
경기도 기초지자체 온실가스 배출량 인벤토리 구축 해설서

2023. 04.

목 차

제1장 지침 개요

1. 목적	3
2. 작성 기준	3
3. 작성 절차	5
가. 산정 절차	5
나. 활동자료 수집 및 온실가스 배출량 산정 방법	5
4. 해설서 활용방법	6

제2장 에너지

1. 배출원 분류체계 및 범위	9
2. 용어 정의	10
3. 에너지산업	11
가. 공공전기 및 열 생산	11
나. 석유 정제	20
다. 고체연료 및 기타	28
4. 제조업 및 건설업	36
가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관	36
나. 산정식 및 배출계수	37
다. 온실가스 배출량 산정 예시	43
5. 수송	49
가. 항공	49
나. 도로	55

다. 철도	63
라. 해운	67
마. 기타수송	71
6. 기타(연료연소)	81
가. 상업/공공	81
나. 가정	93
다. 농림어업	105
7. 탈루	115
가. 고체연료 탈루	115
나. 석유 및 천연가스 탈루 배출	117

제3장 농업

1. 배출원 분류체계 및 범위	123
2. 용어 정의	125
3. 장내발효	126
가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관	126
나. 산정식 및 배출계수	127
다. 온실가스 배출량 산정 예시	128
4. 가축분뇨처리	131
가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관	131
나. 산정식 및 배출계수	132
다. 온실가스 배출량 산정 예시	136
5. 벼 재배	141
가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관	141
나. 산정식 및 배출계수	142

다. 온실가스 배출량 산정 예시	144
6. 농경지 토양	147
가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관	147
나. 산정식 및 배출계수	149
7. 작물잔사소각	155
가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관	155
나. 산정식 및 배출계수	156
다. 온실가스 배출량 산정 예시	157
8. 석회비료 시용	159
가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관	159
나. 산정식 및 배출계수	159
다. 온실가스 배출량 산정 예시	160
9. 요소 시용	162
가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관	162
나. 산정식 및 배출계수	162
다. 온실가스 배출량 산정 예시	163

제4장 LULUCF

1. 배출원 분류체계 및 범위	167
2. 용어 정의	169
3. 산림지(산림지로 유지된 산림지)	170
가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관	170
나. 산정식 및 배출계수	171
4. 농경지(타토지에서 전용된 농경지)	175

가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관	175
나. 산정식 및 배출계수	175
5. 초지(타토지에서 전용된 초지)	177
가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관	177
나. 산정식 및 배출계수	177
6. 습지	179
가. 습지로 유지된 습지	179
나. 타토지에서 전용된 습지	181
7. 수확된 목재제품	183
가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관	183
나. 산정식 및 배출계수	184

제5장 폐기물

1. 배출원 분류체계 및 범위	189
2. 용어 정의	190
3. 폐기물 매립	191
가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관	191
나. 산정식 및 배출계수	192
4. 생물학적 처리	194
가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관	194
나. 산정식 및 배출계수	194
5. 폐기물 소각	196
가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관	196
나. 산정식 및 배출계수	197

6. 하·폐수처리	200
가. 하수처리	200
나. 폐수처리	204

제6장 간접 배출

1. 배출원 분류체계 및 범위	209
2. 용어 정의	210
3. 전기	211
가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관	211
나. 산정식 및 배출계수	212
다. 온실가스 배출량 산정 예시	213
4. 열	217
가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관	217
나. 산정식 및 배출계수	218
다. 온실가스 배출량 산정 예시	219
5. 폐기물	224
가. 폐기물 매립	224
나. 생물학적 처리	227
다. 폐기물 소각	229
라. 하수처리	232
마. 폐수처리	236

참고문헌	241
------------	-----

표 목 차

[표 1] 에너지 분야 배출원 및 온실가스	9
[표 2] 에너지 분야 온실가스 배출원 목록	9
[표 3] 에너지산업의 활동자료명 및 통계 작성기관	12
[표 4] 에너지산업의 활동자료 출처	12
[표 5] 국가 고유 발열량	14
[표 6] 전환계수(순발열량/총발열량)	15
[표 7] 탄소배출계수(석유류)	16
[표 8] 연료별 단위 환산 계수	17
[표 9] 탄소배출계수(석탄류, 가스, 기타화석연료, 바이오매스류)	18
[표 10] 에너지산업, 전기 및 열 생산 부문의 Non-CO ₂ 배출계수	19
[표 11] 석유정제의 활동자료명 및 통계 작성기관	20
[표 12] 석유정제의 활동자료 출처	21
[표 13] 국가 고유 발열량(석유류)	22
[표 14] 국가 고유 발열량(가스, 석탄, 기타 연료)	23
[표 15] 전환계수(순발열량/총발열량)	23
[표 16] 탄소배출계수(석유류)	24
[표 17] 연료별 단위 환산 계수	25
[표 18] 탄소배출계수(석탄류, 가스, 기타화석연료, 바이오매스류)	26
[표 19] 에너지산업, 전기 및 열 생산 부문의 Non-CO ₂ 배출계수	27
[표 20] 고체연료 및 기타의 활동자료명 및 통계 작성기관	28
[표 21] 고체연료 및 기타활동자료 출처	28
[표 22] 국가 고유 발열량	30
[표 23] 전환계수(순발열량/총발열량)	31
[표 24] 탄소배출계수(석유류)	32
[표 25] 연료별 단위 환산 계수	33
[표 26] 탄소배출계수(석탄류, 가스, 기타화석연료, 바이오매스류)	34

[표 27] 에너지산업, 전기 및 열 생산 부문의 Non-CO ₂ 배출계수	35
[표 28] 제조업 및 건설업의 활동자료명 및 통계 작성기관	36
[표 29] 제조업 및 건설업의 활동자료 출처	36
[표 30] 경기도 행정구역별 도시가스 공급사 현황	37
[표 31] 국가 고유 발열량(석유류)	38
[표 32] 국가 고유 발열량(가스, 석탄, 기타)	39
[표 33] 전환계수(순발열량/총발열량)	39
[표 34] 탄소배출계수(석유류)	40
[표 35] 연료별 단위 환산 계수	41
[표 36] 탄소배출계수(석탄류, 가스, 기타화석연료, 바이오매스류)	42
[표 37] 제조업 및 건설업 부문의 Non-CO ₂ 배출계수	43
[표 38] 항공의 활동자료명 및 통계 작성기관	49
[표 39] 항공의 활동자료 출처	49
[표 40] 국가 고유 발열량	51
[표 41] 전환계수(순발열량/총발열량)	51
[표 42] 탄소배출계수(석유류)	51
[표 43] 연료별 단위 환산 계수	51
[표 44] 항공 부문의 Non-CO ₂ 배출계수	52
[표 45] 항공(민간 항공기)의 기종별 CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O 배출계수와 LTO당 연료소비량	52
[표 46] 민간 항공기(국내 항공기)의 CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O 배출계수와 LTO당 연료 사용량	54
[표 47] 도로의 활동자료명 및 통계 작성기관	55
[표 48] 도로의 활동자료 출처	55
[표 49] 국가 고유 발열량	57
[표 50] 전환계수(순발열량/총발열량)	57
[표 51] 연료별 단위 환산 계수	57
[표 52] 탄소배출계수(석유류)	58
[표 53] 도로(수송) 부문의 Non-CO ₂ 배출계수	58

[표 54] 철도의 활동자료명 및 통계 작성기관	63
[표 55] 철도의 활동자료 출처	63
[표 56] 국가 고유 발열량	65
[표 57] 전환계수(순발열량/총발열량)	65
[표 58] 탄소배출계수(석유류)	66
[표 59] 연료별 단위 환산 계수	66
[표 60] 철도 부문의 Non-CO ₂ 배출계수	66
[표 61] 해운의 활동자료명 및 통계 작성기관	67
[표 62] 해운의 활동자료 출처	67
[표 63] 국가 고유 발열량	69
[표 64] 전환계수(순발열량/총발열량)	69
[표 65] 탄소배출계수(석유류)	69
[표 66] 연료별 단위 환산 계수	70
[표 67] 해운 부문의 Non-CO ₂ 배출계수	70
[표 68] 기타 수송의 활동자료명 및 통계 작성기관	71
[표 69] 기타 수송의 활동자료 출처	71
[표 70] 국가 고유 발열량	73
[표 71] 전환계수(순발열량/총발열량)	74
[표 72] 탄소배출계수(석유류)	75
[표 73] 연료별 단위 환산 계수	76
[표 74] 탄소배출계수(석탄류, 가스, 기타화석연료, 바이오매스류)	77
[표 75] 상업/공공의 활동자료명 및 통계 작성기관	81
[표 76] 상업/공공의 활동자료 출처	81
[표 77] 경기도 행정구역별 도시가스 공급사 현황	82
[표 78] 국가 고유 발열량(석유류)	83
[표 79] 국가 고유 발열량(가스, 석탄, 기타)	84
[표 80] 전환계수(순발열량/총발열량)	84

[표 81] 탄소배출계수(석유류)	85
[표 82] 연료별 단위 환산 계수	86
[표 83] 탄소배출계수(석탄류, 가스, 기타화석연료, 바이오매스류)	87
[표 84] 상업/공공 부문의 Non-CO ₂ 배출계수	88
[표 85] 가정의 활동자료명 및 통계 작성기관	93
[표 86] 가정의 활동자료 출처	93
[표 87] 경기도 행정구역별 도시가스 공급사 현황	94
[표 88] 국가 고유 발열량(석유류)	95
[표 89] 국가 고유 발열량(가스, 석탄, 기타)	96
[표 90] 전환계수(순발열량/총발열량)	96
[표 91] 탄소배출계수(석유류)	97
[표 92] 연료별 단위 환산 계수	98
[표 93] 탄소배출계수(석탄류, 가스, 기타화석연료, 바이오매스류)	99
[표 94] 가정 부문의 Non-CO ₂ 배출계수	100
[표 95] 농림어업의 활동자료명 및 통계 작성기관	105
[표 96] 농림어업의 활동자료 출처	105
[표 97] 국가 고유 발열량	107
[표 98] 전환계수(순발열량/총발열량)	108
[표 99] 탄소배출계수(석유류)	109
[표 100] 연료별 단위 환산 계수	110
[표 101] 탄소배출계수(석탄류, 가스, 기타화석연료, 바이오매스류)	111
[표 102] 농업/임업/어업(고정, 이동연소) 부문의 Non-CO ₂ 배출계수	112
[표 103] 고체연료(탈루)의 활동자료명 및 통계 작성기관	115
[표 104] 고체연료(탈루)의 활동자료 출처	115
[표 105] 고체연료 탈루 배출계수	116
[표 106] 석유 및 천연가스 탈루의 활동자료명 및 통계 작성기관	117
[표 107] 석유 및 천연가스 탈루의 활동자료 출처	117

[표 108] 경기도 행정구역별 도시가스 공급사 현황	117
[표 109] 석유 및 천연가스 탈루 배출계수	118
[표 110] 농업 분야 온실가스 배출원 및 산정 대상 온실가스	123
[표 111] 농업 분야(장내발효) 온실가스 배출원 목록	123
[표 112] 농업 분야(가축분뇨처리) 온실가스 배출원 목록	124
[표 113] 농업 분야(경종) 온실가스 배출원 목록	124
[표 114] 장내발효 부문 활동자료 수집을 위한 통계자료 목록	126
[표 115] 장내발효 부문의 활동자료 출처	126
[표 116] 축종별 장내발효 부문의 CH ₄ 배출계수	127
[표 117] 가축분뇨처리 부문의 활동자료명 및 통계 작성기관	131
[표 118] 가축분뇨처리의 활동자료 출처	131
[표 119] 축종별 가축분뇨처리 부문의 CH ₄ 배출계수	134
[표 120] 축종별 N 배출비율	134
[표 121] 축종별 평균 체중	135
[표 122] 가축분뇨처리시설별 N ₂ O 배출계수	135
[표 123] 축종별 가축시설별 NH ₃ 와 NO _x 로 휘발되는 연간 질소 배출율(FracGasMS)	135
[표 124] 벼 재배 부문의 활동자료명 및 통계 작성기관	141
[표 125] 벼 재배 부문의 활동자료 출처	141
[표 126] 벼 재배의 기본 배출계수	142
[표 127] 벼 재배 부문 물 관리 방법별 보정계수(SFW)	143
[표 128] 벼 재배 부문 작물기간 전 물관리 방법별 보정계수(SFP)	143
[표 129] 벼재배 부문 유기물사용 보정계수(SFo)	143
[표 130] 농경지 토양의 활동자료명 및 통계 작성기관	147
[표 131] 농경지 토양의 활동자료 출처	148
[표 132] 농경지 토양 부문 질소 투입원 종류별 N ₂ O 직접 배출계수	153
[표 133] 농경지 토양 부문 발작물종별 N ₂ O 배출계수	153
[표 134] 농경지 토양 부문의 N ₂ O 간접 배출계수	153

[표 135] 농경지 토양 부문의 간접배출 매개변수	153
[표 136] 작물별 건물비율, 질소 함유비율 등 매개변수	154
[표 137] 축종별 가축분뇨처리 시설별 처리 시 질소손실율(FracLossMS)	154
[표 138] 작물잔사소각 부문의 활동자료명 및 통계 작성기관	155
[표 139] 작물잔사소각 부문의 활동자료 출처	155
[표 140] 작물별 잔사/곡실비율, 건물비율 및 산화율	156
[표 141] 축종별 장내발효 부문의 CH ₄ 배출계수	156
[표 142] 석회비료 시용 부문의 활동자료명 및 통계 작성기관	159
[표 143] 석회비료 시용의 활동자료 출처	159
[표 144] 석회비료 시용 부문의 CH ₄ 배출계수	160
[표 145] 요소 시용 부문의 활동자료명 및 통계 작성기관	162
[표 146] 요소 시용 부문의 활동자료 출처	162
[표 147] 축종별 장내발효 부문의 CH ₄ 배출계수	163
[표 148] LULUCF 분야 배출·흡수원 및 온실가스	167
[표 149] LULUCF 분야 온실가스 배출·흡수원 목록	168
[표 150] 산림지로 유지된 산림지(4A1)의 활동자료명 및 통계 작성기관	170
[표 151] 산림지로 유지된 산림지(4A1)의 활동자료 출처	170
[표 152] 입목 바이오매스의 매개변수 및 배출계수	173
[표 153] 산림지 부문 주요 수종의 고사유기물 및 토양관련 국가 고유 배출·흡수계수	173
[표 154] 연소효율	174
[표 155] 바이오매스의 연료량 연소효율(MB×Cf)	174
[표 156] 바이오매스의 오염물질별 배출계수	174
[표 157] 타토지에서 전용된 초지(4C2)의 활동자료명 및 통계 작성기관	175
[표 158] 타토지에서 전용된 초지(4C2)의 활동자료 출처	175
[표 159] 기본 토양유기탄소 축적계수	176
[표 160] 농경지 관리활동 종류별 축적변화계수	176
[표 161] 타토지에서 전용된 초지(4C2)의 활동자료명 및 통계 작성기관	177

[표 162] 타토지에서 전용된 초지(4C2)의 활동자료 출처	177
[표 163] 기본 토양유기탄소 축적계수(SOCREF)	178
[표 164] 농경지 관리활동 종류별 축적변화계수	178
[표 165] 습지로 유지된 습지(4D1)의 활동자료명 및 통계 작성기관	179
[표 166] 습지로 유지된 습지(4D1)의 활동자료 출처	179
[표 167] 습지로 유지된 습지(4D1)의 일일 평균 확산 CH_4 의 배출계수	180
[표 168] 타토지에서 전용된 습지(4D2)의 활동자료명 및 통계 작성기관	181
[표 169] 타토지에서 전용된 습지(4D2)의 활동자료 출처	181
[표 170] 타토지에서 전용된 습지(4D2)의 일일 평균 확산 CO_2 의 배출계수	182
[표 171] 수확된 목재제품의 활동자료명 및 통계 작성기관	183
[표 172] 수확된 목재제품의 활동자료 출처	184
[표 173] 수확된 목재제품의 탄소전환계수 기본값	185
[표 174] 수확된 목재제품의 반감기	185
[표 175] 폐기물(직접배출) 분야 배출원 및 온실가스	189
[표 176] 폐기물(직접배출) 온실가스 배출원 목록	189
[표 177] 폐기물(직접배출) 온실가스 배출원 목록(하·폐수처리 부문)	190
[표 178] 폐기물 매립의 활동자료명 및 통계 작성기관	191
[표 179] 폐기물 매립의 활동자료 수집 출처	191
[표 180] 폐기물 매립(관리형) 배출계수	193
[표 181] 생물학적 처리 부문의 활동자료명 및 통계 작성기관	194
[표 182] 생물학적 처리 부문의 활동자료 수집 출처	194
[표 183] 생물학적 처리 부문 적용 배출계수	195
[표 184] 폐기물 소각 부문의 활동자료명 및 통계 작성기관	196
[표 185] 폐기물 소각 부문의 활동자료 수집 출처	196
[표 186] 폐기물 종류별 성상별 매개변수	198
[표 187] 생물학적처리 부문 적용 배출계수	199
[표 188] 하수처리(직접 배출) 부문의 활동자료명 및 통계 작성기관	200

[표 189] 생물학적 처리(간접 배출) 부문의 활동자료 수집 출처	201
[표 190] 하수처리 부문 온실가스 배출계수 및 매개변수	203
[표 191] 폐수처리 부문의 활동자료명 및 통계 작성기관	204
[표 192] 폐수처리 부문의 활동자료 수집 출처	204
[표 193] 폐수처리 부문 배출계수	205
[표 194] 간접배출(전기, 열사용) 분야 배출원 및 온실가스	209
[표 195] 간접배출(전기 및 열 사용, 폐기물(발생)) 온실가스 배출원 목록	209
[표 196] 전기 부문의 활동자료명 및 통계 작성기관	211
[표 197] 활동자료의 활동자료 수집 출처	211
[표 198] 전기 부문 국가 고유 배출계수(2018년 이후)	213
[표 199] 열 부문의 활동자료명 및 통계 작성기관	217
[표 200] 열 부문의 활동자료 수집 출처	217
[표 201] 전기 부문 국가 고유 배출계수(2018년 이후)	219
[표 202] 폐기물 매립(간접) 부문의 활동자료명 및 통계 작성기관	224
[표 203] 폐기물 매립(간접) 부문의 활동자료 수집 출처	224
[표 204] 폐기물 매립(관리형) 배출계수	226
[표 205] 생물학적 처리(간접 배출) 부문의 활동자료명 및 통계 작성기관	227
[표 206] 생물학적 처리(간접 배출) 부문의 활동자료 수집 출처	227
[표 207] 생물학적 처리 부문 적용 배출계수	228
[표 208] 폐기물 매립(간접) 부문의 활동자료명 및 통계 작성기관	229
[표 209] 폐기물 매립(간접) 부문의 활동자료 수집 출처	229
[표 210] 폐기물 종류별 성상별 매개변수	230
[표 211] 생물학적 처리 적용 배출계수	231
[표 212] 하수처리(간접 배출) 부문의 활동자료명 및 통계 작성기관	232
[표 213] 하수처리(간접 배출)의 활동자료 수집 출처	232
[표 214] 하수처리 부문 온실가스 배출계수 및 매개변수	235
[표 215] 폐수처리(간접 배출) 부문의 활동자료명 및 통계 작성기관	236

[표 216] 폐수처리(간접 배출)의 활동자료 수집 출처	236
[표 217] 폐수처리 부문 배출계수	237

그림 목차

[그림 1] 지역배출량 산정 절차	5
[그림 2] 온실가스 배출량 산정방법	6

제 1 장 | 해설서 개요

1. 목적
2. 작성 기준
3. 작성 절차

제 1 장

해설서 개요

1. 목적

- 「2022 지역 온실가스 배출량 산정지침」은 기초지자체가 「기후위기 대응을 위한 탄소 중립·녹색성장 기본법」(이하, 탄소중립기본법)에 따른 시군별 지역 온실가스 인벤토리 구축·관리를 위해 작성됨
- 「2022 지역 온실가스 배출량 산정지침」은 에너지 분야, 산업공정, 농업 분야, 폐기물 분야, 간접 분야로 구성되었으며, 산정방법, 배출계수, 활동자료 수집 방법 등의 정보를 제공하고 있음
- 본 인벤토리 구축 해설서는 시군별 지역 온실가스 인벤토리 구축·관리 담당자가 온실가스 인벤토리 활동자료 수집 및 온실가스 인벤토리 구축 및 관리에 세부적인 정보를 제공하고자 작성됨

2. 작성 기준

□ 산정범위

- 「2022 지역 온실가스 배출량 산정지침」은 에너지, 산업공정, 농업, LULUCF, 폐기물 분야와 간접 배출(전기, 열, 폐기물(간접))을 추가하여 총 6개 분야를 대상으로 함
- 본 인벤토리 구축 해설서는 기초지자체의 관리 대상이 아닌 산업공정을 제외하고, 에너지, 농업, LULUCF, 폐기물, 간접 배출(전기, 열, 폐기물(간접)) 총 5개 분야를 대상으로 함

□ 대상 가스

- 국가 온실가스 배출량 산정 지침의 보고 대상 물질은 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 아산화질소(N₂O), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소 (PFCs), 육불화황(SF₆)등 6종을 대상으로 하고 있음

- 본 지침에서 산업공정 부문을 제외하였기에 산정 대상 물질은 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 아산화질소(N₂O) 등 3종을 대상으로 하고 있음

□ 보고 단위

- 최종 배출량 및 흡수량은 IPCC 5차 평가보고서에 명시된 지구온난화지수를 활용하여 이산화탄소 상당량(ton CO₂eq.)으로 환산하여 반영함

□ 국가 및 지역 인벤토리간 연계성 확보

- 「2022 지역 온실가스 배출량 산정지침」은 지역 온실가스 인벤토리는 국가 온실가스 인벤토리와 정합성을 확보하기 위하여 온실가스종합정보센터에서 공개하는 국가 온실가스 배출량 산정방법론을 바탕으로 함
 - 2022년도는 지역 온실가스 인벤토리가 구축된 첫 시범 산정이고 국가 온실가스 인벤토리가 2023년부터 2006 IPCC 지침 기준으로 전환되는 점(현재는 지침 기준)을 고려하여, 지역 온실가스 인벤토리에는 2006 IPCC 지침을 먼저 반영함
- 본 인벤토리 구축 해설서는 「2022 지역 온실가스 배출량 산정지침」을 바탕으로 작성됨

□ 지역별 배출 특성 반영

- 「2022 지역 온실가스 배출량 산정지침」은 지역별 배출특성을 반영하기 위하여 매개변수 및 배출계수 등이 존재할 경우 해당 자료를 우선 반영한 후 국가 배출량과의 연계성을 확보함

□ 유효숫자 적용

- 배출량 산정 시 활용되는 활동자료와 배출계수의 유효숫자에 일관성이 필요하며, 본 지침과 IPCC의 기본 값, 국가 고유 배출계수는 확정·공표된 수치를 그대로 적용하고 배출량에 반영되는 기초자료(각종 통계자료, 조사 자료 등)는 통계작성 시 사용된 수치를 임의로 조정하지 않고 그대로 적용함.
- 값의 보정으로 인해 소수점 이하 자리수가 길게 표기될 경우 임의로 조정하지 않고 적용함

3. 작성 절차

가. 산정 절차

- 지역 온실가스 배출량 산정 기본 절차는 다음과 같음



[그림 1] 지역배출량 산정 절차

나. 활동자료 수집 및 온실가스 배출량 산정 방법

□ 활동자료 수집 방법

- 지역별 자료 확보가 가능한 경우 해당 자료를 우선 적용하며, 동일 출처 내에 별도의 지역별 자료가 없을 경우 타 유사통계의 지역 통계자료의 비율을 활용함
- 다른 출처에도 지역별 활동자료가 부재한 경우 해당 활동자료에 영향을 미치는 상관 인자를 조사하여 활동자료를 추정함

□ 활동자료의 시계열 완전성 확보

- 과거 자료의 경우 값이 부재하거나 국가 기준의 총계만 제시된 경우 내삽 또는 이동 평균 등을 활용하여 부재한 활동자료 확보하되 자료 특성에 따라 방법을 차등하여 적용함

□ 온실가스 배출량 산정방법

- 각 항목별 온실가스 배출량 산정방법은 「국가 온실가스 통계 산정·보고·검증지침」을 준용함
- 인벤토리 구축을 위한 배출량 산정방법은 배출원별로 상이하나, 기본적인 산정방법은 활동자료(AD)와 배출계수(EF) 및 지구온난화지수(GWP)의 곱으로 정의함
- 배출계수는 국가 배출량 통계에 활용되는 배출계수 및 매개변수를 준용하며, 지역별 특성이 반영된 값이 별도로 존재할 경우 우선적으로 반영함

온실가스 배출량 (Emission)	=	활동자료 (Activity Data)	X	배출계수 (Emission Factor)	X	지구온난화지수 (GWP)
<ul style="list-style-type: none"> · 직/간접 배출량 · CO₂ 환산 배출량 · 6대 온실가스 		<ul style="list-style-type: none"> · 연료사용량 · 제품생산량 · 산림면적 · 비료 시비량 · 폐기물 매립량 ... 		<ul style="list-style-type: none"> · 연료별 배출계수 · 발열량/산화율 · 장내발효 배출계수 · Biomass 확장계수 · 메탄보정계수 ... 		<ul style="list-style-type: none"> · CO₂ 1 · CH₄ 28 · N₂O 265 · HFCs 4-12,400 · PFCs 6,630-11,100 · SF₆ 23,500

[그림 2] 온실가스 배출량 산정방법

4. 해설서 활용방법

- 「2022 지역 온실가스 배출량 산정지침」에서 생략되거나, 간략하게 설명한 활동자료 출처를 기초지자체 담당자들이 실무에서 쉽게 적용할 수 있도록 상세한 활동자료 출처를 작성함
- 기초지자체 자체 온실가스 인벤토리 구축 시 배출량 산정에 참고할 수 있도록 에너지(전기, 열 포함)와 농업 부문은 온실가스 배출량 산정 예시를 수록하여 사용자의 이해를 돕고자 하였음

제 2 장 | 에너지

1. 배출원 분류체계 및 범위
2. 용어 정의
3. 에너지산업
4. 제조업 및 건설업
5. 수송
6. 기타(연료연소)
7. 탈루

제 2 장

에너지

1. 배출원 분류체계 및 범위

- 에너지 분야는 에너지 생산과 소비 활동에 따른 연료 연소(1A)와 탈루(연료의 증발 및 누출, 1B)에 의한 온실가스 배출량을 산정하고 연료연소는 화석연료 소비에 따라 직접 배출되는 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 아산화질소(N₂O)를 산정하고, 탈루는 에너지 생산·소비 과정에서 휘발에 의해 배출(탈루)되는 메탄(CH₄)을 산정함

[표 1] 에너지 분야 배출원 및 온실가스

CRF코드	배출원	배출량 산정대상 온실가스
1A (연료연소)	1A1 에너지산업	이산화탄소(CO ₂), 메탄(CH ₄), 아산화질소(N ₂ O)
	1A2 제조업 및 건설업	
	1A3 수송	
	1A4 기타	
	1A5 미분류	
1B (탈루)	1B1 고체연료	메탄(CH ₄)
	1B2 석유 및 천연가스	

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2021년 국가 온실가스 인벤토리 보고서

[표 2] 에너지 분야 온실가스 배출원 목록

CRF코드	배출원	배출원
1A (연료연소)	1A1 에너지산업	<ul style="list-style-type: none"> 연료의 추출과 에너지 생산 시 연료 연소에 의한 온실가스 배출량 전기 및 열 생산, 석유정제, 고체연료 및 기타 에너지산업
	1A2 제조업 및 건설업	<ul style="list-style-type: none"> 산업 활동에서 소비되는 연료 연소에 의한 온실가스 배출 철강, 금속, 광업 등 13개 업종
	1A3 수송	<ul style="list-style-type: none"> 국내 수송 활동에 소비되는 연료의 연소에 의한 온실가스 배출량 민간항공, 도로 수송, 철도, 해운(어업제외), 기타 수송(파이프라인 등)
	1A4 기타	<ul style="list-style-type: none"> 상업·공공, 가정, 농림·어업의 연료 연소 배출량
	1A5 미분류	<ul style="list-style-type: none"> 특정 부문으로 분류가 어려운 배출원을 미분류로 분류
1B (탈루)	1B1 고체연료	<ul style="list-style-type: none"> 석탄의 채광, 채광 이후 이송·저장·파쇄, 지하 폐광에서의 온실가스 배출
	1B2 석유 및 천연가스	<ul style="list-style-type: none"> 연료의 저장·사용·생산·처리·이송 등의 과정에서 발생하는 탈루 배출 석유 및 천연가스(생산·이송·정제·저장·분배·기타누출 등) 탈루 배출

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2021년 국가 온실가스 인벤토리 보고서

2. 용어 정의

용어	용어 설명
지구온난화지수 (GWP)	이산화탄소(CO ₂)가 지구 온난화에 미치는 영향을 기준으로 다른 온실가스(CH ₄ , N ₂ O 등)가 지구 온난화에 기여하는 것을 의미
탈루	석탄, 석유, 천연가스 등의 화석연료가 연소과정이 아닌 채광, 생산, 공정, 정제, 운송, 저장, 유통과정에서 의도적 또는 비의도적으로 배출되는 온실가스를 의미
CRF	국가 온실가스 인벤토리의 배출·흡수 항목별로 활동자료, 배출계수 및 배출량 등을 포함한 공통보고양식으로, UNFCCC 상의 부속서 I 국가에서 의무제출하는 연간 국가 인벤토리 보고 양식
배출계수/ 흡수계수	단위 활동자료 당 온실가스의 배출 또는 흡수를 정량화하는 계수
매개변수	단위 활동당 온실가스의 배출 또는 흡수를 정량화하는 배출·흡수계수에 영향을 미치는 인자로 간주되는 변수로 배출·흡수계수 산출 시 사용됨
활동자료	특정 기간 동안에 온실가스의 배출 또는 흡수를 야기하는 인간 활동량에 대한 자료
온실가스	6대 직접 온실가스는 이산화탄소(CO ₂), 메탄(CH ₄), 아산화질소(N ₂ O), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화황(SF ₆)이며 적외선 복사열을 흡수하거나 재방출하여 온실효과를 유발하는 대기 중의 가스 상태의 물질
총발열량	일정 단위의 연료가 완전 연소되어 생기는 열량(연료 중 수증기의 잠열까지 포함한다)으로 에너지사용량 산정에 활용
순발열량	연료 연소과정에서 발생하는 수증기 잠열을 제외한 열량으로 온실가스 배출량 산정에 활용되는 발열량을 의미함
부생연료유	석유화학공정에서 나프타 및 콘덴세이트를 원료로 하여 석유화학제품을 생산하는 과정에서 발생하는 부산물로, 주로 보일러(가정용 제외) 또는 노(furnace)의 연료로 사용
바이오매스	바이오매스(Biomass)는 원래 “생물량”이라는 생물학적 용어였으나 현재는 에너지화할 수 있는 생물체량의 의미로 사용함
산화율	단위 물질당 산화되는 물질량의 비율을 의미
산정	온실가스 배출량 등을 계산하거나 측정하여 이를 정량화하는 것을 의미
UNFCCC	유엔기후변화협약(United Nations Framework Convention Climate Change, UNFCCC)으로 이산화탄소를 비롯한 온실가스의 대기 중 방출을 제한하여 지구 온난화를 방지하기 위해 세계 각국이 동의한 협약(1992.6월 리우회의에서 채택)

3. 에너지산업

가. 공공전기 및 열 생산

1) 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 공공전기 및 열 생산의 온실가스 배출량 산정을 위해서는 석탄, 석유, 도시가스, 바이오매스의 소비량(활동자료)이 필요하지만, 사업장의 업무 관련 정보 보호로 인해 연료 사용량의 정보수집이 어려운 실정임
- 온실가스종합정보센터의 「2022 지역 온실가스 통계 산정지침」은 국가온실가스 종합관리시스템(NGMS)의 명세서 자료(사업장별 온실가스 배출량 산정결과)를 사용할 것을 제안하고 있음
- 그러나, NGMS의 명세서는 사업장의 업무 관련 정보 보호를 위해 온실가스의 총 배출량 정보만을 홈페이지에서 공개하고 있어, 세부적인 내용(지점별 배출량, 생산실적 등)을 확인하는데 한계가 있음
- 기업들은 DART(전자공시시스템)을 통해서 사업보고서 등 공시서류를 공개하고 있으며, 사업보고서 내에는 온실가스 배출량 정보, 생산실적 정보 등의 정보를 제공하고 있음
 - DART(전자공시시스템)는 상장법인 등이 공시서류를 인터넷으로 제출하고 투자자 등 이용자는 제출 즉시 인터넷을 통해 조회할 수 있는 종합 기업공시 시스템¹⁾임
- 이에, 본 해설서에서는 DART(전자공시 시스템)에 공시된 각 사업자(회사)의 사업 보고서를 검토할 것을 제안함
 - DART(전자공시시스템)에 공시된 사업보고서에는 사업장의 지점별 생산실적, 녹색 경영(온실가스 배출량 정보 등) 등의 정보를 확인할 수 있음
 - 지점별 생산실적, 녹색경영(온실가스 배출량 정보 등)이 확인이 불가능할 경우 허가 용량 등의 정보를 통해 할당할 것을 제안함

1) DART(전자공시시스템). “전자공시시스템이란.” DART, 2023년 5월 2일 접속, <https://dart.fss.or.kr/>

[표 3] 에너지산업의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
석탄	명세서	NGMS
석유	명세서	NGMS
도시가스	명세서	NGMS
바이오매스	신재생에너지 보급통계	한국에너지공단
지점별 온실가스 배출량 정보	사업보고서	DART(전자공시시스템)

[표 4] 에너지산업의 활동자료 출처

활동자료	출처
석탄	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 국가온실가스종합관리시스템(홈페이지) > 명세서 배출량 통계> 명세서 주요 정보 > 업체 배출량 ◦ 국가온실가스종합관리시스템 홈페이지 주소 : https://ngms.gir.go.kr/ ◦ 사업장 기준의 배출량 정보만 확인 가능(지점별 정보 확인 불가)
석유	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 국가온실가스종합관리시스템(홈페이지) > 명세서 배출량 통계> 명세서 주요 정보 > 업체 배출량 ◦ 국가온실가스종합관리시스템 홈페이지 주소 : https://ngms.gir.go.kr/ ◦ 사업장 기준의 배출량 정보만 확인 가능(지점별 정보 확인 불가)
도시가스	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 국가온실가스종합관리시스템(홈페이지) > 명세서 배출량 통계> 명세서 주요 정보 > 업체 배출량 ◦ 국가온실가스종합관리시스템 홈페이지 주소 : https://ngms.gir.go.kr/ ◦ 사업장 기준의 배출량 정보만 확인 가능(지점별 정보 확인 불가)
바이오매스	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 한국에너지공단 신·재생에너지센터 > 자료실 > 통계자료 ◦ 한국에너지공단 신·재생에너지센터 홈페이지 주소 : https://www.knrec.or.kr/
지점별 온실가스 발생량 (연료 생산실적 등)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 전자공시시스템(홈페이지) > 사업자명 검색 > 사업보고서 > 녹색경영 ◦ 전자공시시스템 홈페이지 주소 : https://dart.fss.or.kr/

2) 산정식 및 배출계수

가) 온실가스 배출량 산정식

□ CO₂ 배출량 산정식

$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 44/12)$	
E	CO ₂ 배출량(ton CO ₂ /년)
FC	연료 사용량(천 TOE/년)
41.686	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)
CF	전환계수(순발열량/총발열량)
EF	배출계수(t C/TJ)
44/12	탄소 기준 배출량을 CO ₂ 기준으로 전환(kg CO ₂ /kg C)
i	연료 유형
j	부문

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.9

□ Non-CO₂ 배출량 산정식

$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 10^{-3})$	
E	Non-CO ₂ 배출량(ton CH ₄ 혹은 N ₂ O/년)
FC	연료 사용량(천 TOE/년)
41.686	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)
CF	전환계수(순발열량/총발열량)
EF	배출계수(kg CH ₄ /TJ or kg N ₂ O/TJ)
i	연료 유형
j	부문

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.14

나) 배출계수

[표 5] 국가 고유 발열량

연료	단위	'90-'06		'07-'11		'12-'16		'17 이후	
		총 발열량	순 발열량	총 발열량	순 발열량	총 발열량	순 발열량	총 발열량	순 발열량
		MJ	MJ	MJ	MJ	MJ	MJ	MJ	MJ
석유	원유	kg	41.9	45.0	42.3	44.9	42.2	45	42.2
	휘발유	L	34.8	33.5	31.0	32.6	30.3	32.7	30.4
	등유 1호(보일러) ¹⁾	L	36.4	37.5	35.0	36.8	34.3	36.7	34.2
	등유 2호(실내)	L	36.4	36.8	34.3	36.8	34.3	36.7	34.2
	경유	L	38.5	37.9	35.4	37.7	35.3	37.8	35.2
	B-A유	L	39.4	38.9	36.6	38.9	36.4	39.0	36.4
	B-B유	L	40.6	40.4	38.1	40.5	38.0	40.5	38.0
	B-C유 ²⁾	L	41.4	41.4	39.1	41.6	39.2	41.7	39.2
	프로판	kg	50.2	50.4	46.3	50.4	46.3	50.4	46.3
	부탄	kg	49.4	49.6	45.7	49.6	45.6	49.5	45.7
	납사 ³⁾	L	33.5	33.7	31.2	32.3	30.0	32.3	29.9
	용제	L	34.3	33.3	30.8	33.3	31.0	32.8	30.3
	항공유	JA-1 ⁴⁾	L	36.4	36.6	34.3	36.5	34.1	36.5
		JP-4	L	35.6	36.6	34.3	36.5	34.1	36.5
		AVI-G ⁵⁾	L	34.8	33.5	31.0	32.6	30.3	30.4
	아스팔트	kg	41.9	41.4	39.1	41.5	39.2	41.4	39.2
	윤활유	L	39.4	38.7	36.2	39.8	37.0	40.0	37.3
	석유코크	kg	45.2	33.9	32.9	33.5	31.6	35.0	34.2
	부생연료1호 ⁶⁾	L		37.0	35.0	36.9	34.3	37.1	34.6
	부생연료 2호	L		40.6	38.5	40.0	37.9	39.9	37.7
가스	천연가스(LNG)	kg	54.4	54.5	49.2	54.6	49.3	54.7	49.4
	도시가스(LNG)	Nm ³	44.0	44.2	40.0	43.6	39.4	43.1	38.9
	도시가스(LPG)	Nm ³	62.8	62.8	57.8	62.8	57.7	63.6	58.4
석탄	국내 무연탄	kg	18.8	19.5	19.3	18.9	18.6	19.8	19.4
	수입 무연탄(연료탄)	kg	25.1	27.4	26.8	21.0	20.6	21.2	20.5
	수입 무연탄(원료탄)	kg	25.1	27.4	26.8	24.7	24.4	25.2	24.7
	유연탄(원료탄)	kg	27.6	26.0	24.9	25.8	24.7	24.8	23.7
	유연탄(연료탄)	kg	27.6	29.3	28.3	29.3	28.2	29.2	28.0
	아역청탄	kg		22.4	20.9	22.7	21.4	21.4	19.9
	코크스	kg	27.2	29.5	29.3	29.1	28.9	29.0	28.9
기타	신탄 ⁷⁾	kg	18.8	18.8		18.8		18.8	

비고 1. 보일러 등유는 2011년 7월부터 판매가 폐지되어 2012년 이후는 실내 등유의 값을 준용

2. 정제가스는 B-C유의 값을 준용

3. 국내에서 생산되는 컨덴세이트는 납사의 값을 준용

4. JP-8은 JA-1의 값을 준용

5. AVI-G는 휘발유의 값을 준용

6. 액체바이오매스(바이오디젤), 정제원료, 기타 석유 등 제시되지 않은 석유류의 발열량은 부생연료 1호의 값을 준용

7. 신탄의 전환계수는 '1'을 적용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.12

[표 6] 전환계수(순발열량/총발열량)

연료	전환계수(MJ/MJ)			연료	전환계수(MJ/MJ)		
	'90-'11	'12-16	'17 이후		'90-'11	'12-16	'17 이후
원유	0.940	0.940	0.938	윤활유	0.935	0.930	0.933
휘발유	0.925	0.929	0.930	석유코크	0.971	0.943	0.977
등유 1호(보일러)	0.933	0.932	0.932	부생연료 1호	0.946	0.930	0.933
등유 2호(실내)	0.932	0.932	0.932	부생연료 2호	0.948	0.948	0.945
경유	0.934	0.936	0.931	천연가스(LNG)	0.903	0.903	0.903
B-A유	0.941	0.936	0.933	도시가스(LNG)	0.905	0.904	0.903
B-B유	0.943	0.938	0.938	도시가스(LPG)	0.920	0.919	0.918
B-C유 ²⁾	0.944	0.942	0.940	국내 무연탄	0.990	0.984	0.980
프로판	0.919	0.919	0.919	수입 무연탄(연료용)	0.978	0.981	0.967
부탄	0.921	0.919	0.923	수입 무연탄(원료용)	0.978	0.988	0.980
납사 ³⁾	0.926	0.929	0.926	유연탄(원료탄)	0.958	0.957	0.956
용제	0.925	0.931	0.924	유연탄(연료탄)	0.966	0.962	0.959
항공유	JA-1	0.937	0.934	아역청탄	0.933	0.943	0.930
	JP-4	0.937	0.934	코크스	0.933	0.993	0.997
항공용 휘발유	0.925	0.929	0.930	신탄 ⁷⁾	1.000	1.000	1.000
아스팔트	0.944	0.944	0.947				

비고 1. 전환계수=[순발열량(MJ)/총발열량(MJ)], 실제 산정 시에는 소수점 반올림을 하지 않고 그대로 적용한다

2. 석유류 중 기타제품(바이오디젤, 기타제품 등)은 부생연료 1호의 전환계수를 사용한다.

3. 석유정제에 사용되는 부생가스는 B-C유, 컨덴세이트는 납사의 전환계수를 사용한다.

4. 바이오디젤은 경유의 전환계수를 사용한다

5. '90-'06년에는 별도로 고시된 순발열량이 없으므로, '90-'06년 전환계수는 '07-'11년의 전환계수를 적용하여 계산한다

자료 : 온실가스종합정보센터. 2023. 2022 국가 온실가스 인벤토리 보고서, [표 3-10]

[표 7] 탄소배출계수(석유류)

연료		2006 IPCC	국가 고유 배출계수(단위 : t C/TJ)		
			'11	'12-16	'17 이후
석유	원유	20.0			
	오리멸전	21.0			
	액상천연가스(NGL)	17.5			
	휘발유	자동차용	19.7	20.0	19.548
		항공용	19.1		
		제트용	19.1		
	항공용 ¹⁾	19.5	19.6	19.8	19.931
	보일러 등유 ²⁾	19.6	19.5		
	실내 실내 등유	19.6	19.5	19.6	19.969
	Shale Oil	20.0			
	경유	20.2	20.0	20.2	20.111
	경질중유(B-A유)	20.5 ³⁾	20.2	20.4	20.657
	중유(B-B유)	20.8 ³⁾	20.6	20.5	20.657
	중질중유(B-C유)	21.1	20.8	20.6	21.929
	부상연료 1호 ⁴⁾			19.7	20.067
	부상연료 2호 ⁴⁾			21.0	21.729
	프로판	17.2	17.6	17.6	17.641
	부탄	17.2	18.1	18.1	18.107
	에탄올	16.8			
	납사 ⁵⁾	20.0	18.6	19.2	19.157
	용제	20.0	19.4	19.3	19.172
	아스팔트	22.0	21.5	21.6	21.544
	윤활유	20.0	19.7	19.9	19.979
	석유 코크 ⁶⁾	26.6	27.2		26.086
	정제가스	15.7			
	기타 석유 ⁷⁾	20.0			

- 비고 1. 항공유는 Jet A-1, JP-4, JP-8 등을 포함하며, 항공용 휘발유(AVI-G)는 휘발유의 값을 준용
 2. 보일러 등유는 2011년 7월부터 판매가 폐지되어 2012년 이후는 실내 등유의 국가고유 배출계수 준용
 3. 경질중유(B-A유)는 경유 유분 70%, B-C유분 30% 혼합유이고, 중유(B-B유)는 경유 유분 30%와 B-C유분 70% 혼합유이므로, 이를 고려하여 기본 배출계수 보정
 4. 부상연료 1호, 2호는 1990년부터 2011년까지 기타 석유의 기본 배출계수를 준용
 5. 국내에서 생산되는 컨덴세이트는 납사의 값을 준용
 6. 석유코크는 2011년 고시 발열량 기준의 국가고유 배출계수가 없으므로, 2012-2016년 기간은 2006년 고시 발열량 기준의 국가고유 배출계수 준용
 7. 기타 석유는 1990년부터 2011년까지 기본 배출계수를 준용하고, 2012년부터는 부상연료 1호의 국가고유 배출계수를 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.11

[표 8] 연료별 단위 환산 계수

구분	연료	단위 환산 계수(TOE/bbl)			
		'90-'06	'07-'11	'12-16	'17 이후
정제 투입 원료	원유	0.135	0.145	0.145	0.145
	정제원료	0.141	0.141	0.140	0.141
정제 산출 제품	휘발유	0.132	0.127	0.124	0.124
	등유 1호(보일러)	0.138	0.142	0.140	0.139
	등유 2호(실내)	0.138	0.140	0.140	0.139
	경유	0.146	0.144	0.143	0.144
	B-A유	0.149	0.148	0.148	0.148
	B-B유	0.154	0.153	0.154	0.154
	B-C유 ²⁾	0.157	0.157	0.158	0.158
	항공유(JA-1, JP-8)	0.138	0.139	0.139	0.139
	항공유(JP-4)	0.135	0.139	0.139	0.139
	항공유(AVI-G)	0.132	0.127	0.124	0.124
	프로판	0.197	0.097	0.097	0.097
	부탄	0.108	0.109	0.109	0.109
	납사	0.127	0.128	0.123	0.123
	용제	0.130	0.126	0.126	0.124
	아스팔트	0.162	0.160	0.160	0.160
	윤활유	0.149	0.147	0.151	0.152
	석유코크	0.224	0.168	0.166	0.173
	정제가스	0.157	0.157	0.158	0.158
	기타 제품	0.141	0.141	0.140	0.141
	부생연료 1호	0.141	0.141	0.140	0.141
	부생연료 2호	0.154	0.154	0.125	0.151

비고 1. 일반석유류 1bbl = 158.984L

2. 원유 1bbl = 158.984L

3. 프로판 1bbl = 158.984L

4. 부탄 1bbl = 158.984L

5. 아스팔트 1bbl = 158.984L

6. 정제원료는 기타제품의 값을 적용

7. AVI-G는 휘발유 값을 적용

8. 정제가스는 B-C의 값을 적용

9. 제시되지 않은 석유류의 단위 환산 계수는 부생연료 1호의 값을 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.13

[표 9] 탄소배출계수(석탄류, 가스, 기타화석연료, 바이오매스류)

연료		2006 IPCC	국가 고유 배출계수(단위 : t C/TJ)		
			'11	'12-16	'17 이후
석탄	국내 무연탄	26.8	29.7	30.5	30.185
	수입 무연탄(연료탄) ¹⁾	26.8		28.6	27.404
	수입 무연탄(원료탄) ¹⁾	26.8		29.2	29.909
	유연탄(원료탄) ¹⁾	25.8		26.2	25.963
	유연탄(연료탄)	25.8	25.9	26.0	25.951
	아역청탄	26.2	29.3	26.2	26.468
	갈탄	27.6			
	Oil Shale	29.1			
	BKB & Patent Fuel	26.6			
	Coke Oven/Gas Coke	29.2			
	Coke Oven Gas	12.1			
	Blast Furnace Gas	70.8			
	토탄	28.9			
가스	천연가스(LNG)	15.3	15.4	15.3	15.312
	도시가스(LNG)	15.3	15.4	15.3	15.272
	도시가스(LPG)	17.2	17.6	17.6	17.454
기타 화석 연료	도시폐기물(비재생)	25.0			
	산업폐기물	39.0			
바이오 매스	고 체	목재/목재 폐기물	30.5		
		이형산염 잿물	26.0		
		기타 주요한 고체 바이오매스	27.3		
		목탄	30.5		
	액 체	바이오 가솔린	19.3		
		바이오 디젤 ²⁾	19.3		
		기타 액체 바이오디젤	21.7		
	기 체	매립지 가스	14.9		
		슬러지 가스	14.9		
		기타 바이오가스	14.9		

비고 1. 수입무연탄, 유연탄(원료탄)은 2007년부터 2011년까지 해당 연료의 기본 배출계수를 준용

2. 액체바이오매스(바이오디젤), 기타 석유 등 국가고유 배출계수가 제시되지 않은 연료는 해당 연료의 기본 배출계수를 준용

3. 경질중유(B-A유)는 경유 유분 70%, B-C유분 30% 혼합유이고, 중유(B-B유)는 경유 유분 30%와 B-C유분 70% 혼합유이므로, 이를 고려하여 기본 배출계수 보정

4. 부생연료 1호, 2호는 1990년부터 2011년까지 기타 석유의 기본 배출계수를 준용

5. 국내에서 생산되는 컨덴세이트는 납사의 값을 준용

6. 석유코크는 2011년 고시 발열량 기준의 국가고유 배출계수가 없으므로, 2012~2016년 기간은 2006년 고시 발열량 기준의 국가고유 배출계수 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.11

[표 10] 에너지산업, 전기 및 열 생산 부문의 Non-CO₂ 배출계수

부문	연료		Non-CO ₂ 배출계수(kg/TJ)	
			CH ₄ 배출계수	N ₂ O 배출계수
에너지 산업	석탄		1	1.5
	석유		3	0.6
	가스		1	0.1
	폐기물	도시폐기물	30	4
		산업폐기물	30	4
	바이오매스	고체바이오매스	30	4
		액체바이오매스	3	0.6
		기체바이오매스	1	0.1
전기 및 열생산	석탄		0.25	1.66
	석유		0.15	1.75
	가스		0.40	1.06

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.15

나. 석유 정제

1) 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 석유 정제의 온실가스 배출량 산정을 위해서는 석탄, 석유(연료, 원료) 천연가스의 소비량이 활동자료로 필요하지만, 사업장의 업무 관련 정보 보호로 인해 사업장별 연료 및 원료 사용량의 정보수집이 어려운 실정임
- 온실가스종합정보센터의 「2022 지역 온실가스 통계 산정지침」은 국가온실가스 종합관리시스템(NGMS)의 명세서 자료(사업장별 온실가스 배출량 산정결과), 석유 화학협회, 개정에너지 밸런스 정보를 활용하는 것을 제안하고 있음
- 그러나, NGMS의 명세서는 사업장의 업무 관련 정보 보호를 위해 온실가스의 총 배출량 정보만을 제공하고, 한국석유화학협회와 개정에너지밸런스는 국가 기준의 판매량을 정보로 제공하고 있어, 세부적인 내용(지점별 배출량, 생산실적 등)을 확인하는데 한계가 있는 실정임
- 석유의 경우 Petronet의 국내석유통계에서 지역의 연료 사용량을 확인할 수 있음

[표 11] 석유정제의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
석탄	명세서	NGMS
석유	석유판매량	석유화학협회
	국내석유통계 : 시군구별 제품별 산업별 소비	한국석유공사
천연가스	개정에너지밸런스	에너지경제연구원

[표 12] 석유정제의 활동자료 출처

활동자료	출처
석탄	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 국가온실가스종합관리시스템(홈페이지) > 명세서 배출량 통계> 명세서 주요 정보 > 업체 배출량 ◦ 국가온실가스종합관리시스템 홈페이지 주소 : https://ngms.gir.go.kr/ ◦ 사업장 기준의 배출량 정보만 확인 가능(지점별 정보 확인 불가)
석유	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 한국석유화학협회(홈페이지) > 산업통계 > 제품 통계 ◦ 한국석유화학협회 홈페이지 주소 : https://www.kpia.or.kr/ ◦ Petronet(홈페이지) > 국내석유통계 > 국내소비 > 시군구별 제품별 산업별 소비 ◦ Petronet 홈페이지 주소 : https://www.petronet.co.kr/ ◦ 국내석유정보시스템에서 세부적인 소비량 통계 자료를 활동자료로 사용하는 것을 권장(외부는 접근 불가) - 국내석유정보시스템 홈페이지 주소 : https://www.pedsis.co.kr/
천연가스	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 국가에너지통계종합정보시스템 > 주제별 > 에너지 종합 > 개요 > 개정 에너지밸런스 ◦ 국가에너지통계종합정보시스템 홈페이지 주소 : http://www.kesis.net/

2) 산정식 및 배출계수

가) 온실가스 배출량 산정식

□ CO₂ 배출량 산정식

$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 44/12)$	
E	CO ₂ 배출량(ton CO ₂ /년)
FC	연료 사용량(천 TOE/년)
41.868	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)
CF	전환계수(순발열량/총발열량)
EF	배출계수(t C/TJ)
44/12	탄소 기준 배출량을 CO ₂ 기준으로 전환(kg CO ₂ /kg C)
i	연료 유형
j	부문

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.9

□ Non-CO₂ 배출량 산정식

$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 10^{-3})$	
E	Non-CO ₂ 배출량(ton CH ₄ 혹은 N ₂ O/년)
FC	연료 사용량(천 TOE/년)
41.686	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)
CF	전환계수(순발열량/총발열량)
EF	배출계수(kg CH ₄ /TJ or kg N ₂ O/TJ)
i	연료 유형
j	부문

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.14

나) 배출계수

[표 13] 국가 고유 발열량(석유류)

연료		단위	'90-'06	'07-'11		'12-'16		'17 이후		
			총 발열량	총 발열량	순 발열량	총 발열량	순 발열량	총 발열량	순 발열량	
			MJ	MJ		MJ		MJ		
석유	원유	kg	41.9	45.0	42.3	44.9	42.2	45	42.2	
	휘발유	L	34.8	33.5	31.0	32.6	30.3	32.7	30.4	
	등유 1호(보일러) ¹⁾	L	36.4	37.5	35.0	36.8	34.3	36.7	34.2	
	등유 2호(실내)	L	36.4	36.8	34.3	36.8	34.3	36.7	34.2	
	경유	L	38.5	37.9	35.4	37.7	35.3	37.8	35.2	
	B-A유	L	39.4	38.9	36.6	38.9	36.4	39.0	36.4	
	B-B유	L	40.6	40.4	38.1	40.5	38.0	40.5	38.0	
	B-C유 ²⁾	L	41.4	41.4	39.1	41.6	39.2	41.7	39.2	
	프로판	kg	50.2	50.4	46.3	50.4	46.3	50.4	46.3	
	부탄	kg	49.4	49.6	45.7	49.6	45.6	49.5	45.7	
	납사 ³⁾	L	33.5	33.7	31.2	32.3	30.0	32.3	29.9	
	용제	L	34.3	33.3	30.8	33.3	31.0	32.8	30.3	
	항공유	JA-1 ⁴⁾	L	36.4	36.6	34.3	36.5	34.1	36.5	33.9
		JP-4	L	35.6	36.6	34.3	36.5	34.1	36.5	33.9
		AVI-G ⁵⁾	L	34.8	33.5	31.0	32.6	30.3	32.7	30.4
	아스팔트	kg	41.9	41.4	39.1	41.5	39.2	41.4	39.2	
	윤활유	L	39.4	38.7	36.2	39.8	37.0	40.0	37.3	
	석유코크	kg	45.2	33.9	32.9	33.5	31.6	35.0	34.2	
	부생연료1호 ⁶⁾	L		37.0	35.0	36.9	34.3	37.1	34.6	
부생연료 2호	L		40.6	38.5	40.0	37.9	39.9	37.7		

비고 1. 보일러 등유는 2011년 7월부터 판매가 폐지되어 2012년 이후는 실내 등유의 값을 준용

2. 정제가스는 B-C유의 값을 준용

3. 국내에서 생산되는 컨덴세이트는 납사의 값을 준용

4. JP-8은 JA-1의 값을 준용

5. AVI-G는 휘발유의 값을 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.12

[표 14] 국가 고유 발열량(가스, 석탄, 기타 연료)

연료		단위	'90-'06	'07-'11		'12-'16		'17 이후	
			총 발열량	총 발열량	순 발열량	총 발열량	순 발열량	총 발열량	순 발열량
			MJ	MJ		MJ		MJ	
가스	천연가스(LNG)	kg	54.4	54.5	49.2	54.6	49.3	54.7	49.4
	도시가스(LNG)	Nm³	44.0	44.2	40.0	43.6	39.4	43.1	38.9
	도시가스(LPG)	Nm³	62.8	62.8	57.8	62.8	57.7	63.6	58.4
석탄	국내 무연탄	kg	18.8	19.5	19.3	18.9	18.6	19.8	19.4
	수입 무연탄(연료탄)	kg	25.1	27.4	26.8	21.0	20.6	21.2	20.5
	수입 무연탄(원료탄)	kg	25.1	27.4	26.8	24.7	24.4	25.2	24.7
	유연탄(원료탄)	kg	27.6	26.0	24.9	25.8	24.7	24.8	23.7
	유연탄(연료탄)	kg	27.6	29.3	28.3	29.3	28.2	29.2	28.0
	아역청탄	kg		22.4	20.9	22.7	21.4	21.4	19.9
	코크스	kg	27.2	29.5	29.3	29.1	28.9	29.0	28.9
기타	신탄 ¹⁾	kg	18.8	18.8		18.8		18.8	

비고 1. 신탄의 전환계수는 '1'을 적용

2. 액체바이오매스(바이오디젤), 정제원료, 기타 석유 등 제시되지 않은 석유류의 발열량은 부생연료류 1호의 값을 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.12

[표 15] 전환계수(순발열량/총발열량)

연료	전환계수(MJ/MJ)			연료	전환계수(MJ/MJ)		
	'90-'11	'12-'16	'17 이후		'90-'11	'12-'16	'17 이후
원유	0.940	0.940	0.938	윤활유	0.935	0.930	0.933
휘발유	0.925	0.929	0.930	석유코크	0.971	0.943	0.977
등유 1호(보일러)	0.933	0.932	0.932	부생연료 1호	0.946	0.930	0.933
등유 2호(실내)	0.932	0.932	0.932	부생연료 2호	0.948	0.948	0.945
경유	0.934	0.936	0.931	천연가스(LNG)	0.903	0.903	0.903
B-A유	0.941	0.936	0.933	도시가스(LNG)	0.905	0.904	0.903
B-B유	0.943	0.938	0.938	도시가스(LPG)	0.920	0.919	0.918
B-C유 ²⁾	0.944	0.942	0.940	국내 무연탄	0.990	0.984	0.980
프로판	0.919	0.919	0.919	수입 무연탄(연료용)	0.978	0.981	0.967
부탄	0.921	0.919	0.923	수입 무연탄(원료용)	0.978	0.988	0.980
납사 ³⁾	0.926	0.929	0.926	유연탄(원료탄)	0.958	0.957	0.956
용제	0.925	0.931	0.924	유연탄(연료탄)	0.966	0.962	0.959
항공유	JA-1	0.937	0.934	아역청탄	0.933	0.943	0.930
	JP-4	0.937	0.934	코크스	0.933	0.993	0.997
항공용 휘발유	0.925	0.929	0.930	신탄 ⁷⁾	1.000	1.000	1.000
아스팔트	0.944	0.944	0.947				

비고 1. 전환계수=[순발열량(MJ)/총발열량(MJ)], 실제 산정 시에는 소수점 반올림을 하지 않고 그대로 적용한다

2. 석유류 중 기타제품(바이오디젤, 기타제품 등)은 부생연료 1호의 전환계수를 사용한다.

3. 석유정제에 사용되는 부생가스는 B-C유, 컨텐세이트는 납사의 전환계수를 사용한다.

4. 바이오디젤은 경유의 전환계수를 사용한다

5. '90-'06년에는 별도로 고시된 순발열량이 없으므로, '90-'06년 전환계수는 '07-'11년의 전환계수를 적용하여 계산한다

자료 : 온실가스종합정보센터. 2023. 2022 국가 온실가스 인벤토리 보고서, [표 3-10]

[표 16] 탄소배출계수(석유류)

연료		2006 IPCC	국가 고유 배출계수(단위 : t C/TJ)		
			'11	'12-16	'17 이후
석유	원유	20.0			
	오리멸전	21.0			
	액상천연가스(NGL)	17.5			
	휘발유	자동차용	19.7	20.0	19.548
		항공용	19.1		
		제트용	19.1		
	항공용 ¹⁾	19.5	19.6	19.8	19.931
	보일러 등유 ²⁾	19.6	19.5		
	실내 실내 등유	19.6	19.5	19.6	19.969
	Shale Oil	20.0			
	경유	20.2	20.0	20.2	20.111
	경질중유(B-A유)	20.5 ³⁾	20.2	20.4	20.657
	중유(B-B유)	20.8 ³⁾	20.6	20.5	20.657
	중질중유(B-C유)	21.1	20.8	20.6	21.929
	부상연료 1호 ⁴⁾			19.7	20.067
	부상연료 2호 ⁴⁾			21.0	21.729
	프로판	17.2	17.6	17.6	17.641
	부탄	17.2	18.1	18.1	18.107
	에탄올	16.8			
	납사 ⁵⁾	20.0	18.6	19.2	19.157
	용제	20.0	19.4	19.3	19.172
	아스팔트	22.0	21.5	21.6	21.544
	윤활유	20.0	19.7	19.9	19.979
	석유 코크 ⁶⁾	26.6	27.2		26.086
	정제가스	15.7			
	기타 석유 ⁷⁾	20.0			

- 비고 1. 항공유는 Jet A-1, JP-4, JP-8 등을 포함하며, 항공용 휘발유(AVI-G)는 휘발유의 값을 준용
 2. 보일러 등유는 2011년 7월부터 판매가 폐지되어 2012년 이후는 실내 등유의 국가고유 배출계수 준용
 3. 경질중유(B-A유)는 경유 유분 70%, B-C유분 30% 혼합유이고, 중유(B-B유)는 경유 유분 30%와 B-C유분 70% 혼합유이므로, 이를 고려하여 기본 배출계수 보정
 4. 부상연료 1호, 2호는 1990년부터 2011년까지 기타 석유의 기본 배출계수를 준용
 5. 국내에서 생산되는 컨덴세이트는 납사의 값을 준용
 6. 석유코크는 2011년 고시 발열량 기준의 국가고유 배출계수가 없으므로, 2012-2016년 기간은 2006년 고시 발열량 기준의 국가고유 배출계수 준용
 7. 기타 석유는 1990년부터 2011년까지 기본 배출계수를 준용하고, 2012년부터는 부상연료 1호의 국가고유 배출계수를 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.11

[표 17] 연료별 단위 환산 계수

구분	연료	단위 환산 계수(TOE/bbl)			
		'90-'06	'07-'11	'12-16	'17 이후
정제 투입 원료	원유	0.135	0.145	0.145	0.145
	정제원료	0.141	0.141	0.140	0.141
정제 산출 제품	휘발유	0.132	0.127	0.124	0.124
	등유 1호(보일러)	0.138	0.142	0.140	0.139
	등유 2호(실내)	0.138	0.140	0.140	0.139
	경유	0.146	0.144	0.143	0.144
	B-A유	0.149	0.148	0.148	0.148
	B-B유	0.154	0.153	0.154	0.154
	B-C유 ²⁾	0.157	0.157	0.158	0.158
	항공유(JA-1, JP-8)	0.138	0.139	0.139	0.139
	항공유(JP-4)	0.135	0.139	0.139	0.139
	항공유(AVI-G)	0.132	0.127	0.124	0.124
	프로판	0.197	0.097	0.097	0.097
	부탄	0.108	0.109	0.109	0.109
	납사	0.127	0.128	0.123	0.123
	용제	0.130	0.126	0.126	0.124
	아스팔트	0.162	0.160	0.160	0.160
	윤활유	0.149	0.147	0.151	0.152
	석유코크	0.224	0.168	0.166	0.173
	정제가스	0.157	0.157	0.158	0.158
	기타 제품	0.141	0.141	0.140	0.141
	부생연료 1호	0.141	0.141	0.140	0.141
	부생연료 2호	0.154	0.154	0.125	0.151

비고 1. 일반석유류 1bbl = 158.984L

2. 원유 1bbl = 158.984L

3. 프로판 1bbl = 158.984L

4. 부탄 1bbl = 158.984L

5. 아스팔트 1bbl = 158.984L

6. 정제원료는 기타제품의 값을 적용

7. AVI-G는 휘발유 값을 적용

8. 정제가스는 B-C의 값을 적용

9. 제시되지 않은 석유류의 단위 환산 계수는 부생연료 1호의 값을 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.13

[표 18] 탄소배출계수(석탄류, 가스, 기타화석연료, 바이오매스류)

연료		2006 IPCC	국가 고유 배출계수(단위 : t C/TJ)		
			'11	'12-16	'17 이후
석탄	국내 무연탄	26.8	29.7	30.5	30.185
	수입 무연탄(연료탄) ¹⁾	26.8		28.6	27.404
	수입 무연탄(원료탄) ¹⁾	26.8		29.2	29.909
	유연탄(원료탄) ¹⁾	25.8		26.2	25.963
	유연탄(연료탄)	25.8	25.9	26.0	25.951
	아역청탄	26.2	29.3	26.2	26.468
	갈탄	27.6			
	Oil Shale	29.1			
	BKB & Patent Fuel	26.6			
	Coke Oven/Gas Coke	29.2			
	Coke Oven Gas	12.1			
	Blast Furnace Gas	70.8			
	토탄	28.9			
가스	천연가스(LNG)	15.3	15.4	15.3	15.312
	도시가스(LNG)	15.3	15.4	15.3	15.272
	도시가스(LPG)	17.2	17.6	17.6	17.454
기타 화석 연료	도시폐기물(비재생)	25.0			
	산업폐기물	39.0			
바이오 매스	고 체	목재/목재 폐기물	30.5		
		이형산염 잿물	26.0		
		기타 주요한 고체 바이오매스	27.3		
		목탄	30.5		
	액 체	바이오 가솔린	19.3		
		바이오 디젤 ²⁾	19.3		
		기타 액체 바이오디젤	21.7		
	기 체	매립지 가스	14.9		
		슬러지 가스	14.9		
		기타 바이오가스	14.9		

비고 1. 수입무연탄, 유연탄(원료탄)은 2007년부터 2011년까지 해당 연료의 기본 배출계수를 준용

2. 액체바이오매스(바이오디젤), 기타 석유 등 국가고유 배출계수가 제시되지 않은 연료는 해당 연료의 기본 배출계수를 준용

3. 경질중유(B-A유)는 경유 유분 70%, B-C유분 30% 혼합유이고, 중유(B-B유)는 경유 유분 30%와 B-C유분 70% 혼합유이므로, 이를 고려하여 기본 배출계수 보정

4. 부생연료 1호, 2호는 1990년부터 2011년까지 기타 석유의 기본 배출계수를 준용

5. 국내에서 생산되는 컨덴세이트는 납사의 값을 준용

6. 석유코크는 2011년 고시 발열량 기준의 국가고유 배출계수가 없으므로, 2012~2016년 기간은 2006년 고시 발열량 기준의 국가고유 배출계수 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.11

[표 19] 에너지산업, 전기 및 열 생산 부문의 Non-CO₂ 배출계수

부문	연료		Non-CO ₂ 배출계수(kg/TJ)	
			CH ₄ 배출계수	N ₂ O 배출계수
에너지 산업	석탄		1	1.5
	석유		3	0.6
	가스		1	0.1
	폐기물	도시폐기물	30	4
		산업폐기물	30	4
	바이오매스	고체바이오매스	30	4
		액체바이오매스	3	0.6
		기체바이오매스	1	0.1
전기 및 열생산	석탄		0.25	1.66
	석유		0.15	1.75
	가스		0.40	1.06

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.15

다. 고체연료 및 기타

1) 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 고체연료 및 기타 부분은 석탄, 석유, 도시가스, 천연가스, 바이오매스의 에너지 소비량을 주요 활동도로 활용함

[표 20] 고체연료 및 기타의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
석탄 (고체연료 제조)	명세서	NGMS
석탄 (기타에너지)	개정에너지밸런스	에너지경제연구원
석유	석유수급통계	석유공사
도시가스	명세서	NMGS
천연가스	개정에너지밸런스	에너지경제연구원
바이오매스	신재생에너지 보급통계	한국에너지공단

[표 21] 고체연료 및 기타활동자료 출처

활동자료	출처
석유	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Petronet(홈페이지) > 국내석유통계 > 국내소비 > 시군구별 제품별 산업별 소비(광업) ◦ Petronet 홈페이지 주소 : https://www.petronet.co.kr/ ◦ 국내석유정보시스템에서 세부적인 소비량 통계 자료를 활동자료로 사용하는 것을 권장(외부는 접근 불가) - 국내석유정보시스템 홈페이지 주소 : https://www.pedsis.co.kr/
천연가스	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 국가에너지통계종합정보시스템 > 주제별 > 에너지 종합 > 개요 > 개정 에너지밸런스 ◦ 국가에너지통계종합정보시스템 홈페이지 주소 : http://www.kesis.net/
바이오매스	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 한국에너지공단 신·재생에너지센터 > 자료실 > 통계자료 ◦ 한국에너지공단 신·재생에너지센터 홈페이지 주소 : https://www.knrec.or.kr/

2) 산정식 및 배출계수

가) 온실가스 배출량 산정식

□ CO₂ 배출량 산정식

$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 44/12)$	
E	CO ₂ 배출량(ton CO ₂ /년)
FC	연료 사용량(천 TOE/년)
41.686	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)
CF	전환계수(순발열량/총발열량)
EF	배출계수(t C/TJ)
44/12	탄소 기준 배출량을 CO ₂ 기준으로 전환(kg CO ₂ /kg C)
i	연료 유형
j	부문

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.9

□ Non-CO₂ 배출량 산정식

$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 10^{-3})$	
E	Non-CO ₂ 배출량(ton CH ₄ 혹은 N ₂ O/년)
FC	연료 사용량(천 TOE/년)
41.686	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)
CF	전환계수(순발열량/총발열량)
EF	배출계수(kg CH ₄ /TJ or kg N ₂ O/TJ)
i	연료 유형
j	부문

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.14

나) 배출계수

[표 22] 국가 고유 발열량

연료		단위	'90-'06	'07-'11		'12-'16		'17 이후		
			총 발열량	총 발열량	순 발열량	총 발열량	순 발열량	총 발열량	순 발열량	
			MJ	MJ		MJ		MJ		
석유	원유	kg	41.9	45.0	42.3	44.9	42.2	45	42.2	
	휘발유	L	34.8	33.5	31.0	32.6	30.3	32.7	30.4	
	등유 1호(보일러) ¹⁾	L	36.4	37.5	35.0	36.8	34.3	36.7	34.2	
	등유 2호(실내)	L	36.4	36.8	34.3	36.8	34.3	36.7	34.2	
	경유	L	38.5	37.9	35.4	37.7	35.3	37.8	35.2	
	B-A유	L	39.4	38.9	36.6	38.9	36.4	39.0	36.4	
	B-B유	L	40.6	40.4	38.1	40.5	38.0	40.5	38.0	
	B-C유 ²⁾	L	41.4	41.4	39.1	41.6	39.2	41.7	39.2	
	프로판	kg	50.2	50.4	46.3	50.4	46.3	50.4	46.3	
	부탄	kg	49.4	49.6	45.7	49.6	45.6	49.5	45.7	
	납사 ³⁾	L	33.5	33.7	31.2	32.3	30.0	32.3	29.9	
	용제	L	34.3	33.3	30.8	33.3	31.0	32.8	30.3	
	항공유	JA-1 ⁴⁾	L	36.4	36.6	34.3	36.5	34.1	36.5	33.9
		JP-4	L	35.6	36.6	34.3	36.5	34.1	36.5	33.9
		AVI-G ⁵⁾	L	34.8	33.5	31.0	32.6	30.3	32.7	30.4
	아스팔트	kg	41.9	41.4	39.1	41.5	39.2	41.4	39.2	
	윤활유	L	39.4	38.7	36.2	39.8	37.0	40.0	37.3	
	석유코크	kg	45.2	33.9	32.9	33.5	31.6	35.0	34.2	
	부생연료1호 ⁶⁾	L		37.0	35.0	36.9	34.3	37.1	34.6	
	부생연료 2호	L		40.6	38.5	40.0	37.9	39.9	37.7	
가스	천연가스(LNG)	kg	54.4	54.5	49.2	54.6	49.3	54.7	49.4	
	도시가스(LNG)	Nm³	44.0	44.2	40.0	43.6	39.4	43.1	38.9	
	도시가스(LPG)	Nm³	62.8	62.8	57.8	62.8	57.7	63.6	58.4	
석탄	국내 무연탄	kg	18.8	19.5	19.3	18.9	18.6	19.8	19.4	
	수입 무연탄(연료탄)	kg	25.1	27.4	26.8	21.0	20.6	21.2	20.5	
	수입 무연탄(원료탄)	kg	25.1	27.4	26.8	24.7	24.4	25.2	24.7	
	유연탄(원료탄)	kg	27.6	26.0	24.9	25.8	24.7	24.8	23.7	
	유연탄(연료탄)	kg	27.6	29.3	28.3	29.3	28.2	29.2	28.0	
	아역청탄	kg		22.4	20.9	22.7	21.4	21.4	19.9	
	코크스	kg	27.2	29.5	29.3	29.1	28.9	29.0	28.9	
기타	신탄 ⁷⁾	kg	18.8	18.8		18.8		18.8		

비고 1. 보일러 등유는 2011년 7월부터 판매가 폐지되어 2012년 이후는 실내 등유의 값을 준용

2. 정제가스는 B-C유의 값을 준용

3. 국내에서 생산되는 컨덴세이트는 납사의 값을 준용

4. JP-8은 JA-1의 값을 준용

5. AVI-G는 휘발유의 값을 준용

6. 액체바이오매스(바이오디젤), 정제원료, 기타 석유 등 제시되지 않은 석유류의 발열량은 부생연료 1호의 값을 준용

7. 신탄의 전환계수는 '1'을 적용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.12

[표 23] 전환계수(순발열량/총발열량)

연료		전환계수(MJ/MJ)			연료	전환계수(MJ/MJ)		
		'90-'11	'12-16	'17 이후		'90-'11	'12-16	'17 이후
원유		0.940	0.940	0.938	윤활유	0.935	0.930	0.933
휘발유		0.925	0.929	0.930	석유코크	0.971	0.943	0.977
등유 1호(보일러)		0.933	0.932	0.932	부생연료 1호	0.946	0.930	0.933
등유 2호(실내)		0.932	0.932	0.932	부생연료 2호	0.948	0.948	0.945
경유		0.934	0.936	0.931	천연가스(LNG)	0.903	0.903	0.903
B-A유		0.941	0.936	0.933	도시가스(LNG)	0.905	0.904	0.903
B-B유		0.943	0.938	0.938	도시가스(LPG)	0.920	0.919	0.918
B-C유 ²⁾		0.944	0.942	0.940	국내 무연탄	0.990	0.984	0.980
프로판		0.919	0.919	0.919	수입 무연탄(연료용)	0.978	0.981	0.967
부탄		0.921	0.919	0.923	수입 무연탄(원료용)	0.978	0.988	0.980
납사 ³⁾		0.926	0.929	0.926	유연탄(원료탄)	0.958	0.957	0.956
용제		0.925	0.931	0.924	유연탄(연료탄)	0.966	0.962	0.959
항공유	JA-1	0.937	0.934	0.929	아역청탄	0.933	0.943	0.930
	JP-4	0.937	0.934	0.929	코크스	0.933	0.993	0.997
항공용 휘발유		0.925	0.929	0.930	신탄 ⁷⁾	1.000	1.000	1.000
아스팔트		0.944	0.944	0.947				

비고 1. 전환계수=[순발열량(MJ)/총발열량(MJ)], 실제 산정 시에는 소수점 반올림을 하지 않고 그대로 적용한다

2. 석유류 중 기타제품(바이오디젤, 기타제품 등)은 부생연료 1호의 전환계수를 사용한다.

3. 석유정제에 사용되는 부생가스는 B-C유, 컨테네이트는 납사의 전환계수를 사용한다.

4. 바이오디젤은 경유의 전환계수를 사용한다

5. '90-'06년에는 별도로 고시된 순발열량이 없으므로, '90-'06년 전환계수는 '07-'11년의 전환계수를 적용하여 계산한다

자료 : 온실가스종합정보센터. 2023. 2022 국가 온실가스 인벤토리 보고서, [표 3-10]

[표 24] 탄소배출계수(석유류)

연료		2006 IPCC	국가 고유 배출계수(단위 : t C/TJ)		
			'11	'12-16	'17 이후
석유	원유	20.0			
	오리멸전	21.0			
	액상천연가스(NGL)	17.5			
	휘발유	자동차용	19.7	20.0	19.548
		항공용	19.1		
		제트용	19.1		
	항공용 ¹⁾	19.5	19.6	19.8	19.931
	보일러 등유 ²⁾	19.6	19.5		
	실내 실내 등유	19.6	19.5	19.6	19.969
	Shale Oil	20.0			
	경유	20.2	20.0	20.2	20.111
	경질중유(B-A유)	20.5 ³⁾	20.2	20.4	20.657
	중유(B-B유)	20.8 ³⁾	20.6	20.5	20.657
	중질중유(B-C유)	21.1	20.8	20.6	21.929
	부상연료 1호 ⁴⁾			19.7	20.067
	부상연료 2호 ⁴⁾			21.0	21.729
	프로판	17.2	17.6	17.6	17.641
	부탄	17.2	18.1	18.1	18.107
	에탄올	16.8			
	납사 ⁵⁾	20.0	18.6	19.2	19.157
	용제	20.0	19.4	19.3	19.172
	아스팔트	22.0	21.5	21.6	21.544
	윤활유	20.0	19.7	19.9	19.979
	석유 코크 ⁶⁾	26.6	27.2		26.086
	정제가스	15.7			
	기타 석유 ⁷⁾	20.0			

- 비고 1. 항공유는 Jet A-1, JP-4, JP-8 등을 포함하며, 항공용 휘발유(AVI-G)는 휘발유의 값을 준용
 2. 보일러 등유는 2011년 7월부터 판매가 폐지되어 2012년 이후는 실내 등유의 국가고유 배출계수 준용
 3. 경질중유(B-A유)는 경유 유분 70%, B-C유분 30% 혼합유이고, 중유(B-B유)는 경유 유분 30%와 B-C유분 70% 혼합유이므로, 이를 고려하여 기본 배출계수 보정
 4. 부상연료 1호, 2호는 1990년부터 2011년까지 기타 석유의 기본 배출계수를 준용
 5. 국내에서 생산되는 컨덴세이트는 납사의 값을 준용
 6. 석유코크는 2011년 고시 발열량 기준의 국가고유 배출계수가 없으므로, 2012-2016년 기간은 2006년 고시 발열량 기준의 국가고유 배출계수 준용
 7. 기타 석유는 1990년부터 2011년까지 기본 배출계수를 준용하고, 2012년부터는 부상연료 1호의 국가고유 배출계수를 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.11

[표 25] 연료별 단위 환산 계수

구분	연료	단위 환산 계수(TOE/bbl)			
		'90-'06	'07-'11	'12-16	'17 이후
정제 투입 원료	원유	0.135	0.145	0.145	0.145
	정제원료	0.141	0.141	0.140	0.141
정제 산출 제품	휘발유	0.132	0.127	0.124	0.124
	등유 1호(보일러)	0.138	0.142	0.140	0.139
	등유 2호(실내)	0.138	0.140	0.140	0.139
	경유	0.146	0.144	0.143	0.144
	B-A유	0.149	0.148	0.148	0.148
	B-B유	0.154	0.153	0.154	0.154
	B-C유 ²⁾	0.157	0.157	0.158	0.158
	항공유(JA-1, JP-8)	0.138	0.139	0.139	0.139
	항공유(JP-4)	0.135	0.139	0.139	0.139
	항공유(AVI-G)	0.132	0.127	0.124	0.124
	프로판	0.197	0.097	0.097	0.097
	부탄	0.108	0.109	0.109	0.109
	납사	0.127	0.128	0.123	0.123
	용제	0.130	0.126	0.126	0.124
	아스팔트	0.162	0.160	0.160	0.160
	윤활유	0.149	0.147	0.151	0.152
	석유코크	0.224	0.168	0.166	0.173
	정제가스	0.157	0.157	0.158	0.158
	기타 제품	0.141	0.141	0.140	0.141
	부생연료 1호	0.141	0.141	0.140	0.141
	부생연료 2호	0.154	0.154	0.125	0.151

비고 1. 일반석유류 1bbl = 158.984L

2. 원유 1bbl = 158.984L

3. 프로판 1bbl = 158.984L

4. 부탄 1bbl = 158.984L

5. 아스팔트 1bbl = 158.984L

6. 정제원료는 기타제품의 값을 적용

7. AVI-G는 휘발유 값을 적용

8. 정제가스는 B-C의 값을 적용

9. 제시되지 않은 석유류의 단위 환산 계수는 부생연료 1호의 값을 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.13

[표 26] 탄소배출계수(석탄류, 가스, 기타화석연료, 바이오매스류)

연료		2006 IPCC	국가 고유 배출계수(단위 : t C/TJ)		
			'11	'12-16	'17 이후
석탄	국내 무연탄	26.8	29.7	30.5	30.185
	수입 무연탄(연료탄) ¹⁾	26.8		28.6	27.404
	수입 무연탄(원료탄) ¹⁾	26.8		29.2	29.909
	유연탄(원료탄) ¹⁾	25.8		26.2	25.963
	유연탄(연료탄)	25.8	25.9	26.0	25.951
	아역청탄	26.2	29.3	26.2	26.468
	갈탄	27.6			
	Oil Shale	29.1			
	BKB & Patent Fuel	26.6			
	Coke Oven/Gas Coke	29.2			
	Coke Oven Gas	12.1			
	Blast Furnace Gas	70.8			
	토탄	28.9			
가스	천연가스(LNG)	15.3	15.4	15.3	15.312
	도시가스(LNG)	15.3	15.4	15.3	15.272
	도시가스(LPG)	17.2	17.6	17.6	17.454
기타 화석 연료	도시폐기물(비재생)	25.0			
	산업폐기물	39.0			
바이오 매스	고 체	목재/목재 폐기물	30.5		
		이형산염 잿물	26.0		
		기타 주요한 고체 바이오매스	27.3		
		목탄	30.5		
	액 체	바이오 가솔린	19.3		
		바이오 디젤 ²⁾	19.3		
		기타 액체 바이오디젤	21.7		
	기 체	매립지 가스	14.9		
		슬러지 가스	14.9		
		기타 바이오가스	14.9		

비고 1. 수입무연탄, 유연탄(원료탄)은 2007년부터 2011년까지 해당 연료의 기본 배출계수를 준용

2. 액체바이오매스(바이오디젤), 기타 석유 등 국가고유 배출계수가 제시되지 않은 연료는 해당 연료의 기본 배출계수를 준용

3. 경질중유(B-A유)는 경유 유분 70%, B-C유분 30% 혼합유이고, 중유(B-B유)는 경유 유분 30%와 B-C유분 70% 혼합유이므로, 이를 고려하여 기본 배출계수 보정

4. 부생연료 1호, 2호는 1990년부터 2011년까지 기타 석유의 기본 배출계수를 준용

5. 국내에서 생산되는 컨덴세이트는 납사의 값을 준용

6. 석유코크는 2011년 고시 발열량 기준의 국가고유 배출계수가 없으므로, 2012~2016년 기간은 2006년 고시 발열량 기준의 국가고유 배출계수 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.11

[표 27] 에너지산업, 전기 및 열 생산 부문의 Non-CO₂ 배출계수

부문	연료		Non-CO ₂ 배출계수(kg/TJ)	
			CH ₄ 배출계수	N ₂ O 배출계수
에너지 산업	석탄		1	1.5
	석유		3	0.6
	가스		1	0.1
	폐기물	도시폐기물	30	4
		산업폐기물	30	4
	바이오매스	고체바이오매스	30	4
		액체바이오매스	3	0.6
		기체바이오매스	1	0.1
전기 및 열생산	석탄		0.25	1.66
	석유		0.15	1.75
	가스		0.40	1.06

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.15

4. 제조업 및 건설업

가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 제조업 및 건설업은 석유 소비량과 도시가스 소비량을 활동자료로 적용함
- 도시가스 소비량의 경우 산업 이하로 세분류되지 않아 온실가스 배출량 산정 시 '제조업 및 건설업 - 기타 - 기타제조'로 분류함

[표 28] 제조업 및 건설업의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
석유 소비량	국내 소비 : 시군구별 제품별 산업별 소비	한국석유공사
도시가스 소비량	부문별 도시가스 소비	도시가스 공급사

[표 29] 제조업 및 건설업의 활동자료 출처

활동자료	출처
석유 소비량	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Petronet(홈페이지) > 국내석유통계 > 국내소비 > 시군구별 제품별 산업별 소비 ◦ Petronet 홈페이지 주소 : https://www.petronet.co.kr/ ◦ 국내석유정보시스템에서 세부적인 소비량 통계 자료를 활동자료로 사용하는 것을 권장(외부는 접근 불가) - 국내석유정보시스템 홈페이지 주소 : https://www.pedsis.co.kr/
도시가스 소비량	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 각 지역의 도시가스 공급사에 별도 요청 ◦ 도시가스는 용도가 세분류되지 않아 온실가스 배출량 산정 시 '제조업 및 건설업 - 기타 - 기타제조'로 분류함
도시가스 공급사 현황 (지역별 도시가스 공급사 정보)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 한국도시가스협회(홈페이지) > 도시가스 회사 > 도시가스 고객센터 찾기 ◦ 한국도시가스협회 홈페이지 주소 : http://www.citygas.or.kr/

[표 30] 경기도 행정구역별 도시가스 공급사 현황

시군구	도시가스 공급사	시군구	도시가스 공급사
수원시	삼천리	김포시	서울도시가스, 인천도시가스
성남시	삼천리, 코원에너지서비스	화성시	삼천리
안양시	삼천리	광주시	코원에너지서비스
부천시	삼천리	여주시	코원에너지서비스
광명시	삼천리	양평군	에스코
평택시	삼천리	의정부시	대륜E&S
안산시	삼천리	동두천시	대륜E&S
과천시	코원에너지서비스	고양시	서울도시가스
오산시	삼천리	구리시	에스코
시흥시	삼천리	남양주시	에스코
군포시	삼천리	파주시	서울도시가스
의왕시	삼천리	양주시	대륜E&S
하남시	코원에너지서비스	포천시	대륜E&S, 에스코
용인시	삼천리	연천군	대륜E&S
이천시	코원에너지서비스	가평군	에스코
안성시	삼천리		

자료 : 한국도시가스협회. “한국도시가스협회 - 도시가스 고객센터 찾기.” 한국도시가스협회(홈페이지), 2023년 4월 28일 접속, <http://www.citygas.or.kr/>

나. 산정식 및 배출계수

1) 온실가스 배출량 산정식

□ CO₂ 배출량 산정식

$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 44/12)$	
E	CO ₂ 배출량(ton CO ₂ /년)
FC	연료 사용량(천 TOE/년)
41.868	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)
CF	전환계수(순발열량/총발열량)
EF	배출계수(t C/TJ)
44/12	탄소 기준 배출량을 CO ₂ 기준으로 전환(kg CO ₂ /kg C)
i	연료 유형
j	부문

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.9

□ Non-CO₂ 배출량 산정식

$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 10^{-3})$	
E	Non-CO ₂ 배출량(ton CH ₄ 혹은 N ₂ O/년)
FC	연료 사용량(천 TOE/년)
41.686	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)
CF	전환계수(순발열량/총발열량)
EF	배출계수(kg CH ₄ /TJ or kg N ₂ O/TJ)
i	연료 유형
j	부문

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.14

2) 배출계수

[표 31] 국가 고유 발열량(석유류)

연료		단위	'90-'06	'07-'11		'12-'16		'17 이후		
			총 발열량	총 발열량	순 발열량	총 발열량	순 발열량	총 발열량	순 발열량	
			MJ	MJ		MJ		MJ		
석유	원유	kg	41.9	45.0	42.3	44.9	42.2	45	42.2	
	휘발유	L	34.8	33.5	31.0	32.6	30.3	32.7	30.4	
	등유 1호(보일러) ¹⁾	L	36.4	37.5	35.0	36.8	34.3	36.7	34.2	
	등유 2호(실내)	L	36.4	36.8	34.3	36.8	34.3	36.7	34.2	
	경유	L	38.5	37.9	35.4	37.7	35.3	37.8	35.2	
	B-A유	L	39.4	38.9	36.6	38.9	36.4	39.0	36.4	
	B-B유	L	40.6	40.4	38.1	40.5	38.0	40.5	38.0	
	B-C유 ²⁾	L	41.4	41.4	39.1	41.6	39.2	41.7	39.2	
	프로판	kg	50.2	50.4	46.3	50.4	46.3	50.4	46.3	
	부탄	kg	49.4	49.6	45.7	49.6	45.6	49.5	45.7	
	납사 ³⁾	L	33.5	33.7	31.2	32.3	30.0	32.3	29.9	
	용제	L	34.3	33.3	30.8	33.3	31.0	32.8	30.3	
	항공유	JA-1 ⁴⁾	L	36.4	36.6	34.3	36.5	34.1	36.5	33.9
		JP-4	L	35.6	36.6	34.3	36.5	34.1	36.5	33.9
		AVI-G ⁵⁾	L	34.8	33.5	31.0	32.6	30.3	32.7	30.4
	아스팔트	kg	41.9	41.4	39.1	41.5	39.2	41.4	39.2	
	윤활유	L	39.4	38.7	36.2	39.8	37.0	40.0	37.3	
석유코크	kg	45.2	33.9	32.9	33.5	31.6	35.0	34.2		
부생연료1호 ⁶⁾	L		37.0	35.0	36.9	34.3	37.1	34.6		
부생연료 2호	L		40.6	38.5	40.0	37.9	39.9	37.7		

비고 1. 보일러 등유는 2011년 7월부터 판매가 폐지되어 2012년 이후는 실내 등유의 값을 준용

2. 정제가스는 B-C유의 값을 준용

3. 국내에서 생산되는 컨덴세이트는 납사의 값을 준용

4. JP-8은 JA-1의 값을 준용

5. AVI-G는 휘발유의 값을 준용

6. 액체바이오매스(바이오디젤), 정제원료, 기타 석유 등 제시되지 않은 석유류의 발열량은 부생연료 1호의 값을 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.12

[표 32] 국가 고유 발열량(가스, 석탄, 기타)

연료		단위	'90-'06	'07-'11		'12-'16		'17 이후	
			총 발열량	총 발열량	순 발열량	총 발열량	순 발열량	총 발열량	순 발열량
			MJ	MJ		MJ		MJ	
가스	천연가스(LNG)	kg	54.4	54.5	49.2	54.6	49.3	54.7	49.4
	도시가스(LNG)	Nm ³	44.0	44.2	40.0	43.6	39.4	43.1	38.9
	도시가스(LPG)	Nm ³	62.8	62.8	57.8	62.8	57.7	63.6	58.4
석탄	국내 무연탄	kg	18.8	19.5	19.3	18.9	18.6	19.8	19.4
	수입 무연탄(연료탄)	kg	25.1	27.4	26.8	21.0	20.6	21.2	20.5
	수입 무연탄(원료탄)	kg	25.1	27.4	26.8	24.7	24.4	25.2	24.7
	유연탄(원료탄)	kg	27.6	26.0	24.9	25.8	24.7	24.8	23.7
	유연탄(연료탄)	kg	27.6	29.3	28.3	29.3	28.2	29.2	28.0
	아역청탄	kg		22.4	20.9	22.7	21.4	21.4	19.9
	코크스	kg	27.2	29.5	29.3	29.1	28.9	29.0	28.9
기타	신탄 ¹⁾	kg	18.8	18.8		18.8		18.8	

비고 1. 신탄의 전환계수는 '1'을 적용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.12

[표 33] 전환계수(순발열량/총발열량)

연료		전환계수(MJ/MJ)			연료		전환계수(MJ/MJ)		
		'90-'11	'12-'16	'17 이후			'90-'11	'12-'16	'17 이후
원유		0.940	0.940	0.938	윤활유		0.935	0.930	0.933
휘발유		0.925	0.929	0.930	석유코크		0.971	0.943	0.977
등유 1호(보일러)		0.933	0.932	0.932	부생연료 1호		0.946	0.930	0.933
등유 2호(실내)		0.932	0.932	0.932	부생연료 2호		0.948	0.948	0.945
경유		0.934	0.936	0.931	천연가스(LNG)		0.903	0.903	0.903
B-A유		0.941	0.936	0.933	도시가스(LNG)		0.905	0.904	0.903
B-B유		0.943	0.938	0.938	도시가스(LPG)		0.920	0.919	0.918
B-C유 ²⁾		0.944	0.942	0.940	국내 무연탄		0.990	0.984	0.980
프로판		0.919	0.919	0.919	수입 무연탄(연료용)		0.978	0.981	0.967
부탄		0.921	0.919	0.923	수입 무연탄(원료용)		0.978	0.988	0.980
납사 ³⁾		0.926	0.929	0.926	유연탄(원료탄)		0.958	0.957	0.956
용제		0.925	0.931	0.924	유연탄(연료탄)		0.966	0.962	0.959
항공유	JA-1	0.937	0.934	0.929	아역청탄		0.933	0.943	0.930
	JP-4	0.937	0.934	0.929	코크스		0.933	0.993	0.997
항공용 휘발유		0.925	0.929	0.930	신탄 ⁷⁾		1.000	1.000	1.000
아스팔트		0.944	0.944	0.947					

비고 1. 전환계수=[순발열량(MJ)/총발열량(MJ)], 실제 산정 시에는 소수점 반올림을 하지 않고 그대로 적용한다

2. 석유류 중 기타제품(바이오디젤, 기타제품 등)은 부생연료 1호의 전환계수를 사용한다.

3. 석유정제에 사용되는 부생가스는 B-C유, 컨테네이트는 납사의 전환계수를 사용한다.

4. 바이오디젤은 경유의 전환계수를 사용한다

5. '90-'06년에는 별도로 고시된 순발열량이 없으므로, '90-'06년 전환계수는 '07-'11년의 전환계수를 적용하여 계산한다

자료 : 온실가스종합정보센터. 2023. 2022 국가 온실가스 인벤토리 보고서, [표 3-10]

[표 34] 탄소배출계수(석유류)

연료		2006 IPCC	국가 고유 배출계수(단위 : t C/TJ)		
			'11	'12-16	'17 이후
석유	원유	20.0			
	오리멸전	21.0			
	액상천연가스(NGL)	17.5			
	휘발유	자동차용	19.7	20.0	19.548
		항공용	19.1		
		제트용	19.1		
	항공용 ¹⁾	19.5	19.6	19.8	19.931
	보일러 등유 ²⁾	19.6	19.5		
	실내 실내 등유	19.6	19.5	19.6	19.969
	Shale Oil	20.0			
	경유	20.2	20.0	20.2	20.111
	경질중유(B-A유)	20.5 ³⁾	20.2	20.4	20.657
	중유(B-B유)	20.8 ³⁾	20.6	20.5	20.657
	중질중유(B-C유)	21.1	20.8	20.6	21.929
	부상연료 1호 ⁴⁾			19.7	20.067
	부상연료 2호 ⁴⁾			21.0	21.729
	프로판	17.2	17.6	17.6	17.641
	부탄	17.2	18.1	18.1	18.107
	에탄올	16.8			
	납사 ⁵⁾	20.0	18.6	19.2	19.157
	용제	20.0	19.4	19.3	19.172
	아스팔트	22.0	21.5	21.6	21.544
	윤활유	20.0	19.7	19.9	19.979
	석유 코크 ⁶⁾	26.6	27.2		26.086
	정제가스	15.7			
	기타 석유 ⁷⁾	20.0			

- 비고 1. 항공유는 Jet A-1, JP-4, JP-8 등을 포함하며, 항공용 휘발유(AVI-G)는 휘발유의 값을 준용
 2. 보일러 등유는 2011년 7월부터 판매가 폐지되어 2012년 이후는 실내 등유의 국가고유 배출계수 준용
 3. 경질중유(B-A유)는 경유 유분 70%, B-C유분 30% 혼합유이고, 중유(B-B유)는 경유 유분 30%와 B-C유분 70% 혼합유이므로, 이를 고려하여 기본 배출계수 보정
 4. 부상연료 1호, 2호는 1990년부터 2011년까지 기타 석유의 기본 배출계수를 준용
 5. 국내에서 생산되는 컨덴세이트는 납사의 값을 준용
 6. 석유코크는 2011년 고시 발열량 기준의 국가고유 배출계수가 없으므로, 2012~2016년 기간은 2006년 고시 발열량 기준의 국가고유 배출계수 준용
 7. 기타 석유는 1990년부터 2011년까지 기본 배출계수를 준용하고, 2012년부터는 부상연료 1호의 국가고유 배출계수를 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.11

[표 35] 연료별 단위 환산 계수

구분	연료	단위 환산 계수(TOE/bbl)			
		'90-'06	'07-'11	'12-16	'17 이후
정제 투입 원료	원유	0.135	0.145	0.145	0.145
	정제원료	0.141	0.141	0.140	0.141
정제 산출 제품	휘발유	0.132	0.127	0.124	0.124
	등유 1호(보일러)	0.138	0.142	0.140	0.139
	등유 2호(실내)	0.138	0.140	0.140	0.139
	경유	0.146	0.144	0.143	0.144
	B-A유	0.149	0.148	0.148	0.148
	B-B유	0.154	0.153	0.154	0.154
	B-C유 ²⁾	0.157	0.157	0.158	0.158
	항공유(JA-1, JP-8)	0.138	0.139	0.139	0.139
	항공유(JP-4)	0.135	0.139	0.139	0.139
	항공유(AVI-G)	0.132	0.127	0.124	0.124
	프로판	0.197	0.097	0.097	0.097
	부탄	0.108	0.109	0.109	0.109
	납사	0.127	0.128	0.123	0.123
	용제	0.130	0.126	0.126	0.124
	아스팔트	0.162	0.160	0.160	0.160
	윤활유	0.149	0.147	0.151	0.152
	석유코크	0.224	0.168	0.166	0.173
	정제가스	0.157	0.157	0.158	0.158
	기타 제품	0.141	0.141	0.140	0.141
	부생연료 1호	0.141	0.141	0.140	0.141
	부생연료 2호	0.154	0.154	0.125	0.151

비고 1. 일반석유류 1bbl = 158.984L

2. 원유 1bbl = 158.984L

3. 프로판 1bbl = 158.984L

4. 부탄 1bbl = 158.984L

5. 아스팔트 1bbl = 158.984L

6. 정제원료는 기타제품의 값을 적용

7. AVI-G는 휘발유 값을 적용

8. 정제가스는 B-C의 값을 적용

9. 제시되지 않은 석유류의 단위 환산 계수는 부생연료 1호의 값을 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.13

[표 36] 탄소배출계수(석탄류, 가스, 기타화석연료, 바이오매스류)

연료		2006 IPCC	국가 고유 배출계수(단위 : t C/TJ)		
			'11	'12-16	'17 이후
석탄	국내 무연탄	26.8	29.7	30.5	30.185
	수입 무연탄(연료탄) ¹⁾	26.8		28.6	27.404
	수입 무연탄(원료탄) ¹⁾	26.8		29.2	29.909
	유연탄(원료탄) ¹⁾	25.8		26.2	25.963
	유연탄(연료탄)	25.8	25.9	26.0	25.951
	아역청탄	26.2	29.3	26.2	26.468
	갈탄	27.6			
	Oil Shale	29.1			
	BKB & Patent Fuel	26.6			
	Coke Oven/Gas Coke	29.2			
	Coke Oven Gas	12.1			
	Blast Furnace Gas	70.8			
	토탄	28.9			
가스	천연가스(LNG)	15.3	15.4	15.3	15.312
	도시가스(LNG)	15.3	15.4	15.3	15.272
	도시가스(LPG)	17.2	17.6	17.6	17.454
기타 화석 연료	도시폐기물(비재생)	25.0			
	산업폐기물	39.0			
바이오 매스	고 체	목재/목재 폐기물	30.5		
		이형산염 잿물	26.0		
		기타 주요한 고체 바이오매스	27.3		
		목탄	30.5		
	액 체	바이오 가솔린	19.3		
		바이오 디젤 ²⁾	19.3		
		기타 액체 바이오디젤	21.7		
	기 체	매립지 가스	14.9		
		슬러지 가스	14.9		
		기타 바이오가스	14.9		

비고 1. 수입무연탄, 유연탄(원료탄)은 2007년부터 2011년까지 해당 연료의 기본 배출계수를 준용

2. 액체바이오매스(바이오디젤), 기타 석유 등 국가고유 배출계수가 제시되지 않은 연료는 해당 연료의 기본 배출계수를 준용

3. 경질중유(B-A유)는 경유 유분 70%, B-C유분 30% 혼합유이고, 중유(B-B유)는 경유 유분 30%와 B-C유분 70% 혼합유이므로, 이를 고려하여 기본 배출계수 보정

4. 부생연료 1호, 2호는 1990년부터 2011년까지 기타 석유의 기본 배출계수를 준용

5. 국내에서 생산되는 컨덴세이트는 납사의 값을 준용

6. 석유코크는 2011년 고시 발열량 기준의 국가고유 배출계수가 없으므로, 2012~2016년 기간은 2006년 고시 발열량 기준의 국가고유 배출계수 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.11

[표 37] 제조업 및 건설업 부문의 Non-CO₂ 배출계수

부문	연료		Non-CO ₂ 배출계수(kg/TJ)	
			CH ₄ 배출계수	N ₂ O 배출계수
제조업 및 건설업	석탄		10	1.5
	석유		3	0.6
	가스		1	0.1
	폐기물	도시폐기물	30	4
		산업폐기물	30	4
	바이오매스	고체바이오매스	30	4
		액체바이오매스	3	0.6
		기체바이오매스	1	0.1

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.15

다. 온실가스 배출량 산정 예시

1) 석유류

□ 1단계. 일반현황 및 변수

일반 현황						
보고대상 배출원	기타제조(경유)			기준년도	2021년	
매개변수 정보						
경유 사용량	18,134bbl/년					
매개변수	연료	연료 단위 환산 계수 (toe/bbl)	전환계수(CF)	배출계수		
				CO ₂ -C (ton C/TJ)	CH ₄ (kg CH ₄ /TJ)	N ₂ O (kg N ₂ O/TJ)
	경유	20.111	0.931	20.111	3	0.6

□ 2단계. 배출원 분류체계 재분류

배출원 분류체계 재분류			
배출원 분류체계 재분류	◦ Petronet 분류기준을 아래의 기준에 따라 배출원 분류체계를 재분류함		
	Petronet 분류 기준		▷
	산업 구분(1)	산업 구분(2)	
	산업	광업	
		철강업	
		비철금속산업	
		화학제품업	
		제지.인쇄업	
		식품.담배업	
		요업	
		수송장비업	
		기계조립업	
		목재업	
		건설업	
		섬유제품업	
		기타제조업	
배출원 재분류			
기타에너지			
철강			
비철금속			
화학			
펄프, 제지 및 인쇄			
식품료품 가공 및 담배제조			
비금속광물			
수송기기			
기계			
목재 및 나무제품			
건설			
섬유 및 가죽			
기타 제조			

□ 3단계. 온실가스 배출량 산정

온실가스 배출량 산정				
(1) 산정식	석유 소비량의 단위 환산			
	$FC(\text{천toe/년}) = AD(\text{bbl/년}) \times Factor(\text{toe/bbl}) \times 10^{-3}$			
	FC	석유 소비량(천toe/년)		
	AD	석유 소비량(bbl/년)		
	Factor	연료 단위 환산계수(toe/bbl)		
	10^{-3}	단위환산계수		
(1) 산정예시	◦ 위의 식에 따라 연료 소비량의 단위를 환산하면 다음과 같음 $FC = 18,134\text{bbl/년} \times 0.144\text{toe/bbl} \times 10^{-3} = 2.611 \text{ 천toe/년}$			
	배출원	배출원	연료	연료 소비량(천toe/년)
	제조업 및 건설업	기타 제조	경유	2.611

온실가스 배출량 산정					
(2) 산정식	온실가스 배출량 산정(CO ₂)				
	$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 44/12)$				
	E	CO ₂ 배출량(ton CO ₂ /년)			
	FC	연료 사용량(천 TOE/년)			
	41.868	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)			
	CF	전환계수(순발열량/총발열량)			
	EF	배출계수(t C/TJ)			
	44/12	탄소 기준 배출량을 CO ₂ 기준으로 전환(kg CO ₂ /kg C)			
	i	연료 유형			
	j	부문			
	온실가스 배출량 산정(Non-CO ₂)				
	$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 10^{-3})$				
	E	Non-CO ₂ 배출량(ton CH ₄ 혹은 N ₂ O/년)			
	FC	연료 사용량(천 TOE/년)			
	41.868	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)			
	CF	전환계수(순발열량/총발열량)			
	EF	배출계수(kg CH ₄ /TJ or kg N ₂ O/TJ)			
	i	연료 유형			
	j	부문			
(2) 산정예시	◦ 위의 식에 따라 기타 제조에 의한 CO ₂ 배출량을 산정하면 다음과 같음 E _{CO₂} = 2.611×41.686×0.931×20.111×44/12 = 7,506 tonCO ₂ /년				
	◦ 위의 식에 따라 기타 제조에 의한 Non-CO ₂ 배출량을 산정하면 다음과 같음 E _{CH₄} = 2.611×41.686×0.931×3×10 ⁻³ = 0.31 tonCH ₄ /년 E _{N₂O} = 2.611×41.686×0.931×0.6×10 ⁻³ = 0.06 tonN ₂ O/년				
	배출원	연료	CO ₂ 배출량	CH ₄ 배출량	N ₂ O 배출량
	기타 제조	경유	7,506	0.31	0.06

□ 4단계. 온실가스 배출량 산정결과

각 온실가스별 배출량			총 온실가스 배출량(GWP 적용)			ton CO ₂ eq
ton CO ₂	ton CH ₄	ton N ₂ O	ton CO ₂ ×GWP	ton CH ₄ ×GWP	ton N ₂ O×GWP	
7,506	0.31	0.06	7,506×1	0.31×28	0.06×265	7,530

2) 도시가스

□ 1단계. 일반현황 및 변수

일반 현황						
보고대상 배출원	기타제조(도시가스)			기준년도	2021년	
매개변수 정보						
도시가스 사용량	190,899 천m³/년					
매개변수	연료	연료 단위 환산 계수 (toe/bbl)	전환 계수(CF)	배출계수		
				CO₂-C (ton C/TJ)	CH₄ (kg CH₄/TJ)	N₂O (kg N₂O/TJ)
		도시가스	43.1	0.903	15.272	5

□ 2단계. 배출원 분류체계 재분류

배출원 분류체계 재분류		
배출원 분류체계 재분류	◦ 도시가스 용도를 아래의 기준에 따라 배출원 분류체계를 재분류함	
	도시가스 용도	배출원 재분류
	주택용	가정
	업무난방용	상업/공공
	영업용 1	상업/공공
	영업용 2	상업/공공
	냉난방 공조용	상업/공공
	산업용	제조업 및 건설업 - 기타제조
	수송용	수송
	사회복지시설용(업무용)	상업/공공
	집단에너지용	에너지산업
	공동주택 등 열병합	에너지산업
	집단에너지 열전용설비용	에너지산업
	공동주택 열전용설비용	에너지산업
	공동주택 외 열전용설비용	에너지산업
	연료연지용	에너지산업

□ 3단계. 온실가스 배출량 산정

온실가스 배출량 산정				
(1) 산정식	도시가스 소비량의 단위 환산			
	$FC(TJ/년) = AD(천\ m^3/년) \times Factor(MJ/m^3) \times 10^{-3}$			
	FC	도시가스 소비량(TJ/년)		
	AD	도시가스 소비량(천m³/년)		
	Factor	연료 단위 환산계수(MJ/m³)		
	10 ⁻³	단위환산계수		
(1) 산정예시	◦ 위의 식에 따라 연료 소비량의 단위를 환산하면 다음과 같음 FC = 190,899천m³/년 × 43.1MJ/m³ × 10 ⁻³ = 8,228 TJ/년			
	배출원	배출원	연료	연료 소비량(TJ/년)
	제조업 및 건설업	기타 제조	도시가스	8,228
(2) 산정식	온실가스 배출량 산정(CO₂)			
	$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 44/12)$			
	E	CO₂ 배출량(ton CO₂/년)		
	FC	연료 사용량(천 TOE/년)		
	41.686	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)		
	CF	전환계수(순발열량/총발열량)		
	EF	배출계수(t C/TJ)		
	44/12	탄소 기준 배출량을 CO₂ 기준으로 전환(kg CO₂/kg C)		
	i	연료 유형		
	j	부문		
	온실가스 배출량 산정(Non-CO₂)			
	$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 10^{-3})$			
	E	Non-CO₂ 배출량(ton CH₄ 혹은 N₂O/년)		
	FC	연료 사용량(천 TOE/년)		
	41.686	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)		
	CF	전환계수(순발열량/총발열량)		
	EF	배출계수(kg CH₄/TJ or kg N₂O/TJ)		
	i	연료 유형		
	j	부문		

온실가스 배출량 산정					
(2) 산정예시	◦ 위의 식에 따라 기타 제조업에 의한 CO ₂ 배출량을 산정하면 다음과 같음 $E_{CO_2} = 8,228 \times 0.903 \times 15.272 \times 44/12 = 416,041 \text{ tonCO}_2/\text{년}$				
	◦ 위의 식에 따라 기타 제조업에 의한 Non-CO ₂ 배출량을 산정하면 다음과 같음 $E_{CH_4} = 8,228 \times 0.903 \times 1 \times 10^{-3} = 7.43 \text{ tonCH}_4/\text{년}$ $E_{N_2O} = 8,228 \times 0.903 \times 0.1 \times 10^{-3} = 0.74 \text{ tonN}_2\text{O}/\text{년}$				
	배출원	연료	CO ₂ 배출량	CH ₄ 배출량	N ₂ O 배출량
	기타 제조	도시가스	416,041	7.43	0.74

□ 4단계. 온실가스 배출량 산정결과

각 온실가스별 배출량			총 온실가스 배출량(GWP 적용)			ton CO ₂ eq
ton CO ₂	ton CH ₄	ton N ₂ O	ton CO ₂ ×GWP	ton CH ₄ ×GWP	ton N ₂ O×GWP	
416,041	7.43	0.74	416,041×1	7.43×28	0.74×265	416,445

5. 수송

가. 항공

1) 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 항공은 석유 소비량이 주요 활동도로 적용되는 반면, 도시가스는 사용 용도가 세부적으로 구분되지 않아 산정에서 제외
- 항공은 연료에 따라 '수송 - 항공'과 '수송 - 기타 수송'으로 분류할 수 있음
 - 항공의 연료별 소비량 중 항공유는 '수송 - 항공'으로 분류하였으며, 그 외 연료는 '수송 - 기타 수송'으로 분류함

[표 38] 항공의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
석유 소비량	국내 소비 : 시군구별 제품별 산업별 소비	한국석유공사
기종별 통계	항공통계 : 기종별 통계(인천공항 제외)	한국공항공사

[표 39] 항공의 활동자료 출처

활동자료	출처
석유 소비량	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Petronet(홈페이지) > 국내석유통계 > 국내소비 > 시군구별 제품별 산업별 소비 ◦ Petronet 홈페이지 주소 : https://www.petronet.co.kr/ ◦ 국내석유정보시스템에서 세부적인 소비량 통계 자료를 활동자료로 사용하는 것을 권장(외부는 접근 불가) <ul style="list-style-type: none"> - 국내석유정보시스템 홈페이지 주소 : https://www.pedsis.co.kr/
기종별 통계 (인천공항 제외)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 한국공항공사(홈페이지) > 정보공개 > 항공통계 > 기종별 통계 ◦ 한국공항공사 홈페이지 주소 : https://www.airport.co.kr/ ◦ 인천공항은 별도 통계 존재

2) 산정식 및 배출계수

가) 온실가스 배출량 산정식

□ CO₂ 배출량 산정식

$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 44/12)$	
E	CO ₂ 배출량(ton CO ₂ /년)
FC	연료 사용량(천 TOE/년)
41.686	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)
CF	전환계수(순발열량/총발열량)
EF	배출계수(t C/TJ)
44/12	탄소 기준 배출량을 CO ₂ 기준으로 전환(kg CO ₂ /kg C)
i	연료 유형
j	부문

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.9

□ Non-CO₂ 배출량 산정식

$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 10^{-3})$	
E	Non-CO ₂ 배출량(ton CH ₄ 혹은 N ₂ O/년)
FC	연료 사용량(천 TOE/년)
41.686	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)
CF	전환계수(순발열량/총발열량)
EF	배출계수(kg CH ₄ /TJ or kg N ₂ O/TJ)
i	연료 유형
j	부문

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.14

나) 배출계수

[표 40] 국가 고유 발열량

연료			단위	'90-'06	'07-'11		'12-'16		'17 이후	
				총 발열량	총 발열량	순 발열량	총 발열량	순 발열량	총 발열량	순 발열량
				MJ	MJ		MJ		MJ	
석유	항공유	JA-1 ¹⁾	L	36.4	36.6	34.3	36.5	34.1	36.5	33.9
		JP-4	L	35.6	36.6	34.3	36.5	34.1	36.5	33.9
		AVI-G ²⁾	L	34.8	33.5	31.0	32.6	30.3	32.7	30.4

비고 1. JP-8은 JA-1의 값을 준용

2. AVI-G는 휘발유의 값을 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.12

[표 41] 전환계수(순발열량/총발열량)

연료		전환계수(MJ/MJ)			연료	전환계수(MJ/MJ)		
		'90-'11	'12-'16	'17 이후		'90-'11	'12-'16	'17 이후
항공유	JA-1	0.937	0.934	0.929	항공용 휘발유	0.925	0.929	0.930
	JP-4	0.937	0.934	0.929				

비고 1. 전환계수=[순발열량(MJ)/총발열량(MJ)], 실제 산정 시에는 소수점 반올림을 하지 않고 그대로 적용한다

2. '90-'06년에는 별도로 고시된 순발열량이 없으므로, '90-'06년 전환계수는 '07-'11년의 전환계수를 적용하여 계산한다

자료 : 온실가스종합정보센터. 2023. 2022 국가 온실가스 인벤토리 보고서, [표 3-10]

[표 42] 탄소배출계수(석유류)

연료			2006 IPCC	국가 고유 배출계수(단위 : t C/TJ)		
				'11	'12-16	'17 이후
석유	휘발유	항공용	19.1			
		제트용	19.1			
	항공용 ¹⁾		19.5	19.6	19.8	19.931

비고 1. 항공유는 Jet A-1, JP-4, JP-8 등을 포함하며, 항공용 휘발유(AVI-G)는 휘발유의 값을 준용

2. 석유는 2011년 고시 발열량 기준의 국가고유 배출계수가 없으므로, 2012-2016년 기간은 2006년 고시발열량 기준의 국가고유 배출계수 준용

3. 기타 석유는 1990년부터 2011년까지 기본 배출계수를 준용하고, 2012년부터는 부생연료 1호의 국가고유 배출계수를 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.11

[표 43] 연료별 단위 환산 계수

구분	연료	단위 환산 계수(TOE/bbl)			
		'90-'06	'07-'11	'12-16	'17 이후
정제 산출 제품	항공유(JA-1, JP-8)	0.138	0.139	0.139	0.139
	항공유(JP-4)	0.135	0.139	0.139	0.139
	항공유(AVI-G)	0.132	0.127	0.124	0.124

비고 1. AVI-G는 휘발유 값을 적용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.13

[표 44] 항공 부문의 Non-CO₂ 배출계수

부문	연료	Non-CO ₂ 배출계수(kg/TJ)	
		CH ₄ 배출계수	N ₂ O 배출계수
항공	석유	0.5	2

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.18

[표 45] 항공(민간 항공기)의 기종별 CO₂, CH₄, N₂O 배출계수와 LTO당 연료소비량

기종		배출계수(kg/LTO)			연료 사용량 (kg/LTO)
		CO ₂ 배출계수	CH ₄ 배출계수	N ₂ O 배출계수	
대형 상업 항공기	A300	5,450	0.12	0.2	1,720
	A310	4,760	0.63	0.2	1,510
	A319	2,310	0.06	0.1	730
	A320	2,440	0.06	0.1	770
	A321	3,020	0.14	0.1	960
	A330-200/300	7,050	0.13	0.2	2,230
	A340-200	5,890	0.42	0.2	1,860
	A340-300	6,380	0.39	0.2	2,020
	A340-500/600	10,600	0.01	0.3	3,370
	707	5,890	9.75	0.2	1,860
	717	2,140	0.01	0.1	680
	727-100	3,970	0.69	0.1	1,260
	727-200	4,610	0.81	0.1	460
	737-100/200	2,740	0.45	0.1	870
	737-300/400/500	2,480	0.08	0.1	780
	737-600	2,280	0.10	0.1	720
	737-700	2,460	0.09	0.1	780
	737-800/900	2,780	0.07	0.1	880
	747-100	10,140	4.48	0.3	3,210
	747-200	11,370	1.82	0.4	3,600
	747-300	11,080	0.27	0.4	3,510
	747-400	10,240	0.22	0.3	3,240
	757-200	4,320	0.02	0.1	1,370
	757-300	4,630	0.01	0.1	1,460
	767-200	4,620	0.33	0.1	1,460
	767-300	5,610	0.12	0.2	1,780
	767-400	5,520	0.10	0.3	1,750

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.19-20

[표 45] 항공(민간 항공기)의 기종별 CO₂, CH₄, N₂O 배출계수와 LTO당 연료소비량(표 계속)

기종		배출계수(kg/LTOJ)			연료 사용량 (kg/LTO)
		CO ₂ 배출계수	CH ₄ 배출계수	N ₂ O 배출계수	
대형 상업 항공기	777-200/300	8,100	0.07	0.3	2,560
	DC10	7,290	0.24	0.2	2,310
	DC8-50/60/70	5,360	0.15	0.2	1,700
	DC-9	2,650	0.46	0.1	840
	L-1011	7,300	7.40	0.2	2,310
	MD-11	7,290	0.24	0.2	2,310
	MD-80	3180	0.19	0.1	1,010
	MD-90	2760	0.01	0.1	870
	TU-134	2930	1.80	0.1	930
	TU-154-M	5960	1.32	0.2	4,890
	TU-154-B	7030	11.90	0.2	2,230
지방 제트기	RJ-RJ85	1,910	0.13	0.1	600
	BAE 146	1,800	0.14	0.1	570
	CRH-100ER	1,060	0.06	0.03	330
	ERJ-145	990	0.06	0.03	310
	Fokker 100/70/28	2,390	0.14	0.1	760
	BAC 111	2,520	0.15	0.1	800
	Domier 328 Jet	870	0.06	0.03	280
	Gulfstream IV	2,160	0.14	0.1	680
	Gulfstream V	1,890	0.03	0.1	600
	Yak-42M	2,880	0.25	0.1	910
제트기	Oessna 525-560	1070	0.33	0.03	340
터보 프로 펠러기	Beech King Air	230	0.06	0.01	70
	DHC8-100	640	0.00	0.02	200
	ATR72-500	620	0.03	0.02	200

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.19-20

[표 46] 민간 항공기(국내 항공기)의 CO₂, CH₄, N₂O 배출계수와 LTO당 연료 사용량

구분	국내·외 운항 배출계수(kg/ton fuel)			
	'90-'06	'07-'11	'12-'16	'17년 이후
CO ₂ 배출계수	3,150	3,101	3,114	3,116
CH ₄ 배출계수	0	0	0	0
N ₂ O 배출계수	0.1	0.1	0.1	0.1

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.18

나. 도로

1) 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 도로(수송)의 온실가스 배출량을 산정하기 위해서는 도로 부분의 연료별 소비량(휘발유, 경유, LPG(프로판, 부탄), 천연가스, 바이오디젤)을 주요 활동도로 활용하여 배출량을 산정함
- 지역별 배출량은 자동차 등록대수와 자동차 주행거리를 활용하여 산정한 지역별 자동차 주행거리(VKT) 비율을 활용하여 지역별 도로(수송)에 의한 온실가스 배출량을 산정

[표 47] 도로의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
연료 소비량 (도로 수송)	개정에너지밸런스	한국석유공사
자동차 등록대수	자동차 등록현황 보고	국토교통부
자동차 주행거리	자동차 주행거리통계 : 용도별 차종별 연료별 자동차 주행거리	한국교통안전공단

[표 48] 도로의 활동자료 출처

활동자료	출처
연료 소비량 (도로 수송)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 국가에너지통계종합정보시스템 > 주제별 > 에너지 종합 > 개요 > 개정 에너지밸런스 > 도로 수송 부분 ◦ 국가에너지통계종합정보시스템 홈페이지 주소 : http://www.kesis.net/
자동차 등록대수	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 국토교통부 통계누리(홈페이지) > 교통/물류 > 자동차 등록현황 보고 > 자동차등록대수현황 시도별 > 관련 파일 > 자동차 등록자료 통계 ◦ 국토교통부 통계누리(홈페이지) 주소 : https://stat.molit.go.kr/
자동차 주행거리	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 국가통계포털(홈페이지) > 국내통계 > 주제별 통계 > 자동차 주행거리통계 > 용도별 차종별 연료별 자동차 주행거리 ◦ 국가통계포털 홈페이지 주소 : https://kosis.kr/

2) 산정식 및 배출계수

가) 온실가스 배출량 산정식

□ CO₂ 배출량 산정식

$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 44/12)$	
E	CO ₂ 배출량(ton CO ₂ /년)
FC	연료 사용량(천 TOE/년)
41.686	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)
CF	전환계수(순발열량/총발열량)
EF	배출계수(t C/TJ)
44/12	탄소 기준 배출량을 CO ₂ 기준으로 전환(kg CO ₂ /kg C)
i	연료 유형
j	부문

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.9

□ Non-CO₂ 배출량 산정식

$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 10^{-3})$	
E	Non-CO ₂ 배출량(ton CH ₄ 혹은 N ₂ O/년)
FC	연료 사용량(천 TOE/년)
41.686	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)
CF	전환계수(순발열량/총발열량)
EF	배출계수(kg CH ₄ /TJ or kg N ₂ O/TJ)
i	연료 유형
j	부문

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.14

나) 배출계수

[표 49] 국가 고유 발열량

연료		단위	'90-'06	'07-'11		'12-'16		'17 이후	
			총 발열량	총 발열량	순 발열량	총 발열량	순 발열량	총 발열량	순 발열량
			MJ	MJ		MJ		MJ	
석유	휘발유	L	34.8	33.5	31.0	32.6	30.3	32.7	30.4
	경유	L	38.5	37.9	35.4	37.7	35.3	37.8	35.2
	프로판	kg	50.2	50.4	46.3	50.4	46.3	50.4	46.3
	부탄	kg	49.4	49.6	45.7	49.6	45.6	49.5	45.7

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.12

[표 50] 전환계수(순발열량/총발열량)

연료	전환계수(MJ/MJ)			연료	전환계수(MJ/MJ)		
	'90-'11	'12-'16	'17 이후		'90-'11	'12-'16	'17 이후
휘발유	0.925	0.929	0.930	천연가스(LNG)	0.903	0.903	0.903
경유	0.934	0.936	0.931	도시가스(LNG)	0.905	0.904	0.903
프로판	0.919	0.919	0.919	도시가스(LPG)	0.920	0.919	0.918
부탄	0.921	0.919	0.923				

비고 1. 전환계수=[순발열량(MJ)/총발열량(MJ)], 실제 산정 시에는 소수점 반올림을 하지 않고 그대로 적용한다

2. 바이오디젤은 경유의 전환계수를 사용한다

3. '90-'06년에는 별도로 고시된 순발열량이 없으므로, '90-'06년 전환계수는 '07-'11년의 전환계수를 적용하여 계산한다

자료 : 온실가스종합정보센터. 2023. 2022 국가 온실가스 인벤토리 보고서, [표 3-10]

[표 51] 연료별 단위 환산 계수

구분	연료	단위 환산 계수(TOE/bbl)			
		'90-'06	'07-'11	'12-'16	'17 이후
정제 산출 제품	휘발유	0.132	0.127	0.124	0.124
	경유	0.146	0.144	0.143	0.144
	프로판	0.197	0.097	0.097	0.097
	부탄	0.108	0.109	0.109	0.109

비고 1. 일반석유류 1bbl = 158.984L

2 프로판 1bbl = 158.984L

3 부탄 1bbl = 158.984L

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.13

[표 52] 탄소배출계수(석유류)

연료			2006 IPCC	국가 고유 배출계수(단위 : t C/TJ)		
				'11	'12-16	'17 이후
석유	휘발유	자동차용	18.9	19.7	20.0	19.548
		경유	20.2	20.0	20.2	20.111
	프로판		17.2	17.6	17.6	17.641
	부탄		17.2	18.1	18.1	18.107
가스	천연가스(LNG)		15.3	15.4	15.3	15.312
	도시가스(LNG)		15.3	15.4	15.3	15.272
	도시가스(LPG)		17.2	17.6	17.6	17.454
바이오매스	액체	바이오 가솔린	19.3			
		바이오 디젤 ¹⁾	19.3			
		기타 액체 바이오디젤	21.7			

비고 1. 액체바이오매스(바이오디젤), 기타 석유 등 국가고유 배출계수가 제시되지 않은 연료는 해당 연료의 기본 배출계수를 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.11

[표 53] 도로(수송) 부문의 Non-CO₂ 배출계수

부문	연료	Non-CO ₂ 배출계수(kg/TJ)	
		CH ₄ 배출계수	N ₂ O 배출계수
수송 (도로)	휘발유	25	8
	경유	3.9	3.9
	천연가스(LNG)	92	3
	LPG	62	2

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.18

3) 온실가스 배출량 산정 예시

□ 1단계. 일반현황 및 변수

일반 현황				
보고대상 배출원	도로 수송		기준년도	2021년
매개변수 정보				
휘발유 소비량 (도로)	10,354 천TOE/년		CF(MJ/MJ)	0.930
온실가스 배출계수	구분	CO ₂ -C 배출계수 (ton C/TJ)	CH ₄ 배출계수 (kg CH ₄ /TJ)	N ₂ O 배출계수 (kg N ₂ O/TJ)
	휘발유	19.548	25	8

□ 2단계. 온실가스 배출량 산정(전국)

온실가스 배출량 산정						
(1) 산정식	온실가스 배출량 산정(CO ₂)					
	$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 44/12)$					
	E	CO ₂ 배출량(ton CO ₂ /년)				
	FC	연료 사용량(천 TOE/년)				
	41.868	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)				
	CF	전환계수(순발열량/총발열량)				
	EF	배출계수(t C/TJ)				
	44/12	탄소 기준 배출량을 CO ₂ 기준으로 전환(kg CO ₂ /kg C)				
	i	연료 유형				
	j	부문				
	온실가스 배출량 산정(Non-CO ₂)					
	$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 10^{-3})$					
	E	Non-CO ₂ 배출량(ton CH ₄ 혹은 N ₂ O/년)				
	FC	연료 사용량(천 TOE/년)				
	41.868	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)				
	CF	전환계수(순발열량/총발열량)				
	EF	배출계수(kg CH ₄ /TJ or kg N ₂ O/TJ)				
	i	연료 유형				
	j	부문				
(1) 산정예시	◦ 위의 식에 따라 CO ₂ 배출량을 산정하면 다음과 같음 E _{CO₂} = 10,354 × 41.868 × 0.930 × 19.548 × 44/12 = 28,897,558					
	◦ 위의 식에 따라 Non-CO ₂ 배출량을 산정하면 다음과 같음 E _{CH₄} = 10,354 × 41.868 × 0.930 × 25 × 10 ⁻³ = 10,079 E _{N₂O} = 10,354 × 41.868 × 0.930 × 8 × 10 ⁻³ = 3,225					
	지역	부문	연료	CO ₂ 배출량 (ton CO ₂ /년)	CH ₄ 배출량 (ton CH ₄ /년)	N ₂ O 배출량 (ton N ₂ O/년)
	전국	도로	휘발유	28,897,558	10,079	3,225

□ 3단계. 지역 할당계수 산정

지역 할당계수 산정					
자동차 용도별 재분류 기준	자동차 용도 재분류 및 등록 비율 산정				
	자동차 용도(기존)	▷	자동차 용도 재분류		
	관용		사업용		
	자가용		사업용		
	영업용		비사업용		
자동차 등록 비율 산정	◦ 지역별 자동차 등록대수(통계자료)의 용도를 위의 기준에 맞춰 재분류 ◦ 재분류된 용도 기준에 따른 시군별 차종별 등록비율을 산정하면 다음과 같음 $\frac{\text{지역별 사업용 승용차 등록대수}}{\text{전국 사업용 승용차 등록대수}} \times 100 = \frac{4,555 \text{ 대}}{1,207,838 \text{ 대}} \times 100 = 0.38\%$				
	지역	차종	용도	등록비율	
	A	승용차	사업용	0.38%	
(1) 산정식	자동차 등록대수 재산정				
	◦ 시도별 자동차 주행거리(통계자료)를 활용하여 전국의 총 자동차 등록대수를 재산정함 $\text{총 자동차 등록대수} = \sum_{\text{시도, 차종, 용도}} \frac{\text{연간 주행거리}_{\text{시도, 차종, 용도}}}{1 \text{ 일 평균 주행거리}_{\text{시도, 차종, 용도}} \times 365}$				
(2) 산정식	시군구의 차종별, 용도별, 연료별 등록대수				
	$VP_{V,F,U} = \sum_{V,F,U} TVP_{V,F,U} \times VR_{C,V,F,U}(\%)$				
	VP	자동차 등록대수(대/년)			
	TVP	자동차 등록대수(재산정 결과)			
	VR	자동차 등록비율(%)			
	C	시군구			
	V	차종			
	F	연료			
	U	용도			
(2) 산정예시	◦ 위의 식에 따라 사업용 승용차(휘발유)의 등록대수를 재산정하면 다음과 같음 ◦ 사업용 승용차(휘발유) _{지역A} = 429,998 × 0.38% = 1,622대				
	지역	승용차(대)			
		휘발유	경유	LPG	기타연료
		지역A	1,622	1,108	1,410

지역 할당계수 산정							
(3) 산정식	시군구별 연료별 차종별 용도별 연간 주행거리 재산정(총 주행거리 포함)						
	$\text{총 VKT} = \sum A \times \text{VKT} \times 365$						
	총 VKT	총 주행거리(km/년)					
	A	시군구의 차종별, 용도별, 연료별 자동차 등록대수					
	VKT	시군구가 포함된 해당 시도의 일 평균 주행거리(km/대·일)					
	365	환산계수(일/년)					
(3) 산정예시	<div>◦ 위의 식에 따라 지역 A의 사업용 승용차(휘발유)의 연간 주행거리를 산정하면 다음 같음 $\text{VKT} = 1,622 \times 52.4\text{km/대}\cdot\text{일} \times 365 = 31,014,865\text{km/년}$</div> <div>◦ 각 시군구별 사업용 승용차(휘발유)의 연간 주행거리를 산정한 후 합산하면 전국의 연료별 자동차의 연간 주행거리를 산정</div>						
	행정 구역	차종	용도	연간 주행거리(km/년)			
				휘발유	경유	LPG	기타연료
	지역A	승용차	사업용	31,014,865	23,287,584	41,890,128	5,913,482
	전국	-	-	134,285,424,918	169,807,995,771	32,702,531,415	19,044,583,678
(4) 산정식	행정구역별 연료별 주행거리 비율(할당계수) 산정						
	$\text{지역별 차종별 용도별 연료별 주행거리 비율} = \frac{\text{지역별 차종별 용도별 연료별 주행거리}}{\text{전국의 연료별 주행거리}}$						
(4) 산정예시	<div>◦ 위의 식에 따라 지역의 차종별 용도별 주행거리 비율을 산정하면 다음과 같음 $\text{승용차(휘발유)}_{\text{지역A}} = 31,014,865 \div 134,285,424,918 = 0.02\%$</div>						
	행정 구역	용도	차종	승용차			
				휘발유	경유	LPG	기타연료
	지역A	사업용	승용차	0.023%	0.014%	0.128%	0.031%
	지역A	사업용	승합차	0.000%	0.039%	0.001%	0.205%
	지역A	사업용	화물차	0.000%	0.148%	0.025%	0.030%
	지역A	사업용	특수차	0.000%	0.018%	-	-
	지역A	비사업용	승용차	1.240%	0.675%	0.808%	0.921%
	지역A	비사업용	승합차	0.000%	0.069%	0.045%	0.001%
	지역A	비사업용	화물차	0.003%	0.375%	0.049%	0.082%
	지역A	비사업용	특수차	0.000%	0.003%	0.000%	0.000%
지역A	합계		1.27%	1.34%	1.06%	1.27%	

□ 4단계. 온실가스 배출량 산정(시군구)

온실가스 배출량 산정(시군구)						
(1) 산정식	$GHG = \text{전국 } GHG_{\text{연료}} \times \text{할당계수}$					
	GHG	온실가스 배출량(ton CO ₂ eq/년)				
	전국 GHG _{연료}	전국의 연료별 온실가스 배출량(ton CO ₂ eq/년)				
	할당계수	지역별 연료별 할당계수				
(1) 산정예시	◦ 위의 식에 따라 온실가스 배출량을 산정하면 다음과 같음 E _{CO₂} = 28,897,558 ton CO ₂ /년 × 1.27% = 365,852 ton CO ₂ /년 E _{CH₄} = 10,079 ton CH ₄ /년 × 1.27% = 128 ton CH ₄ /년 E _{N₂O} = 3,225 ton N ₂ O/년 × 1.27% = 41 ton CH ₄ /년					
	지역	부문	연료	배출량(ton/년)		
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O
	지역 A	도로	휘발유	365,825	128	41

□ 5단계. 온실가스 배출량 산정 결과

각 온실가스별 배출량			총 온실가스 배출량(GWP 적용)			ton CO ₂ eq
ton CO ₂	ton CH ₄	ton N ₂ O	ton CO ₂ ×GWP	ton CH ₄ ×GWP	ton N ₂ O×GWP	
365,825	128	41	365,825×1	128×28	41×265	380,246

다. 철도

1) 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 철도는 석유 소비량이 주요 활동도로 적용되는 반면, 도시가스는 사용 용도가 세부적으로 구분되지 않아 산정에서 제외
- 철도는 연료에 따라 ‘수송 - 철도’와 ‘수송 - 기타 수송’으로 분류할 수 있음
 - 철도 부분의 연료별 소비량 중 경유, 등유, 중유류(B-A, B-B, B-C유), 부생연료, LPG(부탄, 프로판)는 경유 ‘수송-철도’로 분류하였으며, 그 외 연료는 ‘수송 - 기타 수송’으로 분류함

[표 54] 철도의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
석유 소비량	국내 소비 : 시군구별 제품별 산업별 소비	한국석유공사

[표 55] 철도의 활동자료 출처

활동자료	출처
석유 소비량	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Petronet(홈페이지) > 국내석유통계 > 국내소비 > 시군구별 제품별 산업별 소비 ◦ Petronet 홈페이지 주소 : https://www.petronet.co.kr/ ◦ 국내석유정보시스템에서 세부적인 소비량 통계 자료를 활동자료로 사용하는 것을 권장(외부는 접근 불가) <ul style="list-style-type: none"> - 국내석유정보시스템 홈페이지 주소 : https://www.pedsis.co.kr/

2) 산정식 및 배출계수

가) 온실가스 배출량 산정식

□ CO₂ 배출량 산정식

$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 44/12)$	
E	CO ₂ 배출량(ton CO ₂ /년)
FC	연료 사용량(천 TOE/년)
41.686	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)
CF	전환계수(순발열량/총발열량)
EF	배출계수(t C/TJ)
44/12	탄소 기준 배출량을 CO ₂ 기준으로 전환(kg CO ₂ /kg C)
i	연료 유형
j	부문

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.9

□ Non-CO₂ 배출량 산정식

$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 10^{-3})$	
E	Non-CO ₂ 배출량(ton CH ₄ 혹은 N ₂ O/년)
FC	연료 사용량(천 TOE/년)
41.686	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)
CF	전환계수(순발열량/총발열량)
EF	배출계수(kg CH ₄ /TJ or kg N ₂ O/TJ)
i	연료 유형
j	부문

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.14

나) 배출계수

[표 56] 국가 고유 발열량

연료		단위	'90-'06	'07-'11		'12-'16		'17 이후	
			총 발열량	총 발열량	순 발열량	총 발열량	순 발열량	총 발열량	순 발열량
			MJ	MJ		MJ		MJ	
석유	등유 1호(보일러) ¹⁾	L	36.4	37.5	35.0	36.8	34.3	36.7	34.2
	등유 2호(실내)	L	36.4	36.8	34.3	36.8	34.3	36.7	34.2
	경유	L	38.5	37.9	35.4	37.7	35.3	37.8	35.2
	B-A유	L	39.4	38.9	36.6	38.9	36.4	39.0	36.4
	B-B유	L	40.6	40.4	38.1	40.5	38.0	40.5	38.0
	B-C유 ²⁾	L	41.4	41.4	39.1	41.6	39.2	41.7	39.2
	프로판	kg	50.2	50.4	46.3	50.4	46.3	50.4	46.3
	부탄	kg	49.4	49.6	45.7	49.6	45.6	49.5	45.7
	부생연료 1호	L		37.0	35.0	36.9	34.3	37.1	34.6
	부생연료 2호	L		40.6	38.5	40.0	37.9	39.9	37.7

비고 1. 보일러 등유는 2011년 7월부터 판매가 폐지되어 2012년 이후는 실내 등유의 값을 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.12

[표 57] 전환계수(순발열량/총발열량)

연료	전환계수(MJ/MJ)			연료	전환계수(MJ/MJ)		
	'90-'11	'12-'16	'17 이후		'90-'11	'12-'16	'17 이후
등유 1호(보일러)	0.933	0.932	0.932	B-C유	0.944	0.942	0.940
등유 2호(실내)	0.932	0.932	0.932	프로판	0.919	0.919	0.919
경유	0.934	0.936	0.931	부탄	0.921	0.919	0.923
B-A유	0.941	0.936	0.933	부생연료 1호	0.946	0.930	0.933
B-B유	0.943	0.938	0.938	부생연료 2호	0.948	0.948	0.945

비고 1. 전환계수=[순발열량(MJ)/총발열량(MJ)], 실제 산정 시에는 소수점 반올림을 하지 않고 그대로 적용한다

2. '90-'06년에는 별도로 고시된 순발열량이 없으므로, '90-'06년 전환계수는 '07-'11년의 전환계수를 적용하여 계산한다

자료 : 온실가스종합정보센터. 2023. 2022 국가 온실가스 인벤토리 보고서, [표 3-10]

[표 58] 탄소배출계수(석유류)

연료		2006 IPCC	국가 고유 배출계수(단위 : t C/TJ)		
			'11	'12-16	'17 이후
석유	보일러 등유 ²	19.6	19.5		
	실내 실내 등유	19.6	19.5	19.6	19.969
	경유	20.2	20.0	20.2	20.111
	경질중유(B-A유)	20.5 ³⁾	20.2	20.4	20.657
	중유(B-B유)	20.8 ³⁾	20.6	20.5	20.657
	중질중유(B-C유)	21.1	20.8	20.6	21.929
	부상연료 1호 ²⁾			19.7	20.067
	부상연료 2호 ²⁾			21.0	21.729
	프로판	17.2	17.6	17.6	17.641
	부탄	17.2	18.1	18.1	18.107

비고 1. 보일러 등유는 2011년 7월부터 판매가 폐지되어 2012년 이후는 실내 등유의 국가고유 배출계수 준용

2. 부상연료 1호, 2호는 1990년부터 2011년까지 기타 석유의 기본 배출계수를 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.11

[표 59] 연료별 단위 환산 계수

구분	연료	단위 환산 계수(TOE/bbl)			
		'90-'06	'07-'11	'12-16	'17 이후
정제 산출 제품	등유 1호(보일러)	0.138	0.142	0.140	0.139
	등유 2호(실내)	0.138	0.140	0.140	0.139
	경유	0.146	0.144	0.143	0.144
	B-A유	0.149	0.148	0.148	0.148
	B-B유	0.154	0.153	0.154	0.154
	B-C유 ²⁾	0.157	0.157	0.158	0.158
	프로판	0.197	0.097	0.097	0.097
	부생연료 1호	0.141	0.141	0.140	0.141
	부생연료 2호	0.154	0.154	0.125	0.151

비고 1. 일반석유류 1bbl = 158.984L

2. 원유 1bbl = 158.984L

3. 프로판 1bbl = 158.984L

4. 부탄 1bbl = 158.984L

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.13

[표 60] 철도 부문의 Non-CO₂ 배출계수

부문	연료	Non-CO ₂ 배출계수(kg/TJ)	
		CH ₄ 배출계수	N ₂ O 배출계수
철도	석탄	2	1.5
철도	석유	4.15	28.6

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.18

라. 해운

1) 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 해운은 석유 소비량이 주요 활동도로 적용되는 반면, 도시가스는 사용 용도가 세부적으로 구분되지 않아 산정에서 제외
- 해운은 연료에 따라 ‘수송 - 해운’과 ‘수송 - 기타 수송’으로 분류할 수 있음
 - 해운의 연료별 소비량 중 경유, 중유류(B-A유, B-B유, B-C유), 휘발유, LPG(부탄, 프로판), 부생연료유는 ‘수송 - 해운’으로 분류하였으며, 그 외 연료는 ‘수송 - 기타 수송’으로 분류함

[표 61] 해운의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
석유 소비량	국내 소비 : 시군구별 제품별 산업별 소비	한국석유공사

[표 62] 해운의 활동자료 출처

활동자료	출처
석유 소비량	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Petronet(홈페이지) > 국내석유통계 > 국내소비 > 시군구별 제품별 산업별 소비 ◦ Petronet 홈페이지 주소 : https://www.petronet.co.kr/ ◦ 국내석유정보시스템에서 세부적인 소비량 통계 자료를 활동자료로 사용하는 것을 권장(외부는 접근 불가) <ul style="list-style-type: none"> - 국내석유정보시스템 홈페이지 주소 : https://www.pedsis.co.kr/

2) 산정식 및 배출계수

가) 온실가스 배출량 산정식

□ CO₂ 배출량 산정식

$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 44/12)$	
E	CO ₂ 배출량(ton CO ₂ /년)
FC	연료 사용량(천 TOE/년)
41.686	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)
CF	전환계수(순발열량/총발열량)
EF	배출계수(t C/TJ)
44/12	탄소 기준 배출량을 CO ₂ 기준으로 전환(kg CO ₂ /kg C)
i	연료 유형
j	부문

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.9

□ Non-CO₂ 배출량 산정식

$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 10^{-3})$	
E	Non-CO ₂ 배출량(ton CH ₄ 혹은 N ₂ O/년)
FC	연료 사용량(천 TOE/년)
41.686	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)
CF	전환계수(순발열량/총발열량)
EF	배출계수(kg CH ₄ /TJ or kg N ₂ O/TJ)
i	연료 유형
j	부문

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.14

나) 배출계수

[표 63] 국가 고유 발열량

연료		단위	'90-'06	'07-'11		'12-'16		'17 이후	
			총 발열량	총 발열량	순 발열량	총 발열량	순 발열량	총 발열량	순 발열량
			MJ	MJ		MJ		MJ	
석유	휘발유	L	34.8	33.5	31.0	32.6	30.3	32.7	30.4
	경유	L	38.5	37.9	35.4	37.7	35.3	37.8	35.2
	B-A유	L	39.4	38.9	36.6	38.9	36.4	39.0	36.4
	B-B유	L	40.6	40.4	38.1	40.5	38.0	40.5	38.0
	B-C유 ²⁾	L	41.4	41.4	39.1	41.6	39.2	41.7	39.2
	프로판	kg	50.2	50.4	46.3	50.4	46.3	50.4	46.3
	부탄	kg	49.4	49.6	45.7	49.6	45.6	49.5	45.7
	부생연료 1호 ⁶⁾	L		37.0	35.0	36.9	34.3	37.1	34.6
	부생연료 2호	L		40.6	38.5	40.0	37.9	39.9	37.7

비고 1. 보일러 등유는 2011년 7월부터 판매가 폐지되어 2012년 이후는 실내 등유의 값을 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.12

[표 64] 전환계수(순발열량/총발열량)

연료	전환계수(MJ/MJ)			연료	전환계수(MJ/MJ)		
	'90-'11	'12-'16	'17 이후		'90-'11	'12-'16	'17 이후
휘발유	0.925	0.929	0.930	프로판	0.919	0.919	0.919
경유	0.934	0.936	0.931	부탄	0.921	0.919	0.923
B-A유	0.941	0.936	0.933	부생연료 1호	0.946	0.930	0.933
B-B유	0.943	0.938	0.938	부생연료 2호	0.948	0.948	0.945
B-C유 ²⁾	0.944	0.942	0.940				

비고 1. 전환계수=[순발열량(MJ)/총발열량(MJ)], 실제 산정 시에는 소수점 반올림을 하지 않고 그대로 적용한다

2. '90-'06년에는 별도로 고시된 순발열량이 없으므로, '90-'06년 전환계수는 '07-'11년의 전환계수를 적용하여 계산한다

자료 : 온실가스종합정보센터. 2023. 2022 국가 온실가스 인벤토리 보고서, [표 3-10]

[표 65] 탄소배출계수(석유류)

연료			2006 IPCC	국가 고유 배출계수(단위 : t C/TJ)		
				'11	'12-16	'17 이후
석유	휘발유	자동차용	18.9	19.7	20.0	19.548
	경유		20.2	20.0	20.2	20.111
	경질중유(B-A유)		20.5 ³⁾	20.2	20.4	20.657
	중유(B-B유)		20.8 ³⁾	20.6	20.5	20.657
	중질중유(B-C유)		21.1	20.8	20.6	21.929
	부생연료 1호 ²⁾				19.7	20.067
	부생연료 2호 ²⁾				21.0	21.729
	프로판		17.2	17.6	17.6	17.641
	부탄		17.2	18.1	18.1	18.107

비고 1. 경질중유(B-A유)는 경유 유분 70%, B-C유분 30% 혼합유이고, 중유(B-B유)는 경유 유분 30%와 B-C유분 70% 혼합유이므로, 이를 고려하여 기본 배출계수 보정

2. 부생연료 1호, 2호는 1990년부터 2011년까지 기타 석유의 기본 배출계수를 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.11

[표 66] 연료별 단위 환산 계수

구분	연료	단위 환산 계수(TOE/bbl)			
		'90-'06	'07-'11	'12-16	'17 이후
정제 산출 제품	휘발유	0.132	0.127	0.124	0.124
	경유	0.146	0.144	0.143	0.144
	B-A유	0.149	0.148	0.148	0.148
	B-B유	0.154	0.153	0.154	0.154
	B-C유 ²⁾	0.157	0.157	0.158	0.158
	프로판	0.197	0.097	0.097	0.097
	부탄	0.108	0.109	0.109	0.109
	부생연료 1호	0.141	0.141	0.140	0.141
	부생연료 2호	0.154	0.154	0.125	0.151

비고 1. 일반석유류 1bbl = 158.984L

2. 원유 1bbl = 158.984L

3. 프로판 1bbl = 158.984L

4. 부탄 1bbl = 158.984L

5. 제시되지 않은 석유류의 단위 환산 계수는 부생연료 1호의 값을 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.13

[표 67] 해운 부문의 Non-CO₂ 배출계수

부문	연료	Non-CO ₂ 배출계수(kg/TJ)	
		CH ₄ 배출계수	N ₂ O 배출계수
해운	석유	7	2

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.18

마. 기타수송

1) 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 기타 수송의 온실가스 배출량 산정을 위해서는 석유 및 천연가스의 소비량이 필요함
- 각 수송 부문별 연소 소비량 중 기타 수송으로 분류한 연료는 다음과 같음
 - 항공의 연료별 사용량 중 휘발유, 실내 등유, 보일러 등유, 중유류(B-A유, B-B유, B-C유), LPG(프로판, 부탄), 부생연료유는 기타 수송으로 분류함
 - 도로의 연료별 소비량 중 실내 등유, 보일러 등유, 중유류, 항공유, 부생연료유는 기타 수송으로 분류함
 - 철도의 연료 소비량 중 휘발유, 실내 등유, 보일러 등유, 항공유는 기타 수송으로 분류함
 - 해운의 연료 소비량 중 실내 등유, 보일러 등유, 항공유는 기타 수송으로 분류함

[표 68] 기타 수송의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
석유 소비량	국내 소비 : 시군구별 제품별 산업별 소비	한국석유공사
천연가스 소비량	개정에너지밸런스	에너지경제연구원

[표 69] 기타 수송의 활동자료 출처

활동자료	출처
석유 소비량	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Petronet(홈페이지) > 국내석유통계 > 국내소비 > 시군구별 제품별 산업별 소비 ◦ Petronet 홈페이지 주소 : https://www.petronet.co.kr/ ◦ 국내석유정보시스템에서 세부적인 소비량 통계 자료를 활동자료로 사용하는 것을 권장(외부는 접근 불가) <ul style="list-style-type: none"> - 국내석유정보시스템 홈페이지 주소 : https://www.pedsis.co.kr/
천연가스 소비량	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 국가에너지통계종합정보시스템 > 주제별 > 에너지 종합 > 개요 > 개정 에너지밸런스 ◦ 국가에너지통계종합정보시스템 홈페이지 주소 : http://www.kesis.net/

2) 산정식 및 배출계수

가) 온실가스 배출량 산정식

□ CO₂ 배출량 산정식

$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 44/12)$	
E	CO ₂ 배출량(ton CO ₂ /년)
FC	연료 사용량(천 TOE/년)
41.686	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)
CF	전환계수(순발열량/총발열량)
EF	배출계수(t C/TJ)
44/12	탄소 기준 배출량을 CO ₂ 기준으로 전환(kg CO ₂ /kg C)
i	연료 유형
j	부문

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.9

□ Non-CO₂ 배출량 산정식

$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 10^{-3})$	
E	Non-CO ₂ 배출량(ton CH ₄ 혹은 N ₂ O/년)
FC	연료 사용량(천 TOE/년)
41.686	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)
CF	전환계수(순발열량/총발열량)
EF	배출계수(kg CH ₄ /TJ or kg N ₂ O/TJ)
i	연료 유형
j	부문

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.14

나) 배출계수

[표 70] 국가 고유 발열량

연료		단위	'90-'06	'07-'11		'12-'16		'17 이후	
			총 발열량	총 발열량	순 발열량	총 발열량	순 발열량	총 발열량	순 발열량
			MJ	MJ		MJ		MJ	
석유	원유	kg	41.9	45.0	42.3	44.9	42.2	45	42.2
	휘발유	L	34.8	33.5	31.0	32.6	30.3	32.7	30.4
	등유 1호(보일러) ¹⁾	L	36.4	37.5	35.0	36.8	34.3	36.7	34.2
	등유 2호(실내)	L	36.4	36.8	34.3	36.8	34.3	36.7	34.2
	경유	L	38.5	37.9	35.4	37.7	35.3	37.8	35.2
	B-A유	L	39.4	38.9	36.6	38.9	36.4	39.0	36.4
	B-B유	L	40.6	40.4	38.1	40.5	38.0	40.5	38.0
	B-C유 ²⁾	L	41.4	41.4	39.1	41.6	39.2	41.7	39.2
	프로판	kg	50.2	50.4	46.3	50.4	46.3	50.4	46.3
	부탄	kg	49.4	49.6	45.7	49.6	45.6	49.5	45.7
	납사 ³⁾	L	33.5	33.7	31.2	32.3	30.0	32.3	29.9
	용제	L	34.3	33.3	30.8	33.3	31.0	32.8	30.3
	항공유	JA-1 ⁴⁾	L	36.4	36.6	34.3	36.5	34.1	36.5
		JP-4	L	35.6	36.6	34.3	36.5	34.1	36.5
		AVI-G ⁵⁾	L	34.8	33.5	31.0	32.6	30.3	30.4
	아스팔트	kg	41.9	41.4	39.1	41.5	39.2	41.4	39.2
	윤활유	L	39.4	38.7	36.2	39.8	37.0	40.0	37.3
	석유코크	kg	45.2	33.9	32.9	33.5	31.6	35.0	34.2
	부생연료 1호 ⁶⁾	L		37.0	35.0	36.9	34.3	37.1	34.6
	부생연료 2호	L		40.6	38.5	40.0	37.9	39.9	37.7
가스	천연가스(LNG)	kg	54.4	54.5	49.2	54.6	49.3	54.7	49.4
	도시가스(LNG)	Nm ³	44.0	44.2	40.0	43.6	39.4	43.1	38.9
	도시가스(LPG)	Nm ³	62.8	62.8	57.8	62.8	57.7	63.6	58.4
석탄	국내 무연탄	kg	18.8	19.5	19.3	18.9	18.6	19.8	19.4
	수입 무연탄(연료탄)	kg	25.1	27.4	26.8	21.0	20.6	21.2	20.5
	수입 무연탄(원료탄)	kg	25.1	27.4	26.8	24.7	24.4	25.2	24.7
	유연탄(원료탄)	kg	27.6	26.0	24.9	25.8	24.7	24.8	23.7
	유연탄(연료탄)	kg	27.6	29.3	28.3	29.3	28.2	29.2	28.0
	아역청탄	kg		22.4	20.9	22.7	21.4	21.4	19.9
	코크스	kg	27.2	29.5	29.3	29.1	28.9	29.0	28.9
기타	신탄 ⁷⁾	kg	18.8	18.8		18.8		18.8	

비고 1. 보일러 등유는 2011년 7월부터 판매가 폐지되어 2012년 이후는 실내 등유의 값을 준용

2. 정제가스는 B-C유의 값을 준용

3. 국내에서 생산되는 컨덴세이트는 납사의 값을 준용

4. JP-8은 JA-1의 값을 준용

5. AVI-G는 휘발유의 값을 준용

6. 액체바이오매스(바이오디젤), 정제원료, 기타 석유 등 제시되지 않은 석유류의 발열량은 부생연료 1호의 값을 준용

7. 신탄의 전환계수는 '1'을 적용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.12

[표 71] 전환계수(순발열량/총발열량)

연료	전환계수(MJ/MJ)			연료	전환계수(MJ/MJ)		
	'90-'11	'12-16	'17 이후		'90-'11	'12-16	'17 이후
원유	0.940	0.940	0.938	윤활유	0.935	0.930	0.933
휘발유	0.925	0.929	0.930	석유코크	0.971	0.943	0.977
등유 1호(보일러)	0.933	0.932	0.932	부생연료 1호	0.946	0.930	0.933
등유 2호(실내)	0.932	0.932	0.932	부생연료 2호	0.948	0.948	0.945
경유	0.934	0.936	0.931	천연가스(LNG)	0.903	0.903	0.903
B-A유	0.941	0.936	0.933	도시가스(LNG)	0.905	0.904	0.903
B-B유	0.943	0.938	0.938	도시가스(LPG)	0.920	0.919	0.918
B-C유 ²⁾	0.944	0.942	0.940	국내 무연탄	0.990	0.984	0.980
프로판	0.919	0.919	0.919	수입 무연탄(연료용)	0.978	0.981	0.967
부탄	0.921	0.919	0.923	수입 무연탄(원료용)	0.978	0.988	0.980
납사 ³⁾	0.926	0.929	0.926	유연탄(원료탄)	0.958	0.957	0.956
용제	0.925	0.931	0.924	유연탄(연료탄)	0.966	0.962	0.959
항공유	JA-1	0.937	0.934	아역청탄	0.933	0.943	0.930
	JP-4	0.937	0.934	코크스	0.933	0.993	0.997
항공용 휘발유	0.925	0.929	0.930	신탄 ⁷⁾	1.000	1.000	1.000
아스팔트	0.944	0.944	0.947				

비고 1. 전환계수=[순발열량(MJ)/총발열량(MJ)], 실제 산정 시에는 소수점 반올림을 하지 않고 그대로 적용한다

2. 석유류 중 기타제품(바이오디젤, 기타제품 등)은 부생연료 1호의 전환계수를 사용한다.

3. 석유정제에 사용되는 부생가스는 B-C유, 컨덴세이트는 납사의 전환계수를 사용한다.

4. 바이오디젤은 경유의 전환계수를 사용한다

5. '90-'06년에는 별도로 고시된 순발열량이 없으므로, '90-'06년 전환계수는 '07-'11년의 전환계수를 적용하여 계산한다

자료 : 온실가스종합정보센터. 2023. 2022 국가 온실가스 인벤토리 보고서, [표 3-10]

[표 72] 탄소배출계수(석유류)

연료		2006 IPCC	국가 고유 배출계수(단위 : t C/TJ)		
			'11	'12-16	'17 이후
석유	원유	20.0			
	오리멸전	21.0			
	액상천연가스(NGL)	17.5			
	휘발유	자동차용	19.7	20.0	19.548
		항공용	19.1		
		제트용	19.1		
	항공용 ¹⁾	19.5	19.6	19.8	19.931
	보일러 등유 ²⁾	19.6	19.5		
	실내 실내 등유	19.6	19.5	19.6	19.969
	Shale Oil	20.0			
	경유	20.2	20.0	20.2	20.111
	경질중유(B-A유)	20.5 ³⁾	20.2	20.4	20.657
	중유(B-B유)	20.8 ³⁾	20.6	20.5	20.657
	중질중유(B-C유)	21.1	20.8	20.6	21.929
	부상연료 1호 ⁴⁾			19.7	20.067
	부상연료 2호 ⁴⁾			21.0	21.729
	프로판	17.2	17.6	17.6	17.641
	부탄	17.2	18.1	18.1	18.107
	에탄올	16.8			
	납사 ⁵⁾	20.0	18.6	19.2	19.157
	용제	20.0	19.4	19.3	19.172
	아스팔트	22.0	21.5	21.6	21.544
	윤활유	20.0	19.7	19.9	19.979
	석유 코크 ⁶⁾	26.6	27.2		26.086
	정제가스	15.7			
	기타 석유 ⁷⁾	20.0			

- 비고 1. 항공유는 Jet A-1, JP-4, JP-8 등을 포함하며, 항공용 휘발유(AVI-G)는 휘발유의 값을 준용
 2. 보일러 등유는 2011년 7월부터 판매가 폐지되어 2012년 이후는 실내 등유의 국가고유 배출계수 준용
 3. 경질중유(B-A유)는 경유 유분 70%, B-C유분 30% 혼합유이고, 중유(B-B유)는 경유 유분 30%와 B-C유분 70% 혼합유이므로, 이를 고려하여 기본 배출계수 보정
 4. 부상연료 1호, 2호는 1990년부터 2011년까지 기타 석유의 기본 배출계수를 준용
 5. 국내에서 생산되는 컨덴세이트는 납사의 값을 준용
 6. 석유코크는 2011년 고시 발열량 기준의 국가고유 배출계수가 없으므로, 2012-2016년 기간은 2006년 고시 발열량 기준의 국가고유 배출계수 준용
 7. 기타 석유는 1990년부터 2011년까지 기본 배출계수를 준용하고, 2012년부터는 부상연료 1호의 국가고유 배출계수를 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.11

[표 73] 연료별 단위 환산 계수

구분	연료	단위 환산 계수(TOE/bbl)			
		'90-'06	'07-'11	'12-16	'17 이후
정제 투입 원료	원유	0.135	0.145	0.145	0.145
	정제원료	0.141	0.141	0.140	0.141
정제 산출 제품	휘발유	0.132	0.127	0.124	0.124
	등유 1호(보일러)	0.138	0.142	0.140	0.139
	등유 2호(실내)	0.138	0.140	0.140	0.139
	경유	0.146	0.144	0.143	0.144
	B-A유	0.149	0.148	0.148	0.148
	B-B유	0.154	0.153	0.154	0.154
	B-C유 ²⁾	0.157	0.157	0.158	0.158
	항공유(JA-1, JP-8)	0.138	0.139	0.139	0.139
	항공유(JP-4)	0.135	0.139	0.139	0.139
	항공유(AVI-G)	0.132	0.127	0.124	0.124
	프로판	0.197	0.097	0.097	0.097
	부탄	0.108	0.109	0.109	0.109
	납사	0.127	0.128	0.123	0.123
	용제	0.130	0.126	0.126	0.124
	아스팔트	0.162	0.160	0.160	0.160
	윤활유	0.149	0.147	0.151	0.152
	석유코크	0.224	0.168	0.166	0.173
	정제가스	0.157	0.157	0.158	0.158
	기타 제품	0.141	0.141	0.140	0.141
	부생연료 1호	0.141	0.141	0.140	0.141
	부생연료 2호	0.154	0.154	0.125	0.151

비고 1. 일반석유류 1bbl = 158.984L

2. 원유 1bbl = 158.984L

3. 프로판 1bbl = 158.984L

4. 부탄 1bbl = 158.984L

5. 아스팔트 1bbl = 158.984L

6. 정제원료는 기타제품의 값을 적용

7. AVI-G는 휘발유 값을 적용

8. 정제가스는 B-C의 값을 적용

9. 제시되지 않은 석유류의 단위 환산 계수는 부생연료 1호의 값을 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.13

[표 74] 탄소배출계수(석탄류, 가스, 기타화석연료, 바이오매스류)

연료		2006 IPCC	국가 고유 배출계수(단위 : t C/TJ)		
			'11	'12-16	'17 이후
석탄	국내 무연탄	26.8	29.7	30.5	30.185
	수입 무연탄(연료탄) ¹⁾	26.8		28.6	27.404
	수입 무연탄(원료탄) ¹⁾	26.8		29.2	29.909
	유연탄(원료탄) ¹⁾	25.8		26.2	25.963
	유연탄(연료탄)	25.8	25.9	26.0	25.951
	아역청탄	26.2	29.3	26.2	26.468
	갈탄	27.6			
	Oil Shale	29.1			
	BKB & Patent Fuel	26.6			
	Coke Oven/Gas Coke	29.2			
	Coke Oven Gas	12.1			
	Blast Furnace Gas	70.8			
	토탄	28.9			
가스	천연가스(LNG)	15.3	15.4	15.3	15.312
	도시가스(LNG)	15.3	15.4	15.3	15.272
	도시가스(LPG)	17.2	17.6	17.6	17.454
기타 화석 연료	도시폐기물(비재생)	25.0			
	산업폐기물	39.0			
바이오 매스	고 체	목재/목재 폐기물	30.5		
		이형산염 잿물	26.0		
		기타 주요한 고체 바이오매스	27.3		
		목탄	30.5		
	액 체	바이오 가솔린	19.3		
		바이오 디젤 ²⁾	19.3		
		기타 액체 바이오디젤	21.7		
	기 체	매립지 가스	14.9		
		슬러지 가스	14.9		
		기타 바이오가스	14.9		

비고 1. 수입무연탄, 유연탄(원료탄)은 2007년부터 2011년까지 해당 연료의 기본 배출계수를 준용

2. 액체바이오매스(바이오디젤), 기타 석유 등 국가고유 배출계수가 제시되지 않은 연료는 해당 연료의 기본 배출계수를 준용

3. 경질중유(B-A유)는 경유 유분 70%, B-C유분 30% 혼합유이고, 중유(B-B유)는 경유 유분 30%와 B-C유분 70% 혼합유이므로, 이를 고려하여 기본 배출계수 보정

4. 부생연료 1호, 2호는 1990년부터 2011년까지 기타 석유의 기본 배출계수를 준용

5. 국내에서 생산되는 컨덴세이트는 납사의 값을 준용

6. 석유코크는 2011년 고시 발열량 기준의 국가고유 배출계수가 없으므로, 2012~2016년 기간은 2006년 고시 발열량 기준의 국가고유 배출계수 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.11

3) 온실가스 배출량 산정 예시

□ 1단계. 일반현황 및 변수

일반 현황					
보고대상 배출원	기타 수송		기준년도	2021년	
매개변수 정보					
연료 사용량	143bbl/년(실내 등유)				
매개변수	연료	연료 단위환산 계수 (toe/bbl)	배출계수		
			CO ₂ -C (ton C/TJ)	CH ₄ (kg CH ₄ /TJ)	N ₂ O (kg N ₂ O/TJ)
	경유	0.139	19.969	3.9	3.9

□ 2단계. 배출원 분류체계 재분류

배출원 분류체계 재분류

배출원
분류체계
재분류

◦ Petronet 분류기준을 아래의 기준에 따라 기타 수송으로 배출원 분류체계를 재분류함

Petronet 분류 기준		
산업	연료 구분	
항공	휘발유	중질중유(B-C유)
	실내 등유	LPG(프로판)
	보일러 등유	LPG(부탄)
	경질중유(B-A유)	부생연료유(등유형)
	중유(B-B유)	부생연료유(중유형)
도로	실내 등유	항공유(JETA-1)
	보일러 등유	항공유(AVI-G)
	경질중유(B-A유)	부생연료유(등유형)
	중유(B-B유)	부생연료유(중유형)
	중질중유(B-C유)	
철도	휘발유	항공유(JETA-1)
	실내 등유	항공유(AVI-G)
	보일러 등유	
해운	실내 등유	항공유(JETA-1)
	보일러 등유	항공유(AVI-G)

배출가스 배출원
분류체계

기타 수송

□ 3단계. 온실가스 배출량 산정

온실가스 배출량 산정				
(1) 산정식	석유 소비량 단위 환산			
	$FC(\text{천toe/년}) = AD(\text{bbl/년}) \times Factor(\text{toe/bbl}) \times 10^{-3}$			
	FC	석유 소비량(천toe/년)		
	AD	석유 소비량(bbl/년)		
	Factor	연료 단위 환산계수(toe/bbl)		
	10^{-3}	단위환산계수		
(1) 산정예시	◦ 위의 식에 따라 연료 소비량의 단위를 환산하면 다음과 같음 FC = 143bbl/년 × 0.139toe/bbl × 10 ⁻³ = 0.02 천toe/년			
	배출원	배출원	연료	연료 소비량(천toe/년)
	수송	기타 수송	실내등유	0.02
(2) 산정식	온실가스 배출량 산정(CO ₂)			
	$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 44/12)$			
	E	CO ₂ 배출량(ton CO ₂ /년)		
	FC	연료 사용량(천 TOE/년)		
	41.686	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)		
	CF	전환계수(순발열량/총발열량)		
	EF	배출계수(t C/TJ)		
	44/12	탄소 기준 배출량을 CO ₂ 기준으로 전환(kg CO ₂ /kg C)		
	i	연료 유형		
	j	부문		
	온실가스 배출량 산정(Non-CO ₂)			
	$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 10^{-3})$			
	E	Non-CO ₂ 배출량(ton CH ₄ 혹은 N ₂ O/년)		
	FC	연료 사용량(천 TOE/년)		
	41.686	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)		
	CF	전환계수(순발열량/총발열량)		
	EF	배출계수(kg CH ₄ /TJ or kg N ₂ O/TJ)		
	i	연료 유형		
	j	부문		

온실가스 배출량 산정					
(2) 산정예시	<ul style="list-style-type: none"> 위의 식에 따라 기타 수송에 의한 CO₂ 배출량을 산정하면 다음과 같음 $E_{CO_2} = 0.02 \times 41.686 \times 0.931 \times 19.969 \times 44/12 = 57 \text{ tonCO}_2/\text{년}$ 위의 식에 따라 기타 수송에 의한 Non-CO₂ 배출량을 산정하면 다음과 같음 $E_{CH_4} = 0.02 \times 41.686 \times 0.931 \times 3.9 \times 10^{-3} = 0.006 \text{ tonCH}_4/\text{년}$ $E_{N_2O} = 0.02 \times 41.686 \times 0.931 \times 3.9 \times 10^{-3} = 0.006 \text{ tonN}_2\text{O}/\text{년}$ 				
	배출원	연료	CO ₂ 배출량	CH ₄ 배출량	N ₂ O 배출량
	기타 수송	실내등유	57	0.006	0.06

□ 4단계. 온실가스 배출량 산정 결과

각 온실가스별 배출량			총 온실가스 배출량(GWP 적용)			ton CO ₂ eq
ton CO ₂	ton CH ₄	ton N ₂ O	ton CO ₂ ×GWP	ton CH ₄ ×GWP	ton N ₂ O×GWP	
57	0.006	0.006	57	0.006×28	0.06×265	58

6. 기타(연료연소)

가. 상업/공공

1) 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 상업/공공의 온실가스 배출량 산정을 위하여 연료별 소비량 통계자료가 필요함

[표 75] 상업/공공의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
석유 소비량	국내 소비 : 시군구별 제품별 산업별 소비	한국석유공사
도시가스 소비량	부문별 도시가스 소비	도시가스 공급사

[표 76] 상업/공공의 활동자료 출처

활동자료	출처
석유 소비량	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Petronet(홈페이지) > 국내석유통계 > 국내소비 > 시군구별 제품별 산업별 소비 ◦ Petronet 홈페이지 주소 : https://www.petronet.co.kr/ ◦ 국내석유정보시스템에서 세부적인 소비량 통계 자료를 활동자료로 사용하는 것을 권장(외부는 접근 불가) - 국내석유정보시스템 홈페이지 주소 : https://www.pedsis.co.kr/
도시가스 소비량	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 각 지역의 도시가스 공급사에 별도 요청
도시가스 공급사 현황 (지역별 도시가스 공급사 정보)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 한국도시가스협회(홈페이지) > 도시가스 회사 > 도시가스 고객센터 찾기 ◦ 한국도시가스협회 홈페이지 주소 : http://www.citygas.or.kr/

[표 77] 경기도 행정구역별 도시가스 공급사 현황

시군구	도시가스 공급사	시군구	도시가스 공급사
수원시	삼천리	김포시	서울도시가스, 인천도시가스
성남시	삼천리, 코원에너지서비스	화성시	삼천리
안양시	삼천리	광주시	코원에너지서비스
부천시	삼천리	여주시	코원에너지서비스
광명시	삼천리	양평군	에스코
평택시	삼천리	의정부시	대륜E&S
안산시	삼천리	동두천시	대륜E&S
과천시	코원에너지서비스	고양시	서울도시가스
오산시	삼천리	구리시	에스코
시흥시	삼천리	남양주시	에스코
군포시	삼천리	파주시	서울도시가스
의왕시	삼천리	양주시	대륜E&S
하남시	코원에너지서비스	포천시	대륜E&S, 에스코
용인시	삼천리	연천군	대륜E&S
이천시	코원에너지서비스	가평군	에스코
안성시	삼천리		

자료 : 한국도시가스협회. “한국도시가스협회 - 도시가스 고객센터 찾기.” 한국도시가스협회(홈페이지), 2023년 4월 28일 접속, <http://www.citygas.or.kr/>

2) 산정식 및 배출계수

가) 온실가스 배출량 산정식

□ CO₂ 배출량 산정식

$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 44/12)$	
E	CO ₂ 배출량(ton CO ₂ /년)
FC	연료 사용량(천 TOE/년)
41.868	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)
CF	전환계수(순발열량/총발열량)
EF	배출계수(t C/TJ)
44/12	탄소 기준 배출량을 CO ₂ 기준으로 전환(kg CO ₂ /kg C)
i	연료 유형
j	부문

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.9

□ Non-CO₂ 배출량 산정식

$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 10^{-3})$	
E	Non-CO ₂ 배출량(ton CH ₄ 혹은 N ₂ O/년)
FC	연료 사용량(천 TOE/년)
41.686	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)
CF	전환계수(순발열량/총발열량)
EF	배출계수(kg CH ₄ /TJ or kg N ₂ O/TJ)
i	연료 유형
j	부문

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.14

나) 배출계수

[표 78] 국가 고유 발열량(석유류)

연료		단위	'90-'06	'07-'11		'12-'16		'17 이후		
			총 발열량	총 발열량	순 발열량	총 발열량	순 발열량	총 발열량	순 발열량	
			MJ	MJ		MJ		MJ		
석유	원유	kg	41.9	45.0	42.3	44.9	42.2	45	42.2	
	휘발유	L	34.8	33.5	31.0	32.6	30.3	32.7	30.4	
	등유 1호(보일러) ¹⁾	L	36.4	37.5	35.0	36.8	34.3	36.7	34.2	
	등유 2호(실내)	L	36.4	36.8	34.3	36.8	34.3	36.7	34.2	
	경유	L	38.5	37.9	35.4	37.7	35.3	37.8	35.2	
	B-A유	L	39.4	38.9	36.6	38.9	36.4	39.0	36.4	
	B-B유	L	40.6	40.4	38.1	40.5	38.0	40.5	38.0	
	B-C유 ²⁾	L	41.4	41.4	39.1	41.6	39.2	41.7	39.2	
	프로판	kg	50.2	50.4	46.3	50.4	46.3	50.4	46.3	
	부탄	kg	49.4	49.6	45.7	49.6	45.6	49.5	45.7	
	납사 ³⁾	L	33.5	33.7	31.2	32.3	30.0	32.3	29.9	
	용제	L	34.3	33.3	30.8	33.3	31.0	32.8	30.3	
	항공유	JA-1 ⁴⁾	L	36.4	36.6	34.3	36.5	34.1	36.5	33.9
		JP-4	L	35.6	36.6	34.3	36.5	34.1	36.5	33.9
		AVI-G ⁵⁾	L	34.8	33.5	31.0	32.6	30.3	32.7	30.4
	아스팔트	kg	41.9	41.4	39.1	41.5	39.2	41.4	39.2	
	윤활유	L	39.4	38.7	36.2	39.8	37.0	40.0	37.3	
석유코크	kg	45.2	33.9	32.9	33.5	31.6	35.0	34.2		
부생연료1호 ⁶⁾	L		37.0	35.0	36.9	34.3	37.1	34.6		
부생연료 2호	L		40.6	38.5	40.0	37.9	39.9	37.7		

비고 1. 보일러 등유는 2011년 7월부터 판매가 폐지되어 2012년 이후는 실내 등유의 값을 준용

2. 정제가스는 B-C유의 값을 준용

3. 국내에서 생산되는 컨덴세이트는 납사의 값을 준용

4. JP-8은 JA-1의 값을 준용

5. AVI-G는 휘발유의 값을 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.12

[표 79] 국가 고유 발열량(가스, 석탄, 기타)

연료		단위	'90-'06	'07-'11		'12-'16		'17 이후	
			총 발열량	총 발열량	순 발열량	총 발열량	순 발열량	총 발열량	순 발열량
			MJ	MJ		MJ		MJ	
가스	천연가스(LNG)	kg	54.4	54.5	49.2	54.6	49.3	54.7	49.4
	도시가스(LNG)	Nm³	44.0	44.2	40.0	43.6	39.4	43.1	38.9
	도시가스(LPG)	Nm³	62.8	62.8	57.8	62.8	57.7	63.6	58.4
석탄	국내 무연탄	kg	18.8	19.5	19.3	18.9	18.6	19.8	19.4
	수입 무연탄(연료탄)	kg	25.1	27.4	26.8	21.0	20.6	21.2	20.5
	수입 무연탄(원료탄)	kg	25.1	27.4	26.8	24.7	24.4	25.2	24.7
	유연탄(원료탄)	kg	27.6	26.0	24.9	25.8	24.7	24.8	23.7
	유연탄(연료탄)	kg	27.6	29.3	28.3	29.3	28.2	29.2	28.0
	아역청탄	kg		22.4	20.9	22.7	21.4	21.4	19.9
	코크스	kg	27.2	29.5	29.3	29.1	28.9	29.0	28.9
기타	신탄 ¹⁾	kg	18.8	18.8		18.8		18.8	

비고 1. 신탄의 전환계수는 '1'을 적용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.12

[표 80] 전환계수(순발열량/총발열량)

연료	전환계수(MJ/MJ)			연료	전환계수(MJ/MJ)		
	'90-'11	'12-'16	'17 이후		'90-'11	'12-'16	'17 이후
원유	0.940	0.940	0.938	윤활유	0.935	0.930	0.933
휘발유	0.925	0.929	0.930	석유코크	0.971	0.943	0.977
등유 1호(보일러)	0.933	0.932	0.932	부생연료 1호	0.946	0.930	0.933
등유 2호(실내)	0.932	0.932	0.932	부생연료 2호	0.948	0.948	0.945
경유	0.934	0.936	0.931	천연가스(LNG)	0.903	0.903	0.903
B-A유	0.941	0.936	0.933	도시가스(LNG)	0.905	0.904	0.903
B-B유	0.943	0.938	0.938	도시가스(LPG)	0.920	0.919	0.918
B-C유 ²⁾	0.944	0.942	0.940	국내 무연탄	0.990	0.984	0.980
프로판	0.919	0.919	0.919	수입 무연탄(연료용)	0.978	0.981	0.967
부탄	0.921	0.919	0.923	수입 무연탄(원료용)	0.978	0.988	0.980
납사 ³⁾	0.926	0.929	0.926	유연탄(원료탄)	0.958	0.957	0.956
용제	0.925	0.931	0.924	유연탄(연료탄)	0.966	0.962	0.959
항공유	JA-1	0.937	0.934	아역청탄	0.933	0.943	0.930
	JP-4	0.937	0.934	코크스	0.933	0.993	0.997
항공용 휘발유	0.925	0.929	0.930	신탄 ⁷⁾	1.000	1.000	1.000
아스팔트	0.944	0.944	0.947				

비고 1. 전환계수=[순발열량(MJ)/총발열량(MJ)], 실제 산정 시에는 소수점 반올림을 하지 않고 그대로 적용한다

2. 석유류 중 기타제품(바이오디젤, 기타제품 등)은 부생연료 1호의 전환계수를 사용한다.

3. 석유정제에 사용되는 부생가스는 B-C유, 컨텐세이트는 납사의 전환계수를 사용한다.

4. 바이오디젤은 경유의 전환계수를 사용한다

5. '90-'06년에는 별도로 고시된 순발열량이 없으므로, '90-'06년 전환계수는 '07-'11년의 전환계수를 적용하여 계산한다

자료 : 온실가스종합정보센터. 2023. 2022 국가 온실가스 인벤토리 보고서, [표 3-10]

[표 81] 탄소배출계수(석유류)

연료		2006 IPCC	국가 고유 배출계수(단위 : t C/TJ)			
			-`11	`12-16	`17 이후	
석유	원유	20.0				
	오리멸전	21.0				
	액상천연가스(NGL)	17.5				
	휘발유	자동차용	18.9	19.7	20.0	19.548
		항공용	19.1			
		제트용	19.1			
	항공용 ¹⁾	19.5	19.6	19.8	19.931	
	보일러 등유 ²⁾	19.6	19.5			
	실내 실내 등유	19.6	19.5	19.6	19.969	
	Shale Oil	20.0				
	경유	20.2	20.0	20.2	20.111	
	경질중유(B-A유)	20.5 ³⁾	20.2	20.4	20.657	
	중유(B-B유)	20.8 ³⁾	20.6	20.5	20.657	
	중질중유(B-C유)	21.1	20.8	20.6	21.929	
	부상연료 1호 ⁴⁾			19.7	20.067	
	부상연료 2호 ⁴⁾			21.0	21.729	
	프로판	17.2	17.6	17.6	17.641	
	부탄	17.2	18.1	18.1	18.107	
	에탄올	16.8				
	납사 ⁵⁾	20.0	18.6	19.2	19.157	
	용제	20.0	19.4	19.3	19.172	
	아스팔트	22.0	21.5	21.6	21.544	
	윤활유	20.0	19.7	19.9	19.979	
	석유 코크 ⁶⁾	26.6	27.2		26.086	
	정제가스	15.7				
	기타 석유 ⁷⁾	20.0				

- 비고 1. 항공유는 Jet A-1, JP-4, JP-8 등을 포함하며, 항공용 휘발유(AVI-G)는 휘발유의 값을 준용
 2. 보일러 등유는 2011년 7월부터 판매가 폐지되어 2012년 이후는 실내 등유의 국가고유 배출계수 준용
 3. 경질중유(B-A유)는 경유 유분 70%, B-C유분 30% 혼합유이고, 중유(B-B유)는 경유 유분 30%와 B-C유분 70% 혼합유이므로, 이를 고려하여 기본 배출계수 보정
 4. 부상연료 1호, 2호는 1990년부터 2011년까지 기타 석유의 기본 배출계수를 준용
 5. 국내에서 생산되는 컨덴세이트는 납사의 값을 준용
 6. 석유코크는 2011년 고시 발열량 기준의 국가고유 배출계수가 없으므로, 2012-2016년 기간은 2006년 고시 발열량 기준의 국가고유 배출계수 준용
 7. 기타 석유는 1990년부터 2011년까지 기본 배출계수를 준용하고, 2012년부터는 부상연료 1호의 국가고유 배출계수를 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.11

[표 82] 연료별 단위 환산 계수

구분	연료	단위 환산 계수(TOE/bbl)			
		'90-'06	'07-'11	'12-16	'17 이후
정제 투입 원료	원유	0.135	0.145	0.145	0.145
	정제원료	0.141	0.141	0.140	0.141
정제 산출 제품	휘발유	0.132	0.127	0.124	0.124
	등유 1호(보일러)	0.138	0.142	0.140	0.139
	등유 2호(실내)	0.138	0.140	0.140	0.139
	경유	0.146	0.144	0.143	0.144
	B-A유	0.149	0.148	0.148	0.148
	B-B유	0.154	0.153	0.154	0.154
	B-C유 ²⁾	0.157	0.157	0.158	0.158
	항공유(JA-1, JP-8)	0.138	0.139	0.139	0.139
	항공유(JP-4)	0.135	0.139	0.139	0.139
	항공유(AVI-G)	0.132	0.127	0.124	0.124
	프로판	0.197	0.097	0.097	0.097
	부탄	0.108	0.109	0.109	0.109
	납사	0.127	0.128	0.123	0.123
	용제	0.130	0.126	0.126	0.124
	아스팔트	0.162	0.160	0.160	0.160
	윤활유	0.149	0.147	0.151	0.152
	석유코크	0.224	0.168	0.166	0.173
	정제가스	0.157	0.157	0.158	0.158
	기타 제품	0.141	0.141	0.140	0.141
	부생연료 1호	0.141	0.141	0.140	0.141
	부생연료 2호	0.154	0.154	0.125	0.151

비고 1. 일반석유류 1bbl = 158.984L

2. 원유 1bbl = 158.984L

3. 프로판 1bbl = 158.984L

4. 부탄 1bbl = 158.984L

5. 아스팔트 1bbl = 158.984L

6. 정제원료는 기타제품의 값을 적용

7. AVI-G는 휘발유 값을 적용

8. 정제가스는 B-C의 값을 적용

9. 제시되지 않은 석유류의 단위 환산 계수는 부생연료 1호의 값을 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.13

[표 83] 탄소배출계수(석탄류, 가스, 기타화석연료, 바이오매스류)

연료		2006 IPCC	국가 고유 배출계수(단위 : t C/TJ)		
			'11	'12-16	'17 이후
석탄	국내 무연탄	26.8	29.7	30.5	30.185
	수입 무연탄(연료탄) ¹⁾	26.8		28.6	27.404
	수입 무연탄(원료탄) ¹⁾	26.8		29.2	29.909
	유연탄(원료탄) ¹⁾	25.8		26.2	25.963
	유연탄(연료탄)	25.8	25.9	26.0	25.951
	아역청탄	26.2	29.3	26.2	26.468
	갈탄	27.6			
	Oil Shale	29.1			
	BKB & Patent Fuel	26.6			
	Coke Oven/Gas Coke	29.2			
	Coke Oven Gas	12.1			
	Blast Furnace Gas	70.8			
	토탄	28.9			
가스	천연가스(LNG)	15.3	15.4	15.3	15.312
	도시가스(LNG)	15.3	15.4	15.3	15.272
	도시가스(LPG)	17.2	17.6	17.6	17.454
기타 화석 연료	도시폐기물(비재생)	25.0			
	산업폐기물	39.0			
바이오 매스	고 체	목재/목재 폐기물	30.5		
		이형산염 잿물	26.0		
		기타 주요한 고체 바이오매스	27.3		
		목탄	30.5		
	액 체	바이오 가솔린	19.3		
		바이오 디젤 ²⁾	19.3		
		기타 액체 바이오디젤	21.7		
	기 체	매립지 가스	14.9		
		슬러지 가스	14.9		
		기타 바이오가스	14.9		

비고 1. 수입무연탄, 유연탄(원료탄)은 2007년부터 2011년까지 해당 연료의 기본 배출계수를 준용

2. 액체바이오매스(바이오디젤), 기타 석유 등 국가고유 배출계수가 제시되지 않은 연료는 해당 연료의 기본 배출계수를 준용

3. 경질중유(B-A유)는 경유 유분 70%, B-C유분 30% 혼합유이고, 중유(B-B유)는 경유 유분 30%와 B-C유분 70% 혼합유이므로, 이를 고려하여 기본 배출계수 보정

4. 부생연료 1호, 2호는 1990년부터 2011년까지 기타 석유의 기본 배출계수를 준용

5. 국내에서 생산되는 컨덴세이트는 납사의 값을 준용

6. 석유코크는 2011년 고시 발열량 기준의 국가고유 배출계수가 없으므로, 2012~2016년 기간은 2006년 고시 발열량 기준의 국가고유 배출계수 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.11

[표 84] 상업/공공 부문의 Non-CO₂ 배출계수

부문	연료		Non-CO ₂ 배출계수(kg/TJ)	
			CH ₄ 배출계수	N ₂ O 배출계수
상업/공공	석탄		10	1.5
	석유		10	0.6
	가스		5	0.1
	폐기물	도시폐기물	300	4
		산업폐기물	300	4
	바이오매스	고체바이오매스	300	4
		액체바이오매스	10	0.6
		기체바이오매스	5	0.1

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.21

3) 온실가스 배출량 산정 예시

가) 석유류

□ 1단계. 일반현황 및 변수

일반 현황						
보고대상 배출원	상업/공공			기준년도	2021년	
매개변수 정보						
연료 사용량	1,307bbl/년(경유)					
매개변수	연료	연료 단위 환산계수 (toe/bbl)	전환계수 (CF)	배출계수		
				CO ₂ -C (ton C/TJ)	CH ₄ (kg CH ₄ /TJ)	N ₂ O (kg N ₂ O/TJ)
	경유	0.144	0.931	20.111	10	0.6

□ 2단계. 온실가스 배출량 산정

온실가스 배출량 산정				
(1) 산정식	석유 소비량 단위 환산			
	$FC(\text{천toe/년}) = AD(\text{bbl/년}) \times Factor(\text{toe/bbl}) \times 10^{-3}$			
	FC	석유 소비량(천toe/년)		
	AD	석유 소비량(bbl/년)		
	Factor	연료 단위 환산계수(toe/bbl)		
	10^{-3}	단위환산계수		
(1) 산정예시	◦ 위의 식에 따라 연료 소비량의 단위를 환산하면 다음과 같음 $FC = 1,307\text{bbl/년} \times 0.144\text{toe/bbl} \times 10^{-3} = 0.188 \text{ 천toe/년}$			
	배출원	배출원	연료	연료 소비량(천toe/년)
	공공/상업	공공	경유	0.188
(2) 산정식	온실가스 배출량 산정(CO ₂)			
	$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 44/12)$			
	E	CO ₂ 배출량(ton CO ₂ /년)		
	FC	연료 사용량(천 TOE/년)		
	41.868	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)		
	CF	전환계수(순발열량/총발열량)		
	EF	배출계수(t C/TJ)		
	44/12	탄소 기준 배출량을 CO ₂ 기준으로 전환(kg CO ₂ /kg C)		
	i	연료 유형		
	j	부문		
	온실가스 배출량 산정(Non-CO ₂)			
	$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 10^{-3})$			
	E	Non-CO ₂ 배출량(ton CH ₄ 혹은 N ₂ O/년)		
	FC	연료 사용량(천 TOE/년)		
	41.868	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)		
	CF	전환계수(순발열량/총발열량)		
	EF	배출계수(kg CH ₄ /TJ or kg N ₂ O/TJ)		
	i	연료 유형		
	j	부문		

온실가스 배출량 산정					
(2) 산정예시	<ul style="list-style-type: none"> 위의 식에 따라 공공에 의한 CO₂ 배출량을 산정하면 다음과 같음 $E_{CO_2} = 0.188 \times 41.686 \times 0.931 \times 20.111 \times 44/12 = 541 \text{ tonCO}_2/\text{년}$ 위의 식에 따라 공공에 의한 Non-CO₂ 배출량을 산정하면 다음과 같음 $E_{CH_4} = 0.188 \times 41.686 \times 0.931 \times 10 \times 10^{-3} = 0.07 \text{ tonCH}_4/\text{년}$ $E_{N_2O} = 0.188 \times 41.686 \times 0.931 \times 0.6 \times 10^{-3} = 0.004 \text{ tonN}_2\text{O}/\text{년}$ 				
	배출원	연료	CO ₂ 배출량	CH ₄ 배출량	N ₂ O 배출량
	공공	경유	541	0.07	0.004

□ 3단계. 온실가스 배출량 산정결과

각 온실가스별 배출량			총 온실가스 배출량(GWP 적용)			ton CO ₂ eq
ton CO ₂	ton CH ₄	ton N ₂ O	ton CO ₂ ×GWP	ton CH ₄ ×GWP	ton N ₂ O×GWP	
541	0.07	0.004	541×1	0.07×28	0.004×265	544

나) 도시가스

□ 1단계. 일반현황 및 변수

일반 현황						
보고대상 배출원	상업/공공(도시가스)		기준년도	2021년		
매개변수 정보						
도시가스 사용량	36,928 천m³/년					
매개변수	연료	연료 단위 환산 계수 (MJ/m³)	전환계수 (CF)	배출계수		
				CO₂-C (ton C/TJ)	CH₄ (kg CH₄/TJ)	N₂O (kg N₂O/TJ)
	도시가스	43.1	0.903	15.272	5	0.1

□ 2단계. 배출원 분류체계 재분류

배출원 분류체계 재분류		
배출원 분류체계 재분류	◦ 도시가스 용도를 아래의 기준에 따라 배출원 분류체계를 재분류함	
	도시가스 용도	배출원 재분류
	주택용	가정
	업무난방용	상업/공공
	영업용 1	상업/공공
	영업용 2	상업/공공
	냉난방 공조용	상업/공공
	산업용	제조업 및 건설업 - 기타제조
	수송용	수송
	사회복지시설용(업무용)	상업/공공
	집단에너지용	에너지산업
	공동주택 등 열병합	에너지산업
	집단에너지 열전용설비용	에너지산업
	공동주택 열전용설비용	에너지산업
	공동주택 외 열전용설비용	에너지산업
	연료연지용	에너지산업

□ 3단계. 온실가스 배출량 산정

온실가스 배출량 산정				
(1) 산정식	도시가스 소비량의 단위 환산			
	$FC(TJ/\text{년}) = AD(\text{천 m}^3/\text{년}) \times Factor(MJ/\text{m}^3) \times 10^{-3}$			
	FC	도시가스 소비량(TJ/년)		
	AD	도시가스 소비량(천m³/년)		
	Factor	연료 단위 환산계수(MJ/m³)		
	10 ⁻³	단위환산계수		
(1) 산정예시	◦ 위의 식에 따라 연료 소비량의 단위를 환산하면 다음과 같음 FC = 36,928천m³/년 × 43.1MJ/m³ × 10 ⁻³ = 1,592 TJ/년			
	배출원	배출원	연료	연료 소비량(TJ/년)
	기타	상업/공공	도시가스	1,592

온실가스 배출량 산정					
(2) 산정식	온실가스 배출량 산정(CO ₂)				
	$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 44/12)$				
	E	CO ₂ 배출량(ton CO ₂ /년)			
	FC	연료 사용량(천 TOE/년)			
	41.868	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)			
	CF	전환계수(순발열량/총발열량)			
	EF	배출계수(t C/TJ)			
	44/12	탄소 기준 배출량을 CO ₂ 기준으로 전환(kg CO ₂ /kg C)			
	i	연료 유형			
	j	부문			
	온실가스 배출량 산정(Non-CO ₂)				
	$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 10^{-3})$				
	E	Non-CO ₂ 배출량(ton CH ₄ 혹은 N ₂ O/년)			
	FC	연료 사용량(천 TOE/년)			
	41.868	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)			
	CF	전환계수(순발열량/총발열량)			
	EF	배출계수(kg CH ₄ /TJ or kg N ₂ O/TJ)			
	i	연료 유형			
	j	부문			
	(2) 산정예시	◦ 위의 식에 따라 상업/공공 부문의 CO ₂ 배출량을 산정하면 다음과 같음 E _{CO₂} = 1,592×0.903×15.272×44/12 = 80,481 tonCO ₂ /년			
◦ 위의 식에 따라 상업/공공 부문의 Non-CO ₂ 배출량을 산정하면 다음과 같음 (연료 사용 단위가 TJ이므로 Joule-TOE 환산계수(41.868) 제외) E _{CH₄} = 1,592×0.903×5×10 ⁻³ = 7.19 tonCH ₄ /년 E _{N₂O} = 8,228×0.903×0.1×10 ⁻³ = 0.14 tonN ₂ O/년					
배출원		연료	CO ₂ 배출량	CH ₄ 배출량	N ₂ O 배출량
상업/공공		도시가스	80,481	7.19	0.14

□ 4단계. 온실가스 배출량 산정결과

각 온실가스별 배출량			총 온실가스 배출량(GWP 적용)			ton CO ₂ eq
ton CO ₂	ton CH ₄	ton N ₂ O	ton CO ₂ ×GWP	ton CH ₄ ×GWP	ton N ₂ O×GWP	
80,481	7.19	0.14	80,481×1	7.19×28	0.14×265	80,720

나. 가정

1) 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 가정의 온실가스 배출량을 산정하기 위해서는 석유 및 천연가스의 소비량이 필요함

[표 85] 가정의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
석유 소비량	국내 소비 : 시군구별 제품별 산업별 소비	한국석유공사
도시가스 소비량	부문별 도시가스 소비	도시가스 공급사

[표 86] 가정의 활동자료 출처

활동자료	출처
석유 소비량	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Petronet(홈페이지) > 국내석유통계 > 국내소비 > 시군구별 제품별 산업별 소비 ◦ Petronet 홈페이지 주소 : https://www.petronet.co.kr/ ◦ 국내석유정보시스템에서 세부적인 소비량 통계 자료를 활동자료로 사용하는 것을 권장(외부는 접근 불가) - 국내석유정보시스템 홈페이지 주소 : https://www.pedsis.co.kr/
도시가스 소비량	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 각 지역의 도시가스 공급사에 별도 요청
도시가스 공급사 현황 (지역별 도시가스 공급사 정보)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 한국도시가스협회(홈페이지) > 도시가스 회사 > 도시가스 고객센터 찾기 ◦ 한국도시가스협회 홈페이지 주소 : http://www.citygas.or.kr/

[표 87] 경기도 행정구역별 도시가스 공급사 현황

시군구	도시가스 공급사	시군구	도시가스 공급사
수원시	삼천리	김포시	서울도시가스, 인천도시가스
성남시	삼천리, 코원에너지서비스	화성시	삼천리
안양시	삼천리	광주시	코원에너지서비스
부천시	삼천리	여주시	코원에너지서비스
광명시	삼천리	양평군	에스코
평택시	삼천리	의정부시	대륜E&S
안산시	삼천리	동두천시	대륜E&S
과천시	코원에너지서비스	고양시	서울도시가스
오산시	삼천리	구리시	에스코
시흥시	삼천리	남양주시	에스코
군포시	삼천리	파주시	서울도시가스
의왕시	삼천리	양주시	대륜E&S
하남시	코원에너지서비스	포천시	대륜E&S, 에스코
용인시	삼천리	연천군	대륜E&S
이천시	코원에너지서비스	가평군	에스코
안성시	삼천리		

자료 : 한국도시가스협회. “한국도시가스협회 - 도시가스 고객센터 찾기.” 한국도시가스협회(홈페이지), 2023년 4월 28일 접속, <http://www.citygas.or.kr/>

2) 산정식 및 배출계수

가) 온실가스 배출량 산정식

□ CO₂ 배출량 산정식

$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 44/12)$	
E	CO ₂ 배출량(ton CO ₂ /년)
FC	연료 사용량(천 TOE/년)
41.686	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)
CF	전환계수(순발열량/총발열량)
EF	배출계수(t C/TJ)
44/12	탄소 기준 배출량을 CO ₂ 기준으로 전환(kg CO ₂ /kg C)
i	연료 유형
j	부문

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.9

□ Non-CO₂ 배출량 산정식

$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 10^{-3})$	
E	Non-CO ₂ 배출량(ton CH ₄ 혹은 N ₂ O/년)
FC	연료 사용량(천 TOE/년)
41.686	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)
CF	전환계수(순발열량/총발열량)
EF	배출계수(kg CH ₄ /TJ or kg N ₂ O/TJ)
i	연료 유형
j	부문

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.14

나) 배출계수

[표 88] 국가 고유 발열량(석유류)

연료		단위	'90-'06	'07-'11		'12-'16		'17 이후		
			총 발열량	총 발열량	순 발열량	총 발열량	순 발열량	총 발열량	순 발열량	
			MJ	MJ		MJ		MJ		
석유	원유	kg	41.9	45.0	42.3	44.9	42.2	45	42.2	
	휘발유	L	34.8	33.5	31.0	32.6	30.3	32.7	30.4	
	등유 1호(보일러) ¹⁾	L	36.4	37.5	35.0	36.8	34.3	36.7	34.2	
	등유 2호(실내)	L	36.4	36.8	34.3	36.8	34.3	36.7	34.2	
	경유	L	38.5	37.9	35.4	37.7	35.3	37.8	35.2	
	B-A유	L	39.4	38.9	36.6	38.9	36.4	39.0	36.4	
	B-B유	L	40.6	40.4	38.1	40.5	38.0	40.5	38.0	
	B-C유 ²⁾	L	41.4	41.4	39.1	41.6	39.2	41.7	39.2	
	프로판	kg	50.2	50.4	46.3	50.4	46.3	50.4	46.3	
	부탄	kg	49.4	49.6	45.7	49.6	45.6	49.5	45.7	
	납사 ³⁾	L	33.5	33.7	31.2	32.3	30.0	32.3	29.9	
	용제	L	34.3	33.3	30.8	33.3	31.0	32.8	30.3	
	항공유	JA-1 ⁴⁾	L	36.4	36.6	34.3	36.5	34.1	36.5	33.9
		JP-4	L	35.6	36.6	34.3	36.5	34.1	36.5	33.9
		AVI-G ⁵⁾	L	34.8	33.5	31.0	32.6	30.3	32.7	30.4
	아스팔트	kg	41.9	41.4	39.1	41.5	39.2	41.4	39.2	
	윤활유	L	39.4	38.7	36.2	39.8	37.0	40.0	37.3	
석유코크	kg	45.2	33.9	32.9	33.5	31.6	35.0	34.2		
부생연료1호 ⁶⁾	L		37.0	35.0	36.9	34.3	37.1	34.6		
부생연료 2호	L		40.6	38.5	40.0	37.9	39.9	37.7		

비고 1. 보일러 등유는 2011년 7월부터 판매가 폐지되어 2012년 이후는 실내 등유의 값을 준용

2. 정제가스는 B-C유의 값을 준용

3. 국내에서 생산되는 컨덴세이트는 납사의 값을 준용

4. JP-8은 JA-1의 값을 준용

5. AVI-G는 휘발유의 값을 준용

6. 액체바이오매스(바이오디젤), 정제원료, 기타 석유 등 제시되지 않은 석유류의 발열량은 부생연료 1호의 값을 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.12

[표 89] 국가 고유 발열량(가스, 석탄, 기타)

연료		단위	'90-'06	'07-'11		'12-'16		'17 이후	
			총 발열량	총 발열량	순 발열량	총 발열량	순 발열량	총 발열량	순 발열량
			MJ	MJ		MJ		MJ	
가스	천연가스(LNG)	kg	54.4	54.5	49.2	54.6	49.3	54.7	49.4
	도시가스(LNG)	Nm³	44.0	44.2	40.0	43.6	39.4	43.1	38.9
	도시가스(LPG)	Nm³	62.8	62.8	57.8	62.8	57.7	63.6	58.4
석탄	국내 무연탄	kg	18.8	19.5	19.3	18.9	18.6	19.8	19.4
	수입 무연탄(연료탄)	kg	25.1	27.4	26.8	21.0	20.6	21.2	20.5
	수입 무연탄(원료탄)	kg	25.1	27.4	26.8	24.7	24.4	25.2	24.7
	유연탄(원료탄)	kg	27.6	26.0	24.9	25.8	24.7	24.8	23.7
	유연탄(연료탄)	kg	27.6	29.3	28.3	29.3	28.2	29.2	28.0
	아역청탄	kg		22.4	20.9	22.7	21.4	21.4	19.9
	코크스	kg	27.2	29.5	29.3	29.1	28.9	29.0	28.9
기타	신탄 ¹⁾	kg	18.8	18.8		18.8		18.8	

비고 1. 신탄의 전환계수는 '1'을 적용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.12

[표 90] 전환계수(순발열량/총발열량)

연료		전환계수(MJ/MJ)			연료	전환계수(MJ/MJ)		
		'90-'11	'12-'16	'17 이후		'90-'11	'12-'16	'17 이후
원유		0.940	0.940	0.938	윤활유	0.935	0.930	0.933
휘발유		0.925	0.929	0.930	석유코크	0.971	0.943	0.977
등유 1호(보일러)		0.933	0.932	0.932	부생연료 1호	0.946	0.930	0.933
등유 2호(실내)		0.932	0.932	0.932	부생연료 2호	0.948	0.948	0.945
경유		0.934	0.936	0.931	천연가스(LNG)	0.903	0.903	0.903
B-A유		0.941	0.936	0.933	도시가스(LNG)	0.905	0.904	0.903
B-B유		0.943	0.938	0.938	도시가스(LPG)	0.920	0.919	0.918
B-C유 ²⁾		0.944	0.942	0.940	국내 무연탄	0.990	0.984	0.980
프로판		0.919	0.919	0.919	수입 무연탄(연료용)	0.978	0.981	0.967
부탄		0.921	0.919	0.923	수입 무연탄(원료용)	0.978	0.988	0.980
납사 ³⁾		0.926	0.929	0.926	유연탄(원료탄)	0.958	0.957	0.956
용제		0.925	0.931	0.924	유연탄(연료탄)	0.966	0.962	0.959
항공유	JA-1	0.937	0.934	0.929	아역청탄	0.933	0.943	0.930
	JP-4	0.937	0.934	0.929	코크스	0.933	0.993	0.997
항공용 휘발유		0.925	0.929	0.930	신탄 ⁷⁾	1.000	1.000	1.000
아스팔트		0.944	0.944	0.947				

비고 1. 전환계수=[순발열량(MJ)/총발열량(MJ)], 실제 산정 시에는 소수점 반올림을 하지 않고 그대로 적용한다

2. 석유류 중 기타제품(바이오디젤, 기타제품 등)은 부생연료 1호의 전환계수를 사용한다.

3. 석유정제에 사용되는 부생가스는 B-C유, 컨덴세이트는 납사의 전환계수를 사용한다.

4. 바이오디젤은 경유의 전환계수를 사용한다

5. '90-'06년에는 별도로 고시된 순발열량이 없으므로, '90-'06년 전환계수는 '07-'11년의 전환계수를 적용하여 계산한다

자료 : 온실가스종합정보센터. 2023. 2022 국가 온실가스 인벤토리 보고서, [표 3-10]

[표 91] 탄소배출계수(석유류)

연료		2006 IPCC	국가 고유 배출계수(단위 : t C/TJ)			
			- '11	'12-16	'17 이후	
석 유	원유		20.0			
	오리멸전		21.0			
	액상천연가스(NGL)		17.5			
	휘발유	자동차용	18.9	19.7	20.0	19.548
		항공용	19.1			
		제트용	19.1			
	항공용 ¹⁾		19.5	19.6	19.8	19.931
	보일러 등유 ²⁾		19.6	19.5		
	실내 실내 등유		19.6	19.5	19.6	19.969
	Shale Oil		20.0			
	경유		20.2	20.0	20.2	20.111
	경질중유(B-A유)		20.5 ³⁾	20.2	20.4	20.657
	중유(B-B유)		20.8 ³⁾	20.6	20.5	20.657
	중질중유(B-C유)		21.1	20.8	20.6	21.929
	부상연료 1호 ⁴⁾				19.7	20.067
	부상연료 2호 ⁴⁾				21.0	21.729
	프로판		17.2	17.6	17.6	17.641
	부탄		17.2	18.1	18.1	18.107
	에탄올		16.8			
	납사 ⁵⁾		20.0	18.6	19.2	19.157
	용제		20.0	19.4	19.3	19.172
	아스팔트		22.0	21.5	21.6	21.544
	윤활유		20.0	19.7	19.9	19.979
	석유 코크 ⁶⁾		26.6	27.2		26.086
	정제가스		15.7			
	기타 석유 ⁷⁾		20.0			

- 비고 1. 항공유는 Jet A-1, JP-4, JP-8 등을 포함하며, 항공용 휘발유(AVI-G)는 휘발유의 값을 준용
 2. 보일러 등유는 2011년 7월부터 판매가 폐지되어 2012년 이후는 실내 등유의 국가고유 배출계수 준용
 3. 경질중유(B-A유)는 경유 유분 70%, B-C유분 30% 혼합유이고, 중유(B-B유)는 경유 유분 30%와 B-C유분 70% 혼합유이므로, 이를 고려하여 기본 배출계수 보정
 4. 부상연료 1호, 2호는 1990년부터 2011년까지 기타 석유의 기본 배출계수를 준용
 5. 국내에서 생산되는 컨덴세이트는 납사의 값을 준용
 6. 석유코크는 2011년 고시 발열량 기준의 국가고유 배출계수가 없으므로, 2012-2016년 기간은 2006년 고시 발열량 기준의 국가고유 배출계수 준용
 7. 기타 석유는 1990년부터 2011년까지 기본 배출계수를 준용하고, 2012년부터는 부상연료 1호의 국가고유 배출계수를 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.11

[표 92] 연료별 단위 환산 계수

구분	연료	단위 환산 계수(TOE/bbl)			
		'90-'06	'07-'11	'12-16	'17 이후
정제 투입 원료	원유	0.135	0.145	0.145	0.145
	정제원료	0.141	0.141	0.140	0.141
정제 산출 제품	휘발유	0.132	0.127	0.124	0.124
	등유 1호(보일러)	0.138	0.142	0.140	0.139
	등유 2호(실내)	0.138	0.140	0.140	0.139
	경유	0.146	0.144	0.143	0.144
	B-A유	0.149	0.148	0.148	0.148
	B-B유	0.154	0.153	0.154	0.154
	B-C유 ²⁾	0.157	0.157	0.158	0.158
	항공유(JA-1, JP-8)	0.138	0.139	0.139	0.139
	항공유(JP-4)	0.135	0.139	0.139	0.139
	항공유(AVI-G)	0.132	0.127	0.124	0.124
	프로판	0.197	0.097	0.097	0.097
	부탄	0.108	0.109	0.109	0.109
	납사	0.127	0.128	0.123	0.123
	용제	0.130	0.126	0.126	0.124
	아스팔트	0.162	0.160	0.160	0.160
	윤활유	0.149	0.147	0.151	0.152
	석유코크	0.224	0.168	0.166	0.173
	정제가스	0.157	0.157	0.158	0.158
	기타 제품	0.141	0.141	0.140	0.141
	부생연료 1호	0.141	0.141	0.140	0.141
	부생연료 2호	0.154	0.154	0.125	0.151

비고 1. 일반석유류 1bbl = 158.984L

2. 원유 1bbl = 158.984L

3. 프로판 1bbl = 158.984L

4. 부탄 1bbl = 158.984L

5. 아스팔트 1bbl = 158.984L

6. 정제원료는 기타제품의 값을 적용

7. AVI-G는 휘발유 값을 적용

8. 정제가스는 B-C의 값을 적용

9. 제시되지 않은 석유류의 단위 환산 계수는 부생연료 1호의 값을 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.13

[표 93] 탄소배출계수(석탄류, 가스, 기타화석연료, 바이오매스류)

연료		2006 IPCC	국가 고유 배출계수(단위 : t C/TJ)		
			'11	'12-16	'17 이후
석탄	국내 무연탄	26.8	29.7	30.5	30.185
	수입 무연탄(연료탄) ¹⁾	26.8		28.6	27.404
	수입 무연탄(원료탄) ¹⁾	26.8		29.2	29.909
	유연탄(원료탄) ¹⁾	25.8		26.2	25.963
	유연탄(연료탄)	25.8	25.9	26.0	25.951
	아역청탄	26.2	29.3	26.2	26.468
	갈탄	27.6			
	Oil Shale	29.1			
	BKB & Patent Fuel	26.6			
	Coke Oven/Gas Coke	29.2			
	Coke Oven Gas	12.1			
	Blast Furnace Gas	70.8			
	토탄	28.9			
가스	천연가스(LNG)	15.3	15.4	15.3	15.312
	도시가스(LNG)	15.3	15.4	15.3	15.272
	도시가스(LPG)	17.2	17.6	17.6	17.454
기타 화석 연료	도시폐기물(비재생)	25.0			
	산업폐기물	39.0			
바이오 매스	고 체	목재/목재 폐기물	30.5		
		이형산염 잿물	26.0		
		기타 주요한 고체 바이오매스	27.3		
		목탄	30.5		
	액 체	바이오 가솔린	19.3		
		바이오 디젤 ²⁾	19.3		
		기타 액체 바이오디젤	21.7		
	기 체	매립지 가스	14.9		
		슬러지 가스	14.9		
		기타 바이오가스	14.9		

비고 1. 수입무연탄, 유연탄(원료탄)은 2007년부터 2011년까지 해당 연료의 기본 배출계수를 준용

2. 액체바이오매스(바이오디젤), 기타 석유 등 국가고유 배출계수가 제시되지 않은 연료는 해당 연료의 기본 배출계수를 준용

3. 경질중유(B-A유)는 경유 유분 70%, B-C유분 30% 혼합유이고, 중유(B-B유)는 경유 유분 30%와 B-C유분 70% 혼합유이므로, 이를 고려하여 기본 배출계수 보정

4. 부생연료 1호, 2호는 1990년부터 2011년까지 기타 석유의 기본 배출계수를 준용

5. 국내에서 생산되는 컨덴세이트는 납사의 값을 준용

6. 석유코크는 2011년 고시 발열량 기준의 국가고유 배출계수가 없으므로, 2012~2016년 기간은 2006년 고시 발열량 기준의 국가고유 배출계수 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.11

[표 94] 가정 부문의 Non-CO₂ 배출계수

부문	연료		Non-CO ₂ 배출계수(kg/TJ)	
			CH ₄ 배출계수	N ₂ O 배출계수
가정	석탄		300	1.5
	석유		10	0.6
	가스		5	0.1
	폐기물	도시폐기물	300	4
		산업폐기물	300	4
	바이오매스	고체바이오매스	300	4
		액체바이오매스	10	0.6
		기체바이오매스	5	0.1

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.21

3) 온실가스 배출량 산정 예시

가) 석유류

□ 1단계. 일반현황 및 변수

일반 현황						
보고대상 배출원	가정			기준년도	2021년	
매개변수 정보						
연료 사용량	5,828bbl/년(경유)					
매개변수	연료	연료 단위 환산계수 (toe/bbl)	전환계수 (CF)	배출계수		
				CO ₂ -C (ton C/TJ)	CH ₄ (kg CH ₄ /TJ)	N ₂ O (kg N ₂ O/TJ)
	경유	0.144	0.931	20.111	10	0.6

□ 2단계. 온실가스 배출량 산정

온실가스 배출량 산정				
(1) 산정식	석유 소비량의 단위 환산			
	$FC(\text{천toe/년}) = AD(\text{bbl/년}) \times Factor(\text{toe/bbl}) \times 10^{-3}$			
	FC	석유 소비량(천toe/년)		
	AD	석유 소비량(bbl/년)		
	Factor	연료 단위 환산계수(toe/bbl)		
	10^{-3}	단위환산계수		
(1) 산정예시	◦ 위의 식에 따라 연료 소비량의 단위를 환산하면 다음과 같음 $FC = 5,828\text{bbl/년} \times 0.144\text{toe/bbl} \times 10^{-3} = 0.839 \text{ 천toe/년}$			
	배출원	배출원	연료	연료 소비량(천toe/년)
	가정	-	경유	0.839
(2) 산정식	온실가스 배출량 산정(CO ₂)			
	$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 44/12)$			
	E	CO ₂ 배출량(ton CO ₂ /년)		
	FC	연료 사용량(천 TOE/년)		
	41.868	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)		
	CF	전환계수(순발열량/총발열량)		
	EF	배출계수(t C/TJ)		
	44/12	탄소 기준 배출량을 CO ₂ 기준으로 전환(kg CO ₂ /kg C)		
	i	연료 유형		
	j	부문		
	온실가스 배출량 산정(Non-CO ₂)			
	$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 10^{-3})$			
	E	Non-CO ₂ 배출량(ton CH ₄ 혹은 N ₂ O/년)		
	FC	연료 사용량(천 TOE/년)		
	41.868	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)		
	CF	전환계수(순발열량/총발열량)		
	EF	배출계수(kg CH ₄ /TJ or kg N ₂ O/TJ)		
	i	연료 유형		
	j	부문		

온실가스 배출량 산정					
(2) 산정예시	<ul style="list-style-type: none"> 위의 식에 따라 가정 부문의 CO₂ 배출량을 산정하면 다음과 같음 $E_{CO_2} = 0.839 \times 41.686 \times 0.931 \times 20.111 \times 44/12 = 2,412 \text{ tonCO}_2/\text{년}$ 위의 식에 따라 가정 부문의 Non-CO₂ 배출량을 산정하면 다음과 같음 $E_{CH_4} = 0.839 \times 41.686 \times 0.931 \times 10 \times 10^{-3} = 0.33 \text{ tonCH}_4/\text{년}$ $E_{N_2O} = 0.839 \times 41.686 \times 0.931 \times 0.6 \times 10^{-3} = 0.02 \text{ tonN}_2\text{O}/\text{년}$ 				
	배출원	연료	CO ₂ 배출량	CH ₄ 배출량	N ₂ O 배출량
	가정	경유	2,412	0.33	0.02

□ 3단계. 온실가스 배출량 산정결과

각 온실가스별 배출량			총 온실가스 배출량(GWP 적용)			ton CO ₂ eq
ton CO ₂	ton CH ₄	ton N ₂ O	ton CO ₂ ×GWP	ton CH ₄ ×GWP	ton N ₂ O×GWP	
2,412	0.33	0.02	2,412×1	0.33×28	0.02×265	2,427

나) 도시가스

□ 1단계. 일반현황 및 변수

일반 현황						
보고대상 배출원	가정(도시가스)		기준년도	2021년		
매개변수 정보						
도시가스 사용량	154,317 천m³/년					
매개변수	연료	연료 단위 환산 계수 (MJ/m³)	전환계수 (CF)	배출계수		
				CO₂-C (ton C/TJ)	CH₄ (kg CH₄/TJ)	N₂O (kg N₂O/TJ)
		도시가스	43.1	0.903	15.272	5

□ 2단계. 배출원 분류체계 재분류

배출원 분류체계 재분류

배출원
분류체계
재분류

도시가스 용도

주택용

업무난방용

영업용 1

영업용 2

냉난방 공조용

산업용

수송용

사회복지시설용(업무용)

집단에너지용

공동주택 등 열병합

집단에너지 열전용설비용

공동주택 열전용설비용

공동주택 외 열전용설비용

연료연지용

▷

배출원 재분류

가정

상업/공공

상업/공공

상업/공공

상업/공공

제조업 및 건설업 - 기타제조

수송

상업/공공

에너지산업

에너지산업

에너지산업

에너지산업

에너지산업

에너지산업

□ 3단계. 온실가스 배출량 산정

온실가스 배출량 산정				
(1) 산정식	도시가스 소비량의 단위 환산			
	$FC(TJ/\text{년}) = AD(\text{천 m}^3/\text{년}) \times Factor(MJ/\text{m}^3) \times 10^{-3}$			
	FC	도시가스 소비량(TJ/년)		
	AD	도시가스 소비량(천m³/년)		
	Factor	연료 단위 환산계수(MJ/m³)		
	10 ⁻³	단위환산계수		
(1) 산정예시	◦ 위의 식에 따라 연료 소비량의 단위를 환산하면 다음과 같음 FC = 154,317천m³/년 × 43.1MJ/m³ × 10 ⁻³ = 6,651 TJ/년			
	배출원	배출원	연료	연료 소비량(TJ/년)
	기타	상업/공공	도시가스	6,651

온실가스 배출량 산정					
(2) 산정식	온실가스 배출량 산정(CO ₂)				
	$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 44/12)$				
	E	CO ₂ 배출량(ton CO ₂ /년)			
	FC	연료 사용량(천 TOE/년)			
	41.868	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)			
	CF	전환계수(순발열량/총발열량)			
	EF	배출계수(t C/TJ)			
	44/12	탄소 기준 배출량을 CO ₂ 기준으로 전환(kg CO ₂ /kg C)			
	i	연료 유형			
	j	부문			
	온실가스 배출량 산정(Non-CO ₂)				
	$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 10^{-3})$				
	E	Non-CO ₂ 배출량(ton CH ₄ 혹은 N ₂ O/년)			
	FC	연료 사용량(천 TOE/년)			
	41.868	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)			
	CF	전환계수(순발열량/총발열량)			
	EF	배출계수(kg CH ₄ /TJ or kg N ₂ O/TJ)			
	i	연료 유형			
	j	부문			
	(2) 산정예시	◦ 위의 식에 따라 가정 부문의 CO ₂ 배출량을 산정하면 다음과 같음 E _{CO₂} = 6,651×0.903×15.272×44/12 = 336,314 tonCO ₂ /년			
◦ 위의 식에 따라 가정 부문의 Non-CO ₂ 배출량을 산정하면 다음과 같음 (연료 사용 단위가 TJ이므로 Joule-TOE 환산계수(41.868) 제외) E _{CH₄} = 6,651×0.903×5×10 ⁻³ = 30.03 tonCH ₄ /년 E _{N₂O} = 6,651×0.903×0.1×10 ⁻³ = 0.60 tonN ₂ O/년					
배출원		연료	CO ₂ 배출량	CH ₄ 배출량	N ₂ O 배출량
가정		경유	336,314	30	0.6

□ 4단계. 온실가스 배출량 산정결과

각 온실가스별 배출량			총 온실가스 배출량(GWP 적용)			ton CO ₂ eq
ton CO ₂	ton CH ₄	ton N ₂ O	ton CO ₂ ×GWP	ton CH ₄ ×GWP	ton N ₂ O×GWP	
336,314	30	0.6	336,314×1	30×28	0.6×265	337,314

다. 농림어업

1) 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 농림어업 부문은 석유 소비량이 주요 활동도로 적용되는 반면, 도시가스는 사용 용도가 세부적으로 구분되지 않아 산정에서 제외
- 농림어업 부문은 고정과 이동 부분으로 구분됨
 - 농림수산업의 연료 소비량 중 휘발유, 경유, 중유류(B-A유, B-B유, B-C유)는 이 동으로 분류하였으며, 그 외 연료는 고정으로 분류함

[표 95] 농림어업의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
석유 소비량	국내 소비 : 시군구별 제품별 산업별 소비	한국석유공사

[표 96] 농림어업의 활동자료 출처

활동자료	출처
석유 소비량	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Petronet(홈페이지) > 국내석유통계 > 국내소비 > 시군구별 제품별 산업별 소비 ◦ Petronet 홈페이지 주소 : https://www.petronet.co.kr/ ◦ 연료에 따라 고정 부문과 이동 부분으로 구분됨 ◦ 국내석유정보시스템에서 세부적인 소비량 통계 자료를 활동자료로 사용하는 것을 권장(외부는 접근 불가) <ul style="list-style-type: none"> - 국내석유정보시스템 홈페이지 주소 : https://www.pedsis.co.kr/

2) 산정식 및 배출계수

가) 온실가스 배출량 산정식

□ CO₂ 배출량 산정식

$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 44/12)$	
E	CO ₂ 배출량(ton CO ₂ /년)
FC	연료 사용량(천 TOE/년)
41.686	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)
CF	전환계수(순발열량/총발열량)
EF	배출계수(t C/TJ)
44/12	탄소 기준 배출량을 CO ₂ 기준으로 전환(kg CO ₂ /kg C)
i	연료 유형
j	부문

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.9

□ Non-CO₂ 배출량 산정식

$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 10^{-3})$	
E	Non-CO ₂ 배출량(ton CH ₄ 혹은 N ₂ O/년)
FC	연료 사용량(천 TOE/년)
41.686	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)
CF	전환계수(순발열량/총발열량)
EF	배출계수(kg CH ₄ /TJ or kg N ₂ O/TJ)
i	연료 유형
j	부문

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.14

나) 배출계수

[표 97] 국가 고유 발열량

연료		단위	'90-'06	'07-'11		'12-'16		'17 이후	
			총 발열량	총 발열량	순 발열량	총 발열량	순 발열량	총 발열량	순 발열량
			MJ	MJ		MJ		MJ	
석유	원유	kg	41.9	45.0	42.3	44.9	42.2	45	42.2
	휘발유	L	34.8	33.5	31.0	32.6	30.3	32.7	30.4
	등유 1호(보일러) ¹⁾	L	36.4	37.5	35.0	36.8	34.3	36.7	34.2
	등유 2호(실내)	L	36.4	36.8	34.3	36.8	34.3	36.7	34.2
	경유	L	38.5	37.9	35.4	37.7	35.3	37.8	35.2
	B-A유	L	39.4	38.9	36.6	38.9	36.4	39.0	36.4
	B-B유	L	40.6	40.4	38.1	40.5	38.0	40.5	38.0
	B-C유 ²⁾	L	41.4	41.4	39.1	41.6	39.2	41.7	39.2
	프로판	kg	50.2	50.4	46.3	50.4	46.3	50.4	46.3
	부탄	kg	49.4	49.6	45.7	49.6	45.6	49.5	45.7
	납사 ³⁾	L	33.5	33.7	31.2	32.3	30.0	32.3	29.9
	용제	L	34.3	33.3	30.8	33.3	31.0	32.8	30.3
	항공유	JA-1 ⁴⁾	L	36.4	36.6	34.3	36.5	34.1	36.5
		JP-4	L	35.6	36.6	34.3	36.5	34.1	36.5
		AVI-G ⁵⁾	L	34.8	33.5	31.0	32.6	30.3	30.4
	아스팔트	kg	41.9	41.4	39.1	41.5	39.2	41.4	39.2
	윤활유	L	39.4	38.7	36.2	39.8	37.0	40.0	37.3
	석유코크	kg	45.2	33.9	32.9	33.5	31.6	35.0	34.2
	부생연료 1호 ⁶⁾	L		37.0	35.0	36.9	34.3	37.1	34.6
	부생연료 2호	L		40.6	38.5	40.0	37.9	39.9	37.7
가스	천연가스(LNG)	kg	54.4	54.5	49.2	54.6	49.3	54.7	49.4
	도시가스(LNG)	Nm ³	44.0	44.2	40.0	43.6	39.4	43.1	38.9
	도시가스(LPG)	Nm ³	62.8	62.8	57.8	62.8	57.7	63.6	58.4
석탄	국내 무연탄	kg	18.8	19.5	19.3	18.9	18.6	19.8	19.4
	수입 무연탄(연료탄)	kg	25.1	27.4	26.8	21.0	20.6	21.2	20.5
	수입 무연탄(원료탄)	kg	25.1	27.4	26.8	24.7	24.4	25.2	24.7
	유연탄(원료탄)	kg	27.6	26.0	24.9	25.8	24.7	24.8	23.7
	유연탄(연료탄)	kg	27.6	29.3	28.3	29.3	28.2	29.2	28.0
	아역청탄	kg		22.4	20.9	22.7	21.4	21.4	19.9
	코크스	kg	27.2	29.5	29.3	29.1	28.9	29.0	28.9
기타	신탄 ⁷⁾	kg	18.8	18.8		18.8		18.8	

비고 1. 보일러 등유는 2011년 7월부터 판매가 폐지되어 2012년 이후는 실내 등유의 값을 준용

2. 정제가스는 B-C유의 값을 준용

3. 국내에서 생산되는 컨덴세이트는 납사의 값을 준용

4. JP-8은 JA-1의 값을 준용

5. AVI-G는 휘발유의 값을 준용

6. 액체바이오매스(바이오디젤), 정제원료, 기타 석유 등 제시되지 않은 석유류의 발열량은 부생연료 1호의 값을 준용

7. 신탄의 전환계수는 '1'을 적용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.12

[표 98] 전환계수(순발열량/총발열량)

연료	전환계수(MJ/MJ)			연료	전환계수(MJ/MJ)		
	'90-'11	'12-16	'17 이후		'90-'11	'12-16	'17 이후
원유	0.940	0.940	0.938	윤활유	0.935	0.930	0.933
휘발유	0.925	0.929	0.930	석유코크	0.971	0.943	0.977
등유 1호(보일러)	0.933	0.932	0.932	부생연료 1호	0.946	0.930	0.933
등유 2호(실내)	0.932	0.932	0.932	부생연료 2호	0.948	0.948	0.945
경유	0.934	0.936	0.931	천연가스(LNG)	0.903	0.903	0.903
B-A유	0.941	0.936	0.933	도시가스(LNG)	0.905	0.904	0.903
B-B유	0.943	0.938	0.938	도시가스(LPG)	0.920	0.919	0.918
B-C유 ²⁾	0.944	0.942	0.940	국내 무연탄	0.990	0.984	0.980
프로판	0.919	0.919	0.919	수입 무연탄(연료용)	0.978	0.981	0.967
부탄	0.921	0.919	0.923	수입 무연탄(원료용)	0.978	0.988	0.980
납사 ³⁾	0.926	0.929	0.926	유연탄(원료탄)	0.958	0.957	0.956
용제	0.925	0.931	0.924	유연탄(연료탄)	0.966	0.962	0.959
항공유	JA-1	0.937	0.934	아역청탄	0.933	0.943	0.930
	JP-4	0.937	0.934	코크스	0.933	0.993	0.997
항공용 휘발유	0.925	0.929	0.930	신탄 ⁷⁾	1.000	1.000	1.000
아스팔트	0.944	0.944	0.947				

비고 1. 전환계수=[순발열량(MJ)/총발열량(MJ)], 실제 산정 시에는 소수점 반올림을 하지 않고 그대로 적용한다

2. 석유류 중 기타제품(바이오디젤, 기타제품 등)은 부생연료 1호의 전환계수를 사용한다.

3. 석유정제에 사용되는 부생가스는 B-C유, 컨덴세이트는 납사의 전환계수를 사용한다.

4. 바이오디젤은 경유의 전환계수를 사용한다

5. '90-'06년에는 별도로 고시된 순발열량이 없으므로, '90-'06년 전환계수는 '07-'11년의 전환계수를 적용하여 계산한다

자료 : 온실가스종합정보센터. 2023. 2022 국가 온실가스 인벤토리 보고서, [표 3-10]

[표 99] 탄소배출계수(석유류)

연료		2006 IPCC	국가 고유 배출계수(단위 : t C/TJ)			
			-`11	`12-16	`17 이후	
석유	원유	20.0				
	오리멸전	21.0				
	액상천연가스(NGL)	17.5				
	휘발유	자동차용	18.9	19.7	20.0	19.548
		항공용	19.1			
		제트용	19.1			
	항공용 ¹⁾	19.5	19.6	19.8	19.931	
	보일러 등유 ²⁾	19.6	19.5			
	실내 실내 등유	19.6	19.5	19.6	19.969	
	Shale Oil	20.0				
	경유	20.2	20.0	20.2	20.111	
	경질중유(B-A유)	20.5 ³⁾	20.2	20.4	20.657	
	중유(B-B유)	20.8 ³⁾	20.6	20.5	20.657	
	중질중유(B-C유)	21.1	20.8	20.6	21.929	
	부상연료 1호 ⁴⁾			19.7	20.067	
	부상연료 2호 ⁴⁾			21.0	21.729	
	프로판	17.2	17.6	17.6	17.641	
	부탄	17.2	18.1	18.1	18.107	
	에탄올	16.8				
	납사 ⁵⁾	20.0	18.6	19.2	19.157	
	용제	20.0	19.4	19.3	19.172	
	아스팔트	22.0	21.5	21.6	21.544	
	윤활유	20.0	19.7	19.9	19.979	
	석유 코크 ⁶⁾	26.6	27.2		26.086	
	정제가스	15.7				
	기타 석유 ⁷⁾	20.0				

- 비고 1. 항공유는 Jet A-1, JP-4, JP-8 등을 포함하며, 항공용 휘발유(AVI-G)는 휘발유의 값을 준용
 2. 보일러 등유는 2011년 7월부터 판매가 폐지되어 2012년 이후는 실내 등유의 국가고유 배출계수 준용
 3. 경질중유(B-A유)는 경유 유분 70%, B-C유분 30% 혼합유이고, 중유(B-B유)는 경유 유분 30%와 B-C유분 70% 혼합유이므로, 이를 고려하여 기본 배출계수 보정
 4. 부상연료 1호, 2호는 1990년부터 2011년까지 기타 석유의 기본 배출계수를 준용
 5. 국내에서 생산되는 컨덴세이트는 납사의 값을 준용
 6. 석유코크는 2011년 고시 발열량 기준의 국가고유 배출계수가 없으므로, 2012-2016년 기간은 2006년 고시 발열량 기준의 국가고유 배출계수 준용
 7. 기타 석유는 1990년부터 2011년까지 기본 배출계수를 준용하고, 2012년부터는 부상연료 1호의 국가고유 배출계수를 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.11

[표 100] 연료별 단위 환산 계수

구분	연료	단위 환산 계수(TOE/bbl)			
		'90-'06	'07-'11	'12-16	'17 이후
정제 투입 원료	원유	0.135	0.145	0.145	0.145
	정제원료	0.141	0.141	0.140	0.141
정제 산출 제품	휘발유	0.132	0.127	0.124	0.124
	등유 1호(보일러)	0.138	0.142	0.140	0.139
	등유 2호(실내)	0.138	0.140	0.140	0.139
	경유	0.146	0.144	0.143	0.144
	B-A유	0.149	0.148	0.148	0.148
	B-B유	0.154	0.153	0.154	0.154
	B-C유 ²⁾	0.157	0.157	0.158	0.158
	항공유(JA-1, JP-8)	0.138	0.139	0.139	0.139
	항공유(JP-4)	0.135	0.139	0.139	0.139
	항공유(AVI-G)	0.132	0.127	0.124	0.124
	프로판	0.197	0.097	0.097	0.097
	부탄	0.108	0.109	0.109	0.109
	납사	0.127	0.128	0.123	0.123
	용제	0.130	0.126	0.126	0.124
	아스팔트	0.162	0.160	0.160	0.160
	윤활유	0.149	0.147	0.151	0.152
	석유코크	0.224	0.168	0.166	0.173
	정제가스	0.157	0.157	0.158	0.158
	기타 제품	0.141	0.141	0.140	0.141
	부생연료 1호	0.141	0.141	0.140	0.141
	부생연료 2호	0.154	0.154	0.125	0.151

비고 1. 일반석유류 1bbl = 158.984L

2. 원유 1bbl = 158.984L

3. 프로판 1bbl = 158.984L

4. 부탄 1bbl = 158.984L

5. 아스팔트 1bbl = 158.984L

6. 정제원료는 기타제품의 값을 적용

7. AVI-G는 휘발유 값을 적용

8. 정제가스는 B-C의 값을 적용

9. 제시되지 않은 석유류의 단위 환산 계수는 부생연료 1호의 값을 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.13

[표 101] 탄소배출계수(석탄류, 가스, 기타화석연료, 바이오매스류)

연료		2006 IPCC	국가 고유 배출계수(단위 : t C/TJ)		
			'11	'12-16	'17 이후
석탄	국내 무연탄	26.8	29.7	30.5	30.185
	수입 무연탄(연료탄) ¹⁾	26.8		28.6	27.404
	수입 무연탄(원료탄) ¹⁾	26.8		29.2	29.909
	유연탄(원료탄) ¹⁾	25.8		26.2	25.963
	유연탄(연료탄)	25.8	25.9	26.0	25.951
	아역청탄	26.2	29.3	26.2	26.468
	갈탄	27.6			
	Oil Shale	29.1			
	BKB & Patent Fuel	26.6			
	Coke Oven/Gas Coke	29.2			
	Coke Oven Gas	12.1			
	Blast Furnace Gas	70.8			
	토탄	28.9			
가스	천연가스(LNG)	15.3	15.4	15.3	15.312
	도시가스(LNG)	15.3	15.4	15.3	15.272
	도시가스(LPG)	17.2	17.6	17.6	17.454
기타 화석 연료	도시폐기물(비재생)	25.0			
	산업폐기물	39.0			
바이오 매스	고 체	목재/목재 폐기물	30.5		
		이형산염 잿물	26.0		
		기타 주요한 고체 바이오매스	27.3		
		목탄	30.5		
	액 체	바이오 가솔린	19.3		
		바이오 디젤 ²⁾	19.3		
		기타 액체 바이오디젤	21.7		
	기 체	매립지 가스	14.9		
		슬러지 가스	14.9		
		기타 바이오가스	14.9		

비고 1. 수입무연탄, 유연탄(원료탄)은 2007년부터 2011년까지 해당 연료의 기본 배출계수를 준용

2. 액체바이오매스(바이오디젤), 기타 석유 등 국가고유 배출계수가 제시되지 않은 연료는 해당 연료의 기본 배출계수를 준용

3. 경질중유(B-A유)는 경유 유분 70%, B-C유분 30% 혼합유이고, 중유(B-B유)는 경유 유분 30%와 B-C유분 70% 혼합유이므로, 이를 고려하여 기본 배출계수 보정

4. 부생연료 1호, 2호는 1990년부터 2011년까지 기타 석유의 기본 배출계수를 준용

5. 국내에서 생산되는 컨덴세이트는 납사의 값을 준용

6. 석유코크는 2011년 고시 발열량 기준의 국가고유 배출계수가 없으므로, 2012~2016년 기간은 2006년 고시 발열량 기준의 국가고유 배출계수 준용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.11

[표 102] 농업/임업/어업(고정, 이동연소) 부문의 Non-CO₂ 배출계수

부문	연료		Non-CO ₂ 배출계수(kg/TJ)	
			CH ₄ 배출계수	N ₂ O 배출계수
농업/임업/어업 (고정연소)	석탄		300	1.5
	석유		10	0.6
	가스		5	0.1
	폐기물	도시폐기물	300	4
		산업폐기물	300	4
	바이오 매스	고체바이오매스	300	4
		액체바이오매스	10	0.6
		기체바이오매스	5	0.1
어업(이동연소)			7	2

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.21

3) 온실가스 배출량 산정 예시

□ 1단계. 일반현황 및 변수

일반 현황						
보고대상 배출원	농림어업(고정)			기준년도	2021년	
매개변수 정보						
연료 사용량	231bbl/년(실내 등유)					
매개변수	연료	연료 단위 환산계수 (toe/bbl)	전환계수 (CF)	배출계수		
				CO ₂ -C (ton C/TJ)	CH ₄ (kg CH ₄ /TJ)	N ₂ O (kg N ₂ O/TJ)
		실내 등유	0.139	0.932	20.111	10

□ 2단계. 배출원 분류체계 재분류

배출원 분류체계 재분류

배출원
분류체계
재분류

Petronet 분류 기준

산업	연료 구분	
농림수 산업	실내 등유	LPG(부탄)
	보일러 등유	부생연료유(등유형)
	LPG(프로판)	부생연료유(중유형)
농림수 산업	휘발유	중질중유(B-C유)
	경유	항공유(JETA-1)
	경질중유(B-A유)	항공유(AVI-G)
	중유(B-B유)	

▷

배출가스 배출원
분류체계

농림수산업
(고정)

농림수산업
(이동)

□ 3단계. 온실가스 배출량 산정

온실가스 배출량 산정				
(1) 산정식	석유 소비량의 단위 환산			
	$FC(\text{천toe/년}) = AD(\text{bbl/년}) \times Factor(\text{toe/bbl}) \times 10^{-3}$			
	FC	석유 소비량(천toe/년)		
	AD	석유 소비량(bbl/년)		
	Factor	연료 단위 환산계수(toe/bbl)		
	10^{-3}	단위환산계수		
(1) 산정예시	◦ 위의 식에 따라 연료 소비량의 단위를 환산하면 다음과 같음 $FC = 231\text{bbl/년} \times 0.139\text{toe/bbl} \times 10^{-3} = 0.03 \text{ 천toe/년}$			
	배출원	배출원	연료	연료 소비량(천toe/년)
	기타	농림어업(고정)	실내등유	0.03

온실가스 배출량 산정					
(2) 산정식	온실가스 배출량 산정(CO ₂)				
	$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 44/12)$				
	E	CO ₂ 배출량(ton CO ₂ /년)			
	FC	연료 사용량(천 TOE/년)			
	41.868	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)			
	CF	전환계수(순발열량/총발열량)			
	EF	배출계수(t C/TJ)			
	44/12	탄소 기준 배출량을 CO ₂ 기준으로 전환(kg CO ₂ /kg C)			
	i	연료 유형			
	j	부문			
	온실가스 배출량 산정(Non-CO ₂)				
	$E = \sum_{i,j} (FC_{i,j} \times 41.686 \times CF_i \times EF_i \times 10^{-3})$				
	E	Non-CO ₂ 배출량(ton CH ₄ 혹은 N ₂ O/년)			
	FC	연료 사용량(천 TOE/년)			
	41.868	Joule-TOE 환산계수(TJ/천TOE)			
	CF	전환계수(순발열량/총발열량)			
	EF	배출계수(kg CH ₄ /TJ or kg N ₂ O/TJ)			
	i	연료 유형			
	j	부문			
(2) 산정예시	◦ 위의 식에 따라 농림어업(고정)의 CO ₂ 배출량을 산정하면 다음과 같음 E _{CO₂} = 0.030×41.686×0.932×20.111×44/12 = 85 tonCO ₂ /년				
	◦ 위의 식에 따라 농림어업(고정) Non-CO ₂ 배출량을 산정하면 다음과 같음 E _{CH₄} = 0.030×41.686×0.932×10×10 ⁻³ = 0.01 tonCH ₄ /년 E _{N₂O} = 0.839×41.686×0.932×0.6×10 ⁻³ = 0.001 tonN ₂ O/년				
	배출원	연료	CO ₂ 배출량	CH ₄ 배출량	N ₂ O 배출량
	농림어업(고정)	실내 등유	85	0.01	0.001

□ 4단계. 온실가스 배출량 산정결과

각 온실가스별 배출량			총 온실가스 배출량(GWP 적용)			ton CO ₂ eq
ton CO ₂	ton CH ₄	ton N ₂ O	ton CO ₂ ×GWP	ton CH ₄ ×GWP	ton N ₂ O×GWP	
85	0.01	0.001	85×1	0.01×28	0.001×265	85

7. 탈루

가. 고체연료 탈루

1) 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 고체연료 탈루에 의한 온실가스 산정은 국내 석탄 생산량(전/후)과, 배출계수를 곱하여 산정함

[표 103] 고체연료(탈루)의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
석탄 생산량 (채광 전/후)	명세서	NMGS

[표 104] 고체연료(탈루)의 활동자료 출처

활동자료	출처
석탄 생산량 (채광 전/후)	<ul style="list-style-type: none"> 국가온실가스종합관리시스템(홈페이지) > 명세서 배출량 통계 > 명세서 주요 정보 > 업체 배출량 국가온실가스종합관리시스템 홈페이지 주소 : https://ngms.gir.go.kr/ (세부정보 확인 불가)

2) 산정식 및 배출계수

가) 온실가스 배출량 산정식

$E_{Coal(CH_4)} = [A_{Coal} \times EF_{Coal(CH_4)} \times CF_{Coal(CH_4)}]$	
$E_{Coal(CH_4)}$	석탄 채광 및 채광 이후의 탈루 배출량(천ton CH ₄)
A_{Coal}	국내 석탄 생산량
$EF_{Coal(CH_4)}$	석탄 채광 및 채광 이후의 배출계수(m ³ CH ₄ /ton)
$CF_{Coal(CH_4)}$	CH ₄ 밀도(천ton/10 ⁶ m ³)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.22

나) 배출계수

[표 105] 고체연료 탈루 배출계수

CRF 코드	배출원		배출계수	
			CH ₄ (m ³ CH ₄ /t 석탄 생산량)	CH ₄ 밀도 (Gg/10 ⁶ m ³)
1B1a	석탄광산 (지하광산)	채광	18.0	0.67
		채광이후	2.5	

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.12

나. 석유 및 천연가스 탈루 배출

1) 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 석유 부분은 원유 생산 및 정유회사까지 수송(파이프라인, 탱크, 트럭 등) 과정 중 이송 과정에서 탈루되는 온실가스(CH_4)의 배출량을 산정하는 것이나, 경기도에는 해당 사항이 없음
- 천연가스는 지역 내에서 소비되는 도시가스 총량을 주요 활동자료로 활용함

[표 106] 석유 및 천연가스 탈루의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
천연가스 소비량	부문별 도시가스 소비	도시가스 공급사

[표 107] 석유 및 천연가스 탈루의 활동자료 출처

활동자료	출처
천연가스 소비량	각 지역의 도시가스 공급사에 별도 요청
도시가스 공급사 현황 (지역별 도시가스 공급사 정보)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 한국도시가스협회(홈페이지) > 도시가스 회사 > 도시가스 고객센터 찾기 ◦ 한국도시가스협회 홈페이지 주소 : http://www.citygas.or.kr/

[표 108] 경기도 행정구역별 도시가스 공급사 현황

시군구	도시가스 공급사	시군구	도시가스 공급사
수원시	삼천리	김포시	서울도시가스, 인천도시가스
성남시	삼천리, 코원에너지서비스	화성시	삼천리
안양시	삼천리	광주시	코원에너지서비스
부천시	삼천리	여주시	코원에너지서비스
광명시	삼천리	양평군	에스코
평택시	삼천리	의정부시	대륜E&S
안산시	삼천리	동두천시	대륜E&S
과천시	코원에너지서비스	고양시	서울도시가스
오산시	삼천리	구리시	에스코
시흥시	삼천리	남양주시	에스코
군포시	삼천리	파주시	서울도시가스
의왕시	삼천리	양주시	대륜E&S
하남시	코원에너지서비스	포천시	대륜E&S, 에스코
용인시	삼천리	연천군	대륜E&S
이천시	코원에너지서비스	가평군	에스코
안성시	삼천리		

자료 : 한국도시가스협회. “한국도시가스협회 - 도시가스 고객센터 찾기.” 한국도시가스협회(홈페이지), 2023년 4월 28일 접속, <http://www.citygas.or.kr/>

2) 산정식 및 배출계수

가) 온실가스 배출량 산정식

$E_{Oil \& Natural Gas_i} = \sum [A_j \times EF_{i,j}]$	
$E_{Oil \& Natural Gas}$	석유 및 가스의 탈루 배출량(천톤 CH ₄)
A	활동자료
EF	배출계수
i	가스 종류(CH ₄)
j	배출원 구분

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.22

나) 배출계수

[표 109] 석유 및 천연가스 탈루 배출계수

CRF 코드	배출원		배출계수	
			CH ₄ 배출계수 (Gg CH ₄ /10 ⁶ m ³)	
1B2a	석유	생산	5.9×10 ⁻⁷	
		이상	5.4×10 ⁻⁶	
		정제	21.8×10 ⁻⁶	
		분배	-	
1B2b	천연가스	생산	3.8×10 ⁻⁴	
		처리	1.5×10 ⁻⁴	
		이송	Venting	2.028×10 ⁻⁵
			Leaks	8.567×10 ⁻⁶
		저장	Venting	3.756×10 ⁻⁶
			Leaks	6.835×10 ⁻⁶
		분배	1.1×10 ⁻³	

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.12

3) 온실가스 배출량 산정 예시

□ 1단계. 일반현황 및 변수

일반 현황						
보고대상 배출원	천연가스			기준년도	2021년	
매개변수 정보						
연료 사용량	415,271천m³/년(도시가스)					
배출계수	구분	배출원				
		이송		저장		분배
		Venting	Leaks	Venting	Leaks	
	CH ₄ 배출계수	2.028×10 ⁻⁵	8.567×10 ⁻⁶	3.756×10 ⁻⁶	6.835×10 ⁻⁶	1.1×10 ⁻³

□ 2단계. 온실가스 배출량 산정

온실가스 배출량 산정				
(1) 산정식	$E_{Oil \& Natural Gas_i} = \sum [A_j \times EF_{i,j}]$			
	E _{Oil&Natural Gas}	석유 및 가스의 탈루 배출량(천톤 CH ₄)		
	A	활동자료		
	EF	배출계수		
	i	가스종류(CH ₄)		
	j	배출원 구분		
(1) 산정예시	◦ 위의 식에 따라 이송(Venting)에 의한 온실가스 배출량을 산정하면 다음과 같음 E _{이송(Venting)} = 415,271 × (2.028 × 10 ⁻⁵ /10 ⁶) × 10 ³ = 8 tonCO ₂ /년			
	* 배출량 산정 시 행정구역에서 도시가스로 소비되는 총량임			
	* 산정 대상 배출원은 이송, 저장, 분배임.(생산, 처리 제외)			
	배출원	배출원	구분	CH ₄ 배출량
탈루	도시가스	이송(Venting)	8	

□ 3단계. 온실가스 배출량 산정결과

각 온실가스별 배출량			총 온실가스 배출량(GWP 적용)			ton CO ₂ eq
ton CO ₂	ton CH ₄	ton N ₂ O	ton CO ₂ ×GWP	ton CH ₄ ×GWP	ton N ₂ O×GWP	
-	8	-	-	8×28	-	236

제 3 장 | 농업

1. 배출원 분류체계 및 범위
2. 용어 정의
3. 장내발효
4. 가축분뇨처리
5. 벼재배
6. 농경지도양
7. 작물잔사소각
8. 석회 시용
9. 요소 시용

제 3 장

농업

1. 배출원 분류체계 및 범위

- 농업 분야는 축산과 농작물 재배(경종)에 따른 CH₄와 N₂O 배출량을 산정하고 축산은 가축 장내발효(CH₄), 가축분뇨처리(CH₄와 N₂O) 온실가스 배출량을 산정함.
- 농작물 재배와 관련한 배출원에는 벼 재배, 농경지 토양, 작물잔사소각에서 발생하는 CH₄와 N₂O 배출량과 석회/요소 시용으로 발생하는 CO₂ 배출량을 산정함.

[표 110] 농업 분야 온실가스 배출원 및 산정 대상 온실가스

배출원		온실가스
축산	장내발효	CH ₄
	가축분뇨처리	CH ₄ , N ₂ O
농작물 생산활동	벼 재배	CH ₄
	농경지 토양	N ₂ O
	작물잔사소각	CH ₄ , N ₂ O
	석회비료 시용	CO ₂
	요소 시용	CO ₂

[표 111] 농업 분야(장내발효) 온실가스 배출원 목록

CRF코드		배출원	
3A 장내발효	3A1	소(젖소, 한육우)	가축이 섭취한 사료가 장(腸) 내 소화 과정에서 미생물에 의해 발효되어 온실가스(CH ₄)가 발생
	3A2	양(면양)	
	3A3	돼지(비육용, 번식용)	
	3A4	사슴	
	3A4	염소(산양)	
	3A4	말	

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침

[표 112] 농업 분야(가축분뇨처리) 온실가스 배출원 목록

CRF코드		배출원	
3B 가축 분뇨 처리	3B1	소(젖소, 한육우)	<ul style="list-style-type: none"> 가축분뇨 혐기성 처리시 혐기성 미생물에 의해 가축 분뇨가 분해될 때 발생하는 온실가스(CH_4, N_2O)
	3B2	양(면양)	
	3B3	돼지(비육용, 번식용)	
	3B4	사슴	
	3B4	염소(산양)	
	3B4	말	
	3B4	가금류(닭, 오리 등)	

자료 : 온실가스종합정보센터, 2022. 2022년 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침

[표 113] 농업 분야(경종) 온실가스 배출원 목록

CRF코드		배출원		
3C 벼재배	3C1	관개	상시담수	◦ 벼를 재배하는 과정 중 관개에 의한 담수 상태에서 유기물이 혐기성 분해되어 배출되는 온실가스(CH ₄)
			간단관개	
	3C2	천수답	상습가뭄	
3D 농경지 토양	3D1	직접 배출	화학비료	◦ 직접 배출 부분은 화학비료, 가축분뇨, 작물잔사에 의한 토양 환원에 의해 발생하는 온실가스를 의미 ◦ 간접 배출 부분은 가축분뇨와 비료 투입에 의한 대기 휘산과 가축분뇨 및 비료 투입, 작물잔사 환원에 의한 수계 유출에 의해 발생하는 온실가스를 의미
			가축분뇨	
			작물잔사환원	
	3D3	간접 배출	대기휘산	
			수계유출	
3F 작물 잔사 소각	3F1	곡류(벼, 보리, 밀)		◦ 작물잔사소각 부분은 곡류, 두류, 서류, 기타(고추, 마늘, 양파, 참깨) 작물을 재배 후 발생하는 잔재물을 소각하는 과정에서 발생하는 온실가스를 산정하는 부분으로 CH ₄ 과 N ₂ O에 의한 배출량을 산정하는 부분임 ◦ 소각하는 과정에서 CH ₄ 과 N ₂ O 외에 CO ₂ 도 발생하나, CO ₂ 는 다시 작물로 흡수된다고 가정하였기에 CO ₂ 는 산정하지 않음
	3F2	두류(콩)		
	3F3	근채류(감자, 고구마)		
	3F5	기타(고추, 마늘, 양파, 참깨)		
3G	석회사용			◦ 농경지 토양 개선을 위한 석회 비료 사용으로 발생하는 온실가스를 의미
3H	요소사용			◦ 요소는 질소(N)를 주성분으로 하는 비료로 작물 생육을 위한 요소비료 사용에 따른 CO ₂ 손실량을 의미

자료 : 온실가스종합정보센터, 2022. 2022년 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침

2. 용어 정의

용어	용어 설명
휘발	액체가 상온에서 기체가 되어 날아 흩어지는 현상으로 분뇨처리시설에서 처리 시 암모니아(NH ₃)와 질소산화물(NO _x)로 날아 흩어지는 것을 의미
대기침적	미량 기체나 입자들이 대기로부터 지표면으로 이동하는 과정을 의미
지구온난화지수(GWP)	이산화탄소(CO ₂)가 지구 온난화에 미치는 영향을 기준으로 다른 온실가스(CH ₄ , N ₂ O 등)가 지구 온난화에 기여하는 것을 의미
상시담수	벼를 재배하는 논에 물을 항상 공급함으로써 논이 지속적인 담수상태에서 벼를 재배하는 것을 의미
간단관개	벼 생육에 물이 꼭 필요하지 않은 무효분얼기간 중에 논에 물을 빼서 토양에 산소 공급을 원활하게 하는 방법을 의미
중간낙수	벼의 생육이 적당한 시기에 약 1주일 동안을 물 떼기를 하여 논 바닥에 실금이 생기고 발자국이 날 정도로 말리는 물 관리 방법
천수담	저수지, 지하수 펌프 등의 관개 시설 없이, 벼 농사에 필요한 물을 빗물에만 의존하는 논을 의미
유기물 시용	토양의 지력 증진을 위하여 유기물(유기질 비료)을 토양에 뿌리는 것을 의미
유기물 무시용	토양의 지력 증진을 위하여 유기물(유기질 비료)을 토양에 뿌리지 않는 것을 의미
산화율	연료가 연소될 때 탄소가 되지 않는 부분을 의미

3. 장내발효

가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 장내발효에 의한 온실가스 배출량 산정을 위한 활동자료는 가축 사육두수(지역별 가축 사육현황), 젖소 연령별 사육두수, 한우 성별·연령별 사육두수의 활동자료가 필요하며 각 자료의 수집 통계 작성기관은 다음과 같음

[표 114] 장내발효 부문 활동자료 수집을 위한 통계자료 목록

활동자료명	관련 통계	통계 작성기관
가축종별 사육두수	가축/곤충 사육현황 : 지역별 가축 사육현황	농림축산식품부
젖소의 연령별 사육 비율	가축동향조사 - 젖소 시도/연령 마리수	통계청, 축산물품질평가원
한우의 연령별, 성별 사육 비율	가축동향조사 - 한우 시도/연령/성별 마리수	통계청, 축산물품질평가원

[표 115] 장내발효 부문의 활동자료 출처

활동자료명	통계 작성기관
가축종별 사육두수	<ul style="list-style-type: none"> 농업경영체 등록정보 통계 서비스(홈페이지) > 가축/곤충 사육현황 > 지역별 가축 사육현황 농업경영체 등록정보 통계 서비스 홈페이지 주소 : https://uni.agrix.go.kr/docs7/biOlap/dashBoard.do
젖소의 연령별 사육 비율	<ul style="list-style-type: none"> 국가통계포털(홈페이지) > 국내통계 > 주제별 통계 > 농림 > 가축동향조사 > 소 > 젖소 시도/연령 마리수 국가통계포털 홈페이지 주소 : https://kosis.kr/
한우의 연령별, 성별 사육 비율	<ul style="list-style-type: none"> 국가통계포털(홈페이지) > 국내통계 > 주제별 통계 > 농림 > 가축동향조사 > 소 > 한우 시도/연령/성별 마리수 국가통계포털 홈페이지 주소 : https://kosis.kr/

나. 산정식 및 배출계수

1) 온실가스 배출량 산정식

$E = N_{(T)} \times EF_{(T)} \times 10^{-3}$	
E	장내발효에 의한 CH ₄ 배출량(천ton CH ₄ /년)
N	가축종별 사육두수(마리)
EF	가축종별 배출계수(kg CH ₄ /두수·년)
T	가축종
10 ⁻³	단위환산 계수(kg → ton)

2) 배출계수

[표 116] 축종별 장내발효 부문의 CH₄ 배출계수

기준		배출계수 [kg CH ₄ /마리·년]	배출계수
젖소	1세 미만	33	국가고유계수('20년 승인)
	1 - 2세	83	국가고유계수('20년 승인)
	2세 이상	139	국가고유계수('20년 승인)
한우	수컷, 1세 미만	43	국가고유계수('18년 승인)
	수컷, 1세 이상	61	국가고유계수('18년 승인)
	암컷, 1세 미만	45	국가고유계수('18년 승인)
	암컷, 1세 이상	53	국가고유계수('18년 승인)
육우		53	북미
면양		5	개발도상국
돼지		1.5	선진국
사슴		20	개발도상국
산양		5	개발도상국
말		18	개발도상국
닭(산란계, 육계), 오리		N.E	-

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침. p.94

다. 온실가스 배출량 산정 예시

1) 장내발효(젖소, 한우) 배출량 산정

- 젖소, 한우 등 연령별, 성별을 고려해야 하는 경우 아래와 같은 절차로 배출량을 산정할 수 있음

□ 1단계. 일반현황 및 변수

일반 현황						
보고대상 배출원	장내발효(젖소)		기준년도		2021년	
매개변수 정보						
젖소 사육두수 (지역 A)	342 마리					
연령별 사육 비율(경기도)	연도	시도	젖소 사육두수(마리)			
			합계	1세 미만	1 - 2세	2세 이상
	2021	경기도	160,793	32,381	30,380	98,032
CH ₄ 배출계수	구분		젖소의 연령별 배출계수(kg CH ₄ /마리)			
			1세 미만	1-2세	2세 이상	
	젖소		33	83	139	

□ 2단계. 연령별 마리수 산정

연령별 마리수 산정							
(1) 연령별 사육비율 산정	◦ 연령별 사육비율 = 연령별 마리수 ÷ 총 마리수 × 100 = 98,032 ÷ 160,793 × 100 = 60.97%						
	연도	시도	구분	합계	1세 미만	1 - 2세	2세 이상
	2021	경기도	사육두수(마리)	160,793	32,381	30,380	98,032
			사육비율(%)	100%	20.14%	18.89%	60.97%
(2) 지역별 연령별 사육두수 산정	◦ 연령별 마리수 = 시군구 젖소 마리수 × 연령별 사육 비율 ◦ 위의 식에 따라 산정한 2021년 기준 젖소 사육규모는 다음과 같음 2세 이상 젖소 사육규모 = 342 × 60.97 % = 209마리						
	연도	시도	시군구	사육두수(마리)			
				합계	1세 미만	1 - 2세	2세 이상
	2021	경기도	지역 A	342	69	65	209

□ 3단계. 온실가스 배출량 산정

온실가스 배출량 산정					
(1) 산정식	$E = N_{(T)} \times EF_{(T)} \times 10^{-3}$				
	E	장내발효에 의한 CH ₄ 배출량(천ton CH ₄ /년)			
	N	가축종별 사육두수(마리)			
	EF	가축종별 배출계수(kg CH ₄ /두수·년)			
	T	가축종			
	10 ⁻³	단위환산 계수(kg → ton)			
(1) 산정예시	◦ 위의 식에 따라 2021년 기준 젖소의 온실가스 배출량을 산정하면 다음과 같음 E(2세 이상) = 209 × 139 × 10 ⁻³ = 28.98 ton CH ₄				
	연도	합계	온실가스 배출량(ton CH ₄ /년)		
			1세 미만	1 - 2세	2세 이상
	2021	36.62	2.27	5.36	28.98

□ 4단계. 온실가스 배출량 산정 결과

각 온실가스별 배출량	총 온실가스 배출량(GWP 적용)	
ton CH ₄	ton CH ₄ × GWP	ton CO ₂ eq
36.62	36.62 × 28	1,025

2) 장내발효(육우, 면양 등) 배출량 산정

- 육우, 면양, 돼지, 사슴, 산양, 말, 닭, 오리는 아래와 같은 절차로 배출량을 산정할 수 있음

□ 1단계. 일반현황 및 변수

일반 현황			
보고대상 배출원	장내발효(육우)	기준년도	2021년
매개변수 정보			
젖소 사육두수 (지역A)	69 마리	CH ₄ 배출계수 (육우)	53 kg CH ₄ /마리·년

□ 2단계. 온실가스 배출량 산정

온실가스 배출량 산정		
(1) 산정식	$E = N_{(T)} \times EF_{(T)} \times 10^{-3}$	
	E	장내발효에 의한 CH ₄ 배출량(천ton CH ₄ /년)
	N	가축종별 사육두수(마리)
	EF	가축종별 배출계수(kg CH ₄ /두수·년)
	T	가축종
	10 ⁻³	단위환산 계수(kg → ton)
(1) 산정 예시	◦ 위의 식에 따라 육우의 온실가스 배출량을 산정하면 다음과 같음 ◦ $E_{\text{육우}} = 69\text{마리} \times 53 \text{ kg CH}_4/\text{마리}\cdot\text{년} \times 10^{-3} = 3.66 \text{ ton CH}_4/\text{년}$	
	구분	CH ₄ 배출량(ton CH ₄ /년)
	육우	3.66

□ 3단계. 온실가스 배출량 산정 결과

각 온실가스별 배출량	총 온실가스 배출량(GWP 적용)	
ton CH ₄	ton CH ₄ × GWP	ton CO ₂ eq
3.66	21.98 × 28	102

4. 가축분뇨처리

가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 가축분뇨처리에 의한 온실가스 배출량을 산정하기 위해서는 가축 사육두수(지역별 가축 사육현황), 가축종별 가축분뇨처리시설 이용비율의 활동자료가 필요하며, 각 활동자료의 수집 및 통계 작성기관은 다음과 같음

1) 수집 활동자료

[표 117] 가축분뇨처리 부문의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
가축종별 사육두수	가축/곤충 사육현황 : 지역별 가축 사육현황	농림축산식품부
가축종별 가축분뇨처리시설 이용비율	축종별 가축분뇨처리시설 이용비율($MS_{(t)}$)	온실가스종합정보센터

[표 118] 가축분뇨처리의 활동자료 출처

활동자료	출처
가축종별 사육두수	<ul style="list-style-type: none"> 농업경영체 등록정보 통계 서비스(홈페이지) > 가축/곤충 사육현황 > 지역별 가축 사육현황 농업경영체 등록정보 통계 서비스 홈페이지 주소 : https://uni.agrix.go.kr/docs7/biOlap/dashBoard.do
가축종별 가축분뇨처리시설 이용비율	<ul style="list-style-type: none"> 2022 국가 온실가스 인벤토리 보고서(온실가스종합정보센터), [표 5-13]

나. 산정식 및 배출계수

1) 온실가스 배출량 산정식

□ 가축분뇨처리 부문 CH₄ 배출량 산정식

$CH_{4, Manure} = \sum_T (N_{(T)} \times EF_{(T)} \times 10^{-3})$	
CH ₄ , Manure	가축종별 분뇨처리 시 CH ₄ 배출량(ton CH ₄ /년)
N	가축종별 사육두수(마리)
EF	가축종별 분뇨처리 배출계수(kg CH ₄ /두수·년)
T	가축종별 표시
10 ⁻³	무게 단위 환산계수(10 ⁻³ ton/kg)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침. p.96

□ 가축분뇨처리 부문 N₂O 직접배출량 산정식

$N_2O_{D(mm)} = \sum_s \left[\left\{ \sum_T (N_T \times Nex_T \times MS_{T,S}) \right\} \times EF_{3,S} \right] \times \frac{44}{28} \times 10^{-3}$	
N ₂ O _{D(mm)}	국내 가축분뇨처리시설의 N ₂ O의 직접 총 배출량(ton N ₂ O/년)
N _T	국내 가축종 T의 수(마리)
Nex _T	국내 가축종 T의 연간 N 배출량(kg N/마리·년)
MS _{T,S}	국내 가축종 T의 가축분뇨처리시설 S의 이용비율(%)
EF _{3,S}	가축분뇨처리시설 S의 N ₂ O 배출계수(kg N ₂ O-N/kg N)
S	가축분뇨처리시설
T	가축종
44/28	N ₂ O 환산계수
10 ⁻³	무게 단위 환산계수(10 ⁻³ ton/kg)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침. p.97

□ 축종별 연평균 질소 배출량 산정식

$Nex_T = N_{rate(T)} \times \frac{TAM}{1000} \times 365$	
Nex _T	국내 가축종 T의 연간 N 배출량(kg N/축종·년)
N _{rate(T)}	국내 가축종 T의 가축단위(축종)별 N 배출비율(kg N/1000kg·일)
TAM	국내 가축종 T의 평균 체중(kg/축종)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침. p.97

□ 가축분뇨처리 시 N 휘발에 의해 발생하는 N₂O 간접 배출량 산정식

$N_2O_{G(mm)} = (N_{volatilization-MMS} \times EF_4) \times 44/28 \times 10^{-3}$	
N ₂ O _{G(mm)}	가축분뇨처리 시 N 휘발에 기인한 N ₂ O 간접 배출량(kg N ₂ O/년)
N _{Volatilization_MMS}	NH ₃ 와 NO _x 휘발에 의해 발생하는 가축분뇨 N 손실량(kg N/년)
EF ₄	토양과 물 표면으로의 질소 대기침적에 의한 N ₂ O 배출계수 (kg N ₂ O-N/kg NH ₃ -N+NO _x -N Volatilised)
44/28	N ₂ O 환산계수
10 ⁻³	무게 단위 환산계수(10 ⁻³ ton/kg)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침. p.97

□ 가축분뇨처리 시 N 휘발에 의해 발생하는 N₂O 간접 배출량 산정식

$N_{volatilization-MMS} = \sum_S \left\{ \sum_T (N_T \times Nex_T \times MS_{T,S}) \times \frac{Frac_{GasMS}}{100} (TS) \right\}$	
N _{Volatilization_MMS}	NH ₃ 와 NO _x 휘발에 의해 발생하는 가축분뇨 N 손실량(kg N/년)
N _T	국내 가축종 T의 수(마리)
Nex _T	국내 가축종 T의 연간 N 배출량(kg N/마리·년)
MS _{T,S}	국내 가축종 T의 가축분뇨처리시설의 S의 이용비율
Frac _{GasMS}	가축 T의 분뇨를 S 분뇨처리시설로 처리 시 NH ₃ 와 NO _x 로 휘발되는 연간 질소 배출비율(%)
S	가축분뇨처리시설
T	가축종

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침. p.98

2) 배출계수

[표 119] 축종별 가축분뇨처리 부문의 CH₄ 배출계수

축종	배출계수 [kg CH ₄ /마리·년]	통계 작성기관
젖소	58	북미, 한대≤14
한·육우	1	북미, 한대≤10
양(면양)	0.10	개발도상국, 한대≤15
돼지(비유용)	8	서유럽, 한대≤14
돼지(번식용)	12	서유럽, 한대≤14
사슴	0.22	
염소(산양)	0.11	개발도상국, 한대≤15
말	1.09	개발도상국, 한대≤15
닭(산란계)	0.03	선진국, 한대≤15
닭(육계)	0.02	선진국, 한대≤15
오리	0.02	선진국, 한대≤15

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침. p.98

[표 120] 축종별 N 배출비율

축종	분뇨 내 질소 함유 비율 [kg N/1,000 kg·일]	통계 작성기관
젖소	0.44	북미
한·육우	0.31	북미
양(면양)	1.17	아시아
돼지(비유용)	0.51	서유럽
돼지(번식용)	0.42	서유럽
사슴		
염소(산양)	1.37	아시아
말	0.46	아시아
닭(산란계)	0.96	서유럽
닭(육계)	1.10	서유럽
오리	0.83	서유럽

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침. p.99

[표 121] 축종별 평균 체중

축종	평균 체중 [kg/축종]	통계 작성기관
젖소	604	북미(Table 10A-4)
한·육우	389	북미(Table 10A-5)
양(면양)	28	개도국(Table 10A-9)
돼지(비유용)	50	서유럽(Table 10A-7)
돼지(번식용)	198	서유럽(Table 10A-8)
사슴	40	
염소(산양)	30	개도국(Table 10A-9)
말	238	개도국(Table 10A-9)
닭(산란계)	1.8	선진국(Table 10A-9)
닭(육계)	0.9	선진국(Table 10A-9)
오리	2.7	선진국(Table 10A-9)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침. p.99

[표 122] 가축분뇨처리시설별 N₂O 배출계수

구분	가축분뇨처리시설(kg CH ₄ /두수·년)		
	액비화 시설(액체/슬러지)	퇴비화 시설	기타 시설(강제 폭기)
N ₂ O 배출계수(EF _{3(s)})	0.005	0.005	0.005

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침. p.100

[표 123] 축종별 가축시설별 NH₃와 NO_x로 휘발되는 연간 질소 배출율(Frac_{GasMS})

축종	가축분뇨처리시설 종류			통계 작성기관
	고체	액체	기타	
젖소	30%	40%	40%	액체/슬러리 적용
한·육우	45%	45%	45%	Solied storage 일괄적용
양(면양)	12%	0%	0%	100% 퇴비화
돼지(비유용)	45%	48%	48%	액체/슬러리 적용
돼지(번식용)	45%	48%	48%	액체/슬러리 적용
염소(산양)	12%	0%	0%	100% 퇴비화
사슴	12%	0%	0%	100% 퇴비화
말	12%	0%	0%	100% 퇴비화
닭(산란계)	55%	55%	55%	깔짚 없는 가금류 적용
닭(육계)	40%	40%	40%	깔짚 있는 가금류 적용
오리	40%	40%	40%	깔짚 있는 가금류 적용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침. p.100

다. 온실가스 배출량 산정 예시

1) 가축분뇨처리 부문 직접 배출량 산정

□ 1단계. 일반현황 및 변수

일반 현황				
보고대상 배출원	가축분뇨처리(직접)_한우		기준년도	2021년
매개변수 정보				
사육두수	2,597마리		한우 평균 체중 (TAM)	389kg/마리
N _{rate} (T)	0.31kg N/1,000kg·일		CH ₄ 배출계수	1 kgCH ₄ /두수·년
N ₂ O EF _{3S}	구분	가축분뇨처리시설(kg CH ₄ /두수·년)		
		액비화 시설	퇴비화 시설	기타 시설
	EF _{3S}	0.005	0.005	0.005
MS _{T,S}	구분	가축분뇨처리시설 이용비율(%)		
		액비화 시설	퇴비화 시설	기타 시설
	한·육우	80.98%	0.12%	18.90%

□ 2단계. 온실가스 배출량 산정(직접 부문, CH₄)

온실가스 배출량 산정(직접 부문, CH ₄)			
(1) 산정식	$CH_{4, Manure} = \sum_T (N_{(T)} \times EF_{(T)} \times 10^{-3})$		
	CH _{4, Manure}	가축종별 분뇨처리 시 CH ₄ 배출량(ton CH ₄ /년)	
	N	가축종별 사육두수(마리)	
	EF	가축종별 분뇨처리 배출계수(kg CH ₄ /두수·년)	
	T	가축종별 표시	
	10 ⁻³	무게 단위 환산계수(10 ⁻³ ton/kg)	
(1) 산정 예시	◦ 위의 식에 따라 2021년 기준 한우의 가축분뇨처리 부문의 직접 배출량(CH ₄)을 산정하면 다음과 같음 CH _{4, Manure} = 2,597마리×1kg CH ₄ /두수·년×10 ⁻³ = 2.6ton CH ₄ /년		
	기준년도	축종	CH ₄ 발생량(ton CH ₄ /년)
	2021	한우	2.6

□ 3단계. 온실가스 배출량 산정(직접부문, N₂O)

온실가스 배출량 산정(직접 부문, N ₂ O)						
(1) 산정식	축종별 연평균 질소 배출량 산정					
	$Nex_T = N_{rate(T)} \times \frac{TAM}{1000} \times 365$					
	Nex _T	국내 가축종 T의 연간 N 배출량(kg N/축종·년)				
	N _{rate(T)}	국내 가축종 T의 가축단위(축종)별 N 배출비율(kg N/1000kg·일)				
	TAM	국내 가축종 T의 평균 체중(kg/축종)				
(1) 산정 예시	◦ 위의 식에 따라 2021년 기준 한우의 연간 질소(N) 배출량을 산정하면 다음과 같음 ◦ Nex _T = 0.31 × 389kg/1000kg·일 × 365일 = 44.0kg N/한우·년					
	연도	축종	Nex	단위		
	2021	한우	44.0	kg N/한우·년		
(2) 산정식	온실가스 배출량 산정(직접 부문, N ₂ O)					
	$N_2O_{D(mm)} = \sum_s \left[\left\{ \sum_T (N_T \times Nex_T \times MS_{T,S}) \right\} \times EF_{3,s} \right] \times \frac{44}{28} \times 10^{-3}$					
	N ₂ O _{D(mm)}	국내 가축분뇨처리시설의 N ₂ O의 직접 총 배출량(ton N ₂ O/년)				
	N _T	국내 가축종 T의 수(마리)				
	Nex _T	국내 가축종 T의 연간 N 배출량(kg N/마리·년)				
	MS _{T,S}	국내 가축종 T의 가축분뇨처리시설 S의 이용비율(%)				
	EF _{3,S}	가축분뇨처리시설 S의 N ₂ O 배출계수(kg N ₂ O-N/kg N)				
	S	가축분뇨처리시설				
	T	가축종				
	44/28	N ₂ O 환산계수				
	10 ⁻³	무게 단위 환산계수(10 ⁻³ ton/kg)				
(2) 산정 예시	◦ 위의 식에 따라 2021년 기준 가축처리분뇨처리(한우)의 직접 배출량(N ₂ O)을 산정하면 다음과 같음 ◦ N ₂ O _{D(mm)} = {(2,597 × 44 × 0.8098 × 0.005) + (2,597 × 44 × 0.0012 × 0.005) + (2,597 × 44 × 0.189 × 0.005)} × 44/28 × 10 ⁻³ = 0.898tonN ₂ O/년					
	연도	축종	가축분뇨처리시설			합계
			퇴비화 시설	액비화 시설	기타 시설	
	2021	한우	0.727	0.001	0.170	0.898

□ 4단계. 의 온실가스 배출량 산정 결과

각 온실가스별 배출량		총 온실가스 배출량(GWP 적용)		
ton CH ₄	ton N ₂ O	ton CH ₄ × GWP	ton N ₂ O × GWP	ton CO ₂ eq
2.6	0.898	2.597 × 28	0.898 × 265	311

2) 가축분뇨처리부문 간접 배출량 산정

□ 1단계. 일반현황 및 변수

일반 현황				
보고대상 배출원	가축분뇨처리(간접)_한우		기준년도	2021년
매개변수 정보				
사육두수	2,597마리		한우 평균 체중 (TAM)	389kg/마리
N _{rate} (T)	0.31kg N/1,000kg·일		N ₂ O EF ₄	0.01 kg N ₂ O-N/kg N
MS _{T,S}	구분	가축분뇨처리시설 이용비율(%)		
		액비화 시설	퇴비화 시설	기타 시설
	한·육우	80.98%	0.12%	18.90%
Frac _{GasMS}	구분	가축분뇨처리시설별 연간 질소 배출율		
		액비화 시설	퇴비화 시설	기타 시설
	한·육우	45%	45%	45%

□ 2단계. 온실가스 배출량 산정(간접 부문, N₂O)

가축처리분뇨처리(한우) 부문의 직접 배출량(N ₂ O) 산정				
(1) 산정식	축종별 연평균 질소 배출량 산정			
	$Nex_T = N_{rate(T)} \times \frac{TAM}{1000} \times 365$			
	Nex _T	국내 가축종 T의 연간 N 배출량(kg N/축종·년)		
	N _{rate(T)}	국내 가축종 T의 가축단위(축종)별 N 배출비율(kg N/1000kg·일)		
	TAM	국내 가축종 T의 평균 체중(kg/축종)		
(1) 산정 예시	◦ 위의 식에 따라 2021년 기준 한우의 연간 질소(N) 배출량을 산정하면 다음과 같음 ◦ Nex _T = 0.31× 389kg/1000kg·일 × 365일 = 44.0kg N/한우·년			
	연도	축종	Nex	단위
	2021	한우	44.0	kg N/한우·년

가축처리분뇨처리(한우) 부문의 직접 배출량(N ₂ O) 산정						
(2) 산정식	가축분뇨처리 시 휘발에 의한 발생하는 N 손실량					
	$N_{volatilization-MMS} = \sum_S \left\{ \sum_T (N_T \times Nex_T \times MS_{T,S}) \times \frac{Frac_{GasMS}}{100} (TS) \right\}$					
	N _{Volatilization_MMS}	NH ₃ 와 NO _x 휘발에 의해 발생하는 가축분뇨 N 손실량(kg N/년)				
	N _T	국내 가축종 T의 수(마리)				
	N _{exT}	국내 가축종 T의 연간 N 배출량(kg N/마리·년)				
	MS _{T,S}	국내 가축종 T의 가축분뇨처리시설의 S의 이용비율				
	Frac _{GasMS}	가축 T의 분뇨를 S 분뇨처리시설로 처리 시 NH ₃ 와 NO _x 로 휘발되는 연간 질소 배출비율(%)				
	S	가축분뇨처리시설				
	T	가축종				
(2) 산정 예시	◦ 위의 식에 따라 2021년 기준 가축처리분뇨처리(한우)의 가축분뇨의 N손실량 (N _{Volatilization_MMS})을 산정하면 다음과 같음 ◦ N _{Volatilization_MMS} = (2,597×44×0.8098×0.45) + (2,597×44×0.0012×0.45) + (2,597×44×0.189×0.45) = 51,439 kg/년					
	연도	축종	가축분뇨처리시설			합계
			퇴비화 시설	액비화 시설	기타 시설	
	2021	한우	41,655	62	9,722	51,439
(3) 산정식	가축처리분뇨처리(한우)의 간접 배출량(N ₂ O) 산정					
	$N_2O_{G(mm)} = (N_{volatilization-MMS} \times EF_4) \times 44/28 \times 10^{-3}$					
	N ₂ O _{G(mm)}	가축분뇨처리 시 N 휘발에 기인한 N ₂ O 간접 배출량(ton N ₂ O/년)				
	N _{Volatilization_MMS}	NH ₃ 와 NO _x 휘발에 의해 발생하는 가축분뇨 N 손실량(kg N/년)				
	EF ₄	토양과 물 표면으로의 질소 대기침적에 의한 N ₂ O 배출계수 (kg N ₂ O-N/kg NH ₃ -N+NO _x -N Volatilised)				
	44/28	N ₂ O 환산계수				
	10 ⁻³	무게 단위 환산계수(10 ⁻³ ton/kg)				
E	◦ 위의 식에 따라 2021년 기준 가축처리분뇨처리(한우)의 간접 배출량(N ₂ O)을 산정하면 다음과 같음 ◦ N ₂ O _{G(mm)} = 51,439 × 0.01 × 44/21 × 10 ⁻³ = 0.808					
	연도		축종		가축분뇨처리시설	
	2021		한우		0.808 ton N ₂ O/년	

□ 4단계. 가축분뇨처리시설(간접 배출)의 온실가스 배출량 산정 결과

각 온실가스별 배출량	총 온실가스 배출량(GWP 적용)	
	ton N ₂ O × GWP	ton CO ₂ eq
0.808	0.808 × 265	214

5. 벼 재배

가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 벼 재배에 의한 온실가스 배출량을 산정하기 위한 활동자료는 논벼 재배면적(시도), 벼 재배면적(시군구), 물 관리 방법별 벼 재배면적 비율, 유기물 시용·무시용 비율의 활동자료가 필요하며, 각 활동자료의 통계 작성기관은 다음과 같음

[표 124] 벼 재배 부문의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
논벼 재배면적	농업면적조사 : 시군별 논벼 재배면적	통계청
벼 재배면적	농작물 재배면적 : 지역별 품목별 현황	농림축산식품부
물 관리방법별 벼 재배면적 비율	물 관리 방법별 벼재배 면적 비율	온실가스종합정보센터
유기물 시용·무시용 비율	유기물 시용·무시용 비율	온실가스종합정보센터

[표 125] 벼 재배 부문의 활동자료 출처

활동자료	출처
논벼 재배면적	<ul style="list-style-type: none"> 국가통계포털(홈페이지) > 국내통계 > 주제별 통계 > 농림 > 농업면적조사 > 시군별 논벼 재배면적 국가통계포털 홈페이지 주소 : https://kosis.kr/
벼 재배면적	<ul style="list-style-type: none"> 농업경영체 등록정보 통계 서비스(홈페이지) > 농작물 재배현황 > 지역별 품목별 현황 농업경영체 등록정보 통계 서비스 홈페이지 주소 : https://uni.agrix.go.kr/docs7/biOlap/dashBoard.do
물 관리방법별 벼 재배면적 비율	<ul style="list-style-type: none"> 2022 국가 온실가스 인벤토리 보고서(온실가스종합정보센터). [표 5-19]
유기물 시용·무시용 비율	<ul style="list-style-type: none"> 2022 국가 온실가스 인벤토리 보고서(온실가스종합정보센터). [표 5-20]

나. 산정식 및 배출계수

1) 온실가스 배출량 산정식

$CH_{4, Rice} = \sum_{i,j,k} (A_{i,j,k} \times t_{i,j,k} \times EF_{i,j,k} \times 10^{-3})$	
CH ₄ , Rice	벼재배 연간 CH ₄ 배출량(ton CH ₄ /년)
A	연간 벼 재배면적(ha/년)
t	벼 재배기간(일)
EF	일일 배출계수(kg CH ₄ /ha·일)
i,j,k	벼 재배 CH ₄ 배출량을 결정짓는 재배지 생태환경, 물 관리체계, 유기물 사용량 및 종류 등

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침. p.102

2) 배출계수

□ 보정된 CH₄ 배출계수 산정

$EF_i = EF_c \times SF_w \times SF_p \times SF_o \times SF_{s,r}$	
EF _i	특정 재배면적에 대한 일일 배출계수(kg CH ₄ /ha·일)
EF _c	유기물 무시용 상시담수 논의 기본 배출계수(kg CH ₄ /ha·일)
SF _w	작물 재배기간 중 물 관리 방법별 보정계수
SF _p	작물 재배기간 중 물 관리 방법별 보정계수
SF _o	벼재배 부문 유기물 사용 보정계수
SF _{s,r}	토양 특성이나 벼 품종별 보정계수

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침. p.103

[표 126] 벼 재배의 기본 배출계수

구분	EF _c	단위	비고
CH ₄ 기본 배출계수	2.32	kg CH ₄ /ha·일	국가 고유 배출계수(2014 승인)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2023. 국가 온실가스 인벤토리 보고서, [표 5-16]

[표 127] 벼 재배 부문 물 관리 방법별 보정계수(SFW)

구분				SF _w	비고
물 관리 (irrigated)	상시답수			1	국가고유 배출계수
	간단 관개	1회 간단 관개	중간낙수 1주	0.83	국가고유 배출계수
			중간낙수 2주	0.66	국가고유 배출계수
		2회 이상 간단관개		0.49	국가고유 배출계수
천수답 (rainfed)	상습범람(Flood prone)			0.28	국가고유 배출계수
	상습가뭄(Drought prone)			0.28	국가고유 배출계수

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침. p.103

[표 128] 벼 재배 부문 작물기간 전 물관리 방법별 보정계수(SF_p)

구분	SF _p	비고
비답수 180일 미만	1	
비답수 180일 이상	0.8	
작기전 답수일 30일 이상	1.09	

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침. p.104

[표 129] 벼재배 부문 유기물시용 보정계수(SF_o)

뽕집(건물)시용 보정계수		녹비시용 보정계수	
1-3 Mg/ha	1.2	0 Mg/ha	1.00
3-5 Mg/ha	1.7	3 Mg/ha	2.96
5-7 Mg/ha	2.5	6 Mg/ha	4.92
7 이상 Mg/ha	3.4	9 Mg/ha	6.88
		12 Mg/ha	8.84

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침. p.104

다. 온실가스 배출량 산정 예시

□ 1단계. 일반현황 및 변수

일반 현황						
보고대상 배출원	벼 재배(유기물 사용)		기준년도		2021년	
매개변수 정보						
논벼 재배면적	74,717ha(경기도)		경기도 벼 재배면적		64,824ha	
벼 재배면적	355ha(지역 A)		벼 재배일수		137일	
물 관리 방법별 벼 재배 면적 비율	연도	상시 담수	간단관개			천수답 (상시가뚝)
			중간낙수 1주	중간낙수 1-2주	중간낙수 3주이상	
	2020	12.95%	7.79%	38.35%	40.33%	0.59%
유기물 사용 ·무사용 비율	연도	사용		무사용		
	2020	50.38%		49.62%		
CH ₄ 기본 배출계수(EF _C)	2.32 kg CH ₄ /ha·일		유기물 사용량별 보정계수(SF _O)		2.5	
물 관리 방법별 보정계수	구분	상시 담수	간단관개			천수답 (상시가뚝)
			중간낙수 1주	중간낙수 1-2주	중간낙수 3주이상	
	SF _W	1.00	0.83	0.66	0.49	0.28
SF _{s,r}	1					

□ 2단계. 온실가스 배출계수 산정

벼 재배 부문 CH ₄ 배출계수						
(1) 산정식	$EF_i = EF_C \times SF_W \times SF_P \times SF_O \times SF_{s,r}$					
	EF _i	특정 재배면적에 대한 일일 배출계수(kg CH ₄ /ha·일)				
	EF _C	유기물 무사용 상시담수 논외 기본 배출계수(kg CH ₄ /ha·일)				
	SF _W	작물 재배기간 중 물 관리 방법별 보정계수				
	SF _P	작물 재배기간 중 물 관리 방법별 보정계수				
	SF _O	벼재배 부문 유기물 시용 보정계수				
	SF _{s,r}	토양 특성이나 벼 품종별 보정계수				
(1) 산정 예시	◦ 위의 식에 따라 벼재배 부문 CH ₄ 배출계수(상시담수)를 산정하면 다음과 같음 EF _i = 2.32kg CH ₄ /ha·일×1×1×2.50×1 = 5.80kg CH ₄ /ha·일					
	구분	상시 담수	간단관개			천수답 (상시가뚝)
			중간낙수 1주	중간낙수 1-2주	중간낙수 3주이상	
		EF _i	5.80	4.81	3.83	2.84

□ 3단계. 온실가스 배출량 산정(시도)

벼 재배 부문의 온실가스 배출량 산정(시도)						
(1) 산정식	물 관리 방법별 논벼 재배면적 산정					
	$A_i = A_{Total} \times R_i \times OA$					
	A_i	물 관리 방법별 벼 재배면적(ha)				
	A_{Total}	논벼 총 재배면적(ha)				
	R	벼 재배면적 비율(%)				
	OA	유기물 시용·무시용 비율(%)				
	i	물 관리 방법(상시답수, 간단관개, 천수답)				
(1) 산정 예시	◦ 위의 식에 따른 물 관리 방법별 유기물 시용의 벼 재배면적을 산정하면 다음과 같음 ◦ $A_{상시답수} = 74,717ha \times 12.95\% \times 50.4\% = 4,875\text{ ha}$					
	구분	상시 답수	간단관개			천수답 (상시가뭍)
			중간낙수 1주	중간낙수 1-2주	중간낙수 3주 이상	
	A_i	4,875	2,932	14,436	15,181	222
(2) 산정식	벼 재배 부문의 온실가스 배출량 산정(시도)					
	$CH_{4, Rice} = \sum_{i,j,k} (A_{i,j,k} \times t_{i,j,k} \times EF_{i,j,k} \times 10^{-3})$					
	$CH_{4, Rice}$	벼 재배 연간 CH_4 배출량(ton CH_4 /년)				
	A	연간 벼 재배면적(ha/년)				
	t	벼 재배기간(일)				
	EF	일일 배출계수(kg CH_4 /ha·일)				
	i,j,k	벼 재배 CH_4 배출량을 결정짓는 재배지 생태환경, 물 관리체계, 유기물 시용량 및 종류 등				
	10^{-3}	무게 단위 환산 계수(10^{-3} ton/kg)				
(2) 산정 예시	◦ 위의 식에 따라 벼 재배 부문 중 상시답수의 온실가스 배출량을 산정하면 다음과 같음 ◦ $CH_4, 상시답수 = 4,875ha \times 137일 \times 5.80kg\text{ }CH_4/ha \cdot 일 \times 10^{-3} = 3,873ton\text{ }CH_4/년$					
	구분	상시 답수	간단관개			천수답 (상시가뭍)
			중간낙수 1주	중간낙수 1-2주	중간낙수 3주이상	
	$CH_4, Rice$	3,873	1,943	7,571	5,911	44

□ 4단계. 온실가스 배출량 산정(시군구)

벼 재배 온실가스 배출량 산정(시군구)								
(1) 산정식	$CH_{4, Rice, 시군구} = CH_{4, Rice, 시도} \times A_{벼, 시군구} \div A_{벼, 시도}$							
	$CH_{4, Rice, 시군구}$	시군구의 벼 재배에 의한 온실가스 배출량(ton CH ₄ /년)						
	$CH_{4, Rice, 시도}$	시도의 벼 재배에 의한 온실가스 배출량(ton CH ₄ /년)						
	$A_{벼, 시군구}$	시군구의 벼 재배면적(ha)						
	$A_{벼, 시도}$	시도의 벼 재배면적(ha)						
E	◦ 위의 식에 따라 2021년 기준 벼 재배(상시답수)에 의한 온실가스 배출량을 산정하면 다음과 같음 ◦ $CH_{4, Rice, 시군구} = 3,873\text{ton CH}_4/\text{년} \times 355\text{ha} / 64,828\text{ha} = 21.21\text{ton CH}_4/\text{년}$							
	시군구	구분	상시 답수	간단관개			천수답 (상시 가뭄)	합계
				중간 낙수 1주	중간 낙수 1-2주	중간 낙수 3주이상		
		지역 A	CH _{4, Rice}	21.2	10.6	41.5	32.4	0.2

□ 5단계. 온실가스 배출량 산정 결과

각 온실가스별 배출량	총 온실가스 배출량(GWP 적용)	
ton CH ₄	ton CH ₄ × GWP	ton CO ₂ eq
106	106 × 28	2,964

6. 농경지 토양

가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 농경지 토양은 농작물별 재배면적, 비료 사용량, 작물별 비료 시용량, 토양 환원비율 등의 활동자료를 활용하여 농경지 토양에 의한 직·간접 배출량을 산정할 수 있음
- 현재, 「2022 지역 온실가스 배출량 산정지침」 보고서에서 제시한 내용을 바탕으로 온실가스 배출량을 산정하기 위해서는 농업 관련 전문적인 지식이 필요하므로 산정하는 데는 한계가 있는 실정임
- 이에 본 용역에서는 국가 온실가스 배출량과 재배면적을 활용하여 산정하는 방법을 제안함

[표 130] 농경지 토양의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
재배면적	농업면적조사 : 작물별 재배면적	통계청
재배면적	농작물 재배현황 : 지역별 품목별 현황	농림축산식품부
비료 사용량 (질소질 비료)	농림축산식품 통계연보 : 비료소비	농림축산식품부
비료 시용 비율	작물별 비료사용처방	농촌진흥청 국립농업과학원
토양 환원비율	잔사건물 중 토양 환원비율	온실가스종합정보센터
국가 온실가스 배출량	국가 온실가스 인벤토리	온실가스종합정보센터

[표 131] 농경지 토양의 활동자료 출처

활동자료	출처
재배면적	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 국가통계포털(홈페이지) > 국내통계 > 주제별 통계 > 농림 > 농업면적조사 > 작물별 재배면적 ◦ 국가통계포털 홈페이지 주소 : https://kosis.kr/
재배면적	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 농업경영체 등록정보 통계 서비스(홈페이지) > 농작물 재배현황 > 지역별 품목별 현황 ◦ 농업경영체 등록정보 통계 서비스 홈페이지 : https://uni.agrix.go.kr/docs7/biOlap/dashBoard.do
비료 사용량 (질소질 비료)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 농림축산식품부(홈페이지) > 국민소통 > 통계정보 > 통계간행물 > 농림축산식품 통계연보 > 비료 소비 ◦ 농림축산식품부 홈페이지 주소 : https://www.mafra.go.kr/
비료 시용 비율	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 국립농업과학원(홈페이지) > 간행물 > (검색)작물별 비료사용처방 ◦ 국립농업과학원 홈페이지 주소 : https://www.naas.go.kr/
토양 환원비율	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 2022 국가 온실가스 인벤토리 보고서, [표 5-28] 농경지 토양 부문 작물잔사환원 N₂O 배출량 산정 매개변수, 잔사건물 중 토양 환원율
국가 온실가스 배출량	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 온실가스종합정보센터(홈페이지) > 정보마당 > 온실가스통계 > 국가 통계 ◦ 온실가스종합정보센터 홈페이지 주소 : https://www.gir.go.kr/

나. 산정식 및 배출계수

1) 온실가스 배출량 산정식

가) 직접 배출량 산정식

$N_2O_{Direct} = (N_2O - N_{N_{inputs}} + N_2O - N_{OS} + N_2O - N_{PRP}) \times 44/28$ $N_2O - N_{N_{inputs}} = \sum_i (F_{SNi} \times EF_{1,i}) + (F_{ON} + F_{SOM} + F_{CR}) \times EF_1$ $+ (F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM})_{FR} \times EF_{1,FR}$ $N_2O - N_{PRP} = [(F_{PRP, CPP} \times EF_{3,PRP, CPP}) + (F_{PRP, 30} \times EF_{3PRP, SO})]$	
N_2O_{Direct}	농경지 토양 N_2O 직접 배출량(kg N_2O /년)
$N_2O - N_{N_{input}}$	연간 관리되는 농경지토양의 질소 투입에 따른 직접 배출량(kg N_2O -N/년)
$N_2O - N_{OS}$	연간 관리되는 유기토양의 N_2O -N 직접 배출량(kg N_2O -N/yr)
$N_2O - N_{PRP}$	연간 방목지에 가축분뇨로 투입되는 N_2O -N 직접 배출량(kg N_2O /yr)
44/28	N 배출량(kg N_2O -N/yr)의 N_2O 환산계수
F_{SN}	연간 화학비료로 투입되는 질소량(kg N/yr)
F_{ON}	연간 유기질소로 투입되는 질소량(kg N/yr)
F_{CR}	연간 작물 잔사로서 농경지에 재투입되는 질소량(kg N/yr)
F_{SOM}	연간 농경지토양 토지이용 및 관리 변화에 따른 토양탄소 손실로 인해 광물화된 질소량(kg N/yr)
F_{PRP}	연간 방목 가축의 분뇨로 목초지, 방목지, 들판에 투입되는 질소량(kg N/yr) (여기서 CPP는 소, 가금류, 돼지, SO는 양 및 기타 가축)
EF_{1i}	작물별 N_2O 직접 배출계수(kg N_2O -N/kg N 투입량)
EF_{1FR}	논벼 재배지 질소 투입에 따른 N_2O 배출계수(kg N_2O -N/kg N 투입량)
EF_{3PRP}	방목 가축의 분뇨로 목초지, 방목지, 들판의 질소 투입에 따른 N_2O 배출계수 [kg N_2O -N/kg N 투입량] (여기서 CPP는 소, 가금류, 돼지, SO는 양 및 기타 가축)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 배출량 산정지침, p.107

나) 간접 배출량 산정식

$N_2O_{(ATD)} = [(F_{SN} \times Frac_{GASF}) + ((F_{ON} + F_{PRP}) \times Frac_{GASM})] \times EF_4 \times 44/28$	
$N_2O_{(ATD)}$	농경지 토양 N_2O 간접 배출량(kg N_2O /년)
F_{SN}	연간 화학비료로 투입되는 질소량(kg N/yr)
$Frac_{GASF}$	화학비료 내의 질소 중 농경지 시용시 대기로 휘산되는 NH_3 , NO_x 비율 (kg N 휘산량/kg N 시용량)
F_{ON}	연간 유기질소로 투입되는 질소량(kg N/yr)
F_{PRP}	연간 방목 가축의 분뇨로 목초지, 방목지, 들판에 투입되는 질소량(kg N/yr)
$Frac_{GASM}$	농경지토양에 투입되는 유기질 비료 질소량(F_{ON})과 방목 가축의 분뇨 질소량(F_{PRP}) 중 농경지 시용 시 대기로 휘산되는 NH_3 , NO_x 비율 (kg N 휘산량/kg N 시용량 혹은 방치량)
EF_4	토양 및 수계면에서 대기휘산에 의한 N_2O 배출계수(kg N- N_2O /(kg NH_3 -N + NO_x -N 휘산량))
44/28	N_2O 환산계수
$N_2O_{(L)} = [(F_{SN} + F_{ON} + F_{PRP} + F_{CR} + F_{SOM}) \times Frac_{\leq ACH-(H)}] \times EF_5 \times 44/28$	
$N_2O_{(L)}$	수계유출에 의한 N_2O 발생량(kg N/yr)
F_{SN}	관개수 지하침투나 지표수 유출이 발생하는 지역의 연간 화학비료 농경지 시용량(kg N/년)
F_{ON}	관개수 지하침투나 지표수 유출이 발생하는 지역의 농경지 투입되는 관리되는 가축 퇴비, 하수 슬러지 및 기타 유기질 비료량(kg N/yr)
F_{PRP}	관개수 지하침투나 지표수 유출이 발생하는 지역의 연간 방목 가축의 분뇨로 투입되는 질소량(kg N/yr)
F_{CR}	관개수 지하침투나 지표수 유출이 발생하는 지역의 연간 작물 잔사(지상부 및 지하부)로 농경지에 재투입되는 질소량(kg N/yr)
F_{SOM}	관개수 지하침투나 지표수 유출이 발생하는 지역의 연간 농경지토양 토지 이용 및 관리 변화에 따른 토양 탄소 손실로 인해 광물화된 질소량(kg N/yr)
$Frac_{LEACH-(H)}$	관개수 지하침투나 지표수 유출이 발생하는 지역의 질소 투입 총량 중 수계로 유출되는 질소량(kg N/kg N 투입량)
EF_5	수계유출에 의한 N_2O 배출계수(kg N_2O -N/kg N 수계유출량)
44/28	N_2O 환산계수

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 배출량 산정지침, p.108

다) 농경지 토양 부분 질소량 산정식

$F_{SN_i} = N_{FERT_i}$	
F_{SN}	연간 화학비료로 투입되는 질소량
N_{FERT_i}	작물별 연간 화학비료 시용량(kg N/년)
44/28	N ₂ O 환산계수
$F_{ON} = F_{AM} + F_{SEW} + F_{COMP} + F_{OOA}$	
F_{ON}	연간 방목 가축에 의해 투입되는 질소를 제외한, 농경지토양에 투입되는 유기질 비료량(kg N/yr)
F_{AM}	연간 가축분뇨 질소의 농경지 투입량(kg N/yr)
F_{SEW}	연간 하수 질소의 농경지 투입량(kg N/yr) (※ 폐기물 분야의 하수 질소량과 중복 산정되지 않도록 주의)
F_{COMP}	연간 녹비 질소의 농경지 투입량(kg N/yr) (※ 퇴비화한 분뇨의 질소량과 중복 산정되지 않도록 주의)
F_{OOA}	연간 기타 유기질 비료(축산처리 폐기물, 해조분, 양조장 폐기물 등)의 농경지 투입량(kg N/yr)
$F_{AM} = N_{MMSAvb} \times [(1 - (Frac_{FEED} + Frac_{Fuel} + Frac_{CNST}))]$	
F_{AM}	연간 농경지에 사용되는 가축 분뇨 유래 N 총량
N_{MMSAvb}	연간 토양에 시용, 사료, 연료 또는 건축에 사용되는 가축 분뇨 유래 N 총량
$Frac_{FEED}$	가축 분뇨 중 사료로 사용되는 비율
$Frac_{Fuel}$	가축 분뇨 중 연료로 사용되는 비율
$Frac_{CNST}$	가축 분뇨 중 건축으로 사용되는 비율
$N_{MMSAvb} = \sum_S \left[\sum_T \left\{ N_T \times Nex_T \times MS_{(T,S)} \times \left(1 - \frac{Frac_{LossMS}}{100} \right) \right\} + (N_T \times MS_{T,S} \times N_{beddingMS}) \right]$	
N_{MMSAvb}	관리되는 토양 또는 먹이, 연료, 또는 건설 목적으로의 적용이 가능한 관리되는 비료 질소량(kg N/yr)
N_T	국내 가축종 T의 수(마리)
$MS_{T,S}$	국내 분뇨처리 체계 S에서 관리되는 가축종 T를 위한 연간 질소 총 배출량의 비율
$Frac_{LossMS}$	분뇨처리 체계 S에서 유실되는 가축종 T를 위해 관리되는 비료 질소의 양(%)
$N_{beddingMS}$	깔짚으로부터의 질소량(kg N/축종·yr)
S	가축분뇨처리시설
T	가축종

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 배출량 산정지침, p.110

$F_{CR} = \sum_T \left\{ \frac{Frac_{Renew}(T) \times (Area_{(T)} - Area_{burnt}(T) \times CF) \times AG_{DM}(T) \times 1000 \times (1 - Frac_{Remove}(T))}{Area_{(T)} \times (AG_{DM}(T) \times 1000 + Crop_{(T)}) \times R_{BF-BIO}(T) \times N_{BG}(T)} \right\}$	
F _{CR}	두과 작물 포함 토양에 환원되는 작물 잔사 유래 N 총량
Crop	연간 단위 면적당 작물별 건물 중량
Area _(T)	작물별 재배 면적
Area _{burnt(T)}	작물별 잔사 소각 면적
C _f	연소 계수
Frac _{Renew}	작물별 연간 새롭게 재배되는 면적 비율
AG _{DM}	작물별 지상부 잔사 건물 중량
RAG _(T)	지상 잔여물의 건조중량(AG _{DM(T)})에 대한 농작물 T(Crop _(T))에 대한 수확량의 비율 (kg d.m./kg d.m.)
N _{AG}	작물별 지상부 잔사 N 함량
Frac _{Remove}	작물별 사료, 깔개, 건설의 목적으로 제거되는 작물 지상부 잔사 비율
RB _{G-BIO}	작물별 지상부 생체량에 대한 지하부 생체량 비율
N _{BG}	작물별 지하부 잔사 N 함량
$F_{SOM} = \sum_{LU} \left\{ (\Delta C_{Mineral, LU} \times \frac{1}{R}) \times 1000 \right\}$	
ΔC _{Mineral, LU}	토지이용(LU) 형태별 연평균 토양 탄소 손실량(t C)
R	토양 유기물의 탄소:질소 함유비율. 산림지 및 초지에서 농경지로 전용된 경우 기본값 15(불확도 10~30), 농경지로 유지된 농경지의 관리체계 변화의 경우 기본값 10(불확도 8~15). 탄소:질소 함유비율은 시계열, 토지이용 형태, 관리체계 변화에 따라 변경될 수 있음.
LU	토지이용 형태 및 관리체계 형태
$F_{PRP} = \sum_T [N_{(T)} \times Nex_{(T)} \times MS_{(T, PRP)}]$	
F _{PRP}	연간 방목 가축의 분뇨로 목초지, 방목지, 들판에 투입되는 질소량(kg N/yr)
M _(T)	국내 가축종 T의 수
Nex _(T)	국내 가축종 T의 N 총배출량(축종별 kg N/마리·년)
MS _(T,PRP)	국내 가축종 T의 연간 분뇨 총발생량 중 목초지, 방목지, 들판에 방치되는 비율

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 배출량 산정지침, p.111

2) 배출계수

[표 132] 농경지 토양 부문 질소 투입원 종류별 N₂O 직접 배출계수

질소 투입원 종류	N ₂ O 직접 배출계수
무기질 비료, 작물잔사환원 토양 탄소 손실에 따른 광물화 질소(EF ₁)	0.01 kg N ₂ O-N/kg N
담수논벼(EF _{1FR})	0.003 kg N ₂ O-N/kg N
소, 가금류, 돼지 방목 분뇨(EF _{3PRP, CPP})	0.02 kg N ₂ O-N/kg N
양 및 기타 가축방목 분뇨(EF _{3PRP, SO})	0.01 kg N ₂ O-N/kg N

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침. p.112

[표 133] 농경지 토양 부문 밭작물종별 N₂O 배출계수

작물 종류(i)	N ₂ O 직접 배출계수
고추	0.0086 kg N ₂ O-N/kg N
콩	0.0119 kg N ₂ O-N/kg N
감자	0.0049 kg N ₂ O-N/kg N
봄 배추	0.0056 kg N ₂ O-N/kg N
가을 배추	0.0058 kg N ₂ O-N/kg N
그 외 밭작물(통합계수)	0.00596 kg N ₂ O-N/kg N

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침. p.112

[표 134] 농경지 토양 부문의 N₂O 간접 배출계수

배출원	기호	N ₂ O 직접 배출계수
대기취산(N deposition)	EF ₄	0.010 kg N ₂ O-N/kg NH ₃ -N and NO _x -N 배출량
수계유출(leaching/run off)	EF ₅	0.0135 kg N ₂ O-N/kg N 수계유출

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침. p.112

[표 135] 농경지 토양 부문의 간접배출 매개변수

배출원	기호	매개변수
화학비료 시용	Frac _{GASF}	0.10 kg NH ₃ -N/kg + NO _x -N 화학비료
가축분뇨 시용	Frac _{GASM}	0.20 kg NH ₃ -N/kg + NO _x -N 가축분뇨의 질소
지표나 지하수로 유출	Frac _{LEACH-(H)}	0.30 kg N/kg 비료 또는 분뇨

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침. p.113

[표 136] 작물별 건물비율, 질소 함유비율 등 매개변수

작물	건물 비율	Slope	Intercept	지상부 잔사 N 함량 (N _{AG})	지상부/지하부 생체량(R _{BG-BIO})	지하부 잔사 N 함량 (N _{BG})
벼	0.89	0.95	2.46	0.007	0.16	0.009
보리	0.89	0.98	0.59	0.007	0.22	0.014
밀	0.89	1.51	0.52	0.006	0.24	0.009
감자	0.22	0.1	1.06	0.019	0.2	0.014
고구마	0.22	0.1	1.06	0.019	0.2	0.014
옥수수	0.87	1.03	0.61	0.006	0.22	0.007
고추	0.87	1.03	0.61	0.006	0.22	0.007
마늘	0.94	1.07	1.54	0.006	0.2	0.014
참깨	0.9	0.36	0.68	0.01	0.19	0.01
양파	0.94	1.07	1.54	0.016	0.2	0.014
콩	0.91	1.13	0.85	0.008	0.19	0.008

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022.2022 지역 온실가스 인벤토리 산정지침. p.113

[표 137] 축종별 가축분뇨처리 시설별 처리 시 질소손실율(Frac_{LossMS})

축종	가축분뇨처리시설 종류			비고
	고체	액체	기타	
젖소	40%	40%	40%	액체/슬러리 일괄적용
한·육우	50%	50%	50%	Solild storage 일괄적용
양(면양), 사슴, 염소(산양), 말	15%	0%	0%	100% 퇴비화
돼지(비육용, 번식용)	50%	48%	48%	기타에 액체/슬러리 적용
닭(산란계)	55%	55%	55%	깔짚 없는 가금류 적용
닭(육계, 오리)	50%	50%	50%	깔짚 있는 가금류 적용

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침. p.113

7. 작물잔사소각

가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 작물잔사소각에 의한 온실가스 배출량을 산정을 위한 활동자료는 농작물의 생산량, 농작물별 경지면적, 잔사소각 비율의 활동자료가 필요함
 - 조사대상 농작물은 벼, 보리, 밀, 콩, 고추, 마늘, 양파, 참깨임

[표 138] 작물잔사소각 부문의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
농작물 생산량	농작물 생산조사	통계청
농작물별 경지면적	농작물 재배현황 : 지역별 품목별 현황	농림축산식품부
잔사소각 비율	작물잔사소각 부문 매개변수 : 잔사소각 비율	온실가스종합정보센터

[표 139] 작물잔사소각 부문의 활동자료 출처

활동자료	출처
농작물 생산량	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 국가통계포털(홈페이지) > 국내통계 > 주제별 통계 > 농림 > 농작물 생산조사 > 미곡(조곡), 맥류(조곡), 두류, 채소(조미채소), 특용작물 ◦ 국가통계포털 홈페이지 주소 : https://kosis.kr/
농작물별 경지면적	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 농업경영체 등록정보 통계 서비스(홈페이지) > 농작물 재배현황 > 지역별 품목별 현황 ◦ 농업경영체 등록정보 통계 서비스 홈페이지 주소 : https://uni.agrix.go.kr/docs7/biOlap/dashBoard.do
잔사소각 비율	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 2022 국가 온실가스 인벤토리 보고서(온실가스종합정보센터), [표 5-35]

나. 산정식 및 배출계수

1) 온실가스 배출량 산정식

$L_{fire} = A \times M_B \times CF \times G_{EF} \times 10^{-6}$	
L_{fire}	화재로 인한 온실가스 배출량(ton/년)
A	연소된 면적
M_B	연소 가능한 연료의 질량(ton/ha)
CF	산화율
G_{EF}	CH ₄ , N ₂ O 배출계수(g/kg d.m. burnt)
10^{-6}	단위 환산계수(10^{-6} ton/g)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침. p.115

2) 배출계수

[표 140] 작물별 잔사/곡실비율, 건물비율 및 산화율

작물	잔사/곡실비율	건물비율	산화율
벼	1.56	0.89	0.8
보리	1.27	0.89	0.9
밀	1.30	0.89	0.9
고추	2.67	0.87	0.9
마늘	0.92	0.94	0.9
참깨	6.6	0.90	0.9
양파	0.13	0.94	0.9
콩	1.07	0.91	0.9

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침. p.116

[표 141] 축종별 장내발효 부문의 CH₄ 배출계수

온실가스	CH ₄ 배출계수	N ₂ O 배출계수
배출계수(g/kg d.m. burnt)	2.7	0.07

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침. p.116

다. 온실가스 배출량 산정 예시

- 작물별 작물잔사소각에 의한 온실가스 배출량을 산정하는 경우 아래와 같은 절차로 배출량을 산정함

□ 1단계. 일반현황 및 변수

일반 현황				
보고대상 배출원	작물잔사소각_벼		기준년도	2021년
매개변수 정보				
벼 생산량	507,448 ton/년(경기도)		벼 재배면적	65,184 ha(경기도)
벼 재배면적	376 ha(지역A)		잔사소각 비율	0.003(벼)
매개변수	작물	잔사/곡실비율	건물비율	산화율
	벼	1.56	0.89	0.8
온실가스 배출계수	온실가스		CH ₄ 배출계수	N ₂ O 배출계수
	배출계수(g/kg d.m. burnt)		2.7	0.07

□ 2단계. 온실가스 배출량 산정(시도)

온실가스 배출량 산정		
(1) 산정식	$L_{fire} = A \times M_B \times CF \times G_{EF} \times 10^{-6}$	
	L _{fire}	화재로 인한 온실가스 배출량(ton/년)
	A	연소된 면적
	M _B	연소 가능한 연료의 질량(ton/ha)
	CF	산화율
	G _{EF}	CH ₄ , N ₂ O 배출계수(g/kg d.m. burnt)
	10 ⁻⁶	단위 환산계수(10 ⁻⁶ ton/g)
(1) 산정 예시	<ul style="list-style-type: none"> 위의 식에 따라 작물잔사소각에 의한 온실가스 배출량을 산정하면 다음과 같음 - 연소 가능한 연료의 질량(A×M_B)은 “작물생산량×잔사/곡실비율×건물비율×잔사소각비율”로 산정 - 2021년 기준 잔사비율 값이 제시되지 않아 2020년 값 적용 ○ L_{fire, 벼} = 507,448×1.56×0.89×0.003×0.8×2.7×10⁻⁶=0.45654 tonCH₄/년 	

□ 3단계. 온실가스 배출량 산정(시군구)

작물잔사소각(벼)의 온실가스 배출량 산정(시도)				
(1) 산정식	$E = E_{\text{작물잔사소각, 벼}} \times A_{\text{시군}} / A_{\text{시도}}$			
	E	시군구의 작물잔사소각(벼)에 의한 온실가스 배출량 (ton CH ₄ /년)		
	E작물잔사소각_벼	시도 작물잔사소각(벼)에 의한 온실가스 배출량(ton CO ₂ /년)		
	A시군	시군구의 벼 재배면적(ha)		
	A시도	시도의 벼 재배면적(ha)		
(1) 산정 예시	◦ 위의 식에 따라 해당 시군의 온실가스를 배출량을 산정하면 다음과 같음 E지역A = 0.45654ton CH ₄ /년 × 376ha/65,184ha = 0.00263 tonCH ₄ /년			
	연도	시군구	CH ₄ 배출량 (ton CH ₄ /년)	N ₂ O 배출량 (ton N ₂ O/년)
	2021	지역 A	0.00263	0.00007

□ 4단계. 온실가스 배출량 산정 결과

각 온실가스별 배출량		총 온실가스 배출량(GWP 적용)		
ton CH ₄	ton N ₂ O	ton CH ₄ × GWP	ton N ₂ O × GWP	ton CO ₂ eq
0.00263	0.00007	0.00263 × 28	0.00007 × 265	0.09

8. 석회비료 사용

가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 석회비료에 의한 온실가스 배출량을 산정하기 위한 활동자료는 석회비료 사용량과 농작물 경지면적이 필요하며, 각 자료의 수집 출처는 다음과 같음

[표 142] 석회비료 사용 부문의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
석회비료 사용량	연간 농경지 석회 시비량	온실가스종합정보센터
농작물 경지면적	농작물 재배현황 : 지역별 품목별 현황	농림축산식품부

[표 143] 석회비료 사용의 활동자료 출처

활동자료	출처
석회비료 사용량	<ul style="list-style-type: none"> 2022 국가 온실가스 인벤토리 보고서(온실가스종합정보센터), [표 6-18] 본 자료는 농협중앙회의 「비료사용 통계요람」에서 확인이 가능하지만, 비료 법인·단체 등의 영업 비밀에 관한 자료가 포함되어 있어 제공 불가
농작물 경지면적	<ul style="list-style-type: none"> 농업경영체 등록정보 통계 서비스(홈페이지) > 농작물 재배현황 > 지역별 품목별 현황 농업경영체 등록정보 통계 서비스 홈페이지 주소 : https://uni.agrix.go.kr/docs7/biOlap/dashBoard.do

나. 산정식 및 배출계수

1) 온실가스 배출량 산정식

$CO_2 \text{ Emission} = (M_i \times EF_i \times 10^3) + (M_j \times EF_j \times 1000)$	
CO ₂ -C Emission	연간 석회 사용에 따른 탄소 배출량(t C/년)
M	연간 석회비료 사용량(ton/년)
EF	석회비료 배출계수(kg CO ₂ /kg 석회석, 백운석)
i	석회석
j	백운석
10 ³	무게 단위 환산계수(kg/ton)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정지침, p.118

2) 배출계수

[표 144] 석회비료 사용 부문의 CH₄ 배출계수

기준	배출계수(kg CO ₂ /kg 석회석, 백운석)	
	석회석	백운석
배출계수	0.0086	0.0157

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침. p.94

다. 온실가스 배출량 산정 예시

○ 석회비료 사용에 의한 온실가스 배출량을 산정하는 경우 아래와 같은 절차와 같음

□ 1단계. 일반현황 및 변수

일반 현황			
보고대상 배출원	석회비료 사용	기준년도	2020년
매개변수 정보			
석회석 사용량	47 ton/년(전국 기준)	백운석 사용량	152 ton/년(전국 기준)
전국 재배면적	1,575,256ha(2020년 기준)	지역 A의 재배면적	1,391ha(2020년 기준)
배출계수	기준	배출계수(kg CO ₂ /kg 석회석, 백운석)	
		석회석	백운석
	배출계수	0.0086	0.0157

□ 2단계. 온실가스 배출량 산정(시도)

온실가스 배출량 산정(시도)			
(2) 산정식	$CO_2 \text{ Emission} = (M_i \times EF_i \times 10^3) + (M_j \times EF_j \times 1000)$		
	CO ₂ -C Emission	연간 석회 시용에 따른 탄소 배출량(t C/년)	
	M	연간 석회비료 시용량(ton/년)	
	EF	석회비료 배출계수(kg CO ₂ /kg 석회석, 백운석)	
	i	석회석	
	j	백운석	
	10 ³	무게 단위 환산계수(kg/ton)	
배출량 산정 (E)	◦ 위의 산정식에 따라 전국의 석회비료 시용에 따른 온실가스 배출량을 산정하면 다음과 같음 ◦ E _{석회비료} = (47×0.0086×106) + (152×0.0157×106) = 2,790.6tonCO ₂ /년		
	연도	시도	CO ₂ 발생량(tonCO ₂ /년)
	2020	전국	2,790.6

□ 3단계. 온실가스 배출량 산정(시군구)

온실가스 배출량 산정(시군구)				
(1) 산정식	$E = E_{\text{석회비료 시용}} \times A_{\text{시군}} / A_{\text{시도}}$			
	E	시군의 석회비료 시용에 따른 온실가스 배출량(ton CO ₂ /년)		
	E _{석회비료 시용}	전국의 석회비료 시용에 의한 온실가스 배출량(ton CO ₂ /년)		
	A _{시군}	시군구의 재배면적(ha)		
	A _{시도}	전국의 재배면적(ha)		
배출량 산정 (E)	◦ 위의 식에 따라 해당 시군의 석회비료 시용에 따른 온실가스 배출량을 산정하면 다음과 같음 ◦ E = 2,90.6ton CO ₂ /년 × 1,391ha/1,575,256ha = 2.46ton CO ₂ /년			
	연도	시도	시군구	CO ₂ 발생량(tonCO ₂ /년)
	2020	경기도	지역 A	2.46

□ 4단계. 온실가스 배출량 산정결과

각 온실가스별 배출량	총 온실가스 배출량(GWP 적용)	
ton CO ₂	ton CO ₂ × GWP	ton CO ₂ eq
2.46	2.46 × 1	2.46

9. 요소 사용

가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 요소 사용에 의한 온실가스 배출량을 산정하기 위한 활동자료는 요소 사용량과 농작물 경지면적의 활동자료가 필요하며, 각 자료의 수집 출처는 다음과 같음

[표 145] 요소 사용 부문의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
요소 사용량	농림축산식품부 통계연보 - 비료 소비	농림축산식품부
농작물 경지면적	농작물 재배현황 : 지역별 품목별 현황	농림축산식품부

[표 146] 요소 사용 부문의 활동자료 출처

활동자료	출처
요소 사용량	<ul style="list-style-type: none"> 농림축산식품부(홈페이지) > 국민소통 > 통계정보 > 통계간행물 > 농림축산식품 통계연보 > 비료 소비 농림축산식품부 홈페이지 주소 : https://www.mafra.go.kr/
농작물 경지면적	<ul style="list-style-type: none"> 농업경영체 등록정보 통계 서비스(홈페이지) > 농작물 재배현황 > 지역별 품목별 현황 농업경영체 등록정보 통계 서비스 홈페이지 주소 : https://uni.agrix.go.kr/docs7/biOlap/dashBoard.do

나. 산정식 및 배출계수

1) 온실가스 배출량 산정식

$CO_2 - C Emission = M \times EF \times 44/12$	
CO ₂ -C Emission	연간 요소 사용에 따른 탄소 배출량(t C/년)
M	연간 요소 사용량(ton/년)
EF	요소 비료 배출계수(ton C/ton-요소)
44/12	탄소기준 배출량을 이산화탄소(CO ₂) 기준으로 전환(kg CO ₂ /kg C)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정지침, p.120

2) 배출계수

[표 147] 축종별 장내발효 부문의 CH₄ 배출계수

기준	배출계수(ton C/ton 요소)
요소(Urea)	0.2

자료 : 온실가스종합정보센터, 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.94

다. 온실가스 배출량 산정 예시

○ 요소 시용에 의한 온실가스 배출량을 산정하는 절차는 다음과 같음

□ 1단계. 일반현황 및 변수

일반 현황			
보고대상 배출원	요소 시용	기준년도	2021년
매개변수 정보			
요소 시용량	11,390 ton/년(경기도 기준)		
CO ₂ -C 배출계수	구분	배출계수(t C/ton-요소)	
	Urea	0.2	

□ 2단계. 온실가스 배출량 산정(시도)

온실가스 배출량 산정(시도)			
(1) 산정식	$CO_2\text{배출량} = M \times EF \times 44/12$		
	CO ₂ 배출량	연간 요소 시용에 따른 CO ₂ 배출량(ton CO ₂ /년)	
	M	연간 요소 시용량(ton/년)	
	EF	요소 비료 배출계수(ton C/ton-요소)	
	44/12	탄소기준 배출량을 이산화탄소(CO ₂) 기준으로 전환(kg CO ₂ /kg C)	
(1) 산정 예시	◦ 위의 산정식에 따라 경기도의 요소 시용에 따른 온실가스 배출량을 산정하면 다음과 같음 ◦ E = 11,390 ton/년 × 0.2 ton C/ton-요소 × 44/12= 8,353 ton CO ₂ /년		
	연도	시도	CO ₂ 발생량(tonCO ₂ /년)
	2021	경기도	8,353

□ 3단계. 온실가스 배출량 산정(시군구)

온실가스 배출량 산정(시군구)				
(1) 산정식	$E = E_{\text{요소}} \times A_{\text{시군}} / A_{\text{시도}}$			
	E	시군의 요소 시용에 따른 온실가스 배출량 배출량(ton CO ₂ /년)		
	E _{요소}	광역시도의 요소 시용에 의한 온실가스 배출량(ton CO ₂ /년)		
	A _{시군}	시군구의 재배면적(ha)		
	A _{시도}	시도의 재배면적(ha)		
(1) 산정 예시	◦ 위의 식에 따라 해당 시군의 요소 시용에 따른 온실가스 배출량을 산정하면 다음과 같음			
	◦ E = 8,353ton CO ₂ /년 × 1,289ha / 129,395ha = 83.20 ton CO ₂ /년			
	연도	시도	시군구	CO ₂ 발생량(tonCO ₂ /년)
	2021	경기도	지역 A	83.20

□ 4단계. 온실가스 배출량 산정결과

각 온실가스별 배출량	총 온실가스 배출량(GWP 적용)	
ton CO ₂	ton CO ₂ × GWP	ton CO ₂ eq
83.20	83.20 × 1	83.20

제 4 장 | LULUCF

1. 배출원 분류체계 및 범위
2. 용어 정의
3. 산림지
4. 농경지
5. 초지
6. 습지
7. 수확된 목재제품

제 4 장

LULUCF

1. 배출원 분류체계 및 범위

- 토지이용, 토지이용 변화 및 임업 분야는 국토 전체를 토지이용 구분에 따라 산림지, 농경지, 초지, 습지, 정주지, 기타토지로 구분하여 관리되는 토지에서 발생하는 모든 인위적인 온실가스 배출·흡수량과 국내 산림에서 수확된 원목으로 생산된 목재제품의 온실가스 배출·흡수량을 계산함.

[표 148] LULUCF 분야 배출·흡수원 및 온실가스

CRF코드	배출·흡수원	배출량 산정대상 온실가스	산정여부
4A 산림지	산림지로 유지된 산림지	CO ₂	산정
	타토지로 전용된 산림지	CO ₂	타 배출원(4A1) 포함
4B 농경지	농경지로 유지된 농경지		
	타토지에서 전용된 농경지		산정
	농경지로 의 전용에 따른 N ₂ O 배출		
4C 초지	초지로 유지된 초지		
	타토지에서 전용된 토지		산정
습지	습지로 유지된 습지	CH ₄	산정
	타토지에서 전용된 습지	CO ₂ , CH ₄	산정,
	습지에서 배수로 인한 non-CO ₂ 배출	CH ₄	타 배출원 포함(5D1)
수확된 목재제품		CO ₂	산정

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침

[표 149] LULUCF 분야 온실가스 배출·흡수원 목록

CRF코드		배출원	
4A 산림지	4A1	산림지로 유지된 산림지	◦ 입목 바이오매스 축적량 변화에 따른 CO2 흡수량 산정
	4A2	타 토지에서 전용된 산림지(4A1에 포함)	
4B 농경지	4B1	농경지로 유지된 농경지	◦ 농경지의 다년생 입목 바이오매스, 토양의 탄소 축적변화에 따른 CO2 배출·흡수량과 타토지에서 전용된 농경지의 전용과정에서 발생하는 토양산화에 따른 N2O 배출량 산정
	4B2	타토지에서 전용된 농경지	
4C 초지	4C1	초지로 유지된 초지	◦ 토양탄소의 축적변화에 따른 온실가스 배출·흡수량 산정
	4C2	타토지에서 전용된 초지	
4D 습지	4D1	습지로 유지된 습지	◦ 산림지, 농경지, 초지, 정주지에 포함되지 않는 토지에서 인위적 침·배수가 일어나는 인공침수지와 타토지에서 전용된 연안습지의 온실가스 배출량 산정
	4D2	타토지에서 전용된 습지	
4G 수확된 목재제품			◦ 수확된 목재제품(국내 산림에서 수확된 원목으로 생산한 목재제품)에 저장된 탄소의 축적 변화에 따른 CO2 배출·흡수량 산정

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침

2. 용어 정의

용어	용어 설명
수확된 목재제품	수확된 목재 및 목재를 원료로 가공된 제품(HWP : Harvested Wood Products)
입목축적	일정한 면적에서 차지하는 서 있는 나무의 부피의 합(산림에 생육하고 있는 나무의 부피)
바이오매스	바이오매스(Biomass)는 원래 “생물량”이라는 생물학적 용어였으나 현재는 에너지화 할 수 있는 생물체량의 의미로 사용함
고사유기물	고사목과 낙엽층
HAC 토양	고활성 점토(High Activity Clay) 토양
LAC 토양	저활성 점토(Low Activity Clay) 토양
사질 토양	모래입자와 점토의 함유 비율이 높은 포양
화산회토	화산재 등이 바람이 날려 지표나 수중에 퇴적하여 생성된 토양

3. 산림지(산림지로 유지된 산림지)

가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 산림지로 유지된 산림지(4A1)는 입목 바이오매스, 고사유기물(낙엽층과 고사목), 토양, 바이오매스 연소로 구분됨
- 입목바이오매스는 산림축적 현황을 주요 활동자료로 적용하고 토양은 산림면적과 토양 특성을 주요 활동자료로 활용하고 있으며, 바이오매스는 산불 발생 면적을 주요 활동도로 적용하고 있음
- 그러나, 고사유기물(낙엽층과 고사목)은 미산정 배출원임

[표 150] 산림지로 유지된 산림지(4A1)의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
산림면적	산림기본통계 : 임상별 산림면적 및 축적	산림청
입목축적	산림기본통계 : 임상별 산림면적 및 축적	산림청
토양특성	토양통계 : 토양특성(토양목)	농촌진흥청 국립농업과학원
산불발생	산불 발생현황	각 지자체

[표 151] 산림지로 유지된 산림지(4A1)의 활동자료 출처

활동자료	출처
산림면적	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 산림청 산림임업통계플랫폼(홈페이지) > 산림통계 > 산림기본통계 > 연도별 임상별 산림면적 및 입목축적 ◦ 산림임업통계플랫폼 홈페이지 주소 : https://kfss.forest.go.kr/
입목축적	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 산림청 산림임업통계플랫폼(홈페이지) > 산림통계 > 산림기본통계 > 연도별 임상별 산림면적 및 입목축적 ◦ 산림임업통계플랫폼 홈페이지 주소 : https://kfss.forest.go.kr/
토양특성(토양목)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 흙도람(홈페이지) > 통계자료 > 토양특성 > 토양분류 > 토양목 ◦ 흙도람 홈페이지 주소 : http://soil.rda.go.kr/
산불발생	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 국가통계포털(홈페이지) > 국내통계 > 기관별 통계 > 지방자치단체 > 경기도 > 안산시 > 안산시 기본통계 > 공공행정 및 사법 > 산불발생 현황 ◦ 국가통계포털 홈페이지 주소 : https://kosis.kr/

나. 산정식 및 배출계수

1) 온실가스 배출량 산정식

□ 임목 바이오매스

$\Delta C_B = \left(\frac{C_{t_2} - C_{t_1}}{t_2 - t_1} \right) \times \frac{44}{12}$	
ΔC_B	산림지로부터 유지되는 산림지의 현존 바이오매스 축적량 연간 변화(t C/년)
C_{t_1}	t_1 연도의 총 바이오매스 탄소저장량(t C)
C_{t_2}	t_2 연도의 총 바이오매스 탄소저장량(t C)
44/12	탄소기준 배출량을 CO ₂ 기준으로 전환(kg CO ₂ /kg C)
$C = \sum_{i,j} (A_{i,j} \times V_{i,j} \times BCEFs_{i,j}) \times (1 + R_{i,j}) \times CF_{i,j}$	
C	산림지로부터 유지되는 산림지의 현존 바이오매스 축적량 연간 변화(t C/년)
A	산림면적(ha)
V	재적(m ³ /ha)
BECFs	바이오매스 전환 확장계수(t d.m./m ³) 바이오매스 전환 확장계수 = 목재기본밀도(D) × 바이오매스 확장계수(BEFs)
R	뿌리 - 지상부 비율
i	탄소전환계수(t C/t d.m.)
j	기후대

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.129

□ 고사목(낙엽층과 고사목)

$\Delta C_{DOM} = \left[A \times \frac{(DOM_{t_2} - DOM_{t_1})}{T} \right] \times CF$	
ΔC_{DOM}	현존 고사유기물(낙엽층, 고사목) 탄소 축적량 연간 변화(t C/년)
A	관리된 산림면적(ha)
DOM_{t_1}	t_1 연도의 총 고사유기물량(낙엽층, 고사목)(t d.m.)
DOM_{t_2}	t_2 연도의 총 고사유기물량(낙엽층, 고사목)(t d.m.)
T	($t_2 - t_1$) 첫 번째 측정시기와 두 번째 측정시기 차이(년)
CF	탄소전환계수(t C/t d.m.)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.130

□ 토양

$\Delta C_{Mineral} = \frac{SOC_0 - SOC_{(0-T)}}{D}$	
$\Delta C_{Mineral}$	무기토양의 연간 탄소 축적 변화량(t C/년)
SOC_0	해당연도의 토양 유기 탄소저장량(t C)
SOC_{0-T}	인벤토리 기준연도의 토양 유기 탄소저장량(t C)
D	해당 인벤토리 기간(년)
$SOC = \sum_{c,s,i} (A_{c,s,i} \times SOC_{REF_{c,s,i}} \times F_{LU_{c,s,i}} \times F_{MG_{c,s,i}} \times F_{I_{c,s,i}})$	
SOC	현존 토양 유기 탄소저장량(t C)
A	토지이용범주별 면적(ha)
SOC_{REF}	토지이용범주별 기준 토양 유기 탄소저장량(t C/ha)
F_{LU}	토지이용체계에 대한 축적변화계수
F_{MG}	경영, 시업체계에 대한 축적변화계수
F_I	유기물 시용체계에 대한 축적변화계수
c	기후대
s	토양형
i	경영시업체계

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.130

□ 바이오매스 연소에 의한 Non-CO₂ 배출

$L_{fire} = A \times M_B \times C_f \times G_{ef} \times 10^{-3}$	
L_{fire}	연소로 인한 온실가스 배출량(ton CO ₂ , CH ₄ or N ₂ O/년)
A	연소 면적(ha)
M_B	연소 가능한 바이오매스 연료량(ton/ha)
C_f	연소 효율
G_{ef}	배출계수(g/kg d/m)
10^{-6}	단위 환산 계수

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.130

2) 배출계수

[표 152] 입목 바이오매스의 매개변수 및 배출계수

구분		목재기본밀도(D) (t dm/m ³)		바이오매스 확장계수(BEFS)		뿌리-지상부 비율(R)		탄소전환 계수(CF)
		수종별	임상별	수종별	임상별	수종별	임상별	
침엽수림	강원지방소나무	0.42	0.46	1.48	1.43	0.26	0.27	0.51
	중부지방소나무	0.47		1.41		0.25		
	낙엽송	0.45		1.34		0.29		
	리기다소나무	0.50		1.33		0.36		
	곰솔	0.48		1.52		0.29		
	잣나무	0.41		1.74		0.28		
	삼나무	0.35		1.31		0.23		
	편백	0.43		1.35		0.20		
활엽수림	굴참나무	0.72	0.68	1.34	1.51	0.32	0.36	0.48
	신갈나무	0.66		1.60		0.39		
	상수리나무	0.72		1.45		0.31		
	줄참나무	0.66		1.55		0.43		
	붉가시나무	0.83		1.70		0.19		
	아까시나무	0.64		1.47		0.48		
	자작나무	0.55		1.30		0.29		
	백합나무	0.46		1.24		0.23		
	현사시나무	0.36		1.17		0.16		

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.131-132

[표 153] 산림지 부문 주요 수종의 고사유기물 및 토양관련 국가 고유 배출·흡수계수

구분		고사목 탄소전환계수 (t C/t dm)	낙엽층 탄소저장량 (t C/ha)	낙엽층 탄소전환계수 (t C/t dm)	토양 탄소저장량 (t C/ha)	토양 가밀도 (Mg/m ³)	토양 석력 함량	탄소 전환계수 (g C/kg)
침엽수	강원지방소나무	0.51	9.03	0.47	53.16	1.14	0.32	18.04
	중부지방소나무	0.49	11.85	0.45	37.83	1.10	0.30	16.31
	낙엽송	0.51	7.01	0.40	46.71	0.79	0.27	20.37
	리기다소나무	0.51	7.95	0.43	36.35	1.03	0.41	15.74
	잣나무	0.49	7.36	0.47	37.77	1.08	0.28	14.57
	기타 침엽수	0.51	11.25	0.44	38.75	0.86	0.25	16.94
활엽수	굴참나무	0.49	6.49	0.45	57.09	0.84	0.29	24.44
	신갈나무	0.51	7.3	0.4	64.02	0.85	0.23	28.46
	상수리나무	0.51	5.07	0.38	64.3	0.96	0.27	23.59
	기타 활엽수	0.51	6.63	0.44	55.68	0.99	0.28	26.96

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.132-133

[표 154] 연소효율

구분	평균	표준편차
모든 온대림	0.45	0.16

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.133

[표 155] 바이오매스의 연료량 연소효율($M_B \times C_f$)

구분	평균(t/ha d.m)	표준편차(t/ha d.m)
모든 온대림	50.4	53.7

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.133

[표 156] 바이오매스의 오염물질별 배출계수

구분	오염물질별 배출계수(g/kg d.m)				
	CO ₂	CO	CH ₄	N ₂ O	NO _x
모든 온대림	1,569	107	4.7	0.26	3.0

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.133

4. 농경지(타토지에서 전용된 농경지)

가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 타토지에서 전용된 농경지(4B2)의 온실가스 배출량 산정을 위해서는 농경지의 면적과 토양 특성의 활동자료가 필요함
- 농경지는 지적통계의 지목 중 전, 답, 과수원 면적이 이에 해당함

[표 157] 타토지에서 전용된 초지(4C2)의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
초지면적	지적통계	국토교통부
토양특성	토양통계 : 토양특성(토양목)	농촌진흥청 국립농업과학원

[표 158] 타토지에서 전용된 초지(4C2)의 활동자료 출처

활동자료	출처
초지면적	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 국토교통 통계누리(홈페이지) > 토지 > 지적통계 > 행정구역별·지목별 국토이용현황_시군구 > 관련 파일 > 지적통계 ◦ 국토교통 통계누리 홈페이지 주소 : https://stat.molit.go.kr/portal/main/portalMain.do
토양특성(토양목)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 흙토람(홈페이지) > 통계자료 > 토양특성 > 토양분류 > 토양목 ◦ 흙토람 홈페이지 주소 : http://soil.rda.go.kr/

나. 산정식 및 배출계수

1) 온실가스 배출량 산정식

$\Delta C_{Soils} = \Delta C_{Mineral} - \Delta C_{Organic} - \Delta C_{Inorganic}$	
ΔC_{Soils}	농경지로 유지된 농경지의 연간 토양탄소 축적변화[t C/년]
$\Delta C_{Mineral}$	농경지로 유지된 농경지의 무기질 토양의 연간 탄소 축적변화[t C/년]
$\Delta C_{Organic}$	유기토양에서 연간 손실되는 탄소[t C/년]
$\Delta C_{InOrganic}$	토양의 연간 무기탄소 축적량의 변화[t C/년], Tier 3 미적용 시 '0'

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.136

$\Delta C_{Mineral} = \frac{SOC_0 - SOC_{(0-T)}}{D}$	
(※ T가 20년 이상이면, 이 식에서 D를 대신하여 T를 사용)	
$\Delta C_{Mineral}$	무기질 토양의 연간 탄소 축적 변화량(t C/년)
SOC_0	인벤토리 대상연도의 토양 유기 탄소저장량(t C)
SOC_{0-T}	인벤토리 대상기간의 토양 유기 탄소저장량(t C)
T	인벤토리 대상기간 20년(년)
D	해당 인벤토리 기간(년)
$SOC = \sum_{c,s,i} (A_{c,s,i} \times SOC_{REF_{c,s,i}} \times F_{LU_{c,s,i}} \times F_{MG_{c,s,i}} \times F_{I_{c,s,i}})$	
SOC	현존 토양 유기 탄소저장량(t C)
A	토지이용범주별 면적(ha)
SOC_{REF}	토지이용범주별 토양 유기 탄소저장량(t C/ha)
F_{LU}	토지이용 또는 토지이용 변화 형태에 따른 축적변화계수
F_{MG}	관리 체계에 따른 축적변화계수
F_I	유기물 시용에 따른 축적변화계수
c	기후대
s	토양형
i	주요 농경지 체계

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.136

2) 배출계수

[표 159] 기본 토양유기탄소 축적계수

(단위 : t C/ha, 토양 깊이 0-30cm)

구분	HAC 토양	LAC 토양	사질 토양	화산회토
SOC_{REF}	39	34	24	127

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.136

[표 160] 농경지 관리활동 종류별 축적변화계수

구분	수준	기후형	습도형	기본계수
토지이용(F_{LU})	장기경작(밭)	온대	습윤	0.69
	장기경작(과수원)	온대	습윤	1.0
	논벼경작(논)	온/열대	건/습윤	1.1
경운(F_{MG})	Full(논, 밭)	온대	건/습윤	1.0
	No-till(과수원)	온대	습윤	1.15
유기물시용(F_I)	Medium(논, 밭, 과수원)	온대	건/습윤	1.0

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.137

5. 초지(타토지에서 전용된 초지)

가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 타토지에서 전용된 초지(4C2)의 온실가스 배출량 산정을 위해서는 습지의 면적과 토양 특성의 활동자료가 필요함
- 초지는 지적통계의 지목 중 목장용지 면적이 이에 해당함

[표 161] 타토지에서 전용된 초지(4C2)의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
초지면적	지적통계	국토교통부
토양특성	토양통계 : 토양특성(토양목)	농촌진흥청 국립농업과학원

[표 162] 타토지에서 전용된 초지(4C2)의 활동자료 출처

활동자료	출처
초지면적	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 국토교통 통계누리(홈페이지) > 토지 > 지적통계 > 행정구역별·지목별 국토이용현황_시군구 > 관련 파일 > 지적통계 ◦ 국토교통 통계누리 홈페이지 주소 : https://stat.molit.go.kr/portal/main/portalMain.do
토양특성(토양목)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 흙토람(홈페이지) > 통계자료 > 토양특성 > 토양분류 > 토양목 ◦ 흙토람 홈페이지 주소 : http://soil.rda.go.kr/

나. 산정식 및 배출계수

1) 온실가스 배출량 산정식

$\Delta C_{Soils} = \Delta C_{Mineral} - \Delta C_{Organic} - \Delta C_{Inorganic}$	
ΔC_{Soils}	초지로 유지된 초지의 연간 토양탄소 축적변화[t C/년]
$\Delta C_{Mineral}$	초지로 유지된 초지의 무기질 토양의 연간 탄소 축적변화[t C/년]
$\Delta C_{Organic}$	유기토양에서 연간 손실되는 탄소[t C/년]
$\Delta C_{InOrganic}$	토양의 연간 무기탄소 축적량의 변화[t C/년], Tier 3 미적용 시 '0'

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.143

$\Delta C_{Mineral} = \frac{SOC_0 - SOC_{(0-T)}}{D}$	
(※ T가 20년 이상이면, 이 식에서 D를 대신하여 T를 사용)	
$\Delta C_{Mineral}$	무기질 토양의 연간 탄소 축적 변화량(t C/년)
SOC_0	인벤토리 대상연도의 토양 유기 탄소저장량(t C)
SOC_{0-T}	인벤토리 대상기간의 토양 유기 탄소저장량(t C)
T	인벤토리 대상기간 20년(년)
D	해당 인벤토리 기간(년)
$SOC = \sum_{c,s,i} (A_{c,s,i} \times SOC_{REF_{c,s,i}} \times F_{LU_{c,s,i}} \times F_{MG_{c,s,i}} \times F_{L_{c,s,i}})$	
SOC	현존 토양 유기 탄소저장량(t C)
A	토지이용범주별 면적(ha)
SOC_{REF}	토지이용범주별 기준 토양 유기 탄소저장량(t C/ha)
F_{LU}	토지이용 또는 토지이용 변화 형태에 따른 축적변화계수
F_{MG}	관리 체계에 따른 축적변화계수
F_L	유기물 사용에 따른 축적변화계수
c	기후대
s	토양형
i	주용 농경지 체계

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.143

2) 배출계수

[표 163] 기본 토양유기탄소 축적계수(SOC_{REF})

(단위 : t C/ha, 토양 깊이 0-30cm)

구분	HAC 토양	LAC 토양	사질 토양	화산회토
SOC_{REF}	39	34	24	127

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.144

[표 164] 농경지 관리활동 종류별 축적변화계수

구분	수준	기후형	기본계수
토지이용(FLU)	전체 초지	전체	1.0
초지관리 상태(FMG)	지속적으로 관리되는 손상 없는 초지 (Nominally Managed ; non-degraded)	전체	1.0
	손상된 비관리 초지(Moderately degraded)	온/한대	0.95
	장기적으로 손상된 초지(Severely degraded)	전체	0.7
	정기적으로 관리되는 초지(시비, 종자개량, 관개 등 포함, Improved)	온/한대	1.14
유기물사용(FI) (초지 개선을 위한 시비에 한함)	기본적으로 사용(Nominal)	전체	1.0
	초지개선을 위한 추가 사용(High)	온/한대	1.11

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.144

6. 습지

가. 습지로 유지된 습지

1) 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 습지로 유지된 습지(4D1)의 온실가스 배출량 산정을 위해서는 전체 인공침수지 면적과 결빙일수의 활동자료가 필요함
 - 인공침수지는 지적통계의 지목 중 구거, 유지, 영어장, 하천 면적이 이에 해당

[표 165] 습지로 유지된 습지(4D1)의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
전체 인공침수지 면적	지적통계	국토교통부
결빙일수	기상자료개방포털 : 기상현상일수	기상청

[표 166] 습지로 유지된 습지(4D1)의 활동자료 출처

활동자료	출처
전체 인공침수지 면적	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 국토교통 통계누리(홈페이지) > 토지 > 지적통계 > 행정구역별·지목별 국토이용현황_시군구 > 관련 파일 > 지적통계 ◦ 국토교통 통계누리 홈페이지 주소 : https://stat.molit.go.kr/portal/main/portalMain.do
결빙일수	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 기상청 기상자료개방포털(홈페이지) > 기후통계분석 > 기상현상일수 > 결빙일수 ◦ 기상자료개방포털 홈페이지 주소 : https://data.kma.go.kr/ ◦ 수집된 기상자료가 없을 경우, 지역 인근이 기상자료를 활용

2) 산정식 및 배출계수

가) 온실가스 배출량 산정식

$E = A \times E(CH_4)_{diff} \times P \times 10^{-3}$	
E	습지에서 발생하는 CH ₄ 배출량(ton CH ₄ /년)
A	전체 인공침수지 면적(호수, 강 포함)(ha)
E(CH ₄) _{diff}	일일 평균 확산 CH ₄ 발생량(kg CH ₄ /ha·일)
P	비결빙 기간(일)
10 ⁻³	단위환산계수

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.149

나) 배출계수

[표 167] 습지로 유지된 습지(4D1)의 일일 평균 확산 CH₄의 배출계수

구분	EF	단위
CH ₄ 기본 배출계수	0.150	kg CH ₄ /ha·일

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.149

나. 타토지에서 전용된 습지

1) 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 타토지에서 전용된 습지(4D2)의 온실가스 배출량 산정을 위해서는 전체 인공침수지 면적과 결빙일수의 활동자료가 필요함
 - 인공침수지는 지적통계의 지목 중 구거, 유지, 영어장, 하천 면적이 이에 해당

[표 168] 타토지에서 전용된 습지(4D2)의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
전체 인공침수지 면적	지적통계	국토교통부
결빙일수	기상자료개방포털 : 기상현상일수	기상청

[표 169] 타토지에서 전용된 습지(4D2)의 활동자료 출처

활동자료	출처
전체 인공침수지 면적	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 국토교통 통계누리(홈페이지) > 토지 > 지적통계 > 행정구역별·지목별 국토이용현황_시군구 > 관련 파일 > 지적통계 ◦ 국토교통 통계누리 홈페이지 주소 : https://stat.molit.go.kr/portal/main/portalMain.do
결빙일수	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 기상청 기상자료개방포털(홈페이지) > 기후통계분석 > 기상현상일수 > 결빙일수 ◦ 기상자료개방포털 홈페이지 주소 : https://data.kma.go.kr/ ◦ 수집된 기상자료가 없을 경우, 지역 인근이 기상자료를 활용

2) 산정식 및 배출계수

가) 온실가스 배출량 산정식

$E = A \times f_A \times E(CO_2)_{diff} \times P \times 10^{-3}$	
E	습지에서 발생하는 CH ₄ 배출량(ton CH ₄ /년)
A	전체 인공침수지 면적(호수, 강 포함)(ha)
f _A	전체 인공침수지 면적 대비 최근 10년 내 인공침수지로 전용된 면적 비율
E(CO ₂) _{diff}	일일 평균 확산 CO ₂ 발생량(kg CO ₂ /ha·일)
P	비결빙 기간(일)
10 ⁻³	단위환산계수

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.151

나) 배출계수

[표 170] 타토지에서 전용된 습지(4D2)의 일일 평균 확산 CO₂의 배출계수

구분	EF	단위
CO ₂ 기본 배출계수	8.1	kg CO ₂ /ha·일

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.152

7. 수확된 목재제품

가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 수확된 목재제품의 출처를 산정하기 위해서는 목재이용실태조사의 제재목, 섬유판, 지류(펄프)의 생산량을 활동자료로 산정함
- 제재목은 생산업체의 등록현황을 기준으로 할당하고, 섬유판 및 지류는 시장점유율 및 생산실적을 기준으로 할당함
 - 제재목을 제외하고, 섬유판 시정점유율, 제지 생산실적의 정보를 확인하기 어려움

[표 171] 수확된 목재제품의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
제재목 생산량	목재이용실태조사 : 제재목 생산량	산림청
제재목 생산 업체 현황	제재목 생산 업체 현황 :	목재협회, 목재공업협동조합
섬유판 생산량	목재이용실태조사 : 섬유판 생산량	산림청
섬유판 생산시설 시장점유율	-	사업보고서(전자공시)
지류 생산량	목재이용실태조사 : 펄프 생산량	산림청
지류 생산실적 비율	명세서 : 지류 생산실적 비율	NGMS

[표 172] 수확된 목재제품의 활동자료 출처

활동자료	출처
제재목 생산량	<ul style="list-style-type: none"> 산림청(홈페이지) > 행정정보 > 기타통계 > 목재이용실태조사 > 산림청 홈페이지 주소 : https://www.forest.go.kr/
제재목 생산 업체 현황	<ul style="list-style-type: none"> 대한목재협회(홈페이지) > 회원사 현황 대한목재협회 홈페이지 주소 : http://dmh.or.kr/ 목재공업협동조합(홈페이지) > 조합원사정보 > 조합원사 현황 목재공업협동조합 홈페이지 주소 : http://www.lumber.or.kr/
섬유판 생산량	<ul style="list-style-type: none"> 산림청(홈페이지) > 행정정보 > 기타통계 > 목재이용실태조사 > 산림청 홈페이지 주소 : https://www.forest.go.kr/
섬유판 생산시설 시장점유율	-
지류 생산량	<ul style="list-style-type: none"> 산림청(홈페이지) > 행정정보 > 기타통계 > 목재이용실태조사 > 산림청 홈페이지 주소 : https://www.forest.go.kr/
지류 생산실적 비율	<ul style="list-style-type: none"> 국가온실가스종합관리시스템(홈페이지) > 명세서 배출량 통계 > 명세서 주요 정보 > 업체 배출량 국가온실가스종합관리시스템 홈페이지 주소 : https://ngms.gir.go.kr/ 지류 생산실적 비율 확인 불가

나. 산정식 및 배출계수

1) 온실가스 배출량 산정식

$C_l(i+1) = e^{-k} \times C_l(i) + \left[\frac{(1 - e^{-k})}{k} \right] \times Inflow_l(i)$ $\Delta C_l(i) = C_l(i+1) - C_l(i)$	
i	연도(년)
$C_l(i)$	i연도 초에 이용 중인 목재제품별(l) 탄소저장량(Mt C)
k	분해상수($k = \ln(2)/HL$, HL은 목재제품의 반감기)
$Inflow_l(i)$	i년도에 새롭게 유입(이용)되는 목재제품별(l) 탄소저장량(Mt C)
$\Delta C_l(i)$	i년도에 축적된 목재제품별(l) 탄소저장량(Mt C)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.154

$\Delta CO_2(i) = -44/12 \times \sum_{l=1}^n \Delta C_l(i)$	
$\Delta CO_2(i)$	i년도의 축적된 CO ₂ 저장량(Mt CO ₂)
$C_l(i)$	i연도 초에 이용 중인 목재제품별(l) 탄소저장량(Mt C)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.154

2) 배출계수

[표 173] 수확된 목재제품의 탄소전환계수 기본값

구분	기본밀도(D) (전건무게/기건부피) (Mg/m³)	탄소분율(FR) (Mg/m³)	탄소전환계수(CF) (Mg/m³)
제재목	0.458	0.5	0.229
침엽수 제재목	0.45	0.5	0.225
활엽수 제재목	0.56	0.5	0.28
목질판상재	0.595	0.454	0.269
섬유판	0.691	0.427	0.295
파티클보드	0.596	0.451	0.269
OSB	0.573	0.463	0.265
합판	0.542	0.493	0.267
종이 및 판지	0.9		0.386

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.155

[표 174] 수확된 목재제품의 반감기

구분	제재목	목질판상재	종이 및 판지
반감기(HL, 년)	35	25	2

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.155

제 5 장 | 폐기물

1. 배출원 분류체계 및 범위
2. 용어 정의
3. 폐기물 매립
4. 생물학적 처리
5. 폐기물 소각
6. 하수처리

제 5 장

폐기물(직접 배출)

1. 배출원 분류체계 및 범위

- 폐기물 분야 배출원은 폐기물 매립, 하·폐수처리, 폐기물 소각, 기타(고형폐기물의 생물학적처리) 부문을 대상으로 폐기물 처리과정에서 발생하는 온실가스 배출량을 배출원별로 산정함

[표 175] 폐기물(직접배출) 분야 배출원 및 온실가스

CRF코드	배출원		배출량 산정대상 온실가스
5A	관리형매립		CH ₄
	비관리형매립		CH ₄
5B	고형폐기물의 생물학적처리		CH ₄ , N ₂ O
5C	폐기물 소각		CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
5D	하수처리	공공하수처리	CH ₄
		분뇨처리	N ₂ O
		미차집 및 미처리	CH ₄
		고도처리	N ₂ O
	폐수처리		CH ₄

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침

[표 176] 폐기물(직접배출) 온실가스 배출원 목록

CRF코드		배출원	
5A 폐기물 매립	5A1	관리형매립	◦ 위생매립지(관리형), 비위생매립지(비관리형)로 구분하여 매립된 폐기물에 있는 유기물이 혐기성 상태에서 단계적으로 분해되는 과정에서 발생하는 온실가스 배출량을 산정
	5A2	비관리형매립	
5B 고형폐기물의 생물학적 처리			◦ 생물학적처리시설(퇴비화, 혐기성소화)에서 배출되는 온실가스 배출량을 산정
5C 폐기물 소각			◦ 폐기물(생활, 사업장 배출시설계, 건설, 지정폐기물) 소각 과정에서 발생하는 온실가스 배출량을 산정

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침

[표 177] 폐기물(직접배출) 온실가스 배출원 목록(하·폐수처리 부문)

CRF코드		배출원	
5D 하·폐수 처리	5D1 하수 처리	공공하수처리	◦ 하·폐수처리 부문의 온실가스는 하수와 폐수에 포함된 유기물이 혐기적으로 처리되는 과정에서 CO ₂ , CH ₄ 이 발생하고 하수와 폐수 내 질소성분에 의해 발생하는 N ₂ O 배출량을 산정
		분뇨처리	
		미차집 및 미처리	
		고도처리	
	5D2 폐수처리		

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침

2. 용어 정의

용어	용어 설명
관리형 매립	침출수의 유출을 방지하기 위해 매립시설의 바닥, 측면을 폐기물의 성질, 상태, 매립고, 지형 등을 고려하여 방수 및 차수처리한 매립시설
비관리형매립	관리형 매립시설의 설치기준에 부합하지 않는 매립시설
고형폐기물의 생물학적 처리	미생물을 활용한 고형폐기물의 퇴비화, 부숙토 생산, 호기성·혐기성 분해
고도처리	하수에 포함된 질소(N)와 인(P)을 제거하여 수중의 부영양화를 방지하기 위한 방법
산화율	단위 물질당 산화되는 물질량의 비율
혐기성 분해	외부(산소, 질산염 등)로부터 어떠한 물질도 관여되지 않고 유기물 자체로 분해단계를 거치는 반응

3. 폐기물 매립

가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 폐기물 매립 부문은 지역 내 매립지가 존재할 경우 폐기물 매립에 대한 온실가스 배출량을 산정함
- 매립지의 성상별 매립비율을 확인하기 어려울 경우 해당 지역의 성상별 폐기물 발생 현황을 기준으로 성상별 매립량을 산정

[표 178] 폐기물 매립의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
시설별 폐기물 매립 현황	전국 폐기물 발생 및 처리현황	환경부, 한국환경공단
지역별 폐기물 매립 현황	전국 폐기물 발생 및 처리현황	환경부, 한국환경공단

[표 179] 폐기물 매립의 활동자료 수집 출처

활동자료	
시설별 폐기물 매립 현황	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 자원순환정보시스템(홈페이지) > 환경통계정보 > 환경통계현황 > 보고통계 > 전국 폐기물 발생 및 처리현황 > 생활, 사업장일반, 지정, 의료폐기물 > 생활/사업장일반/지정/의료 폐기물 발생량 및 처리현황 ◦ 자원순환정보시스템 홈페이지 주소 : https://www.recycling-info.or.kr/rrs/main.do
매립된 폐기물 총량	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 자원순환정보시스템(홈페이지) > 환경통계정보 > 환경통계현황 > 보고통계 > 전국 폐기물 발생 및 처리현황 > 생활, 사업장일반, 지정, 의료폐기물 > 생활/사업장일반/지정/의료 폐기물 발생량 및 처리현황(시군구별) ◦ 자원순환정보시스템 홈페이지 주소 : https://www.recycling-info.or.kr/rrs/main.do

나. 산정식 및 배출계수

1) 온실가스 배출량 산정식

$E = \left[\sum CH_4 \text{ 배출량}_{x,T} - R_T \right] \times (1 - OX_T)$ $DDOC_m = W \times DOC \times DOC_F \times MCF$ $DDOC_{maT} = DDOC_{mdT} + (DDOC_{maT-1} \times e^{-k})$ $DDOC_{m,decompT} = DDOC_{maT-1} \times (1 - e^{-k})$ $CH_4 \text{ 발생량}_{x,T} = DDOC_{m,decompT} \times F \times 16/12$	
E	T 년도에 배출된 CH ₄ (ton CH ₄ /년)
T	CH ₄ 발생량을 산정하는 해당년도(인벤토리 연도)
x	폐기물 카테고리나 성상/물질
R _T	T연도에 회수된 CH ₄ (ton CH ₄ /년)
OX _T	T연도의 산화율(분율)
DDOC _m	혐기적으로 분해 가능한 매립된 DOC의 총량(ton)
DDOC _{maT}	T연도까지 SWDS에 축적된 DDOC _m (ton)
DDOC _{maT-1}	(T-1)연도까지 SWDS에 축적된 DDOC _m (ton)
DDOC _{mdT}	T연도까지 SWDS에 매립된 DDOC _m (ton)
DDOC _{m,decompT}	T연도에 SWDS에서 혐기적으로 분해된 DDOC _m (ton)
W	매립된 폐기물 총량(ton)
MCF	CH ₄ 보정계수
DOC	분해 가능한 유기탄소 함량(천ton-C/천ton-폐기물)
DOC _F	혐기적으로 분해 가능한 폐기물 내 유기탄소 비율
F	매립가스 중 CH ₄ 성분비
k	CH ₄ 발생속도 상수

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.164

2) 배출계수

[표 180] 폐기물 매립(관리형) 배출계수

구분	세부성상	DOC	DOCF	k	F	OX	MCF
생활 폐기물 (가정, 사업장)	음식물	0.1319	0.6343	0.05	0.5629	0.1	1.0
	종이류	0.3349	0.6256	0.05	0.5629	0.1	1.0
	목재류	0.3685	0.4446	0.05	0.5629	0.1	1.0
	플라스틱	0.0000	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	고무피혁	0.4625	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	기타 가연분	0.2850	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	불연분	0.0000	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
사업장 폐기물	폐지류	0.3349	0.6256	0.05	0.5629	0.1	1.0
	폐목재류	0.3685	0.4446	0.05	0.5629	0.1	1.0
	폐섬유천류	0.3415	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	폐합성수지류	0.0000	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	폐합성고무류	0.0000	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	폐피혁	0.4939	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	폐수처리오니	0.1845	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	공정오니	0.1845	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	정수처리오니	0.1845	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	하수처리오니	0.1036	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	동식물성 폐잔재물	0.2272	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	폐식용유	0.7196	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	기타 가연분	0.2850	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	불연분	0.0000	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
건설 폐기물	종이류	0.3349	0.6256	0.05	0.5629	0.1	1.0
	나무류	0.3685	0.4446	0.05	0.5629	0.1	1.0
	플라스틱	0.0000	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	섬유류	0.3415	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	폐보드류	0.0100	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	폐판넬	0.0100	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	혼합 건설폐기물	0.0100	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	기타 가연분	0.2850	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	불연분	0.0000	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
지정 폐기물	혼합(Bulk)	0.1500	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	폐산		0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	폐알칼리		0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	폐유		0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	폐합성고분자화합물		0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	분진		0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	오니류	0.1845	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	기타		0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	의료폐기물류	0.1500	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.164-165

4. 생물학적 처리

가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 생물학적 처리 부문의 온실가스 배출량 산정은 혐기성 분해시설에서 생물학적으로 분해된 폐기물 총량의 활동자료가 필요함

[표 181] 생물학적 처리 부문의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
혐기성 분해시설에서 생물학적으로 분해된 폐기물 총량	전국 폐기물 발생 및 처리현황	환경부, 한국환경공단

[표 182] 생물학적 처리 부문의 활동자료 수집 출처

활동자료	출처
혐기성 분해시설에서 생물학적으로 분해된 폐기물 총량	<ul style="list-style-type: none"> 자원순환정보시스템(홈페이지) > 환경통계정보 > 환경통계현황 > 보고통계 > 전국 폐기물 발생 및 처리현황 > 전국 폐기물 처리업체 현황 > 퇴비화 시설, 혐기성 소화시설의 처리량 자원순환정보시스템 홈페이지 주소 : https://www.recycling-info.or.kr/rrs/main.do

나. 산정식 및 배출계수

1) 온실가스 배출량 산정식

$E = (M \times EF \times 10^{-3}) + A.D$ 누출량	
E	혐기성 분해시설(퇴비화, 혐기성소화)에 따른 CH ₄ 배출량(ton CH ₄ /년)
M	혐기성 분해시설(퇴비화, 혐기성소화)에서 생물학적으로 분해된 폐기물 총량(ton/년)
EF	혐기성 분해시설(퇴비화, 혐기성소화)에 따른 CH ₄ 배출계수(g CH ₄ /kg)
AD 누출량	혐기성 소화조의 CH ₄ 누출량(ton CH ₄ /년)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.170

$A.D \text{ 누출량} = CH_4 \text{ 회수량}(R) \div 0.9 \times 0.1$	
AD 누출량	혐기성 소화조의 CH_4 누출량(ton CH_4 /년)
R	회수된 CH_4 총량(ton CH_4 /년)
0.1	누출 비율(10%)
AD 누출량	혐기성 소화조의 CH_4 누출량(ton CH_4 /년)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.170

2) 배출계수

[표 183] 생물학적 처리 부문 적용 배출계수

처리방법	CH_4 배출계수 (g CH_4 /kg 폐기물)	N_2O 배출계수 (g N_2O /kg 폐기물)	비고
퇴비화	4	0.24	습량 기준
혐기성 소화	0.8	-	

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.164-165

5. 폐기물 소각

가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 폐기물 소각 부분은 지역 내 소각 시설이 존재할 경우 폐기물 소각에 의한 온실가스 배출량을 산정하며, 주요 활동도는 성상별 소각량 자료가 필요함
- 소각시설별 성상별 소각량의 정보를 확인하기 어려운 경우 해당 지역의 성상별 폐기물 소각량을 기준으로 성상별 소각량을 산정함

[표 184] 폐기물 소각 부문의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
폐기물 소각량	전국 폐기물 발생 및 처리현황	환경부, 한국환경공단
행정구역별 성상별 폐기물 처리현황	전국 폐기물 발생 및 처리현황	환경부, 한국환경공단

[표 185] 폐기물 소각 부문의 활동자료 수집 출처

활동자료	활동자료 수집 출처
폐기물 소각량	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 자원순환정보시스템(홈페이지) > 환경통계정보 > 환경통계현황 > 보고통계 > 전국 폐기물 발생 및 처리현황 > 폐기물 처리업체현황(소각 시설 기준) ◦ 자원순환정보시스템 홈페이지 주소 : https://www.recycling-info.or.kr/rrs/main.do
행정구역별 성상별 폐기물 처리현황	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 자원순환정보시스템(홈페이지) > 환경통계정보 > 환경통계현황 > 보고통계 > 전국 폐기물 발생 및 처리현황 > 생활, 사업장일반, 지정, 의료폐기물 > 생활/사업장일반/지정/의료 폐기물 발생량 및 처리현황(시군구별) ◦ 자원순환정보시스템 홈페이지 주소 : https://www.recycling-info.or.kr/rrs/main.do

나. 산정식 및 배출계수

1) 온실가스 배출량 산정식

□ CO₂ 배출량 산정식

$E = \sum (SW_{i,j} \times DM_{i,j} \times CF_{i,j} \times FCF_{i,j} \times OF_{i,j}) \times 44/12$	
E	폐기물 종류(생활, 사업장배출시설계, 건설, 지정)별 소각에 따른 배출량(tonCO ₂ /년)
SW _{i,j}	폐기물 종류(생활, 사업장배출시설계, 건설, 지정)별 습량기준 j의 소각량(ton 폐기물/년)
DM _{i,j}	폐기물 종류(생활, 사업장배출시설계, 건설, 지정)에 따른 성상 j의 건조물질함량(%)
CF _{i,j}	폐기물 종류(생활, 사업장배출시설계, 건설, 지정)에 따른 건조물질 중 탄소함량(%)
FCF _{i,j}	폐기물 종류(생활, 사업장배출시설계, 건설, 지정)에 따른 성상 j의 총 탄소중량 중 화학탄소함량(%)
OF _{i,j}	폐기물 종류(생활, 사업장배출시설계, 건설, 지정)에 따른 성상 j의 산화계수(%)
44/12	탄소기준 배출량을 이산화탄소 기준으로 전환(kg CO ₂ /kg C)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.172

□ Non-CO₂ 배출량 산정식

$E = \left[\sum (A_i \times EF_i) \right] \times 10^{-6}$	
E	폐기물 종류(생활, 사업장배출시설계, 건설, 지정)별 소각에 따른 CH ₄ , N ₂ O 배출량
A	폐기물 종류(생활, 사업장배출시설계, 건설, 지정)별 소각량(ton 폐기물/년)
EF	폐기물 종류(생활, 사업장배출시설계, 건설, 지정)별 CH ₄ , N ₂ O 배출계수
i	폐기물 종류
10 ⁻⁶	무게 단위 환산계수(10 ⁻⁶ ton/g)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.167

2) 배출계수

□ CO₂ 배출계수

[표 186] 폐기물 종류별 성상별 매개변수

유형	성상	DM _{ij}	CF _{ij}	FCF _{ij}	OF _{ij}	비고
생활 폐기물	종이/판지	0.7951	0.4276	0.01	1	도시 고형 폐기물 (MSW)
	음식물	0.4000	0.3800		1	
	고무/가죽	0.9343	0.5705	0.20	1	
	플라스틱	0.8605	0.7630	1.00	1	
	목재	0.8500	0.5000		1	
	유리	1.0000	NA	NA	1	
	금속	1.0000	NA	NA	1	
	기타(가연성)	0.5548	0.5137	1.00	1	
	기타(불연성)	0.9000	0.0300	1.00	1	
사업장 배출시설계 폐기물	하수처리오니	0.2270	0.4566	0.00	1	하수슬러지
	폐지	0.6997	0.4252	0.01	1	하수 슬러지 외
	폐섬유	0.9897	0.5488	0.16	1	
	폐합성수지	0.9803	0.6695	0.80	1	
	폐합성고무	0.9978	0.8293	0.17	1	
	폐피혁	0.9843	0.5779	0.03	1	
	폐수처리오니	0.4250	0.4737	0.90	1	
	공정오니	0.3197	0.4246	0.90	1	
	정수처리오니	0.1677	0.4143	0.90	1	
	동식물성 폐잔류물	0.4350	0.5222	0.00	1	
	폐식용유	0.9850	0.7305	0.00	1	
	폐목재	0.8846	0.6060	0.00	1	
	소각재	0.8684	0.3097	0.03	1	
	기타	0.9000	0.0400	0.03	1	
건설 폐기물	폐목재	0.8846	0.6060	0.00	1	사업장 폐기물(IW)
	폐합성수지	0.9803	0.6695	0.80	1	
	폐섬유	0.9897	0.5488	0.16	1	
	폐벽지	0.9660	0.4069	0.01	1	
	폐보드류	0.9830	0.2216	0.90	1	
	폐판넬	0.9850	0.6179	0.90	1	
	기타	0.9000	0.0400	0.00	1	

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.173-174

[표 89] 폐기물 종류별 성상별 매개변수

유형	성상	DM _{ij}	CF _{ij}	FCF _{ij}	OF _{ij}	비고
지정 폐기물	공정오니	0.3197	0.4246	0.90	1	유해 폐기물 (HW)
	기타 폐유기용제	0.1783	0.4000	0.90	1	
	소각재	0.9943	0.2652	0.90	1	
	폐농약	0.3233	0.3503	0.90	1	
	폐수처리오니	0.5667	0.2796	0.90	1	
	폐유	0.9650	0.6207	1.00	1	
	폐유독물	0.3823	0.6054	0.90	1	
	폐촉매	0.9840	0.1199	0.90	1	
	폐페인트 및 페락카	0.4763	0.7865	0.90	1	
	폐합성고무	0.8354	0.8162	0.17	1	
	폐합성수지	0.8312	0.6757	0.80	1	
	폐흡착제 및 폐흡수제	0.9970	0.8227	0.90	1	
	할로겐흡착제 및 폐흡수제	0.0057	0.7554	0.90	1	
	PCB 함유 폐기물	0.8793	0.9190	0.90	1	
	기타	0.9000	0.0400	0.03	1	
	의료폐기물	0.6945	0.5123	0.40	1	

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.173-174

□ Non-CO₂ 배출계수

[표 187] 생물학적처리 부문 적용 배출계수

폐기물 종류	CH ₄ 배출계수 (g CH ₄ /kg 폐기물)	N ₂ O 배출계수 (g N ₂ O/kg 폐기물)
생물학적 처리	6.1	52.1
사업장배출시설계폐기물	13.9	129.7
하수슬러지	76.3	449.1
건설폐기물/지정폐기물(의료폐기물 외)	13.9	129.7
의료폐기물(지정폐기물)	2.8	94.5

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.175

6. 하·폐수처리

가. 하수처리

1) 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 하수처리 부문은 공공하수처리(5D1a), 공공하수처리(혐기성 소화, 5D1a), 미처리/미차집(5D1b), 분뇨처리(5D1c), 고도처리(5D1d)로 구분하여 온실가스 배출량을 산정하고 있으며, 각 활동자료 및 활동자료 수집 출처는 다음과 같음
 - 공공하수처리 및 혐기성 소화 부문의 온실가스 배출량을 산정하기 위해서는 하수처리 BOD 부하량, 처리방법별 인구 현황의 활동자료가 필요함
 - 미처리/미차집 부분은 하수처리구역 내/외 인구 현황, 하수처리장 유입 BOD 농도의 활동자료가 필요함
 - 분뇨처리 부문의 온실가스 배출량 산정을 위해서는 인구 현황, 영양소 섭취량(단백질)의 활동자료가 필요함
 - 고도처리 부문은 인구 현황과 고도처리 비율이 활동자료로 필요함

[표 188] 하수처리(직접 배출) 부문의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
하수처리시설별 처리부하량	하수도 통계	환경부
하수처리방법별 인구현황	하수도 통계	환경부
하수처리구역 내/외 인구현황	하수도 통계	환경부
하수처리장의 유입 BOD 농도	하수도 통계	환경부
고도처리 비율	하수도 통계	환경부
인구현황	주민등록 인구통계	행정안전부
영양소 섭취량 (단백질)	영양소 통계 : 영양소별 통계	한국보건산업진흥원

[표 189] 생물학적 처리(간접 배출) 부문의 활동자료 수집 출처

활동자료	출처
하수처리시설별 처리부하량	<ul style="list-style-type: none"> 국가하수도정보시스템(홈페이지) > 통계분석 > 통계자료실 > 하수도 통계 > 공공하수처리시설(전체) 국가하수도정보시스템 홈페이지 주소 : https://www.hasudoinfo.or.kr/
하수처리방법별 인구현황	<ul style="list-style-type: none"> 국가하수도정보시스템(홈페이지) > 통계분석 > 통계자료실 > 하수도 통계 > 하수도 보급률 국가하수도정보시스템 홈페이지 주소 : https://www.hasudoinfo.or.kr/
하수처리 구역 내/외 인구현황	<ul style="list-style-type: none"> 국가하수도정보시스템(홈페이지) > 통계분석 > 통계자료실 > 하수도 통계 > 하수도 보급률 국가하수도정보시스템 홈페이지 주소 : https://www.hasudoinfo.or.kr/
하수처리장의 유입 BOD 농도	<ul style="list-style-type: none"> 국가하수도정보시스템(홈페이지) > 통계분석 > 통계자료실 > 하수도 통계 > 공공하수처리시설(전체) 국가하수도정보시스템 홈페이지 주소 : https://www.hasudoinfo.or.kr/
고도처리 비율	<ul style="list-style-type: none"> 국가하수도정보시스템(홈페이지) > 통계분석 > 통계자료실 > 하수도 통계 > 하수도 보급률 국가하수도정보시스템 홈페이지 주소 : https://www.hasudoinfo.or.kr/
인구현황	<ul style="list-style-type: none"> 행정안전부(홈페이지) > 정책자료 > 통계 > 주민등록 인구통계 행정안전부 홈페이지 주소 : https://jumin.mois.go.kr/
영양소 섭취량 (단백질)	<ul style="list-style-type: none"> 국민영양통계(홈페이지) > 영양소 섭취량 > 영양소별 섭취량 국민영양통계 홈페이지 주소 : https://www.khidi.or.kr/nutristat

2) 산정식 및 배출계수

가) 온실가스 배출량 산정식

□ 공공하수처리

$E = \sum (T_{ij} \times EF_i) \times (TOW - S) - R$	
E	하수로부터 배출되는 CH ₄ 배출량(ton CH ₄ /년)
T _{i,j}	하수처리시스템별 인구 비율
EF _i	하수처리방식별 CH ₄ 배출계수(tonCH ₄ /tonBOD)
TOW	하수 BOD 부하량(ton BOD/년)
S	하수 중 슬러지로 제거되는 유기물(ton BOD/년)
R	CH ₄ 회수량(ton CH ₄ /년)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.177

□ 공공하수처리 : 혐기성소화조

$E = A \div 0.9 \times 365 \times 0.6 \times 0.1 \times 0.7143 \times 10^{-3}$	
E	혐기성 소화조로부터 누출되는 CH ₄ 배출량(ton CH ₄ /년)
A	소화가스 발생량(m ³ /일)
0.9	소화가스 포집 효율(90%)
0.6	소화가스 중 CH ₄ 농도(60%)
0.1	소화조에서 소화가스 누출비율(10%)
0.7143	CH ₄ 부피를 질량으로 환산하는 계수(16/22.4)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.177

□ 미처리/미차집

$E = A \times EF$	
E	미처리/미차집으로부터 배출되는 CH ₄ 발생량(ton CH ₄ /년)
A	미처리/미차집 BOD 부하량(ton BOD/년)
EF	미처리/미차집 CH ₄ 배출계수(ton CH ₄ /ton BOD)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.178

□ 분뇨처리

$E = A \times EF_{EFFLENT} \times 44/28$	
E	분뇨로부터 배출되는 N ₂ O 배출량(ton N ₂ O/년)
A	분뇨의 질소 부하량
EF	분뇨 N ₂ O 배출계수(ton N ₂ O-N/t-N)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.178

□ 고도처리

$E = P \times TPLAT \times FIN_{CON} \times EF_{PLANT}$	
E	고도처리로 인해 배출되는 N ₂ O 배출량(kg N ₂ O/년)
P	총 인구 수(명)
TPLANT	고도 처리비율(%)
FIN _{CON}	동시 배출되는 산업 및 산업적 단백질 비율(%)
EF _{PLANT}	배출계수(g N ₂ O/인·년)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.178

나) 배출계수 및 매개변수

[표 190] 하수처리 부문 온실가스 배출계수 및 매개변수

배출원	구분	배출계수 및 매개변수	단위
공공하수처리	물리적 처리	0.01532	ton CH ₄ /ton BOD
	생물학적 처리	0.0224	ton CH ₄ /ton BOD
	고도처리	0.00779	ton CH ₄ /ton BOD
	폐수종말처리	0.0017698	ton CH ₄ /ton BOD
미처리/미차집	CH ₄ 최대생성율(Bo)	0.6	kg CH ₄ /kg BOD
	하수처리율(WSi _x)	1.0	
분뇨처리	기본 배출계수	0.005	ton N ₂ O-N/ton N
고도처리	FIN _{CON}	1.25	
	EFP _{LANT}	3.2	g N ₂ O-N/인·년

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.179

나. 폐수처리

1) 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 폐수처리 부문의 온실가스 배출량 산정을 위해서는 업종별 폐수처리량, 업종별 환산계수(BOD → COD)의 활동자료가 필요함

[표 191] 폐수처리 부문의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
업종별 폐수처리량	산업폐수의 발생 및 처리현황	국립환경과학원
환산계수 (BOD → COD)		온실가스종합정보센터

[표 192] 폐수처리 부문의 활동자료 수집 출처

활동자료	출처
업종별 폐수처리량	<ul style="list-style-type: none"> 환경부 환경통계포털(홈페이지) > 분야별 통계 > 물 환경 > 산업폐수의 발생 및 처리현황 > 업종별 사업장수, 폐수발생량, 유기물질 부하량 환경부 환경통계포털 홈페이지 주소 : https://stat.me.go.kr/ 시군구 단위의 업종별 폐수처리량 자료가 필요하고 있지만 별도로 제공하지 않고 있어 국립환경과학원에 별도로 요청해야 함
환산계수 (BOD → COD)	<ul style="list-style-type: none"> 온실가스종합정보센터에 확인결과 환산계수(BOD → COD)는 제공 불가 자료임 “한국해안·해양공학회지. 2006. 시화호 및 인천연안 COD 오염부하량 추정기법”에서 제시한 값을 적용 : COD 농도/BOD 농도 = 2.67

2) 산정식 및 배출계수

가) 온실가스 배출량 산정식

$E = \sum_i (A_i \times EF_i) - R$	
E	산업폐수로부터 배출되는 CH ₄ 발생량(ton CH ₄ /년)
A	업종별 COD 또는 BOD 부하량(ton COD 또는 BOD/년)
EF	업종별 COD 또는 BOD 부하량(ton CH ₄ /ton COD 또는 BOD)
R	CH ₄ 회수량(ton CH ₄ /년)
i	T연도의 산화율(분율)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.181

나) 배출계수

[표 193] 폐수처리 부문 배출계수

(단위 : ton CH₄/ton COD)

업종	화학	전기/전자	음식료품	제지
배출계수(EF)	0.0017	0.0016	0.01	0.0034
업종	화학	전기/전자	음식료품	제지
배출계수(EF)	0.0036	0.0058	0.0015	0.0002
업종	화학	전기/전자	음식료품	제지
배출계수(EF)	0.00028	0.0325	0.0033	

자료 : 자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.181

제6장 | 간접 배출

1. 배출원 분류체계 및 범위
2. 용어 정의
3. 전기
4. 열
5. 폐기물

제 6 장

간접 배출

1. 배출원 분류체계 및 범위

- 간접배출은 전기, 열(지역난방), 폐기물처럼 실제 사용(발생)하는 지역에서는 온실가스가 배출되지 않으나 생산(처리)하는 지역에서 온실가스 배출이 이루어지는 대상을 간접배출원으로 산정함. 온실가스 간접배출원은 해당 지자체 행정구역 내부의 전기, 열(지역난방)사용, 폐기물(발생)에 의한 온실가스 배출량을 산정함

[표 194] 간접배출(전기, 열사용) 분야 배출원 및 온실가스

구분	배출원	배출량 산정대상 온실가스
전기 및 열사용	에너지산업	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
	제조업 및 건설업	
	수송	
	기타	
폐기물(발생)	관리형 매립	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
	비관리형 매립	
	폐기물 소각	

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침

[표 195] 간접배출(전기 및 열 사용, 폐기물(발생)) 온실가스 배출원 목록

구분	배출원	
전기 및 열사용	에너지산업	◦ 해당 시군구 산업(업종)별 전기, 열사용에 따른 온실가스 간접 배출량 산정
	제조업 및 건설업	
	수송	◦ 해당 시군구 수송(철도) 전기 사용에 따른 온실가스 간접 배출량 산정
	기타	◦ 상업·공공, 가정, 농림어업 부문 전기·열사용에 따른 온실가스 간접 배출량 산정
폐기물(발생)	관리형 매립	◦ 해당 시군구에 폐기물 처리시설이 없고 타 지역의 처리시설에서 처리하는 경우 해당 시군구 폐기물 발생(처리)에 따른 온실가스 배출량을 간접 배출량으로 산정 ◦ 해당 시군구에 폐기물 처리 시설이 있는 해당 시설의 처리량 기준 배출량은 직접 배출량으로 산정
	비관리형 매립	
	폐기물 소각	

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침

2. 용어 정의

용어	용어 설명
간접배출	해당 시군구 외부로부터 공급된 전기 또는 열을 사용함으로써 발생하는 온실가스 배출이나 해당 시군구에 폐기물 처리 시설이 없는 경우 해당 시군구의 폐기물 처리 기준 온실가스 배출량을 의미
직접배출	직접배출은 해당 시군구 내부에서 인간의 활동에 의하여 발생하는 온실가스를 대기중에 배출·방출 또는 누출 시키는 것을 의미함

3. 전기

가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 전기 부문에 의한 간접 온실가스 배출량을 산정하기 위해서는 시군구별 업종별 전기 사용량, 발전소별 발전실적, 발전소의 자체 전기 소비 비율, 전기 손실 비율의 활동자료가 필요함

[표 196] 전기 부문의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
시군구별 업종별 전기 사용량	시군구별 전기판매량 정보제공	한국전기공사
발전소별 발전실적	한국전기통계	한국전기공사
발전소의 자체 전기 소비 비율	발전소 내 소비 전기를	한국전기거래소
전기 손실비율	전기 손실량	한국전기공사

[표 197] 활동자료의 활동자료 수집 출처

활동자료	출처
시군구별 업종별 전기 사용량	<ul style="list-style-type: none"> 한국전기공사(홈페이지) > 지식센터 > 전기자료 > 전기통계 > 자료실 > 시군구별 전기판매량 정보제공 > 업종별 한국전기공사 홈페이지 주소 : https://home.kepco.co.kr/kepco/main.do
발전소별 발전실적	<ul style="list-style-type: none"> 한국전기공사(홈페이지) > 지식센터 > 전기자료 > 전기통계 > 한국전기통계 > 한국전기통계 > 발전소별 발전실적 한국전기공사 홈페이지 주소 : https://home.kepco.co.kr/kepco/main.do
발전소의 자체 전기 소비 비율	<ul style="list-style-type: none"> 국가통계포털(홈페이지) > 국내 통계 > 주제별 통계 > 에너지 > 발전설비 현황 > 발전실적 > 발전소내 소비전기를 국가통계포털 홈페이지 주소 : https://kosis.kr/
전기 손실비율	<ul style="list-style-type: none"> 전기통계정보시스템(홈페이지) > 발전·판매 > 전기 손실량 전기통계정보시스템 홈페이지 주소 : https://epsis.kpx.or.kr/

나. 산정식 및 배출계수

1) 온실가스 배출량 산정식

- 온실가스종합정보센터에서 발표한 「2022 지역 온실가스 배출량 산정지침」에서 전기 부문은 광역시도의 총 배출량과 각 지역의 부문별 전기 소비 비율을 고려하여 산정하는 방법을 제안하였으며, 산정식은 아래와 같음
 - 온실가스종합정보센터에서 광역의 배출량을 산정하여 발표하기 전까지 각 지역의 전기 사용에 의한 온실가스 배출량을 추정하는데 어려움이 있는 실정임
- 본 해설서에서는 「공공부문 온실가스 목표관리 운영 등에 관한 지침」(시행 2023.3.25.) [별표 4]에서 제시한 전기 부문의 온실가스 배출량 산정방법을 같이 정리함

가) 1안. 광역지자체 부문별 전기 배출량을 기초지자체의 전기 소비 비율을 반영하여 산정

$E_{\text{기초_전력}} = E_{\text{광역_전력}} \times \left(Q_{\text{기초_전력}} / Q_{\text{광역_전력}} \times 100 \right)$	
$E_{\text{기초_전기}}$	기초지자체 부문별 전기 사용량에 따른 온실가스 배출량(천 ton CO ₂ eq/ 년)
$E_{\text{광역_전기}}$	광역지자체 부문별 전기 사용량에 따른 온실가스 배출량(천 ton CO ₂ eq/ 년)
$Q_{\text{기초_전기}}$	기초지자체 부문별 전기 사용량(GWh)
$Q_{\text{광역_전기}}$	광역지자체 부문별 전기 사용량(GWh)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침. p.186

나) 2안. 공공부문 온실가스 목표관리 운영 등에 관한 지침

$E_{\text{전력}} = \sum AD \times EF_i$	
$E_{\text{전기}}$	기초지자체 부문별 전기 사용량에 따른 온실가스 배출량(천 ton CO ₂ eq/ 년)
AD	업종별 전기 소비량(MWh/년)
EF	온실가스 배출계수
i	온실가스별

자료 : 공공부문 온실가스 목표관리 운영 등에 관한 지침(2022.3.25.), [별표 4]

2) 배출계수

[표 198] 전기 부문 국가 고유 배출계수(2018년 이후)

연료	구분	배출계수		
		CO ₂ (ton CO ₂ /MWh)	CH ₄ (kg CH ₄ /MWh)	N ₂ O(kg N ₂ O/MWh)
전기	소비단	0.4567	0.0036	0.0085

자료 : 온실가스종합정보센터. 2019. 2018년 국가 온실가스 배출·흡수계수 공고

다. 온실가스 배출량 산정 예시

1) 업종별 전기 소비에 의한 온실가스 배출량 산정

- 「2022 지역 온실가스 배출량 산정지침」에서 제시한 방법 대신 「공공부문 온실가스 목표관리 운영 등에 관한 지침」(시행 2023.3.25.) [별표 4]에서 제시한 전기 부문의 온실가스 배출량 산정방법을 적용하는 예시를 작성함

□ 1단계. 일반현황 및 변수

일반 현황				
보고대상 배출원	전기_공공부문		기준년도	2021년
매개변수 정보				
공공 전기 사용량	326,224 MWh/년			
전기 배출계수	구분	CO ₂ (ton CO ₂ /MWh)	CH ₄ (kg CH ₄ /MWh)	N ₂ O(kg N ₂ O/MWh)
	소비단	0.4567	0.0036	0.0085

□ 2단계. 전기 소비통계 자료의 업종 재분류

전기 소비 통계 자료의 업종 배준류				
업종 재분류	한전 전기통계 업종별	업종 재분류	한전 전기통계 업종별	업종 재분류
	석유 정제	석유정제	기타 기계	기계류
	석탄. 원유	광업	영상. 음향	
	1차 금속	철강	의료. 광학	
	고무. 플라스틱	화학	사무 기기	
	화학 제품		전기 기기	
	출판. 인쇄	펄프, 제지 및 인쇄	조립 금속	기타 제조
	펄프. 종이		가구및기타	
	담배제조업	식음료 및 담배	재생 재료	철도(전철)
	식료품제조		전 철	
	음료품제조		순수서비스	상업
	시 멘 트	비금속 광물	사업자 용	
	유 리		관 공 용	공공
	금속비금속	채굴 및 채석	기타공공용	
	가죽. 신발	섬유 및 가죽	수 도	가정
	섬 유		가정용부분	
	의복. 모피	목재 및 목제품	농업. 임업	농업/임업/어업
	목재. 나무		어 업	
	기타 운송	수송장비	국 군 용	미분류(고정형)
	자 동 차		유엔군 용	

□ 3단계. 온실가스 배출량 산정

온실가스 배출량 산정					
(1) 산정식	$E_{\text{전기}} = \sum AD \times EF_i$				
	E _{전기}	기초지자체 부분별 전기 사용량에 따른 온실가스 배출량(천 ton CO ₂ eq/년)			
	AD	업종별 전기 소비량(MWh/년)			
	EF	온실가스 배출계수			
	i	온실가스별			
E	◦ 위의 식에 따라 공공 부문의 온실가스(CO ₂) 배출량을 산정하면 다음과 같음 E _{CO₂} = 326,224×0.4567 = 1468,995 tonCO ₂ /년 E _{CH₄} = 326,224×0.0036×10 ⁻³ = 1.17 tonCH ₄ /년 E _{N₂O} = 326,224×0.0085×10 ⁻³ = 2.77 tonN ₂ O/년				
	연도	업종	CO ₂ (tonCO ₂ /년)	CH ₄ (tonCH ₄ /년)	N ₂ O(tonN ₂ O/년)
	2021	공공	148,995	1.17	2.77

□ 4단계. 온실가스 배출량 산정 결과

각 온실가스별 배출량			총 온실가스 배출량(GWP 적용)			ton CO ₂ eq
ton CO ₂	ton CH ₄	ton N ₂ O	ton CO ₂ ×GWP	ton CH ₄ ×GWP	ton N ₂ O×GWP	
148,995	1.17	2.77	148,995×1	1.17×28	2.77×265	149,763

2) 자체소비 및 손실에 의한 전기 부문 온실가스 배출량 산정

□ 1단계. 일반현황 및 변수

일반 현황				
보고대상 배출원	전기_손실 부문		기준년도	2021년
매개변수 정보				
발전량	5,291,050MWh/년(발전소A)		전기 손실량(종합)	3.53%
전기 배출계수	구분	CO ₂ (ton CO ₂ /MWh)	CH ₄ (kg CH ₄ /MWh)	N ₂ O(kg N ₂ O/MWh)
	소비단	0.4567	0.0036	0.0085

□ 2단계. 온실가스 배출량 산정

온실가스 배출량 산정			
(1) 산정식	전기 손실량 산정		
	$Q_{Loss} = \sum A \times \text{손실비율}(\%)$		
	Q _{Loss}	전기 손실량	
	A	발전소별 발전량(MWh/년)	
	손실비율	전기 손실 비율(%)	
E	◦ 위의 식에 따라 2021년 기준 발전소 A의 전기 손실량을 산정하면 다음과 같음 Q _{LOSS} = 5,291,050MWh/년 × 3.53% = 186,986 MWh/년		
	연도	발전소명	전기 손실량(MWh/년)
	2021	발전소 A	186,986

온실가스 배출량 산정					
(2) 산정식	온실가스 배출량 산정				
	$E_{\text{전기}} = \sum AD \times EF_i$				
	E _{전기}	기초지자체 부분별 전기 사용량에 따른 온실가스 배출량(천 ton CO ₂ eq/년)			
	AD	업종별 전기 소비량(MWh/년)			
	EF	온실가스 배출계수			
	i	온실가스별			
E	◦ 위의 식에 따라 발전소 A의 전기손실에 의한 온실가스 배출량을 산정하면 다음과 같음 E _{CO₂} = 186,986×0.4567 = 85,369 tonCO ₂ /년 E _{CH₄} = 186,986×0.0036×10 ⁻³ = 0.67 tonCH ₄ /년 E _{N₂O} = 186,986×0.0085×10 ⁻³ = 1.59 tonN ₂ O/년				
	연도	발전소명	CO ₂ (tonCO ₂ /년)	CH ₄ (tonCH ₄ /년)	N ₂ O(tonN ₂ O/년)
	2021	발전소 A	85,396	0.67	1.59

□ 3단계. 온실가스 배출량 산정 결과

각 온실가스별 배출량			총 온실가스 배출량(GWP 적용)			ton CO ₂ eq
ton CO ₂	ton CH ₄	ton N ₂ O	ton CO ₂ ×GWP	ton CH ₄ ×GWP	ton N ₂ O×GWP	
85,396	0.67	1.59	85,396×1	0.67×28	1.59×265	96,815

4. 열

가. 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 열 부문의 온실가스 배출량을 산정하기 위해서는 시군구별 부문별 열 사용량, 열 병합 발전소의 열 생산실적, 열 손실 비율 등의 활동자료가 필요함

[표 199] 열 부문의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
시군구별 열 사용량 (지역난방공사)	시군구별 에너지수급통계	에너지경제연구원
집단에너지사업자 열 판매량	집단에너지사업 편람 : 산업단지사업자/병행사업자별 열 판매량	한국에너지공단
집단에너지사업자 운영실적	집단에너지사업 편람 : 집단에너지사업장 운영실적 종합표	한국에너지공단
집단에너지사업자의 지점별 열 생산 실적	사업보고서	DART(전자공시사업자)

[표 200] 열 부문의 활동자료 수집 출처

활동자료	출처
시군구별 열 사용량 (지역난방공사)	<ul style="list-style-type: none"> 확인경로 : 국가에너지통계 종합정보시스템(홈페이지) > 발간물 > 지역 에너지 통계 연보 > 시군구 에너지수급통계 국가에너지통계 종합정보시스템 홈페이지 주소 : http://www.kesis.net/
집단에너지사업자 열 판매량	<ul style="list-style-type: none"> 한국에너지공단(홈페이지) > 국민소통 > 자료실 > 공개자료실 > 집단에너지사업 편람 > 산업단지 사업자별 열 판매량 한국에너지공단 홈페이지 주소 : https://www.energy.or.kr/
집단에너지사업자 운영실적	<ul style="list-style-type: none"> 한국에너지공단(홈페이지) > 국민소통 > 자료실 > 공개자료실 > 집단에너지사업 편람 > 집단에너지사업장 운영실적 종합표 한국에너지공단 홈페이지 주소 : https://www.energy.or.kr/
집단에너지사업자의 지점별 열 생산 실적	<ul style="list-style-type: none"> 전자공시시스템(홈페이지) > 집단에너지사업자 회사명 검색 > 사업보고서 > 생산실적 전자공시시스템 홈페이지 주소 : https://dart.fss.or.kr/ 생산 실적 자료가 없을 경우 「집단에너지사업 편람」의 사업자별 설치용량을 기준으로 할당

나. 산정식 및 배출계수

1) 온실가스 배출량 산정식

- 온실가스종합정보센터에서 발표한 「2022 지역 온실가스 배출량 산정지침」에서 열 사용은 광역시도의 총 배출량과 각 지역의 부문별 열 소비 비율을 고려하여 산정하는 방법을 제안하였으며, 산정식은 아래와 같음
 - 온실가스종합정보센터에서 광역의 배출량을 산정하여 발표하기 전까지 각 지역의 열 사용에 의한 온실가스 배출량을 추정하는데 어려움이 있는 실정임
- 본 해설서에서는 「공공부문 온실가스 목표관리 운영 등에 관한 지침」(시행 2023.3.25.) [별표 4]에서 제시한 열 사용에 의한 온실가스 배출량 산정방법을 같이 정리함

가) 1안. 광역지자체 열의 배출량을 기초지자체의 부문별 열 소비 비율을 반영하여 산정

$E_{기초_{duf}} = E_{광역_{열}} \times (Q_{기초_{열}} / Q_{광역_{열}} \times 100)$	
$E_{기초_전기}$	기초지자체 부문별 열 사용량에 따른 온실가스 배출량(천 ton CO ₂ eq/ 년)
$E_{광역_전기}$	광역지자체 부문별 열 사용량에 따른 온실가스 배출량(천 ton CO ₂ eq/ 년)
$Q_{기초_전기}$	기초지자체 부문별 열 사용량(천 toe)
$Q_{광역_전기}$	광역지자체 부문별 열 사용량(천 toe)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침. p.187

나) 2안. 공공부문 온실가스 목표관리 운영 등에 관한 지침

$E_{열} = \sum AD \times 41.868 \times EF_i$	
$E_{열}$	기초지자체 부문별 열 사용량에 따른 온실가스 배출량(천 ton CO ₂ eq/ 년)
AD	열 소비량(천/년)
41.868	Joule-TOE 환산계수(TJ/천toe)
EF	온실가스 배출계수
S	업종별
i	온실가스별

자료 : 공공부문 온실가스 목표관리 운영 등에 관한 지침(2022.3.25.), [별표 4]

2) 배출계수

[표 201] 전기 부문 국가 고유 배출계수(2018년 이후)

연료	열 전용(kg CO ₂ eq/TJ)	열 병합(kg CO ₂ eq/TJ)	평균(kg CO ₂ eq/TJ)
열(스팀) 배출계수	56,452	60,974	59,685

자료 : 온실가스종합정보센터. 2014. 2013년 국가 온실가스 배출·흡수계수 공고

다. 온실가스 배출량 산정 예시

1) 소비 부문별 열 에너지 소비에 의한 온실가스 배출량 산정(지역난방공사)

□ 1단계. 일반현황 및 변수

일반 현황			
보고대상 배출원	열_공공 부문(지역난방공사)	기준년도	2020년
매개변수 정보			
공공 전기 사용량	1 천toe/년	열 배출계수 (평균)	59,685 kg CO ₂ eq/TJ

□ 2단계. 소비 부문별 열 소비에 의한 온실가스 배출량 산정

소비 부문별 열 소비에 의한 온실가스 배출량 산정			
(1) 산정식	$E_{CO_2} = \sum AD \times 41.868 \times EF_i \times 10^{-3}$		
	E _{CO₂}	기초지자체 부문별 열 사용량에 따른 온실가스 배출량(천 ton CO ₂ eq/ 년)	
	AD	열 소비량(천toe/년)	
	41.868	Joule-TOE 환산계수(TJ/천toe)	
	EF	열 배출계수(평균),(kg CO ₂ eq/TJ)	
	S	업종별	
	10 ⁻³	무게 단위 환산계수(10 ⁻³ ton/kg)	
(1) 산정 예시	◦ 위의 식에 따라 공공 부문의 온실가스 배출량을 산정하면 다음과 같음 E _{CO₂eq} =1×41.868×59,685×10 ⁻³ = 13,800 tonCO ₂ eq/년		
	연도	업종	CO ₂ (tonCO ₂ eq/년)
	2021	공공	2,509

□ 4단계. 소비 부문별 열 소비에 의한 온실가스 배출량 산정

각 온실가스별 배출량			총 온실가스 배출량(GWP 적용)			ton CO ₂ eq
ton CO ₂	ton CH ₄	ton N ₂ O	ton CO ₂ ×GWP	ton CH ₄ ×GWP	ton N ₂ O×GWP	
-	-	-	-	-	-	2,509

2) 소비 부문별 열 에너지 소비에 의한 온실가스 배출량 산정(집단에너지사업자)

□ 1단계. 일반현황 및 변수

일반 현황					
보고대상 배출원	열_산업(집단에너지사업자)		기준년도	2020년	
매개변수 정보					
산업 열 사용량	3,285,839Gcal/년(발전소 A)		열 배출계수 (평균)	59,685 kg CO ₂ eq/TJ	
지점별 증기 생산실적	구분	사업소(ton/년)			
		발전소 A-1 (안산시)	발전소 A-2 (구미시)	발전소 A-3 (포천시)	합계
	증기 생산실적		3,868,789	4,635,471	4,004,265

□ 2단계. 온실가스 배출량 산정

온실가스 배출량 산정		
(1) 산정식	열 사용량 단위 환산	
	$AD(\text{천toe/년}) = AD(\text{Gcal/년}) \times 10^{-4}$	
	E _{본,열}	기초지자체 부분별 열 사용량에 따른 온실가스 배출량(천 ton CO ₂ eq/년)
	AD	열 소비량
	10 ⁻⁴	단위 환산계수
(1) 산정 예시	◦ 위의 식에 따라 열 사용량의 단위를 환산하면 다음과 같음 $AD(\text{천toe/년}) = 3,285,839\text{Gcal/년} \times 10^{-4} = 345 \text{ 천TOE/년}$	
	연도	구분
	2021	발전소 A
		열 사용량(천toe/년)
		329

온실가스 배출량 산정			
(2) 산정식	온실가스 배출량 산정		
	$E_{CO_2} = \sum AD \times 41.868 \times EF_i \times 10^{-3}$		
	E _{CO₂}	기초지자체 부분별 열 사용량에 따른 온실가스 배출량(천 ton CO ₂ eq/ 년)	
	AD	열 소비량(천toe/년)	
	41.868	Joule-TOE 환산계수(TJ/천toe)	
	EF	열 배출계수(평균),(kg CO ₂ eq/TJ)	
	S	업종별	
	10 ⁻³	무게 단위 환산계수(10 ⁻³ ton/kg)	
(2) 산정예시	◦ 위의 식에 따라 온실가스 배출량을 산정함녀 다음과 같음 E _{CO₂} = 345 × 41.868 × 59,685×10 ⁻³ = 861,094 tonCO ₂ eq/년		
	연도	구분	CO ₂ eq 배출량(tonCO ₂ eq/년)
	2020	발전소 A	861,094
(3) 산정식	소비 부문별 열 소비에 의한 온실가스 배출량 산정(집단에너지사업자)		
	$E_{CO_2,i} = E_{CO_2} \times \frac{\text{지점별 열 생산량}}{\text{발전소 총 열 생산량}}$		
	E _{CO₂,i}	시설 A의 부분별 열 사용량에 따른 온실가스 배출량(천 ton CO ₂ eq/년)	
	E _{CO₂}	발전소 A의 부문별 열 사용에 의한 온실가스 배출량(천 ton CO ₂ eq/ 년)	
	i	발전소	
(3) 산정예시	◦ 위의 식에 따라 온실가스 배출량을 산정하면 다음과 같음 E _{CO₂} = 861,094 × 3,868,789/12,508,525 = 253,958 tonCO ₂ eq/년		
	연도	구분	CO ₂ eq 배출량(tonCO ₂ eq/년)
	2020	발전소 A	253,958

□ 4단계. 온실가스 배출량 산정결과

각 온실가스별 배출량			총 온실가스 배출량(GWP 적용)			ton CO ₂ eq
ton CO ₂	ton CH ₄	ton N ₂ O	ton CO ₂ ×GWP	ton CH ₄ ×GWP	ton N ₂ O×GWP	
-	-	-	-	-	-	253,958

3) 자체소비 및 손실에 의한 전기 부문 온실가스 배출량 산정

□ 1단계. 일반현황 및 변수

일반 현황					
보고대상 배출원	열_자체 소비 및 손실		기준년도	2020년	
매개변수 정보					
열 생산량	3,303,393Gcal/년		자체소비 및 손실 비율	57.03%	
열 배출계수 (평균)	59,685 kg CO ₂ eq/TJ				
지점별 증기 생산실적	구분	사업소(ton/년)			
		발전소 A-1 (안산시)	발전소 A-2 (구미시)	발전소 A-3 (포천시)	합계
	증기 생산실적	3,868,789	4,635,471	4,004,265	12,508,525

□ 2단계. 온실가스 배출량 산정

온실가스 배출량 산정			
(1) 산정식	열 에너지 단위환산		
	$AD(\text{천}toe/\text{년}) = AD(Gcal/\text{년}) \times \text{자체 소비 및 손실비율} \times 10^{-4}$		
	E _{본, 열}	기초지자체 부분별 열 사용량에 따른 온실가스 배출량(천 ton CO ₂ eq/ 년)	
	AD	열 소비량	
	10 ⁻⁴	단위 환산계수	
(1) 산정 예시	◦ 위의 식에 따라 열 에너지의 단위를 환산하면 다음과 같음 AD(천toe/년) = 3,303,393Gcal/년 × 57.03% × 10 ⁻⁴ = 188.4 천toe/년		
	연도	발전소명	자체소비 및 손실량 손실량(toe/년)
	2020	발전소 A	188.4

온실가스 배출량 산정			
(2) 산정식	온실가스 배출량 산정		
	$E_{CO_2eq} = \sum AD \times 41.868 \times EF_i \times 10^{-3}$		
	E _{CO₂eq}	기초지자체 부분별 열 사용량에 따른 온실가스 배출량(천 ton CO ₂ eq/ 년)	
	AD	열 소비량(천toe/년)	
	41.868	Joule-TOE 환산계수(TJ/천toe)	
	EF	열 배출계수(평균),(kg CO ₂ eq/TJ)	
	S	업종별	
	10 ⁻³	무게 단위 환산계수(10 ⁻³ ton/kg)	
(2) 산정예시	◦ 위의 식에 따라 온실가스 배출량을 산정하면 다음과 같음 E _{CO₂eq} = 188 × 41.868 × 59,685 × 10 ⁻³ = 470,736 tonCO ₂ eq/년		
	연도	구분	CO ₂ eq 배출량(tonCO ₂ eq/년)
	2020	발전소 A	470,736
(3) 산정식	온실가스 배출량 산정(지점별)		
	$E_{CO_2eq, \text{지점}} = E_{CO_2eq, \text{총}} \times \frac{\text{지점별 열 생산량}}{\text{발전소 총 열 생산량}}$		
	E _{CO₂,지점}	시설 A의 부분별 열 사용량에 따른 온실가스 배출량(천 ton CO ₂ eq/년)	
	E _{CO₂,총}	발전소 A의 부분별 열 사용에 의한 온실가스 배출량(천 ton CO ₂ eq/ 년)	
	i	발전소	
(3) 산정예시	◦ 위의 식에 따라 온실가스 배출량을 산정하면 다음과 같음 E _{CO₂지점} = 470,736 × 3,868,789/12,508,525 = 253,958 tonCO ₂ eq/년		
	연도	구분	CO ₂ eq 배출량(tonCO ₂ eq/년)
	2020	발전소 A(지점)	145,595

□ 3단계. 자체소비 및 손실에 의한 전기 부문 온실가스 배출량 산정

각 온실가스별 배출량			총 온실가스 배출량(GWP 적용)			ton CO ₂ eq
ton CO ₂	ton CH ₄	ton N ₂ O	ton CO ₂ ×GWP	ton CH ₄ ×GWP	ton N ₂ O×GWP	
						145,595

5. 폐기물

가. 폐기물 매립

1) 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 폐기물 매립(간접)의 온실가스 배출량을 산정하기 위해서는 행정구역별 매립된 폐기물 총량의 활동자료가 필요함

[표 202] 폐기물 매립(간접) 부문의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
매립된 폐기물 총량	전국 폐기물 발생 및 처리현황	환경부, 한국환경공단

[표 203] 폐기물 매립(간접) 부문의 활동자료 수집 출처

활동자료	
매립된 폐기물 총량	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 자원순환정보시스템(홈페이지) > 환경통계정보 > 환경통계현황 > 보고통계 > 전국 폐기물 발생 및 처리현황 > 생활, 사업장일반, 지정, 의료폐기물 > 생활/사업장일반/지정/의료 폐기물 발생량 및 처리현황(시군구별) ◦ 자원순환정보시스템 홈페이지 주소 : https://www.recycling-info.or.kr/rrs/main.do

가) 산정식 및 배출계수

(1) 온실가스 배출량 산정식

$E = \left[\sum CH_4 \text{배출량}_{x,T} - R_T \right] \times (1 - OX_T)$ $DDOC_m = W \times DOC \times DOC_F \times MCF$ $DDOC_{maT} = DDOC_{mdT} + (DDOC_{maT-1} \times e^{-k})$ $DDOC_{m,decompT} = DDOC_{maT-1} \times (1 - e^{-k})$ $CH_4 \text{발생량}_{x,T} = DDOC_{m,decompT} \times F \times 16/12$	
E	T 년도에 배출된 CH ₄ (ton CH ₄ /년)
T	CH ₄ 발생량을 산정하는 해당년도(인벤토리 연도)
x	폐기물 카테고리나 성상/물질
R _T	T연도에 회수된 CH ₄ (ton CH ₄ /년)
OX _T	T연도의 산화율(분율)
DDOC _m	혐기적으로 분해 가능한 매립된 DOC의 총량(ton)
DDOC _{maT}	T연도까지 SWDS에 축적된 DDOC _m (ton)
DDOC _{maT-1}	(T-1)연도까지 SWDS에 축적된 DDOC _m (ton)
DDOC _{mdT}	T연도까지 SWDS에 매립된 DDOC _m (ton)
DDOC _{m,decompT}	T연도에 SWDS에서 혐기적으로 분해된 DDOC _m (ton)
W	매립된 폐기물 총량(ton)
MCF	CH ₄ 보정계수
DOC	분해 가능한 유기탄소 함량(천ton-C/천ton-폐기물)
DOC _F	혐기적으로 분해 가능한 폐기물 내 유기탄소 비율
F	매립가스 중 CH ₄ 성분비
k	CH ₄ 발생속도 상수

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.164

(2) 배출계수

[표 204] 폐기물 매립(관리형) 배출계수

구분	세부성상	DOC	DOCF	k	F	OX	MCF
생활 폐기물 (가정, 사업장)	음식물	0.1319	0.6343	0.05	0.5629	0.1	1.0
	종이류	0.3349	0.6256	0.05	0.5629	0.1	1.0
	목재류	0.3685	0.4446	0.05	0.5629	0.1	1.0
	플라스틱	0.0000	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	고무피혁	0.4625	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	기타 가연분	0.2850	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	불연분	0.0000	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
사업장 폐기물	폐지류	0.3349	0.6256	0.05	0.5629	0.1	1.0
	폐목재류	0.3685	0.4446	0.05	0.5629	0.1	1.0
	폐섬유천류	0.3415	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	폐합성수지류	0.0000	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	폐합성고무류	0.0000	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	폐피혁	0.4939	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	폐수처리오니	0.1845	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	공정오니	0.1845	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	정수처리오니	0.1845	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	하수처리오니	0.1036	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	동식물성 폐잔재물	0.2272	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	폐식용유	0.7196	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	기타 가연분	0.2850	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	불연분	0.0000	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
건설 폐기물	종이류	0.3349	0.6256	0.05	0.5629	0.1	1.0
	나무류	0.3685	0.4446	0.05	0.5629	0.1	1.0
	플라스틱	0.0000	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	섬유류	0.3415	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	폐보드류	0.0100	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	폐판넬	0.0100	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	혼합 건설폐기물	0.0100	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	기타 가연분	0.2850	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	불연분	0.0000	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
지정 폐기물	혼합(Bulk)	0.1500	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	폐산		0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	폐알칼리		0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	폐유		0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	폐합성고분자화합물		0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	분진		0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	오니류	0.1845	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	기타		0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0
	의료폐기물류	0.1500	0.5000	0.05	0.5629	0.1	1.0

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.164-165

나. 생물학적 처리

1) 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 생물학적 처리(간접 배출) 부문의 온실가스 배출량은 직접 배출의 생물학적 처리(5B)의 온실가스 배출량 산정결과를 동일하게 적용함

[표 205] 생물학적 처리(간접 배출) 부문의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
혐기성 분해시설에서 생물학적으로 분해된 폐기물 총량	전국 폐기물 발생 및 처리현황	환경부, 한국환경공단

[표 206] 생물학적 처리(간접 배출) 부문의 활동자료 수집 출처

활동자료	수집 출처
혐기성 분해시설에서 생물학적으로 분해된 폐기물 총량	<ul style="list-style-type: none"> 자원순환정보시스템(홈페이지) > 환경통계정보 > 환경통계현황 > 보고통계 > 전국 폐기물 발생 및 처리현황 > 전국 폐기물 처리업체 현황 > 퇴비화 시설, 혐기성 소화시설의 처리량 자원순환정보시스템 홈페이지 주소 : https://www.recycling-info.or.kr/rrs/main.do

가) 산정식 및 배출계수

(1) 온실가스 배출량 산정식

$E = (M \times EF \times 10^{-3}) + A.D$ 누출량	
E	혐기성 분해시설(퇴비화, 혐기성소화)에 따른 CH ₄ 배출량(ton CH ₄ /년)
M	혐기성 분해시설(퇴비화, 혐기성소화)에서 생물학적으로 분해된 폐기물 총량(ton/년)
EF	혐기성 분해시설(퇴비화, 혐기성소화)에 따른 CH ₄ 배출계수(g CH ₄ /kg)
AD 누출량	혐기성 소화조의 CH ₄ 누출량(ton CH ₄ /년)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.170

$A.D \text{ 누출량} = CH_4 \text{ 회수량}(R) \div 0.9 \times 0.1$	
AD 누출량	혐기성 소화조의 CH_4 누출량(ton CH_4 /년)
R	회수된 CH_4 총량(ton CH_4 /년)
0.1	누출 비율(10%)
AD 누출량	혐기성 소화조의 CH_4 누출량(ton CH_4 /년)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.170

(2) 배출계수

[표 207] 생물학적 처리 부문 적용 배출계수

처리방법	CH_4 배출계수 (g CH_4 /kg 폐기물)	N_2O 배출계수 (g N_2O /kg 폐기물)	비고
퇴비화	4	0.24	습량 기준
혐기성 소화	0.8	-	

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.164-165

다. 폐기물 소각

1) 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 폐기물 소각(간접)의 온실가스 배출량을 산정하기 위해서는 행정구역별 매립된 폐기물 총량의 활동자료가 필요함

[표 208] 폐기물 매립(간접) 부문의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
매립된 폐기물 총량	전국 폐기물 발생 및 처리현황	환경부, 한국환경공단

[표 209] 폐기물 매립(간접) 부문의 활동자료 수집 출처

활동자료	
매립된 폐기물 총량	<ul style="list-style-type: none"> · 자원순환정보시스템(홈페이지) > 환경통계정보 > 환경통계현황 > 보고통계 > 전국 폐기물 발생 및 처리현황 > 생활, 사업장일반, 지정, 의료폐기물 > 생활/사업장일반/지정/의료 폐기물 발생량 및 처리현황(시군구별) · 자원순환정보시스템 홈페이지 주소 : https://www.recycling-info.or.kr/rrs/main.do

가) 산정식 및 배출계수

(1) 온실가스 배출량 산정식

□ CO₂ 배출량 산정식

$E = \sum (SW_{i,j} \times DM_{i,j} \times CF_{i,j} \times FCF_{i,j} \times OF_{i,j}) \times 44/12$	
E	폐기물 종류(생활, 사업장배출시설계, 건설, 지정)별 소각에 따른 배출량(tonCO ₂ /년)
SW _{i,j}	폐기물 종류(생활, 사업장배출시설계, 건설, 지정)별 습량기준 j의 소각량(ton 폐기물/년)
DM _{i,j}	폐기물 종류(생활, 사업장배출시설계, 건설, 지정)에 따른 성상 j의 건조물질함량(%)
CF _{i,j}	폐기물 종류(생활, 사업장배출시설계, 건설, 지정)에 따른 건조물질 중 탄소함량(%)
FCF _{i,j}	폐기물 종류(생활, 사업장배출시설계, 건설, 지정)에 따른 성상 j의 총 탄소중량 중 화학탄소함량(%)
OF _{i,j}	폐기물 종류(생활, 사업장배출시설계, 건설, 지정)에 따른 성상 j의 산화계수(%)
44/12	탄소기준 배출량을 이산화탄소 기준으로 전환(kg CO ₂ /kg C)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.172

□ Non-CO₂ 배출량 산정식

$E = \left[\sum (A_i \times EF_i) \right] \times 10^{-6}$	
E	폐기물 종류(생활, 사업장배출시설계, 건설, 지정)별 소각에 따른 CH ₄ , N ₂ O 배출량
A	폐기물 종류(생활, 사업장배출시설계, 건설, 지정)별 소각량(ton 폐기물/년)
EF	폐기물 종류(생활, 사업장배출시설계, 건설, 지정)별 CH ₄ , N ₂ O 배출계수
i	폐기물 종류
10 ⁻⁶	무게 단위 환산계수(10 ⁻⁶ ton/g)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.167

(2) 배출계수

□ CO₂ 배출계수

[표 210] 폐기물 종류별 성상별 매개변수

유형	성상	DM _{ij}	CF _{ij}	FCF _{ij}	OF _{ij}	비고
생활 폐기물	종이/판지	0.7951	0.4276	0.01	1	도시 고형 폐기물 (MSW)
	음식물	0.4000	0.3800		1	
	고무/가죽	0.9343	0.5705	0.20	1	
	플라스틱	0.8605	0.7630	1.00	1	
	목재	0.8500	0.5000		1	
	유리	1.0000	NA	NA	1	
	금속	1.0000	NA	NA	1	
	기타(가연성)	0.5548	0.5137	1.00	1	
	기타(불연성)	0.9000	0.0300	1.00	1	
사업장 배출시설계 폐기물	하수처리오니	0.2270	0.4566	0.00	1	하수슬러지
	폐지	0.6997	0.4252	0.01	1	하수 슬러지 외
	폐섬유	0.9897	0.5488	0.16	1	
	폐합성수지	0.9803	0.6695	0.80	1	
	폐합성고무	0.9978	0.8293	0.17	1	
	폐피혁	0.9843	0.5779	0.03	1	
	폐수처리오니	0.4250	0.4737	0.90	1	
	공정오니	0.3197	0.4246	0.90	1	
	정수처리오니	0.1677	0.4143	0.90	1	
	동식물성 폐잔류물	0.4350	0.5222	0.00	1	
	폐식용유	0.9850	0.7305	0.00	1	
	폐목재	0.8846	0.6060	0.00	1	
	소각재	0.8684	0.3097	0.03	1	
	기타	0.9000	0.0400	0.03	1	

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.173-174

[표 208] 폐기물 종류별 성상별 매개변수

유형	성상	DM _{ij}	CF _{ij}	FCF _{ij}	OF _{ij}	비고
건설 폐기물	폐목재	0.8846	0.6060	0.00	1	사업장 폐기물(IW)
	폐합성수지	0.9803	0.6695	0.80	1	
	폐섬유	0.9897	0.5488	0.16	1	
	폐벽지	0.9660	0.4069	0.01	1	
	폐보드류	0.9830	0.2216	0.90	1	
	폐판넬	0.9850	0.6179	0.90	1	
	기타	0.9000	0.0400	0.00	1	
지정 폐기물	공정오니	0.3197	0.4246	0.90	1	유해 폐기물 (HW)
	기타 폐유기용제	0.1783	0.4000	0.90	1	
	소각재	0.9943	0.2652	0.90	1	
	폐농약	0.3233	0.3503	0.90	1	
	폐수처리오니	0.5667	0.2796	0.90	1	
	폐유	0.9650	0.6207	1.00	1	
	폐유독물	0.3823	0.6054	0.90	1	
	폐촉매	0.9840	0.1199	0.90	1	
	폐페인트 및 폐락카	0.4763	0.7865	0.90	1	
	폐합성고무	0.8354	0.8162	0.17	1	
	폐합성수지	0.8312	0.6757	0.80	1	
	폐흡착제 및 폐흡수제	0.9970	0.8227	0.90	1	
	할로겐흡착제 및 폐흡수제	0.0057	0.7554	0.90	1	
	PCB 함유 폐기물	0.8793	0.9190	0.90	1	
	기타	0.9000	0.0400	0.03	1	
	의료폐기물	0.6945	0.5123	0.40	1	

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.173-174

□ Non-CO₂ 배출계수

[표 211] 생물학적 처리 적용 배출계수

폐기물 종류	CH ₄ 배출계수 (g CH ₄ /kg 폐기물)	N ₂ O 배출계수 (g N ₂ O/kg 폐기물)
생물학적 처리	6.1	52.1
사업장배출시설계폐기물	13.9	129.7
하수슬러지	76.3	449.1
건설폐기물/지정폐기물(의료폐기물 외)	13.9	129.7
의료폐기물(지정폐기물)	2.8	94.5

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.175

라. 하수처리

1) 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 하수처리(간접 배출) 부문의 온실가스 배출량은 직접 배출의 하수처리(5D1)의 온실가스 배출량 산정결과를 동일하게 적용함

[표 212] 하수처리(간접 배출) 부문의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
하수처리시설별 처리부하량	하수도 통계	환경부
하수처리방법별 인구현황	하수도 통계	환경부
하수처리 구역 내/외 인구현황	하수도 통계	환경부
하수처리장의 유입 BOD 농도	하수도 통계	환경부
고도처리 비율	하수도 통계	환경부
인구현황	주민등록 인구통계	행정안전부
영양소 섭취량 (단백질)	영양소 통계 : 영양소별 통계	한국보건산업진흥원

[표 213] 하수처리(간접 배출)의 활동자료 수집 출처

활동자료	출처
하수처리시설별 처리부하량	<ul style="list-style-type: none"> 국가하수도정보시스템(홈페이지) > 통계분석 > 통계자료실 > 하수도 통계 > 국가하수도정보시스템 홈페이지 주소 : https://www.hasudoinfo.or.kr/
하수처리방법별 인구현황	<ul style="list-style-type: none"> 국가하수도정보시스템(홈페이지) > 통계분석 > 통계자료실 > 하수도 통계 > 하수도 보급률 국가하수도정보시스템 홈페이지 주소 : https://www.hasudoinfo.or.kr/
하수처리 구역 내/외 인구현황	<ul style="list-style-type: none"> 국가하수도정보시스템(홈페이지) > 통계분석 > 통계자료실 > 하수도 통계 > 하수도 보급률 국가하수도정보시스템 홈페이지 주소 : https://www.hasudoinfo.or.kr/

[표 212] 하수처리(간접 배출)의 활동자료 수집 출처(표 계속)

활동자료	출처
하수처리장의 유입 BOD 농도	<ul style="list-style-type: none"> 국가하수도정보시스템(홈페이지) > 통계분석 > 통계자료실 > 하수도 통계 > 공공하수처리시설(전체) 국가하수도정보시스템 홈페이지 주소 : https://www.hasudoinfo.or.kr/
고도처리 비율	<ul style="list-style-type: none"> 국가하수도정보시스템(홈페이지) > 통계분석 > 통계자료실 > 하수도 통계 > 하수도 보급률 국가하수도정보시스템 홈페이지 주소 : https://www.hasudoinfo.or.kr/
인구현황	<ul style="list-style-type: none"> 행정안전부(홈페이지) > 정책자료 > 통계 > 주민등록 인구통계 행정안전부 홈페이지 주소 : https://jumin.mois.go.kr/
영양소 섭취량 (단백질)	<ul style="list-style-type: none"> 국민영양통계(홈페이지) > 영양소 섭취량 > 영양소별 섭취량 국민영양통계 홈페이지 주소 : https://www.khidi.or.kr/nutristat

가) 산정식 및 배출계수

(1) 온실가스 배출량 산정식

□ 공공하수처리

$E = \sum (T_{ij} \times EF_i) \times (TOW - S) - R$	
E	하수로부터 배출되는 CH ₄ 배출량(ton CH ₄ /년)
T _{i,j}	하수처리시스템별 인구 비율
EF _j	하수처리방식별 CH ₄ 배출계수(tonCH ₄ /tonBOD)
TOW	하수 BOD 부하량(ton BOD/년)
S	하수 중 슬러지로 제거되는 유기물(ton BOD/년)
R	CH ₄ 회수량(ton CH ₄ /년)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.177

□ 공공하수처리 : 혐기성 소화조

$E = A \div 0.9 \times 365 \times 0.6 \times 0.1 \times 0.7143 \times 10^{-3}$	
E	혐기성 소화조로부터 누출되는 CH ₄ 배출량(ton CH ₄ /년)
A	소화가스 발생량(m ³ /일)
0.9	소화가스 포집 효율(90%)
0.6	소화가스 중 CH ₄ 농도(60%)
0.1	소화조에서 소화가스 누출비율(10%)
0.7143	CH ₄ 부피를 질량으로 환산하는 계수(16/22.4)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.177

□ 미처리/미차집

$E = A \times EF$	
E	미처리/미차집으로부터 배출되는 CH ₄ 발생량(ton CH ₄ /년)
A	미처리/미차집 BOD 부하량(ton BOD/년)
EF	미처리/미차집 CH ₄ 배출계수(ton CH ₄ /ton BOD)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.178

□ 분뇨처리

$E = A \times EF_{EFFLENT} \times 44/28$	
E	분뇨로부터 배출되는 N ₂ O 배출량(ton N ₂ O/년)
A	분뇨의 질소 부하량
EF	분뇨 N ₂ O 배출계수(ton N ₂ O-N/t-N)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.178

□ 고도처리

$E = P \times TPLAT \times FIN_{CON} \times EF_{PLANT}$	
E	고도처리로 인해 배출되는 N ₂ O 배출량(kg N ₂ O/년)
P	총 인구 수(명)
TPLANT	고도 처리비율(%)
FIN _{CON}	동시 배출되는 산업 및 산업적 단백질 비율(%)
EF _{PLANT}	배출계수(g N ₂ O/인·년)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.178

(2) 배출계수 및 매개변수

[표 214] 하수처리 부문 온실가스 배출계수 및 매개변수

배출원	구분	배출계수 및 매개변수	단위
공공하수처리	물리적 처리	0.01532	ton CH ₄ /ton BOD
	생물학적 처리	0.0224	ton CH ₄ /ton BOD
	고도처리	0.00779	ton CH ₄ /ton BOD
	폐수종말처리	0.0017698	ton CH ₄ /ton BOD
미처리/미차집	CH ₄ 최대생성율(Bo)	0.6	kg CH ₄ /kg BOD
	하수처리율(WSi _x)	1.0	
분뇨처리	기본 배출계수	0.005	ton N ₂ O-N/ton N
고도처리	FIN _{CON}	1.25	
	EFP _{LANT}	3.2	g N ₂ O-N/인·년

자료 : 온실가스종합정보센터, 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.179

마. 폐수처리

1) 활동자료 수집 경로 및 통계 작성기관

- 폐수처리(간접 배출) 부문의 온실가스 배출량은 직접 배출의 폐수처리(5D2)의 온실가스 배출량 산정결과를 동일하게 적용함

[표 215] 폐수처리(간접 배출) 부문의 활동자료명 및 통계 작성기관

활동자료	관련 통계	통계 작성기관
업종별 폐수처리량	산업폐수의 발생 및 처리현황	국립환경과학원
환산계수 (BOD → COD)	-	온실가스종합정보센터

[표 216] 폐수처리(간접 배출)의 활동자료 수집 출처

활동자료	출처
업종별 폐수처리량	<ul style="list-style-type: none"> 환경부 환경통계포털(홈페이지) > 분야별 통계 > 물 환경 > 산업폐수의 발생 및 처리현황 > 업종별 사업장수, 폐수발생량, 유기물질 부하량 환경부 환경통계포털 홈페이지 주소 : https://stat.me.go.kr/ 시군구 단위의 업종별 폐수처리량 자료가 필요하고 있지만 별도로 제공하지 않고 있어 국립환경과학원에 별도로 요청해야 함
환산계수 (BOD → COD)	<ul style="list-style-type: none"> 온실가스종합정보센터에 확인결과 환산계수(BOD → COD)는 제공 불가 자료임 “한국해안·해양공학회지. 2006. 시화호 및 인천연안 COD 오염부하량 추정기법”에서 제시한 값을 적용할 것을 제안 : COD 농도/BOD 농도 = 2.67

가) 산정식 및 배출계수

(1) 온실가스 배출량 산정식

$E = \sum_i (A_i \times EF_i) - R$	
E	산업폐수로부터 배출되는 CH ₄ 발생량(ton CH ₄ /년)
A	업종별 COD 또는 BOD 부하량(ton COD 또는 BOD/년)
EF	업종별 COD 또는 BOD 부하량(ton CH ₄ /ton COD 또는 BOD)
R	CH ₄ 회수량(ton CH ₄ /년)
i	T연도의 산화율(분율)

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.181

(2) 배출계수

[표 217] 폐수처리 부문 배출계수

(단위 : ton CH₄/ton COD)

업종	화학	전기/전자	음식료품	제지
배출계수(EF)	0.0017	0.0016	0.01	0.0034
업종	화학	전기/전자	음식료품	제지
배출계수(EF)	0.0036	0.0058	0.0015	0.0002
업종	화학	전기/전자	음식료품	제지
배출계수(EF)	0.00028	0.0325	0.0033	

자료 : 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침, p.181

| 참고문헌

참고문헌

1. 공공부문 온실가스 목표관리 운영 등에 관한 지침(2022.3.25.), [별표 4]
2. 온실가스종합정보센터. 2014. 2013년 국가 온실가스 배출·흡수계수 공고
3. 온실가스종합정보센터. 2019. 2018년 국가 온실가스 배출·흡수계수 공고
4. 온실가스종합정보센터. 2022. 2021년 국가 온실가스 인벤토리 보고서
5. 온실가스종합정보센터. 2022. 2022 지역 온실가스 인벤토리 산정 지침
6. 온실가스종합정보센터. 2023. 2022 국가 온실가스 인벤토리 보고서
7. 안산시청. 도시가스 소비량. 내부자료
8. 한국석유공사(Petronet). “국내석유통계 : 시군구별 제품별 산업별 소비.” 한국석유공사 (Petronet, 홈페이지), <https://www.petronet.co.kr/>
9. 전자공시시스템(DART). “전자공시시스템이란.” DART, 2023년 5월 2일 접속, <https://dart.fss.or.kr/>
10. 한국도시가스협회. “한국도시가스협회 - 도시가스 고객센터 찾기.” 한국도시가스협회(홈페이지), 2023년 4월 28일 접속, <http://www.citygas.or.kr/>
11. 한국전력공사. “시군구별 전력판매량 정보제공.” 한국전력공사(홈페이지), 2023년 2월 5일 접속, <https://home.kepco.co.kr/>

발 행 처 : 경기환경에너지진흥원(경기도 탄소중립지원센터)

주 소 : 경기도 김포시 김포한강 11로 455(운양동, 김포시예코센터)

전 화 : 031-985-5530

수행기관 : (주)이아이랩

주 소 : 경기도 군포시 고산로 166 103동 1107호

연구책임 : 김호정 이사(T.031-429-7334)
