무감축용량 기준으로 산정	
7 모니터링인자		• 수요반응 가입 용량(MW)	
8 추진사례		• 주민 수요반응 서비스 시범 사업, 전라남도 나주시 • 주민형 수요반응(DR) 서비스 확산 사업, 서울특별시	

10	건물	공공 및 오피스 건물의 스마트 미터링 도입	
1 개요		건물의 전력 공급단에 *AMI*(*Advanced Metering Infrastructure*, 지능형 전력 계량시스템)를 설치하여 세부적인 전력소비량을 측정하고, 이를 사용자에게 전달함으로써 사용자들이 불필요한 에너지 소비를 줄일 수 있도록 하는 에너지 효율화 사업	
2 원단위		• 0.00418 $tCO_2eq/㎡$	
3 감축량산정식		• 감축원단위(0.00418 $tCO_2eq/㎡$) × 사업대상지 면적(㎡)	
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(4.18×10^{-3} $tCO_2eq/㎡$) = (사업전 전력소비량 – 스마트 미터링 사업후전력소비량) × 전력배출계수 ÷ 사업대상지 면적 ※ (16,013,998kWh – 15,015,276kWh) × 0.4781tCO_2eq/MWh ÷ 114,112㎡ = 4.18×10^{-3} $tCO_2eq/㎡$	
5 산정계수		• 전력 배출계수 : 0.4781tCO_2eq/MWh	①
		• 사업전 전력소비량 : 16,013,998kWh • 사업후 전력소비량 : 15,015,276kWh • 건물 면적 : 114,112㎡	②
6 출처		① 국가 온실가스 배출계수(온실가스종합정보센터, 2021) ② 캠퍼스 마이크로 그리드 에너지 절감 사업 중 지능형 전력계량시스템 설치 대상(*Virtual Cell*)에 대한 에너지 절감량 검증보고서 (에너지 *M&V* 검증 보고서)	
7 모니터링인자		• 건물 면적(㎡)	
8 추진사례		• 가정용 스마트 전력 플랫폼 사업(경기도 김포시, 경기도 고양시, 경기도 용인시 등) – 세대별로 설치된 기계식(유도식) 또는 전기식 전력량계를 스마트미터로 교체하는 사업으로 통신기기, 검침 데이터 저장과 운용을 위한 서버 시스템 등 *AMI* 시스템 구축·운영을 통해 다양한 에너지 정보 관리 및 활용 서비스를 제공하여 전력 소비 절약을 유도하는 사업에 적용 가능	

11	건물	일과 중 냉난방기 1시간 운휴
1 개요		냉난방기 중앙 제어 시스템을 통해 일과 중 냉난방 공급을 한 시간씩 중단하는 방식으로 에너지 절약을 실천하는 사업. 즉, 냉난방기의 중앙 제어 시스템을 통해 특정 시간 동안 냉난방 공급을 중단하는 에너지 절약 기법임.
2 원단위		• [냉방시기 1시간 운휴] 0.000045 $tCO_2eq/㎡$ • [난방시기 1시간 운휴] 0.000037 $tCO_2eq/㎡$
3 감축량산정식		• [냉방시기 1시간 운휴] 감축원단위(0.000045 $tCO_2eq/㎡$)×건물 면적 (㎡) • [난방시기 1시간 운휴] 감축원단위(0.000037 $tCO_2eq/㎡$)×건물 면적 (㎡)
4 감축원단위 산정근거		• [냉방시기 1시간 운휴] 감축원단위 (4.5 × 10^{-5} $tCO_2eq/㎡$) = {(미시행시 예상 전력소비량* × 전력배출계수) – (시행시전력소비량 × 전력배출계수)} / 적용건물 연면적 × 단위환산 ※ {(559,704kWh × 0.4781 kg/kWh) – (519,629kWh × 0.4781 Kg/kWh)} / 427,693㎡ × 10^{-3} = 4.5 × 10^{-5} $tCO_2eq/㎡$ • [난방시기 1시간 운휴] 감축원단위 3.7 × 10^{-5} $tCO_2eq/㎡$ = {(미시행시 예상 전력소비량 × 전력배출계수) – (시행시 전력소비량 × 전력배출계수)} / 적용건물 연면적 × 단위환산 ※ {(592,581kWh) × 0.4781kg/kWh) – (563,224kWh × 0.4781kg/kWh)} / 376,420㎡ × 10^{-3} = 3.7 × 10^{-5} $tCO_2eq/㎡$ * 예상 전력소비량 = 1시간 가동 중지시 전력소비량 × 조정계수** ** 조정계수는 기온 변화가 전력 소비에 미치는 영향 정도를 나타내는 회귀계수로 하절기는 1.0771, 동절기는 1.0521임. 감축원단위 도출용 대상 기관이 냉방기에 12시~13시 한 시간 동안 가동 중지를 안했다면 예상되는 전력소비량은 1.0771* 519,629kWh = 559,704kWh이고, 동절기에는 12시 ~13시 한 시간동안 가동 중지를 안했다면 예상되는 전력소비량은 1.0521* 563,224 = 592,581kWh 임을 의미함.
5 산정계수		• 전력 배출계수 : 0.4781tCO_2eq/MWh ①
		• 냉방기 가동 중지 시행 전 전력소비량 :559,704kWh 냉방기 가동 중지 시행 후 전력소비량 : 519,629kWh 대상 건물 면적 : 427,693㎡ • 난방기 가동중지 시행 전 전력소비량 : 592,581kWh 난방기 가동중지 시행 후 전력소비량 : 563,224kWh 대상 건물 면적 : 376,420㎡ ②
6 출처		① 국가 온실가스 배출계수(온실가스종합정보센터, 2021) ② 서울대학교 시간대별 전력 소비량 데이터 중 점심시간 1시간 냉난방기 운휴 기간과 정상 가동기간의 전력 소비량 분석 결과(서울대 온실가스·에너지종합관리센터)
7 모니터링인자		• 냉난방 공급 중단 건물 면적(㎡)
8 추진사례		• 공공기관을 대상으로 한 냉·난방기 가동 중지를 통해 에너지를 절약하는 활동에 적용 가능 – 공공기관 에너지 다이어트(산업부, 2022, 전력피크시간대 냉난방기 순차운휴) – 에너지 위기대응 특별대책(서울특별시, 2023, 전력피크 시간대 냉난방기 1시간 가동 중지) 등

12	건물	히트펌프 설치
1 개요		기름이나 도시가스를 주 연료로 하는 난방 보일러 대신 에너지 효율(*SPF**)이 높은 고효율 히트펌프로 교체하여 온실가스 배출 저감에 기여하는 사업 * 냉난방 기간 동안의 총출력 에너지 / 냉난방 기간 동안의 총입력 에너지
2 원단위		• [기름(등유) 보일러 → 전기 히트펌프(*SPF*=3)] 7.300 tCO_2eq/대 • [도시가스(*LNG*) 보일러 → 전기 히트펌프(*SPF*=3)] 4.916 tCO_2eq/대 • [전기히터 보일러 → 전기 히트펌프(*SPF*=3)] 4.781 tCO_2eq/대 • [기름(등유) 보일러 → 전기 히트펌프(*SPF*=6)] 8.495 tCO_2eq/대 • [도시가스(*LNG*) 보일러 → 전기 히트펌프(*SPF*=6)] 6.111 tCO_2eq/대 • [전기히터 보일러 → 전기 히트펌프(*SPF*=6)] 5.976 tCO_2eq/대
3 감축량산정식		• [기름(등유) 보일러 → 전기 히트펌프(*SPF*=3)] 감축원단위(7.300 tCO_2eq/대) × 교체대수 (대) • [도시가스(*LNG*) 보일러 → 전기 히트펌프(*SPF*=3)] 감축원단위(4.916 tCO_2eq/대) × 교체대수 (대) • [전기히터 보일러 → 전기 히트펌프(*SPF*=3)] 감축원단위(4.781 tCO_2eq/대) × 교체대수 (대) • [기름(등유) 보일러 → 전기 히트펌프(*SPF*=6)] 감축원단위(8.495 tCO_2eq/대) × 교체대수 (대) • [도시가스(*LNG*) 보일러 → 전기 히트펌프(*SPF*=6)] 감축원단위(6.111 tCO_2eq/대) × 교체대수 (대) • [전기히터 보일러 → 전기 히트펌프(*SPF*=6)] 감축원단위(5.976 tCO_2eq/대) × 교체대수 (대)
4 감축원단위 산정근거		• [기름(등유) 보일러 → 전기 히트펌프(*SPF*=3)] 감축원단위 = 기름(등유) 보일러 1대의 연간온실가스배출량 – 전기 히트펌프(*SPF*=3) 1대의 연간 온실가스 배출량 = 연간 등유사용량 × 등유배출계수 – 전기 히트펌프(*SPF*=3)의 연간 전력소비량 × 전력 배출계수 = 3,917L × 2.474tCO_2eq/L × 10^{-3} – 5,000kWh × 0.4781tCO_2eq/kWh × 10^{-3} = 9.690tCO_2eq/대 – 2.391tCO_2eq/대 = 7.300 tCO_2eq/대 • [도시가스(*LNG*) 보일러 → 전기 히트펌프(*SPF*=3)] 감축원단위 = 도시가스(*LNG*) 보일러 1대의 연간온실가스배출량 – 전기 히트펌프(*SPF*=3) 1대의 연간 온실가스 배출량 = 연간 도시가스 사용량 × 도시가스 배출계수 – 전기 히트펌프(*SPF*=3)의 연간 전력소비량 × 전력배출계수 = 3,338Nm^3× 2.189tCO_2eq/Nm^3× 10^{-3} – 5,000kWh × 0.4781tCO_2eq/kWh × 10^{-3} = 7.307tCO_2eq/대 – 2.391tCO_2eq/대 = 4.916 tCO_2eq/대 • [전기히터 보일러 → 전기 히트펌프(*SPF*=3)] 감축원단위 = 전기히터 보일러 1대의 연간온실가스배출량 – 전기 히트펌프(*SPF*=3) 1대의 연간 온실가스 배출량 = (전기 히터보일러의 연간 전력사용량 × 전력 배출계수) | – (전기 히트펌프(*SPF*=3)의 연간 전력사용량 × 전력 배출계수) = 15,000kWh × 0.4781tCO_2eq/kWh × 10^{-3} – 5,000kWh × 0.4781tCO_2eq/kWh × 10^{-3} = 7.172tCO_2eq/대 – 2.391tCO_2eq/대 = 4.781 tCO_2eq/대

12	건물	히트펌프 설치
4 감축원단위 산정근거		• [기름(등유) 보일러 → 전기 히트펌프(SPF=6)] 감축원단위 = 기름(등유) 보일러 1대의 연간온실가스배출량 – 전기 히트펌프(SPF=6) 1대의 연간 온실가스 배출량 = 연간 등유사용량 × 등유배출계수 – 전기 히트펌프(SPF=6)의 연간 전력소비량 × 전력배출계수 = 3,917L × 2.474tCO_2eq/L × 10^{-3} – 2,500kWh × 0.4781tCO_2eq/kWh × 10^{-3} = 9.690tCO_2eq/대 – 1.195tCO_2eq/대 = 8.495 tCO_2eq/대 • [도시가스(LNG) 보일러 → 전기 히트펌프(SPF=6)] 감축원단위 = 도시가스(LNG) 보일러 1대의 연간온실가스배출량 – 전기 히트펌프(SPF=6) 1대의 연간 온실가스 배출량 = 연간 도시가스 사용량 × 도시가스 배출계수 – 전기 히트펌프(SPF=6)의 연간 전력소비량 × 전력배출계수 = 3,338Nm^3× 2.189tCO_2eq/Nm^3 × 10^{-3} – 2,500kWh × 0.4781tCO_2eq/kWh × 10^{-3} = 7.307tCO_2eq/대 – 1.195tCO_2eq/대 = 6.111 tCO_2eq/대 • [전기히터 보일러 → 전기 히트펌프(SPF=6)] 감축원단위 = 전기히터 보일러 1대의 연간온실가스배출량 – 전기 히트펌프(SPF=6) 1대의 연간 온실가스 배출량 = 전기 히터 보일러의 연간 전력사용량 × 전력배출계수 – 전기 히트펌프(SPF=6)의 연간 전력사용량 × 전력배출계수 = 15,000kWh × 0.4781tCO_2eq/kWh × 10^{-3} – 2,500kWh × 0.4781tCO_2eq/kWh × 10^{-3} = 7.172tCO_2eq/대 – 1.195tCO_2eq/대 = 5.976 tCO_2eq/대 ※ 연간 등유 사용량 = 연간 필요열량($kcal$) / 등유에너지 열량 환산계수($kcal/L$) = 34,350,000$kcal$ / 8,770$kcal/L$ = 3,917L ※ 연간 도시가스(LNG) 사용량 = 연간 필요열량($kcal$) / LNG 에너지 열량 환산계수($kcal/m^3$) = 34,350,000$kcal$ / 10,290$kcal/m^3$ = 3,338m^3 ※ 연간 전력사용량 = 34,350,000$kcal$ / 2,290$kcal/kWh$ = 15,000kWh ※ 등유 배출계수($kgCO_2eq/L$) = 순발열량(MJ/L) × Σ(온실가스별 배출계수($kgCO_2/TJ$) × 온실가스별 지구온난화지수) × 10^{-6} = 34.2MJ/L × {(71,900$kgCO_2/TJ$ × 1) + (10$kgCH_4/TJ$ × 28) + (0.6N_2O/TJ × 265)} × 10^{-6} = 2.474$kgCO_2eq/L$ ※ LNG 배출계수($kgCO_2eq/Nm^3$) = 순발열량(MJ/Nm^3) × Σ(온실가스별 배출계수($kgCO_2/TJ$) × 온실가스별 지구온난화지수) × 10^{-6} = 38.9MJ/Nm^3 × {(56,100$kgCO_2/TJ$ × 1) + (5$kgCH_4/TJ$ × 28) + (0.1kgN_2O/TJ × 265)} × 10^{-6} = 2.189$kgCO_2eq/Nm^3$

12	건물	히트펌프 설치	
5 산정계수		• 전력 배출계수 : 0.4781 tCO_2eq/MWh	①
		• LNG 배출계수 : (CO_2) 56,100$kgCO_2/TJ$	④
		• LNG 배출계수 : (CH_4) 5$kgCH_4/TJ$, (N_2O) 0.1kgN_2O/TJ ※ 상업 공공 및 가정 기타 기준	②
		• LNG 순발열량 : 38.9MJ/Nm^3	④
		• GWP : (CO_2) 1, (CH_4) 28, (N_2O) 265	③
		• 등유 배출계수 : (CO_2) 71,900$kgCO_2/TJ$	④
		• 등유 배출계수 : (CH_4) 10$kgCH_4/TJ$, (N_2O) 0.6kgN_2O/TJ ※ 상업 공공 및 가정 기타 기준	②
		• 등유 순발열량 : 34.2MJ/L	④
		• LNG 에너지 열량 환산계수 : 10,290$kcal/Nm^3$	⑤
		• 등유 에너지 열량 환산계수 : 8,770$kcal/L$	⑤
		• 연간 요구되는 난방부하량 : 15,000kWh ※ 연간 필요열량($kcal$) = 15,000kWh × 2,290$kcal/kWh$ = 34,350,000$kcal$ • 전기히트펌프 연간소비에너지 : 10,000kWh • 전기히트펌프(SPF 3.0) 연간소비에너지 : 5,000kWh • 전기히트펌프(SPF 6.0) 연간소비에너지 : 2,500kWh	⑥
6 출처		① 온실가스종합정보센터, 2021, 국가 온실가스 배출계수 ② 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시, 제2021-10호), [별표10] 2006 $IPCC$ 국가 인벤토리 가이드라인 기본 배출계수(제15조제1항관련) ③ $IPCC$ 제5차 평가보고서($AR5$) (2013) ④ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시, 제2021-10호), [별표12] 연료별 국가고유배출계수(제15조 제2항 관련) ⑤ 에너지법 시행규칙(산업통상자원부령 제426호), [별표] 에너지 열량 환산기준(제5조제1항관련) _ 2017.12.28. 개정 ⑥ 기계저널, 2011.06, 히트펌프 보급으로 인한 CO_2 저감 효과, pp. 46~47	
7 모니터링인자		• 히트펌프 교체 대수(대)	
8 추진사례		• 지자체 친환경 에너지(히트펌프 및 인버터) 보급 사업(2016년) • 양식장 친환경 에너지 보급 사업(2019년) 등	

13	건물	잠열 회수형 온수 보일러 도입(가정)	
1 개요		배기가스 중의 잠열을 회수하여 열효율을 향상시켜 온실가스 저감 효과 도모	
2 원단위		• 0.08tCO_2eq/가구	
3 감축량산정식		• 감축원단위(0.08tCO_2eq/가구) × 보급가구수(가구)	
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(0.08tCO_2eq/가구) = 도시가스 난방 에너지소비량 × LNG배출계수 × 단위환산 × 일반과 콘덴싱 보일러의 효율차이 ※ 4,922천㎉/가구·yr × 2.347tCO_2eq/TOE × $10^{-7}TOE/kcal$ × 7% = 0.08tCO_2eq/가구 * (총발열량 → 순발열량환산) 5,452 × 9,290 ÷ 10,290 = 4,922천㎉ / 가구·yr	
5 산정계수		• 가구당 도시가스 사용량 : 5,452$Mcal$/가구	①
		• LNG 배출계수 : 2.347tCO_2eq/TOE	②
		• 일반과 콘덴싱 보일러 효율 차이 : 7% ※ 콘덴싱열효율 : 91%이상, 일반보일러 84%	③
6 출처		① 산업통상자원부, 2018년 가구에너지 상설표본조사* (p.41)_ 2021-06-07 -국가에너지통계종합정보시스템($KESIS$) * 가구에너지패널조사((구)가구에너지 상설표본조사) ② 에너지법 시행규칙 에너지열량환산기준_2017.12.28. 개정 ③ 한국에너지공단 효율관리기자재 운용규정(산업통상자원부고시 제2020-83호)	
7 모니터링인자		• 보급가구수(가구)	
8 추진사례		• 친환경 콘덴싱보일러 교체사업, 서울특별시, 2019	

14	건물	가정용 환경표지인증 보일러 교체	
1 개요		기존 가정에서 사용하는 노후 보일러(LNG, LPG, 등유 사용)를 환경표지 인증을 받은 친환경 보일러로 교체하여 에너지 효율 향상 및 온실가스 배출저감을 도모하는 사업	
2 원단위		[교체 보일러 1대당 감축원단위] • [노후 보일러(LNG) → 환경표지인증 보일러(LNG)] 0.536 tCO_2eq/대 • [노후 보일러(LPG) → 환경표지인증 보일러(LNG)] 0.328 tCO_2eq/대 • [노후 보일러(등유) → 환경표지인증 보일러(LNG)] 0.495 tCO_2eq/대	
3 감축량산정식		• [노후 보일러(LNG) → 환경표지인증 보일러(LNG)] 감축원단위(0.536 tCO_2eq/대) × 교체대수 • [노후 보일러(LPG) → 환경표지인증 보일러(LNG)] 감축원단위(0.328 tCO_2eq/대) × 교체대수 • [노후 보일러(등유) → 환경표지인증 보일러(LNG)] 감축원단위(0.495 tCO_2eq/대) × 교체대수	
4 감축원단위 산정근거		• [노후 보일러(LNG) → 환경표지인증 보일러(LNG)] 감축원단위(0.536tCO_2eq/대)] = (노후 보일러(LNG) 1대의 연간온실가스배출량 – 환경표지 인증보일러(LNG) 1대의 연간 온실가스 배출량) ※(2.817tCO_2eq/대 – 2.281tCO_2eq/대) = 0.536tCO_2eq/대 • [노후 보일러(LPG) → 환경표지인증 보일러(LNG)] 감축원단위(0.328tCO_2eq/대) = (노후 보일러(LPG) 1대의 연간 온실가스 배출량 – 환경표지인증 보일러(LNG) 1대의 연간 온실가스 배출량) ※(2.609tCO_2eq/대 – 2.281tCO_2eq/대) = 0.328tCO_2eq/대 • [노후 보일러(등유) → 환경표지인증 보일러(LNG)] 감축원단위(0.495tCO_2eq/대) = (노후 보일러(등유) 1대의 연간 온실가스 배출량 – 환경표지인증 보일러(LNG) 1대의 연간 온실가스 배출량) ※(2.776tCO_2eq/대 – 2.281tCO_2eq/대) = 0.495tCO_2eq/대	
5 산정계수		• LNG 배출계수 : (CO_2) 56,100$kgCO_2/TJ$	①
		• LNG 배출계수 : (CH_4) 5$kgCH_4/TJ$, (N_2O) 0.1kgN_2O/TJ ※ 상업 공공 및 가정 기타 기준	②
		• GWP : (CO_2) 1, (CH_4) 28, (N_2O) 265	③
		• LPG 배출계수 : (CO_2) 64,600$kgCO_2/TJ$	①
		• LPG 배출계수 : (CH_4) 5$kgCH_4//TJ$, (N_2O) 0.1kgN_2O/TJ ※ 상업 공공 및 가정 기타 기준	②
		• 등유 배출계수 : (CO_2) 73,200$kgCO_2/TJ$	①
		• 등유 배출계수 : (CH_4) 10$kgCH_4//TJ$, (N_2O) 0.6kgN_2O/TJ	②
		• 노후 보일러(LNG)의 연간 평균 배출량 : 2.817 tCO_2eq/년 • 노후 보일러(LPG)의 연간 평균 배출량 : 2.609 tCO_2eq/년 • 노후 보일러(등유)의 연간 평균 배출량 : 2.776 tCO_2eq/년 • 환경표지인증 보일러(LNG)의 연간 평균 배출량 : 2.281 tCO_2eq/년	④

14	건물	가정용 환경표지인증 보일러 교체
6 출처		① 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침 (환경부고시, 제2022-279호, (2023.01.01.)), [별표 12] 연료별 국가고유배출계수(제15조 제2항 관련) ② 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침 (환경부고시, 제2022-279호, (2023.01.01.)), [별표 10] 2006 *IPCC* 국가 인벤토리 가이드라인 기본 배출계수 (제15조 제1항 관련) ③ 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침 [부록 3] 지구온난화지수 (2022. 12., 온실가스종합정보센터) ④ 친환경보일러의 온실가스 저감효과 및 경제적 편익분석(환경부, 2021.11) – 한국환경산업기술원 (환경표지인증 보일러 475대 제품과 노후보일러(*LNG*) 22대, 노후보일러 (*LPG*) 22대, 노후보일러(등유) 5대의 연간 평균 연료사용에 따른 온실가스 배출량 분석 결과)
7 모니터링인자		• 보일러 교체 대수(대)
8 추진사례		• 가정용 친환경보일러 교체지원사업(대전광역시, 광주광역시, 경기도 성남시 등) – 2022년 기준 전국 77개 시군을 대상으로 한 친환경보일러 보급 지원사업 시행. 10년 이상 노후 보일러를 친환경보일러로 교체시 대당 10만원(저소득층은 60만원)의 보조금을 지원하여 에너지 효율이 높은 보일러로 교체를 유도하는 사업임.

15	건물	빗물 재이용 시설 도입	
1 개요		건물의 지붕이나 옥상, 테라스, 데크 등에서 빗물을 취수하여 지하 등에 설치된 저류조에 저장한 후 화장실용 세정수나 살수 등의 잡용수로 이용하는 사업으로, 물재이용 활성화를 통해 온실가스 저감에 기여 ※ 「물의 재이용 촉진 및 자원에 관한 법률」제2조 제2호의 규정에 정의된 "물 재이용 시설" 중 빗물이용시설에 한함	
2 원단위		• 2.37 × $10^{-4}tCO_2eq$/㎥·대	
3 감축량산정식		• 감축원단위(2.37 × $10^{-4}tCO_2eq$/㎥·대) × 시설 한 대 당 급수 용량(㎥) × 빗물 재이용시설(대) × 빗물이용률(%)	
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(2.37 × $10^{-4}tCO_2eq$/㎥·대) = 상수 배출계수 × 물의 비중량 × 단위환산 ※ (2.37 × $10^{-4}kgCO_2eq/kg$) × 1000kg/㎥ × 10^{-3} = 2.37 × $10^{-4}tCO_2eq$/㎥·대 ⋯→ 빗물 저류조 용량과 실제 빗물 이용률의 차이가 발생할 수 있으므로, 빗물이용률(빗물사용량/빗물 저류조 용량)에 대한 모니터링이 필요함	
5 산정계수		• 상수 배출계수 : 2.37 × $10^{-4}kgCO_2eq/kg$	①
6 출처		① 환경성적표지 홈페이지(환경성적표지 평가계수 전문(2021.08.02.)) ($http://epd.or.kr/$)	
7 모니터링인자		• 시설 한 대 당 급수 용량(㎥) × 빗물 재이용시설(대) × 빗물이용률(%)	
8 추진사례		• 빗물이용시설 설치 지원 사업, 제주특별자치도 • 대용량 빗물 저류시설 설치 사업, 제주특별자치도 • 빗물이용시설 설치비 지원 사업, 대구광역시 • 빗물마을 사업 조성, 서울특별시 등	

16	건물	절수기기 보급	
1 개요		절수기기 설치에 따른 물 절약효과를 통해 온실가스 감축 효과 도모	
2 원단위		• 0.0078tCO_2eq/가구	
3 감축량산정식		• 감축원단위(0.0078tCO_2eq/가구) × 보급가구수(가구)	
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(0.0078tCO_2eq/가구) = 절수기 사용시 가구당 생활용수 절감량 × 상수 배출계수 × 단위환산 × 물의 비중량 ※ 33.08㎥/가구·년 × 2.37 × 10^{-4}kgCO_2/kg × 10^{-3} × 1000kg/㎥ = 0.0078tCO_2eq/가구 • 절수기기 사용에 따른 가구당 생활용수 절감량(34.43㎥/가구·년) = 가구당 생활용수량 × 물사용 절감율 ※ 165.40㎥/가구·년 × 20% = 33.08㎥/가구·년	
5 산정계수		• 가구당 생활용수량 : 165.40㎥/가구·년	①
		• 물사용 절감율 : 20% ※ 녹색건축 인증기준의 절수형 기기 사용에 따른 물 사용 절감율 적용	②
		• 상수 배출계수 : 2.37 × $10^{-4}kgCO_2/kg$	③
6 출처		① 환경부, 2020년 상수도통계, 2021(23p) ② 한국건설기술연구원, 녹색건축 인증기준 운영세칙(2021.8.30.), 2021(36p) ③ 「환경성적표지 탄소배출계수」개정 공고(2019.02.15, 5p)	
7 모니터링인자		• 보급가구수(가구)	
8 추진사례		• 절수기기 보급 사업(전라남도 해남군, 제주특별자치도 제주시, 충청북도 청주시 등) • 취약계층 가구 대상 절수 설비 지원 사업, 전라남도 목포시	

17	건물	고단열 창호교체
1 개요		고단열, 고기밀 유리와 샤시 도입을 통해 창으로부터의 열 유입 및 내부로부터의 열 유출을 최소화하여 공조 부하의 증가를 억제하는 방식으로 에너지 소요량을 저감하는 에너지 효율화 사업
2 원단위		[건물에서 사용하는 주요 냉난방 에너지원에 따른 감축원단위] • [도시가스대체] 0.00648 $tCO_2eq/㎡$ • [전기대체] 0.01530 $tCO_2eq/㎡$ • [경유대체] 0.00859 $tCO_2eq/㎡$ • [등유대체] 0.00833 $tCO_2eq/㎡$
3 감축량산정식		• [도시가스대체] 감축원단위(6.48 × 10^{-3} $tCO_2eq/㎡$) × 사업대상지 면적(㎡) • [전기대체] 감축원단위(15.30 × 10^{-3} $tCO_2eq/㎡$) × 사업대상지 면적(㎡) • [경유대체] 감축원단위(8.59 × 10^{-3} $tCO_2eq/㎡$) × 사업대상지 면적(㎡) • [등유대체] 감축원단위(8.33 × 10^{-3} $tCO_2eq/㎡$) × 사업대상지 면적(㎡)
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(6.48 × 10^{-3} $tCO_2eq/㎡$) = 교체 유리 1㎡당 연간 열부하 감축량 / 냉난방 에너지(LNG) 열원의 순발열량 × LNG 사용단위 당 CO_2eq 배출계수 ※115.24$MJ/㎡$/38.9 $MJ/㎥$ × 2.1876$kgCO_2eq/㎡$ = 6.48 × 10^{-3} $tCO_2eq/㎡$ • 감축원단위(15.30 × 10^{-3} $tCO_2eq/㎡$) = 교체 유리 1㎡당 연간 열부하 감축량/냉난방 에너지(전기) 열원의 순발열량 × 전기 사용단위 당 CO_2eq 배출계수 ※115.24$MJ/㎡$ / 3.6 MJ/kWh×0.4781$kgCO_2eq/㎡$ = 15.30 × 10^{-3} $tCO_2eq/㎡$ • 감축원단위(8.59 × 10^{-3} $tCO_2eq/㎡$) = 교체 유리 1㎡당 연간 열부하 감축량 / 냉난방 에너지(경유) 열원의 순발열량 × 경유사용단위 당 CO_2eq 배출계수 ※115.24$MJ/㎡$ / 35.2 MJ/kWh × 2.6223 $kgCO_2eq/㎡$ = 8.59 × 10^{-3} $tCO_2eq/㎡$ • 감축원단위(8.33 × 10^{-3} $tCO_2eq/㎡$) = 교체 유리 1㎡당 연간 열부하 감축량/냉난방 에너지(등유) 열원의 순발열량 × 등유사용단위당 CO_2eq 배출계수 ※115.24$MJ/㎡$ / 34.2 MJ/kWh × 2.4725 $kgCO_2eq/㎡$ = 8.33 × 10^{-3} $tCO_2eq/㎡$ * (환경부고시)(제2022-58호) (2022. 3. 25) _ [별표 7] 외부감축사업 온실가스 감축량 산정 방법론 표1의 각 용도별/방위별 열부하 감축량의 평균 값
5 산정계수		• LNG 배출계수 : (CO_2) 56,100$kgCO_2/TJ$ ①
		• LNG 배출계수 : (CH_4) 5$kgCH_4/TJ$, (N_2O) 0.1kgN_2O/TJ ※ 상업 공공 및 가정 기타 기준 ②
		• 전력 배출계수 : 0.4781tCO_2eq/MWh ③
		• 등유 배출계수 : (CO_2) 73,200$kgCO_2/TJ$ ①
		• 등유 배출계수 : (CH_4) 10$kgCH_4/TJ$, (N_2O) 0.6kgN_2O/TJ ②
		• 경유 배출계수 : (CO_2) 73,200$kgCO_2/TJ$ ①
		• 경유 배출계수 : (CH_4) 10$kgCH_4/TJ$, (N_2O) 0.6kgN_2O/TJ ②

17	건물	고단열 창호교체	
5 산정계수		• GWP : (CO_2) 1, (CH_4) 28, (N_2O) 265	④
		• 교체유리면적당(1㎡) 연간열부하감축량 : 115.242(MJ/㎡)	⑤
6 출처		① 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시, 제2022-279호, (2023.01.01.)), [별표 12] 연료별 국가고유배출계수(제15조 제2항 관련) ② 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시, 제2022-279호, (2023.01.01.)), [별표 10] 2006 $IPCC$ 국가 인벤토리 가이드라인 기본 배출계수 (제15조 제1항 관련) ③ 국가 온실가스 배출계수(온실가스종합정보센터, 2021) ④ 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침 [부록 3] 지구온난화지수 (2022. 12., 온실가스종합정보센터) ⑤ (환경부고시)(제2022-58호) (2022. 3. 25) _ [별표 7] 외부감축사업 온실가스 감축량 산정 방법론 (제24조 관련) 표1의 각 용도별/방위별 열부하 감축량의 평균 값	
7 모니터링인자		• 사업대상지 면적(㎡)	
8 추진사례		• 노후주택 에너지효율 개선사업, 서울특별시 – 에너지 취약계층이 거주하는 노후주택에 단열창호 교체 사업 등의 건물 에너지 효율화사업을 진행하여 저소득층의 에너지 비용 부담을 경감하고 에너지 소비 절감을 도모하는 사업에 적용 가능	

18	건물	LED 조명 교체	
1 개요		에너지 효율이 낮은 백열전구를 고효율이 LED로 대체하여 온실가스를 감축	
2 원단위		• [교체개수] □ (형광등) 0.030tCO_2eq/개 □ (백열등) 0.050tCO_2eq/개	
3 감축량산정식		• [교체개수] □ (형광등) 감축원단위(0.030tCO_2eq/개) × 교체개수(개) □ (백열등) 감축원단위(0.050tCO_2eq/개) × 교체개수(개)	
4 감축원단위 산정근거		• [교체개수] □ (형광등) 감축원단위(0.030tCO_2eq/개) = 에너지 저감량 × 전력배출계수 ※ 62.4kWh/개 × 0.4781 × $10^{-3}tCO_2eq/kWh$ = 0.030tCO_2eq/개 □ (형광등) 에너지 저감량(62.4kWh/개) = (형광등 소비전력 − LED 소비전력) × 조명시간(근무시간) × 조명일(근무일수) × 단위환산 ※ (40W − 10W) × 8h/일 × 260일 × 10^{-3} = 62.4kWh/개 □ (백열등) 감축원단위(0.050tCO_2eq/개) = 에너지 저감량 × 전력배출계수 ※ 104kWh/개 × 0.4781 × $10^{-3}tCO_2eq/kWh$ = 0.050tCO_2eq/개 □ (백열등) 에너지 저감량(104kWh/개) = (백열등 소비전력 − LED 소비전력) × 조명시간(근무시간) × 조명일(근무일수) × 단위환산 ※ (60W − 10W) × 8h/일 × 260일 × 10^{-3} = 104kWh/개	
5 산정계수		• 형광등 소비전력 : 40W/개	①
		• 백열등 소비전력 : 60W/개	①
		• LED 조명등 소비전력 : 10W/개	②
		• 전력배출계수 : 0.4781 × $10^{-3}tCO_2eq/kWh$	③
		• 법적 근로시간 : 8h/일, 주5일제(52주) : 260d	④
6 출처		① 한국전력공사 홈페이지(에너지절약과 온실가스 감축효과) (https://home.kepco.co.kr/kepco/SM/C/htmlView/SMCDHP003.do?menuCd=FN29030403) ② 한국에너지공단 효율관리제도 홈페이지 (더 알아보기_에너지 절약 효과 비교_고효율에너지기자재인증제도_컨버터내장형 LED램프 평균값 기준) (https://eep.energy.or.kr/more/compare_efficiency.aspx) ③ 국가 온실가스 배출계수(온실가스종합정보센터, 2021년) ④ 근로기준법 제2조의 8	
7 모니터링인자		• 교체개수(개)	
8 추진사례		• 저소득층 LED 조명 무상 교체 사업 (경상북도 영주시, 경상북도 김천시, 강원특별자치도 속초시, 인천광역시 등)	

19	건물	가로등 LED 교체	
1 개요		가로등을 고효율 LED로 교체하여 공공부문 에너지 절약 및 온실가스 감축	
2 원단위		• 0.1745tCO_2eq/개	
3 감축량산정식		• [교체개수] 감축원단위(0.1745tCO_2eq/개) × 교체조명개수(개)	
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(0.1745tCO_2eq/개) = (교체전 가로등 소비전력 – 교체후 LED 소비전력) × 연간점등시간 × 전력배출계수 × 단위환산 ※ (250W/개 – 150W/개) × 3,650h/yr × 0.4781tCO_2eq/MWh × 10^{-6} = 0.1745tCO_2eq/개	
5 산정계수		• 교체전 가로등 소비전력 : 250W	②
		• LED 등 소비전력 : 150W	②
		• 연간 점등시간 : 3,650h/yr	①
		• 전력배출계수 : 0.4781 × $10^{-3}tCO_2eq/kWh$	③
6 출처		① 한국에너지공단 산업발전 온실가스 배출권거래제 상쇄제도 〉 상쇄제도 〉 감축량계산기 〉 고효율도로조명 ② 안성시, 에너지 절감을 위한 고효율 LED 사업타당성 조사 용역, 2018(10p) ③ 국가 온실가스 배출계수(온실가스종합정보센터, 2021년)	
7 모니터링인자		• 교체조명개수(개)	
8 추진사례		• 스마트 가로등 교체 사업, 서울특별시 • 노후 가로등 LED 교체 사업, 전라남도 장흥군 • 도시 주요 구간 LED등 교체 사업, 충청남도 공주시	

20	건물	옥외광고 간판조명 LED화
1 개요		옥외광고 간판의 고효율 *LED* 교체사업을 통한 에너지 절감 효과로 온실가스 저감에 기여
2 원단위		• [간판면적] 0.314tCO_2eq/㎡ • [조명교체개수] 0.0628tCO_2eq/개
3 감축량산정식		• [간판면적] 감축원단위(0.314tCO_2eq/㎡) × 간판면적(㎡) • [조명교체개수] 감축원단위(0.0628tCO_2eq/개) × 간판 교체개수(개)
4 감축원단위 산정근거		• [간판면적] 감축원단위(0.314tCO_2eq/㎡) = (형광등 소비전력 − *LED* 조명등 소비전력) × 점등시간(평균 사용시간 × 사용일수) × 간판 면적당 조명 10*W*의 기준 조명등 개수 × 전력배출계수 × 단위환산 ※ (40*W*/개 − 10*W*/개) × 12*h*/일 × 365일/년 × 5개/㎡ × 0.4781tCO_2eq/MWh × 10^{-6} = 0.314tCO_2eq/㎡ • [조명교체개수] 감축원단위(0.0628tCO_2eq/개) = (형광등 소비전력 − *LED* 조명등 소비전력) × 점등시간(평균 사용시간 × 사용일수) × 전력배 출계수 × 단위환산 ※ (40*W*/개 − 10*W*/개) × 12*h*/일 × 365일/년 × 0.4781tCO_2eq/MWh × 10^{-6} = 0.0628tCO_2eq/개 ⋯› 본 산정식은 형광등 조명을 *LED*등 조명으로 교체하는 사업을 기준으로 함 ⋯› 백열등을 *LED*로 교체하거나 기존 형광등 전력이 위에서 제시한 전력과 다른 경우, 형광등 소비전력 값에 해당 전력 값을 대입하여 감축원단위 산정 가능
5 산정계수		• 형광등 소비전력 : 40*W*/개 ①
		• *LED* 조명등 소비전력 : 10*W*/개 ②
		• 점등시간 : 평균 사용시간(12*h*/일), 사용일수(365일) ③
		• 간판 면적당 조명 10*W*의 기준 : 5개/㎡ ③
		• 전력배출계수 : 0.4781tCO_2eq/MWh ④
6 출처		① 한국전력공사 홈페이지(에너지절약과 온실가스 감축효과) (*https://home.kepco.co.kr/kepco/SM/C/htmlView/SMCDHP*003. *do?menuCd=FN*29030403) ② 한국에너지공단 효율관리제도 홈페이지 (더 알아보기 〉 에너지 절약 효과 비교 〉 고효율에너지기자재인증제도 〉 컨버터내장형 *LED*램프 평균값 기준) (*https://eep.energy.or.kr/more/compare_efficiency.aspx*) ③ 서울특별시, 서울시 온실가스·에너지 감축사업 평가지표 개발 및 이행성과 평가방안, 2012(178*p*) ④ 국가 온실가스 배출계수(온실가스종합정보센터, 2021년)
7 모니터링인자		• 간판면적(㎡)
8 추진사례		• *LED* 간판 설치 지원 사업(서울특별시 은평구, 서울특별시 구로구, 서울특별시 양천구) • *LED* 조명 간판 교체 사업, 충청북도 • 소상공인 *LED* 간판 지원 사업, 충청북도 괴산군 • 대림중앙시장 *LED* 간판 개선 사업, 서울특별시 영등포구

21	건물	대기전력 차단기 보급	
1 개요		제품의 전력을 끄지 않아도 꽂혀있는 플러그를 통해 새어나가는 대기전력을 차단(스위치형 멀티탭, 타이머 콘센트)하여 낭비되는 에너지 절감	
2 원단위		• 0.085tCO_2eq/가구 • 0.0012 tCO_2eq/㎡	
3 감축량산정식		• 감축원단위(0.085tCO_2eq/가구) × 보급가구수(가구) • 감축원단위(0.0012 tCO_2eq/㎡)×적용면적 (㎡)	
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(0.085tCO_2eq/가구) = 가구당 에너지 저감량× 전력배출계수 ※ 177.5kWh/가구 × 0.4781 × $10^{-3}tCO_2eq/kWh$ = 0.085tCO_2eq/가구 • 에너지저감량(177.5kWh/가구) = 가구당 연간 대기전력량 × 대기전력 차단율 ※ 208.8kWh/가구 × 85% = 177.5kWh/가구 • 감축원단위(0.0012 tCO_2eq/㎡) = 가구당 대기전력 차단기 보급에 따른 감축 원단위 ÷ 가구당 주거면적 ※(0.085tCO_2eq/가구) ÷ (69.9㎡/가구) =0.0012 tCO_2eq/㎡	
5 산정계수		• 대기전력 차단율 : 85%	①
		• 가구당 연평균 대기전력 소비 : 208.8kWh/년 (17.4kWh/월 x 12월/년 = 208.8kWh/년)	②
		• 전력 배출계수 : 0.4781 tCO_2eq/MWh	③
		• 가구당 주거면적 : 69.9㎡	④
6 출처		① 환경부, 탄소중립 생활실천안내서, 가정편, 2021(24p) ② 한국전기연구원, 2011년 전국 대기전력 실측조사, 2012 ③ 온실가스종합정보센터, 2021, 국가 온실가스 배출계수 ④ 「2022 인구총조사」 통계청	
7 모니터링인자		• 보급가구수(가구) • 적용 면적(㎡)	
8 추진사례		• 대기전력 차단기 보급사업(서울특별시, 충청북도 청주시, 충청북도 진천군)	

22	건물	고효율 제품전환
1 개요		고효율기기로 교체하여 에너지 효율증대 및 전기요금 절감
2 원단위		• [전기냉장고] 0.038tCO_2eq/대 • [전기세탁기] 0.010tCO_2eq/대 • [전기밥솥] 0.014tCO_2eq/대 • 고효율 냉난방기 – [기존 등급 (5) → 교체 등급 (4)] 0.0030 tCO_2eq/대 – [기존 등급 (5) → 교체 등급 (3)] 0.0237 tCO_2eq/대 – [기존 등급 (5) → 교체 등급 (2)] 0.0586 tCO_2eq/대 – [기존 등급 (5) → 교체 등급 (1)] 0.0956 tCO_2eq/대 – [기존 등급 (4) → 교체 등급 (3)] 0.0207 tCO_2eq/대 – [기존 등급 (4) → 교체 등급 (2)] 0.0556 tCO_2eq/대 – [기존 등급 (4) → 교체 등급 (1)] 0.0927 tCO_2eq/대 – [기존 등급 (3) → 교체 등급 (2)] 0.0349 tCO_2eq/대 – [기존 등급 (3) → 교체 등급 (1)] 0.0719 tCO_2eq/대 – [기존 등급 (2) → 교체 등급 (1)] 0.0371 tCO_2eq/대
3 감축량산정식		• [전기냉장고] 감축원단위(0.038tCO_2eq/대) × 1등급 전기냉장고 교체대수(대) • [전기세탁기] 감축원단위(0.010tCO_2eq/대) × 1등급 전기세탁기 교체대수(대) • [전기밥솥] 감축원단위(0.014tCO_2eq/대) × 1등급 전기밥솥 교체대수(대) • 고효율 냉난방기 – [기존 등급 (5) → 교체 등급 (4)] 감축원단위(0.0030 tCO_2eq/대) × 보급대수 (대) – [기존 등급 (5) → 교체 등급 (3)] 감축원단위(0.0237 tCO_2eq/대) × 보급대수 (대) – [기존 등급 (5) → 교체 등급 (2)] 감축원단위(0.0586 tCO_2eq/대) × 보급대수 (대) – [기존 등급 (5) → 교체 등급 (1)] 감축원단위(0.0956 tCO_2eq/대 × 보급대수 (대) – [기존 등급 (4) → 교체 등급 (3)] 감축원단위(0.0207 tCO_2eq/대) × 보급대수 (대) – [기존 등급 (4) → 교체 등급 (2)] 감축원단위(0.0556 tCO_2eq/대) × 보급대수 (대) – [기존 등급 (4) → 교체 등급 (1)] 감축원단위(0.0927 tCO_2eq/대) × 보급대수 (대) – [기존 등급 (3) → 교체 등급 (2)] 감축원단위(0.0349 tCO_2eq/대) × 보급대수 (대) – [기존 등급 (3) → 교체 등급 (1)] 감축원단위(0.0719 tCO_2eq/대) × 보급대수 (대) – [기존 등급 (2) → 교체 등급 (1)] 감축원단위(0.0371 tCO_2eq/대) × 보급대수 (대)
4 감축원단위 산정근거		• [전기냉장고] 감축원단위(0.038tCO_2eq/대) = (3등급 기기 소비전력량 – 1등급 기기 소비전력량) × 전력배출계수 ※ (449kWh/대 – 369.8kWh/대) × 0.4781 × $10^{-3}tCO_2eq/kWh$ = 0.038tCO_2eq/대 • [전기세탁기] 감축원단위(0.010tCO_2eq/대) = (3등급 기기 소비전력량 – 1등급 기기 소비전력량) × 전력배출계수 ※ (31.9kWh/대 – 10.3kWh/대) × 0.4781 × $10^{-3}tCO_2eq/kWh$ = 0.010tCO_2eq/대

22	건물	고효율 제품전환	
4 감축원단위 산정근거		• [전기밥솥] 감축원단위(0.014tCO_2eq/대) = (3등급 기기 소비전력량 – 1등급 기기 소비전력량) × 전력배출계수 ※ (224.9kWh/대 – 196.3kWh/대) × 0.4781 × $10^{-3}tCO_2eq/kWh$ = 0.014tCO_2eq/대 • [고효율 냉난방기 기존 등급 (5) → 교체 등급 (4)] 감축원단위 = (냉난방 효율 5등급 에어컨의 소비전력 – 냉난방 효율 4등급 에어컨의 소비전력) × 전력배출계수 = (499.3kWh – 493.1kWh) × 0.4781 tCO_2eq/MWh = 0.0030 tCO_2eq/대 • [고효율 냉난방기 기존 등급 (5) → 교체 등급 (3)] 감축원단위 = (냉난방 효율 5등급 에어컨의 소비전력 – 냉난방 효율 3등급 에어컨의 소비전력) × 전력배출계수 = (499.3kWh – 449.8kWh) × 0.4781 tCO_2eq/MWh = 0.0237tCO_2eq/대 • [고효율 냉난방기 기존 등급 (5) → 교체 등급 (2)] 감축원단위 = (냉난방 효율 5등급 에어컨의 소비전력 – 냉난방 효율 2등급 에어컨의 소비전력) × 전력배출계수 = (499.3kWh – 376.8kWh) × 0.4781 tCO_2eq/MWh = 0.0586tCO_2eq/대 • [고효율 냉난방기 기존 등급 (5) → 교체 등급 (1)] 감축원단위 = (냉난방 효율 5등급 에어컨의 소비전력 – 냉난방 효율 1등급 에어컨의 소비전력)×전력배출계수 = (499.3kWh–299.3kWh)×0.4781 tCO_2eq/MWh =0.0956tCO_2eq/대 • [고효율 냉난방기 기존 등급 (4) → 교체 등급 (3)] 감축원단위 = (냉난방 효율 4등급 에어컨의 소비전력 – 냉난방 효율 3등급 에어컨의 소비전력) × 전력배출계수 = (493.1kWh – 449.8kWh) × 0.4781 tCO_2eq/MWh = 0.0207 tCO_2eq/대 • [고효율 냉난방기 기존 등급 (4) → 교체 등급 (2)] 감축원단위 = (냉난방 효율 4등급 에어컨의 소비전력 – 냉난방 효율 2등급 에어컨의 소비전력) × 전력배출계수 = (493.1kWh – 376.8kWh) × 0.4781 tCO_2eq/MWh = 0.0556 tCO_2eq/대 • [고효율 냉난방기 기존 등급 (4) → 교체 등급 (1)] 감축원단위 = (냉난방 효율 4등급 에어컨의 소비전력 – 냉난방 효율 1등급 에어컨의 소비전력) × 전력배출계수 = (493.1kWh – 299.3kWh) × 0.4781 tCO_2eq/MWh = 0.0927 tCO_2eq/대 • [고효율 냉난방기 기존 등급 (3) → 교체 등급 (2)] 감축원단위 = (냉난방 효율 3등급 에어컨의 소비전력 – 냉난방 효율 2등급 에어컨의 소비전력) × 전력배출계수 = (449.8kWh – 376.8kWh) × 0.4781 tCO_2eq/MWh = 0.0349 tCO_2eq/대 • [고효율 냉난방기 기존 등급 (3) → 교체 등급 (1)] 감축원단위 = (냉난방 효율 3등급 에어컨의 소비전력 – 냉난방 효율 1등급 에어컨의 소비전력) × 전력배출계수 = (449.81kWh – 299.3kWh) × 0.4781 tCO_2eq/MWh = 0.0719 tCO_2eq/대 • [고효율 냉난방기 기존 등급 (2) → 교체 등급 (1)] 감축원단위 = (냉난방 효율 2등급 에어컨의 소비전력 – 냉난방 효율 1등급 에어컨의 소비전력) × 전력배출계수 = (376.8kWh – 299.3kWh) × 0.4781 tCO_2eq/MWh = 0.0371 tCO_2eq/대	
5 산정계수		• 전기냉장고 소비전력량 : 1등급(369.8kWh/yr), 3등급(449.8kWh/yr) ※ 전기냉장고 830L 기준	①
		• 전기세탁기 소비전력량 : 1등급(10.3kWh/yr), 3등급(31.9kWh/yr) ※ 전기세탁기 15kg 기준	①
		• 전기냉장고 소비전력량 : 1등급(196.3kWh/yr), 3등급(224.9kWh/yr) ※ 전기밥솥 10인 기준	①

22	건물	고효율 제품전환	
5 산정계수		• 전력배출계수 : 0.4781 × $10^{-3} tCO_2eq/kWh$	②
		• 한국에너지 공단 효율등급제도에 따른 냉난방효율등급별 인증 제품의 연간 소비전력량	③
6 출처		① 한국에너지 공단 효율관리제도〉더알아보기〉에너지절약효과 비교 ② 국가 온실가스 배출계수(온실가스종합정보센터, 2021년) ③ 한국에너지 공단 효율등급제도 (2023년 기준 등록기기) https://eep.energy.or.kr/certification/certi_list_260.aspx)	
7 모니터링인자		• 전기냉장고 교체대수(대) • 전기세탁기 교체대수(대) • 전기밥솥 교체대수(대) • 고효율 냉난방기 보급대수(대)	
8 추진사례		• 지자체 공공기관 녹색제품 의무 구매 제도 • 취약계층 고효율가전 구매 지원 사업, 산업통상자원부 • 지자체 소유 청사를 비롯한 일반 가정 및 상업 건물 등에서 고효율 냉난방기 도입 • 소상공인 노후 냉난방기 교체 지원 사업, 산업부, 2023)	

23	건물	인덕션(전기레인지) 교체 사업
1 개요		기존 가스화로 대신 온실가스 배출량이 적은 인덕션으로 교체함으로써 온실가스 배출 저감에 기여하는 사업
2 원단위		• [LPG(프로판) → 전기레인지] 0.112 tCO_2eq/대 • [도시가스 → 전기레인지] 0.048 tCO_2eq/대
3 감축량산정식		• [LPG(프로판) → 전기레인지] 감축원단위(0.112 tCO_2eq/대)×교체대수 (대) • [도시가스 → 전기레인지] 감축원단위(0.048 tCO_2eq/대)×교체대수 (대)
4 감축원단위 산정근거		• [LPG(프로판) 가스렌지 → 전기레인지] 감축원단위 = 프로판 가스레인지 1대의 연간온실가스배출량 – 전기레인지 1대의 연간 온실가스 배출량 = {(연간 프로판사용량* × 프로판 배출계수**) – (전기레인지의 연간 전력사용량 × 전력배출계수)} × 단위환산 = {(161.98kg/대×2.999$kgCO_2eq/kg$) – (781.2kWh/대 × 0.4781$kgCO_2eq/kWh$)} × 10^{-3} = 0.4857tCO_2eq/대 – 0.3735tCO_2eq/대 = 0.112 tCO_2eq/대 * 연간 프로판사용량(kg/대) = 전기레인지 연간전기소비량(kWh/대) × 전기 순발열량(MJ/kWh) ÷ 프로판 순발열량(MJ/kg) = (781.2kWh/대 × 9.6MJ/kWh) ÷ 46.3MJ/kg = 161.98kg/대 ** 프로판 배출계수($kgCO_2eq/kg$) = 순발열량(MJ/kg) × Σ(온실가스별 배출계수($kgCO_2/TJ$) × 온실가스별 지구온난화지수) × 10^{-6} = 46.3MJ/kg × {(64,600$kgCO_2/TJ$ × 1) + (5$kgCH_4/TJ$ × 28) + (0.1kgN_2O/TJ × 265)} × 10^{-6} = 2.999$kgCO_2eq/kg$ • [도시가스 → 전기레인지] 감축원단위 = LNG 도시가스 버너 1대의 연간 온실가스 배출량 – 전기레인지 1대의 연간 온실가스 배출량 = {(연간 LNG 사용량* × LNG 배출계수**) – (전기레인지의 연간 전력사용량 × 전력배출계수)} × 단위환산 = {(192.79㎥/대 × 2.188$kgCO_2eq/N$㎥) – (781.2kWh/대 × 0.4781tCO_2eq/MWh)} × 10^{-3} = 0.4217tCO_2eq/대 – 0.3735tCO_2eq/대 = 0.048 tCO_2eq/대 * 연간 LNG 사용량(㎥/대) = 전기레인지 연간전기소비량(kWh/대) ×전기 순발열량(MJ/kWh) / LNG 순발열량(MJ/㎥) = (781.2kWh × 9.6MJ/kWh) ÷ 38.9MJ/kg = 192.79㎥ ** LNG 배출계수($kgCO_2eq/N$㎥) = 순발열량(MJ/N㎥) × Σ(온실가스별 배출계수($kgCO_2/TJ$) × 온실가스별 지구온난화지수) × 10^{-6} = 38.9MJ/N㎥ × {(56,100$kgCO_2/TJ$ × 1) + (5$kgCH_4/TJ$ × 28) + (0.1kgN_2O/TJ × 265)} × 10^{-6} = 2.188$kgCO_2eq/N$㎥

23	건물	인덕션(전기레인지) 교체 사업	
5 산정계수		• 전력 배출계수 : 0.4781 tCO_2eq/MWh	①
		• LNG 배출계수 : (CO_2) 56,100$kgCO_2/TJ$	④
		• LNG 배출계수 : (CH_4) 5$kgCH_4/TJ$, (N_2O) 0.1kgN_2O/TJ ※ 상업 공공 및 가정 기타 기준	②
		• 프로판 배출계수 : (CO_2) 64,600$kgCO_2/TJ$	④
		• 프로판 배출계수 : (CH_4) 5$kgCH_4/TJ$, (N_2O) 0.1kgN_2O/TJ ※ 상업 공공 및 가정 기타 기준	②
		• GWP : (CO_2) 1, (CH_4) 28, (N_2O) 265	③
		• LNG 순발열량 : 38.9 MJ/Nm^3	④
		• LPG 순발열량 : 46.3 MJ/kg	④
		• 전기(소비기준) 순발열량 : 9.6 MJ/kWh	④
		• 전기레인지 연간 전력소비량 : 781.2kWh	⑤
6 출처		① 온실가스종합정보센터, 2021, 국가 온실가스 배출계수 ② 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시, 제2021-10호), [별표10] 2006 $IPCC$ 국가 인벤토리 가이드라인 기본 배출계수(제15조제1항관련) ③ $IPCC$ 제5차 평가보고서($AR5$) (2013) ④ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시, 제2021-10호), [별표12] 연료별 국가고유배출계수(제15조 제2항 관련) ⑤ 한국에너지공단 효율등급제도(2023년 등록 전기렌지 3,000대의 성능정보기준 (연간 전력소비량 평균 : 781.2kWh) ($https://eep.energy.or.kr/certification/certi_list_151.aspx$)	
7 모니터링인자		• 인덕션 교체 대수(대)	
8 추진사례		• 어린이집 인덕션 교체 지원 사업(서울특별시 은평구, 서울특별시 동작구)	

24	건물	옥상녹화사업	
1 개요		옥상녹화사업은 도심지 부족한 녹지공간 확보와 생태도시 조성을 위한 사업으로 겨울에 보온효과 를, 여름에는 냉방효과를 가져옴으로써 건물 에너지 사용량을 줄이고, 결과적으로 온실가스 발생량 을 감축하고, 에너지 소비를 절감할 수 있는 기대효과가 있는 정책 ※난방효율 및 녹화 활동을 통한 온실가스 흡수량은 고려하지 않음	
2 원단위		• 0.017tCO_2eq/㎡	
3 감축량산정식		• 감축원단위(0.017tCO_2eq/㎡) × 조성면적(㎡)	
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(0.017tCO_2eq/㎡) = 단위면적당 감축전력 배출계수 × 냉방일수 × 전력배출계수 × 단위환산 ※ 0.388kWh/㎡·일 × 90day/년 × 0.4781tCO_2eq/MWh × 10^{-3} = 0.017tCO_2eq/㎡	
5 산정계수		• 단위면적당 감축전력 배출계수 : 0.338kWh/㎡·일	①
		• 냉방일수 : 90day/년	①
		• 전력 배출계수 : 0.4781tCO_2eq/MWh	②
6 출처		① 공공부문 온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침, 건물 옥상 녹화(2018) ② 국가 온실가스 배출계수(온실가스종합정보센터, 2021년)	
7 모니터링인자		• 옥상녹화 조성 면적(㎡)	
8 추진사례		• 옥상녹화 사업, 서울특별시 • 지방자치단체 청사 등 공공시설 옥상녹화 사업 • 옥상녹화 지원사업(지자체 보조금 지원), 서울특별시 강서구	

25	건물	벽면녹화(그린커튼)	
1 개요		건물 벽면녹화는 겨울에 보온효과를, 여름에는 냉방효과를 가짐으로써 건물에서 사용되는 에너지 량을 줄여 이산화탄소 발생을 저감	
2 원단위		• $3.5 \times 10^{-3} tCO_2eq/㎡$	
3 감축량산정식		• 감축원단위($3.5 \times 10^{-3} tCO_2eq/㎡$) × 조성면적(㎡)	
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위($3.5 \times 10^{-3} tCO_2eq/㎡$)	
5 산정계수		• 그린커튼 효과 : 단위면적당 온실가스 $3.5kgCO_2eq$ 감소	①
6 출처		① *Koyocera, grows "Green Curtains" to reduce energy consumption and CO_2 emissions*, 2015(1*p*)	
7 모니터링인자		• 조성면적(㎡)	
8 추진사례		• 건축물 옥상 벽면 녹화 사업, 전라남도 순천시 • 벽면녹화 특화거리 조성 사업, 서울특별시 • 기후변화 취약계층 지원 벽면 녹화 조성, 경상북도 김천시	

26	건물	쿨루프	
1 개요		건물 지붕이나 옥상에 반사율이 높은 차열페인트를 칠하여 옥상 바닥 온도를 20~30℃, 건물 실내온도를 2~3℃ 낮아지게 하여 냉방에너지 사용 및 탄소 배출 저감 효과	
2 원단위		• 0.00341$tCO_2eq/㎡$	
3 감축량산정식		• 감축원단위(0.00341$tCO_2eq/㎡$) × 시공면적(㎡)	
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(0.00341$tCO_2eq/㎡$) = 전력사용감소 평균값 × 전력배출계수 × 연중 하절기 비율 × 단위환산 ※ 28.5$kWh/㎡$ × 0.4781tCO_2eq/MWh × 0.25 × 10^{-3} = 0.00341$tCO_2eq/㎡$	
5 산정계수		• 전력사용감소 평균량 : 28.2$kWh/㎡$ ※ 태양반사율 0.65일 때 전력사용량 9~48$kWh/㎡$감소 ※ 위의 감소량을 산술평균하였으며, 구체적인 값이 있을 시 대체 가능	①
		• 전력 배출계수 : 0.4781tCO_2eq/MWh	②
6 출처		① *Synnefa et al., Estimating the effect of using cool coatings on energy loads and thermal comfort in residential buildings in various climatic conditions, Journal of Energy and Buildings, Vol.39.*, 2007 ② 국가 온실가스 배출계수(온실가스종합정보센터, 2021년)	
7 모니터링인자		• 쿨루프 시공면적(㎡)	
8 추진사례		• 비닐하우스 쿨네트 설치 사업, 전라남도 광양시 • 쿨루프 조성, 서울특별시 도봉구 • 민간아동지원센터 쿨루프 무상 지원 사업, 서울특별시	

27	건물	그린 캠퍼스	
1 개요		초·중·고·대학 등의 학교시설에서 온실가스 감축 요소 도입을 통해 온실가스를 감축하고 동시에 지속가능한 성장을 선도할 인재를 양성하는 사업. 단, 감축원단위는 조명 효율화 사업, 노후 장비 교체, 재생에너지 도입 등과 같은 시설교체로 인한 감축실적을 바탕으로 산정된 결과임	
2 원단위		• 0.00884 tCO_2eq/㎡	
3 감축량산정식		• 감축원단위(0.00884 tCO_2eq/㎡)×사업대상 연면적 (㎡)	
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위 = {(사업전 온실가스 배출량 − 사업 1차년 온실가스 배출량) + (사업전 온실가스 배출량 − 사업 2차년 온실가스 배출량)} ÷ 2개년 사업면적의 합 = {(190,741tCO_2eq − 169,124tCO_2eq) + (190,741tCO_2eq − 176,280tCO_2eq)} ÷ (2,025,466㎡ + 2,056,640㎡) = 0.00884 tCO_2eq/㎡	
5 산정계수		• 전력 배출계수 : 0.4781 tCO_2eq/MWh	①
		• GWP : (CO_2) 1, (CH_4) 28, (N_2O) 265	②
		• 그린캠퍼스 조성지원 사업 대상 대학의 연차별 온실가스 인벤토리 구축 데이터	③
6 출처		① 온실가스종합정보센터, 2021, 국가 온실가스 배출계수 ② $IPCC$ 제5차 평가보고서($AR5$) (2013) ③ 한국환경보전원, 그린캠퍼스 조성지원 사업 연차별 결과보고서, 2022	
7 모니터링인자		• 사업대상 연면적(㎡)	
8 추진사례		• 대구광역시, 경상북도, 전북특별자치도 전주시, 서울특별시 성동구 등 • 2019~2021 그린캠퍼스 조성지원사업 참여 5개대학 (서울대학, 인천대학, 장로회신학대학, 충북보건과대학, 신한대학)	

28	건물	도시가스 공급확대(등유, 경유)	
1 개요		기존에 사용하던 가정용 연료를 등유(혹은 경유)에서 도시가스(LNG)로 전환하여 공급을 확대하는 사업으로, 연료 전환을 통해 이산화탄소 배출을 감축하여 온실가스 저감에 기여 ※ 가구당 소비는 통계청 추계가구 수를 활용	
2 원단위		• 0.09tCO_2eq/가구	
3 감축량산정식		• 감축원단위(0.09tCO_2eq/가구) × 변경가구수(가구)	
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(0.09tCO_2eq/가구) = 변경 전(석유) 온실가스 배출량 – 변경 후(LNG) 온실가스 배출량 ※ 0.345tCO_2eq/가구 – 0.255tCO_2eq/가구 = 0.09tCO_2eq/가구 • 변경 전 온실가스 배출량 = 연료별 가구당 연간 열에너지 난방연료 사용 에너지소비량 × 순발열량 × 배출계수 × 단위환산 ※ (석유) (106L/가구·년 × 34.2MJ/L × 73,200$kgCO_2$/TJ × 10^{-9}) + (31L/가구·년 × 35.2MJ/L × 73,200$kgCO_2$/TJ × 10^{-9}) = 0.345tCO_2eq • 변경 후 온실가스 배출량 = 연료별 가구당 연간 열에너지 난방연료 사용 에너지소비량 × 순발열량 × 배출계수 × 단위환산 ※ (LNG) 117N㎥/가구·년 × 38.9MJ/N㎥ × 56,100$kgCO_2$/TJ × 10^{-9} = 0.255tCO_2eq • 연간 가구당 평균 석유에너지 사용 에너지소비량 = 연료별 가구당 연간 열에너지 난방연료 사용 에너지소비량 ÷ 연료별 열량 환산계수 × 단위환산 ※ (석유) (928Mcal/가구·년 ÷ 8,770kcal/L × 10^3) + (280Mcal/가구·년 ÷ 9,030kcal/L × 10^3) = 137L/가구·년 ※ (LNG) 1,208Mcal/가구·년 ÷ 10,290kcal/N㎥ × 10^3 = 117N㎥/가구·년 • 연간 가구당 평균 석유에너지 소비량(1,208Mcal/가구·년) = 연간 가구당 평균 등유소비량 + 연간 가구당 평균 프로판/부탄소비량 ※ 928Mcal/가구·년 + 280Mcal/가구·년 = 1,208Mcal/가구·년	
5 산정계수		• 등유 순발열량 : 34.2MJ/L	①
		• 경유 순발열량 : 35.2MJ/L • LNG 순발열량 : 38.9MJ//N㎥	①
		• 등유 배출계수 : 73,200$kgCO_2$/TJ	①
		• 경유 배출계수 : 73,200$kgCO_2$/TJ	①
		• LNG 배출계수 : 56,100$kgCO_2$/TJ	①
		• 등유 에너지열량 환산계수 : 8,770kcal/L	②
		• 경유 에너지열량 환산계수 : 9,030kcal/L	②
		• LNG 에너지열량 환산계수 : 10,290kcal/N㎥	②
		• 연간 가구당 평균 석유에너지 소비량 : 1,208Mcal/가구 · 년 * 연간 표본가구당 평균 에너비소비량 11,184Mcal 중 석유사용량 10.8%인 1,208Mcal/가구 · 년	③

28	건물	도시가스 공급확대(등유, 경유)
6 출처		① 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시 제2021-10호), [별표 12] 연료별 국가 고유발열량 및 배출계수(제15조제2항관련) ② 에너지법 시행규칙(산업통상자원부령 제426호), [별표] 에너지 열량 환산기준(제5조제1항관련) ③ 에너지경제연구원, 2017년도 에너지 총조사보고서, 2017(238p)
7 모니터링인자		• 변경 가구수(가구)
8 추진사례		• LNG 도시가스 공급 시설 확충 사업, 제주특별자치도 • 도시가스 보급 확대 사업 (도시가스 공급 배관 확대 10개년 계획), 전라남도

29	건물	목재펠릿 보일러
1 개요		기존 화석연료 보일러에서 신재생에너지원으로서 발열량이 높은 목재펠릿 보일러로 전환하는 사업 으로, 난방비 절감 및 화석연료 대체 효과를 통해 온실가스 저감에 기여 ※ 목재펠릿 보일러의 기준은 「산림청, 목재펠릿보일러 난로 지원기준(2020년) 기준」에 따름
2 원단위		• [사용량] ▫ [등유 및 경유] 1.208tCO_2eq/톤 ▫ [LPG] 1.066tCO_2eq/톤 • [설치대수] 6.173tCO_2eq/대
3 감축량산정식		• [사용량] ▫ [등유 및 경유 대체] 감축원단위(1.208tCO_2eq/톤) × 목재펠릿 사용량(톤) ▫ [LPG 대체] 감축원단위(1.066tCO_2eq/톤) × 목재펠릿 사용량(톤) • [설치대수] 감축원단위(6.173tCO_2eq/대) × 목재펠릿 보일러 설치대수(대) ⋯→ 목재펠릿 보일러의 용량 및 가동률에 따라 연간 평균사용량에 편차가 있을 수 있음
4 감축원단위 산정근거		• [사용량] ▫ [등유 및 경유] 감축원단위(1.208tCO_2eq/톤) = 변경 전(등유) 온실가스 배출량 – 변경 후(목재펠릿) 온실가스 배출량 ※ 1.208tCO_2eq/톤 – 0tCO_2eq/톤 = 1.208tCO_2eq/톤 ▫ 변경 전(등유) 온실가스 배출량(1.208tCO_2eq/톤) = 목재펠릿 사용량 × 목재펠릿순발열량 × 등유배출계수 × 단위환산 ※ (목재펠릿) 1톤 × 16.5MJ/kg × 73,200$kgCO_2/TJ$ × 10^{-6} = 1.208tCO_2eq/톤 ⋯→ 목재펠릿은 탄소중립 에너지원으로 온실가스 배출량을 '0'으로 가정 ⋯→ 목재펠릿 1톤당 온실가스 배출량 산정을 위해 목재펠릿 1톤 적용 ⋯→ 등유와 경유의 배출계수가 동일하므로 등유에서 목재펠릿으로 연료전환시 온실가스 감축원단위 산정식만 작성함 • [LPG] 감축원단위(1.066tCO_2eq/톤) ▫ 변경 전(LPG) 온실가스 배출량(1.066tCO_2eq/톤) = 변경 전(LPG) 온실가스 배출량 – 변경 후(목재펠릿) 온실가스 배출량 ※ 1.066tCO_2eq/톤 – 0tCO_2eq/톤 = 1.066tCO_2eq/톤 ▫ 변경 전(LPG) 온실가스 배출량(1.066tCO_2eq/톤) = 목재펠릿 사용량 × 목재펠릿순발열량 × LPG배출계수 × 단위환산 ※ (목재펠릿) 1톤 × 16.5MJ/kg × 64,600$kgCO_2/TJ$ × 10^{-6} = 1.066tCO_2eq/톤 • [설치대수] 감축원단위(6.173tCO_2eq/대) = 목재펠릿 보일러 1대당 연간 평균연료사용량 × 목재펠릿 1톤당 온실가스 감축량 × 단위환산 ※ 4,505.6kg/년/대 × 1.37tCO_2/톤 × 10^{-3} = 6.173tCO_2eq/대
5 산정계수		• 목재펠릿순발열량 : 16.5MJ/kg ①
		• 등유배출계수 : 73,200$kgCO_2/TJ$ ②
		• 경유배출계수 : 73,200$kgCO_2/TJ$ ②
		• LPG배출계수 : 64,600$kgCO_2/TJ$ ②
		• 목재펠릿 보일러 1대당 연간 평균 연료사용량 : 4,505.6kg/년/대 ③
		• 목재펠릿 1톤당 온실가스 감축량 : 1.37tCO_2/톤 ④

29	건물	목재펠릿 보일러
6 출처		① 목재제품의 규격과 품질 기준 고시(국립산림과학원고시 제2020-3호), 2020 ② 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시 제2021-10호), [별표 12] 연료별 국가 고유발열량 및 배출계수(제15조제2항관련) ③ 한국기후변화학회, 한국기후변화학회지 *Vol*.6. *No*.1., 목재 펠릿 난로와 보일러 사용에 의한 대기오염물질과 블랙카본의 배출 특성, 2015(42*p*) ④ 산림청, 목재펠릿통계자료(2018년 12월말기준), 2019(23*p*)
7 모니터링인자		• 목재펠릿 사용량(톤) • 목재펠릿 보일러 설치대수(대)
8 추진사례		• (산림청) 목재펠릿 보일러 설치지원사업 (관할 지자체)

Ⅱ-4

수송

1	수송	전기차 보급(승용차)	
1 개요		전기 에너지 동력원을 사용하는 환경친화적 자동차의 일종으로, 전기자동차 중에서도 승용차의 형태를 갖춘 차량	
2 원단위		• 0.97tCO_2eq/대	
3 감축량산정식		• 감축원단위(0.97tCO_2eq/대) × 전기승용차 보급대수(대)	
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(0.97tCO_2eq/대) = {(승용차(휘발유) 일평균 주행거리 ÷ 승용차(휘발유) 연비 × 휘발유 순발열량 × 휘발유 배출 계수 × 단위환산) – (승용차(휘발유) 일평균 주행거리 ÷ 전기승용차 연비 × 전력 배출계수 × 단위환산)} × 365일 ※ {(29.5㎞/대·일 ÷ 11.97㎞/ℓ × 30.4MJ/L × 71,600$kgCO_2/TJ$ × 10^{-9}) – (29.5㎞/대·일 ÷ 5.22km/kWh × 0.4781tCO_2eq/MWh × 10^{-3})} × 365일 = 0.97tCO_2eq/대	
5 산정계수		• 승용차(휘발유) 일평균 주행거리 : 29.5㎞/대	①
		• 승용차(휘발유) 평균 연비 : 11.97㎞/ℓ	②
		• 전기승용차 연비 : 5.22㎞/kWh	②
		• 휘발유 순발열량 : 30.4MJ/ℓ	③
		• 휘발유 배출계수 : 71,600$kgCO_2/TJ$	③
		• 전력 배출계수 : 0.4781tCO_2eq/MWh	④
6 출처		① 한국교통안전공단, 2020 자동차주행거리통계, 2021(p34) ② 한국에너지공단, 2021 자동차 에너지소비효율 분석집, 2021(p55) ③ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시 제2021-10호), [별표12] 연료별 국가 고유발열량 및 배출계수(제15조제2항관련)	
7 모니터링인자		• 전기승용차 보급대수(대)	
8 추진사례		• 전기차 구매 보조금 지원사업(전국 156개 지자체)	

2	수송	전기차 보급(화물차)	
1 개요		전기 에너지 동력원을 사용하는 환경친화적 자동차의 일종으로, 전기자동차 중에서도 소형화물차의 형태를 갖춘 차량	
2 원단위		• 2.155tCO_2eq/대	
3 감축량산정식		• 감축원단위(2.155tCO_2eq/대) × 전기화물차 보급대수(대)	
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(2.155tCO_2eq/대) = {(화물차(경유차) 일평균 주행거리 ÷ 화물차(경유차) 평균연비 × 경유 순발열량 × 경유 배출 계수 × 단위환산) – (화물차(경유차) 일평균 주행거리 ÷ 전기 화물차 연비 × 전력 배출계수 × 단위환산)} × 365일 ※ {(50㎞/대·일 ÷ 9.48㎞/ℓ × 35.2MJ/L × 73,200$kgCO_2/TJ$ × 10^{-9}) – (50㎞/대·일÷ 3.11㎞/kWh × 0.4781tCO_2eq/MWh × 10^{-3})} × 365일 = 2.155tCO_2eq/대	
5 산정계수		• 화물차(경유차) 일평균 주행거리 : 50㎞/대	①
		• 화물차(경유차) 평균 연비 : 9.48㎞/ℓ	②
		• 전기화물차 연비 : 3.11㎞/kWh ※ 전기차 평균 연비 적용	②
		• 경유 순발열량 35.2MJ/ℓ	③
		• 경유 배출계수 : 73,200$kgCO_2/TJ$	③
		• 전력 배출계수 : 0.4781tCO_2eq/MWh	④
6 출처		① 한국교통안전공단, 2020 자동차주행거리통계, 2021(p34) ② 한국에너지공단, 2021 자동차 에너지소비효율 분석집, 2021(p55) ③ 에너지법 시행규칙(산업통상자원부령 제426호) [별표1] 에너지열량 환산기준(제5조제1항 관련) ④ 국가 온실가스 배출계수(온실가스종합정보센터, 2021년)	
7 모니터링인자		• 전기화물차 보급대수(대)	
8 추진사례		• 전기차 구매 보조금 지원사업(전국 156개 지자체)	

3	수송	전기 버스	
1 개요		전기 에너지 동력원을 사용하는 환경친화적 버스로, 일반버스 보다 평균 주행거리가 높고 배출가스가 발생하지 않아 대기환경개선과 온실가스 저감효과가 큼	
2 원단위		• [경유버스→전기버스] 43.890tCO_2eq/대 • [CNG버스→전기버스] 39.43tCO_2eq/대	
3 감축량산정식		• [경유버스→전기버스] 감축원단위(43.890tCO_2eq/대) × 전기 버스 보급대수(대) • [CNG버스→전기버스] 감축원단위(39.43tCO_2eq/대) × 전기 버스 보급대수(대)	
4 감축원단위 산정근거		• [경유버스→전기버스] 감축원단위(43.890tCO_2eq/대) = [{일 평균 주행거리 ÷ 경유 버스 연비 × 경유순발열량 × 경유배출계수 × 단위환산} – {일 평균 주행거리 ÷ 전기 버스 연비 × 전력배출계수}] × 1년 ※ [{152.45km/대·일 ÷ 2.2km/L × 35.2MJ/L × 73,200$kgCO_2/TJ$ × 10^{-9}} – {152.45km/대·일 ÷ 1.25km/kWh × 0.4781tCO_2eq/MWh × 10^{-3}}] × 365일 = 43.890tCO_2eq/대 • [CNG버스→전기버스] 감축원단위(39.43tCO_2eq/대) = [{일 평균 주행거리 ÷ CNG 버스 연비 × CNG순발열량 × CNG배출계수 × 단위환산} – {일 평균 주행거리 ÷ 전기 버스 연비 × 전력 석유환산계수 × 전력배출계수}] × 1년 ※ [{152.45km/대·일 ÷ 2.0km/Nm^3 × 38.9MJ/Nm^3 × 56,100$kgCO_2/TJ$ × 10^{-9}} – {152.45km/대·일 ÷ 1.25km/kWh × 0.4781tCO_2eq/MWh × 10^{-3}}] × 365일 = 39.430tCO_2eq/대 ※ [CNG버스→전기버스] CNG 배출계수(2.349tCO_2eq/TOE) = CNG 배출계수 × 열량 환산계수 ※ 56,100$kgCO_2/TJ$ × (41.868 × 10^{-3})TJ/TOE = 2.349tCO_2eq/TOE	
5 산정계수		• 버스 일평균 주행거리 : 152.45㎞/대	①
		• 경유 버스 평균연비 : 2.2 km/L	②
		• 경유 발열량 : 35.2MJ/L	③
		• 경유 배출계수 : 73,200$kgCO_2/TJ$	③
		• 전력배출계수 : 0.4781tCO_2eq/MWh	④
		• 전기 버스 연비 : 1.25km/kWh	⑤
		• CNG 버스 평균연비 : 2.0 km/m^3	②
		• CNG 발열량 : 38.9MJ/Nm^3 ※ CNG 발열량은 LNG 도시가스 기준으로 적용	③
		• CNG 배출계수 : 56,100$kgCO_2/TJ$ ※ CNG 배출계수는 LNG 도시가스 기준으로 적용	③

3	수송	전기 버스
6 출처		① 한국교통안전공단, 2020 자동차주행거리통계, 2021(26p) ② 한국에너지공단, 전기차 에너지이용합리화 효과 계산 산출 기준안 ③ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시 제2021-10호), [별표12] 연료별 국가 고유발열량 및 배출계수(제15조제2항관련) ④ 국가 온실가스 배출계수(온실가스종합정보센터, 2021년) ⑤ 충남연구원, 충남 친환경버스 도입에 따른 경제적 효과 검토, 2018(12p, 63p) ⑥ 에너지법 시행규칙(산업통상자원부령 제426호), [별표] 에너지 열량 환산기준(제5조제1항관련)
7 모니터링인자		• 전기 버스 보급대수(대)
8 추진사례		• 서울특별시, 부산광역시, 대구광역시 등 전국지자체 전기버스 보급사업 추진

4	수송	경유자동차 전기차 전환 지원	
1 개요		대기오염물질을 다량으로 배출하는 경유자동차를 폐차하거나, 전기 에너지 동력원을 사용하는 전기자동차로 교체하여 온실가스 저감에 기여	
2 원단위		• [경유차→전기차] 1.18tCO_2eq/대	
3 감축량산정식		• [경유차→전기차] 감축원단위(1.18tCO_2eq/대) × 교체대수(대)	
4 감축원단위 산정근거		• [경유차→전기차] 감축원단위(1.18tCO_2eq/대) = [{경유차 일 평균 주행거리 ÷ 경유차 평균연비 × 경유순발열량 × 경유배출계수 × 단위 환산} – {경유차 일 주행거리 ÷ 전기 승용차 연비 × 전력배출계수 × 단위환산}] × 1년 ※ [{40.1km/대/일 ÷ 15.35km/L × 35.2MJ/L × 73,200$kgCO_2/TJ$ × 10^{-9}} – {40.1km/대/일 ÷ 5.47km/kWh × 0.4781tCO_2eq/MWh × 10^{-3}}] × 365일 = 1.18tCO_2eq/대	
5 산정계수		• 경유차 일 평균 주행거리 : 40.1km/대	①
		• 경유차 평균 연비 : 15.35km/L	②
		• 경유순발열량 : 35.2MJ/L	③
		• 경유배출계수 : 73,200$kgCO_2/TJ$	③
		• 전기 승용차 연비 : 5.47km/kWh	②
		• 전력배출계수 : 0.4781tCO_2eq/MWh	④
6 출처		① 한국교통안전공단, 2020 자동차주행거리통계, 2021(35p) ② 한국에너지공단, 2021 자동차 에너지소비효율 분석집, 2021(10p) ③ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시 제2021–10호), [별표12] 연료별 국가 고유발열량 및 배출계수(제15조제2항관련)	
7 모니터링인자		• (경유차→전기차)교체대수(대)	
8 추진사례		• 서울특별시, 부산광역시, 대구광역시, 인천광역시 등	

5	수송	전기 이륜차(오토바이) 보급

1 개요	기존 화석연료를 사용한 이륜차에서 전기를 에너지원으로 사용하는 이륜차로 대체하여 온실가스 감축에 기여	
2 원단위	• 0.6501tCO_2eq/대	
3 감축량산정식	• 감축원단위(0.6501tCO_2eq/대)×전기이륜차 보급대수(대)	
4 감축원단위 산정근거	• 감축원단위(0.6501tCO_2eq/대) = (이륜차 연평균 주행거리(km/년) ÷ 휘발유 이륜차 평균연비(km/L) × 휘발유순발열량(MJ/L) × 휘발유 배출계수(tCO_2/TJ) × 단위환산) – (이륜차 연평균 주행거리(km/년) × 전기이륜차 전력소비량 (kWh/km) × 전력배출계수(tCO_2eq/MWh) × 단위환산) ※ (11,863km/년 ÷ 30.0km/L × 30.4MJ/L × 71.6tCO_2/TJ × 10^{-6}) – (11,863km/년 × 0.0371kWh/km × 0.4781tCO_2eq/MWh × 10^{-3}) = 0.6501tCO_2eq/대 ⋯→ 전기이륜차 1대당 1인이 사용함	
5 산정계수	• 휘발유 이륜차 평균 연비 : 30.0km/L	①
	• 전기이륜차 일 평균 주행거리 : 32.5km/일	②
	• 휘발유 순발열량 30.4MJ/L	③
	• 휘발유 배출계수 : 71,600$kgCO_2/TJ$	③
	• 전기이륜차 전력소비량(소형, 경형 기준) : 0.0371kWh/km	④
	• 전력배출계수 : 0.4781 × $10^{-3}tCO_2eq/kWh$	⑤

제조사	배터리(kWh)	연비(km/kWh)	연비(전비)(km/kWh)
D사 전기오토바이	2.27	24.8	0.0403
바이젠 $C7SAT$	2.37	33.3	0.0300
G사 전기오토바이	3.25	21.8	0.0459
바이젠 $C7SAT$	2.34	29.8	0.0336
$Ather$ 450X	2.9	23.4	0.0427
바이젠 $C7SAT$	2.6	33.1	0.0302
평균	2.62	27.70	0.0371

6 출처	① 정책브리핑, 2011.04.06., 청정지역 제주를 누비는 '전기 오토바이' ② 한국대기환경학회지, 2010, 이륜차의 일주행거리 조사와 대기오염 배출량 추정, 장영기 외, p.48~56 ③ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부 고시, 제2021-10호), [별표12] 연료별 국가고유배출계수(제15조 제2항 관련) ④ 바이젠, 2021, $C7SAT$ 연비테스트 결과 $http://bygen.co.kr/performance1.html?cate$=10003 ⑤ 온실가스종합정보센터, 2021, 국가 온실가스 배출계수
7 모니터링인자	• 전기이륜차 보급대수(대)
8 추진사례	• 자치경찰대 순찰용 전기이륜차 보급 사업, 제주특별자치도 서귀포시 및 제주시

6	수송	노면 청소차량 전기차 전환	
1 개요		대기오염물질을 다량 배출하는 경유 노면청소차를 전기 에너지 동력원을 사용하는 환경친화적 노면청소차로 교체하여 온실가스 감축에 기여하는 사업(1톤 노면청소차 기준)	
2 원단위		• [전기청소차] 감축원단위 2.472tCO_2eq/대	
3 감축량산정식		• [전기청소차] 감축원단위(2.472tCO_2eq/대)×전기청소차 보급대수(대)	
4 감축원단위 산정근거		• [경유노면청소차 → 전기노면청소차] 감축원단위(2.472tCO_2eq/대) = {(경유 청소차 일평균 주행거리 ÷ 경유 화물차 평균연비 × 경유순발열량 × 경유배출계수 × 단위 환산) – (경유 청소차 일 주행거리 ÷ 전기 청소차 연비 × 전력배출계수 × 단위환산)} × 365일 / 1년 ※ {(50.0km/대·일 ÷ 8.8km/L × 35.2MJ/L × 73.2tCO_2/TJ × 10^{-6}) – (50.0km/대·일 ÷ 3.038km/kWh × 0.4781tCO_2eq/MWh × 10^{-3})} × 365일 / 1년 = 2.472tCO_2eq/대	
5 산정계수		• 경유 청소차일평균주행거리 : 50.0km/대	①
		• 경유 화물차 평균연비 : 8.8km/L	②
		• 경유 순발열량 : 35.2MJ/L	③
		• 경유 배출계수 : 73,200$kgCO_2/TJ$	③
		• 전기 노면청소차 연비(1톤 기준) : 3.038km/kWh ※ A사 실주행거리 조사 결과 : 50.0km/16.8kWh=2.976km/kWh ※ B사 기아 봉고3 EV차량 개조 사용 : 3.1 km/kWh ※ A사, B사 2종의 전기 노면청소차 평균 = 3.038km/kWh	④
		• 전력배출계수 : 0.4781tCO_2eq/MWh	⑤
6 출처		① 기후환경본부 클린도로운영팀, 2018, 서울시 도로분진청소 https://www.seoulsolution.kr/ko/content/2111 ② 현대자동차 포터2 초장축 슈퍼캡(A/T) 연비정보, 2023 https://www.carnoon.co.kr/newcar/vehicle/10014 ③ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부 고시, 제2021–10호), [별표12] 연료별 국가 고유발열량 및 배출 계수(제15조 제2항 관련) ④ A사 전기청소차 실주행거리 조사 결과 및 기아 봉고3 EV차량 제원 – https://www.carnoon.co.kr/newcar/vehicle/10385 ⑤ 온실가스종합정보센터, 2021년, 국가 온실가스 배출계수	
7 모니터링인자		• 전기청소차 보급대수(대)	
8 추진사례		• 친환경 소형 전기노면청소차 보급사업, 인천 부평구 • 친환경 전기노면청소차 보급사업, 경기 남양주시	

7	수송	전기 자전거 보급
1 개요		전기자전거란 자전거에 전동기, 배터리 등을 장착하여 전동기의 힘을 통해 움직일 수 있는 자전거로, 주행 중 이산화탄소를 배출하지 않는 친환경 교통수단으로 온실가스 저감에 기여
2 원단위		• 0.0138tCO_2eq/대
3 감축량산정식		• 감축원단위(0.0138tCO_2eq/대) × 전기자전거 보급대수(대)
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(0.0138tCO_2eq/대) = {(전기자전거 월 평균 주행거리 ÷ 경유버스 평균연비 × 경유순발열량 × 경유배출계수 ÷ 승차정원수 × 단위환산) – (전기자전거 전력소비량 × 전력배출계수 × 전기자전거 월 평균 주 행거리 × 단위환산)} × 12개월/년 ※ {(64km/월 ÷ 2.2km/L × 35.2MJ/L × 73.2tCO_2/TJ ÷ 59인/대 × 10^{-6}) – (0.004kWh/km·대 × 0.4781tCO_2eq/MWh × 64km/월 × 10^{-3})} × 12개월/년 = 0.0138tCO_2eq/대 ⋯→ 전기자전거 1대당 1인이 사용함 ⋯→ 경유 버스 1대 온실가스 배출량을 승차정원으로 나누어 승객 1인당 경유버스 온실가스 배출량과 자전거 이용자 1인당 온실가스 배출량을 비교 ⋯→ 승차정원은 대표적인 시내버스 차종의 승차정원수의 평균값 적용
5 산정계수		• 경유 버스 연비 : 2.2km/L ①
		• 경유 순발열량 35.2MJ/L ③
		• 경유 배출계수 : 73,200 $kgCO_2/TJ$ ③
		• 전기자전거 전력소비량 : 0.004kWh/km·인 ※ [평균 전력량(374.4Wh) × 단위환산(10^{-3})] ÷ 평균 주행거리(90km) ② ※ 평균 방전용량(Ah) × 평균 전압(V) = 평균 전력량(Wh)

자전거명	주행거리(km)	방전용량(Ah)	전압(V)	전력량(Wh)
팬텀 시티	90	10.5	36	378
팬텀 Q SF	100	10.4	36	374.4
팬텀 Q	100	10.4	36	374.4
팬텀마이크로	70	7.8	36	280.8
평균	90	10.4	36	374.4

		• 전력배출계수 : 0.4781 × $10^{-3}tCO_2eq/kWh$ ③
		• 승차정원수 : 59인 ※ (뉴슈퍼에어로시티버스 57인 + 자일대우버스 61인) ÷ 2 = 59인 ※ 디젤 시내버스 기준 ④ ⑤
		• 전기자전거 월 평균 주행거리 : 64km/월 ※ 10.41회/월 × 6.13km/회 = 64km/월 ※ 통근, 통학, 업무, 학원 통행의 합 기준 ⑥

7	수송	전기 자전거 보급
6 출처		① 한국에너지공단, 전기차 에너지이용합리화 효과 계산 산출 기준안 ② 삼천리 전기자전거_팬텀시티, 팬텀 Q, 팬텀 Q SF, 팬텀 마이크로 평균량 ③ 에너지법 시행규칙(산업통상자원부령 제426호) [별표1] 에너지열량 환산기준(제5조제1항 관련) ④ 현대자동차, 뉴슈퍼에어로시티 카탈로그, 2020(10p) ⑤ 자일대우버스(주) 홈페이지(도시형버스 NEW BS106 사양) (http://www.daewoobus.co.kr/newsite/KR/showroom/showroom.php?mnum=BS106_city_C&mtype=spec) ⑥ 한국교통연구원, 마이크로모빌리티 교통정책지원사업, 2018(128p, 130p)
7 모니터링인자		• 전기자전거 보급대수(대)
8 추진사례		• 전기자전거 보급사업(경기도 과천시, 대전광역시 동구, 대전광역시 서구, 충청북도 청주시, 강원특별자치도 원주시, 세종특별자치시 등)

8	수송	수소차 보급(버스)	
1 개요		수소를 연료로 하며, 수소연료전지를 통해 전기를 얻어 구동하는 버스 차량으로 전기자동차 등과 함께 차세대 교통수단 후보이며 내연기관 차량에 비해 온실가스 배출이 매우 적음	
2 원단위		• 36.389tCO_2eq/대	
3 감축량산정식		• 감축원단위(36.389tCO_2eq/대) × 수소버스 보급대수(대)	
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(36.389tCO_2eq/대) = {(일평균주행거리 ÷ 경유차 평균연비 × 경유 순발열량 × 경유 배출계수) – (일평균주행 거리 ÷ 수소버스 평균연비 × 추출수소배출계수)} × 단위환산 × 365일 ※ {(152.45km/대 ÷ 2.2km/L × 35.2MJ/L × 73,200$kgCO_2/TJ$ × 10^{-9}) – (152.45km/대 ÷ 17.4km/kgH_2 × 9tCO_2eq/tH_2 × 10^{-3})} × 365 = 36.389tCO_2eq/대	
5 산정계수		• 버스 일평균 주행거리 : 152.45㎞/대	①
		• 경유 버스 평균연비 : 2.2㎞/ℓ	②
		• 수소전기버스 연비 : 17.4㎞/㎏H_2	③
		• 경유 순발열량 : 35.2MJ/L	④
		• 경유 배출계수 : 73,200$kgCO_2/TJ$	④
		• 추출수소 배출계수 : 9tCO_2eq/tH_2	⑤
6 출처		① 한국교통안전공단, 2020 자동차주행거리통계(21p), 2021 ② 한국에너지공단, 전기차 에너지이용합리화 효과 계산 산출 기준안 ③ 창원시 수소버스 운행에 따른 수소소비 현황 및 보급 활성화 방안(482p), 2019 ④ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시, 제2021–10호), [별표12] 연료별 국가고유발열량 및 배출계수(제15조 제2항 관련)	
7 모니터링인자		• 수소버스 보급대수(대)	
8 추진사례		• 산업부, 지자체 6곳에 수소버스 400대 보급 (인천광역시, 전북특별자치도, 부산광역시, 세종특별자치시, 서울특별시 등)	

9	수송	수소차 보급(승용차)	
1 개요		수소를 연료로 하며, 수소연료전지를 통해 전기를 얻어 구동하는 승용차량으로 전기자동차 등과 함께 차세대 교통수단 후보이며 내연기관 차량에 비해 온실가스 배출이 매우 적음	
2 원단위		• 0.923tCO_2eq/대	
3 감축량산정식		• 감축원단위(0.923tCO_2eq/대) × 수소승용차 보급대수(대)	
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(0.923tCO_2eq/대) = {(일 주행거리 ÷ 승용차(휘발유) 연비 × 휘발유 순발열량 × 휘발유 배출계수 × 단위환산) – (일 주행거리 × 충전시 이산화탄소배출량 × 단위환산)} × 365일 ※ {(29.5km/대·일 ÷ 11.97km/ℓ × 30.4MJ/ℓ × 71,600$kgCO_2eq/TJ$ × 10^{-9}) – (29.5km/대·일 × 0.0961$kgCO_2eq$/km × 10^{-3})} × 365일 = 0.923tCO_2eq/대	
5 산정계수		• 승용차(휘발유) 일평균 주행거리 : 29.5km/대	①
		• 승용차 평균연비 : 11.97km/ℓ	②
		• 수소전기승용차 연비 : 93.7km/kg	③
		• 휘발유 순발열량 : 30.4MJ/ℓ	④
		• 휘발유 배출계수 : 71,600$kgCO_2/TJ$	④
		• 충전시 이산화탄소배출량 : 0.0961kgCO_2eq/km ※ 수소 1t 충전시 이산화탄소 9t 발생 ※ 9tCO_2eq/tH_2 ÷ 연비(93.7km/kgH_2) = 0.0961kgCO_2eq/km	⑤
6 출처		① 한국교통안전공단, 2020 자동차주행거리통계, 2021(p34) ② 한국에너지공단, 2021 자동차 에너지소비효율 분석집, 2021(p55) ③ 한국에너지공단, 2021 자동차 에너지소비효율 분석집, 2021(p84) ④ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시 제2021–10호), [별표12] 연료별 국가 고유발열량 및 배출계수(제15조제2항관련) ⑤ 2050 탄소중립 시나리오 세부 산출근거, 2021(18p)	
7 모니터링인자		• 수소승용차 보급대수(대)	
8 추진사례		• 환경부 수소차 보급사업	

10	수송	수소차 보급(대형 화물차)	
1 개요		수소를 연료로 하며, 수소연료전지를 통해 전기를 생산하여 구동하는 차량(대형 화물차)으로 내연기관 화물 차량에 비해 온실가스 배출이 매우 적음	
2 원단위		• 10.6845tCO_2eq/대	
3 감축량산정식		• 감축원단위(10.6845tCO_2eq/대)×수소화물차 보급대수(대)	
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(10.6845tCO_2eq/대) = {(화물차 일평균 주행거리 ÷ 경유화물차 평균연비 × 경유 순발열량 × 경유 배출계수 ×단위환산) – (화물차 일평균 주행거리 ÷ 수소화물차 평균연비 × 추출수소 배출계수 ×단위환산)} × 365일 ※ {(141.6km/대 ÷ 3.7km/L × 35.2MJ/L × 73,200$kgCO_2/TJ$ × 10^{-6}) – (141.6km/대 ÷ 18.38km/kgH_2 × 9tCO_2eq/tH_2 × 10^{-3})} × 365일 = 10.6845tCO_2eq/대	
5 산정계수		• 화물차(경유차, 사업용 기준) 일평균 주행거리 : 141.6㎞/대	①
		• 경유 화물차(25.5톤 기준) 평균연비 : 3.7㎞/L	②
		• 수소화물차 연비 : 18.38㎞/㎏H_2	
		• 경유 순발열량 : 35.2MJ/L	③
		• 경유 배출계수 : 73,200$kgCO_2/TJ$	
		• 추출수소 배출계수 : 9tCO_2eq/tH_2	④
6 출처		① 국토교통부, 2022, 2022 국토교통 통계연보(691p) ② 상용차신문, 2023.08.03., 연료비 들춰보니...친환경 트럭 $https://www.cvinfo.com/news/articleView.html?idxno$=25862 ③ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부 고시, 제2021–10호), [별표12] 연료별 국가 고유발열량 및 배출계수(제15조 제2항 관련) ④ 2050 탄소중립 시나리오 세부 산출근거, 2021(18p)	
7 모니터링인자		• 수소화물차 보급대수(대)	
8 추진사례		• 환경부, 수소 트럭·버스 920대에 구매 보조금 지원(2023.1.31., 상용차신문)	

11	수송	하이브리드차 보급(승용차)	
1 개요		단일 동력원의 일반 자동차와는 달리 두 개 이상의 동력원에 의해 구동되는 차량으로 연비 향상을 통해 온실가스 절감에 기여하는 사업	
2 원단위		• 0.4331tCO_2eq/대	
3 감축량산정식		• 감축원단위(0.4331tCO_2eq/대) × 하이브리드차량 보급대수(대)	
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(0.4331tCO_2eq/대) = {(승용차(휘발유) 일평균 주행거리 ÷ 승용차(휘발유) 연비 × 휘발유 순발열량 × 휘발유 배출계수 × 단위환산) – (승용차(휘발유) 일평균 주행거리 ÷ 하이브리드차 연비 × 휘발유 순발열량 × 휘발유 배출계수 × 단위환산)} × 365일 ※ {(29.5㎞/대·일 ÷ 11.97㎞/L × 30.4MJ/L × 71.6tCO_2/TJ × 10^{-6}) – (29.5㎞/대·일 ÷ 15.37km/L × 30.4MJ/L × 71.6tCO_2/TJ × 10^{-6})} × 365일 = 0.4331tCO_2eq/대	
5 산정계수		• 승용차(휘발유) 일평균 주행거리 : 29.5㎞/일	①
		• 승용차(휘발유) 평균 연비 : 11.97㎞/L • 하이브리드차 평균 연비(복합) : 15.37㎞/L	②
		• 휘발유 순발열량 : 30.4MJ/L	③
		• 휘발유 배출계수 : 71,600$kgCO_2/TJ$	③
6 출처		① 한국교통안전공단, 2020 자동차주행거리통계, 2021(p.34) ② 한국에너지공단, 2021 자동차 에너지소비효율 분석집, 2021(p.55) ③ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침 (환경부 고시, 제2021–10호), [별표12] 연료별 국가 고유발열량 및 배출계수(제15조 제2항 관련)	
7 모니터링인자		• 하이브리드차 보급대수(대)	
8 추진사례		• 원주시 노후자동차 천연가스(하이브리드 포함) 지원사업(2022)	

12	수송	경유자동차 저공해화 (LPG 엔진교체)	
1 개요		오염물질 다량 배출 운행 경유차 엔진을 *LPG* 엔진으로 교체하여 온실가스 배출량 저감 ※ *LPG*의 구성 성분은 부탄으로만 가정하며, 프로판 함유 비율에 따라 달라질 수 있음	
2 원단위		• 0.135tCO_2eq/대	
3 감축량산정식		• 감축원단위(0.135tCO_2eq/대) × 교체대수(대)	
4 감축원단위 산정근거		• {(경유차 일평균주행거리 ÷ 경유차 평균연비 × 경유 순발열량 × 경유 배출계수) – (경유차 일평균주행거리 ÷ *LPG*차 평균연비 × 부탄 환산계수 × 부탄 순발열량 × *LPG* 배출 계수)} × 단위환산 × 365일 ※ 연비(11.06 km/L) 액체상태의 *LPG* 기준 = {(40.1km/대 ÷ 15.35km/L × 35.2MJ/L × 73,200$kgCO_2/TJ$) – (40.1km/대 ÷ 11.06km/L × 0.6kg/L × 45.7MJ/kg × 64,000$kgCO_2/TJ$)} × 10^{-9} × 365일 = 0.135 tCO_2eq/대	
5 산정계수		• 경유차 일평균주행거리 : 40.1km	①
		• 경유 자동차 평균연비 : 15.35km/L	②
		• 경유 순발열량 : 35.2MJ/L	③
		• 경유 배출계수 : 73,200$kgCO_2/TJ$	④
		• *LPG*차 평균연비 : 11.06km/L	②
		• 부탄 밀도 : 0.6g/cm^3(0.6kg/L)	⑤
		• 부탄 순발열량 : 45.7MJ/kg	③
		• *LPG* 배출계수 : 64,000$kgCO_2/TJ$	④
6 출처		① 국교통안전공단, 2020 자동차주행거리통계, 2021(18p) ② 한국에너지공단, 2021 자동차 에너지소비효율 분석집, 2021(10p) ③ 에너지법 시행규칙(산업통상자원부령 제426호), [별표1] 에너지열량 환산기준(제5조제1항 관련) ④ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시 제2021–10호), [별표 12] 연료별 국가 고유발열량 및 배출계수(제15조제2항관련) ⑤ 한국산업안전보건공단, *MSDS* 검색 (부탄 비중 : 0.6 (물=1), 출처 : *ICSC**) * *ICSC* : 국제화학물질안전카드, 국제노동기구(*ILO*)와 세계보건기구(*WHO*)가 화학물질에 대한 정확한 정보를 알기 쉽게 전달·확산하기 위하여 개발한 카드 형태의 자료	
7 모니터링인자		• 교체대수(대)	
8 추진사례		• 디젤엔진차량 *LPG*엔진 무료 교체 사업, 서울특별시	

13	수송	CNG차량 보급확대(버스)	
1 개요		*CNG*란 *Compressed Natural Gas*의 약자로 천연가스를 200~250배 압축하여 저장한 것을 의미하며, *CNG* 차량은 그린카의 한 종류로써 이산화탄소가 10~15%이상 적게 배출됨	
2 원단위		• 4.455tCO_2eq/대	
3 감축량산정식		• 감축원단위(4.455tCO_2eq/대) × *CNG* 버스 보급대수(대)	
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(4.455tCO_2eq/대) = {(시내버스 일평균주행거리 ÷ 경유 버스의 평균 연비 × 경유의 순발열량 × 경유의 배출 계수) – (시내버스 일평균주행거리 ÷ *CNG*의 평균 연비 × *CNG*의 순발열량 × *CNG*의 배출계수)} × 단위환산 × 365일 ※ {(152.45km/대·일 ÷ 2.2km/L × 35.2MJ/L × 73,200$kgCO_2/TJ$) – (152.45km/대·일 ÷ 2.0$km/㎥$ × 38.9$MJ/N㎥$ × 56,100 $kgCO_2/TJ$)} × 10^{-9} × 365일 = 4.455tCO_2eq/대 ※ 일 평균주행거리 : 사업용 승용차 중·대형 일평균주행거리 사용 ※ *CNG*의 발열량 : 도시가스(*LNG*)의 발열량 사용	
5 산정계수		• 버스 일평균 주행거리 : 152.45㎞/대	①
		• 경유 버스 평균연비 : 2.2km/L	②
		• 경유 순발열량 : 35.2MJ/L	③
		• 경유 배출계수 : 73,200$kgCO_2/TJ$	④
		• *CNG* 버스 평균연비 : 2.0$km/㎥$	②
		• *CNG* 순발열량* * 도시가스 (*LNG*) : 38.9 $MJ/N㎥$	③
		• *CNG* 배출계수 : 56,100$kgCO_2/TJ$	④
6 출처		① 국교통안전공단, 2020 자동차주행거리통계, 2021(26p) ② 한국에너지공단, 전기차 에너지이용합리화 효과 계산 산출 기준안 ③ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시 제2021-10호), [별표 12] 연료별 국가 고유발열량 및 배출계수(제15조제2항관련) ④ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시 제2021-10호), [별표 12] 연료별 국가 고유 발열량 및 배출계수(제15조제2항 관련)	
7 모니터링인자		• *CNG* 버스 보급대수(대)	
8 추진사례		• 서울특별시, 인천광역시 등 전국 대부분의 지자체 *CNG* 버스 도입	

14	수송	공공자전거 이용

1 개요

대중교통 연계수단으로서 자전거를 이용함으로써, 자동차 이용에 따른 온실가스 배출 저감하는 사업. 적용조건은 주 대중교통수단 (시내 및 광역 버스, 지하철)을 이용하기 위하여 연계 교통수단인 자가용, (마을)버스, 택시 등을 대체하여 공공자전거를 이용하는 경우임.

2 원단위

- [공공자전거 이용횟수에 따른 원단위] 0.0003245 tCO_2eq/회
- [보급대수에 따른 감축량 원단위] 0.04518 tCO_2eq/대

3 감축량산정식

- [이용횟수] 감축원단위(0.0003245 tCO_2eq) × 공공자전거 연간 이용횟수
- [보급대수] 감축원단위(0.04518 tCO_2eq) × 공공자전거 보급대수

4 감축원단위 산정근거

- [공공자전거 이용횟수] 감축원단위(3.245 × 10^{-4} tCO_2eq/회)
  = 연계교통수단 배출량(gCO_2eq/km) × 공공자전거평균이동거리(km) × 대중교통연계이용율
  ※ 182.05gCO_2eq/km × 3.16km/회 × 56.4% = 324.5 gCO_2eq/회
- [공공자전거 보급대수] 감축원단위(45.18 × 10^{-3} tCO_2eq/대)
  = 연계교통수단배출량 (gCO_2eq/km) × 공공자전거평균이동거리(km/회)
  × 대중교통연계이용율 × 공공자전거이용횟수(회/대)
  ※ 182.05gCO_2eq/km × 3.16 km/회 × 56.4% × 139.3회/대 = 45.18 kg CO_2eq/대

5 산정계수

- 연계교통수단(승용,택시,버스) 단위 통행거리(km)당 온실가스 배출량 ①

구 분	승용	택시	시내버스	소계
배출계수 ($kgCO_2eq/TJ$)	7.274E+04	6.446E+04	5.896E+04	
온실가스배출량 ($kgCO_2eq$/인·km)	0.2111	0.2516	0.0287	
수송분담율, %	69.26%	12.09%	18.65%	100%
수송분담율을 고려한 온실가스배출량(gCO_2eq/km)	146.2	30.43	5.42	182.05

※ 대중교통 이용 원단위 산정 참조

- 자전거 평균통행거리 : 3.16 km ②
  (여객통행실태 $index$ 2018 한국교통연구원 국가교통DB센터)
- 자전거의 대중교통 연계 이용율 : 56.4% ③
  ※ 서울시 보도자료(2019)
- 자전거 대당 연간 전국평균 이용횟수 : 139.3회/대 ④
  ※ 행정안전부 자전거 이용현황(2016~2020)

연도	2016	2017	2018	2019	2020	평균
이용횟수(회/대)	111	131	131	162	162	139.3

※ 행정안전부 공영자전거 이용실적 현황

6 출처

① 대중교통 이용 원단위 산정 참조
② 여객통행실태 $index$ 2018 한국교통연구원 국가교통DB센터
③ 서울시보도자료(2019) "서울시, 따릉이 4년...56% 출퇴근시간대 집중"
④ 국가통계 $KOSIS$ '공영자전거 운영 현황';행정안전부 자전거이용 현황(2016~2020)

7 모니터링인자

- 공공자전거 이용횟수(회)
- 공공자전거 보급대수(대)

8 추진사례

- 서울특별시 "따릉이", 광주광역시 "타랑께", 경상남도 창원시 "누비자", 대전광역시 "타슈", 경기도 고양시 "타조" 등 (지자체에서 운영하는 공공자전거에 적용 가능)

15	수송	PM(전동킥보드) 이용 활성화	
1 개요		개인형 이동장치(*PM*, *Personal Mobility*, 전동킥보드)는 속도 25*km/h*, 30*kg* 이하의 개인형 이동 수단으로 친환경 교통수단으로 온실가스 저감에 기여	
2 원단위		• 0.0099tCO_2eq/대	
3 감축량산정식		• 감축원단위(0.0099tCO_2eq/대)×*PM* 보급대수(대)	
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(0.0099tCO_2eq/대) = {(*PM* 월평균 주행거리 ÷ 경유버스 평균연비 × 경유순발열량 × 경유배출계수 ÷ 승차정원수 × 단위환산) – (*PM*전력소비량 × 전력배출계수 × *PM* 월평균주행거리 × 단위환산)} × 12개월/년 ※ {(43.1832*km*/월 ÷ 2.2*km/L* × 35.2*MJ/L* × 73.2tCO_2/TJ ÷ 47인/대 × 10^{-6}) – (0.0123㎾h/㎞·대 × 0.4781tCO_2eq/MWh × 43.1832*km*/월 × 10^{-3})} × 12개월/년 = 0.0099tCO_2eq/대 ⋯→ *PM* 1대당 1인이 사용함 ⋯→ 경유 버스 1대 온실가스 배출량을 승차정원으로 나누어 승객 1인당 경유버스 온실가스 배출량과 *PM* 이용자 1인당 온실가스 배출량을 비교 ⋯→ 승차정원은 대표적인 시내버스 차종의 승차정원수의 평균값적용	
5 산정계수		• 경유 버스 연비 : 2.2*km/L*	①
		• 경유 순발열량 : 35.2*MJ/ℓ*	②
		• 경유 배출계수 : 73,200$kgCO_2/TJ$	②
		• *PM* 전력소비량 : 0.0123㎾h/㎞·대 ※ [평균 전력량(404*Wh*)×단위환산(10^{-3})]÷주행거리(33㎞) (모델명 / 주행거리(*km*) / 전압(*V*) / 전류(*Ah*) / 전력량(*Wh*)) 나노휠 / 21.1 / 36 / 10.4 / 374 롤리고고 / 28.0 / 36 / 10.4 / 374 모토벨로 / 38.6 / 36 / 13.0 / 468 세그웨이-나인봇 / 27.2 / 36 / 10.2 / 367 미니모터스 / 40.4 / 36 / 13.0 / 468 유로휠 / 42.4 / 36 / 10.4 / 374 평균 / 33.0 / 36 / 11.2 / 404 ※ 평균 방전용량(*Ah*) × 평균 전압(*V*) = 평균 전력량(*Wh*)	③
		• 전력배출계수 : 0.4781 × $10^{-3}tCO_2eq/kWh$	④
		• 승차정원수 : 47인 ※ (뉴슈퍼에어로시티버스 47인+자일대우버스 47인)÷2=47인₩ ※ 디젤 시내버스 기준	⑤ ⑥
		• *PM* 월 평균 주행거리 : 43.1832*km*/월 ※ 9.47회/월 × 4.56*km*/회 = 43.1832*km*/월 ※ 통근, 통학, 업무, 학원 통행의 합 기준	⑦

15	수송	PM(전동킥보드) 이용 활성화
6 출처		① 한국에너지공단, 전기차 에너지이용합리화 효과 계산 산출 기준안 ② 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부 고시, 제2021-10호), [별표12] 연료별 국가 고유발열량 및 배출 계수(제15조 제2항 관련) ③ 한국소비자원 보도자료, 2021.10.08.,"전동킥보드, 제품별로 주행거리, 주행성능 등에서 차이있어" ④ 온실가스종합정보센터, 2021, 국가 온실가스 배출계수 ⑤ 현대자동차, 2023, 뉴슈퍼에어로시티 카탈로그 ⑥ 자일대우버스(주) 홈페이지(도시형버스 NEW BS106 사양) (http://www.daewoobus.co.kr/newsite/KR/showroom/showroom.php?mnum=BS106_city_C&mtype=spec) ⑦ 한국교통연구원, 2018, 마이크로모빌리티 교통정책지원사업, p.128, p.130
7 모니터링인자		• PM 보급대수(대)
8 추진사례		• 16개 공유 퍼스널모빌리티 업체, 이용질서 확립 및 활성화 MOU 체결, 서울특별시, 2020.09.24. • 이모빌리티 개인형이동수단(PM) 행정기관 보급, 전라남도 영광군, 2020.06.08.

16	수송	대중교통 이용 확대
1 개요		자가용 이용대신 대중교통(버스, 지하철 등)을 이용함으로써, 온실가스를 감축하는 사업. 단, 택시 및 시도간 이동수단인 고속 및 시외버스, 철도는 제외함. 대중교통 이용자 수는 교통카드 기반 이용자 수를 바탕으로 산정 ※ 대중교통 이용자 수 : 교통카드 빅데이터 통합정보시스템에서 조회 가능
2 원단위		• [대중교통 이용, 지하철이 있는 지자체] 0.0016757 tCO_2eq/인 • [대중교통 이용, 지하철이 없는 지자체] 0.0012928 tCO_2eq/인 • [수송거리(버스)] 0.0001820tCO_2eq/인·km • [수송거리(지하철)] 0.0001824tCO_2eq/인·km
3 감축량산정식		• [지하철이 있는 지자체] 감축원단위(0.0016757 tCO_2eq/인) × 대중교통 이용자 증가 수(인) • [지하철이 없는 지자체] 감축원단위(0.0012928 tCO_2eq/인) × 대중교통이용자 증가 수(인) • [수송거리(버스)] 감축원단위(0.0001820tCO_2eq/인·km) × 총 수송거리(인·km) • [수송거리(지하철)] 감축원단위(0.0001824tCO_2eq/인·km) × 총 수송거리(인·km)
4 감축원단위 산정근거		• 적용 방법 – 대중교통 이용자수 (지자체 관내 출발지 기준) – 대중교통의 수송분담율 및 1인당, 이용회당 대중교통 평균통행거리에 기반하여 대중교통 이용에 따른 자가용 대체 감축량으로 산정 – 감축량은 승용차의 단위거리당·인당 온실가스배출량에서 대중교통이용에 따른 배출량을 감하여 감축량 산정 – 인·km는 해당 교통수단을 이용한 인원 × 이동거리를 곱한 수치임 • 교통수단(승용, 버스,지하철)별 1회 탑승 이용시 평균이동거리 (km) = 교통수단별 연간총수송거리(인·km)/총수송인원(인) ※ 대중교통(시내버스 및 지하철) 이용 평균이동거리버스및지하철(km) = Σ{(버스 및 지하철의 각각 연간 총수송거리(인·km)/총 수송인원(인) × 버스 및 지하철의 수송분담율} = [37,211$_{버스}$백만인·km ÷ 5,240백만인) × {5,240버스백만인 ÷ (5,240$_{버스}$백만인 + 3,705$_{지하철}$백만인)}] $_{버스}$ + [45,055$_{지하철}$백만인·km/3,705$_{지하철}$백만인 × {3,705$_{지하철}$백만인·km ÷ (5,240$_{버스}$백만인 + 3,705$_{지하철}$백만인)}] $_{지하철}$ = 9.20$_{버스및지하철}km$ • 교통수단별 단위 통행거리당 에너지 소비량 (TJ/인,km) : = 연간 에너지 총소비량 ($Tcal$) / 총 수송거리 (인,km) × 연료별 사용비중을 고려한 순발열량/총발열량의비 × 4.1868 $TJ/Tcal$ ※ 승용차 단위 통행거리당 에너지 소비량((휘발유 + 경유 + LPG + 전기)(TJ/인·km) = 202,386.4($Tcal$)/2.7179 × 10^{11}(인·km) × 93.03% × 4.1868($TJ/Tcal$) = 2.90 × 10^{-6}(TJ/인·km) ※ 버스 단위 통행거리당 에너지 소비량(CNG)(TJ/인·km) = 4,850.6($Tcal$)/3.7211 × 10^{10}(인·km) × 90.31% × 4.1868($TJ/Tcal$) = 4.93 × 10^{-7}(TJ/인·km) ※ 지하철 단위 통행거리당 에너지 소비량(전기)(TJ/인·km) = 2,322.7($Tcal$)/4.5055 × 10^{10}(인·km) × 100.00% × 4.1868($TJ/Tcal$) = 2.16 × 10^{-7}(TJ/인·km)

16	수송	대중교통 이용 확대
4 감축원단위 산정근거		• 교통수단별 온실가스 배출량 원단위, ($kgCO_2eq$/인·km) = Σ(연료별 온실가스 배출계수 ($kgCO_2eq/TJ$) × 연료사용 비중) × 단위 통행당 에너지 소비량 (TJ/인·km) ※ 승용차 온실가스 배출량 원단위 ($kgCO_2eq$/인·km) = {(72,305$_{휘발유}$ $kgCO_2eq/TJ$ × 53.78%$_{휘발유}$) + (75,391$_{경유}$ $kgCO_2eq/TJ$ × 37.36%$_{경유}$) + (64,464LPG $kgCO_2eq/TJ$ × 8.84%$_{LPG}$) + (1.33E+5$_{전기}$ $kgCO_2eq/TJ$ × 0.03%$_{전기}$)} / 100 × 2.90 × $10^{-6}{}_{승용}$ TJ/인·km = 0.2111$_{승용}kgCO_2eq$/인·km ※ 버스, 지하철 배출량 원단위(0.0291$kgCO_2eq$/인·km) = 교통수단별 연료 배출계수($kgCO_2eq/TJ$)×교통수단별 단위 통행 거리당 에너지 소비량(TJ/인·km) 1) 버스 : 58,962$CNG kgCO_2eq/TJ$ × 4.93 × 10^{-7}(TJ/인·km) = 0.0291$_{버스}kgCO_2eq$/인·km 2) 지하철 : 1.32782 × $10^5 kgCO_2eq/TJ$ × 2.16 × 10^{-7}(TJ/인·km) = 0.0287$_{지하철}kgCO_2eq$/인·km 3) 버스 + 지하철 = Σ(버스 및 지하철의 대중교통 배출량 원단위 × 버스 및 지하철의 수송분담율) = 0.0291$_{대중교통(버스)}$($kgCO_2eq$/인·km) × {수송분담율$_{버스}$ ÷ (수송분담율$_{버스}$ + 수송분담율$_{지하철}$)} + 0.0287$_{대중교통(지하철)}$($kgCO_2eq$/인·km) × {수송분담율$_{지하철}$ ÷ (수송분담율$_{버스}$ + 수송분담율$_{지하철}$)} = 0.0291$_{대중교통(버스)}$($kgCO_2eq$/인·km) × {16.48% ÷ (16.48% + 11.65%)} + 0.0287$_{대중교통(지하철)}$($kgCO_2eq$/인·km) × {11.65% ÷ (16.48% + 11.65%)} = 0.0289$_{대중교통(버스,지하철)}$($kgCO_2eq$/인·km) • 버스 이용시 감축원단위(0.1820$kgCO_2eq$/인·km) = 승용차 배출량 원단위($kgCO_2eq$/인·km) − 버스 배출량 원단위($kgCO_2eq$/인·km) = 0.2111$_{승용}kgCO_2eq$/인·km − 0.0291$_{버스}kgCO_2eq$/인·km = 0.1820$kgCO_2eq$/인·km • 지하철 이용시 감축원단위(0.1824$kgCO_2eq$/인·km) = 승용차 배출량 원단위($kgCO_2eq$/인·km) − 지하철 배출량 원단위($kgCO_2eq$/인·km) = 0.2111$_{승용}kgCO_2eq$/인·km − 0.0287$_{지하철}kgCO_2eq$/인·km = 0.1824$kgCO_2eq$/인·km • 대중교통 이용시 감축원단위(1.6757$kgCO_2eq$/인, 1.2928$kgCO_2eq$/인) □ 지하철과 버스 이용이 모두 가능한 경우 = (승용차 배출량 원단위 − 대중교통 배출량 원단위$_{버스,지하철}$) ($kgCO_2eq$/인,km) × 대중교통 이용 평균이동거리버스,지하철 (km) = (0.2111$_{승용}$ − 0.0289$_{대중교통}$) ($kgCO_2eq$/인,km) × 9.2$_{버스,지하철}$ (km) = 1.6757 tCO_2eq/인 □ 버스만 이용가능한 경우 = (승용차 배출량 원단위 − 대중교통 배출량 원단위$_{버스,}$) ($kgCO_2eq$/인,km) × 대중교통 이용 평균이동거리$_{버스,}$ (km) = (0.2111$_{승용}$ − 0.0291$_{대중교통}$) ($kgCO_2eq$/인,km) × 7.1$_{버스}$ (km) = 1.2928 tCO_2eq/인

16	수송	대중교통 이용 확대

5 산정계수

• 연료 기본 배출계수 및 발열량 ①

연료 종류	기본 배출계수 ($kgGHG/TJ$)[a]				순발열량 /총발열량[b], %
	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2eq	
휘발유	69,300	25	8.0	72,305	92.90
경유	74,100	3.9	3.9	75,391	93.39
LPG	63,100	62	0.2	64,464	92.29
CNG, LNG	56,100	92	3	58,962	90.31
전기(tCO_2eq/MWh)[c]				0.4781 tCO_2eq/MWh	–

a) 공공부문 온실가스 목표관리 운영 등에 관한 지침(2022.3.) 별표 4. 배출량 산정방법
b) 발열량 : 에너지법 시행규칙(2022.11)
c) 전력배출계수 : 2021 승인 국가

• 수송수단별 사용연료비중 ②

연료	사용연료 비중[d]			
	승용	택시	시내버스	지하철
휘발유	53.78%	–	–	–
경유	37.36%	–	–	–
LPG	8.84%,	100%		–
CNG	–	–	100%	–
전기	0.03%	–	–	100%

d) 한국에너지공단 2020 에너지총조사

• 수송수단별 연간에너지소비량, 평균통행거리 및 수송분담율 ③

구 분	승용	택시	버스	지하철	소계
수송부문 연간 에너지 소비량($Tcal$)[d]	202,386.4	14,395.5	4,850.6	2,322.7	
수송수단별 평균통행거리 (km)[e,f]	13.97	4.19	7.10	12.16	
수송분담율[e], %	61.19	10.68	16.48	11.65	100

e) 국토교통부 교통통계연보(교통부문수송실적)
f) 한국철도통계(한국철도공사)

6 출처

① a) 공공부문 목표관리 운영지침 별표 4. 기본배출계수 : 2006 $IPCC$ 가이드라인
b) 순발열량 : 에너지법 시행규칙(2022.11),
c) 전력배출계수 : 2021 승인 국가
② d) 한국에너지공단 2020 에너지총조사,
③ d) 한국에너지공단 2020 에너지총조사
e) 국토교통부 교통통계연보(교통부문수송실적)
f) 한국철도통계 (한국철도공사)

7 모니터링인자

• 대중교통 이용자 증가 수(교통카드 빅데이터 통합정보시스템)
• 버스 이동거리(인·km)
• 지하철 이동거리(인·km)

8 추진사례

• 대중교통 이용 지원사업(버스카드 제공), 충청남도

17	수송	자동차 마일리지(탄소중립포인트)

1 개요

승용, 승합차의 주행거리 단축과 운전습관을 바꾸어 친환경 운전을 함으로써 수송부문에서 온실가스를 저감하는 사업으로써, 비사업용 승용차와 12인승 이하 승합차를 대상으로 참여 가능.
※ 단, 친환경차량(전기, 하이브리드, 수소차 등) 및 서울시 등록 차량 제외

2 원단위

• 0.2966tCO_2eq/대

3 감축량산정식

• 감축원단위(0.2966tCO_2eq/대) ×탄소중립포인트 참여 자동차 대수(대)

4 감축원단위 산정근거

• 감축원단위(0.2966tCO_2eq/대)
= Σ{연료별연료절감량(L) × 순발열량(MJ/L) × 탄소배출계수(tC/TJ)/10^6 × (44/12) × 연료별 참여율(%)}
= Σ[{연료별(기준주행거리(km) − 실주행거리(km))}/연비(km/L) × 순발열량(MJ/L) × 탄소배출계수(tC/TJ)/10^6) × (44/12) × 연료별 참여율(%)]

※ Σ[{LPG(7,590.5km − 5,861.3km)}/8.83(km/L) × 58.4(MJ/L) × 17.454(tC/TJ)/10^6) × (44/12) × 7.06%] + [{경유(7,662.2km − 5,985.4km)}/12.52(km/L) × 35.2(MJ/L) × 20.111(tC/TJ)/10^6) × (44/12) × 25.14%] + [{휘발유(6,041.8km − 4,767.4km)}/11.97(km/L) × 30.4(MJ/L) × 19.548(tC/TJ)/10^6) × (44/12) × 67.80%]
= 0.0517tCO_2eq + 0.0876tCO_2eq + 0.1573tCO_2eq = 0.2966tCO_2eq/대

5 산정계수

• 자동차 탄소포인트 참여 현황(2020~2022년) ①

구분	차량 대수	평균기준 주행거리 합 (km)	평균 확인 주행거리 합 (km)	연료 절감량 (L)	참여 일수 평균 (일)	참여 (%)
LPG	3,258.0	7,590.5	5,861.3	180.1	213.3	7.06
경유	11,602.0	7,666.2	5,985.4	102.5	213.3	25.14
휘발유	31,290.0	6,041.8	4,767.4	103.6	213.1	67.80
합계	46,150.0	21,298.5	16,614.1	386.2	213.2	100.0

• 탄소배출계수 ②

연료 종류	순발열량(MJ/L)	탄소배출계수(tC/TJ)
휘발유	30.4	19.548
경유	35.2	20.111
LPG	58.4	17.454

• 2020년 승용차 유종별 연비(km/L) ③

구분	휘발유	경유	LPG
승용차 기준	11.97	12.52	8.83

6 출처

① 탄소중립포인트(자동차), 한국환경공단
② 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정지침. 온실가스종합정보센터, p.11~12
③ 2021 자동차 에너지소비효율 분석집, p.55

7 모니터링인자

• 탄소중립포인트(자동차) 참여대수(대)

8 추진사례

• 2020년 시범사업으로 시작되어 2022년 약 35,000대가 사업에 참여하고 있으므로, 자지체별 참여자 수를 바탕으로 적용 가능.

18	수송	차량 공유(대여) 시스템

1 개요

최근 승용차 통행량 저감을 위한 수요관리방안 중 하나로 카셰어링(자동차 공유)이 교통문화의 새로운 패러다임으로 자리 잡아 가고 있음. 카셰어링은 자동차를 소유하지 않아도 공유서비스를 통해서 자동차를 단시간 대여·이용할 수 있어 대기환경 개선과 온실가스 저감에 기여

2 원단위

• [운영대수] 3.834tCO_2eq/대

3 감축량산정식

• [운영대수] 감축원단위(3.834tCO_2eq/대) × 운영대수(대)

4 감축원단위 산정근거

• [운영대수] 감축원단위(3.834tCO_2eq/대)
= 승용차 온실가스 배출량 − 공유 차량 운행 온실가스 배출량
= [승용차 일 평균 주행거리(km/일) ÷ Σ{연료별 승용차 평균연비 (km/L) × 승용차 비중(%)}
× Σ{연료별 순발열량(MJ/L) × 승용차 비중(%)} × Σ{연료별 탄소배출계수(tC/TJ)
× 승용차 비중(%)} ×단위환산×(44/12) × 365일/년 × 3.5대 대체효과/1대 카셰어링]
− [공유차량 일 평균 주행거리(km/일) ÷ Σ{연료별 승용차 평균연비 (km/L) × 렌터카 비중(%)}
× Σ{연료별 순발열량(MJ/L) × 렌터카 비중(%)} × Σ{연료별 탄소배출계수(tC/TJ)
× 렌터카 비중(%)} ×단위환산×(44/12) × 365일/년]

※ {32.8km/대 ÷ (11.97km/L × 0.6159 + 12.52km/L × 0.3073 + 8.83km/L × 0.0768)
× (30.4MJ/L × 0.6159 + 35.2MJ/L × 0.3073 + 45.7MJ/L × 0.0768)
× (19,548kgC/TJ × 0.6159 + 20,111kgC/TJ × 0.3073 + 17,454kgC/TJ × 0.0768)
× 10^{-6} × (44/12) × 365일/년 × 3.5} − {57.0km/대 ÷ (11.97km/L × 0.4269
+ 12.52km/L × 0.3685 + 8.83km/L × 0.2046) × (30.4MJ/L × 0.4269 + 35.2MJ/L
× 0.3685 + 45.7MJ/L× 0.2046) × (19,548kgC/TJ × 0.4269 + 20,111kgC/TJ
× 0.3685 + 17,454kgC/TJ × 0.2046) × 10^{-6} × (44/12) × 365일/년}
= 8.348tCO_2eq/대 − 4.514tCO_2eq/대 = 3.834tCO_2eq/대

※ 카셰어링은 대부분 렌터카 업체를 통해 이루어지고 있으므로, 공유 차량의 온실가스 배출량은 렌터카의 유종별 비율을 적용하였음

5 산정계수

• 사업용 승용차 일평균 주행거리 : 32.8km/일 — ①

• 승용차 및 렌터카 유종별 비율(%) 및 평균연비

구분	승용차 비율(%)[1]	렌터카 비율(%)[2]	평균연비(km/L)[3]
휘발유	61.59%	42.69%	11.97
경유	30.73%	36.85%	12.52
LPG	7.68%	20.46%	8.83
전체/평균	100.0%	100.00	11.90

1 2021 자동차주행거리 통계(내연기관 차량만 고려)
2 한국렌터카사업조합연합회 자료(2023년도 4/4분기 업계현황)
3 2021년 자동차 에너지소비효율 분석집

① ② ③

• 연료 순발열량 및 탄소배출계수 및 발열량

구분	순발열량(MJ/L)[3]	탄소배출계수(kgC/TJ)[4]
휘발유	30.4	19,548
경유	35.2	20,111
LPG	45.7	17,454

3 별표2, 연료별 국가 고유 발열량 및 배출계수 (제15조제2항 관련)
4 2022 지역 온실가스인벤토리 산정지침

④ ⑤

18	수송	차량 공유(대여) 시스템	
5 산정계수		• 카셰어링 1대당 대체효과 : 3.5대 • 공유차량 일 평균 주행거리 : 57.0km/일	⑥
6 출처		① 한국교통안전공단, 2021, 2020 자동차주행거리 통계, p.12 ② 한국에너지공단, 2021, 2021년 자동차 에너지소비효율 분석집, p55 ③ 한국렌터카사업조합연합회, 2023년도 4/4분기 업계현황, http://www.krca.or.kr/cop/bbs/actionKrcaBBs.do?url=107 ④ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부 고시, 제2021-10호), [별표12] 연료별 국가고유배출계수(제15조 제2항 관련) ⑤ 온실가스종합정보센터, 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정지침, p11~12 ⑥ 서울연구원, 2015, 공유도시 상징사업 나눔카 효과 평가와 서비스의 운영방향, p.iv(p.7)	
7 모니터링인자		• 공유차량 운영대수(대)	
8 추진사례		• 서울특별시 나눔카, 경기도 수원시 나누미카, 경기도 해피 카셰어링 등	

19	수송	승용차 요일제 추진	
1 개요		스스로 승용차 쉬는 날을 정하고 차에 전자태그를 부착해 해당 요일에 차량을 운행하지 않는 제도로, 승용차 대신 대중교통을 이용하여 온실가스 저감에 기여 ※ 주 1회 참여 가정	
2 원단위		• [운영대수] 0.279tCO_2eq/대	
3 감축량산정식		• [운영대수] 감축원단위(0.279CO_2eq/대) × 운영대수(대)	
4 감축원단위 산정근거		• [운영대수] 감축원단위(0.279tCO_2eq/대) = [{승용차 일 평균 주행거리 ÷ 승용차 평균연비} × 휘발유순발열량 × 휘발유배출계수 × 단위환산] × 운행저감일 ※ [{29.5km/대 ÷ 11.97km/L} × 30.4MJ/L × 71,600$kgCO_2eq/TJ$ × 10^{-9}] × 52일 = 0.279tCO_2eq/대 ⋯› 지자체별 차량등록대수와 승용차 요일제 참여율 데이터가 필요 (운영대수 = 지자체별 차량등록대수 × 승용차 요일제 참여율)	
5 산정계수		• 승용차(휘발유) 일 평균 주행거리 : 29.5km/대	①
		• 승용차 평균연비 : 11.97km/L	②
		• 휘발유 석유환산계수 : 0.726 × $10^{-3}TOE/L$	③
		• 휘발유 배출계수 : 71,600$kgCO_2/TJ$	④
		• 운행저감일 : 52일 (1일 × 52주) ※ 1주에 1일 참여한다고 가정	⑤
		• 휘발유 발열량 : 30.4MJ/L	④
6 출처		① 한국교통안전공단, 2020 자동차주행거리통계, 2021(p34) ② 한국에너지공단, 2021 자동차 에너지소비효율 분석집, 2021(p55) ③ 에너지법 시행규칙(산업통상자원부령 제426호), [별표] 에너지 열량 환산기준(제5조제1항관련) ④ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시 제2021-10호), [별표12]연료별 국가 고유발열량 및 배출계수(제15조제2항관련) ⑤ 대전광역시 승용차요일제 홈페이지(승용차요일제 설명) ($https://carfree.daejeon.go.kr/main/index.do$)	
7 모니터링인자		• 운영대수(대)	
8 추진사례		• 공공기관 승용차 요일제 의무화 • 부산광역시, 강원특별자치도 춘천시, 경기도, 울산광역시, 서울특별시 구로구 등	

20	수송	친환경 운전 문화 확산	
1 개요		급가 · 감속, 공회전 등을 하지 않고, 운전자의 친환경 운전 생활을 통하여 온실가스 저감에 기여	
2 원단위		• [승용차] 0.30tCO_2eq/대 • [버스(중형)] 0.71tCO_2eq/대 • [화물차] 0.85tCO_2eq/대	
3 감축량산정식		• [승용차] 감축원단위(0.30tCO_2eq/대) × 친환경 운전 문화 확산대수(대) • [버스(중형)] 감축원단위(0.71tCO_2eq/대) × 친환경 운전 문화 확산대수(대) • [화물차] 감축원단위(0.85tCO_2eq/대) × 친환경 운전 문화 확산대수(대)	
4 감축원단위 산정근거		• [승용차] 감축원단위(0.30tCO_2eq/대) = 친환경 운전 확산에 따른 온실가스 감축량 원단위 ※ 0.30tCO_2eq/대 • [버스(중형)] 감축원단위(0.71tCO_2eq/대) = 친환경 운전 확산에 따른 온실가스 감축량 원단위 ※ 0.71tCO_2eq/대 • [화물차] 감축원단위(0.85tCO_2eq/대) = 친환경 운전 확산에 따른 온실가스 감축량 원단위 ※ 0.85tCO_2eq/대 ⋯→ 연간 참여율 100% 가정	
5 산정계수		• 승용차 친환경 운전 확산에 따른 온실가스 감축원단위 : 0.30tCO_2eq/대	①
		• 버스(중형) 친환경 운전 확산에 따른 온실가스 감축원단위 : 0.71tCO_2eq/대	①
		• 화물차 친환경 운전 확산에 따른 온실가스 감축원단위 : 0.85tCO_2eq/대	①
6 출처		① 한국자동차환경협회, 스마트운전 평가체계 활성화 및 성과평가, 2022	
7 모니터링인자		• 친환경 운전 문화 확산대수(대)	
8 추진사례		• 친환경 운전 문화확산, 한국자동차환경협회 • 전국 지자체 자동차 공회전 집중 지도·단속, 서울특별시 금천구, 강원특별자치도, 충청북도 충주시 등 다수 지제체 시행	

21	수송	녹색 주차장 조성
1 개요		도심 녹지공간 확충을 기반으로 이용자의 안전과 편의를 고려한 녹색 주차장을 조성하여 온실가스 감축에 기여
2 원단위		• 0.000685tCO_2eq/㎡
3 감축량산정식		• 감축원단위(0.000685tCO_2eq/㎡)×녹색주차장 조성 면적(㎡)
4 감축원단위 산정근거		• 녹색 주차장 면적(㎡)당 감축원단위(tCO_2eq/㎡) = {교목 1그루 감축원단위(tCO_2eq/㎡) + 관목 1그루 감축원단위(tCO_2eq/㎡)} = 0.000678tCO_2eq/㎡ + 0.000006788tCO_2eq/㎡ = 0.000685tCO_2eq/㎡ ※ 교목 1그루 감축원단위(0.000678tCO_2eq/㎡) = 44.1$kgCO_2eq$/그루 × 1그루/65.05㎡ × 10^{-3} = 0.000678tCO_2eq/㎡ ※ 관목 1그루 감축원단위(0.000006788tCO_2eq/㎡) = 관목 평균 연간 탄소저장량(gC/그루) × 이산화탄소 환산계수 × 녹색주차장 면적 대비 식재 기준(그루/㎡) = (120.432gC/그루 × 3.667) = 0.4416$kgCO_2eq$/그루 × 1그루/65.05㎡ × 10^{-3} = 0.000006788tCO_2eq/㎡ ※ 녹색주차장 조성조건 : 5개 주차면당 교목 1그루, 관목 1그루 식재 = {일반형 주차장 1개 면적(2.5m × 5.0m = 12.5㎡) + 확장형 주차장 1개 면적(2.6m× 5.2m = 13.52㎡)}/2.0 = 13.01㎡/1개 주차면 × 5개 주차면 = 65.05㎡ ※ 종로구 친환경 녹색주차장 조성 가이드라인을 참고하여. 주차 5면당 교목 1그루, 관목 1그루 식재를 가정하여 산정하였음.
5 산정계수		• 교목 평균 연간 CO_2 흡수량

수종	연간 CO_2 흡수량($kgCO_2$/그루/년)
왕벚나무	32.4
은행나무	39.7
느티나무	38.8
양버즘나무	54.1
단풍나무	21.7
메타세쿼이아	35.5
회화나무	67.8
튤립나무	99.1
소나무	7.6
평균	44.1

①

<table>
<tr><th>21</th><th>수송</th><th colspan="2">녹색 주차장 조성</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">5 산정계수</td><td>• 관목 평균 연간 탄소저장량(gC/그루)
<table>
<tr><th>구분</th><th>최소</th><th>최대</th><th>평균</th></tr>
<tr><td>화살나무</td><td>113.56</td><td>236.78</td><td>175.17</td></tr>
<tr><td>사철나무</td><td>74.89</td><td>208.19</td><td>141.54</td></tr>
<tr><td>조팝나무</td><td>81.03</td><td>196.77</td><td>138.9</td></tr>
<tr><td>화양목</td><td>54.4</td><td>129</td><td>91.7</td></tr>
<tr><td>산철쭉</td><td>41.02</td><td>68.68</td><td>54.85</td></tr>
<tr><td>전체 평균값</td><td colspan="3">120.432</td></tr>
</table>
※ 각 관목류 탄소 저장량은 최소, 최대값의 평균값으로 산정함</td><td>②</td></tr>
<tr><td>• 이산화탄소 환산계수 = 44/12 = 3.667</td><td>③</td></tr>
<tr><td>• 녹색 주차장 조성 면적(주차 5면당 교목 및 관목 수량 기준)
<table>
<tr><th>단위</th><th>교목</th><th>관목</th></tr>
<tr><td>그루/65.02㎡</td><td>1.0</td><td>1.0</td></tr>
</table></td><td>④</td></tr>
<tr><td>• 주차장 1면당 면적 : 일반형 (2.5m×5.0m), 확장형(2.6m×5.2m)</td><td>⑤</td></tr>
<tr><td colspan="2">6 출처</td><td colspan="2">① 박은진, 강규이. 2010. 경기도 도시 가로수의 탄소저장량과 연간 이산화탄소 흡수량 산정. 한국환경생태학회지 24(5) : 591–600
② 한국산림휴양학회지, 2022, 도시숲 및 정원 주요 관목의 탄소흡수계수 개발 및 탄소저장량과 흡수량 비교, p.135
③ 목재문화진흥회, 2022.01.27., 목재제품 탄소저장량 표시제도 운영계획 : 목재제품 탄소저장량 산정 지침
④ 종로구청, 2021, 종로구 친환경 녹색주차장 조성 가이드라인
⑤ 주차장법 시행규칙, 제2조 주차장의 주차구획(평행주차형식 외의 경우)</td></tr>
<tr><td colspan="2">7 모니터링인자</td><td colspan="2">• 녹색 주차장 조성면적(㎡)</td></tr>
<tr><td colspan="2">8 추진사례</td><td colspan="2">• 친환경 녹색 주차장 조성사업, 서울특별시 종로구</td></tr>
</table>

22	수송	친환경 하이브리드 어선	
1 개요		디젤기관을 사용하는 노후 어선을 연료와 전기에너지를 조합하여 사용하는 친환경 하이브리드 어선으로 교체하는 사업으로, 연비 절감을 통한 에너지 효율 향상으로 온실가스 저감에 기여	
2 원단위		• 80tCO_2eq/대	
3 감축량산정식		• 감축원단위(80tCO_2eq/대) × 보급대수(대)	
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(80tCO_2eq/대) = (평균 주행거리 ÷ 노후어선 연비 × 하이브리드 선박 연비 절감 효율) × 경유 순발열량 × 경유 배출계수 × 단위환산} ※ (16,248km/대 ÷ 0.157km/L × 30%) × 35.2MJ/L × 73,200$kgCO_2/TJ$ × 10^{-9} = 80tCO_2eq/대 ⋯→ 노후어선에서 발생되는 온실가스 배출량에서 하이브리드 어선으로 교체했을 때 절감되는 연비 효율에 따른 온실가스 감축량 산정 ※ 선박의 연비 절감효율은 변동될 수 있음	
5 산정계수		• 어선 평균 주행거리 : 16,248km/대	①
		• 노후어선 연비 : 0.157km/L	①
		• 하이브리드 선박 연비 절감 효율 : 30%	②
		• 경유 순발열량 : 35.2MJ/L	③
		• 경유 배출계수 : 73,200$kgCO_2/TJ$	③
6 출처		① 한국해양수산개발원, 선박에 의한 대기오염물질 배출량 산정체계 개선 방안, 2017(14p) ② 보도자료, 해양수산부, 친환경 에너지절감형 어선 기술개발 시작한다, 2021(2p) ③ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시 제2021-10호), [별표12] 연료별 국가 고유 발열량 및 배출계수(제15조제2항 관련)	
7 모니터링인자		• 보급대수(대)	
8 추진사례		• 국내 1호 친환경 하이브리드 어선 운항, 충청남도 보령시 • 해양수산부, 동해어업관리단 친환경 하이브리드 선박 도입 등	

23	수송	전기 여객선 보급	
1 개요		기존 디젤기관을 사용하는 여객선을 전기 여객선으로 교체하는 사업으로, 에너지 효율 향상으로 온실가스 저감에 기여	
2 원단위		• 600.50tCO_2eq/대	
3 감축량산정식		• 감축원단위(600.50tCO_2eq/대)×보급대수(대)	
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(600.50tCO_2eq/대) = {(여객선 평균 주행거리(km/대) ÷ 여객선 연비(km/L) × 경유 순발열량(MJ/L) × 경유배출계수($kgCO_2/TJ$) × 단위환산) – (여객선 평균 주행거리(km/대) ÷ 전기여객선 연비(km/kWh) × 0.4781tCO_2eq/MWh × 단위환산)} × 1년 ※ {(56,897.8km/대·년 ÷ 0.1103km/L) × 35.2MJ/L × 73,200$kgCO_2/TJ$ × 10^{-9}) – (56,897.8km/대·년 ÷ 0.0373km/kWh) × 0.4781tCO_2eq/MWh × 10^{-3})} = 600.50tCO_2eq/대 ※ 국내 전기여객선 보급사업은 초기 단계로써, 향후 국내 사업결과 (2022년 국내 첫 전기추진 여객선 건조)를 반영하여 감축원단위 고도화 필요	
5 산정계수		• 내항 여객선 평균 주행거리 : 56,897.8km/대	①
		• 여객선 연비 : 0.1103km/L	①
		• 전기 여객선 연비 : 0.0373km/kWh ※ 운행거리 5.6km, 전기사용량 150kWh 기준	②
		• 경유 순발열량 : 35.2MJ/L	③
		• 경유 배출계수 : 73,200$kgCO_2/TJ$	③
		• 전력 배출계수 : 0.4781tCO_2eq/MWh	④
6 출처		① 2007년 국가에너지종합 분석보고서(수송부문), 99p ② 현대일렉트릭, 2018.06, DC 전기추진선 기술동향, 27p (추가 출처 : 세계 최초의 전기 여객선 운행 중, $https://maritime-executive.com/article/worlds-first-electrical-car-ferry-in-operation$) ③ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부 고시, 제2021-10호), [별표12] 연료별 국가 고유발열량 및 배출 계수(제15조 제2항 관련) ④ 온실가스종합정보센터, 2021년, 국가 온실가스배출계수	
7 모니터링인자		• 보급대수(대)	
8 추진사례		• 울산태화호 ($https://m.khan.co.kr/economy/industry-trade/article/202211291503001\#c2b$)	

24	수송	항만 육상전원공급설비(AMP)
1 개요		항만에 정박된 선박이 유류발전을 통해 생산된 전력 대신 육상전원공급설비(AMP)로 전력을 공급받아 전력생산효율 차이에 의하여 온실가스를 저감하는 사업
2 원단위		• [AMP공급 선박대수] 174.477tCO_2eq/대 • [AMP공급 선박톤수] 0.0842tCO_2eq/선박1톤 • [AMP공급 정박시간] 0.0456tCO_2eq/시간
3 감축량산정식		• [AMP공급 선박대수] 감축원단위(174.477tCO_2eq/대) × 선박대수(대) • [AMP공급 선박톤수] 감축원단위(0.0842tCO_2eq/선박1톤) × 선박톤수(톤) • [AMP공급 정박시간] 감축원단위(0.0456tCO_2eq/시간) × 정박시간(시간)
4 감축원단위 산정근거		• [AMP 공급 선박대수] 감축원단위(174.477tCO_2eq/대) = 베이스라인 배출량(BE) – 사업 후 배출량(PE) = [(정박시 연간 경유사용량(L/대) × 경유 순발열량(MJ/L) × 경유배출계수(tCO_2eq/TJ) × 단위환산) – 정박시 연간 전기사용량 (MWh/년) × 전력배출계수(tCO_2eq/MWh) ※ [(77,429L/대 × 35.2MJ/L × 73.2tCO_2/TJ × 10^{-6}) – (52.352MWh × 0.4781tCO_2eq/MWh)] = 174.477tCO_2eq/대 • [AMP 공급 선박톤수] 감축원단위(0.0842tCO_2eq/선박1톤) = AMP공급 선박의 연간 온실가스 감축량 ÷ 선박톤수 ※ 174.477tCO_2eq/대 ÷ 2,071톤(하모니 플라워호) = 0.0842tCO_2eq/선박1톤 • [AMP 공급 정박시간] 감축원단위(0.0456tCO_2eq/시간) = AMP공급 선박의 연간 온실가스 감축량 ÷ 정박시간 ※ 174.477tCO_2eq/대 ÷ 3,828시간/년(하모니 플라워호) = 0.0456tCO_2eq/시간 ※ 육상전원(AMP)공급에서 선박의 톤수와 정박시간은 중요한 변수임. 개발된 감축원단위는 하모니 플라워호(선박톤수 2,071톤, 연간 정박시간 3,828시간)을 기준으로 산출한 값으로 향후 AMP자료를지속적으로 확보하여 감축원단위를 고도화할 필요가 있음.
5 산정계수		• 정박 시 연간 경유 사용량 : 77,429L/년 • 정박 시 연간 전기사용량 : 52.352MWh • 연간 정박시간 : 3,828시간/년 ①
		• 경유 순발열량 : 35.2MJ/L ②
		• 경유 배출계수 : 73,200$kgCO_2/TJ$ ②
		• 전력 배출계수 : 0.4781tCO_2eq/MWh ③
6 출처		① 리저브카본, 2020, 선박육상전원(AMP) 도입을 통한 온실가스 감축방안 (해운부문 외부사업 온라인 설명회) ② 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부 고시, 제2021–10호), [별표12] 연료별 국가 고유발열량 및 배출 계수(제15조 제2항 관련) ③ 온실가스종합정보센터, 2021, 국가 온실가스 배출계수
7 모니터링인자		• AMP 공급 선박대수(대) • AMP 선박대수(대) • 정박시간(시간)
8 추진사례		• 인천–백령도 정기여객선 하모니 플라워호(2,071톤) 시범사업 추진 (한국전력 인천지역본부, 인천항만공사)

Ⅱ-5

농축수산

1	농축산	가축분뇨 공동자원화시설 확충
1 개요		가축분뇨 공동자원화시설을 통해 생산된 전력으로 기존 화석연료로 생산된 전력(한전)을 대체함으로써 온실가스 저감에 기여
2 원단위		• [처리용량 기준] 0.034tCO_2eq/톤 • [생산량 기준] 0.0009tCO_2eq/㎥
3 감축량산정식		• [처리용량 기준] 감축원단위(0.034tCO_2eq/톤) × 가축분뇨 공동자원화시설 처리용량(톤) • [생산량 기준] 감축원단위(0.0009tCO_2eq/㎥) × 바이오가스 생산량(㎥)
4 감축원단위 산정근거		• [처리용량 기준] 0.034tCO_2eq/톤 = 분뇨를 통해 대기에 배출되는 메탄 배출량 + 분뇨처리로 발생한 전력의 온실가스 배출량 ※ 0.030tCO_2eq/톤 + 0.0037tCO_2eq/톤 = 0.034tCO_2eq/톤 • [처리용량 기준] 분뇨를 통해 대기에 배출되는 메탄 배출량(0.030tCO_2eq/톤) = (판매용 돼지에 대한 분뇨 관리 메탄 배출계수 × 메탄GWP × 단위환산) ÷ (돼지의 가축분뇨 배출 원단위 × 1년 × 단위환산) ※ 2$kgCH_4$/두/년 × 28 × 10^{-3} ÷ (5.1kg/일/두 × 365일 × 10^{-3}) = 0.030tCO_2eq/톤 • [처리용량 기준] 연간 분뇨처리로 발생한 전력의 온실가스 배출량(0.0037tCO_2eq/톤) = 연간 처리용량 당 발전량 × 전력배출계수 × 단위환산 ※ 7.8kWh/(톤/일)/년 × 0.4781tCO_2eq/MWh × 10^{-3} = 0.0037tCO_2eq/톤 • [처리용량 기준] 연간 처리용량 당 발전량(7.8kWh/톤) = 바이오가스 생산량 × 메탄 함량 × 메탄순발열량 × 발전효율 ÷ 단위환산 ※ 4.04㎥/톤 × 65% × 8,560$kcal$/㎥ × 30% ÷ 860$kcal/kWh$ = 7.8kWh/톤 • [처리용량 기준] 연간 바이오가스 생산량(4.04㎥/톤) = 바이오가스 생산량 ÷ 연간 총 처리용량 ※ 929,000㎥/년 ÷ (630톤/일 × 365일)= 4.04㎥/톤 ⋯→ 가축분뇨 공동자원화시설에서 생산된 바이오가스는 발전용으로만 사용되는 것으로 가정 ⋯→ 바이오가스 처리사업으로 가장 많이 보급된 돈분뇨를 기준으로 분뇨처리에 대한 메탄 발생량 적용 • [생산량 기준] 0.0009tCO_2eq/㎥ = 처리용량 당 발전량 ÷ 처리용량 당 바이오가스 생산량 × 전력배출계수 × 단위환산 ※ 7.8kWh/톤 ÷ 4.04㎥/톤 × 0.4781tCO_2eq/MWh × 10^{-3} = 0.0009tCO_2eq/㎥
5 산정계수		• 전력배출계수 : 0.4781tCO_2eq/MWh ①
		• 메탄 함량 : 65% ②

1	농축산	가축분뇨 공동자원화시설 확충	
5 산정계수		• 메탄순발열량 : 8,560$kcal$/㎥	②
		• 발전효율 : 30% ※ 녹색기술 인증을 위한 바이오 합성가스 발전기술(가스엔진)의 기술수준 적용	③
		• 바이오가스 생산량 : 929,000㎥/년 (가축분뇨 기준)	④
		• 총 처리용량 : 630톤/일 (가축분뇨 기준)	④
		• 판매용 돼지에 대한 분뇨 관리 메탄 배출계수 : 2$kgCH_4$/두/년 ※ 우리나라 2020년 평균기온(13.2), 소화조 기준	⑤
		• 메탄GWP : 28	⑥
		• 돼지의 가축분뇨 배출 원단위 : 5.1kg/일/두	⑦
6 출처		① 국가 온실가스 배출계수(온실가스종합정보센터, 2021년) ② 에너지경제연구원, 지속가능성 평가를 위한 바이오에너지 전과정평가(LCA) : 바이오가스를 중심으로, 2012(7p) ③ 녹색인증제 운영요령(환경부고시 제2021-84호), [별표4] 녹색기술 인증을 위한 기술수준(15p) ④ 환경부, 2020년 유기성폐자원 바이오가스화시설 현황, 2020(2p, 4p) ⑤ $IPCC$, 국가 온실가스 인벤토리 작성을 위한 2006 $IPCC$ 가이드라인, 2006(10.101p) ⑥ $UNFCC$ 홈페이지(https://unfccc.int/process/transparency-and-reporting/greenhouse-gas-data/greenhouse-gas-d ata-unfccc/global-warming-potentials) ⑦ 농사로 홈페이지(가축분뇨배출원단위) (https://www.nongsaro.go.kr/portal/ps/psg/psga/psgaa/exhstwonUnitCalc.ps?menuId=PS03132)	
7 모니터링인자		• 가축분뇨 공동자원화시설 처리용량(톤) • 바이오가스 생산량(㎥)	
8 추진사례		• 가축분뇨 공동자원화시설 설치 사업, 경기도 이천시	

2	농축산	농업 에너지이용 효율화 (다겹보온커튼 설치)
1 개요		시설재배 작물의 보온에 사용하는 난방용 에너지 절감을 위해 다겹보온커튼을 설치하여 난방에 사용되는 연료량을 감축하여 농업 에너지 이용을 효율화하고 온실가스 저감에 기여하고자 함.
2 원단위		• (평균) [다겹보온커튼 설치 면적당] 0.005 $tCO_2eq/㎡$ • (파프리카) [다겹보온커튼 설치 면적당] 0.004 $tCO_2eq/㎡$ • (오이) [다겹보온커튼 설치 면적당] 0.007 $tCO_2eq/㎡$ • (토마토) [다겹보온커튼 설치 면적당] 0.002 $tCO_2eq/㎡$
3 감축량산정식		• (평균) 감축원단위(0.005 $tCO_2eq/㎡$) × 다겹보온커튼 설치 면적 (㎡) • (파프리카) 감축원단위(0.004 $tCO_2eq/㎡$) × 다겹보온커튼 설치 면적 (㎡) • (오이) 감축원단위(0.007 $tCO_2eq/㎡$) × 다겹보온커튼 설치 면적 (㎡) • (토마토) 감축원단위(0.002 $tCO_2eq/㎡$) × 다겹보온커튼 설치 면적 (㎡)
4 감축원단위 산정근거		• (평균) [다겹보온커튼 설치 면적당] 감축원단위(0.005 $tCO_2eq/㎡$) = (평균 경유 연료절감량 × 경유 순발열량 × 경유 CO_2 배출계수) + (평균 경유 연료절감량 × 경유 순발열량 × 경유 CH_4 배출계수 × 메탄 GWP) + (평균 경유 연료절감량 × 경유 순발열량 × 경유 N_2O 배출계수 × 아산화질소 GWP) = 0.005 $tCO_2eq/㎡$ ※ (1,753 $L/10a$ × 35.2 MJ/L × 73,200 $kgCO_2/TJ$ ÷ 10^9) + (1,753 $L/10a$ × 35.2 MJ/L × 10 $kgCH_4/TJ$ × 28 ÷ 10^9) + (1,753 $L/10a$ × 35.2 MJ/L × 0.6 kgN_2O/TJ × 265 ÷ 10^9) = 4.54 $tCO_2eq/10a$ ÷ 1,000 = 0.005 $tCO_2eq/㎡$ ⋯→ 에너지비용이 많이 드는 파프리카와 오이, 토마토를 대상으로 계측한 다겹보온커튼의 경유 절감량이며, 이는 10a당 3개년(2014~2016년) 평균값임. ⋯→ 다겹보온커튼을 설치하여 파프리카, 오이, 토마토 재배 시 각 경유 연료절감량의 평균값으로 감축원단위를 산정함 • (파프리카) [다겹보온커튼 설치 면적당] 감축원단위(0.004 $tCO_2eq/㎡$) = (파프리카 경유 연료절감량 × 경유 순발열량 × 경유 CO_2 배출계수) + (파프리카 경유 연료절감량 × 경유 순발열량 × 경유 CH_4 배출계수 × 메탄 GWP) + (파프리카 경유 연료절감량 × 경유 순발열량 × 경유 N_2O 배출계수 × 아산화질소 GWP) = 0.004 $tCO_2eq/㎡$ ※ (1,662 $L/10a$ × 35.2 MJ/L × 73,200 $kgCO_2/TJ$ ÷ 10^9) + (1,662 $L/10a$ × 35.2 MJ/L × 10 $kgCH_4/TJ$ × 28 ÷ 10^9) + (1,662 $L/10a$ × 35.2 MJ/L × 0.6 kgN_2O/TJ × 265 ÷ 10^9) = 4.31 $tCO_2eq/10a$ ÷ 1,000 = 0.004 $tCO_2eq/㎡$ • (오이) [다겹보온커튼 설치 면적당] 감축원단위(0.007 $tCO_2eq/㎡$) = (오이 경유 연료절감량 × 경유 순발열량 × 경유 CO_2 배출계수) + (오이 경유 연료절감량 × 경유 순발열량 × 경유 CH_4 배출계수 × 메탄 GWP) + (오이 경유 연료절감량 × 경유 순발열량 × 경유 N_2O 배출계수 × 아산화질소 GWP) = 0.007 $tCO_2eq/㎡$ ※ (2,760 $L/10a$ × 35.2 MJ/L × 73,200 $kgCO_2/TJ$ ÷ 10^9) + (2,760 $L/10a$ × 35.2 MJ/L × 10 $kgCH_4/TJ$ × 28 ÷ 10^9) + (2,760 $L/10a$ × 35.2 MJ/L × 0.6 kgN_2O/TJ × 265 ÷ 10^9) = 7.15 $tCO_2eq/10a$ ÷ 1,000 = 0.007 $tCO_2eq/㎡$

2	농축산	농업 에너지이용 효율화 (다겹보온커튼 설치)

4 감축원단위 산정근거

• (토마토) [다겹보온커튼 설치 면적당] 감축원단위(0.002 $tCO_2eq/㎡$)
= (토마토 경유 연료절감량 × 경유 순발열량 × 경유 CO_2 배출계수)
+ (토마토 경유 연료절감량 × 경유 순발열량 × 경유 CH_4 배출계수 × 메탄 GWP)
+ (토마토 경유 연료절감량 × 경유 순발열량 × 경유 N_2O 배출계수 × 아산화질소 GWP)
= 0.002 $tCO_2eq/㎡$

※ (838 $L/10a$ × 35.2 MJ/L × 73,200 $kgCO_2/TJ$ ÷ 10^9)
+ (838 $L/10a$ × 35.2 MJ/L × 10 $kgCH_4/TJ$ × 28 ÷ 10^9)
+ (838 $L/10a$ × 35.2 MJ/L × 0.6 kgN_2O/TJ × 265 ÷ 10^9)
= 2.17 $tCO_2eq/10a$ ÷ 1,000 = 0.002 $tCO_2eq/㎡$

⋯→ 평균값뿐만 아니라 각 재배 작물별 다겹보온커튼의 경유 절감량으로 온실가스 감축량을 산정함

5 산정계수

• 신재생에너지 및 절감시설 도입에 따른 석유류 절감량(단위 : $L/10a$) ①

종류	파프리카	오이	토마토	평균
다겹보온커튼	1,662	2,760	838	1,753

⋯→ 다겹보온커튼 도입 시 10a당 각 재배작물의 석유 절감효과임
⋯→ 각 재배작물별 유류사용량은 10a당 유류량 3개년 평균값(2014~2016년)
⋯→ 에너지비용이 많이 드는 파프리카, 오이, 토마토를 대상으로 선정하여 에너지 절감량을 분석함

• 다겹보온커튼 설치 시 경유 사용량 절감 근거 ②

시설	난방비
보온커튼(개폐장치)	경유 46% 절감

• 경유 발열량 ③

에너지원	단위	총발열량	순발열량
경유	MJ/L	37.8	35.2

• 경유 배출계수 ③ ④

연료명	국내 에너지원 기준	CO_2	CH_4 (가정, 기타)	N_2O (상업, 공공, 가정, 기타)
가스/디젤 오일	경유	73,200	10	0.6

• GWP (지구온난화 지수) ⑤

온실가스명	화학식	GWP
이산화탄소	CO_2	1
메탄	CH_4	28
아산화질소	N_2O	265

6 출처

① 농업분야 에너지소비량 및 이산화탄소 배출량 조사 연구 (한국농촌경제연구원) – p.69, 70
② 농어업용 에너지 절감시설 보급효과 및 정책방안 (한국농촌경제연구원, 2009.11.) – p.47
③ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시, 제2021–10호), [별표12] 연료별 국가 고유발열량 및 배출계수(제15조 제2항 관련)
④ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시 제2021–10호), [별표10] 2006 $IPCC$ 국가 인벤토리 가이드라인 기본 배출계수(제15조제1항관련)
⑤ $IPCC$ 제5차 평가보고서($AR5$) (2013)

7 모니터링인자

• 다겹 보온커튼 설치면적 (㎡)

8 추진사례

• 다겹보온커튼 설치 사업 – 충청북도 진천군 진천읍 (2015.03.17.)
– 진천군 진천읍에서 오이 시설하우스에 다겹보온커튼을 설치하여 연료비를 절감함

3	농축산	농촌 지열히트펌프 보급	
1 개요		지열히트펌프는 지하에 열교환기를 매설하여 지중의 물 또는 토양으로부터 히트펌프의 냉매 순환과정 에 열을 흡수하거나 열을 방출하는 시스템으로, 화석연료 사용량 절감을 통해 온실가스 저감에 기여	
2 원단위		• [보급용량] 1.37tCO_2eq/RT	
3 감축량산정식		• [보급용량] 감축원단위(1.37tCO_2eq/RT) × 보급용량(RT)	
4 감축원단위 산정근거		• [보급용량] 감축원단위(1.37tCO_2eq/RT) = 등유 배출계수 × 단위환산 계수 × 지열 환산계수 × 단위환산 ※ (73,200$kgCO_2/TJ$ + 10$kgCH_4/TJ$ × 28 + 0.6 kgN_2O/TJ × 265) × 0.04186TJ/TOE × 0.444TOE/RT × 10^{-3} = 1.37tCO_2eq/RT	
5 산정계수		• 등유 배출계수 : 73,200 $kgCO_2/TJ$	①
		• 지열 환산계수 : 0.444 TOE/RT	②
6 출처		① 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시 제2021-10호), [별표12] 연료별 국가 고유발열량 및 배출계수(제15조제2항관련) ② 한국에너지공단, 2019년 신재생에너지 보급통계, 2020(p166)	
7 모니터링인자		• 보급용량(RT)	
8 참고사항		• 2,776㎡(0.27ha), 218.3kW(62RT), 지열히트펌프 보급시 온실가스 감축량이 약 30tCO_2eq/년 발생한 사례가 있음	
9 추진사례		• '지열난방시스템 보급사업' 추진, 전라북도 익산시	

4	농축산	논물관리	
1 개요		벼 재배기간 동안 논에 물이 차있는 담수(혐기성)상태에서 온실가스인 메탄(CH_4) 발생, 무효분얼* (이삭을 맺지 않는 분얼)시기에 논물 빼기(중간낙수)를 통해 토양을 혐기적 상태에서 호기적 상태 로 바꿔 메탄 발생을 최소화 하는 기술 * 분얼 : 풀 식물들에 의해 생산된 줄기, 모체 씨앗에서 자라난 후에 자라나는 모든 싹 ※ 연간 홍수일수를 고려하지 않은 경우를 말함	
2 원단위		• 22.4tCO_2eq/ha	
3 감축량산정식		• 감축원단위(22.4tCO_2eq/ha) × (상시담수 – 중간낙수에 따른 배출·흡수계수) × 면적(ha) ※ (예시) 감축원단위(22.4tCO_2eq/ha) × {상시담수에 따른 배출·흡수계수(1) – 중간낙수(2주)에 따른 배출·흡수계수(0.66)} × 시행면적(1ha) = 7.616tCO_2eq ⋯→ 기존 방법을 상시담수로 가정하며, 상시담수 상태에서 중간낙수 2주 수행하였을 때 온실가스 감축량	
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(22.4tCO_2eq/ha) = 논벼 1회 재배에 따른 배출계수 × 유기물 보정계수 × 메탄GWP × 단위환산 ※ 320$kgCH_4/ha$·년 × 2.5 × 28 × 10^{-3} = 22.4tCO_2eq/ha	
5 산정계수		• 논벼 1회 재배에 따른 배출계수 : 320$kgCH_4/ha$·년	①
		• 논벼 물관리 방법에 따른 배출·흡수계수 상시담수 : 1.00 벼 재배 논의 낙수기간을 증가시킴으로써 토양 유기물의 혐기분해로 인한 메탄 발생량을 줄임	①
		• 논벼 물관리 방법에 따른 배출·흡수계수 중간낙수(1주) : 0.83 벼 재배 논의 낙수기간을 증가시킴으로써 토양 유기물의 혐기분해로 인한 메탄 발생량을 줄임	①
		• 논벼 물관리 방법에 따른 배출·흡수계수 중간낙수(2주) : 0.66 벼 재배 논의 낙수기간을 증가시킴으로써 토양 유기물의 혐기분해로 인한 메탄 발생량을 줄임	①
		• 논벼 물관리 방법에 따른 배출·흡수계수 중간낙수(3주) : 0.49 ※ 벼 재배 논의 낙수기간을 증가시킴으로써 토양 유기물의 혐기분해로 인한 메탄 발생량을 줄임	①
		• 유기물 보정계수 : 2.5	①
		• 메탄GWP : 28	②
6 출처		① 온실가스 배출권거래제 상쇄제도 외부사업 방법론, 논벼 재배 시 물관리를 통한 온실가스 감축 방법론, 2017(5p) ② $UNFCCC$ 홈페이지 (https://unfccc.int/process/transparency-and-reporting/greenhouse-gas-data/greenhouse-gas-data-unfccc/global-warming-potentials)	
7 모니터링인자		• 시행면적(ha)	
8 추진사례		• 벼 논물관리 기술 적용, 전라남도 해남군	

5	농축산	친환경 비료 사용 등 친환경 농업 확대	
1 개요		친환경 농업 확대에 따른 친환경 비료 사용으로 논과 밭의 메탄가스 발생량을 감축시켜 온실가스 저감에 기여	
2 원단위		• 6.32 × $10^{-6}tCO_2eq/㎡$	
3 감축량산정식		• 감축원단위(6.32 × $10^{-6}tCO_2eq/㎡$) × 보급면적(㎡)	
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(6.32 × $10^{-6}tCO_2eq/㎡$) = 메탄 감축원단위 + 아산화질소 감축원단위 ※ (4.88 × $10^{-6}tCO_2eq/㎡$) + (1.44 × $10^{-6}tCO_2eq/㎡$) = 6.32 × $10^{-6}tCO_2eq/㎡$ • [메탄] 감축원단위(3.66 × $10^{-6}tCO_2eq/㎡$) = (표준시비에 따른 연간 메탄 발생량 – 친환경 비료에 의한 연간 메탄 발생량) × 1일 × 1년 × 단위환산 × 메탄GWP ※ (0.17743 – 0.15754)$mg/㎡\cdot h$ × 24h/일 × 365일/년 × $10^{-9}tCH_4/mg$ × 28 = 4.88 × $10^{-6}tCO_2eq$ • [아산화질소] 감축원단위(1.68 × $10^{-6}tCO_2eq/㎡$) = (표준시비에 따른 연간 N_2O 발생량 – 친환경 비료에 의한 연간 N_2O 발생량) × 1일 × 1년 × 단위환산 × 아산화질소GWP ※ (0.00591 – 0.00529)$mg/㎡\cdot h$ × 24h/일 × 365일/년 × $10^{-9}tCH_4/mg$ × 265 = 1.44 × $10^{-6}tCO_2eq$	
5 산정계수		• 표준시비에 따른 연간 메탄 발생량 : 0.17743$mg/㎡\cdot h$	①
		• 친환경 비료에 의한 연간 메탄 발생량 : 0.15754$mg/㎡\cdot h$	①
		• 표준시비에 따른 연간 아산화질소 발생량 : 0.00591$mg/㎡\cdot h$	①
		• 친환경 비료에 의한 연간 메탄 발생량 : 0.00529$mg/㎡\cdot h$	①
		• 메탄GWP : 28	②
		• 아산화질소GWP : 265	②
6 출처		① 전북농업기술원, 탄소 및 온실가스 저감기술 개발, 2013 ② *UNFCCC* 홈페이지 (*https://unfccc.int/process/transparency-and-reporting/greenhouse-gas-data/green*)	
7 모니터링인자		• 보급면적(㎡)	
8 추진사례		• 친환경 농업 장려, 유기질비료 지원, 경상남도 함안군	

6	농축산	완효성 비료 시용
1 개요		완효성 비료는 제조 공정에서 수용성 성분의 비율을 낮추며 수용성 성분이 느리게 분해되거나 특수한 물질로 코팅하여 용해속도를 늦추도록 한 비료임. 이를 시용하면 작물을 재배하는 동안 비료 성분이 천천히 나오게 되어 비료 유실량을 줄이고, 비료를 한 번만 시비하면 되므로 질소질비료 시용으로 인한 온실가스 배출량을 저감할 수 있음 ※ 비료 시용 : 비료를 뿌리는 일
2 원단위		• [완효성 비료 시용 면적당 (평균)] 0.21 tCO_2eq/ha • [완효성 비료 시용 면적당 (콩)] 0.1 tCO_2eq/ha • [완효성 비료 시용 면적당 (고추)] 0.32 tCO_2eq/ha
3 감축량산정식		• (평균) 감축원단위 (0.21 tCO_2eq/ha) × 완효성 비료 시용 면적 (ha) • (콩) 감축원단위 (0.1 tCO_2eq/ha) × 완효성 비료 시용 면적 (ha) • (고추) 감축원단위 (0.32 tCO_2eq/ha) × 완효성 비료 시용 면적 (ha)
4 감축원단위 산정근거		• [완효성 비료 시용 면적당] 감축원단위(0.21 tCO_2eq/ha) = (콩 재배 시 + 고추 재배 시) 완효성 비료 시용에 따른 온실가스 감축원단위 평균 = {(콩 재배 시 완효성 비료 시용에 따른 온실가스 감축량) + (고추 재배 시 완효성 비료 시용에 따른 온실가스 감축량)} ÷ 2 = (0.1 tCO_2eq/ha + 0.32 tCO_2eq/ha) ÷ 2 = 0.21 tCO_2eq/ha • [콩 재배 시 완효성 비료 시용에 따른 온실가스 감축원단위] 0.1 tCO_2eq/ha = (완효성 비료 시용에 따른 N_2O 감축량 × N_2O GWP 지수) ÷ 1,000 = (0.37 kgN_2O/ha × 265) ÷ 1,000 = 0.1 tCO_2eq/ha ※ (완효성 비료 시용에 따른 N_2O 감축량) 0.37 kgN_2O/ha = NPK (기존) 비료 시용 시 N_2O 배출량 − 완효성 비료 시용 시 N_2O 배출량 = 0.98 kgN_2O/ha − 0.61 kgN_2O/ha = 0.37 kgN_2O/ha • [고추 재배 시 완효성 비료 시용에 따른 온실가스 감축원단위] 0.32 tCO_2eq/ha = (완효성 비료 시용에 따른 N_2O 감축량 × N_2O GWP 지수) ÷ 1,000 = (1.2 kgN_2O/ha × 265) ÷ 1,000 = 0.32 tCO_2eq/ha ※ (완효성 비료 시용에 따른 N_2O 감축량) 1.2 kgN_2O/ha = NPK (기존) 비료 시용 시 N_2O 배출량 − 완효성 비료 시용 시 N_2O 배출량 = 2.4 kgN_2O/ha − 1.2 kgN_2O/ha = 1.2 kgN_2O/ha ⋯→ 농기계 사용에 따른 CO_2 배출은 완효성 비료 시용할 때와 기존 비료 할 때와 동일 조건 가정함
5 산정계수		• (콩) 질소공급원별 비료 이용 효율 및 아산화질소 배출 평가 (①) 처리 | N 시용량 (kg/ha) | 수량 (ton/ha) | 비료이용 효율 | 아산화질소 총 배출량 (kgN_2O/ha) NPK | 32 | 2.32 | 37.5 | 0.98 완효성 비료 | 32 | 2.95 | 52.5 | 0.61 ⋯→ NPK 비료 : 기존 주로 시용되는 비료로써 식물의 생장과 개발에 필수적인 영양소인 질소, 인, 칼륨 세 가지 주요 영양소를 포함하는 비료임. ⋯→ 완효성 비료 : 제조 공정에서 수용성 성분의 비율을 낮추며 수용성 성분이 느리게 분해되거나 특수한 물질로 코팅하여 용해 속도를 늦추도록 한 비료임.

6	농축산	완효성 비료 시용

5 산정계수

• (고추) 질소공급원별 비료 이용 효율 및 아산화질소 배출 평가 ②

처리	N 시용량 (kg/ha)	수량 (ton/ha)	비료이용 효율	아산화질소 총 배출량 (kgN_2O/ha)
NPK	190	16.38	34.6	2.4
완효성 비료	190	17.73	41.7	1.2

• GWP (지구온난화 지수) ③

온실가스명	화학식	GWP
이산화탄소	CO_2	1
메탄	CH_4	28
아산화질소	N_2O	265

6 출처

① 콩 재배시 완효성 비료 시용으로 온실가스 배출 저감 효과 (국립농업과학원, 2012)
② 고추 재배시 온실가스 배출 저감을 위한 완효성 비료 시용 효과 (국립농업과학원, 2012)
③ IPCC 제5차 평가보고서(AR5) (2013)

7 모니터링인자

• (평균) 완효성 비료 시용 면적 (ha)
• (콩) 완효성 비료 시용 면적 (ha)
• (고추) 완효성 비료 시용 면적 (ha)

8 추진사례

• 탄소중립 친환경농업 추진, 화학비료 32% 절감, 충청북도 증평군
– 증평읍 덕상리에 완효성비료 살포, 풋거름 작물 환원, 셀레늄 투입 등 특화된 저탄소 신농법을 집중적으로 추진

7	농축산	녹비작물을 통한 대체 효과
1 개요		농경지에서 풋거름(녹비)작물 재배를 한 후 토양에 환원하여 기존에 사용되던 질소질비료를 대체함으로써 토양의 아산화질소 발생량을 줄여 온실가스 배출량을 저감하고자 함 ※ 녹비작물은 농경지에서 식물을 일정 기간 자라게 한 후 지상부를 직접 갈아 엎어 퇴비로 사용하는 작물
2 원단위		• [녹비작물 대체 면적당] 0.27 tCO_2eq/ha
3 감축량산정식		• 감축원단위 (0.27 tCO_2eq/ha) × 녹비작물 대체 면적 (ha)
4 감축원단위 산정근거		• [녹비작물 대체 면적당] 감축원단위(0.27 tCO_2eq/ha) = (헤어리베치 온실가스 감축량 + 자운영 온실가스 감축량) ÷ 2 = 0.27 tCO_2eq/ha ※ (0.35 tCO_2eq/ha + 0.19 tCO_2eq/ha) ÷ 2 = 0.27 tCO_2eq/ha • [헤어리베치 녹비작물에 따른 온실가스 감축량] 0.35 tCO_2eq/ha = 헤어리베치 온실가스 감축량 = 0.35 tCO_2eq/ha ※ 34.8 $kgCO_2eq/10a$ × 100a/ha ÷ 1,000kg/ton = 0.35 tCO_2eq/ha • [자운영 녹비작물에 따른 온실가스 감축량] 0.19 tCO_2eq/ha = 자운영 온실가스 감축량 = 0.19 tCO_2eq/ha ※ 19 $kgCO_2eq/10a$ × 100a/ha ÷ 1,000kg/ton = 0.19 tCO_2eq/ha
5 산정계수		• 벼 재배 시 녹비작물 대체로 인한 온실가스 감축량 (①, ②)

풋거름 작물	비료 성분 공급량 ($kg/10a$)			온실가스 감축량 ($kgCO_2eq/10a$)
	질소(N)	인산(P_2O_5)	칼리(K_2O)	
헤어리베치	9.1 (요소비료 19.8)	2.34 (용성인비 13.8)	5.98 (염화가리 10.0)	34.8
자운영	7.28 (요소비료 11.1)	1.56 (용성인비 6.4)	5.46 (염화가리 6.4)	19

⋯→ 헤어리베치와 자운영은 콩과작물에 해당하는 녹비작물임
⋯→ 헤어리베치와 자운영의 성분(NPK)을 고려하여, 각 성분별 투입량을 충족할 수 있는 단일성분비료의 사용량으로, 비료의 생산 과정에서 발생하는 온실가스 배출량을 산정한 값임
⋯→ 투입된 질소의 양이 동일하므로, 토양에서의 아산화질소 배출량은 고려하지 않고, 비료의 생산과정에 의한 온실가스 배출량만 고려함
⋯→ 단일비료 NPK 함량 : 요소(N 46%), 용성인비(P_2O_5 17%), 염화가리(K_2O 60%)

* [비료생산에 따른 배출계수]
요소비료 : 1.01kgCO_2/kg, 용성인비 : 0.725kgCO_2/kg, 염화가리 : 0.49kgCO_2/kg

• GWP (지구온난화 지수) (③)

온실가스명	화학식	GWP
이산화탄소	CO_2	1
메탄	CH_4	28
아산화질소	N_2O	265

6 출처	① 저탄소 농업기술 편람 (농림축산식품부, 2020) – p.122 ② 저탄소 농축산물 인증제 농산물 온실가스 배출량 산정을 위한 공통지침 – p.30 ③ $IPCC$ 제5차 평가보고서($AR5$) (2013)
7 모니터링인자	• 녹비작물 대체 면적 (ha)
8 추진사례	• 친환경농업 트렌드, 녹비작물 종자 구입비 지원, 전라남도, 2023.11.19.

8	농축산	호기성 토양에서 바이오차 보급

1 개요

바이오차는 바이오매스와 숯의 합성어로, 바이오매스를 산소가 없는 환경에서 열분해하여 만든 탄소 함량이 높은 고형물임.
농경지에서 발생하는 온실가스는 산소 공급이 충분한 호기성 토양에서 이산화탄소와 아산화질소가 발생함.
이러한 호기성 토양에서 바이오차를 토양에 투입하면 암모늄태질소를 흡착하거나 탈질을 촉진하여 중간 생성물인 아산화질소 배출량을 줄여서 온실가스 감축 효과를 볼 수 있음.

2 원단위

• [바이오차 투입량당] 0.09 tCO_2eq/t–바이오차

3 감축량산정식

• 감축원단위 (0.09 tCO_2eq/t–바이오차) × 바이오차 투입량 (t–바이오차)

4 감축원단위 산정근거

• [바이오차 투입량당] 감축원단위(0.09 tCO_2eq/t–바이오차)
= 바이오차 투입량당 N_2O 감축량 평균값 × 아산화질소 GWP 지수 ÷ 10^3
= 0.33 $kg\ N_2O/t$–바이오차 × 265 ÷ 1,000 kg/ton
= 0.09 tCO_2eq/t–바이오차

5 산정계수

• 호기성 조건인 대한민국 토양에서 바이오차 보급 시 N_2O 배출량 분석

레퍼런스	면적당 질소 비료 투입량 (kgN/ha)	면적당 N_2O 비료 투입량 (kgN_2O/ha)	면적당 바이오차 투입량 (t바이오차/ha)	N_2O 배출량 변화 (%)	N_2O 감축량 (kgN_2O/ha)	바이오차 투입량당 N_2O 감축량 (kgN_2O/t–바이오차)
Lee et al., 2017	200	4.33	6.1	–12.6	0.5	0.089
Lee et al., 2017	200	4.33	12.1	–31.9	1.4	0.114
Lee et al., 2017	200	4.33	6.1	–27.9	1.2	0.198
Lee et al., 2017	200	4.33	12.1	–48.1	2.1	0.172
Kang et al., 2016	222	4.80	5	–26.1	1.3	0.251
Kang et al., 2016	222	4.80	3	–22.0	1.1	0.352
Kang et al., 2016	222	4.80	1	–17.8	0.9	0.856
Seo et al., 2012	190	4.11	1	–24.6	1.0	1.009
Park et al., 2016	320	6.92	20	–39.3	2.7	0.136
Park et al., 2016	320	6.92	10	–35.2	2.4	0.244
Park et al., 2016	320	6.92	5	–12.3	0.9	0.170
평균	237.82	5.14	7.4	–27.07	1.4	0.326

①

⋯→ 면적당 N_2O 비료투입량 (kgN_2O/ha)
= 면적당 질소 비료 투입량 (kgN/ha) × 아산화질소보정값 (kgN_2O/kgN)

⋯→ N_2O 감축량 (kgN_2O/ha)
= 면적당 N_2O 배출량 (kgN_2O/ha) × N_2O 배출량 변화(%)

⋯→ 바이오차 투입량당 N_2O 감축량 (kgN_2O/t–바이오차)
= N_2O 감축량 (kgN_2O/ha) ÷ 면적당 바이오차 투입량 (t–바이오차/ha)

8	농축산	호기성 토양에서 바이오차 보급

5 산정계수

• 질소공급원별 비료 이용 효율 및 아산화질소 배출량 (kgN_2O/kgN)

NPK 비료	N 시용량 (kgN/ha)	아산화질소 총 배출량 (kgN_2O/ha)	아산화질소 보정값 (kgN_2O/kgN)
콩 재배	32	0.98	0.031
고추 재배	190	2.4	0.013
평균		1.69	0.022

④ ⑤

⋯› NPK 비료 : 기존 주로 시용되는 비료로써 식물의 생장과 개발에 필수적인 영양소인 질소, 인, 칼륨 세 가지 주요 영양소를 포함하는 비료임

⋯› 아산화질소 보정값(kgN_2O/kgN)
= 아산화질소 총 배출량(kgN_2O/ha) ÷ N 시용량(kgN/ha)

• GWP (지구온난화 지수)

온실가스명	화학식	GWP
이산화탄소	CO_2	1
메탄	CH_4	28
아산화질소	N_2O	265

②

⋯› 호기성 조건 토양으로 한정하였으므로 혐기성 조건에서 발생하는 CH_4는 배출량 산정에서 제외하며, 바이오차 투입에 의해 증가된 토양탄소함량(CO_2)은 타 감축사업과 중복 산정될 수 있으므로 배출량 산정에서 제외함 ③

6 출처

① 호기성 조건에서 동아시아 토양에서 아산화질소 배출의 바이오차 유도 감소 검토 및 데이터 분석 (*Biochar-induced reduction of N_2O emission from East Asian soils under aerobic conditions: Review and data analysis*) – Lee et al. 2021, *Environmantal Pollution*
② IPCC 제5차 평가보고서(AR5) (2013)
③ 바이오차의 밭 토양 탄소 증진 및 온실가스 감축 효과(이선일, 공학 박사학위논문, 2020.08.) – p.52, 70
④ 콩 재배시 완효성 비료 시용으로 온실가스 배출 저감 효과 (국립농업과학원, 2012)
⑤ 고추 재배시 온실가스 배출 저감을 위한 완효성 비료 시용 효과 (국립농업과학원, 2012)

7 모니터링인자

• 바이오차 투입량 (t-바이오차)
⋯› 호기성 토양에서 바이오차를 보급하는 경우에만 해당이 됨

8 추진사례

• 바이오차 활용 토양환경개선 및 저탄소 농업 기술 시범 사업, (2023.03.10.), 강원특별자치도 원주시 : 31개 농가를 대상으로 14.7ha에 바이오차 36톤을 공급

9	농축산	(논) 무경운 재배
1 개요		논벼 재배시 최소경운과 무경운 재배를 함으로써 기존 경운이앙할 때의 농기계 사용을 줄여서 농기계 운행 감소로 인한 온실가스를 저감할 수 있음
2 원단위		• [최소경운 1기작 재배 면적당] 0.148 tCO_2eq/ha • [무경운 1기작 재배 면적당] 0.153 tCO_2eq/ha
3 감축량산정식		• 감축원단위 (0.148 tCO_2eq/ha) × 1기작당 최소경운 재배 면적 (ha) • 감축원단위 (0.153 tCO_2eq/ha) × 1기작당 무경운 재배 면적 (ha)
4 감축원단위 산정근거		• [최소경운 재배 면적당] 감축원단위(0.148 tCO_2eq/ha) = (경운이앙 1기작당 온실가스 배출량 − 최소경운 1기작당 온실가스 배출량) × 단위환산 = (0.017 $tCO_2eq/10a$ − 0.002 $tCO_2eq/10a$) × 100 a/ha = 0.015 $tCO_2eq/10a$ × 100 a/ha = 0.148 tCO_2eq/ha ※ [경운이앙 1기작당 온실가스 배출량] 0.017 $tCO_2eq/10a$ = 경운이앙 1기작 재배 시 농기계 사용에 따른 온실가스 배출량 = 경운/정지 온실가스 배출량 + 이앙/파종 온실가스 배출량 = {(쟁기질 온실가스 배출량 + 물로터리 1 온실가스 배출량 + 물로터리 2 온실가스 배출량) + (이앙 온실가스 배출량)} = {(0.005 $tCO_2eq/10a$ + 0.005 $tCO_2eq/10a$ + 0.003 $tCO_2eq/10a$) + 0.0036 $tCO_2eq/10a$} = 0.017 $tCO_2eq/10a$ ※ [최소경운 1기작당 온실가스 배출량] 0.002 $tCO_2eq/10a$ = 최소경운 1기작 재배 시 농기계 사용에 따른 온실가스 배출량 = {(최소경운 경유 투입량 × 경유 CO_2 배출계수 × 경유 순발열량 × CO_2 GWP 지수) + (최소경운 경유 투입량 × 경유 CH_4 배출계수 × 경유 순발열량 × CH_4 GWP 지수) + (최소경운 경유 투입량 × 경유 N_2O 배출계수 × 경유 순발열량 × N_2O GWP 지수)} = {(0.94 $L/10a$ × 73,200 $kgCO_2/TJ$ × 35.2 MJ/L × 1 ÷ 10^9) + (0.94 $L/10a$ × 10 $kgCH_4/TJ$ × 35.2 MJ/L × 28 ÷ 10^9) + (0.94 $L/10a$ × 0.6 kgN_2O/TJ × 35.2 MJ/L × 265 ÷ 10^9)} = 0.002 $tCO_2eq/10a$ • [무경운 재배 면적당] 감축원단위(0.153 tCO_2eq/ha) = (경운이앙 1기작당 온실가스 배출량 − 무경운 1기작당 온실가스 배출량) × 단위환산 = (0.017 $tCO_2eq/10a$ − 0.002 tCO_2eq/ha) × 100 a/ha = 0.015 $tCO_2eq/10a$ × 100 a/ha = 0.153 tCO_2eq/ha ※ [무경운 1기작당 온실가스 배출량] 0.002 $tCO_2eq/10a$ = 무경운 1기작 재배 시 농기계 사용에 따른 온실가스 배출량 = {(무경운 경유 투입량 × 경유 CO_2 배출계수 × 경유 순발열량 × CO_2 GWP 지수) + (무경운 경유 투입량 × 경유 CH_4 배출계수 × 경유 순발열량 × CH_4 GWP 지수) + (무경운 경유 투입량 × 경유 N_2O 배출계수 × 경유 순발열량 × N_2O GWP 지수)} = {(0.75 $L/10a$ × 73,200 $kgCO_2/TJ$ × 35.2 MJ/L × 1 ÷ 10^9) + (0.75 $L/10a$ × 10 $kgCH_4/TJ$ × 35.2 MJ/L × 28 ÷ 10^9) + (0.75 $L/10a$ × 0.6 kgN_2O/TJ × 35.2 MJ/L × 265 ÷ 10^9)} = 0.002 $tCO_2eq/10a$

9	농축산	(논) 무경운 재배

4 감축원단위 산정근거

〈경운이앙 1기작 재배 시 농기계 사용에 따른 온실가스 배출량〉

※ [쟁기질 온실가스 배출량] 0.005 $tCO_2eq/10a$
= {(쟁기질 경유 투입량 × 경유 CO_2 배출계수 × 경유 순발열량 × CO_2 GWP 지수)
+ (쟁기질 경유 투입량 × 경유 CH_4 배출계수 × 경유 순발열량 × CH_4 GWP 지수)
+ (쟁기질 경유 투입량 × 경유 N_2O 배출계수 × 경유 순발열량 × N_2O GWP 지수)}
= {(1.88 $L/10a$ × 73,200 $kgCO_2/TJ$ × 35.2 MJ/L × 1 ÷ 10^9)
+ (1.88 $L/10a$ × 10 $kgCH_4/TJ$ × 35.2 MJ/L × 28 ÷ 10^9)
+ (1.88 $L/10a$ × 0.6 kgN_2O/TJ × 35.2 MJ/L × 265 ÷ 10^9)}
= 0.005 $tCO_2eq/10a$

※ [물로터리 1 온실가스 배출량] 0.005 $tCO_2eq/10a$
= {(물로터리1 경유 투입량 × 경유 CO_2 배출계수 × 경유 순발열량 × CO_2 GWP 지수)
+ (물로터리1 경유 투입량 × 경유 CH_4 배출계수 × 경유 순발열량 × CH_4 GWP 지수)
+ (물로터리1 경유 투입량 × 경유 N_2O 배출계수 × 경유 순발열량 × N_2O GWP 지수)}
= {(2.11 $L/10a$ × 73,200 $kgCO_2/TJ$ × 35.2 MJ/L × 1 ÷ 10^9)
+ (2.11 $L/10a$ × 10 $kgCH_4/TJ$ × 35.2 MJ/L × 28 ÷ 10^9)
+ (2.11 $L/10a$ × 0.6 kgN_2O/TJ× 35.2 MJ/L × 265 ÷ 10^9)}
= 0.005 $tCO_2eq/10a$

※ [물로터리 2 온실가스 배출량] 0.003 $tCO_2eq/10a$
= {(물로터리2 경유 투입량 × 경유 CO_2 배출계수 × 경유 순발열량 × CO_2 GWP 지수)
+ (물로터리2 경유 투입량 × 경유 CH_4 배출계수 × 경유 순발열량 × CH_4 GWP 지수)
+ (물로터리2 경유 투입량 × 경유 N_2O 배출계수 × 경유 순발열량 × N_2O GWP 지수)}
= {(1.27 $L/10a$ × 73,200 $kgCO_2/TJ$ × 35.2 MJ/L × 1 ÷ 10^9)
+ (1.27 $L/10a$ × 10 $kgCH_4/TJ$ × 35.2 MJ/L × 28 ÷ 10^9)
+ (1.27 $L/10a$ × 0.6 kgN_2O/TJ × 35.2 MJ/L × 265 ÷ 10^9)}
= 0.003 $tCO_2eq/10a$

※ [이앙 온실가스 배출량] 0.0036 $tCO_2eq/10a$
= {(이앙 휘발유 투입량 × 휘발유 CO_2 배출계수 × 휘발유 순발열량 × CO_2 GWP 지수)
+ (이앙 휘발유 투입량 × 휘발유 CH_4 배출계수 × 휘발유 순발열량 × CH_4 GWP 지수)
+ (이앙 휘발유 투입량 × 휘발유 N_2O 배출계수 × 휘발유 순발열량 × N_2O GWP 지수)}
= {(1.63 $L/10a$ × 71,600 $kgCO_2/TJ$ × 30.4 MJ/L × 1 ÷ 10^9)
+ (1.63 $L/10a$ × 10 $kgCH_4/TJ$ × 30.4 MJ/L × 28 ÷ 10^9)
+ (1.63 $L/10a$ × 0.6 kgN_2O/TJ × 30.4 MJ/L × 265 ÷ 10^9)}
= 0.0036 $tCO_2eq/10a$

5 산정계수

• 논벼 작업단계별 농기계 유류투입량 및 온실가스 배출량의 비교(단위 : $L/10a$)

벼 재배 과정		경운/정지			이앙/파종		
		쟁기질	물로터리 1	물로터리 2	이앙	최소경운 직파	무경운 직파
사용연료		경유	경유	경유	휘발유	경유	경유
유류 투입량	경운이앙	1.88	2.11	1.27	1.63	–	–
	최소경운	–	–	–	–	0.94	–
	무경운	–	–	–	–	–	0.75

①

9	농축산	(논) 무경운 재배

5 산정계수

• 연료별 발열량 및 배출계수

연료 종류	CO_2 배출계수 ($kgCO_2$ /TJ)	CH_4 배출계수 ($kgCH_4$/TJ)	N_2O 배출계수 (kgN_2O/TJ)	순발열량 (MJ/L)
휘발유	71,600	10	0.6	30.4
경유	73,200	10	0.6	35.2

②
③

• GWP (지구온난화 지수)

온실가스명	화학식	GWP
이산화탄소	CO_2	1
메탄	CH_4	28
아산화질소	N_2O	265

④

6 출처

① 논벼 무경운 재배의 온실가스 감축효과를 고려한 경제성 분석
(농업경영·정책연구 제44권 제4호, 2017년) – p.837
② 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시, 제2021–10호),
[별표12] 연료별 국가 고유발열량 및 배출계수(제15조 제2항 관련)
③ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시 제2021–10호),
[별표10] 2006 IPCC 국가 인벤토리 가이드라인 기본 배출계수(제15조제1항관련)
④ IPCC 제5차 평가보고서(AR5) (2013)

7 모니터링인자

• 최소경운 1기작당 재배 면적 (ha)
• 무경운 1기작당 재배 면적 (ha)

8 추진사례

• 무경운 벼 재배기술 사업, 강원특별자치도 횡성군 (2013.10.25.)
– 친환경 농법인 겨울철 담수 무경운 벼 재배기술로 친환경 쌀 생산을 비롯한 수확량 증대, 노동력 절감 등의 효과를 얻고 있음.

10	농축산	건답 직파 재배
1 개요		직파재배란, 논 벼 재배 시 육묘 후 모를 이앙하지 않고 종자를 논에 직접 파종해 재배하는 기술로써, 건답 직파재배는 모내기를 하지 않고, 물을 대지 않는 다른 논에 볍씨를 바로 뿌리는 파종 방법임. 건답 직파 재배를 통하여 관개를 하지 않는 과정에서 온실가스를 저감할 수 있음
2 원단위		• [건답 직파 재배 면적당] 1.77 tCO_2eq/ha
3 감축량산정식		• 감축원단위 (1.77 tCO_2eq/ha) × 건답 직파 재배 면적 (ha)
4 감축원단위 산정근거		• [건답 직파 재배 면적당] 감축원단위(1.77 tCO_2eq/ha) = 이앙재배 온실가스 배출량 − 평면 건답 직파 재배 온실가스 배출량 = 1.77 tCO_2eq/ha = 7.98 tCO_2eq/ha − 6.21 tCO_2eq/ha = 1.77 tCO_2eq/ha • [이앙재배 온실가스 배출량] 7.98 tCO_2eq/ha = (이앙재배 CH_4 배출량 × CH_4 GWP 지수) + (이앙재배 N_2O 배출량 × N_2O GWP 지수) = 7.98 tCO_2eq/ha ※ {(276.8 kg CH_4/ha × 28) + (0.86 kg N_2O/ha × 265)} ÷ 1,000 kg/ton = 7.98 tCO_2eq/ha • [평면 건답 직파 재배 온실가스 배출량] 6.21 tCO_2eq/ha = (평면 건답 직파 재배 CH_4 배출량 × CH_4 GWP 지수) + (평면 건답 직파 재배 N_2O 배출량 × N_2O GWP 지수) = 6.21 tCO_2eq/ha ※ {(209.3 kg CH_4/ha × 28) + (1.31 kg N_2O/ha × 265)} ÷ 1,000 kg/ton = 6.21 tCO_2eq/ha
5 산정계수		• 건답 직파 재배 방법별 온실가스 배출량 파종 방법 / CH_4($kgCH_4/ha$) / N_2O(kgN_2O/ha) 이앙재배 / 276.8 / 0.86 평면건답직파 / 209.3 / 1.31 ⋯› 이앙재배 : 못자리에서 모를 키운 후 옮겨 심는 재배양식 ⋯› 평면건답직파 : 파종 작업 시 효율이 높게 평면으로 씨를 뿌리는 재배양식으로 건답직파 재배 종류 중 하나임 ⋯› 평면건답직파 재배 양식이 건답직파 재배 양식 중 가장 보수적이므로 원단위 산정에 이용하였음	①
		• GWP (지구온난화 지수) 온실가스명 / 화학식 / GWP 이산화탄소 / CO_2 / 1 메탄 / CH_4 / 28 아산화질소 / N_2O / 265	②
6 출처		① 농경지 온실가스 배출량평가 방법 및 온실가스 저감 벼 재배기술 책자 2종 영농현장 지도 참고자료로 활용(국립농업과학원, 김건엽, 2011.04.) ② $IPCC$ 제5차 평가보고서($AR5$) (2013)
7 모니터링인자		• 건답 직파 재배 면적 (ha)
8 추진사례		• 벼 조기 건답직파 재배기술 시범 사업, 충청북도 진천군

11	농축산	한우 비육기간 단축
1 개요		1인 쇠고기 소비량이 증가하고 있는 현대사회에서 소 비육기간 내 장내발효와 가축분뇨 처리 과정에서 다량의 메탄가스, 아산화질소 온실가스가 발생함에 따라, 한우 비육기간 단축 기술을 통해 소를 사육하는 과정에서 발생하는 온실가스 배출량을 저감하고자 함
2 원단위		• [한우 비육기간 단축] 1.21 tCO_2eq/두·개월 ⋯› 개월 수는 비육기간을 단축하는 개월 수를 의미함 ⋯› 생산성에 영향을 미치지 않는 비육기간 단축 기술이므로 총 한우 생산량이 안정화되어 사육두수가 늘어나지 않는다고 가정하였음
3 감축량산정식		• 감축원단위 (1.21 tCO_2eq/두·개월) × 비육 기간 단축을 적용한 한우 수 (두) × 비육 기간을 단축하는 개월 수 (개월)
4 감축원단위 산정근거		• [한우 비육기간 단축] 감축원단위(1.21 tCO_2eq/두·개월) = 한우 1마리 사육 시 1개월간 배출하는 온실가스 감축원단위 = 한우 1마리 사육 시 1개월간 장내발효에 따른 온실가스 감축원단위 + 한우 1마리 사육 시 1개월간 분뇨처리에 따른 온실가스 감축원단위 = 0.13 tCO_2eq/두·개월 + 1.08 tCO_2eq/두·개월 = 1.21 tCO_2eq/두·개월 • 한우 1마리 사육 시 1개월간 장내발효에 따른 온실가스 감축원단위 (0.13 tCO_2eq/두·개월) = 한육우 CH_4 배출계수 × CH_4 GWP × 단위환산계수 = (57 kg/두·년 × 28 × 1 ton/1,000 kg) ÷ 12개월/년 = 0.13 tCO_2eq/두·개월 • 한우 1마리 사육 시 1개월간 분뇨처리에 따른 온실가스 감축원단위 (1.08 tCO_2eq/두·개월) = 한우 1마리 사육시 1개월간 분뇨처리 CH_4 배출량 + 한우 1마리 사육시 1개월간 분뇨처리 N_2O 배출량 = 0.002 tCO_2eq/두·개월 + 1.08 tCO_2eq/두·개월 = 1.08 tCO_2eq/두·개월 ※ 한우 1마리 사육시 1개월간 분뇨처리에 따른 CH_4 배출량 = 한육우 CH_4 배출계수 × CH_4 GWP × 단위환산계수 = (1 kg/두·년 × 28 × 1 ton/1,000 kg) ÷ 12개월/년 = 0.002 tCO_2eq/두·개월 ※ 한우 1마리 사육시 1개월간 분뇨처리에 따른 N_2O 배출량 = 한육우 N_2O 배출계수 × N_2O GWP × 단위환산계수 = (48.71 kg/두·년 × 265 × 1 ton/1,000 kg) ÷ 12개월/년 = 1.08 tCO_2eq/두·개월
5 산정계수		• 장내발효 CH_4 배출계수

구분	한우 배출계수 [kg CH_4/두/년]	
축종	57	[1세 이상, 암, 수 평균값]
	43	[수컷, 1세 미만]
	61	[수컷, 1세 이상]
	45	[암소, 1세 미만]
	53	[암소, 1세 이상]

⋯› 암컷, 수컷의 1세 이상 평균값 적용

①

11	농축산	한우 비육기간 단축

5 산정계수

• 가축분뇨처리 CH_4 배출계수

구분	2006 IPCC($kg\ CH_4$/두/년)	배출계수 기준
한육우 (젖소 외 소)	1	북미 (한대)

①

• 가축분뇨처리 N_2O 배출계수

구분	2006 IPCC ($kg\ N$/두/년)	보정계수 ($kg\ N_2O/kg\ N$)	배출계수 ($kg\ N_2O$/두/년)
한육우 (젖소 외 소)	31	1.571	48.71

⋯→ 보정계수 ($kg\ N_2O/kg\ N$) = N_2O 질량 ÷ N 질량 = 1.571 $kg\ N_2O/kg\ N$
※ 44 ÷ 28 = 1.571 $kg\ N_2O/kg\ N$
⋯→ 배출계수 ($kg\ N_2O$/두/년) = 배출계수 ($kg\ N$/두/년) × 보정계수($kg\ N_2O/kg\ N$)
= 48.71 $kg\ N_2O$/두/년
※ 31× 1.571 = 48.71 $kg\ N_2O$/두/년

①

• GWP (지구온난화 지수)

온실가스명	화학식	GWP
이산화탄소	CO_2	1
메탄	CH_4	28
아산화질소	N_2O	265

③

6 출처

① 2023 지역 온실가스 통계 산정지침 (온실가스 종합정보센터) – p.94, 98
② $IPCC$ 제5차 평가보고서($AR5$) (2013)

7 모니터링인자

• 비육 기간 단축을 적용한 한우 수 (두)
• 비육 단축 기간 (개월)

8 추진사례

• 한우 비육기간 단축사업, 전라남도
– 기존 한우의 30개월 비육 기간을 24개월로 줄여 온실가스의 배출을 저감시키는 방법으로 축산 분야의 탄소중립에 기여하고자 함

12	농축산	저메탄, 저단백질사료 보급	
1 개요		저메탄·저단백질 사료 보급을 통해 반추동물의 장내발효에 의한 메탄 배출량을 저감하여 온실가스 저감에 기여	
2 원단위		• 0.471tCO_2eq/두	
3 감축량산정식		• 감축원단위(0.471tCO_2eq/두) × 저메탄 사료를 먹는 사육두수(두)	
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(0.471tCO_2eq/두) = 소의 메탄 배출계수 × 저메탄 사료에 의한 메탄 저감율 × 메탄GWP × 단위환산 ※ 61kg메탄/두 × 27.6% × 28 × 10^{-3} = 0.471tCO_2eq/두	
5 산정계수		• 소의 메탄 배출계수 : 61kg메탄/두 ※ 축산물이력제 홈페이지의 월령별 사육현황을 검토하여 가장 많은 한우(수컷, 1세 이상) 장내발효 메탄 배출계수를 활용함	① ②
		• 저메탄 사료에 의한 메탄 저감율 : 27.6%	③
		• 메탄GWP : 28	④
6 출처		① 국가 온실가스 배출계수(온실가스종합정보센터, 2018년) ② 축산물이력제 홈페이지 (*https://mtrace.go.kr/businessStateCareerList.jsp#Statelist3*) ③ 농촌진흥청, 사료급여 방식 차이에 의한 반추가축 분야 온실가스 발생량 변화 조사, 2017(*p*32) ④ *UNFCCC* 홈페이지 (*https://unfccc.int/process/transparency-and-reporting/greenhouse-gas-data/green house-gas-data-unfccc/global-warming-potentials*)	
7 모니터링인자		• 저메탄 사료를 먹는 사육두수(두)	
8 추진사례		• 소 사육농가에 저메탄 사료 공급, 제주특별자치도	

13	농축산	저탄소 식사 문화 확산 (채식 보급 활성화)
1 개요		채식 보급 활성화 등을 통해 육류식품의 생산, 유통, 조리하는 과정에서 배출되는 온실가스를 저감하고자 함
2 원단위		• [저탄소 식사 문화 확산 (일)] 0.0003 tCO_2eq/일 • [저탄소 식사 문화 확산 (식)] 0.0001 tCO_2eq/식
3 감축량산정식		• 저탄소 식사 문화 확산 (일) 감축원단위 (0.0003 tCO_2eq/일) × 저탄소 식사 진행 일수 (일) • 저탄소 식사 문화 확산 (식) 감축원단위 (0.0001 tCO_2eq/식) × 저탄소 식사 횟수 (식)
4 감축원단위 산정근거		• [저탄소 식사 문화 확산 (일)] (0.0003 tCO_2eq/일) = 1인당 1일의 저탄소 식사로 인한 온실가스 감축량 = (1인당 1일 베이스라인 식단 온실가스 배출량 – 1인당 1일 저탄소 식단 온실가스 배출량) = 0.0003 tCO_2eq/일 ※ (0.0028 tCO_2eq/일 – 0.0025 tCO_2eq/ton) = 0.0003 tCO_2eq/일 • [저탄소 식사 문화 확산 (식)] (0.0001 tCO_2eq/식) = 1인당 1식의 저탄소 식사로 인한 온실가스 감축량 = 0.0001 tCO_2eq/식 ※ 0.0003 tCO_2eq/일 ÷ 3식/일 = 0.0001 tCO_2eq/식 • (1인당 1일 베이스라인 식단 온실가스 배출량) 0.0028 tCO_2eq/일 = (생산단계 온실가스 배출량 + 운송단계 온실가스 배출량 + 조리단계 온실가스 배출량) = 0.0028 tCO_2eq/일 ※ (1,778.84 gCO_2eq/일 + 59.64 gCO_2eq/일 + 999.65 gCO_2eq/일) = 2,838.13 gCO_2eq/일 ÷ 10^6 = 0.0028 tCO_2eq/일 = 0.0028 tCO_2eq/일 • (1인당 1일 저탄소 식단 온실가스 배출량) 0.0025 tCO_2eq/일 = (생산단계 온실가스 배출량 + 운송단계 온실가스 배출량 + 조리단계 온실가스 배출량) = 0.0025 tCO_2eq/일 ※ (1,548.12 gCO_2eq/일 + 73.85 gCO_2eq/일 + 917.75 gCO_2eq/일) = 2,539.73 gCO_2eq/일 ÷ 10^6 = 0.0025 tCO_2eq/일 = 0.0025 tCO_2eq/일
5 산정계수		• 식단별 온실가스 배출량 (단위 : gCO_2eq/일) 단계 / 베이스라인 식단 / 저탄소 식단 생산 / 1,778.84 / 1,548.12 운송 / 59.64 / 73.85 조리 / 999.65 / 917.75 총 합계 / 2,838.13 / 2,539.73

①

13	농축산	저탄소 식사 문화 확산 (채식 보급 활성화)

5 산정계수

• 식단 구성

식단	베이스라인 식단	저탄소 식단(*No Meat*)
아침	쌀밥 달걀찜 멸치조림 시금치나물 배추김치	쌀밥 콩나물국 동치미 무생채 시금치나물 고등어구이 매실차
점심	현미밥 콩나물국 고등어구이 시금치나물 깍두기	잡곡밥 된장국 깍두기 달걀후라이 감자전 식혜
저녁	잡곡밥 된장국 제육편육 상추 오이생채 열무김치	보리밥 달래된장찌개 고등어조림 총각김치 깻잎장아찌 무생채

①

6 출처

① 다양한 식단에 따른 온실가스 배출량과 건강 *Co-Benefits* 추정연구
(서울대학교 보건학석사 학위논문, 설은혜, 2016.02.) – *p.*7~21

7 모니터링인자

• 저탄소 식사 진행 일수(일)
• 저탄소 식사 횟수(식)

8 추진사례

• 기후변화대응을 위한 비건 라이프스타일 확산 캠페인 전개, 서울특별시
– 시민들에게 다소 생소할 수 있는 '비건 라이프'에 대한 이해도를 높이기 위한 캠페인을 진행하는 사업임. 실천 인증, 댓글 이벤트 등 다양한 시민참여 이벤트를 추진하고, 서울 미식 주간, 채식인의 날 등 주요 계기를 활용해 저탄소 식생활 실천 캠페인을 진행하였음

Ⅱ-6

폐기물

1	폐기물	준호기성 매립지
1 개요		매립지내 호기영역을 증대시켜 생활폐기물의 분해를 촉진시키고 메탄 발생을 감소시켜 온실가스 저감에 기여
2 원단위		• 0.050tCO_2eq/톤
3 감축량산정식		• 감축원단위(0.050tCO_2eq/톤) × 생활폐기물 매립량(톤)
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(0.050tCO_2eq/톤) = 혐기성 온실가스 배출량 − 준호기성 온실가스 배출량 ※ 0.100tCO_2eq/톤 − 0.0504tCO_2eq/톤 = 0.050tCO_2eq/톤 ⋯› CH_4 배출량은 CH_4 보정계수에 비례하므로 준호기성일 때와 혐기성일 때의 메탄보정계수 차에 의해 감축 원단위를 산정함 • 온실가스 배출량 = 메탄 배출량 × 메탄GWP × 10^{-3} ① 혐기성 ※ 0.0036tCH_4 × 28 × 10^{-3} = 0.100tCO_2eq/톤 ② 준호기성 ※ 0.0018tCH_4 × 28 × 10^{-3} = 0.0504tCO_2eq/톤 • 메탄 배출량 = 메탄 발생량 × (1 − OX) ① 혐기성 ※ 0.004tCH_4 × (1 − 0.1) = 0.0036tCH_4 ② 준호기성 ※ 0.002tCH_4 × (1 − 0.1) = 0.0018tCH_4 • 메탄 발생량 = 분해되는 유기탄소량 × F × 1.336tCH_4/tC ① 혐기성 ※ 0.006tC × 0.5 × 1.336tCH_4/tC = 0.004tCH_4 ② 준호기성 ※ 0.003tC × 0.5 × 1.336tCH_4/tC = 0.002tCH_4

1	폐기물	준호기성 매립지	
4 감축원단위 산정근거		• 분해되는 유기탄소의 양 = 분해가능유기탄소 누적량 × $(1 - e^{-k})$ ① 혐기성 ※ $0.064tC \times (1 - e^{-0.09}) = 0.006tC$ ② 준호기성 ※ $0.032tC \times (1 - e^{-0.09}) = 0.003tC$ • 분해가능유기탄소 누적량 = 분해가능유기탄소량 × e^{-k} ① 혐기성 ※ $0.07tC \times e^{-0.09} = 0.064tC$ ② 준호기성 ※ $0.035tC \times e^{-0.09} = 0.032tC$ • 분해가능유기탄소량 = 생활폐기물 매립량 × $DOC \times DOC_f \times MCF$ ① 혐기성 ※ 1톤 × $0.14tC$/톤 × 0.5 × 1 = $0.07tC$ ② 준호기성 ※ 1톤 × $0.14tC$/톤 × 0.5 × 0.5 = $0.035tC$	
5 산정계수		• 분해가능유기탄소(DOC) : $0.14tC$/톤 (생활폐기물 혼합폐기물 기준)	①
		• 혐기적으로 분해가능한 유기탄소비율(DOC_f) : 0.5	①
		• 혐기성 메탄보정계수(MCF) : 1	②
		• 준호기성 메탄보정계수(MCF) : 0.5	②
		• 메탄 발생 속도상수(k) : 0.09 (생활폐기물 혼합폐기물 기준)	①
		• 산화계수(OX) : 0.1	①
		• 매립가스 중 메탄가스 비율(F) : 0.5	①
		• 메탄GWP : 28	③
6 출처		① 수도권매립지관리공사, 매립지 온실가스 배출량 산정방법, 2021(5p, 6p) ② 환경부·환경관리공단, 국가 온실가스 인벤토리 작성을 위한 2006 $IPCC$ 가이드라인 제5권, 2008(3.18p) ③ $UNFCCC$ 홈페이지 (https://unfccc.int/process/transparency-and-reporting/greenhouse-gas-data/greenhouse-gas-data-unfccc/global-warming-potentials)	
7 모니터링인자		• 생활폐기물 매립량(톤)	
8 추진사례		• 위생매립장 4단계 사업, 경상북도 영주시 (2022.07.11.)	

2	폐기물	고형폐기물의 생물학적 처리량 감소
1 개요		폐기물의 부피감소, 안정화, 바이오가스 생산 등을 목적으로 이루어지는 유기 고형폐기물의 생물학적 처리량을 감소시켜 온실가스 배출 저감
2 원단위		• [퇴비화] ▫ (건식) 0.439tCO_2eq/톤 ▫ (습식) 0.192tCO_2eq/톤 • [혐기성 소화] ▫ (건식) 0.056tCO_2eq/톤 ▫ (습식) 0.028tCO_2eq/톤
3 감축량산정식		• [퇴비화] ▫ (건식) 감축원단위(0.439tCO_2eq/톤) × 감소 처리량(톤) ▫ (습식) 감축원단위(0.192tCO_2eq/톤) × 감소 처리량(톤) • [혐기성소화] ▫ (건식) 감축원단위(0.056tCO_2eq/톤) × 감소 처리량(톤) ▫ (습식) 감축원단위(0.028tCO_2eq/톤) × 감소 처리량(톤)
4 감축원단위 산정근거		• [퇴비화] = {(메탄 처리량 × 메탄GWP) + (아산화질소 처리량 × 아산화질소GWP)} × 10^{-3} ① 건식 ※ {(10gCH_4/kg × 28) + (0.6gN_2O/kg × 265)} × 10^{-3} = 0.439tCO_2eq/톤 ② 습식 ※ {(4gCH_4/kg × 28) + (0.3gN_2O/kg × 265)} × 10^{-3} = 0.192tCO_2eq/톤 • [혐기성소화] = {(메탄 처리량 × 메탄GWP) + (아산화질소 처리량 × 아산화질소GWP)} × 10^{-3} ① 건식 ※ {(2gCH_4/kg × 28) + (0gN_2O/kg × 265)} × 10^{-3} = 0.056tCO_2eq/톤 ② 습식 ※ {(1gCH_4/kg × 28) + (0gN_2O/kg × 265)} × 10^{-3} = 0.028tCO_2eq/톤
5 산정계수		〈생물학적 처리유형에 따른 기본 배출계수〉 ①

생물학적 처리 유형	CH_4 (gCH_4/kg-waste)		N_2O (gN_2O/kg-waste)	
	건량 기준	습량 기준	건량 기준	습량 기준
퇴비화	10	4	0.6	0.3
혐기성 소화	2	1	0	0

6 출처	① 환경부고시 제2021-10호, 2021 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침, [별표 6] 3. 고형폐기물의 생물학적 처리 〈표-57〉 생물학적 처리유형에 따른 기본 배출계수
7 모니터링인자	• 감소 처리량(톤)

3	폐기물	소각여열 회수 및 이용
1 개요		폐기물을 소각하는 과정에서 발생하는 여열을 회수하여 지역난방으로 활용하는 사업으로, 기존 *LNG*를 대체함으로써 온실가스 저감에 기여
2 원단위		• 0.00003tCO_2eq/MJ
3 감축량산정식		• 감축원단위(0.00003tCO_2eq/MJ) × 열공급량(MJ)
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(0.00003tCO_2eq/MJ) = 지역난방 온실가스 배출계수 × (단위환산) ※ $\{(34{,}771kgCO_2/TJ \times 1) + (0.6316kgCH_4/TJ \times 28) + (0.0638kgN_2O/TJ \times 265)\} \times 10^{-9}$ $= 0.00003tCO_2eq/MJ$ ⋯→ 소각하고 남은 열을 일부 *LNG*로 대체 및 활용하는 것으로 가정 ⋯→ 한국지역난방공사 홈페이지를 통해 매년 지역별 지역난방 온실가스 배출계수를 공개하므로, 감축량 산정년도에 해당 지역의 온실가스 배출계수를 활용하여 정확한 감축량 산정 가능
5 산정계수		• 지역난방 배출계수 : 34,771$kgCO_2/TJ$, 0.6316$kgCH_4/TJ$, 0.0638kgN_2O/TJ ※ 수도권 연계지사* 2020년 기준 * 수도권 연계지사 : 수원, 중앙, 파주, 용인, 화성, 강남, 분당, 판교, 삼송, 고양, 광교, 동탄지사 ①
6 출처		① 한국지역난방공사 홈페이지(온실가스 통계) (*https://www.kdhc.co.kr/kdhc/main/contents.do?menuNo*=200368)
7 모니터링인자		• 열공급량(MJ)
8 추진사례		• 자원회수시설 운영, 경상남도 양산시

4	폐기물	유기성 폐기물 신재생에너지 생산	
1 개요		유기성 폐기물(음식물쓰레기, 가축분뇨, 하수슬러지 등)의 혐기성 소화를 통해 발생된 바이오가스를 열병합발전기의 연료로 이용하여 온실가스 저감에 기여	
2 원단위		• [생산량기준] 0.001tCO_2eq/㎥	
3 감축량산정식		• [생산량기준] 감축원단위(0.001tCO_2eq/㎥) × 바이오가스 활용량(㎥)	
4 감축원단위 산정근거		• [생산량 기준] 0.001tCO_2eq/㎥ = 바이오가스 발전량 ÷ 바이오가스 활용량 × 전력배출계수 ※ 168,409MWh/년 ÷ 65,023천㎥/년 × 0.4781tCO_2eq/MWh = 0.001tCO_2eq/㎥ ⋯→ 생산량 : 바이오가스 생산량	
5 산정계수		• 전력배출계수 : 0.4781tCO_2eq/MWh	①
		• 바이오가스 생산량 : 65,023천㎥/년 (2019년 발전 기준)	②
		• 바이오가스 발전량 : 168,409MWh/년 ※ 2019년 바이오가스 발전 사업용 기준	③
		• 총 처리량 : 22,295천톤/년 (2019년 기준)	②
6 출처		① 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시 제2021-10호), [별표6] 39.외부에서 공급된 전기 사용 〈표-69〉 ② 환경부, 2020년 유기성폐자원 바이오가스화시설 현황, 2020(2p, 3p) ③ $KOSIS$ 홈페이지(신·재생에너지 발전량) ($https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=337\&tblId=DT_337N_A002$)	
7 모니터링인자		• 바이오가스 생산량(㎥)	
8 추진사례		• 유기성 폐기물 광역 에너지화 시설로 신재생에너지 생산, 경상북도 영천시	

5	폐기물	하수처리장 에너지자립화 사업	
1 개요		공공하수처리시설에 소화가스, 태양광 등의 자체 재생에너지 생산에 따른 에너지자립화를 통해 에너지사용량을 절감하여 온실가스 저감에 기여	
2 원단위		• [발전량] 0.0004781tCO_2eq/kWh	
3 감축량산정식		• [발전량] 감축원단위(0.0004781tCO_2eq/kWh) × 발전량(kWh)	
4 감축원단위 산정근거		• [발전량] 감축원단위(0.0004781tCO_2eq/kWh) = 전력배출계수 × 단위환산 ※ 0.4781tCO_2eq/MWh × 10^{-3} = 0.0004781tCO_2eq/kWh	
5 산정계수		• 전력배출계수 : 0.4781tCO_2eq/MWh	①
6 출처		① 국가 온실가스 배출계수(온실가스종합정보센터, 2021년)	
7 모니터링인자		• 발전량(kWh)	
8 추진사례		• 하수처리장 에너지 자립화 사업 추진, 광주광역시	

<table>
<tr><th>6</th><th>폐기물</th><th colspan="2">하수처리수 재이용</th></tr>
<tr><td colspan="2">1 개요</td><td colspan="2">하수처리장의 방류 처리수를 조경수, 청소수, 세척수, 공업용수로 사용하여 상수를 대체함으로써 상수의 생산 및 공급에 따른 온실가스 배출을 저감하는 사업.</td></tr>
<tr><td colspan="2">2 원단위</td><td colspan="2">• 0.0002228 tCO_2eq/m^3</td></tr>
<tr><td colspan="2">3 감축량산정식</td><td colspan="2">• 감축원단위(0.0002228tCO_2eq/m^3) × 연간 재이용수량(m^3)</td></tr>
<tr><td colspan="2">4 감축원단위 산정근거</td><td colspan="2">• 방류하수처리수의재이용수와 동량의 상수생산·공급에따른 온실가스 배출량
= Σ(취수,정수및배수) 전력사용량(kWh) ÷ 연간 공급·생산량(m^3) × 0.4781($kgCO_2eq/KWh$)
= 0.2228 × $10^{-3}tCO_2eq/m^3$</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">5 산정계수</td><td>• 전력배출계수 : 0.4781tCO_2eq/MWh</td><td>①</td></tr>
<tr><td>• 상수 전력사용량 및 공급량
<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>취수장</th><th>정수장</th><th>배수 및 저수조</th></tr>
<tr><td>연간전력사용량</td><td>kWh</td><td>1,317,695,462</td><td>1,245,201,944</td><td>597,334,192</td></tr>
<tr><td>연간 공급량</td><td>m^3</td><td>7,041,938,444</td><td>6,605,854,659</td><td>6,605,854,659</td></tr>
</table></td><td>②</td></tr>
<tr><td colspan="2">6 출처</td><td colspan="2">① 전력배출계수(온실가스종합정보센터, 2021)
② 상수 생산,공급의 전력사용량 및 생산량, 2021 상수도통계, 환경부</td></tr>
<tr><td colspan="2">7 모니터링인자</td><td colspan="2">• 재이용수 공급량(m^3)</td></tr>
<tr><td colspan="2">8 추진사례</td><td colspan="2">• 인천 가좌 하수처리장 : 현대제철 등에 공업용 원수로 공급</td></tr>
</table>

7	폐기물	아이스팩, 커피찌꺼기 재활용	
1 개요		아이스팩 재활용으로 폐기물 매립·소각량을 감소함으로써 온실가스 감축이 이루어지고, 커피찌꺼기는 바이오에너지연료의 원료로 재활용하여 온실가스 저감에 기여	
2 원단위		• [아이스팩] 0.002tCO_2eq/톤 • [커피찌꺼기] 0.001tCO_2eq/톤	
3 감축량산정식		• [아이스팩] 감축원단위(0.002tCO_2eq/톤) × 재활용량(톤) • [커피찌꺼기] 감축원단위(0.001tCO_2eq/톤) × 재활용량(톤)	
4 감축원단위 산정근거		• [아이스팩] 감축원단위(0.002tCO_2eq/톤) = 아이스팩 재활용량 × 생활폐기물 소각시 온실가스 배출량 = 1톤 × {(7.51gCH_4/톤 × 28) + (6.33gN_2O/톤 × 265)} × 10^{-6} = 0.002tCO_2eq/톤 ⋯› 재활용되지 않는 아이스팩은 소각되는 것으로 가정 • [커피찌꺼기] 감축원단위(0.001tCO_2eq/톤) = 커피찌꺼기의 발열량 × 단위환산 × 등유(경유)배출계수 × 단위환산 = 4,500$kcal/kg$ × (4.1868 × 10^{-9})$TJ/kcal$ × 73,200$kgCO_2/TJ$ × 10^{-3} = 0.001tCO_2eq/톤	
5 산정계수		• 생활폐기물 소각시 온실가스 배출량 : 7.51gCH_4/톤, 6.33gN_2O/톤 ※ 폐기물소각 생활폐기물 고정상 SCR 기준	①
		• 커피찌꺼기의 발열량 : 4,500$kcal/kg$ ※ 배출권거래제 외부사업 '커피박펠릿을 활용한 연료전환 사업의 방법론'에서 제시한 적용조건 적용	②
		• 등유(경유)배출계수 : 73,200$kgCO_2/TJ$	③
6 출처		① 환경부, 2018년 승인 국가 온실가스 배출·흡수계수, 2018(4p) ② 농림축산식품부, 커피박펠릿을 활용한 연료전환 사업의 방법론, 2020(1p) ③ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시 제2021-10호), [별표12] 연료별 국가 고유발열량 및 배출계수(제15조제2항관련)	
7 모니터링인자		• 아이스팩 재활용량(톤) • 커피찌꺼기 재활용량(톤)	
8 추진사례		• 아이스팩 재활용 사업 확대 추진, 서울특별시 동작구	

<table>
<tr><th>8</th><th>폐기물</th><th>폐플라스틱 자원화</th></tr>
<tr><td colspan="2">1 개요</td><td>폐플라스틱 중 폐PE, 폐PP, 폐PS를 수거 및 정제하여 화학적 재활용 기술을 이용하여
열분해유를 생산함으로써 폐플라스틱을 자원화하여 온실가스 감축을 하고자 함.</td></tr>
<tr><td colspan="2">2 원단위</td><td>• 1.3 tCO_2eq/ton</td></tr>
<tr><td colspan="2">3 감축량산정식</td><td>• 감축원단위 (1.3 tCO_2eq/ton) × 폐플라스틱 자원화 무게 (ton)</td></tr>
<tr><td colspan="2">4 감축원단위
산정근거</td><td>• 감축원단위(1.3 tCO_2eq/ton)
= 기존 폐플라스틱 폐기물 처리 (소각) 온실가스 배출량 – 폐플라스틱 열분해 과정 온실가스 배출량
= 1.3 tCO_2eq/ton
※ 3.413 tCO_2eq/ton – 2.1 tCO_2eq/ton = 1.3 tCO_2eq/ton
⋯→ 폐플라스틱의 폐기물처리 방법은 소각으로 가정함.
⋯→ 폐플라스틱 열분해 과정의 온실가스 감축량 적용 방법론 : 폐플라스틱을 활용하여 생산한 열분해정제유를 석유정제품의 원료로 사용하는 사업의 방법론 (13A–007–Ver01)</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">5 산정계수</td><td>• 베이스라인 산정 시 사용되는 배출계수
<table><tr><th>대분류</th><th>구분</th><th>원료/에너지</th><th>탄소발자국</th><th>단위</th></tr><tr><td>폐기물처리</td><td>소각</td><td>혼합폐플라스틱 소각</td><td>3.413</td><td>$kgCO_2eq/kg$</td></tr></table></td><td>①</td></tr>
<tr><td>• 사업 배출량 (2.1 tCO_2eq/ton)
= 폐플라스틱 열분해 과정에서 발생하는 온실가스 배출량
※ 2,100 $kgCO_2eq/ton$ ÷ 1000 = 2.1 tCO_2eq/ton</td><td>②</td></tr>
<tr><td colspan="2">6 출처</td><td>① 환경성적표지 평가계수 (2021.08.02.)_탄소발자국 ($kgCO_2eq/kg$), p.6
② 폐플라스틱 열분해 추진여건 및 정책과제 (조지혜 외 2인, 한국환경연구원 정책보고서, 2022.09.), p.39
③ 폐플라스틱을 활용하여 생산한 열분해정제유를 석유정제품의 원료로 사용하는 사업의 방법론 (13A–007–Ver01)</td></tr>
<tr><td colspan="2">7 모니터링인자</td><td>• 폐플라스틱 자원화 무게 (ton)</td></tr>
<tr><td colspan="2">8 추진사례</td><td>• 2023년 폐플라스틱 자원화 소재개발 실증기반 조성 사업, 전라남도
– 폐PET 해중합 및 중합반응을 통한 고분자 소재 중소, 중견기업 등 폐플라스틱 자원화 기술 개발 및 생산하는 기업을 지원</td></tr>
</table>

9	폐기물	현수막 업사이클링	
1 개요		폐현수막(PE, 폴리에스터 섬유)를 이용한 생활용품을 제작(파우치, 에코백, 장바구니, 우산, 텀블러백, 옷 등)하여 활용함으로써, 폐현수막의 소각처리에 따른 온실가스 배출을 줄이기 위한 사업	
2 원단위		• 0.00092tCO_2eq/장PE현수막 • 0.00185$tCO_2eq/kgPE$현수막	
3 감축량산정식		• [개수 기준] 감축원단위(0.00092tCO_2eq/장PE현수막) × 재활용 현수막 개수(장) • [중량 기준] 감축원단위(0.00185$tCO_2eq/kgPE$현수막) × 재활용 현수막 중량(kg)	
4 감축원단위 산정근거		• 소각에 따른 폐현수막 단위 무게당 CO_2 배출계수($kgCO_2eq/kgPE$) = PE의 C 탄소함량 ($kgC/kgPE$) × 44(CO_2)/12(C) × 건조질량분율(섬유류 0.8) = (120 kgC/192 $kgPE$) × (44 CO_2 /12 C) × 0.8 = 1.8333 $kgCO_2eq/kgPE$ ※ PE섬유 건조질량분 0.8, 화석탄소질량분율 및 산화계수 1 적용 • CH_4 및 N_2O 배출계수($kgCO_2eq/kgPE$) = 생활폐기물 소각 CH_4 배출계수×GWP(28) + 생활폐기물 소각 N_2O 배출계수×GWP(265) = (0.0061$gCH_4/kgPE$ × 28) + (0.0521$gN_2O/kgPE$×265) × 10^{-3} = 0.0140 $kgCO_2eq/kgPE$ • PE 소각 배출계수 = 1.8333 + 0.0140 = 1.8473$kgCO_2eq/kgPE$ • 폐현수막 장당 감축원단위 = 폐현수막 장당 무게(kg/장) × PE소각 배출계수 ($kgCO_2eq/kgPE$) = 0.4995 $kgPE$/현수막 장 × 1.8473 $kgCO_2eq/kgPE$ = 0.9227 $kgCO_2eq$/현수막 장	
5 산정계수		• PE 화학식 : $(C_{10}H_8O_4)n$	①
		• 생활폐기물 소각 배출계수($gGHG/kgPE$) : CH_4 0.0061, N_2O 0.0521 (배출권거래제 배출량보고인증 지침의 별표 6. 배출활동별 온실가스 배출량 등 세부산정방법)	②
		• 현수막 1장 중량 : 1.11kg/10㎡ × 4.50㎡ = 0.4995kg/현수막 장 ※ 10㎡ 현수막 1장의 중량 : 약 1.11 kg/장 (녹색운동연합 보도자료) ※ 실외 설치 현수막의 기본 크기는 500× 90㎝로약 4.5㎡ ※ 녹색운동연합 보도자료의 현수막 크기 10㎡는 선거용 현수막 최대 크기 (공직선거관리규칙 제32조)를 기준으로 인용한 것이므로 현수막 제작의 기본 크기를 기준으로 함. (현수막 제작 대형프린터는 기본크기를 기준으로 폭(90~180㎝) 조정하여 수요자의 요청크기로 제작)	
6 출처		① 녹색운동연합 보도자료 (2022.02.13.) https://www.greenkorea.org/activity/living-environment/zerowaste/91981/ ② 별표6 배출활동별 온실가스 배출량 등의 세부산정방법 및 기준 (배출권거래제 배출량 보고 및 인증에 관한 지침)	
7 모니터링인자		• 재활용된 현수막 중량 또는 장수	
8 추진사례		• 행정안전부의 폐현수막 재활용 지원사업 – 2022년 약 22개 지자체지원(마대, 에코백, 보온덮개, 장바구니, 우산, 앞치마 등)	

10	폐기물	RFID 종량기 보급
1 개요		공동주택단지에 *RFID* 종량기를 보급하여 주민들이 음식물쓰레기를 버리면 *RFID*가 자동으로 계량하여 요금을 부과하는 시스템으로, 음식물쓰레기를 줄여서 온실가스 저감에 기여하고자 함
2 원단위		• [*RFID* 종량기 보급대수당] 5.31 tCO_2eq/대 • [*RFID* 종량기 사용 세대당] 0.08 tCO_2eq/세대
3 감축량산정식		• 감축원단위(5.31 tCO_2eq/대) × *RFID* 종량기 보급대수 (대) • 감축원단위(0.08 tCO_2eq/세대) × *RFID* 종량기 사용 세대 수 (세대)
4 감축원단위 산정근거		• [*RFID* 종량기 보급대수당] 감축원단위(5.31 tCO_2eq/대) = {(음식물쓰레기 1*ton*당 온실가스 배출량 × 사업 전 세대당 음식물쓰레기 배출량) ÷ 세대당 보급대수} − *RFID* 종량기 전력사용에 따른 온실가스 배출량 = 5.31 tCO_2eq/대 ※ {(1.7 tCO_2eq/ton × 0.23 *ton*/세대) ÷ 0.016 대/세대} − 18.85 tCO_2eq/대 = 5.31 tCO_2eq/대 • [*RFID* 종량기 사용 세대당] 감축원단위(0.08 tCO_2eq/세대) = *RFID* 종량기 보급대수당 감축원단위 × 세대당 *RFID* 종량기 보급대수 = 0.08 tCO_2eq/세대 ※ 5.31 tCO_2eq/대 × 0.016 대/세대 = 0.08 tCO_2eq/세대 • [사업전 세대당 음식물쓰레기 배출량] (0.23 *ton*/세대) = 연간 가정 음식물쓰레기 총 배출량 ÷ {*RFID* 미도입 세대 수 + (1 − 감축률) × *RFID* 도입 세대 수} = 0.23 *ton*/세대 ※ 3,967,200 *ton* ÷ {13,508,335 + (1 − 0.339) × 6,018,412} = 0.23 *ton*/세대 • [세대당 *RFID* 종량기 보급 대수] (0.016 대/세대) = *RFID* 종량기 보급대수 ÷ *RFID* 도입 세대 수 = 0.016 대/세대 ※ 96,055 대 ÷ 6,018,412 세대 = 0.016 대/세대 • [*RFID* 종량기 1대당 전력사용에 따른 온실가스 배출량] (18.85 tCO_2eq/대) = *RFID* 종량기 연간 적정 전력사용량 × 전력배출계수 = 18.85 tCO_2eq/대 ※ 39.4 *MWh*/대 × 0.4781 tCO_2eq/MWh = 18.85 tCO_2eq/대
5 산정계수		• 음식물쓰레기 폐기처리에 따른 온실가스 배출량 ①

구분		온실가스 배출량
1인 (1식)	음식물쓰레기(폐기) ($kgCO_2eq$/인·식)	0.17
음식물 쓰레기 1 *ton*당 온실가스 배출량 (tCO_2eq/ton) (폐기)		1.7

• 연간 우리나라 음식물쓰레기 총 발생량 (2019년도) ②

분야별	배출량 비율(%)	배출량 (*ton*)
전체	100%	5,220,000
가정	76%	3,967,200
음식점	17%	887,400
사업장	7%	365,400

10	폐기물	RFID 종량기 보급

5 산정계수

• *RFID* 종량기 1대당 전력사용량 (단위 : *MWh*/대) ③

구분	1일	1년
적정 전력사용량	0.108	39.4

• 소비단 전력배출계수 = 0.4781 tCO_2eq/MWh ④

• *RFID* 사용 시 지자체별 음식물쓰레기 평균 감축률 ⑤

번호	분석기간		지자체	평균 감축률(%)	자료 출처 연도 구분
	도입 전	도입 후			
1	2011~2013	2015~2017	인천 중구	35.9	2023
2	2015~2017	2019~2021	경기 시흥시	42	2023
3	2011~2013	2015~2017	서울 양천구	39.8	2023
4	2015~2017	2020~2022	강원 속초시	69.7	2023
5	2012~2014	2016~2018	강원 강릉시	40.5	2023
6	2011~2013	2015~2017	광주 동구	22.2	2023
7	2016~2018	2020~2022	전남 여수시	41.2	2023
8	2014~2016	2018~2020	대전 동구	16	2023
9	2015~2016	2018~2019	경남 양산시	31	2023
10	2013~2015	2017~2019	경기 남양주시	27.7	2022
11	–	–	서울 구로구	49	2022
12	2011~2013	2014~2016	서울 노원구	33	2022
13	2014	2020	서울 동작구	20	2022
14	2015	2016	서울 은평구	40	2022
15	2016	2017	서울 중구	24	2022
16	2019	2020	경기 구리시	10.46	2022
17	2016	2017	경기 부천시	24.5	2022
18	2015	2017	대전 서구	36.5	2022
19	2017	2018	울산시	39.7	2022
평균 감축률				33.9	–

• *RFID* 종량기 도입 세대수 ⑥

전국	전체 세대수	19,526,747
	RFID 도입 세대수	6,018,412
	RFID 미도입 세대수	13,508,335

• *RFID* 종량기 보급대수(도입 장비수) = 96,055 대

6 출처

① 음식물의 에너지 소모량 및 온실가스 배출량 산정 연구 (환경부, 2010)
※ 참고자료 : 음식물쓰레기 감축을 위한 개인 배출권 거래제 도입 (중앙대학교 대학원 임형욱, 2019.02) – *p*.22
② 탄소중립 생활 실천 안내서(학교편), *p*.27, 환경부(2021)
③ 음식물쓰레기 감량기기 및 종량기기(*RFID*) 가이드라인, *p*.7, 서울특별시(2014.02)
④ 온실가스 종합정보센터, 2021, 국가 온실가스 배출계수
⑤ 음식물쓰레기 관리시스템, 음식물쓰레기 감량 추진사례집, *p*.9, 한국환경공단(2022, 2023)
⑥ 음식물쓰레기 관리시스템, 음식물쓰레기 감량 추진사례집(한국환경공단, 2021) – *p*. 9

7 모니터링인자

• *RFID* 종량기 보급대수 (대)
• *RFID* 종량기 사용 세대수 (세대)

8 추진사례

• 음식물쓰레기 *RFID* 종량기 무료 보급 사업, 서울특별시 강남구, 2023
– 음식물쓰레기 *RFID* 종량제 정착 및 음식물쓰레기 저감을 위해서 공동주택단지에 *RFID* 종량기를 무료로 보급

11	폐기물	가정용 음식물류 폐기물 감량기기 보급 지원
1 개요		가정용 음식물류 폐기물 감량기기를 통하여 음식물 쓰레기 발효 및 미생물 분해 과정을 통해 음식물 쓰레기 처리 과정에서 발생하는 온실가스를 저감하고자 함.
2 원단위		• 0.121 tCO_2eq/대
3 감축량산정식		• 감축원단위(0.121 tCO_2eq/대) × 음식물류 폐기물 감량기기 보급대수 (대) ⋯→ 1가구당 음식물류 폐기물 감량기기 1대 보급을 기준으로 함
4 감축원단위 산정근거		• [감축원단위(0.121 tCO_2eq/대) = 1인 가구 가중평균값 + 2인 가구 가중평균값 + 3인 가구 가중평균값 + 4인 가구 가중평균값 + 5인 가구 가중평균값 + 6인 가구 가중평균값 = (−0.018 + 0.025 + 0.044 + 0.051 + 0.016 + 0.005) tCO_2eq/대 = 0.121 tCO_2eq/대

〈가구당 음식물류 폐기물 감량기기 사용시 감축원단위 가중평균값〉

구분	가구당 감축원단위 (tCO_2eq/대)	가중치 (%)	가구당 감축원단위 가중평균값 (tCO_2eq/대)
1인 가구	−0.052	34.5	−0.018
2인 가구	0.087	28.8	0.025
3인 가구	0.227	19.2	0.044
4인 가구	0.366	13.8	0.051
5인 가구	0.506	3.1	0.016
6인 이상 가구	0.646	0.7	0.005

※ 가구당 감축원단위 가중평균값 = 가중치 (%) × 가구당 감축원단위
[1인 가구 가중평균값] = 34.5% × (−0.052 tCO_2eq/대) = − 0.018 tCO_2eq/대
[2인 가구 가중평균값] = 28.8% × 0.087 tCO_2eq/대 = 0.025 tCO_2eq/대
[3인 가구 가중평균값] = 19.2% × 0.227 tCO_2eq/대 = 0.044 tCO_2eq/대
[4인 가구 가중평균값] = 13.8% × 0.366 tCO_2eq/대 = 0.051 tCO_2eq/대
[5인 가구 가중평균값] = 3.1% × 0.506 tCO_2eq/대 = 0.016 tCO_2eq/대
[6인 가구 이상 가중평균값] = 0.7% × 0.646 tCO_2eq/대 = 0.005 tCO_2eq/대
⋯→ 1가구당 음식물류 폐기물 감량기기 1대씩 보급한다고 가정함
⋯→ 6인 이상 가구는 6인으로 감축원단위를 산정함

〈가구원 수당 감축원단위〉

• [1인 가구 감축원단위] − 0.052 tCO_2eq/대
= (1인 가구 음식물류 폐기물 감량기기 1대 사용 시 온실가스 감축량 × 1대당 가구원 수) − 음식물류 폐기물 감량기기 1대당 전력 사용 온실가스 배출량
= (0.14 tCO_2eq/인 × 1인/대) − 0.192 tCO_2eq/대 = − 0.052 tCO_2eq/대

• [2인 가구 감축원단위] 0.087 tCO_2eq/대
= (2인 가구 음식물류 폐기물 감량기기 1대 사용 시 온실가스 감축량 × 1대당 가구원 수) − 음식물류 폐기물 감량기기 1대당 전력 사용 온실가스 배출량
= (0.14 tCO_2eq/인 × 2인/대) − 0.192 tCO_2eq/대 = 0.087 tCO_2eq/대

• [3인 가구 감축원단위] 0.227 tCO_2eq/대
= (3인 가구 음식물류 폐기물 감량기기 1대 사용 시 온실가스 감축량 × 1대당 가구원 수) − 음식물류 폐기물 감량기기 1대당 전력 사용 온실가스 배출량
= (0.14 tCO_2eq/인 × 3인/대) − 0.192 tCO_2eq/대 = 0.227 tCO_2eq/대

11	폐기물	가정용 음식물류 폐기물 감량기기 보급 지원

4 감축원단위 산정근거

• [4인 가구 감축원단위] 0.366 tCO_2eq/대
= (4인 가구 음식물류 폐기물 감량기기 1대 사용 시 온실가스 감축량
× 1대당 가구원 수) − 음식물류 폐기물 감량기기 1대당 전력 사용 온실가스 배출량
= (0.14 tCO_2eq/인 × 4인/대) − 0.192 tCO_2eq/대 = 0.366 tCO_2eq/대

• [5인 가구 감축원단위] 0.506 tCO_2eq/대
= (5인 가구 음식물류 폐기물 감량기기 1대 사용 시 온실가스 감축량
× 1대당 가구원 수) − 음식물류 폐기물 감량기기 1대당 전력 사용 온실가스 배출량
= (0.14 tCO_2eq/인 × 5인/대) − 0.192 tCO_2eq/대 = 0.506 tCO_2eq/대

• [6인 이상 가구 감축원단위] 0.646 tCO_2eq/대
= (6인 이상 가구 음식물류 폐기물 감량기기 1대 사용 시 온실가스 감축량
× 1대당 가구원 수) − 음식물류 폐기물 감량기기 1대당 전력 사용 온실가스 배출량
= (0.14 tCO_2eq/인 × 6인/대) − 0.192 tCO_2eq/대 = 0.646 tCO_2eq/대
⋯› 1가구당 음식물류 폐기물 감량기기 1대씩 보급한다고 가정함(1가구 = 1대)

※ [음식물류 폐기물 감량기기 연간 1인 온실가스 감축량] 0.14 tCO_2eq/인
= 1인당 1회 음식물 쓰레기로 인해 발생하는 온실가스 배출량
× 1인당 1일 음식물 쓰레기 발생횟수 × 음식물류 폐기물 감량기기 감축률
× 365일/년
= (0.17 $kgCO_2eq$/인·식 × 3식/일 ÷ 1,000 $kgCO_2eq/tCO_2eq$) × 75% × 365일/년
= 0.14 tCO_2eq/인
⋯› 1인당 음식물 쓰레기 발생횟수는 1일 3회 식사를 통해 발생하는 것으로 가정함

※ [음식물류 폐기물 감량기기 연간 1대당 전력 사용으로 인한 온실가스 배출량] 0.192 tCO_2eq/대
= 1일 음식물류 폐기물 감량기기 소비전력량 × 전력배출계수 × 365일/년
= 1.1 kWh/대·일 × 0.0004781 tCO_2eq/kWh × 365일/년
= 0.192 tCO_2eq/대
⋯› 음식물류 폐기물 감량기기 1일 사용 횟수는 1회로 가정하여 산정하였음

5 산정계수

• 음식물쓰레기 폐기처리에 따른 온실가스 배출량

구분		온실가스 배출량
1인 (1식)	음식물쓰레기 (폐기) ($kgCO_2eq$/인·식)	0.17

①

• 감량기기 방식에 따른 음식물 폐기물 감축률

감량기기 방식	감축률
발효 방식	75%
발효 건조 방식	75%
탄화 건조 방식	75%
부숙 방식	75%
미생물 액상발효 (미생물 발효) 방식	75%
평균	75%

※ 발효 방식과 미생물 액상발효 방식의 음식물류 폐기물 감량기기 감축률은 50% 이상이나, 시판되고 있는 기기의 경우 일반적으로 75% 이상의 감축률이므로 이를 적용함
※ 건조 방식, 탈수 방식의 음식물류 폐기물 감량기기는 단순 수분 제거 방식이므로 제외함

②

<table>
<tr><th>11</th><th>폐기물</th><th colspan="2">가정용 음식물류 폐기물 감량기기 보급 지원</th></tr>
<tr><td rowspan="3">5 산정계수</td><td colspan="2">• 총조사가구 통계조사
<table>
<tr><th rowspan="2">행정구역별</th><th rowspan="2">가구원 수별</th><th>2022</th></tr>
<tr><th>세대 수</th></tr>
<tr><td rowspan="7">전국</td><td>총계</td><td>21,774,000</td></tr>
<tr><td>1인 가구 구성비(%)</td><td>34.5</td></tr>
<tr><td>2인 가구 구성비(%)</td><td>28.8</td></tr>
<tr><td>3인 가구 구성비(%)</td><td>19.2</td></tr>
<tr><td>4인 가구 구성비(%)</td><td>13.8</td></tr>
<tr><td>5인 가구 구성비(%)</td><td>3.1</td></tr>
<tr><td>6인 이상 가구 구성비(%)</td><td>0.7</td></tr>
</table></td><td>③</td></tr>
<tr><td colspan="2">• 음식물류 폐기물 감량기기 전력사용량= 1.1(kWh/대·일)
[1일 음식물류 폐기물 감량기기 소비전력량] 1.1 kWh/대·일
= 음식물류 폐기물 감량기기 소비전력량(kWh/kg)④
× 음식물류 폐기물 감량기기 1대 용량 기준(kg/일·가구)⑥,⑦ × 1가구/1대
= 1.1 kWh/kg × 1 kg/일·가구 × 1가구/1대= 1.1 kWh/대·일
⋯→ 1가구당 음식물류 폐기물 감량기기 1대씩 보급한다고 가정함</td><td>④
⑥
⑦</td></tr>
<tr><td colspan="2">• 전력배출계수 = 0.4781 × $10^{-3} tCO_2eq/kWh$</td><td>⑤</td></tr>
<tr><td>6 출처</td><td colspan="2">① 음식물쓰레기 감축을 위한 개인 배출권 거래제 도입(중앙대학교 대학원 임형욱, 2019년 2월) – p.22
– 출처 : 환경부 (2010, 음식물의 에너지 소모량 및 온실가스 배출량 산정 연구)
② 음식물류 폐기물 감량기 설치, 운영 가이드라인 (환경부, 2020.03.) – p.13
③ $KOSIS$ 국가통계포털 통계자료 (인구총조사. 통계청) (2022)
④ 음식물류폐기물 처리기 SPS–B $KFPC$ 0001–7231 : 2018
(한국음식물처리기기협동조합, 2018.01.16.) – p.10
⑤ 온실가스 종합정보센터, 2021, 국가 온실가스 배출계수
⑥ 음식물쓰레기 감량기기 및 종량기기($RFID$) 가이드라인
(서울특별시, 기후환경본부 생활환경과, 2014.02.) p .13
⑦ 음식물류폐기물 처리실태 조사 및 관리방안 연구(환경부, 2017.02.) – p. 155</td></tr>
<tr><td>7 모니터링인자</td><td colspan="2">• 음식물류 폐기물 감량기기 보급대수 (대)</td></tr>
<tr><td>8 추진사례</td><td colspan="2">• 음식물류 폐기물 감량기기 구매 금액 지원사업
(서울특별시 용산구, 인천광역시 중구, 강원특별자치도 강릉시, 경상남도 통영시 등)
– 지정된 음식물류 폐기물 감량기기를 구매하면 구매지원금을 최대 50%까지 지원</td></tr>
</table>

12	폐기물	포장재 폐기물 저감(제로웨이스트 샵(리필스테이션) 이용 확대)
1 개요		제로웨이스트 샵 확대를 통해 포장재 폐기물의 사용량을 저감하여 온실가스 저감에 기여하고자 함 ※ 리필스테이션의 형태에 해당하는 가게라면 식품업, 생활용품점 등 모두 본 감축원단위 활용 가능
2 원단위		• [비닐 포장재 저감 개수당] 0.00009 tCO_2eq/개 • [플라스틱 포장재 저감 개수당] 0.00008 tCO_2eq/개 • [제로웨이스트 샵 수당] 0.18 tCO_2eq/가게
3 감축량산정식		• [비닐 포장재 저감 개수당] 감축원단위 (0.00009 tCO_2eq/개) × 비닐 포장재 저감 개수 (개) • [플라스틱 포장재 저감 개수당] 감축원단위 (0.00008 tCO_2eq/개) × 플라스틱 포장재 저감 개수 (개) • [제로웨이스트 샵 수당] 감축원단위 (0.18 tCO_2eq/가게) × 제로웨이스트 샵 수 (가게) ⋯→ 리필스테이션을 이용하여 제품 1개를 포장재 없이 이용했을 경우 업종의 종류에 상관없이 해당됨 **적용 예시** • 감축원단위 적용 예시 제로웨이스트 샵 개수 = 7 가게 제로웨이스트 샵 수당 감축원단위 = 0.18 tCO_2eq/가게 온실가스 감축량 산정 = 1.26 tCO_2eq = 제로웨이스트 샵 수 × 제로웨이스트 샵 수당 감축원단위 = 1.26 tCO_2eq ※ 7 가게 × 0.18 tCO_2eq/가게 = 1.26 tCO_2eq
4 감축원단위 산정근거		• [제로웨이스트 샵 수당] 감축원단위 (0.18 tCO_2eq/가게) = 포장재 저감 개수당 온실가스 배출량 × 가게당 포장재 수 = 0.000083 tCO_2eq/개 × 2,200 개/가게 = 0.18 tCO_2eq/가게 ※ [포장재 저감 개수당 온실가스 배출량] (0.000083 tCO_2eq/개) = 비닐 포장재 저감 개수당 감축원단위 × 비닐 조성 비율 + 플라스틱 포장재 저감 개수당 감축원단위 × 플라스틱 조성 비율 = 0.000092 tCO_2eq/개 × 45.3 % + 0.000073 tCO_2eq/개 × 54.7 % = 0.000083 tCO_2eq/개 • [비닐 포장재 저감 개수당] 감축원단위(0.000092 tCO_2eq/개) = 비닐 포장재 1개당 생산단계 온실가스 배출량 + 포장재 1개당 폐기단계 온실가스 배출량 = (0.037 $kgCO_2eq$/개 + 0.054 $kgCO_2eq$/개) ÷ 1,000 kg/ton = 0.000092 tCO_2eq/개 ※ [비닐 포장재 1개당 생산단계 온실가스 배출량] (0.037 $kgCO_2eq$/개) = 비닐 포장재 1개당 무게 × $LDPE$ 탄소배출계수 = 0.02 kg/개 × 1.862 $kgCO_2eq/kg$ = 0.037 $kgCO_2eq$/개 • [플라스틱 포장재 폐기물 저감 개수당] 감축원단위(0.000073 tCO_2eq/개) = 플라스틱 포장재 1개당 생산단계 온실가스 배출량 + 포장재 1개당 폐기단계 온실가스 배출량 = (0.022 $kgCO_2eq$/개 + 0.054 $kgCO_2eq$/개) ÷ 1,000 kg/ton = 0.000073 tCO_2eq/개 ※ [플라스틱 포장재 1개당 생산단계 온실가스 배출량] (0.022 $kgCO_2eq$/개) = 플라스틱 포장재 1개당 무게 × PET 탄소배출계수 = 0.009 kg/개 × 2.370 $kgCO_2eq/kg$ = 0.022 $kgCO_2eq$/개 ※ [포장재 폐기물 1개당 폐기단계 온실가스 배출량] (0.054 $kgCO_2eq$/개) = 포장재 폐기물 1개당 평균 무게 × 혼합폐플라스틱 소각 탄소배출계수 = 0.0159 kg/개 × 3.413 $kgCO_2eq/kg$ = 0.054 $kgCO_2eq$/개 ⋯→ 폐기물처리 방법은 소각으로 가정하였음 ⋯→ 플라스틱과 비닐의 재질은 제로마켓 시범사업에서 실제 저감한 포장재의 종류를 기준으로 함

12	폐기물	포장재 폐기물 저감(제로웨이스트 샵(리필스테이션) 이용 확대)

5 산정계수

• 일회용 포장재 종류 및 배출계수_생산단계 ①

분류	종류	명칭	탄소발자국 ($kgCO_2eq/kg$)
플라스틱	*PET*	폴리에틸렌테레프탈레이트	2.370
비닐	*LDPE*	저밀도 폴리에틸렌	1.862

• 폐기물처리 배출계수_폐기단계 ①

분류	종류	명칭	탄소발자국 ($kgCO_2eq/kg$)
폐기물처리	소각	혼합폐플라스틱 소각	3.413

• 포장재 1개당 무게 (0.0159 kg/개)
= 포장재 연간 소비 무게(kg) ÷ 포장재 연간 사용량(개)
※ 715,058,000 kg ÷ 44,900,000,000 개 = 0.0159 kg/개
⋯→ 포장재 1개당 무게는 포장용 비닐봉투와 포장용 플라스틱의 각 무게 합계와 사용량의 합계로 산출하였음

• 플라스틱 포장재 1개당 무게 (0.009 kg/개)
= 플라스틱 연간 소비 무게(kg) ÷ 플라스틱 연간 사용량(개)
※ 162,458,000 kg ÷ 17,300,000,000 개 = 0.009 kg/개

• 비닐 포장재 1개당 무게 (0.02 kg/개)
= 비닐 연간 소비 무게(kg) ÷ 비닐 연간 사용량(개)
※ 552,600,000 kg ÷ 27,600,000,000 개 = 0.02 kg/개 ②

• 2020년 일회용 플라스틱 소비 발자국

구분	포장용 비닐봉투	포장용 플라스틱	포장재 합계	단위
연간 소비량	27,600,000,000	17,300,000,000	44,900,000,000	개
	552,600,000	162,458,000	715,058,000	kg

⋯→ 포장재 합계 = 포장용 비닐봉투 + 포장용 플라스틱
포장재 개수 = 포장용 비닐봉투 개수 + 포장용 플라스틱 개수
※ 44,900,000,000 개 = 27,600,000,000 개 + 17,300,000,000 개
포장재 무게 = 포장용 비닐봉투 무게 + 포장용 플라스틱 무게
※ 715,058,000 kg = 552,600,000 kg + 162,458,000 kg ②

• 가게당 포장재 수 (2,200개/가게)
= (제로마켓 시범사업 포장재 저감량 ÷ 제로마켓 시범사업 가게 수) ÷ 포장재 1개당 무게
= 2,200개/가게
※ (245.2 kg ÷ 7 가게) ÷ 0.0159 kg/개 = 2,200개/가게 ③

• 포장재 조성비

포장재 종류	포장재 조성비 (%)
플라스틱 (*PET*)	54.7
비닐 (*LDPE*)	45.3

⋯→ 포장재 조성 비율은 전체 일회용 플라스틱에서 발생한 플라스틱 재질 구성 비율 중 각 플라스틱과 비닐 비율로 적용함 ④

12	폐기물	포장재 폐기물 저감(제로웨이스트 샵(리필스테이션) 이용 확대)
6 출처		① 환경성적표지 평가계수_탄소발자국 ($kgCO_2eq/kg$) – p.4–6 ② 2023 플라스틱 대한민국2.0_코로나19 시대_플라스틱 소비의 늪에 빠지다 (그린피스, 2023.03.)) – p.11 ③ 순환경제–탄소중립 연계 위한 서울시 온실가스 배출량 감축방안 (서울연구원,2023.06.30.) – p. 112~113 ④ 2023 플라스틱 배출기업 조사보고서, 우리는 일회용을 마신다 (그린피스, 2024.01.) p.11
7 모니터링인자		• [포장재 폐기물 저감 개수당] 제로웨이스트 샵 이용 제품 수 (개) • [제로웨이스트 샵 수당] 제로웨이스트 샵 수 (가게)
8 추진사례		• 민간 제로마켓 활성화 지원 사업 – 서울특별시 (2023.05.) – 일회용 플라스틱 폐기물 발생을 줄이고 친환경 소비문화를 확산하기 위해 다양한 형태의 제로웨이스트 매장 200개소를 모집하는 정책을 마련하고, 일회용품·일회용 포장재 사용을 줄이고 소분·리필 방식 등을 통해 제품을 필요한 만큼만 구입할 수 있는 제로웨이스트 매장을 '서울 제로마켓'으로 선정해 지원하고 있음.

13	폐기물	식품접객업 일회용 비닐봉투 사용 규제

1 개요

현대사회에 발달한 배달산업으로 일회용 비닐봉투를 비롯한 일회용품의 증가로 인해 발생하는 온실가스 배출량이 상당한 수준임.
이에 따라 식품접객업에서의 일회용 비닐봉투를 사용하지 않음으로써 일회용 비닐봉투 사용으로 발생하는 온실가스 배출량을 저감하고자 함

2 원단위

- [일회용 비닐봉투 개당] 0.000068 tCO_2eq/개
- [가게당] 2.08 tCO_2eq/가게

3 감축량산정식

- [일회용 비닐봉투 개당] 감축원단위 (0.000068 tCO_2eq/개) × 소비되는 비닐봉투 (개)
- [가게당] 감축원단위 (2.08 tCO_2eq/가게) × 사업 참여 식품접객업 가게 수 (가게)

4 감축원단위 산정근거

- [일회용 비닐봉투 개당] 감축원단위(0.000068 tCO_2eq/개)
  = 일회용 비닐봉투 1개당 무게 × 혼합폐플라스틱 소각 탄소발자국 계수
  = 0.00002 ton/개 × 3.413 tCO_2eq/ton = 0.000068 tCO_2eq/개
  ⋯→ 폐기물처리 방법은 소각으로 가정하였음

- [일회용 비닐봉투 개당] 0.00002 ton/개
  = 국내 일회용 비닐봉투 연간 소비 무게 ÷ 국내 일회용 비닐봉투 연간 소비 개수
  = (552,600 ton ÷ 27,600,000,000개) = 0.00002 ton/개

- [가게당] 감축원단위(2.08 tCO_2eq/가게)
  = (일회용 비닐봉투 1개당 온실가스 배출량 × 국내 일회용 비닐봉투 연간 소비개수)
  ÷ 국내 식품접객업 가게 수
  = (0.000068 tCO_2eq/개 × 27,600,000,000개) ÷ 908,092 가게
  = 2.08 tCO_2eq/가게

5 산정계수

- 혼합폐플라스틱 소각 탄소발자국 계수

대분류	구분	원료/에너지	단위	탄소발자국 ($kgCO_2eq/kg$)
폐기물처리	소각	혼합폐플라스틱 소각	kg	3.413

①

- 국내 일회용 비닐봉투 연간 소비량 (552,600 ton) ②

- 국내 일회용 비닐봉투 연간 소비 개수 (27,600,000,000 개) ②

- 2022년 국내 식품접객업 수

업종 구분	전국 가게 수	단위
식품접객업	908,092	가게

⋯→ 식품접객업 범위 : 휴게음식점, 일반음식점, 단란주점영업, 유흥주점영업, 위탁급식영업, 제과점영업
⋯→ 식품접객업 범위 중 단란주점영업, 유흥주점영업, 위탁급식영업은 제외하여 산정하였음

③

6 출처

① 환경성적표지 평가계수_탄소발자국 ($kgCO_2eq/kg$) – p.6
② 2023 플라스틱 대한민국2.0_코로나19 시대_플라스틱 소비의 늪에 빠지다 (그린피스, 2023.03.)) – p.12
③ $KOSIS$ 국가통계포털 (업종별 식품접객업체 현황, 2022) –「식생활관리현황」, 식품의약품안전처

7 모니터링인자

- 소비되는 비닐봉투 (개)
- 사업 참여 가게 수 (가게)

⋯→ 사업 참여 가게는 식품접객업을 대상으로 함

8 추진사례

- 1회용품 사용 줄이기, 전라남도 광양시, 2023
  – 1회용품 줄이기 문화를 조성하기 위해 개별업소 방문을 통한 참여형 계도(1회용품 줄여가게) 동참 요청 등 진행 예정

14	폐기물	일회용 플라스틱 컵 사용 자제

1 개요

일회용 플라스틱 컵을 비롯한 일회용품 사용량의 증가로 인해 발생하는 온실가스 배출량이 상당함에 따라 커피 전문점 및 기타 비알콜 음료업에서 플라스틱 컵 사용을 자제함으로써 일회용 플라스틱 컵 사용 후 폐기물 처리에 발생하는 온실가스 배출량을 저감하고자 함

2 원단위

- [일회용 플라스틱 컵당] 0.000048 tCO_2eq/개
- [가게당] 2.34 tCO_2eq/가게

3 감축량산정식

- [일회용 플라스틱 컵당] 감축원단위(0.000048 tCO_2eq/개)×소비되는 음료 개수 (개)
- [가게당] 감축원단위 (2.34 tCO_2eq/가게) × 사업 참여 가게 수 (가게)

4 감축원단위 산정근거

- [일회용 플라스틱 컵당] 감축원단위(0.000048 tCO_2eq/개)
  = 일회용 플라스틱 컵 1개당 평균 무게×혼합폐플라스틱 소각 탄소배출계수 × 단위환산
  = 0.014kg/개 × 3.413 $kgCO_2eq/kg$ ÷ 1000 = 0.000048 tCO_2eq/개
  ※ 폐기물처리 방법은 소각으로 가정하였음

- [가게당] 감축원단위(2.34 tCO_2eq/가게)
  = (일회용 플라스틱 컵당 온실가스 배출량 ×국내 인구 일회용 플라스틱 컵 연간 소비량) ÷ 국내비알코올 음료점업 총 가게 수
  = (0.000048 tCO_2eq/개×5,300,000,000개)÷108,466 가게=2.34 tCO_2eq/가게

5 산정계수

- 베이스라인 산정 시 사용되는 배출계수 ①

대분류	구분	원료/에너지	단위	탄소발자국 ($kgCO_2eq$)
폐기물처리	소각	혼합폐플라스틱 소각	kg	3.413

- 일회용 플라스틱 컵 1인당 연간 소비량 (1.434 kg/인) ②
  = 국내 인구 일회용 플라스틱 컵 연간 소비량(2020년) ÷ 국내 인구수
  = 74,319,000 kg ÷ 51,840,000인 = 1.434 kg/인

- 일회용 플라스틱 컵 1개당 무게 (0.014 kg/개) ②
  = 1인당 일회용 플라스틱 컵 연간 소비량 ÷ 1인당 일회용 플라스틱컵 연간 사용량
  = 1.434 kg/인 ÷ 102개/인 = 0.014 kg/개

- 2020년 일회용 플라스틱 소비 발자국 ②

	일회용 플라스틱 컵	단위
국내 인구 수	51,840,000	인
국내 인구 연간 소비량	5,300,000,000	개
	74,319,000	kg
1인당 연간 사용량	102	개/인

- 2020년 국내 비알코올 음료점업 수 ③

구분	가게 수	단위
커피 전문점	89,892	가게
기타 비알콜 음료점업	18,574	가게
합계	108,466	가게

14	폐기물	일회용 플라스틱 컵 사용 자제
6 출처		① 환경성적표지 평가계수_탄소발자국 ($kgCO_2eq$, p.6) ② 2023 플라스틱 대한민국2.0_코로나19 시대_플라스틱 소비의 늪에 빠지다 (그린피스, 2023.03., p.12) ③ 2022년 식품외식산업 주요 통계_통계청 서비스업 조사(p.55)
7 모니터링인자		• 소비되는 음료 개수 (개) • 사업 참여 가게 수 (가게)
8 추진사례		• 4월 1일부터 카페 내 1회용컵 금지_제로웨이스트 서울 본격 추진, 서울특별시시 보도자료, 2022 – 자치구, 시민단체와 합동점검반을 구성해 매장 내 1회용 플라스틱 컵 사용 여부를 집중적으로 단속하며, 커피전문점 밀집도, 유동인구 등을 고려해 16개 관리지역을 선정하고, 개인 카페 및 프랜차이즈를 대상으로 집중점검을 하는 사업 추진

15	폐기물	음식물쓰레기 저감 캠페인	
1 개요		음식문화 개선 및 교육·홍보를 강화하여 영업자와 소비자 의식의 전환을 통해 1일 발생하는 음식물 쓰레기 감량에 따른 온실가스 감축을 기대할 수 있는 정책	
2 원단위		• [퇴비화] 0.192$kgCO_2eq/kg$ • [혐기성소화] 0.028$kgCO_2eq/kg$	
3 감축량산정식		• [퇴비화] 감축원단위(0.192$kgCO_2eq/kg$) × 음식물폐기물 감축량(kg) • [혐기성소화] 감축원단위(0.028$kgCO_2eq/kg$) × 음식물폐기물 감축량(kg)	
4 감축원단위 산정근거		• [퇴비화] 감축원단위(0.192$kgCO_2eq/kg$) = {(퇴비화 처리에 따른 메탄 배출계수 × 메탄GWP) + (퇴비화 처리에 따른 아산화질소 배출계수 × 아산화질소GWP)} × 단위환산 ※ {(4gCH_4/kg × 28) + (0.3gN_2O/kg × 265)} × 10^{-3} = 0.192$kgCO_2eq/kg$ • [혐기성소화] 감축원단위(0.028$kgCO_2eq/kg$) = (혐기성소화 처리에 따른 메탄 배출계수 × GWP) × 단위환산 ※ (1gCH_4/kg × 28) × 10^{-3} = 0.028$kgCO_2eq/kg$ ⋯→ 공공음식물처리시설의 주요 처리유형인 퇴비화와 혐기성소화에 따른 온실가스 배출량을 기준(습량기준)으로 산정함	
5 산정계수		• 퇴비화 처리에 따른 메탄 배출계수 : 4gCH_4/kg	①
		• 퇴비화 처리에 따른 아산화질소 배출계수 : 0.3gN_2O/kg	①
		• 혐기성소화 처리에 따른 메탄 배출계수 : 1gCH_4/kg	①
6 출처		① 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시 제2021-10호), [별표6] 33.고형폐기물의 생물학적 처리 〈표-57〉	
7 모니터링인자		• 음식물폐기물 감축량(kg)	
8 추진사례		• 음식물 쓰레기 저감 캠페인, 서울특별시 동대문구	

16	폐기물	지방세 종이 고지서의 전자 고지서 대체
1 개요		종이로 발급되고 있는 지방세 고지서 생산 및 폐기과정에서 발생하는 온실가스 배출량이 상당함에 따라 기존의 종이 고지서를 전자고지서로 대체하여 종이 고지서로 인해 배출되는 온실가스 배출량을 저감하고자 함
2 원단위		• [건당 전자고지서 이용] 0.00000572 tCO_2eq/건 • [가구당 전자고지서 이용] 0.00004648 tCO_2eq/가구
3 감축량산정식		• [건당 전자고지서 이용] 감축원단위(0.00000572 tCO_2eq/건) × 전자고지서 발행 건수 (건) • [가구당 전자고지서 이용] 감축원단위(0.00004648 tCO_2eq/가구) × 전자고지서 발행 가구 수 (가구)
4 감축원단위 산정근거		• [건당 전자고지서 이용] 감축원단위(0.00000572 tCO_2eq/건) 종이고지서 1장 생산 시 발생하는 온실가스 배출량 = (고지서 1장 무게 × 인쇄용지 1g당 배출되는 생산단계 온실가스 배출계수) + (고지서 1장 무게 × 인쇄 용지 1g당 배출되는 폐기단계 온실가스 배출계수) ※ (5g/건 × 1.12gCO_2eq/g) + (5g/건 × 0.024gCO_2eq/g) = 0.00572$kgCO_2eq$/건 = 0.00000572 tCO_2eq/건 • [가구당 전자고지서 이용 감축원단위] (0.00004648 tCO_2eq/가구) 전자고지서 이용 감축원단위 = 종이고지서 1장 생산시 발생하는 온실가스 배출량 × 가구당종이 고지서 전국 평균 발행량 ※ 0.00572 $kgCO_2eq$/건 × 8.126건/가구 = 0.04648 $kgCO_2eq$/가구 = 0.00004648 tCO_2eq/가구 • [지역별 가구당 전자고지서 이용 감축원단위]

구분	가구당 평균 고지서 수 (건/가구)	지역별 감축원단위 ($kgCO_2eq$/가구)
서울	8.30	0.0475
부산	7.42	0.0424
대구	7.15	0.0409
인천	7.56	0.0432
광주	8.92	0.0510
대전	7.79	0.0446
울산	6.24	0.0357
세종	8.69	0.0497
경기	8.52	0.0488
강원	7.37	0.0421
충북	7.66	0.0438
충남	8.96	0.0512
전북	7.25	0.0415
전남	11.01	0.0630
경북	7.34	0.0420
경남	8.14	0.0466
제주	7.57	0.0433

※ 지역별 감축원단위는 아래의 계산과정으로 산정되었으며, 지역별산정값이 다름

16	폐기물	지방세 종이 고지서의 전자 고지서 대체

4 감축원단위 산정근거

• 가구당 평균 고지서 수(건/가구) = 총 국내 지방세 발송건수 (건) ÷ 국내 총 가구 수(가구)

• 지역별 감축원단위($kgCO_2eq$/가구) = 지역별 가구당 평균 고지서 수(건/가구)
× 종이고지서 1장 이용 시 발생하는 온실가스 배출량(0.00572 $kgCO_2eq$/건)

5 산정계수

• 종이 고지서 1장 무게 = A4용지 기준 1장 무게 (5g/건) ④

• 인쇄용지 1g당 배출되는 생산단계 온실가스 배출계수 (1.12 gCO_2eq/g) ①

구분	폐기 방법	배출계수	단위
펄프 및 종이	인쇄용지(신재)	1.12	$kgCO_2eq/kg$

• 인쇄용지 1g 당 배출되는 온실가스 배출계수(0.024 gCO_2eq/g) ①

구분	폐기 방법	배출계수	단위
소각	폐지 소각	0.024	$kgCO_2eq/kg$

• 폐기물 처리방법

구분	폐기 방법	배출계수	단위	비고
매립	폐목 매립	6.07E−02	$kgCO_2eq/kg$	
	폐지 매립	8.96E−01	$kgCO_2eq/kg$	
	혼합폐플라스틱 매립	7.98E−02	$kgCO_2eq/kg$	
	폐유리 매립	7.03E−03	$kgCO_2eq/kg$	개정
	폐콘크리트 매립	7.03E−03	$kgCO_2eq/kg$	개정
	유해폐기물 매립	1.78E−01	$kgCO_2eq/kg$	개정
	폐금속 매립	7.03E−03	$kgCO_2eq/kg$	개정
	비활성물질 위생매립	1.21E−02	$kgCO_2eq/kg$	개정
	생활폐기물 위생매립	4.74E−01	$kgCO_2eq/kg$	개정
소각	폐목 소각	1.17E−02	$kgCO_2eq/kg$	
	폐지 소각	2.40E−02	$kgCO_2eq/kg$	개정
	혼합폐플라스틱 소각	2.35E+00	$kgCO_2eq/kg$	
	폐고무 소각	3.14E+00	$kgCO_2eq/kg$	
	폐유리 소각	2.42E−02	$kgCO_2eq/kg$	
	폐금속 소각	1.70E−02	$kgCO_2eq/kg$	
	일반폐기물 소각	1.23E−01	$kgCO_2eq/kg$	
	지정폐기물 소각	3.43E−01	$kgCO_2eq/kg$	

• [가구당 종이 고지서 평균 발행량 계산]
가구당 종이 고지서 전국 평균 발행량 = 총 국내 지방세 발송 건수 ÷ 국내 총 가구 수
※ 162,344,557 건 ÷ 19,979,188 가구 = 8.126건/가구
※ 총 국내 지방세 발송 건수는 일반우편과 등기우편 발송 건수 합계로 산정하였음

16	폐기물	지방세 종이 고지서의 전자 고지서 대체

5 산정계수

• 2018년 지방세 송달 현황

구분	총 국내 지방세 발송건수 (일반우편 + 등기우편) (건)	국내 총 가구 수 (일반가구) (가구)	가구당 평균 고지서 수 (건/가구)	지역별 감축원단위 ($kgCO_2eq$/가구)
서울	31,878,449	3,839,766	8.30	0.0475
부산	10,116,174	1,363,608	7.42	0.0424
대구	6,849,491	957,516	7.15	0.0409
인천	8,271,082	1,094,749	7.56	0.0432
광주	5,160,429	578,559	8.92	0.0510
대전	4,690,888	602,175	7.79	0.0446
울산	2,692,667	431,391	6.24	0.0357
세종	1,034,918	119,029	8.69	0.0497
경기	40,502,076	4,751,497	8.52	0.0488
강원	4,629,806	628,484	7.37	0.0421
충북	4,907,876	640,978	7.66	0.0438
충남	7,625,049	851,124	8.96	0.0512
전북	5,317,335	732,980	7.25	0.0415
전남	8,115,958	737,406	11.01	0.0630
경북	8,032,256	1,094,534	7.34	0.0420
경남	10,634,745	1,306,394	8.14	0.0466
제주	1,885,358	248,998	7.57	0.0433
전국	162,344,557	19,979,188	8.126	0.0465

②

6 출처

① 한국환경산업기술원 2018 환경성적표지 인증안내서(*p*.203)
② 정보기술을 활용한 지방세 고지서 송달 개선방안_류영아 (한국지역정보화 학회지 제22권 제1호 (2019. 3) : 55~73) 中 행정안전부 지방세입정보과 내부자료(*p*.57)
③ *KOSIS* 국가통계포털 (통계청)_거주지역별 주택소유/무주택가구수_2018년
④ 수요자 중심의 공공서비스 디자인 개선방안 – 성남시 지방세 고지서 디자인 개선안을 중심으로 (박진희, 2016.03., *p*.384)

7 모니터링인자

• 전자고지서 발행 건수 (건)
• 전자고지서 발행 가구 수 (가구)

8 추진사례

• 종이고지서 제로화(전자고지 활성화) 추진, 광주광역시 광산구
– 2021년도 정부혁신 방향인 디지털기반 행정으로 전면적인 전환에 맞춰 지방세정 분야 중 종이기반의 발송 업무를 디지털 기반으로 전환 필요를 느끼면서 종이고지서 제로화를 통해 행정비용 절감과 납세자 편의를 증대시키고, 기후위기 대응 일환의 정부 탄소중립 목표 달성에 기여하는 사업임. 이를 통해 종이 없는 사회실현을 촉진시킴으로서 2045 탄소중립 목표달성에 기여하며, 종이 고지서 제작, 폐기 및 우편발송 비용을 줄임으로서 환경, 경제적 효과를 기대할 수 있음

17	폐기물	대형마트의 전자 영수증 이용

1 개요

현재 대형마트에서 종이로 발급되고 있는 영수증 생산 및 폐기과정에서 발생하는 온실가스 배출량이 상당함에 따라 기존의 종이 영수증을 전자영수증으로 대체하여 대형마트에서 종이 영수증으로 인해 배출되는 온실가스 배출량을 저감하고자 함

2 원단위

- [건당 전자영수증 이용 감축원단위] 0.00000059 tCO_2eq/건
- [가게당 전자영수증 이용 감축원단위] 0.39 tCO_2eq/가게
  (감축량 산정 시 영수증을 대상으로 온실가스 감축량을 산정함)

3 감축량산정식

- 건당 전자영수증 이용 감축원단위 (0.00000059 tCO_2eq/건) × 전자영수증 발행 건수 (건)
- 가게당 전자영수증 이용 감축원단위 (0.39 tCO_2eq/가게) × 전자영수증 발행 가게 수 (가게)

4 감축원단위 산정근거

- [건당 전자영수증 이용]감축원단위(0.00000059 tCO_2eq/건)
  = {영수증 1장 무게 × 인쇄용지 1g당 배출되는 생산단계 온실가스 배출계수) }
  (영수증 1장 무게 × 인쇄용지 1g당 배출되는 폐기단계 온실가스 배출계수)} × 단위환산
  ※ {0.52g/건 × 1.12gCO_2eq/g) + (0.52g/건 × 0.024gCO_2eq/g)} × 10^{-6}
  = 0.00000059 tCO_2eq/건

- [가게당 전자영수증 이용] 감축원단위(0.39 tCO_2eq/가게)
  = 종이영수증 1장당 발생하는 온실가스 배출량 × 가게당 종이영수증 발급 건수
  ※ 0.00000059 tCO_2eq/건 × 664,091 건/가게 = 0.39 tCO_2eq/건

- 가게당 종이영수증 발급 건수 (664,091 건/가게)
  = 업무협약 13개사 총 종이 영수증 발생건수÷13개사 전국매장수합계
  ※ 1,486,900,000 건 ÷ 2,239 가게 = 664,091 건/가게

5 산정계수

- 종이 영수증 1장 무게 (0.52 g/건) = 종이 밀도×가로×세로
  ※ 0.0001 g/㎟ × 72.54 ㎜ × 71.54 ㎜ = 0.52 g/건

②

- 종이 영수증 규격 (㎜)

No.	가로	세로
1	79	70
2	79	80
3	57	30
4	57	50
5	57	60
6	57	80
7	57	120
8	75	70
9	75	75
10	79	75
11	57	40
12	110	50
13	104	130
평균	72.54	71.54

③

17	폐기물	대형마트의 전자 영수증 이용

5 산정계수

• 인쇄용지 1g당 배출되는 생산 단계 온실가스 배출계수 (1.12 gCO_2eq/g)

구분	폐기 방법	배출계수	단위
펄프 및 종이	인쇄용지(신재)	1.12	$kgCO_2eq/kg$

①

• 인쇄용지 1g당 배출되는 폐기단계 온실가스 배출계수 (0.024 gCO_2eq/g)

구분	폐기 방법	배출계수	단위
소각	폐지 소각	0.024	$kgCO_2eq/kg$

①

• 종이영수증 발급량

구분	영수증 1건당 환경적 영향*	연간 영수증 발급량에 따른 환경적 영향	
		업무협약 13개사 기준	국내 총 발생량 기준
발급건수	1건	1,486.9백만건	128.9억건**
온실가스 배출량	1.776g	2,641톤	22,893톤
영수증 발급비용	8원	119억원	1,031.2억원
원목벌목	0.00001그루	14,869그루	128,900그루
쓰레기 배출량	0.726g	1,079톤	9,358톤

* 전자영수증서비스 사업화 연구결과 보고서(2014, 정보통신산업진흥원)의 국내 종이영수증 발행 현황에 따른 환경적 영향 분석 결과 반영

** 2018년 신용카드(체크카드 포함) 결제를 통해 발행된 종이영수증 발급량을 의미 (금융감독원 제공)

※ 본문 중 온실가스 저감효과를 소나무로 환산한 수치(943,119그루)는 국립산림과학원 (2013, 주요 수종별 표준 탄소흡수량)을 근거로 '20년산 소나무 1그루의 연간 CO_2 흡수량을 약 2.8kg으로 적용한 것임

④

• 13개사 전국 매장 수 합계

※ 종이영수증 없애기 대형유통업계도 함께해요_[붙임4] 종이영수증 발급량 및 환경적 영향 산출근거 (환경부 보도자료, 2019.08.28.) 보도자료 내 업무협약 13개사 기준)

13개사 명	전국매장수합계	출처
갤러리아 백화점	5	갤러리아 사업보고서
롯데롭스	122	https://www.newsway.co.kr/news/view?tp=1&ud=2021081115271344010
롯데백화점	56	롯데백화점 공식사이트
아성다이소	1,300	아성다이소 매출액, 매장 수 추이 (1997년–2018년) by 이코노미조선
이마트	157	이마트 2018년 2분기 실적보고서
홈플러스	142	이마트 2018년 2분기 실적보고서
AK플라자	8	AK플라자 공식사이트
이마트 에브리데이	231	이마트 에브리데이 공식사이트
농협하나로유통	13	농협 하나로 유통 공식사이트
롯데마트	123	롯데마트 사업보고서
신세계백화점	9	신세계백화점 공식사이트
이랜드리테일	50	이마트 리테일 공식사이트
현대백화점	23	현대백화점 사업보고서
합계	2,239	–

④

17	폐기물	대형마트의 전자 영수증 이용
6 출처		① 한국환경산업기술원 2018 환경성적표지 인증안내서(*p*.198, 203) ② 감열지의 특성과 보존방안(*p*.16) ③ 소비자의 시각적 문해력 향상을 위한 대형마트 영수증 디자인 연구(*p*. 42~44) ④ 종이영수증 없애기 대형유통업계도 함께 해요 [붙임 4] 종이영수증 발급량 및 환경적 영향 산출근거 (환경부 보도자료, 2019.08.28.)
7 모니터링인자		• 전자영수증 발행 건수 (건) • 전자영수증 발행 가게 수 (가게)
8 추진사례		• "모바일 영수증 발행 사업장을 찾습니다.", 경기도 부천시 – 모바일 영수증을 발행하는 사업장을 찾아 부천 시민과 공유하고 해당 사업장은 친환경 실천 사업장 협약 및 홍보의 혜택과 해당년도 부천시에서 각종 평가시 가점을 주는 등의 혜택을 주는 사업 추진

Ⅱ-7

수소

1	수소	수소연료전지(LNG, 메탄, LPG)	
1 개요		연료용가스에 포함되어 있는 수소와 대기 중의 산소를 반응시켜 전기와 열을 생산하는 에너지 변환 장치로, 배터리와 달리 연료가 공급되는 한 지속적으로 전기 생산이 가능하므로 온실가스 저감에 기여	
2 원단위		• [LNG] 2.7657tCO_2/t–LNG • [메탄] 2.7518tCO_2/t–바이오가스(메탄) • [LPG] 2.9864tCO_2/t–LPG	
3 감축량산정식		• [LNG] 감축원단위(2.7657tCO_2/t–LNG) × LNG사용량(톤) • [메탄] 감축원단위(2.7518tCO_2/t–바이오가스(메탄)) × 메탄사용량(톤) • [LPG] 감축원단위(2.9864tCO_2/t–LPG) × LPG사용량(톤)	
4 감축원단위 산정근거		• [LNG] 감축원단위(2.7657tCO_2/t–LNG) = LNG 배출계수 ※ 2.7657tCO_2/t–LNG • [메탄] 감축원단위(2.7518tCO_2/t–바이오가스(메탄)) = 메탄 배출계수 ※ 2.7518tCO_2/t–메탄 • [LPG] 감축원단위(2.9864tCO_2/t–LPG) = LPG 배출계수 ※ 2.9864tCO_2/t–LPG ⋯› 온실가스 배출이 없는 그린수소*를 활용한 것으로 가정함 * 재생에너지 생산 전력을 이용하여 수전해 방식으로 생산된 수소	
5 산정계수		• LNG 배출계수 : 2.7657tCO_2/t–LNG	①
		• 메탄 배출계수 : 2.7518tCO_2/t–바이오가스(메탄)	①
		• LPG 배출계수 : 2.9864tCO_2/t–LPG	①
6 출처		① 국가 온실가스 배출계수(온실가스종합정보센터, 2018년)	
7 모니터링인자		• LNG사용량(톤) • 메탄사용량(톤) • LPG사용량(톤)	
8 추진사례		• 경상북도, 경주시, 경기도 화성시, 인천광역시 동구, 전라남도 장흥군 등	

2	수소	이산화탄소 포집 및 수소생산 이용	
1 개요		*LNG* 개질을 통한 수소생산 과정에서 이산화탄소 포집장치를 도입하여 *LNG* 개질시 발생하는 이산화탄소를 포집하여 온실가스 저감에 기여	
2 원단위		• 8.33tCO_2eq/tH_2	
3 감축량산정식		• 감축원단위(8.33tCO_2eq/tH_2) × 수소생산용량(tH_2)	
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(8.33tCO_2eq/tH_2) = 수소 생산시 연소·개질에 의한 온실가스 배출량 × 포집효율 ※ 9.2595tCO_2eq/tH_2 × 90% = 8.33tCO_2eq/tH_2 ⋯→ 연소·개질 및 포집을 위한 설비의 전력사용으로 인한 온실가스 배출량은 관련 자료가 부재하여 산정에서 제외함 • 수소 생산시 *LNG* 개질에 의한 온실가스 배출량(9.2595tCO_2eq/tH_2)	
5 산정계수		• 포집효율 : 90% ※ 습식포집방식 적용 포집설비의 일반적 설계기준	①
		• 연소·개질에 의한 온실가스 배출량 원단위 : 9.2595$kgCO_2eq/kgH_2$	②
6 출처		① 한국화학연구원, 이산화탄소 전환 기술백서, 2020(203*p*) ② *IPCC*, 2019 *Refinement to the* 2006 *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, 2019	
7 모니터링인자		• 수소생산용량(tH_2)	
8 참고사항		• 그레이수소 : 화석연료의 스팀개질반응(*Steam Methane Reforming*)이나 석탄가스화(*Coal Gasification*) 같은 방법으로 생산한 수소 • 블루수소 : 화석연료에서 수소를 추출하는 점은 그레이수소와 동일하지만, 배출되는 CO_2를 *CCS*(*Carbon Capture&Storage*)로 분리 저장 가능한 수소 • 그린수소 : 재생에너지 전원으로 물을 전기분해(수전해)하여 생산하는 저탄소 또는 무탄소 배출 수소 ※ 출처 : 에너지경제연구원, 성공적인 수소경제를 위한 5가지 조건, 2020	
9 추진사례		• 경상남도 창원 *HECS* 실증단지, 울산광역시, 강원특별자치도 삼척시, 전북특별자치도 전주시, 경상남도 등	

Ⅱ-8

흡수원

1	흡수원	조림조성(그루)
1 개요		녹지 확충과 수목 식재 등의 사업을 활발하게 전개하여 경제적·공익적 가치가 있는 산림자원 조성 및 지속가능한 산림경영 기반을 구축하는 사업으로, 탄소흡수원 확대를 통해 온실가스 저감에 기여
2 원단위		• [수령10년] 2.4$kgCO_2eq$/그루 • [수령15년] 4.4$kgCO_2eq$/그루 • [수령20년] 7.2$kgCO_2eq$/그루 • [수령25년] 9.4$kgCO_2eq$/그루 • [수령30년] 10.1kCO_2eq/그루
3 감축량산정식		• [수령10년] 감축원단위(2.4$kgCO_2eq$/그루) × 보급나무수(그루) • [수령15년] 감축원단위(4.4$kgCO_2eq$/그루) × 보급나무수(그루) • [수령20년] 감축원단위(7.2$kgCO_2eq$/그루) × 보급나무수(그루) • [수령25년] 감축원단위(9.4$kgCO_2eq$/그루) × 보급나무수(그루) • [수령30년] 감축원단위(10.1$kgCO_2eq$/그루) × 보급나무수(그루)
4 감축원단위 산정근거		• [수령10년] 감축원단위(2.4$kgCO_2eq$/그루) = 수령 10년 기준 평균(전체) 흡수량 ※ 2.4$kgCO_2eq$/그루 • [수령15년] 감축원단위(4.4$kgCO_2eq$/그루) = 수령 15년 기준 평균(전체) 흡수량 ※ 4.4$kgCO_2eq$/그루 • [수령20년] 감축원단위(7.2$kgCO_2eq$/그루) = 수령 20년 기준 평균(전체) 흡수량 ※ 7.2$kgCO_2eq$/그루 • [수령25년] 감축원단위(9.4$kgCO_2eq$/그루) = 수령 25년 기준 평균(전체) 흡수량 ※ 9.4$kgCO_2eq$/그루 • [수령30년] 감축원단위(10.1$kgCO_2eq$/그루) = 수령 30년 기준 평균(전체) 흡수량 ※ 10.1$kgCO_2eq$/그루

1	흡수원	조림조성(그루)	
5 산정계수		• 수령 10년 기준 평균(전체) 흡수량 : 2.4$kgCO_2eq$/그루·년	①
		• 수령 15년 기준 평균(전체) 흡수량 : 4.4$kgCO_2eq$/그루·년	
		• 수령 20년 기준 평균(전체) 흡수량 : 7.2$kgCO_2eq$/그루·년	
		• 수령 25년 기준 평균(전체) 흡수량 : 9.4$kgCO_2eq$/그루·년	
		• 수령 30년 기준 평균(전체) 흡수량 : 10.1$kgCO_2eq$/그루·년	
		• 수령 기준 평균 흡수량 참고자료	①

〈수령 기준 그루당 나무 연간 CO_2 흡수량〉

수종	한 그루당 연간 CO_2 흡수량 ($kgCO_2$/그루·년)							
	수령 10년	수령 15년	수령 20년	수령 25년	수령 30년	수령 40년	수령 45년	수령 50년
강원지방소나무	1.4	3.2	5	6.7	8.1	9.0	9.2	9.2
중부지방소나무	1	2.2	3.9	9.8	9.1	6.6	4.9	4.0
잣나무	1.6	5.2	8.6	11.6	12.5	14.1	14.2	14.0
낙엽송	4.3	4.7	9.2	11.5	13.6	15.8	16.2	16.1
리기다소나무	0.9	3.6	6.8	9.2	10.6	9.9	9.3	8.6
편백	2.5	4.2	5.1	5.7	5.9	5.8	5.7	5.2
상수리나무	6.2	9.4	13.5	14.6	14.1	14.9	15.2	15.5
신갈나무	1.2	2.6	5.6	6.4	6.7	8.8	9.7	10.7
평균	2.4	4.4	7.2	9.4	10.1	10.6	10.6	10.4

6 출처	① 산림청·국립산림과학원, 주요 산림수종의 표준 탄소흡수량 (ver.1.2), 2019(14p)
7 모니터링인자	• 보급나무수(그루)
8 추진사례	• 2024년 봄철 조림 추진, 강원특별자치도

2	흡수원	조림조성(면적)	
1 개요		녹지 확충과 수목 식재 등의 사업을 활발하게 전개하여 경제적·공익적 가치가 있는 산림자원 조성 및 지속가능한 산림경영 기반을 구축하는 사업으로, 탄소흡수원 확대를 통해 온실가스 저감에 기여	
2 원단위		• [임령10년] 6.9tCO_2eq/ha • [임령15년] 9.8tCO_2eq/ha • [임령20년] 11.6tCO_2eq/ha • [임령25년] 12.1tCO_2eq/ha • [임령30년] 10.8tCO_2eq/ha	
3 감축량산정식		• [임령10년] 감축원단위(6.9tCO_2eq/ha) × 조성면적(ha) • [임령15년] 감축원단위(9.8tCO_2eq/ha) × 조성면적(ha) • [임령20년] 감축원단위(11.6tCO_2eq/ha) × 조성면적(ha) • [임령25년] 감축원단위(12.1tCO_2eq/ha) × 조성면적(ha) • [임령30년] 감축원단위(10.8tCO_2eq/ha) × 조성면적(ha)	
4 감축원단위 산정근거		• [임령10년] 감축원단위(6.9tCO_2eq/ha) = 임령 10년 기준 평균(전체) 흡수량 적용 ※ 6.9tCO_2eq/ha • [임령15년] 감축원단위(9.8tCO_2eq/ha) = 임령 15년 기준 평균(전체) 흡수량 적용 ※ 9.8tCO_2eq/ha • [임령20년] 감축원단위(11.6tCO_2eq/ha) = 임령 20년 기준 평균(전체) 흡수량 적용 ※ 11.6tCO_2eq/ha • [임령25년] 감축원단위(12.1tCO_2eq/ha) = 임령 25년 기준 평균(전체) 흡수량 적용 ※ 12.1tCO_2eq/ha • [임령30년] 감축원단위(10.8tCO_2eq/ha) = 임령 30년 기준 평균(전체) 흡수량 적용 ※ 10.8tCO_2eq/ha	
5 산정계수		• [임령15년] 감축원단위(9.8tCO_2eq/ha) = 임령 15년 기준 평균(전체) 흡수량 적용 ※ 9.8tCO_2eq/ha	①
		• [임령20년] 감축원단위(11.6tCO_2eq/ha) = 임령 20년 기준 평균(전체) 흡수량 적용 ※ 11.6tCO_2eq/ha	①
		• [임령25년] 감축원단위(12.1tCO_2eq/ha) = 임령 25년 기준 평균(전체) 흡수량 적용 ※ 12.1tCO_2eq/ha	①

2	흡수원	조림조성(면적)	
5 산정계수		• [임령30년] 감축원단위(10.8tCO_2eq/ha) = 임령 30년 기준 평균(전체) 흡수량 적용 ※ 10.8tCO_2eq/ha	①
		• 임령 기준 평균 흡수량 참고자료	①

〈임령 기준 면적당 나무 연간 CO_2 흡수량 〉

수종	면적당 연간 CO_2 흡수량(tCO_2/ha·년)							
	임령 10년	임령 15년	임령 20년	임령 25년	임령 30년	임령 40년	임령 45년	임령 50년
강원지방소나무	7.5	9.6	10.1	10	9.6	8.2	7.5	6.7
중부지방소나무	3.5	5.2	6.9	15.8	12.4	6.4	4.6	3.3
잣나무	5.4	10.6	11.8	11.6	10.8	9.1	8.3	7.6
낙엽송	9.1	9.4	10.5	10	9.5	8.5	8.1	7.9
리기다소나무	4.5	10.5	13.9	13.8	12.4	8.7	7.1	5.8
편백	5.2	8	8.8	8.8	8.2	6.6	5.8	5.2
상수리나무	11.2	13.1	15.9	14.9	14	12.3	11.6	10.9
신갈나무	8.6	11.9	15	11.8	9.3	8.4	7.9	7.5
평균	6.9	9.8	11.6	12.1	10.8	8.5	7.6	6.9

6 출처	① 산림청·국립산림과학원, 주요 산림수종의 표준 탄소흡수량(ver.1.2), 2019(13p)
7 모니터링인자	• 조성면적(ha)
8 추진사례	• 2024년 봄철 조림 추진, 강원특별자치도

3	흡수원	[도시숲조성] 가로수 심기	
1 개요		가로수 조성사업은 이산화탄소 흡수, 도시미관 개선, 여가 공간 제공 등 여러 환경적 기능을 수행 하는 정책으로, 식생복구를 통한 탄소흡수원 확대로 온실가스 저감에 기여 ※ 산림청·국립산림과학원, 주요 산림수종의 표준 탄소흡수량(ver.1.2) 중 활엽수종을 대상으로 함	
2 원단위		• [수령10년] 3.6$kgCO_2eq$/그루 • [수령15년] 5.2$kgCO_2eq$/그루 • [수령20년] 8.4$kgCO_2eq$/그루 • [수령25년] 9.6$kgCO_2eq$/그루 • [수령30년] 10.1$kgCO_2eq$/그루	
3 감축량산정식		• [수령10년] 감축원단위(3.6$kgCO_2eq$/그루) × 보급나무수(그루) • [수령15년] 감축원단위(5.2$kgCO_2eq$/그루) × 보급나무수(그루) • [수령20년] 감축원단위(8.4$kgCO_2eq$/그루) × 보급나무수(그루) • [수령25년] 감축원단위(9.6$kgCO_2eq$/그루) × 보급나무수(그루) • [수령30년] 감축원단위(10.1$kgCO_2eq$/그루) × 보급나무수(그루)	
4 감축원단위 산정근거		• [수령10년] 감축원단위(3.6$kgCO_2eq$/그루) = 수령 10년 기준 평균(전체) 흡수량 ※ 3.6$kgCO_2eq$/그루 • [수령15년] 감축원단위(5.2$kgCO_2eq$/그루) = 수령 15년 기준 평균(전체) 흡수량 ※ 5.2$kgCO_2eq$/그루 • [수령20년] 감축원단위(8.4$kgCO_2eq$/그루) = 수령 20년 기준 평균(전체) 흡수량 ※ 8.4$kgCO_2eq$/그루 • [수령25년] 감축원단위(9.6$kgCO_2eq$/그루) = 수령 25년 기준 평균(전체) 흡수량 ※ 9.6$kgCO_2eq$/그루 • [수령30년] 감축원단위(10.1$kgCO_2eq$/그루) = 수령 30년 기준 평균(전체) 흡수량 ※ 10.1$kgCO_2eq$/그루	
5 산정계수		• 수령 10년 기준 평균(전체) 흡수량 : 3.6$kgCO_2eq$/그루·년	①
		• 수령 15년 기준 평균(전체) 흡수량 : 5.2$kgCO_2eq$/그루·년	①
		• 수령 20년 기준 평균(전체) 흡수량 : 8.4$kgCO_2eq$/그루·년	①
		• 수령 25년 기준 평균(전체) 흡수량 : 9.6$kgCO_2eq$/그루·년	①
		• 수령 30년 기준 평균(전체) 흡수량 : 10.1$kgCO_2eq$/그루·년	①

<table>
<tr><th>3</th><th>흡수원</th><th colspan="2">[도시숲조성] 가로수 심기</th></tr>
<tr><td colspan="2">5 산정계수</td><td>• 수령 기준 평균 흡수량 참고자료
〈수령 기준 그루당 나무 연간 CO_2흡수량〉
<table>
<tr><th rowspan="2">수종</th><th colspan="5">한 그루당 연간 CO_2 흡수량($kgCO_2$/그루·년)</th></tr>
<tr><th>수령 10년</th><th>수령 15년</th><th>수령 20년</th><th>수령 25년</th><th>수령 30년</th></tr>
<tr><td>낙엽송</td><td>4.3</td><td>4.7</td><td>9.2</td><td>11.5</td><td>13.6</td></tr>
<tr><td>편백</td><td>2.5</td><td>4.2</td><td>5.1</td><td>5.7</td><td>5.9</td></tr>
<tr><td>상수리나무</td><td>6.2</td><td>9.4</td><td>13.5</td><td>14.6</td><td>14.1</td></tr>
<tr><td>신갈나무</td><td>1.2</td><td>2.6</td><td>5.6</td><td>6.4</td><td>6.7</td></tr>
<tr><td>평균</td><td>3.6</td><td>5.2</td><td>8.4</td><td>9.6</td><td>10.1</td></tr>
</table></td><td>①</td></tr>
<tr><td colspan="2">6 출처</td><td colspan="2">① 산림청·국립산림과학원, 주요 산림수종의 표준 탄소흡수량(ver.1.2), 2019(14p)</td></tr>
<tr><td colspan="2">7 모니터링인자</td><td colspan="2">• 보급나무수(그루)</td></tr>
<tr><td colspan="2">8 추진사례</td><td colspan="2">• 가로수 매워심기 공사 착공 (2022.03.17.), 경기도 여주시</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>4</th><th>흡수원</th><th colspan="2">숲 가꾸기(간벌 및 가지치기)</th></tr>
<tr><td colspan="2">1 개요</td><td colspan="2">간벌은 임목의 양적인 생장증진을 도모하고 기형목의 생산을 줄이는 기술이며,
가지치기는 좋은 목재를 생산하기 위한 기술로 산림의 생장을 증진하고,
숲가꾸기 산물을 목재제품 및 산림바이오 매스로 활용</td></tr>
<tr><td colspan="2">2 원단위</td><td colspan="2">• 1.188tCO_2eq/㏊</td></tr>
<tr><td colspan="2">3 감축량산정식</td><td colspan="2">• 감축원단위(1.188tCO_2eq/㏊) × 숲가꾸기 면적(㏊)</td></tr>
<tr><td colspan="2">4 감축원단위
산정근거</td><td colspan="2">• 감축원단위(1.188tCO_2eq/㏊)
= 임령 30년 기준 평균(전체) 흡수량 × 숲가꾸기 단위면적당 온실가스 흡수 증진률
※ 10.8tCO_2eq/㏊ × 11% = 1.188tCO_2eq/㏊</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">5 산정계수</td><td>〈조성면적당 연간 CO_2 흡수량〉
<table><tr><th>수종</th><th>임령</th><th>조성면적당 연간 CO_2 흡수량 (tCO_2/㏊·yr)</th></tr><tr><td>강원지방소나무</td><td rowspan="8">30년</td><td>9.6</td></tr><tr><td>중부지방소나무</td><td>12.4</td></tr><tr><td>잣나무</td><td>10.8</td></tr><tr><td>낙엽송</td><td>9.5</td></tr><tr><td>리기다소나무</td><td>12.4</td></tr><tr><td>편백</td><td>8.2</td></tr><tr><td>상수리나무</td><td>14.0</td></tr><tr><td>신갈나무</td><td>9.3</td></tr></table></td><td>①</td></tr>
<tr><td>• 숲가꾸기 효과 : 단위면적당 온실가스 흡수 11% 증진</td><td>②</td></tr>
<tr><td colspan="2">6 출처</td><td colspan="2">① 산림청·국립산림과학원, 주요 산림수종의 표준 탄소흡수량(ver.1.2), 2019(13p)
② 산림청, 제2차 탄소흡수원 증진 종합계획(2018–2022), 2018(12p)</td></tr>
<tr><td colspan="2">7 모니터링인자</td><td colspan="2">• 숲가꾸기 면적(㏊)</td></tr>
<tr><td colspan="2">8 추진사례</td><td colspan="2">• 성주군 – 산불예방 숲가꾸기 사업 추진 (2024.02.28.)</td></tr>
</table>

5	흡수원	근린공원(도시공원) 조성

1 개요

근린공원 내 흡수원을 확충하여 온실가스 저감에 기여하고자 함
※ 근린공원 : 근린거주자 또는 근린생활권으로 구성된 지역생활권 거주자의 휴양 및 정서생활의 향상에 기여함을 목적으로 설치된 공원

2 원단위

• 0.012 $tCO_2eq/㎡$

3 감축량산정식

• 감축원단위 (0.012 $tCO_2eq/㎡$) × 근린공원(도시공원) 조성 면적 (㎡)

4 감축원단위 산정근거

• 감축원단위(0.012 $tCO_2eq/㎡$)
= 근린공원(도시공원) 수목 탄소흡수량 + 근린공원(도시공원) 토양 탄소흡수량
= 0.005 $tCO_2eq/㎡$ + 0.007 $tCO_2eq/㎡$ = 0.012 $tCO_2eq/㎡$

• 근린공원(도시공원) 수목 탄소흡수량 (0.005 $tCO_2eq/㎡$)
= 근린공원(도시공원) 수목 탄소저장량 평균 × 이산화탄소 환산계수
= 13.15 $tonC/ha$ × 3.667 = 48.2 tCO_2eq/ha ÷ 10,000 $㎡/ha$
= 0.005 $tCO_2eq/㎡$

• 근린공원(도시공원) 토양 탄소흡수량 (0.007 $tCO_2eq/㎡$)
= 근린공원(도시공원) 토양 탄소저장량 평균 × 이산화탄소 환산계수
= 18.68 $tonC/ha$ × 3.667 = 68.5 tCO_2eq/ha ÷ 10,000 $㎡/ha$
= 0.007 $tCO_2eq/㎡$

5 산정계수

• 근린공원(도시공원) 수목 탄소저장량 (단위 : $tonC/ha$)

공원 구분	공원명	탄소저장량
근린생활권	NC1	11.08
	NC2	10.02
도보권	WC1	30.81
	WC2	13.21
도시지역권	UC1	7.27
	UC2	6.49
평균		13.15

⋯→ 실제 근린공원(도시공원) 수목의 탄소저장량을 평가한 자료임

①

• 근린공원(도시공원) 토양 탄소저장량 (단위 : $tonC/ha$)

공원 구분	공원명	준공 시 탄소저장량
근린생활권	NC1	9.9
	NC2	11.35
도보권	WC1	30.81
	WC2	10.98
도시지역권	UC1	32.12
	UC2	16.93
평균		18.68

⋯→ 실제 근린공원(도시공원) 토양의 탄소저장량을 평가한 자료임

①

• 이산화탄소 환산계수 = 3.667

②

5	흡수원	근린공원(도시공원) 조성
6 출처		① 도시개발로 인한 도시공원의 탄소저장량 회복 방안 연구 (장재호, 박사학위논문, 2021) – p.94, 100 ② 목재제품 탄소저장량 표시제도 운영 계획 : 목재제품 탄소저장량 산정 지침 (목재문화진흥회, 2022.01.27.)
7 모니터링인자		• 근린공원(도시공원) 조성 면적 (㎡)
8 추진사례		• 도심공원 조성사업, 충청북도 제천시 – 충북 제천시가 생활권 인근 어디에서나 녹색쉼터를 즐길 수 있도록 도심공원 조성사업을 추진할 예정임. 도심 내 자투리 공간을 활용한 쌈지공원, 생활밀착형 숲 등의 생활권 공원을 조성하여 온실가스 흡수원 확보뿐만 아니라 시민들의 녹색쉼터를 늘려 건강 증진에도 기여하는 등의 효과를 볼 수 있음.

6	흡수원	녹지면적 확충

1 개요

이산화탄소의 흡수원으로서 녹지의 보전 및 관리가 기후변화 대응을 위해 중요한 대책 중 하나로 떠오르는 상황이며, 지자체에서도 녹지 확충 사업을 진행하여 온실가스 저감을 하고자 함.
※ 녹지 : 도시지역 안에서 자연환경을 보전하거나 개선하고, 도시경관의 향상을 도모하기 위한 것으로, 완충녹지, 경관녹지, 연결녹지가 있음

2 원단위

• 0.006 $tCO_2eq/㎡$

3 감축량산정식

• 감축원단위 0.006 $tCO_2eq/㎡$ × 확충된 녹지 면적 (㎡)

4 감축원단위 산정근거

• [확충된 녹지 면적(㎡)당] 감축원단위(0.006 $tCO_2eq/㎡$)
= 확충된 녹지 면적당 토양 탄소 흡수량 + 확충된 녹지 면적당 수목 탄소 흡수량

※ 41.62 tCO_2eq/ha + 20.59 tCO_2eq/ha = 62.22 tCO_2eq/ha
※ 62.22 tCO_2eq/ha ÷ 10,000 $㎡/ha$ = 0.006 $tCO_2eq/㎡$
⋯→ 초목류는 탄소흡수량이 미미하여 감축원단위 산정 과정에서 제외하였음
⋯→ 도시녹지 수목에 의한 탄소저장량은 교목과 관목이 포함된 탄소저장량임

• [확충된 녹지 면적(ha)당 토양 탄소 흡수량] 41.62 tCO_2eq/ha
= {(서울 녹지 면적당 토양 탄소저장량 평균 + 대전 녹지 면적당 토양 탄소저장량 평균 + 대구 녹지 면적당 토양 탄소저장량 평균) ÷ 3} × 이산화탄소 환산계수
= {(14.6 + 7.46 + 11.99) ÷ 3} × 3.667 = 41.62 tCO_2eq/ha
⋯→ 대표 지역 3곳의 녹지 면적당 토양 탄소저장량 평균값으로 산정함

※ 서울 녹지 유형별 면적당 토양 탄소 저장량] 14.6 $tonC/ha$
= (도로변 녹지 + 공원 녹지 + 학교 녹지 + 하천별 녹지) 토양탄소 저장량 평균
= (18 + 12.36 + 10.91 + 17.15) ÷ 4 = 14.6 $tonC/ha$

※ 대전 녹지 유형별 면적당 토양 탄소 저장량] 7.46 $tonC/ha$
= (도로변 녹지 + 공원 녹지 + 학교 녹지 + 하천별 녹지) 토양탄소 저장량 평균
= (7.57 + 6.31 + 6.87 + 9.09) ÷ 4 = 7.46 $tonC/ha$

※ 대구 녹지 유형별 면적당 토양 탄소 저장량] 11.99 $tonC/ha$
= (도로변 녹지 + 공원 녹지 + 학교 녹지 + 하천별 녹지) 토양탄소 저장량 평균
= (9.42 + 15.98 + 8.19 + 14.4) ÷ 4 = 11.99 $tonC/ha$

• [확충된 녹지 면적(ha)당 수목 탄소 흡수량] 20.59 tCO_2eq/ha
= {(서울시 중구 + 서울시 강남구 + 서울시 중랑구 + 용인시 + 춘천시 + 강릉시) 녹지 면적당 수목 탄소저장량 ÷ 6} × 이산화탄소 환산계수
= {(5.3 + 6.6 + 7.2 + 3.6 + 4.7 + 6.3) ÷ 6} × 3.667 = 20.59 tCO_2eq/ha
⋯→ 대표 지역 6곳의 녹지 면적당 수목 탄소저장량 평균값으로 산정함

5 산정계수

• 도시녹지의 유형별 토양탄소 저장량 ($tonC/ha$)

지역	서울	대전	대구
도로변 녹지	21.84±14.16	9.52±5.61	12.8±6.04
공원 녹지	17.12±7.6	8.26±4.36	18.65±13.3
학교 녹지	0.18±1.2	8.9±4.84	10.69±5.68
하천변 녹지	0.34±1.49	12.88±5.3	26.31±2.48
평 균	14.6	7.46	11.99

①

6	흡수원	녹지면적 확충

5 산정계수

⋯→ 각 녹지 토양탄소 저장량은 최소, 최대값의 평균값으로 산정함

지역	서울	대전	대구
도로변 녹지	18	7.57	9.42
공원 녹지	12.36	6.31	15.98
학교 녹지	10.91	6.87	8.19
하천변 녹지	17.15	9.09	14.4
평 균	14.6	7.46	11.99

①

• 도시녹지 수목에 의한 탄소저장량 ($tonC/ha$)

구분	탄소저장량
서울시 중구	5.3
서울시 강남구	6.6
서울시 중랑구	7.2
용인시	3.6
춘천시	4.7
강릉시	6.3
평 균	5.62

⋯→ 도시녹지 수목에 의한 탄소저장량은 교목과 관목이 포함된 탄소저장량임

②

• 이산화탄소 환산계수 = 3.667

③

6 출처

① 도시개발로 인한 도시공원의 탄소저장량 회복 방안 연구, 2021, p.25
② 도시 수목의 이산화탄소 흡수량 산정 및 흡수 효과 증진 방안, 경기개발연구원, 2009, p.15, 27, 28
③ 목재제품 탄소저장량 표시제도 운영 계획 : 목재제품 탄소저장량 산정 지침, 목재문화진흥회, 2022.01.27.

7 모니터링인자

• 확충된 녹지 면적 (㎡)

8 추진사례

• 미세먼지 관리를 위한 도시녹지 공간 10% 이상 확충 사업, 전라남도 나주시 (2018~2022년)
– 도심 내 녹지 공간 및 나무식재를 10% 이상 확충하는 사업으로 이를 통해서 미세먼지 감소, 공기정화 등과 생활권 녹색쉼터 제공으로 산림복지서비스 강화하고자 함

7	흡수원	생활 속 미니 텃밭을 활용한 도시농업 활성화
1 개요		도시 내에서 농작물을 재배하는 도시농업을 함으로써, 도시 열섬현상을 완화하고 도시녹지를 늘려 온실가스를 저감하고자 함
2 원단위		• [고구마 재배 면적당 감축원단위] 0.00056 $tCO_2eq/㎡$ • [감자 재배 면적당 감축원단위] 0.00115 $tCO_2eq/㎡$ • [파 재배 면적당 감축원단위] 0.00004 $tCO_2eq/㎡$ • [고추 재배 면적당 감축원단위] 0.00063 $tCO_2eq/㎡$ ※ 해당 면적당 감축원단위는 1회 재배를 기준으로 함
3 감축량산정식		• [고구마 재배 면적당 감축원단위] (0.00056 $tCO_2eq/㎡$) × 고구마 재배면적(㎡) • [감자 재배 면적당 감축원단위] (0.00115 $tCO_2eq/㎡$) × 감자 재배면적(㎡) • [파 재배 면적당 감축원단위] (0.00004 $tCO_2eq/㎡$) × 파 재배면적(㎡) • [고추 재배 면적당 감축원단위] (0.00063 $tCO_2eq/㎡$) × 고추 재배면적(㎡)
4 감축원단위 산정근거		• [고구마 재배 면적당 감축원단위] 0.00056 $tCO_22eq/㎡$ □ 고구마에 저장된 탄소 밀도 합계 (1.52 ton/ha) = 고구마 줄기 & 잎 탄소 밀도 + 고구마 뿌리 탄소 밀도 ※ 1.52 ton/ha + 0 ton/ha = 1.52 ton/ha □ 이산화탄소 환산계수 적용 값 (5.57 tCO_2eq/ha) = 고구마에 저장된 탄소 밀도 합계 × 이산화탄소 환산계수 ※ 1.52 ton/ha × 3.664 = 5.57 tCO_2eq/ha □ 고구마 재배 면적당 감축원단위 (0.00056 $tCO_2eq/㎡$) = 이산화탄소 환산계수 적용 값 × 단위환산 계수 ※ 5.57 tCO_2eq/ha × ha/10000 ㎡ = 0.00056 $tCO_2eq/㎡$ • [감자 재배 면적당 감축원단위] 0.00115 $tCO_2eq/㎡$ □ 감자에 저장된 탄소 밀도 합계 (3.15 ton/ha) = 감자 줄기 & 잎 탄소 밀도 + 감자 뿌리 탄소 밀도 ※ 0.53 ton/ha + 2.62 ton/ha = 3.15 ton/ha □ 이산화탄소 환산계수 적용 값 (11.54 tCO_2eq/ha) = 감자에 저장된 탄소 밀도 합계 × 이산화탄소 환산계수 ※ 3.15 ton/ha × 3.664 = 11.54 tCO_2eq/ha □ 감자 재배 면적당 감축원단위 (0.00115 $tCO_2eq/㎡$) = 이산화탄소 환산계수 적용 값 × 단위환산 계수 ※11.54 tCO_2eq/ha × ha/10000 ㎡ = 0.00115 $tCO_2eq/㎡$ • [파 재배 면적당 감축원단위] 0.00004 $tCO_2eq/㎡$ □ 파에 저장된 탄소 밀도 합계 (0.11 ton/ha) = 파 줄기 & 잎 탄소 밀도 + 파 뿌리 탄소 밀도 ※ 0 ton/ha + 0.11 ton/ha = 0.11 ton/ha □ 이산화탄소 환산계수 적용 값 (0.40 tCO_2eq/ha) = 파에 저장된 탄소 밀도 합계 × 이산화탄소 환산계수 ※ 0.11 ton/ha × 3.664 = 0.40 tCO_2eq/ha □ 파 재배 면적당 감축원단위 (0.00004 $tCO_2eq/㎡$) = 이산화탄소 환산계수 적용 값 × 단위환산 계수 ※ 0.40 tCO_2eq/ha × ha/10000 ㎡ = 0.00004 $tCO_2eq/㎡$

7	흡수원	생활 속 미니 텃밭을 활용한 도시농업 활성화

4 감축원단위 산정근거

• [고추 재배 면적당 감축원단위] 0.00063 $tCO_2eq/㎡$

□ 고추에 저장된 탄소 밀도 합계 (1.71 ton/ha)
= 고추 줄기 & 잎 탄소 밀도 + 고추 뿌리 탄소 밀도
※ 1.69 ton/ha + 0.02 ton/ha = 1.71 ton/ha

□ 이산화탄소 환산계수 적용 값 (6.27 tCO_2eq/ha)
= 고추에 저장된 탄소 밀도 합계 × 이산화탄소 환산계수
※ 1.71 ton/ha × 3.664 = 6.27 tCO_2eq/ha

□ 고추 재배 면적당 감축원단위 (0.00063 $tCO_2eq/㎡$)
= 이산화탄소 환산계수 적용 값 × 단위환산 계수
※ 6.27 tCO_2eq/ha × ha/10000 ㎡ = 0.00063 $tCO_2eq/㎡$

5 산정계수

• 도시농업 농산물 탄소고정량

번호	품목명	농산물에 저장된 탄소 밀도 (ton/ha)			이산화탄소 환산계수 적용 (줄기 & 잎 + 뿌리) (tCO_2eq/ha)	탄소고정량 ($tCO_2eq/㎡$)
		줄기&잎	뿌리	합계		
1	고구마	1.52	–	1.52	5.57	0.00056
2	감자	0.53	2.62	3.15	11.54	0.00115
3	파	–	0.11	0.11	0.40	0.00004
4	고추	1.69	0.02	1.71	6.27	0.00063
5	평균	1.25	0.92	1.62	5.95	0.00059

②

• 이산화탄소 환산계수 (이산화탄소와 탄소의 질량비) = 3.664
= CO_2의 분자량 44.010 ÷ C의 분자량 12.011

③

6 출처

① 도시농업의 온실가스 저감효과 및 정책방안_한국환경정책평가연구원 (p. 28)
② 우리나라 주요 작물의 탄소 고정량 산출_한국토양비료학회지 제42권 6호 (p.463)
③ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침

7 모니터링인자

• 고구마 재배 면적(㎡)
• 감자 재배 면적(㎡)
• 파 재배 면적(㎡)
• 고추 재배 면적(㎡)

8 추진사례

• 1가구 1텃밭 참여 사업 사업, 서울특별시 도봉구
– 구민이 항상 친환경 농법에 쉽게 접근할 수 있도록 개방된 '공원형 친환경 도시텃밭' 조성으로 획일적인 농업 탈피 및 친환경 도시농업 유도

8	흡수원	습지공원 조성
1 개요		육지 또는 섬에 있는 호수, 못, 늪, 하천, 하구 등의 지역에 내륙습지 공원을 조성하여 습지공원 면적만큼의 흡수원을 확충함으로써 온실가스 저감에 기여하고자 함 ※ 습지보전법 제2조에 따른 습지 중 내륙습지를 대상으로 함 (연안습지의 경우 "블루카본(갯벌, 염습지 등) 복원" 원단위 적용 필요)
2 원단위		• 0.039 $tCO_2eq/㎡$
3 감축량산정식		• 감축원단위(0.039 $tCO_2eq/㎡$) × 습지공원 조성 면적 (㎡) 적용 예시 • 감축원단위 적용 예시) 비봉 습지공원 조성 면적 = 475,343㎡ (습지면적이 아닌 습지공원 전체 면적을 적용) 습지공원 조성 감축원단위 = 0.039 $tCO_2eq/㎡$ 온실가스 감축량 산정 = 18,538.38 tCO_2eq = 비봉 습지공원 조성 면적 × 습지공원 조성 감축원단위 = 18,538.38 tCO_2eq ※ 475,343㎡ × 0.039 $tCO_2eq/㎡$ = 18,538.38 tCO_2eq
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(0.039 $tCO_2eq/㎡$) = 서울시 대표 습지 공원 3곳 면적당 이산화탄소 고정량 합계 ÷ 습지공원 개수 = 0.039 $tCO_2eq/㎡$ ※ 0.117 $tCO_2eq/㎡$ ÷ 3 = 0.039 $tCO_2eq/㎡$ ⋯→ 서울 도심 속 대표 인공 습지공원 3곳의 면적당 이산화탄소 고정량 평균값으로 습지공원 감축원단위를 산정함 ⋯→ 서울시 습지공원은 해당지역의 토지이용도를 적용하여 *InVEST Carbon model*을 기반으로 탄소저장량을 추정 분석하였음 • [서울 대표 습지공원 3곳 면적당 이산화탄소 고정량 합계] (0.117 $tCO_2eq/㎡$) = (탄천 습지공원 + 고덕동 습지공원 + 암사동 습지공원) = 0.117 $tCO_2eq/㎡$ ※ (0.029 + 0.036 + 0.052) = 0.117 $tCO_2eq/㎡$ • [탄천 습지공원] 면적당 이산화탄소 고정량 (0.029 $tCO_2eq/㎡$) = (탄천 습지 탄소고정량 × 이산화탄소 흡수계수) ÷ 탄천 습지 면적 = 0.029 $tCO_2eq/㎡$ ※ (3,674.62 $tonC$ × 3.667) ÷ 458,000 ㎡ = 0.029 $tCO_2eq/㎡$ • [고덕동 습지공원] 면적당 이산화탄소 고정량 (0.036 $tCO_2eq/㎡$) = (고덕동 습지 탄소고정량 × 이산화탄소 흡수계수) ÷ 고덕동 습지 면적 = 0.036 $tCO_2eq/㎡$ ※ (5,007.21 $tonC$ × 3.667) ÷ 510,000 ㎡ = 0.036 $tCO_2eq/㎡$ • [암사동 습지공원] 면적당 이산화탄소 고정량 (0.052 $tCO_2eq/㎡$) = (암사동 습지 탄소고정량 × 이산화탄소 흡수계수) ÷ 암사동 습지 면적 = 0.052 $tCO_2eq/㎡$ ※ (7,108.47 $tonC$ × 3.667) ÷ 501,000 ㎡ = 0.052 $tCO_2eq/㎡$

<table>
<tr><th>8</th><th>흡수원</th><th colspan="2">습지공원 조성</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">5 산정계수</td><td>• 서울시 탄소고정량 평가 결과 (2019년)
<table>
<tr><th>습지 종류</th><th>탄소고정량(ton C)</th><th>면적(㎡)</th></tr>
<tr><td>탄천 습지</td><td>3,674.62</td><td>458,000</td></tr>
<tr><td>고덕동 습지</td><td>5,007.21</td><td>510,000</td></tr>
<tr><td>암사동 습지</td><td>7,108.47</td><td>501,000</td></tr>
<tr><td>평균</td><td>5,263.43</td><td>489,667</td></tr>
</table></td><td>①</td></tr>
<tr><td>• 이산화탄소 환산계수 = 3.667</td><td>②</td></tr>
<tr><td colspan="2">6 출처</td><td colspan="2">① 서울시 습지지역의 탄소저장 및 경제적 가치 평가에 대한 연구, 한국연구재단, 환경부, 서울녹색환경지원센터, 2021.08.02., p.9
② 목재제품 탄소저장량 표시제도 운영 계획 : 목재제품 탄소저장량 산정 지침, 목재문화진흥회, 2022.01.27.</td></tr>
<tr><td colspan="2">7 모니터링인자</td><td colspan="2">• 습지공원 조성면적 (㎡)</td></tr>
<tr><td colspan="2">8 추진사례</td><td colspan="2">• 길업습지 반딧불이 서식처 조성 사업(2024 경기생태마당 조성 사업), 경기도 용인시, 2023.11.09.
– 경안천 주변인 처인구 호동 330–10번지 길업습지를 도시화 이전의 생태환경으로 되돌려 반딧불이를 비롯한 다양한 동·식물이 서식할 수 있게 만드는 사업을 계획함.</td></tr>
</table>

9	흡수원	블루카본(갯벌, 염습지 등) 복원	
1 개요		블루카본*은 갯벌, 바다숲, 염습지** 등 해양생태계가 흡수하는 탄소를 의미하며, 블루카본 조성사업 을 통해 이산화탄소 흡수 속도를 증가시켜 온실가스 저감에 기여 * 블루카본 : 어패류, 잘피, 염생식물 등 바닷가에 서식하는 생물은 물론 맹그로브숲, 염습지와 잘피림 등 해양 생태계가 흡수하는 탄소를 뜻함. ** 염습지 : 바닷물이 드나들어 염분변화가 큰 습지를 의미하며 염생식물 서식	
2 원단위		0.105$kgCO_2eq/㎡$	
3 감축량산정식		• 감축원단위(0.105$kgCO_2eq/㎡$) × 조성면적(㎡)	
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(0.105$kgCO_2eq/㎡$) = (국내 갯벌의 연간 평균 이산화탄소흡수량 ÷국내 갯벌 면적) × 단위환산 ※ (262,000tCO_2eq/yr ÷ 2,491㎢) × 10^{-3} = 0.105$kgCO_2eq/㎡$	
5 산정계수		• 국내 갯벌의 연간 평균 이산화탄소흡수량 : 262,000tCO_2eq/yr	①
		• 국내 갯벌 면적 : 2,491㎢	②
6 출처		① 해양수산부 공식 보도자료〈우리나라 갯벌, 연간 승용차 11만 대가 배출하는 온실가스 흡수, 서울대 연구팀 우리나라 갯벌의 탄소흡수 역할 및 기능 규명〉2021.7.6. ② 서울대(김종성 교수)외, *The first national scale evaluation of organic carbon stocks and sequestration rates of coastal sediments along the West Sea, South Sea, and East Sea of South Korea*, 2021	
7 모니터링인자		• 조성면적(㎡)	
8 추진사례		• 성산읍 갯벌 식생 복원사업 착수, 제주특별자치도 서귀포시	

10	흡수원	바다숲 조성	
1 개요		갯녹음이 진행된 해역에 해조류를 이식하거나 자연석 혹은 해중림초 설치, 자연 암반 개선 등으로 연안 생태계를 복원하여 탄소흡수원 확충	
2 원단위		• 7.97tCO_2eq/㏊	
3 감축량산정식		• 감축원단위(7.97tCO_2eq/㏊) × 조성면적(㏊)	
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(7.97tCO_2eq/㏊) = 바다숲 조성의 대표종인 감태의 면적당 이산화탄소 포집량 기준 ※ 7.97tCO_2eq/㏊	
5 산정계수		• 바다숲 조성 대표종이 감태이며, 종별 원단위 적용 가능 *Eisenia/Ecklonia*(감태) : 7.97tCO_2eq/㏊ *Saccharina*(다시마) : 4.77tCO_2eq/㏊ *Sargassum*(모자반) : 22.02tCO_2eq/㏊	①
6 출처		① *Calvun F.A. Sondak and Ik Kyo Chung, Potential Blue Carbon from Coastal Ecosystems in the Republic of Korea, Ocean Sci J*, 2015(4p)	
7 모니터링인자		• 조성면적(㏊)	
8 추진사례		• 바다숲 조성 사업 진행, 울산광역시, 2024.02.01.	

11	흡수원	해초(잘피림) 식재
1 개요		연안지역에 해초류(잘피림)를 식재하여 식재한 면적만큼의 온실가스 흡수원을 확대함으로써 온실가스 저감에 기여하고자 함
2 원단위		• 0.0012 $tCO_2eq/㎡$
3 감축량산정식		• 감축원단위 (0.0012 $tCO_2eq/㎡$) × 해초류(잘피림) 식재 면적 (㎡)
4 감축원단위 산정근거		• 감축원단위(0.0012 $tCO_2eq/㎡$) = 해초류(잘피림)에 의한 탄소고정량 × 이산화탄소 환산계수 ※ 0.000326 $tC/㎡$ × 3.667 = 0.0012 $tCO_2eq/㎡$ ※ 326 $gC/㎡$ ÷ 1,000,000 = 0.000326 $tC/㎡$
5 산정계수		• 해초류(잘피림)에 의한 탄소고정량 ① • 이산화탄소 환산계수 = 3.667 ②
6 출처		① 해조류를 이용한 온실가스 저감기술 개발 최종 보고서 (국토해양부, 한국해양과학기술진흥원, 2011.04.30.) – p. 321,322 ② 목재제품 탄소저장량 표시제도 운영 계획 : 목재제품 탄소저장량 산정 지침 (목재문화진흥회, 2022.01.27.)
7 모니터링인자		• 해초류(잘피림) 식재 면적 (㎡)
8 추진사례		• 옹진군 바다숲 조성 사업, 인천광역시 옹진군, 2023.05.14. – 옹진군은 5월부터 해당년도 말까지 덕적면 백아도와 소야도 연안 해역에 바다숲과 잘피숲을 각각 154㏊, 10㏊ 규모로 조성하는 사업을 계획함

해초류	탄소고정량	단위
잘피	326	$gC/㎡$
	0.000326	$tC/㎡$

12	흡수원	미이용 산림바이오매스 목재연료(목재펠릿, 목재칩) 활용
1 개요		미이용 산림바이오매스는 수확, 수종갱신, 산지개발, 숲가꾸기 및 가로수 정비 사업에서 발생하는 잔가지와 같이 원목이 아닌 부산물과 각종 재해 피해목을 의미함. 목재펠릿과 목재칩으로 미이용 산림바이오매스를 자원화하여 화석연료를 대체함으로써 온실가스를 저감하고자 함.
2 원단위		• [미이용 산림바이오매스 목재연료 활용] 1.21 tCO_2eq/ton • [미이용 산림바이오매스 목재펠릿 활용] 1.25 tCO_2eq/ton • [미이용 산림바이오매스 목재칩 활용] 1.02 tCO_2eq/ton ⋯→ 미이용 산림바이오매스 목재연료 활용 값은 목재펠릿과 목재칩의 평균값을 적용하여 산정함
3 감축량산정식		• 목재연료 감축원단위(1.21 tCO_2eq/ton) × 목재연료 무게 (ton) • 목재펠릿 감축원단위(1.25 tCO_2eq/ton) × 목재펠릿 무게 (ton) • 목재칩 감축원단위(1.02 tCO_2eq/ton) × 목재칩 무게 (ton) ⋯→ 목재연료의 무게는 목재칩과 목재펠릿 합계에 해당함 **적용 예시** • 감축원단위 적용 예시) 2022년도 목재펠릿 발전량 = 676,000 ton 미이용 산림바이오매스 목재펠릿 활용 감축원단위 = 1.25 tCO_2eq/ton 온실가스 감축량 산정 = 845,000 tCO_2eq = 2022년도 목재펠릿 발전량 × 미이용 산림바이오매스 목재펠릿 활용 감축원단위 = 676,000 ton × 1.25 tCO_2eq/ton = 845,000 tCO_2eq
4 감축원단위 산정근거		• [미이용 산림바이오매스 목재연료 활용] 감축원단위(1.21 tCO_2eq/ton) = 목재연료 발열량만큼의 B–C유 발전 시 온실가스 배출량 – (목재연료 1 ton 제조당 온실가스 배출량 + 미이용 산림바이오매스 재생에너지원 발전 시 온실가스 배출량) = 1.21 tCO_2eq/ton ※ 1.23 tCO_2eq/ton – (0.02 tCO_2eq/ton + 0 tCO_2eq/ton) = 1.21 tCO_2eq/ton ⋯→ 목재연료 발열량만큼의 B–C유 발전 시 온실가스 배출량과 목재칩과 목재펠릿의 1 ton 제조당 온실가스 배출량은 2022년도 미이용 산림바이오매스로 이용되는 비율로 가중평균값을 적용하여 산정함 • [미이용 산림바이오매스 목재펠릿 활용] 감축원단위(1.25 tCO_2eq/ton) = 목재펠릿 발열량만큼의 B–C유 발전 시 온실가스 배출량 – (목재펠릿 1 ton 제조당 온실가스 배출량 + 미이용 산림바이오매스 재생에너지원 발전 시 온실가스 배출량) = 1.25 tCO_2eq/ton ※ 1.28 tCO_2eq/ton – (0.02 tCO_2eq/ton + 0 tCO_2eq/ton) = 1.25 tCO_2eq/ton • [미이용 산림바이오매스 목재칩 활용] 감축원단위(1.02 tCO_2eq/ton) = 목재칩 발열량만큼의 B–C유 발전 시 온실가스 배출량 – (목재칩 1 ton 제조당 온실가스 배출량 + 미이용 산림바이오매스 재생에너지원 발전 시 온실가스 배출량) = 1.02 tCO_2eq/ton ※ 1.03 tCO_2eq/ton – (0.01 tCO_2eq/ton + 0 tCO_2eq/ton) = 1.02 tCO_2eq/ton

<table>
<tr><th>12</th><th>흡수원</th><th colspan="2">미이용 산림바이오매스 목재연료(목재펠릿, 목재칩) 활용</th></tr>
<tr><td colspan="2">4 감축원단위 산정근거</td><td colspan="2">• [목재연료 발열량만큼의 B–C유 발전 시 온실가스 배출량] 1.23 tCO_2eq/ton
= (목재펠릿 발열량만큼의 B–C유 발전 시 온실가스 배출량 × 목재펠릿 이용 비율)
+ (목재칩 발열량만큼의 B–C유 발전 시 온실가스 배출량 × 목재칩 이용 비율)
= 1.23 tCO_2eq/ton
※ (1.28 tCO_2eq/ton × 0.79) + (1.03 tCO_2eq/ton × 0.21) = 1.23 tCO_2eq/ton

• [목재펠릿 발열량만큼의 B–C유 발전 시 온실가스 배출량]
= 목재펠릿 사용량 × 목재펠릿 순발열량 × B–C유 배출계수 × 단위환산
= 1.28 tCO_2eq/ton
※ 1 ton × 16.5 MJ/kg × 77,400 $kgCO_2/TJ$ × 10^{-6} = 1.28 tCO_2eq/ton

• [목재칩 발열량만큼의 B–C유 발전 시 온실가스 배출량]
= 목재칩 사용량 × 목재칩 순발열량 × B–C유 배출계수 × 단위환산
= 1.03 tCO_2eq/ton
※ 1 ton × 13.3 MJ/kg × 77,400 $kgCO_2/TJ$ × 10^{-6} = 1.03 tCO_2eq/ton

• [목재연료 1 ton 제조당 온실가스 배출량] 0.02 tCO_2eq/ton
= (목재펠릿 1 ton 제조당 온실가스 배출량 × 목재펠릿 이용 비율)
+ (목재칩 1 ton 제조당 온실가스 배출량 × 목재칩 이용 비율)
= 0.02 tCO_2eq/ton
※ (0.02 tCO_2eq/ton × 0.79) + (0.01 tCO_2eq/ton × 0.21) = 0.02 tCO_2eq/ton

• [미이용 산림바이오매스 재생에너지원 발전 시 온실가스 배출량] 0 tCO_2eq/ton
⋯→ 목재칩과 목재펠릿의 온실가스 배출량을 0으로 가정하여 감축원단위를 산정함</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">5 산정계수</td><td>• 목재펠릿과 목재칩 순발열량
<table><tr><th>사용 연료</th><th>순발열량</th><th>단위</th></tr><tr><td>목재펠릿</td><td>16.5</td><td>MJ/kg</td></tr><tr><td>목재칩</td><td>13.3</td><td>MJ/kg</td></tr></table></td><td>①</td></tr>
<tr><td>• 미이용 산림바이오매스 공급(이용)량
<table><tr><th rowspan="2">구분</th><th>공급실적 (원료)</th><th colspan="3">이용실적(발전용) (ton)</th><th colspan="2">비율*</th></tr><tr><th>증명수량(건)</th><th>미이용 산림 바이오매스 (원료)</th><th>목재펠릿</th><th>목재칩</th><th>목재펠릿</th><th>목재칩</th></tr><tr><td>2022</td><td>1,179</td><td>1,174,000</td><td>676,000</td><td>177,000</td><td>0.79</td><td>0.21</td></tr></table>※ 미이용 산림바이오매스 (원료)가 각 목재펠릿과 목재칩으로 이용되는 비율

• 〈목재펠릿 이용 비율 산정과정〉
목재펠릿 이용량 ÷ (목재펠릿 이용량 + 목재칩 이용량) = 0.79
※ 676,000 ÷ (676,000 + 177,000) = 0.79

• 〈목재칩 이용 비율 산정과정〉
목재칩 이용량 ÷ (목재펠릿 이용량 + 목재칩 이용량) = 0.21
※ 177,000 ÷ (676,000 + 177,000) = 0.21</td><td>②</td></tr>
</table>

12	흡수원	미이용 산림바이오매스 목재연료(목재펠릿, 목재칩) 활용

5 산정계수

• 목재펠릿과 목재칩 제조 과정에서 발생하는 온실가스 배출량

구분	최소값 (tCO_2eq/ha)	최대값 (tCO_2eq/ha)	평균값 (tCO_2eq/ha)	평균값 단위 환산 (tCO_2eq/ton)
목재칩	0.14	0.26	0.2	0.01
목재펠릿	0.38	0.58	0.48	0.02

⋯→ 각 목재칩과 목재펠릿을 제조하기 위해 간벌한 면적당 온실가스 배출량임
⋯→ 각 목재칩과 목재펠릿 제조 시 소비처 운반, 제조 공장, 공장 운반, 집재, 수익간벌 과정을 모두 포함한 온실가스 배출량임
⋯→ 각 목재칩과 목재펠릿 제조 과정에서 온실가스 배출량 최소값과 최대값의 평균값에 간벌 면적당 목재연료 생산량을 나누어 각 목재칩과 목재펠릿 무게당 온실가스 배출량을 산정함

③

• 〈목재칩 1 ton 제조당 온실가스 배출량 산정과정〉
= 간벌 면적당 목재칩 온실가스 배출량 평균 ÷ 간벌 면적당 목재칩 생산량
= 0.01 tCO_2eq/ton
※ 0.2 tCO_2eq/ha ÷ 20.65 ton/ha = 0.01 tCO_2eq/ton

• 〈목재펠릿 1 ton 제조당 온실가스 배출량 산정과정〉
= 간벌 면적당 목재펠릿 온실가스 배출량 평균 ÷ 간벌 면적당 목재펠릿 생산량
= 0.02 tCO_2eq/ton
※ 0.48 tCO_2eq/ha ÷ 20.65 ton/ha = 0.02 tCO_2eq/ton

• 목재연료 간벌 면적당 생산량 (단위 : ton/ha)

연료 종류	간벌 강도 (%)	수익 간벌	평균
목재칩	26	17.6	20.65
	35	23.7	
목재펠릿	26	17.6	20.65
	35	23.7	

③

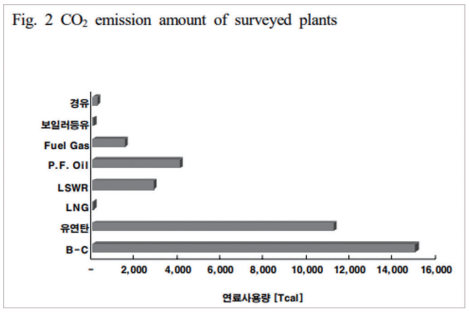
• B–C유 배출계수

연료명	국내 에너지원 기준	CO_2($kgCO_2/TJ$)
잔여 연료유	B–C유	77,400

⋯→ 미이용 산림바이오매스(목재펠릿, 목재칩)를 이용하여 열병합 발전할 때와 B–C유 연료 사용할 때의 온실가스 배출량과의 비교를 위해 B–C유 배출계수를 적용하여 온실가스 배출량을 산정함

④

• 화석연료 발전 연료로 B–C유를 사용한 근거
"22개 산업단지 열병합발전소에서 소비한 2005년 연료 총량은 40,619$Tcal$로 조사되었고, 각 발전소에서 소비한 연료 종류 중 B–C와 유연탄 사용 비율이 높은 것으로 조사되었다."
〈아래 그림 참고〉



⑤

12	흡수원	미이용 산림바이오매스 목재연료(목재펠릿, 목재칩) 활용
6 출처		① 한국의 산림바이오매스에너지 중장기 수요–공급 전망과 화석연료 대체효과 분석 (이승록 외 5인, 2022.07.20.) – p.3 ② 산림청 통계 (https://www.forest.go.kr) ③ 전과정평가를 이용한 목질연료(칩, 펠릿)의 배출가스량 비교 (강원대학교 석사학위논문, 최영섭, 2010.12.) – p.19. 33 ④ 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침(환경부고시 제2021–10호), [별표12] 연료별 국가 고유발열량 및 배출계수(제15조제2항 관련) ⑤ 연료분석 방법을 적용한 산업단지 열병합발전소 이산화탄소 배출량 및 배출특성 분석 (강석훈, 정대현, 2008.) – p.3
7 모니터링인자		• 미이용 산림바이오매스 목재연료 (목재펠릿, 목재칩) 무게 (ton) • 미이용 산림바이오매스 목재펠릿 무게 (ton) • 미이용 산림바이오매스 목재칩 무게 (ton)
8 추진사례		• 미이용 산림바이오매스 활용으로 친환경 에너지 생산, 진안군, 2023 – 진안군에서 목재수확 후 수집되는 산림바이오매스의 양이 증가세를 보이고 있으며, 수집된 바이오매스는 대부분 목재펠릿 연료로 가공되어 발전소에 납품하게 됨. 이는 신·재생에너지 공급의무화(RPS)제도의 도입으로 500메가와트(MW)이상의 발전설비를 보유한 발전사업자들이 총 발전량의 일정비율 이상을 신재생에너지를 이용토록 의무화한 제도를 충족시키는 데 쓰여 친환경 에너지 생산·소비에 기여하고 있으므로 온실가스 저감 기능을 함.

13	흡수원	국내 목제품 이용 및 생활환경 시설 목재 활용 권장
1 개요		목재는 이산화탄소의 우수한 저장고이며, 산림에서 제거된 목재도 이를 가공하여 목제품으로 사용한다면 그 제품의 내구연한 동안 탄소고정이 되는 등 이러한 탄소 저장능력이 인정된 소재인 목재 이용 확대의 필요성이 부각되고 있음. 이에 따라서 국산 목제품 이용 및 생활환경 시설 목재 활용의 권장으로 목재 수요 공급의 선순환 체계를 구축하여 온실가스 저감에 기여하고자 함.
2 원단위		• [목제품 부피당]0.63 tCO_2eq/m^3 • [책상 1대당] 0.017 tCO_2eq/대 • [테이블 1대당] 0.021 tCO_2eq/대
3 감축량산정식		• [목제품 부피당]감축원단위(0.63tCO_2eq/m^3)×목재제품의총부피 (m^3) • [책상 1대당] 감축원단위(0.017tCO_2eq/대)×책상의대수(대) • [테이블1대당]감축원단위(0.021tCO_2eq/대)×테이블의대수(대)
4 감축원단위 산정근거		탄소저장량 ($kgCO_2$) = 목재제품의 이산화탄소 저장량 – 목재제품 생산시 발생하는 온실가스 배출량 목재제품의 이산화탄소 저장량 ($kgCO_2$) = 목재사용량 (kg) × 탄소함유율 × 이산화탄소 환산계수 목재제품 생산 시 발생하는 온실가스 배출량 ($kgCO_2eq$) = 목재사용량 (kg) × 온실가스 배출량 ※ 출처 : 탄소저장량 표시제도 운영 계획 (목재문화진흥회,한국임업진흥원(공동 추진), 2022.02.13.) • 목제품 부피당 감축원단위(제재목과 섬유판 탄소저장량 평균값) = 626.77 $kgCO_2eq/m^3$ ÷ 1000 = 0.63 tCO_2eq/m^3 ※책상및테이블 1대의 부피 계산 시 책상 상판만을 대상으로 계산하였음 • 책상 1대당 감축원단위 = 목제품 부피당 감축원단위 0.017tCO_2eq/대 = 목제품 부피당 감축원단위 × 책상 1대의 부피 ※ 626.77$kgCO_2eq/m^3$ × 0.028m^3/대 = 17.43 $kgCO_2eq$/대 = 0.017 tCO_2eq/대 • 테이블 1대당 감축원단위 = 목제품부피당 감축원단위0.021tCO_2eq/대 = 목제품 부피당 감축원단위 × 테이블 1대의 부피 ※ 626.77$kgCO_2eq/m^3$ × 0.034m^3/대 = 21.3$kgCO_2eq$/대 = 0.021 tCO_2eq/대 [목제품 부피당 감축원단위 산정] • 제재목과 섬유판 이산화탄소 저장량 평균 = 626.77$kgCO_2eq/m^3$ = (제재목 이산화탄소 저장량 + 섬유판 이산화탄소 저장량) ÷ 2 ※ (661.67$kgCO_2eq/m^3$ + 591.88 $kgCO_2eq/m^3$) ÷ 2 = 626.77$kgCO_2eq/m^3$ ※ 제재목과 섬유판으로 이산화탄소 저장량 평균을 산정한 이유 : "국가 온실가스 저감목표 달성을 위한 산림부문 대응방안 연구" (국립산림과학원, 2022.06.) p.43에 따르면 수확된 목재제품 탄소저장량 산정 대상 목재제품은 제재목, 섬유판으로 구분됨에 따라서 제재목과 섬유판 탄소저장량 평균으로 감축원단위를 산정하였음 [제재목 이산화탄소 저장량 산정] • 제재목 이산화탄소 저장량 661.67$kgCO_2eq/m^3$ = 목재제품의 이산화탄소 저장량 – 목재제품 생산시 발생하는 온실가스 배출량 ※ 839.67 $kgCO_2eq/m^3$ – 177.99 $kgCO_2eq/m^3$ = 661.67$kgCO_2eq/m^3$

13	흡수원	국내 목제품 이용 및 생활환경 시설 목재 활용 권장

4 감축원단위 산정근거

• 목재 제품의 이산화탄소 저장량 839.67 $kgCO_2eq/m^3$
= 밀도 ×탄소함유율 ×이산화탄소 환산계수
※ 458 kg/m^3× 0.5 kgC/kg× 3.667 = 839.67 $kgCO_2eq/m^3$
※ 제재목(혼합) 밀도, 탄소함유율 적용

• 목재제품 생산 시 발생하는 온실가스 배출량 177.99$kgCO_2eq/m^3$(원단위)
※ 제재목(혼합) 원단위 적용

[섬유판 이산화탄소 저장량 산정]

• 섬유판 이산화탄소 저장량 591.88$kgCO_2eq/m^3$
= 목재제품의 이산화탄소 저장량 –목재제품 생산시 발생하는 온실가스 배출량
※ 1081.88 $kgCO_2eq/m^3$– 490$kgCO_2eq/m^3$ = 591.88$kgCO_2eq/m^3$

• 목재제품의 이산화탄소 저장량 1081.88$kgCO_2eq/m^3$
= 밀도×탄소함유율 ×이산화탄소 환산계수
※ 691kg/m^3×0.427kgC/kg×3.667 = 1,081.88$kgCO_2eq/m^3$
※ 섬유판 밀도, 탄소함유율 적용

• 목재제품 생산 시 발생하는 온실가스 배출량 490 $kgCO_2eq/m^3$ (원단위)
※ 섬유판 원단위 적용

5 산정계수

• 목재 제품의 이산화탄소 저장량 계수 (제재목 탄소저장량 산정 시 제재목(혼합) 계수 적용)

번호	품목명	밀도(kg/m^3)	탄소함유율
1	제재목(혼합)	458	0.5
2	제재목(침엽수)	450	0.5
3	제재목(활엽수)	560	0.5
4	섬유판	691	0.427

②

• 이산화탄소 환산계수 : 3.667
탄소량을 이산화탄소 양으로 환산하기 위한 계수로 44/12를 적용함

②

• 목제품 각 1대당 부피

번호	품목명	가로	세로	높이	부피
1	책상	131.43cm	70.54cm	3cm	0.028m^3
2	테이블	130.71cm	86.67cm	3cm	0.034m^3

※ 노동부고시와 KS규격에 의거한 사무용 의자와 책상의 인간공학적 분석
(한국산업위생학회지, 2009.03., p.21)
※ 사무용 책상 및 테이블 KS G 4203:2020(한국표준협회, p.13)
※ 책상과 테이블 높이는 정해진 규격이 없으므로 실측정 값인 3cm로 가정하여 계산하였음

④
⑤

• 목재제품 생산 시 발생하는 온실가스 배출량 (제재목 탄소저장량 산정 시 제재목(혼합) 계수 적용)

번호	품목명		온실가스배출량	단위
1	제재목	제재	33.07	$kgCO_2eq/m^3$
		제재·건조	150.03	
		제재·건조·가공	177.99	
2	섬유판		490	$kgCO_2eq/m^3$

②

13	흡수원	국내 목제품 이용 및 생활환경 시설 목재 활용 권장	
5 산정계수		• 제재목 : 원목에서 소요의 치수형태로 (각재나 널빤지로) 잘라낸 재한) 목재 • 섬유판 : 식물질 섬유를 주원료로 하여 압축 성형한 판을 총칭하는 것이며, 열의 차단성이 크지만 흡습성이 있음	⑦
6 출처		① 온실가스 배출권거래제 상쇄제도 외부사업 방법론 : 목제품 이용 사업의 방법론 (온실가스종합정보센터, 2017.01.11., p.107–113) ② 목재제품 탄소저장량 표시제도 운영 계획 : 목재제품 탄소저장량 산정 지침 (목재문화진흥회, 2022.01.27.) ③ 탄소저장량 표시제도 운영 계획 (목재문화진흥회, 한국임업진흥원 (공동 추진), 2022.02.13.) ④ 노동부고시와 KS규격에 의거한 사무용 의자와 책상의 인간공학적 분석 (한국산업위생학회지, 2009.03., p.21) ⑤ 사무용 책상 및 테이블 $KS\ G$ 4203:2020 (한국표준협회, p.13) ⑥ 국가 온실가스 저감목표 달성을 위한 산림부문 대응방안 연구 (국립산림과학원, 2022.06., p.43) ⑦ 대한건축학회 건축용어사전	
7 모니터링인자		• 목재 제품의 총 부피 (㎥) (책상 및 테이블 1대의 부피당 감축원단위) • 책상의 대수(대) • 테이블의 대수(대)	
8 추진사례		• 지자체 목재 폐기물 재이용 시 적용 가능. • 탄소저장을 위한 목재이용 활성화, 경상남도 – 생산, 이용, 재활용 전과정에 걸친 국산목재 이력 관리 시스템 구축 및 탄소저장기간이 긴 제재목 가공기술 개발로 국산목재 이용기반 확대 중임	

Ⅲ

부록

지자체 온실가스 감축사업별 감축원단위 적용 가이드라인

감축원단위 총괄표 190

부록

감축원단위 총괄표

번호	부문	감축사업명	모니터링인자명	값	단위	개발 연도
1–1	전환	태양광 발전	시설용량	0.617	tCO_2eq/kW	2022
			발전량	0.0004781	tCO_2eq/kWh	
1–2	전환	건물일체형(BIPV) 태양광발전	시설용량	0.4602	tCO_2eq/kW	2023
			발전량	0.0004781	tCO_2eq/kWh	
1–3	전환	미니태양광 발전	시설용량	0.4529	tCO_2eq/kW	2023
			발전량	0.0004781	tCO_2eq/kWh	
1–4	전환	수상태양광 발전	시설용량	0.6264	tCO_2eq/kW	2023
			발전량	0.0004781	tCO_2eq/kWh	
1–5	전환	영농형 태양광 발전	시설용량	0.6836	tCO_2eq/kW	2024
			설치면적	0.0224	$tCO_2eq/㎡$	
			발전량	0.0004781	tCO_2eq/kWh	
1–6	전환	태양열 시스템 보급 확대	설치면적(평판형)	0.285	$tCO_2eq/㎡$	2022
			설치면적(공기식무창형)	0.233	$tCO_2eq/㎡$	
			설치면적(공기식유창형)	0.266	$tCO_2eq/㎡$	
			설치면적(단일진공관, 이중진공관형)	0.356	$tCO_2eq/㎡$	
1–7	전환	풍력 발전	시설용량	0.951	tCO_2eq/kW	2022
			발전량	0.0004781	tCO_2eq/kWh	
1–8	전환	소수력 발전	설비용량	1.096	tCO_2eq/kW	2022
			발전량	0.0004781	tCO_2eq/kWh	
1–9	전환	지열	보급물량	0.479	tCO_2eq/RT	2022
			설치용량	0.413	tCO_2eq/kW	
			열생산량	56.1	tCO_2eq/TJ	
1–10	전환	소각장 폐열 자원화	소각량(B–C유 대체)	0.782	$tCO_2eq/톤$	2022
			소각량(경유대체)	0.713	$tCO_2eq/톤$	
			소각량(LNG대체)	0.545	$tCO_2eq/톤$	
1–11	전환	하수열 및 하천수열 이용	보급물량	1.736	tCO_2eq/kW	2022
1–12	전환	바이오가스 열병합 발전	보급용량	3,590.7	tCO_2eq/MW	2024

번호	부문	감축사업명	모니터링인자명	값	단위	개발 연도
2–1	산업	청정연료 전환시설 지원	시설 용량 (벙커C유 → LNG)	130.44	tCO_2eq/ton	2024
			시설 용량 (정제연료유 →LNG)	92.17	tCO_2eq/ton	
			시설 용량 (부생연료유 1호 → LNG)	93.79	tCO_2eq/ton	
			시설 용량 (부생연료유 2호 →LNG)	126.67	tCO_2eq/ton	
2–2	산업	산업체 저녹스버너 교체	교체 대수	18.21	tCO_2eq/대	2024
			교체 대수(경유 →경유)	15.5	tCO_2eq/대	
			교체 대수(LNG →LNG)	15.48	tCO_2eq/대	
			교체 대수(중유 →LNG)	28.39	tCO_2eq/대	
			교체 대수(경유 → LNG)	13.46	tCO_2eq/대	
2–3	산업	건설기계(굴착기) 전동화	전기굴착기 보급대수	5.014	tCO_2eq/대	2023
2–4	산업	산업용 냉동기 교효율 기기 설비교체	교체대수(정격냉동능력 1,055kW 이하)	95.45	tCO_2eq/대	2023
			교체대수(정격냉동능력 1,055~7,032kW)	204.77	tCO_2eq/대	
3–1	건물	탄소중립포인트제 운영 (가입가구)	탄소포인트제 가입 가구수	0.107	tCO_2eq/가구수	2024
3–2	건물	탄소포인트제 운영(LNG, 수도, 전력)	사용절감량(LNG)	0.002188	tCO_2eq/m^3	2022
			사용절감량(수도)	0.000237	tCO_2eq/m^3	
			사용절감량(전력)	0.0004781	tCO_2eq/kWh	
3–3	건물	공공건축물 그린 리모델링	사업면적	0.00459	tCO_2eq/m^2	2023
3–4	건물	민간 부문 그린 리모델링	리모델링 사업 면적	0.0090	tCO_2eq/m^2	2024
3–5	건물	기존 건물 BRP 사업	사업 면적	0.0139	tCO_2eq/m^2	2024
3–6	건물	제로에너지 빌딩	사업면적 [(주거용) ZEB 5등급]	0.010	tCO_2eq/m^2	2024
			사업면적 [(주거용) ZEB 4등급]	0.019	tCO_2eq/m^2	
			사업면적 [(주거용) ZEB 3등급]	0.027	tCO_2eq/m^2	
			사업면적 [(주거용) ZEB 2등급]	0.036	tCO_2eq/m^2	
			사업면적 [(비주거용) ZEB 5등급]	0.006	tCO_2eq/m^2	
			사업면적 [(비주거용) ZEB 4등급]	0.019	tCO_2eq/m^2	
			사업면적 [(비주거용) ZEB 3등급]	0.033	tCO_2eq/m^2	
			사업면적 [(비주거용) ZEB 2등급]	0.046	tCO_2eq/m^2	

번호	부문	감축사업명	모니터링인자명	값	단위	개발 연도
3-7	건물	건물에너지 효율등급 인증	[주거용] 에너지효율등급 (1+++) 사업면적	0.016	tCO_2eq/m^2	2024
			[주거용] 에너지효율등급 (1++) 사업면적	0.009	tCO_2eq/m^2	
			[비주거용] 에너지효율등급 (1+++) 사업면적	0.022	tCO_2eq/m^2	
			[비주거용] 에너지효율등급 (1++) 사업면적	0.008	tCO_2eq/m^2	
3-8	건물	BEMS 설치 및 운영	사업 면적	0.0038	tCO_2eq/m^2	2024
3-9	건물	수요반응시스템(DR) 구축	수요반응 가입 용량	33.75	tCO_2eq/MW	2022
3-10	건물	공공 및 오피스 건물의 스마트 미터링 도입	사업 면적	0.00418	tCO_2eq/m^2	2023
3-11	건물	일과 중 냉난방기 1시간 운휴	사업면적 (냉방기기 1시간 운휴)	0.000045	tCO_2eq/m^2	2023
			사업면적 (난방기기 1시간 운휴)	0.000037	tCO_2eq/m^2	
3-12	건물	히트펌프 설치	교체대수(기름(등유) 보일러 → 전기 히트펌프 (SPF=3))	7.300	tCO_2eq/대	2024
			교체대수(도시가스(LNG) 보일러 → 전기 히트펌프 (SPF=3))	4.916	tCO_2eq/대	
			교체대수(전기히터 보일러 → 전기 히트펌프(SPF=3))	4.781	tCO_2eq/대	
			교체대수(기름(등유) 보일러 → 전기 히트펌프 (SPF=6))	8.495	tCO_2eq/대	
			교체대수(도시가스(LNG) 보일러 → 전기 히트펌프 (SPF=6))	6.111	tCO_2eq/대	
			교체대수(전기히터 보일러 → 전기 히트펌프(SPF=6))	5.976	tCO_2eq/대	
3-13	건물	잠열 회수형 온수 보일러 도입 (가정)	보급가구수	0.08	tCO_2eq/가구	2022
3-14	건물	가정용 환경표지인증 보일러 교체	교체대수(노후 보일러 (LNG) → 환경표지인증 보일러(LNG))	0.536	tCO_2eq/대	2023
			교체대수(노후 보일러 (LPG) → 환경표지인증 보일러(LNG))	0.328	tCO_2eq/대	
			교체대수(노후 보일러(등유) → 환경표지인증 보일러(LNG))	0.495	tCO_2eq/대	
3-15	건물	빗물 재이용 시설 도입	설비용량·시설대수	0.000237	tCO_2eq/m^3·대	2022

번호	부문	감축사업명	모니터링인자명	값	단위	개발 연도
3-16	건물	절수기기 보급	보급가구수	0.0078	tCO_2eq/가구	2022
3-17	건물	고단열 창호교체	유리 교체면적 (도시가스 대체)	0.00648	tCO_2eq/m^2	2023
			유리 교체면적(전기 대체)	0.01530	tCO_2eq/m^2	
			유리 교체면적(경유 대체)	0.00859	tCO_2eq/m^2	
			유리 교체면적(전기 대체)	0.00833	tCO_2eq/m^2	
3-18	건물	LED 조명 교체	교체개수(형광등)	0.030	tCO_2eq/개	2022
			교체개수(백열등)	0.050	tCO_2eq/개	
3-19	건물	가로등 LED 교체	교체개수	0.1745	tCO_2eq/개	2022
3-20	건물	옥외광고 간판조명 LED화	간판면적	0.314	tCO_2eq/m^2	2022
			조명교체개수	0.0628	tCO_2eq/개	
3-21	건물	대기전력 차단기 보급	보급가구수	0.085	tCO_2eq/가구	2022
			적용 면적	0.0012	tCO_2eq/m^2	
3-22	건물	고효율 제품전환	교체대수(전기냉장고)	0.038	tCO_2eq/대	2022
			교체대수(전기세탁기)	0.010	tCO_2eq/대	
			교체대수(전기밥솥)	0.014	tCO_2eq/대	
			교체대수 [고효율 냉난방기(5→4)]	0.0030	tCO_2eq/대	2024
			교체대수 [고효율 냉난방기(5→3)]	0.0237	tCO_2eq/대	
			교체대수 [고효율 냉난방기(5→2)]	0.0586	tCO_2eq/대	
			교체대수 [고효율 냉난방기(5→1)]	0.0956	tCO_2eq/대	
			교체대수 [고효율 냉난방기(4→3)]	0.0207	tCO_2eq/대	
			교체대수 [고효율 냉난방기(4→2)]	0.0556	tCO_2eq/대	
			교체대수 [고효율 냉난방기(4→1)]	0.0927	tCO_2eq/대	
			교체대수 [고효율 냉난방기(3→2)]	0.0349	tCO_2eq/대	
			교체대수 [고효율 냉난방기(3→1)]	0.0719	tCO_2eq/대	
			교체대수 [고효율 냉난방기(2→1)]	0.0371	tCO_2eq/대	
3-23	건물	인덕션(전기레인지) 교체 사업	교체대수 (프로판 → 전기레인지)	0.112	tCO_2eq/대	2024
			교체대수 (도시가스 → 전기레인지)	0.048	tCO_2eq/대	
3-24	건물	옥상녹화사업	조성면적	0.017	tCO_2eq/m^2	2022

번호	부문	감축사업명	모니터링인자명	값	단위	개발 연도
3-25	건물	벽면녹화(그린커튼)	조성면적	0.0035	tCO_2eq/m^2	2022
3-26	건물	쿨루프	시공면적	0.00341	tCO_2eq/m^2	2022
3-27	건물	그린 캠퍼스	사업대상 연면적	0.00884	tCO_2eq/m^2	2024
3-28	건물	도시가스 공급확대(등유, 경유)	변경가구수	0.09	tCO_2eq/가구	2022
3-29	건물	목재펠릿 보일러	사용량(등유, 경유)	1.208	tCO_2eq/톤	2022
			사용량(LPG)	1.066	tCO_2eq/톤	
			설치대수	6.173	tCO_2eq/대	
4-1	수송	전기차 보급(승용차)	전기승용차 보급대수(대)	0.97	tCO_2eq/대	2022
4-2	수송	전기차 보급(화물차)	전기화물차 보급대수(대)	2.155	tCO_2eq/대	2022
4-3	수송	전기 버스	보급대수(경유→전기)	43.89	tCO_2eq/대	2022
			보급대수(CNG→전기)	39.43	tCO_2eq/대	
4-4	수송	경유자동차 전기차 전환 지원	교체대수(경유차→전기차)	1.18	tCO_2eq/대	2022
4-5	수송	전기 이륜차(오토바이) 보급	전기이륜차 보급대수	0.6501	tCO_2eq/대	2024
4-6	수송	노면 청소차량 전기차 전환	전기청소차	2.472	tCO_2eq/대	2024
4-7	수송	전기 자전거 보급	보급대수	0.0138	tCO_2eq/대	2022
4-8	수송	수소차 보급(버스)	보급대수	36.389	tCO_2eq/대	2022
4-9	수송	수소차 보급(승용차)	보급대수	0.923	tCO_2eq/대	2022
4-10	수송	수소차 보급(대형 화물차)	수소화물차 보급대수(대)	10.6845	tCO_2eq/대	2024
4-11	수송	하이브리드차 보급(승용차)	하이브리드차 보급대수(대)	0.4331	tCO_2eq/대	2024
4-12	수송	경유자동차 저공해화 (LPG 엔진교체)	교체대수(대)	0.135	tCO_2eq/대	2022
4-13	수송	CNG차량 보급확대(버스)	보급대수	4.455	tCO_2eq/대	2022
4-14	수송	공공자전거 이용	공공자전거 이용횟수	0.0003245	tCO_2eq/회	2023
			공공자전거 보급대수	0.04518	tCO_2eq/대	
4-15	수송	PM(전동킥보드) 이용 활성화	PM 보급대수	0.0099	tCO_2eq/대	2024
4-16	수송	대중교통 이용확대	대중교통 이용자 증가 수 (지하철이 있는 지자체)	0.0016757	tCO_2eq/인	2023
			대중교통 이용자 증가 수 (지하철이 없는 지자체)	0.0012928	tCO_2eq/인	
			수송거리(버스)	0.0001820	tCO_2eq/인·km	
			수송거리(지하철)	0.0001824	tCO_2eq/인·km	
4-17	수송	자동차 마일리지 (탄소중립포인트)	탄소중립포인트(자동차)참여대수	0.2966	tCO_2eq/대	2023
4-18	수송	차량 공유(대여) 시스템	운영대수	3.834	tCO_2eq/대	2024
4-19	수송	승용차 요일제 추진	운영대수	0.279	tCO_2eq/대	2022

번호	부문	감축사업명	모니터링인자명	값	단위	개발 연도
4-20	수송	친환경 운전 문화 확산	확산대수(승용차)	0.30	tCO_2eq/대	2022
			확산대수(버스(중형))	0.71	tCO_2eq/대	2022
			확산대수(화물차)	0.85	tCO_2eq/대	2022
4-21	수송	녹색 주차장 조성	녹색 주차장 조성면적	0.000685	tCO_2eq/m^2	2024
4-22	수송	친환경 하이브리드 어선	보급대수	80	tCO_2eq/대	2022
4-23	수송	전기 여객선 보급	보급대수	600.50	tCO_2eq/대	2024
4-24	수송	항만 육상전원공급설비(AMP)	AMP공급 선박대수	174.477	tCO_2eq/대	2024
			AMP공급 선박톤수	0.0842	tCO_2eq/선박1톤	
			AMP공급 정박시간	0.0456	tCO_2eq/시간	
5-1	농축산	가축분뇨 공동자원화시설 확충	처리용량	0.034	tCO_2eq/톤	2022
			바이오가스 생산량	0.0009	CO_2eq/m^3	
5-2	농축산	농업에너지이용 효율화 (다겹보온커튼 설치)	다겹보온커튼 설치 면적 (평균)	0.005	tCO_2eq/m^2	2024
			다겹보온커튼 설치 면적 (파프리카)	0.004	tCO_2eq/m^2	
			다겹보온커튼 설치 면적 (오이)	0.007	tCO_2eq/m^2	
			다겹보온커튼 설치 면적 (토마토)	0.002	tCO_2eq/m^2	
5-3	농축산	농촌 지열히트펌프 보급	보급용량	1.37	tCO_2eq/RT	2022
5-4	농축산	논물관리	시행면적	22.4	tCO_2eq/ha	2022
5-5	농축산	친환경 비료사용 등 친환경농업 확대	보급면적	$6.32\times10-6$	tCO_2eq/m^2	2022
5-6	농축산	완효성 비료 시용	완효성 비료 시용 면적 (평균)	0.21	tCO_2eq/ha	2024
			완효성 비료 시용 면적 (콩)	0.1	tCO_2eq/ha	
			완효성 비료 시용 면적 (고추)	0.32	tCO_2eq/ha	
5-7	농축산	녹비작물을 통한 대체 효과	녹비작물 대체 면적	0.27	tCO_2eq/ha	2024
5-8	농축산	호기성 토양에서 바이오차 보급	바이오차 투입량	0.09	tCO_2eq /t-바이오차	2024
5-9	농축산	(논) 무경운 재배	재배면적(최소경운 1기작)	0.148	tCO_2eq/ha	2024
			재배면적(무경운 1기작)	0.153	tCO_2eq/ha	
5-10	농축산	건답 직파 재배	건답 직파 재배 면적	1.77	tCO_2eq/ha	2024
5-11	농축산	한우 비육기간 단축	한우 비육기간 단축 한우 수, 기간	1.21	tCO_2eq /두·개월	2024
5-12	농축산	저메탄, 저단백질사료 보급	사육두수	0.471	tCO_2eq/두	2022

번호	부문	감축사업명	모니터링인자명	값	단위	개발 연도
5-13	농축산	저탄소 식사 문화 확산 (채식 보급 활성화)	저탄소 식사 문화 확산 (일)	0.0003	tCO_2eq/일	2024
			저탄소 식사 문화 확산 (식)	0.0001	tCO_2eq/식	
6-1	폐기물	준호기성 매립지	생활폐기물 매립량	0.050	tCO_2eq/톤	2022
6-2	폐기물	고형폐기물의 생물학적 처리량 감소	감소처리량(퇴비화(건식))	0.439	tCO_2eq/톤	2022
			감소처리량(퇴비화(습식))	0.192	tCO_2eq/톤	
			감소처리량 (혐기성소화(건식))	0.056	tCO_2eq/톤	
			감소처리량 (혐기성소화(습식))	0.028	tCO_2eq/톤	
6-3	폐기물	소각여열 회수 및 이용	열공급량	0.00003	tCO_2eq/MJ	2022
6-4	폐기물	유기성 폐기물 신재생에너지 생산	바이오가스 활용량	0.001	tCO_2eq/㎥	2022
6-5	폐기물	하수처리장 에너지자립화 사업	발전량	0.0004781	tCO_2eq/kWh	2022
6-6	폐기물	하수처리수 재이용	재이용수 공급량(㎥)	0.0002228	tCO_2eq/㎥	2023
6-7	폐기물	아이스팩, 커피찌꺼기 재활용	재활용량(아이스팩)	0.002	tCO_2eq/톤	2022
			재활용량(커피찌꺼기)	0.001	tCO_2eq/톤	
6-8	폐기물	폐플라스틱 자원화	폐플라스틱 자원화 무게	1.3	tCO_2eq/ton	2024
6-9	폐기물	현수막 업사이클링	재활용된 현수막 개수	0.00092	tCO_2eq /장PE현수막	2023
			재활용된 현수막 중량	0.00185	tCO_2eq/kgPE 현수막	
6-10	폐기물	RFID 종량기 보급	RFID 종량기 보급대수	5.31	tCO_2eq/대	2024
			RFID 종량기 사용 세대	0.08	tCO_2eq/세대	
6-11	폐기물	가정용 음식물류 폐기물 감량기기 보급 지원	음식물류 폐기물 감량기기 보급대수	0.121	tCO_2eq/대	2024
6-12	폐기물	포장재 폐기물 저감(제로웨이스트 샵(리필스테이션) 이용 확대)	비닐 포장재 저감 개수	0.00009	tCO_2eq/개	2024
			플라스틱 포장재 저감 개수	0.00008	tCO_2eq/개	
			제로웨이스트 샵 수	0.18	tCO_2eq/가게	
6-13	폐기물	식품접객업 일회용 비닐봉투 사용 규제	소비되는 비닐봉투 개수	0.000068	tCO_2eq/개	2024
			사업 참여 식품접객업 가게 수	2.08	tCO_2eq/가게	
6-14	폐기물	일회용 플라스틱 컵 사용 자제	소비되는 음료 개수	0.000048	tCO_2eq/개	2023
			사업 참여 가게 수	2.34	tCO_2eq/가게	
6-15	폐기물	음식물쓰레기 저감 캠페인	음식물폐기물 감축량(퇴비화)	0.192	$kgCO_2eq$/kg	2022
			음식물폐기물 감축량(혐기성소화)	0.028	$kgCO_2eq$/kg	

번호	부문	감축사업명	모니터링인자명	값	단위	개발 연도
6-16	폐기물	지방세 종이 고지서의 전자 고지서 대체	전자고지서 발행 건수	0.00000572	tCO_2eq/건	2023
			전자고지서 발행 가구수	0.00004648	tCO_2eq/가구	
6-17	폐기물	대형마트의 전자 영수증 이용	전자영수증 발행 건수	0.00000059	tCO_2eq/건	2023
			전자영수증 발행 가게 수	0.39	tCO_2eq/가게	
7-1	수소	수소연료전지(LNG, 메탄, LPG)	사용량(LNG)	2.7657	tCO2/t-LNG	2022
			사용량(메탄)	2.7518	tCO2/t-바이오가스(메탄)	
			사용량(LPG)	2.9864	tCO2/t-LPG	
7-2	수소	이산화탄소 포집 및 수소생산 이용	수소생산용량	8.33	tCO_2eq/tH_2	2022
8-1	흡수원	조림조성(그루)	보급나무수(수령10년)	2.4	$kgCO_2eq$/그루	2022
			보급나무수(수령15년)	4.4	$kgCO_2eq$/그루	
			보급나무수(수령20년)	7.2	$kgCO_2eq$/그루	
			보급나무수(수령25년)	9.4	$kgCO_2eq$/그루	
			보급나무수(수령30년)	10.1	$kgCO_2eq$/그루	
8-2	흡수원	조림조성(면적)	조성면적(임령10년)	6.9	tCO_2eq/ha	2022
			조성면적(임령15년)	9.8	tCO_2eq/ha	
			조성면적(임령20년)	11.6	tCO_2eq/ha	
			조성면적(임령25년)	12.1	tCO_2eq/ha	
			조성면적(임령30년)	10.8	tCO_2eq/ha	
8-3	흡수원	[도시숲조성] 가로수 심기	보급나무수(수령10년)	3.6	$kgCO_2eq$/그루	2022
			보급나무수(수령15년)	5.2	$kgCO_2eq$/그루	
			보급나무수(수령20년)	8.4	$kgCO_2eq$/그루	
			보급나무수(수령25년)	9.6	$kgCO_2eq$/그루	
			보급나무수(수령30년)	10.1	$kgCO_2eq$/그루	
8-4	흡수원	숲 가꾸기(간벌 및 가지치기)	숲가꾸기 면적	1.188	tCO_2eq/㏊	2022
8-5	흡수원	근린공원(도시공원) 조성	근린공원(도시공원) 조성 면적	0.012	$tCO_2eq/㎡$	2024
8-6	흡수원	녹지면적 확충	확충된 녹지 면적	0.006	$tCO_2eq/㎡$	2024
8-7	흡수원	생활 속 미니 텃밭을 활용한 도시농업 활성화	고구마 재배 면적	0.00056	$tCO_2eq/㎡$	2023
			감자 재배 면적	0.00115	$tCO_2eq/㎡$	
			파 재배 면적	0.00004	$tCO_2eq/㎡$	
			고추 재배 면적	0.00063	$tCO_2eq/㎡$	
8-8	흡수원	습지공원 조성	습지공원 조성 면적	0.039	$tCO_2eq/㎡$	2024
8-9	흡수원	블루카본(갯벌, 염습지 등) 복원	조성면적	0.105	$kgCO_2eq/㎡$	2022
8-10	흡수원	바다숲 조성	조성면적	7.97	tCO_2eq/㏊	2022
8-11	흡수원	해초(잘피림) 식재	해초류(잘피림) 식재 면적	0.0012	$tCO_2eq/㎡$	2024

번호	부문	감축사업명	모니터링인자명	값	단위	개발 연도
8-12	흡수원	미이용 산림바이오매스 목재연료 (목재펠릿, 목재칩) 활용	목재연료 무게	1.21	tCO_2eq/ton	2024
			목재펠릿 무게	1.25	tCO_2eq/ton	
			목재칩 무게	1.02	tCO_2eq/ton	
8-13	흡수원	국내 목제품 이용 및 생활환경 시설 목재 활용 권장	목제 제품의 총 부피	0.63	tCO_2eq/m^3	2023
			책상 대수	0.017	tCO_2eq/대	
			테이블 대수	0.021	tCO_2eq/대	

지자체 온실가스 감축사업별

감축원단위 적용 가이드라인

발 행 일	2024년 5월
발 행 처	한국환경공단 인천광역시 서구 환경로 42
홈페이지	http://www.keco.or.kr

지자체 온실가스 감축사업별

감축원단위 적용 가이드라인

2024 05

한국환경공단