

# 온실가스 검증기법 워크숍

- 열(스팀) 배출계수 / 공급 유형별 배출계수 -

한국품질보증원

장 지 수 심사원

## **- 목 차 -**

**I. 열(스팀) 배출계수 검증**

**II. 공급 유형별 배출계수 검증**

# I. 열(스팀) 배출계수 검증

## 1. 열(스팀) 배출계수 관련 지침 내용

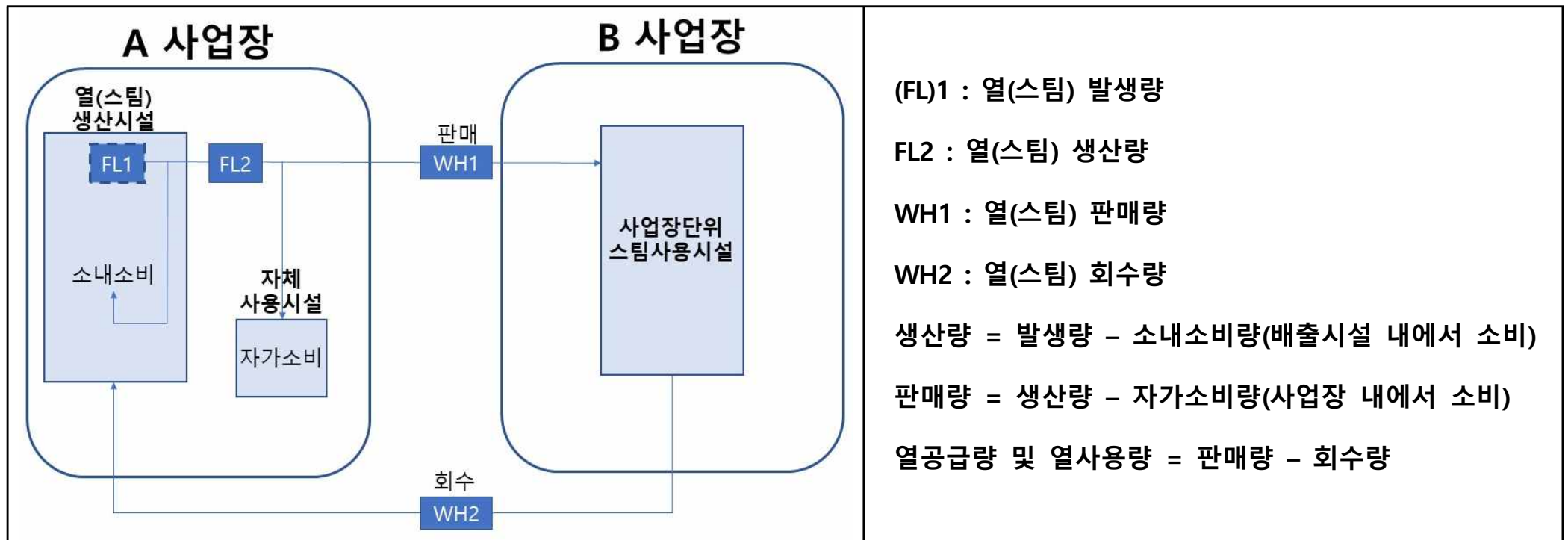
- 관리업체(할당대상업체)가 조직경계 외부로 열(스팀)을 공급하는 공급자로서, 다음에 해당하는 경우에는 열 공급에 따른 배출계수를 개발하여 열을 사용하는 관리업체에게 제공하여야 함
  - ① 열전용 생산시설에서 생산한 열(스팀) 공급자
  - ② 열병합 생산시설에서 생산한 열(스팀) 공급자
  - ③ 외부수열(폐열 등)을 이용하여 생산한 열(스팀) 공급자
- 구매업체는 공급업체가 관리업체(할당대상업체)가 아닌 경우에 한하여, 지침에 수록된 Tier 2 열(스팀) 배출계수 등을 활용할 수 있음

### ※ 주의사항

피검증업체가 관리업체(할당대상업체)가 아닌 공급업체에서 제공한 Tier 3 배출계수를 적용할 경우, 해당 Tier 3 배출계수에 대하여 피검증업체의 검증기관이 검증하여야 한다.

## 2. 열(스팀) 생산량 검증

- 생산량은 발생량에서 열(스팀)을 생산하기 위하여 배출시설 내에서 자체적으로 소비한 열(스팀, 소내소비)을 제외한 순생산량이 기준이다. 따라서, 검증심사원은 P&ID, Heat Balance Diagram, Flow Diagram 등을 통하여 업체에서 제시한 데이터가 생산량이 맞는 지에 대하여 검증을 하여야 함



### 3. 열(스팀) 배출계수 검증

□ 열(스팀) 생산에 따른 온실가스 배출계수 산출

$$EF_{H,i} = \frac{GHG_{emission,i}}{H}$$

$EF_{H,i}$  : 열(스팀) 생산에 따른 온실가스 간접배출계수(kgGHG/TJ)

$GHG_{Emission,i}$  : 열(스팀)생산에 온실가스 배출량(tGHG)

H : 열 생산량(TJ)

i : 배출 온실가스 ( $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $N_2O$ )

① 열전용 생산시설의  $GHG_{Emission,i}$  : 배출시설의 총배출량

② 열병합 생산시설의  $GHG_{Emission,i}$  : 배출시설의 배출량 중 열생산에 따른 온실가스 배출량

□ 열병합 발전시설에서 열(스팀) 생산에 따른 온실가스 배출량 산출

$$E_{H,i} = \left\{ \frac{H}{H + P \times R_{eff}} \right\} \times E_{T,i} \cdot R_{eff} = \frac{e_H}{e_P}$$

$E_{H,i}$  : 열 생산에 따른 온실가스 배출량 (tGHG)

$E_{T,i}$  : 열병합 발전 설비(CHP)의 총 온실가스 배출량(tGHG)

$H$  : 열 생산량 (TJ)

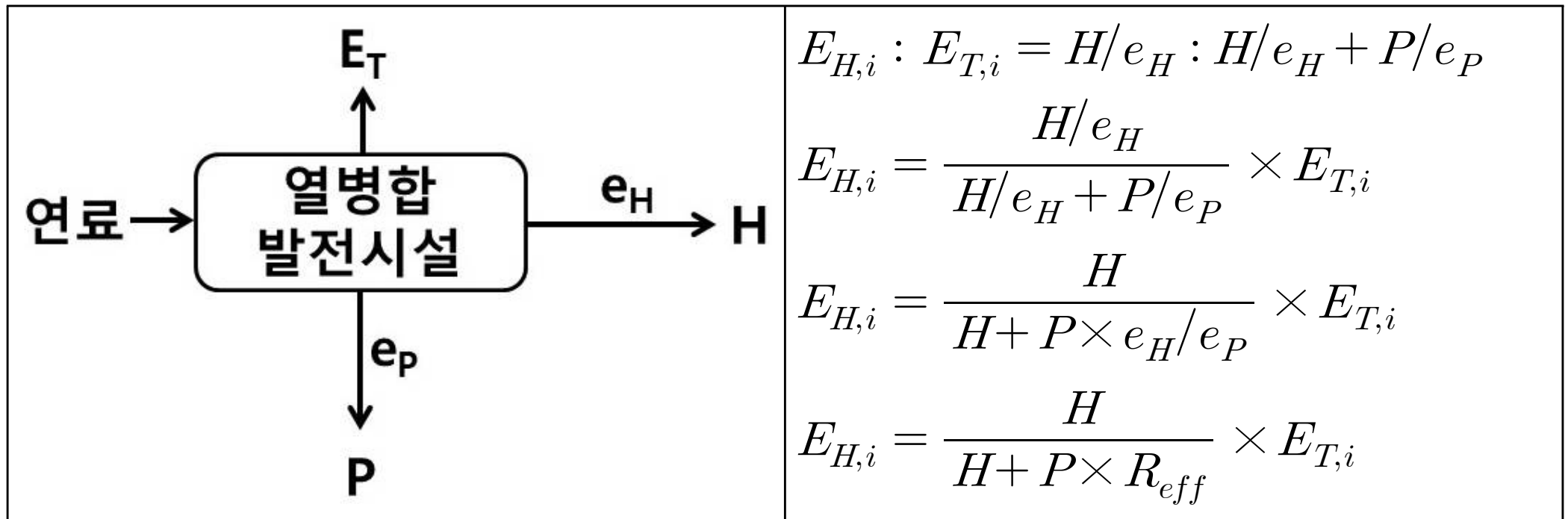
$P$  : 전기 생산량 (TJ)

$R_{eff}$  : 열생산 효율과 전력생산 효율의 비율 (0에서 1사이의 소수)

$e_H$  : 열 생산효율 (자체데이터를 활용, 자료가 없는 경우 기본값 0.8)

$e_P$  : 전기 생산효율 (자체데이터를 활용, 자료가 없는 경우 기본값 0.35)

$i$  : 배출 온실가스 ( $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $N_2O$ )



열(스팀) 생산에 따른 온실가스 배출량 산출 비례식

- 열 생산효율 및 전기 생산효율에 대하여 공급업체가 자체데이터를 활용할 경우, 검증심사원은 열병합 발전시설에 투입된 에너지를 열생산에 소모된 에너지와 전기생산에 소모된 에너지로 구분한 값이 적절한 지 검증하여야 함
- 열 및 전기 생산효율에 대한 자체데이터는 측정·분석을 통하여 다음의 자료를 증빙할 수 있어야 하며, 증빙이 불가능할 경우에는 기본값을 적용하여야 함

### ※ 주의사항

- 열병합 발전시설에 투입된 총에너지
- 총에너지 중 열 생산에 사용된 에너지 및 전기 생산에 사용된 에너지
- 열 생산에 사용된 에너지 + 전기 생산에 사용된 에너지 = 투입된 총에너지
- 열 생산효율 = 열 생산량 / 열 생산에 사용된 에너지
- 전기 생산효율 = 전기 생산량 / 전기 생산에 사용된 에너지

### 생산 효율에 따른 열(스팀) 배출계수 변동

열병합 발전설비의 총 온실가스 배출량( $E_T$ ) = 400,000 tCO<sub>2</sub>

열 생산량(H) = 2,000 TJ

전기 생산량(P) = 2,000 TJ

기본값 적용	$e_H = 0.8$	열 생산효율 ( $e_H$ ) 증가	$e_H = 0.9$	전기 생산효율 ( $e_P$ ) 감소	$e_H = 0.8$
	$e_P = 0.35$		$e_P = 0.35$		$e_P = 0.175$
$E_H = 121,739$ tCO <sub>2</sub>		$E_H = 112,000$ tCO <sub>2</sub>		$E_H = 71,795$ tCO <sub>2</sub>	
$EF_H = 60,870$ kgCO <sub>2</sub> /TJ		$EF_H = 56,000$ kgCO <sub>2</sub> /TJ		$EF_H = 35,897$ kgCO <sub>2</sub> /TJ	
-		8% 감소		41% 감소	



#### 4. 소각회수열 및 공정폐열

### ① 열(스팀) 배출계수

- 관리업체(할당대상업체)가 소각회수열 및 공정폐열을 외부로 공급하는 경우에는 명세서 10-3. 양식에 온실가스별 배출계수는 "0"으로 기재하고 나머지 항목에 대한 정보는 모두 입력하여야 함

10-3 사업장 고유(Tier 3) 간접 배출계수 개발 결과 [외부판매]																	
번호	(2) 개발 대상 (활동 자료명)	(3) 생산유형	(4) 생산주체	(5) 시설일련번호	(6) 배출시설명	(7) 자체시설명	(8) 사용연료	(9) 측정항목 결과		(10) 측정지점	(11) 특이사항	(12) 증빙첨부					
								온도(°C)	압력(kg/cm <sup>2</sup> )								
1	열(스팀)	폐기물 소각 열	자체생산	000001	생활폐기물 소각시설	소각로 1기	생활폐기물, 사업장폐기 물	190	13	스팀유량계		자동산정시트 열 배출계수(최 _2017.XISX					
													(1) 배출계수 (kgGHG/TJ)		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
													0.		0.	0.	
2	열(스팀)	폐기물 소각 열	자체생산	000003	생활폐기물 소각시설	소각로 2기	생활폐기물, 사업장폐기 물	190	13	스팀유량계		자동산정시트 열 배출계수(최 _2017.XISX					
													(1) 배출계수 (kgGHG/TJ)		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
													0.		0.	0.	

## ② 폐열이용 특례

- 관리업체(할당대상업체)가 폐열이용 특례로 인정받기 위해서는 다음 표의 '대상 폐기물 또는 고형연료'와 '대상시설'을 모두 만족시켜야 함

구분	세부 내용
대상 폐기물 또는 고형 연료	(1) 폐기물관리법 제14조제1항에 따른 생활폐기물 (2) 폐기물관리법 제18조제1항에 따른 자체 발생한 사업장 폐기물 (3) 폐기물관리법 제18조제5항에 따라 공동으로 수집·운반 또는 처리되는 사업장 폐기물 (4) 폐기물관리법 제46조에 따른 폐기물재활용신고에 의거한 사업장폐기물 중 저위발열량이 3,000kcal/kg 이상인 가연성 고형폐기물 또는 폐유 (5) 「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률 시행규칙」제20조의 2 별표7의 품질·등급기준에 따른 고형연료제품
대상 시설	(1) 폐기물처리시설 중 소각시설 (가) 일반소각시설 (나) 고온소각시설 (다) 열 분해시설(가스화시설을 포함한다) (라) 고온 용융시설 (마) 열처리 조합시설[(가)~(라)] 중 둘 이상의 시설이 조합된 시설을 말한다 (2) 폐기물처리시설외의 시설 중 「폐기물관리법」제46조에 따른 재활용 신고를 한 시설 중「폐기물관리법 시행규칙」제3조의 에너지회수기준을 충족하는 경우 (3) 「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률 시행규칙」제20조의 3 별표7의 품질·등급기준에 따른 고형연료제품 전용 보일러(혼소는 제외한다) (4) 그밖에 환경부장관이 인정하는 시설

### ③ 소각회수열 및 공정폐열 자가소비

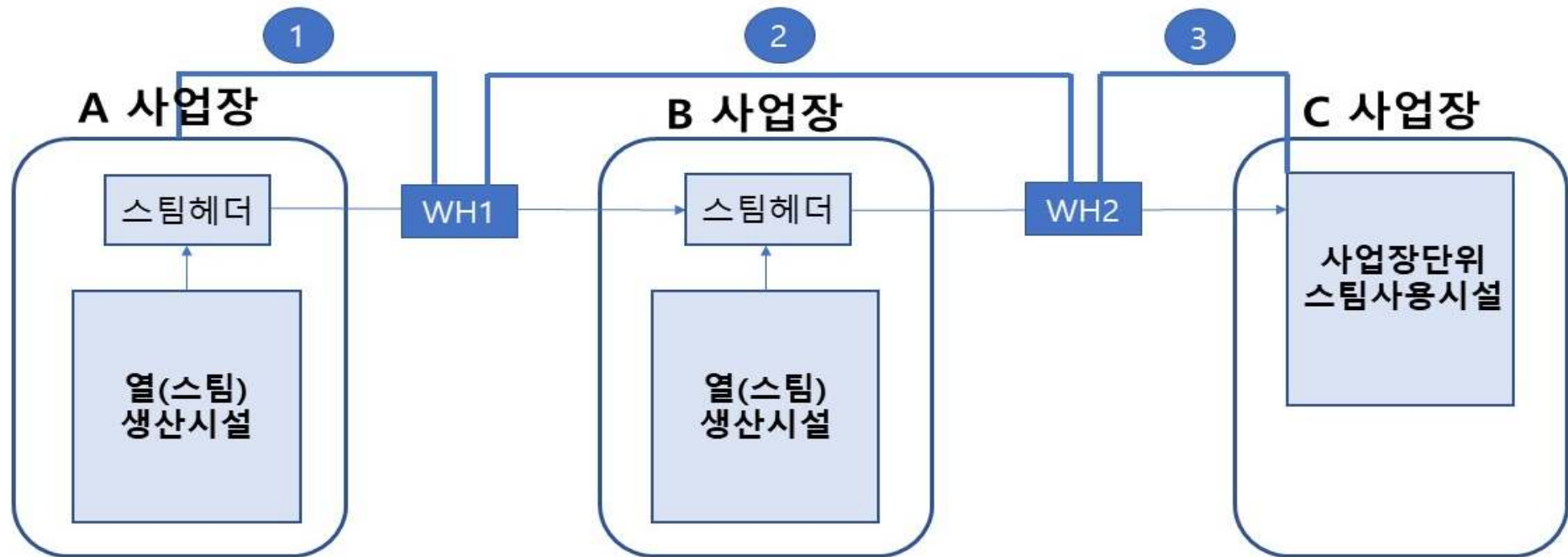
- 소각회수열 및 공정폐열의 온실가스 배출량에 대해서는 해당 열(스팀)이 발생되는 소각시설 및 공정시설에서 직접 배출량으로 보고하였으나, 에너지사용량에 대해서는 보고하지 않았기 때문에 사업장 내부에서 사용하는 자가소비의 경우에도 에너지 사용량은 산정·보고하여야 함

## 5. 손실된 열(스팀)에 대한 배출량 산정

- 공급업체 기준으로 판매량 측정지점까지의 손실량도 공급업체의 자가소비량에 포함하는 것이 원칙이며, 구매업체 기준에서는 판매량 측정지점 이후의 손실량은 모두 구매업체의 열(스팀) 활동자료에 포함하여야 함

※ 주의사항

② 구간에서 발생한 구매 열(스팀)에 대한 손실량은 B 사업장에서 산정하여야 함



## 6. 검증 시 주요 확인 사항

### ① 열(스팀) 생산에 관여한 다른 배출시설이나 외부에서 유입된 열(스팀) 확인

- 열병합 발전소의 경우, 열(스팀) 피크 수요나 운전 효율을 위하여 PLB(첨두부하 보일러)나 HOB(열전용보일러) 등을 운영할 수 있음
- 외부에서 유입된 열(스팀)이 외부로 공급되는 열(스팀)에도 혼합이 된다면, 해당 열(스팀)에 대한 정보도 사업장의 간접배출계수 개발에 포함하여야 함

### ② 생산유형별 자료 구분 확인

- 배출계수 개발에 적용하는 자료들은 열전용 및 열병합 등 생산유형별로 구분하여 적용하여야 함

### ③ 단위환산계수 확인

- 전력의 단위환산에서 ' $1 \text{ Wh} = 3.6 \text{ kJ}$ '이 아닌 ' $1 \text{ Wh} \times 860 \text{ cal/Wh} \times 4.1868 \text{ J/cal} = 3.600648 \text{ J}$ '을 적용할 경우, 시정조치가 필요함
- 열량의 단위환산 시, 열(스팀)의 유량(ton)을 온도와 압력을 사용하여 열량(kcal)

로 환산하는 경우 계기압력과 포화온도에 대한 확인과 단위환산방식 및 해당 온도와 압력의 전열을 적용했는지 확인이 필요함

※ 주의사항

열(스팀) 생산량이 1,000 ton이며 계기압력이 12.0 kg/cm<sup>2</sup>G, 포화온도가 191°C인 경우, 포화증기표에서 계기압력과 포화온도에 해당되는 전열은 665.15 kcal/kg이다. 따라서, 열(스팀) 생산량을 열량 단위로 환산하면 다음과 같음

- $1,000 \text{ ton} \times 665.15 \text{ kcal/kg} \times 1/1,000 = 665.150 \text{ Gcal}$
- $665.150 \text{ Gcal} \times 4.1868 \text{ J/cal} = 2,784.850 \text{ GJ}$

※ 전열 : 현열과 잠열을 합제한 열량

현열 : 물질의 상태는 변화하지 않고 온도만이 변하는 경우의 열량

전열 : 물질의 온도는 변화하지 않고 일정하게 상태의 변화에만 소비되는 열량

④ 전력 생산량 및 열(스팀) 생산량 확인

- 사업장에서 제시한 전력량과 에너지량이 전력과 열(스팀)의 생산량 기준인지 확인이 필요함. 만약 생산량이 아닌 송전량이나 판매량일 경우, 시정조치가 필요함

## Ⅱ. 공급 유형별 배출계수 검증

### 1. 검증 원칙

- 열(스팀) 배출계수 검증에서 가장 중요한 부분은 열수지(heat balance)를 맞추는 것이다. 자체 생산열과 외부 구매열을 합한 값은 내부 소비된 열과 외부 공급된 열을 합한 값과 항상 일치하여야 함

※ 주의사항

$$\text{자체 생산열} + \text{외부 구매열} = \text{내부 소비열} + \text{외부 공급열}$$

- 즉, 사업장 내부에서 소비되는 열(스팀)의 양은 자체에서 생산한 열(스팀)과 외부에서 구매한 열(스팀)의 양에서 외부에 공급한 열(스팀)의 양을 제외한 값이며, 내부 소비열에는 사업장에서 손실된 열(스팀)도 포함됨

## 2. 열(스팀) 판매 유형

- 열(스팀) 판매 유형은 크게 5가지로 구분할 수 있음

- ① 자체 생산한 열(스팀)만 외부로 공급
- ② 외부 구매한 열(스팀)만 외부로 공급
- ③ 자체 생산 및 외부 구매한 열(스팀)을 혼합하여 외부로 공급(외부 구매량 중 내부 소비량 측정이 불가능할 경우)
- ④ 자체 생산 및 외부 구매한 열(스팀)을 혼합하여 외부로 공급(외부 구매량 중 내부 소비량 측정이 가능할 경우)
- ⑤ 자체 생산 및 외부 구매한 열(스팀)을 혼합하여 외부로 공급(외부 구매량 중 내부 소비량이 없는 경우)



## ① 자체 생산한 열(스팀)만 외부로 공급

- 사업장 내에서 자체 생산한 열(스팀) 중 일부를 사업장 내에서 소비하고 나머지를 사업장 외부로 공급하는 경우(외부 구매량이 없거나, 있더라도 외부로 공급은 안됨)

구 분	내 용	비 고
사업장 보고 열량	외부 구매량	
사업장 보고 배출계수	외부 구매한 열(스팀)의 배출계수	
외부 공급 열량	외부 공급량	
외부 공급 배출계수	자체 생산한 열(스팀)의 배출계수	

## ② 외부 구매한 열(스팀)만 외부로 공급

- 사업장 외부에서 구매한 열(스팀) 중 일부를 사업장 내에서 소비하고 나머지를 사업장 외부로 공급하는 경우(자체 생산량이 없거나, 있더라도 외부 공급은 안 됨)

구 분	내 용	비 고
사업장 보고 열량	외부 구매량 - 외부 공급량	
사업장 보고 배출계수	외부 구매한 열(스팀)의 배출계수	
외부 공급 열량	외부 공급량	
외부 공급 배출계수	외부 구매한 열(스팀)의 배출계수	

③ 자체 생산 및 외부 구매한 열(스팀)을 혼합하여 외부로 공급(외부 구매량 중 내부 소비량 측정이 불가능할 경우)

- 사업장 내에서 생산한 열(스팀) 및 사업장 외부에서 구매한 열(스팀)을 혼합한 후, 일부는 사업장 내에서 소비하고 나머지를 외부로 공급하는 경우

구 분	내 용	비 고
사업장 보고 열량	$\text{외부 구매량} - \text{외부 공급량} \times \text{외부 구매량} / (\text{외부 구매량} + \text{자체 생산량})$	
사업장 보고 배출계수	외부 구매한 열(스팀)의 배출계수	
외부 공급 열량	외부 공급량	
외부 공급 배출계수	$(\text{외부 구매량} \times \text{외부 구매 배출계수} + \text{자체 생산량} \times \text{자체 생산 배출계수}) / (\text{외부 구매량} + \text{자체 생산량})$	

④ 자체 생산 및 외부 구매한 열(스팀)을 혼합하여 외부로 공급(외부 구매량 중 내부 소비량 측정이 가능할 경우)

- 사업장 내에서 생산한 열(스팀) 및 사업장 외부에서 구매한 열(스팀) 중 일부를 사업장 내에서 소비하고 나머지를 혼합하여 사업장 외부로 공급하는 경우

구 분	내 용	비 고
사업장 보고 열량	외부 구매량 중 내부 소비량	
사업장 보고 배출계수	외부 구매한 열(스팀)의 배출계수	
외부 공급 열량	외부 공급량	
외부 공급 배출계수	$\frac{(\text{외부 구매량 중 자체 사용량을 제외한 양} \times \text{외부 구매 배출계수} + \text{자체 생산량 중 자체 사용량을 제외한 양} \times \text{자체 생산 배출계수})}{(\text{외부 공급 열량계의 측정값})}$	

⑤ 자체 생산 및 외부 구매한 열(스팀)을 혼합하여 외부로 공급(외부 구매량 중 내부 소비량이 없는 경우)

- 사업장 내에서 생산한 열(스팀) 중 일부를 사업장 내에서 소비하고 나머지를 사업장 외부에서 구매한 열(스팀)과 혼합하여 사업장 외부로 공급하는 경우

구 분	내 용	비 고
사업장 보고 열량	보고 대상 없음	
사업장 보고 배출계수	보고 대상 없음	
외부 공급 열량	외부 공급량	
외부 공급 배출계수	$\frac{(\text{외부 구매량} \times \text{외부 구매 배출계수} + \text{자체 생산량 중 자체 사용량을 제외한 양} \times \text{자체 생산 배출계수})}{(\text{외부 공급 열량계의 측정값})}$	