

# 2025

## 제로에너지건축 전문인력 양성교육

알고리즘 실무교육





2025

**제로에너지건축  
전문인력 양성교육**

---

알고리즘 실무교육  
1차시 오프라인 교육

# Contents

2025 제로에너지건축 전문인력 양성교육  
알고리즘 실무교육 1차시 오프라인 교육



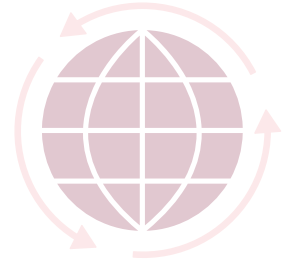
PART  
B

## ZEB 에너지요구량

---

<b>B.3 냉난방 에너지요구량(에너지밸런스)</b>	<b>8</b>
1. 에너지밸런스 및 이용계수	8
2. 대차축열량 및 실내기준온도 1	13
3. 대차축열량 및 실내기준온도 2	17
<b>B.4 냉난방 에너지요구량(열획득 및 열손실)</b>	<b>22</b>
1. 열획득손실 및 관류 열전달	23
2. 환기 열전달	26
3. 일사열획득 및 내부발열	30
4. 에너지요구량	34





**2025**  
**제로에너지건축**  
**전문인력 양성교육**

---

알고리즘 실무교육



**ZERO ENERGY BUILDING**  
**TRAINING TO BE PROFESSIONALS**

PART B

## ZEB 에너지요구량

### [ B.3 ]

#### 냉난방 에너지요구량(에너지밸런스)

에너지밸런스 및 이용계수  
대차축열량 및 실내기준온도 1  
대차축열량 및 실내기준온도 2

### [ B.4 ]

#### 냉난방 에너지요구량(열획득 및 열손실)

열획득손실 및 관류 열전달  
환기 열전달  
일사열획득 및 내부발열  
에너지요구량

## B.3

## 냉난방 에너지요구량(에너지밸런스)

## 교육 목표

- \* 월간법 에너지요구량 알고리즘 기본 개념 이해
- 냉난방 에너지요구량 (에너지밸런스) \* 월간법 알고리즘의 축열량 반영 방법 이해
- \* 월간법 알고리즘의 실내기준온도 산정 방법 이해
- \* 연습문제를 통한 축열 및 실내기준온도 산정 방법 이해

## 1 에너지밸런스 및 이용계수

## ◎ 에너지요구량(에너지밸런스)

- 월간법 기준 에너지요구량 계산

$$Q_a = \sum^{12} Q_{mth}$$

$Q_a$  : 연간 에너지사용량

$Q_{mth}$  : 월간 에너지사용량

- 에너지요구량 계산 기준 : 해당 달의 평균 날(day)에 대하여 열획득/ 열손실 밸런스를 계산
- 이용일과 비이용일 : 각각에 대한 별도 밸런스 계산

$$Q_{h,b,mth} = d_{wd} \cdot Q_{h,b,wd} + d_{we} \cdot Q_{h,b,we}$$

$$Q_{c,b,mth} = d_{wd} \cdot Q_{c,b,wd} + d_{we} \cdot Q_{c,b,we}$$

- $Q_{h,b,wd}$  : 이용일(day) 난방에너지요구량
- $Q_{h,b,we}$  : 비이용일(day) 난방에너지요구량
- $Q_{c,b,wd}$  : 이용일(day) 냉방에너지요구량
- $Q_{c,b,we}$  : 비이용일(day) 냉방에너지요구량

$$d_{mth} = d_{wd} + d_{we}$$

$d_{mth}$  : 월 일 수

$d_{wd}$  : 이용일 수

$d_{we}$  : 비이용일 수

$d_{wd} / \text{annual}$  : DIN V 18599-10

→ 용도프로필의 연간사용일수 적용

$$d_{we,mth} = (1 - d_{wd/a}/365) \times d_{mth}$$

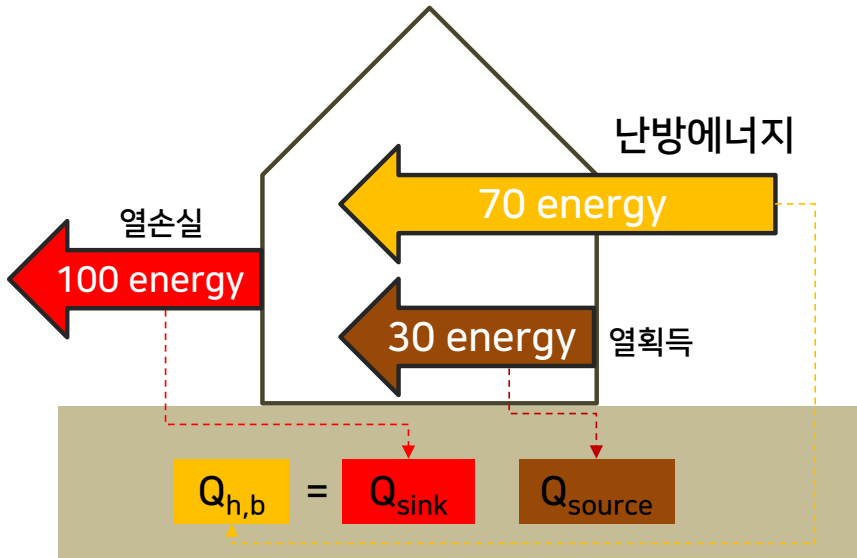
$d_{we,mth}$  : 해당 월의 비이용일 수

$d_{wd/a}$  : 연간 사용일 수

$d_{mth}$  : 해당 월의 일 수

● 난방에너지요구량 공식

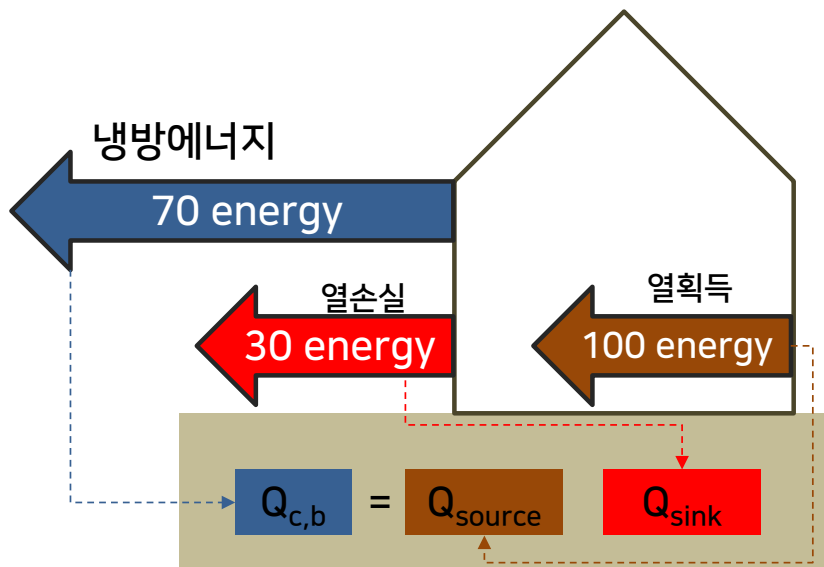
$$Q_{h,b} = Q_{\text{sink}} - \eta \cdot Q_{\text{source}} - \Delta Q_{C,b}$$



$Q_{\text{sink}}$  : 열손실량  
 $Q_{\text{source}}$  : 열획득량  
 $\eta$  : 열획득 이용계수  
 $\Delta Q_{C,b}$  : 대차축열량

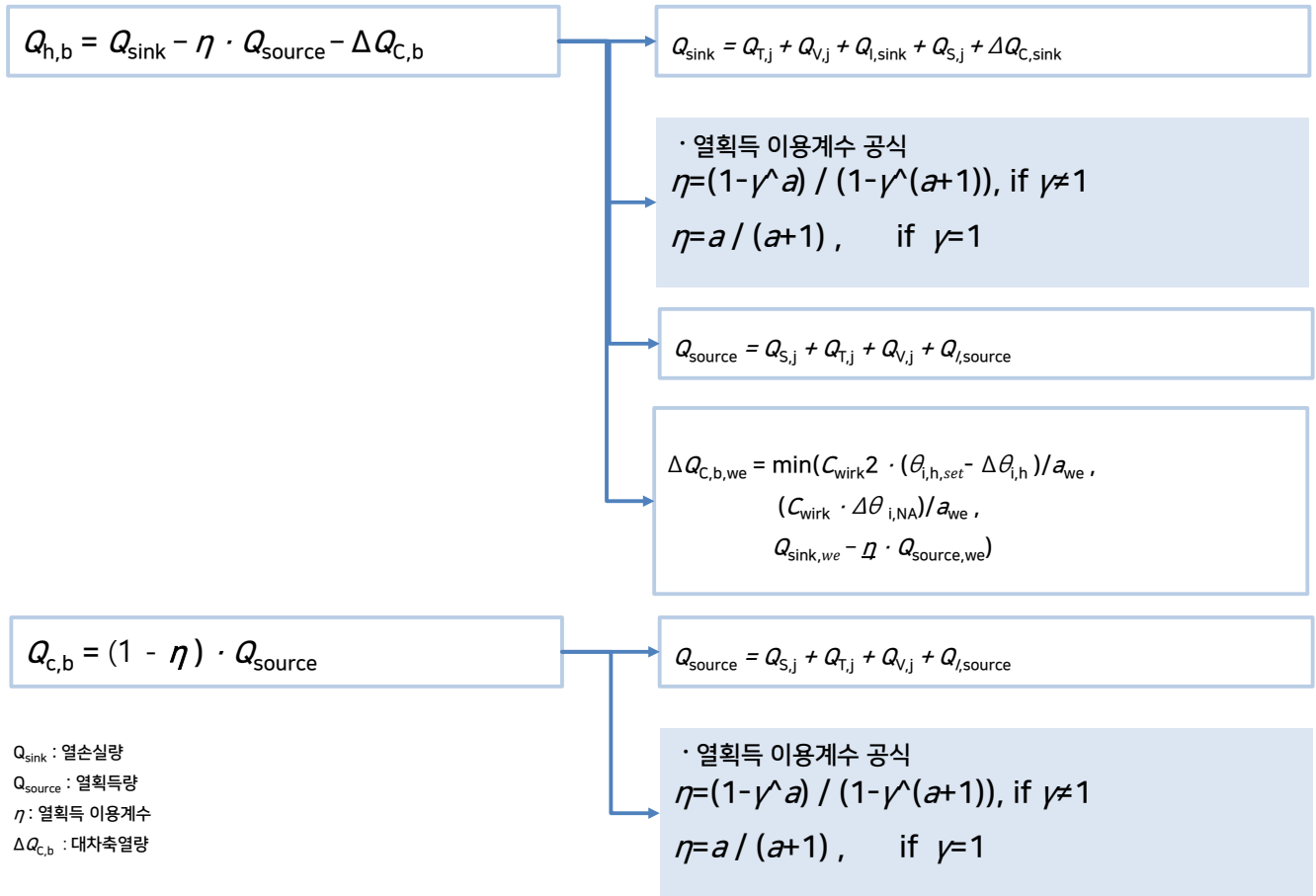
● 냉방에너지요구량 공식

$$Q_{C,b} = (1 - \eta) \cdot Q_{\text{source}} = Q_{\text{sink}} - \eta_c \cdot Q_{\text{source}}$$

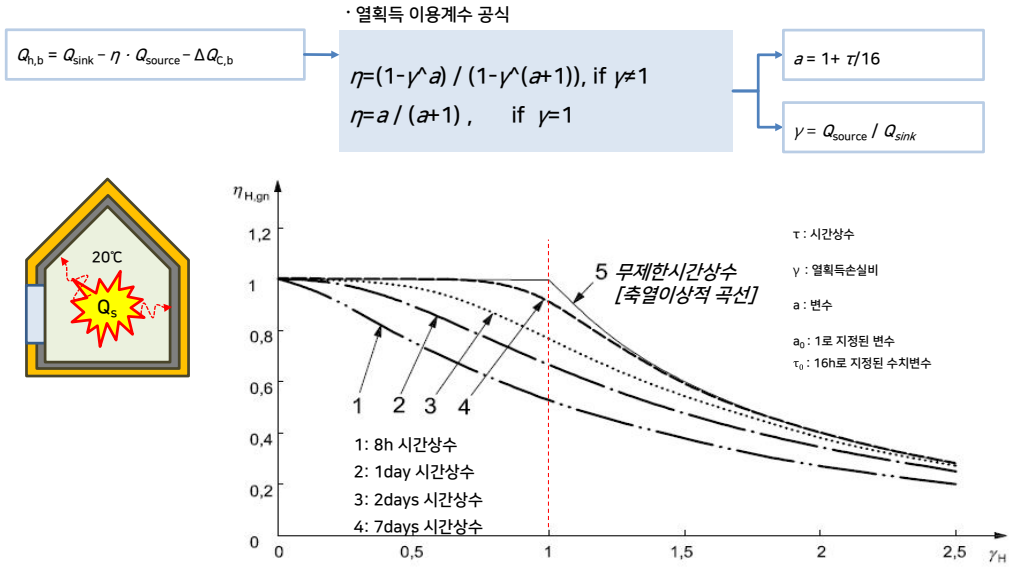


### ◎ 열획득 이용계수

- 난방 에너지요구량( $Q_{h,b}$ )
  - 열손실량( $Q_{sink}$ )에서 열획득량( $Q_{source}$ )을 뺀 밸런스 평가를 통해 산정됨
  - 축열성과 관련된 열획득 이용계수( $\eta$ ) 및 대차축열량( $\Delta Q_{C,b,we}$ ) 고려됨
- 냉방 에너지요구량( $Q_{c,b}$ )
  - 열획득량( $Q_{source}$ )에서 열손실량( $Q_{sink}$ )을 뺀 밸런스 평가가 기본 원리
  - 열획득량( $Q_{source}$ )과 열획득 이용계수( $\eta$ )를 통한 산정식으로 식 변환됨



- 열획득 이용계수( $\eta$ )는 수치변수( $a$ )와 열획득손실비( $\gamma$ )를 통해 계산됨
- 수치변수( $a$ )는 시간상수( $\tau$ )로부터 산정됨
- 열획득손실비( $\gamma$ )는 열손실량( $Q_{sink}$ )에 대한 열획득량( $Q_{source}$ )의 비를 의미
- 난방 이용일/비이용일, 냉방 이용일/비이용일에 대한 전체 열손실량( $Q_{sink}$ )과 열획득량( $Q_{source}$ )을 먼저 산정해야지만, 열획득손실비( $\gamma$ ) 및 열획득 이용계수( $\eta$ )는 산정 가능

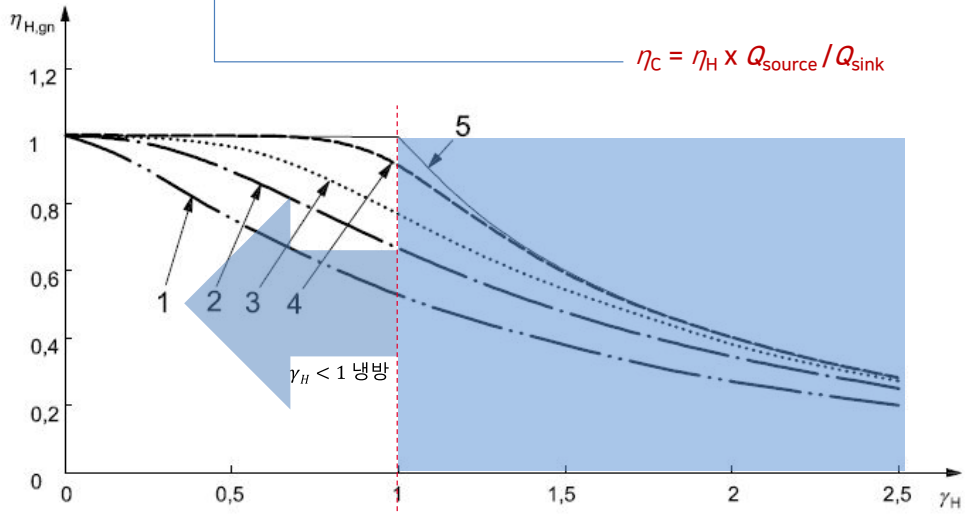


- 냉방 에너지요구량( $Q_{c,b}$ )은 열획득량( $Q_{source}$ )에서 열손실량( $Q_{sink}$ )을 뺀 밸런스 평가하는 것이 기본 원리
- 난방 관점에서의 열획득 이용계수( $\eta_h$ )를 사용
- $\eta_c = \eta_h \times Q_{source} / Q_{sink}$ 를 대입하면, 냉방 에너지요구량( $Q_{c,b}$ )은 열획득량( $Q_{source}$ )에서 열손실량( $Q_{sink}$ )을 뺀 밸런스 평가 산식에서  $Q_{c,b} = (1 - \eta) \cdot Q_{source}$ 으로 변환됨

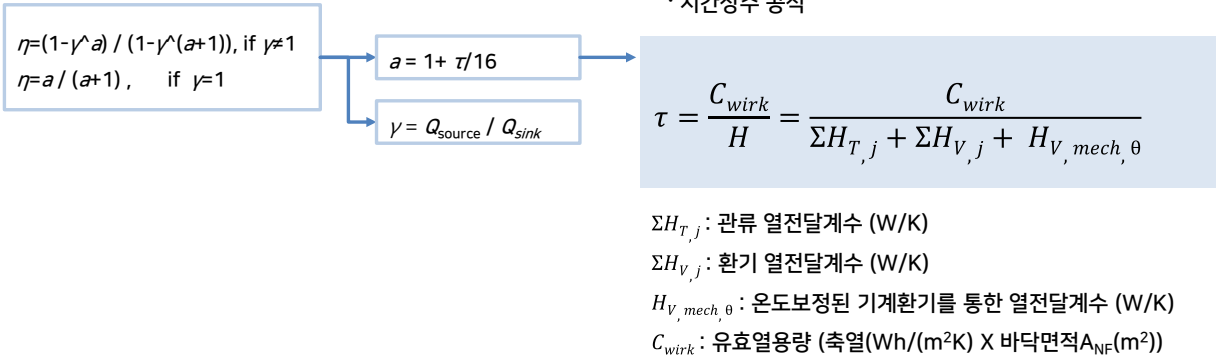
$$Q_{c,b} = Q_{source} - \eta_c \times Q_{sink}$$

$$= Q_{source} - (\eta_h \times Q_{source} / Q_{sink}) \times Q_{sink} = Q_{source} - \eta_h \times Q_{source} \times Q_{sink} / Q_{sink}$$

$$= Q_{source} - \eta_h \times Q_{source} = (1 - \eta_h) \cdot Q_{source} \quad \rightarrow \quad Q_{c,b} = (1 - \eta) \cdot Q_{source}$$



- 시간상수란 구조체에 축열된 에너지가 식는데 걸리는 시간을 의미
- 시간상수는 열용량을 해당 존의 열전달계수의 합산 값으로 나누어서 산정
- 해당 존의 구조체 특성에 따라 유효 열용량( $C_{wirik}$  : 유효열용량(축열(Wh/(m<sup>2</sup>K) X 바닥면적 $A_{NF}$ (m<sup>2</sup>)))을 제시함



구조체	$C_{wirik}$ 유효 열용량	대상건물
낮은 열용량 (경량구조물)	50(Wh/(m <sup>2</sup> K) X $A_{NF}$ (m <sup>2</sup> ))	기본값
중간 열용량 (중간구조물)	90(Wh/(m <sup>2</sup> K) X $A_{NF}$ (m <sup>2</sup> ))	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건물구조체 밀도 600kg/m<sup>3</sup> 이상</li> <li>• 천장 반자 없이 노출</li> <li>• 외단열</li> <li>• 천장이 낮은실 (제외: 스포츠홀, 박물관)</li> </ul>
높은 열용량 (중량구조물)	130(Wh/(m <sup>2</sup> K) X $A_{NF}$ (m <sup>2</sup> ))	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건물구조체 밀도 1600kg/m<sup>3</sup> 이상</li> <li>• 천장 반자 없이 노출</li> <li>• 외단열</li> <li>• 천장이 낮은실(제외: 스포츠홀, 박물관)</li> </ul>

## ☉ 참고 서적 및 사이트

1. DIN V 18599-2:2018 Energy needs for heating and cooling of building zones

## 2 대차축열량 및 실내기준온도 1

### ◎ 시간상수

- 대차축열량( $\Delta Q_{C,b,we}$ ) : 이용일(wd)에 저장된 축열량이 주말이나 휴일(we) 감소 운전할때 방출되는 열량
- 축열 열손실( $\Delta Q_{C,sink}$ ) : 이용일(wd)에 축열하는데 쓰이는 열손실량
- 축열 열손실( $\Delta Q_{C,sink}$ )은 비이용일에는 0임

$$\eta = (1 - \gamma^a) / (1 - \gamma^{a+1}), \text{ if } \gamma \neq 1$$

$$\eta = a / (a+1), \text{ if } \gamma = 1$$

$$a = 1 + \tau/16$$

$$\gamma = Q_{source} / Q_{sink}$$

· 시간상수 공식

$$\tau = \frac{C_{wirik}}{H} = \frac{C_{wirik}}{\Sigma H_{T,j} + \Sigma H_{V,j} + H_{V,mech,\theta}}$$

$\Sigma H_{T,j}$ : 관류 열전달계수 (W/K)  
 $\Sigma H_{V,j}$ : 환기 열전달계수 (W/K)  
 $H_{V,mech,\theta}$ : 온도보정된 기계환기를 통한 열전달계수 (W/K)  
 $C_{wirik}$ : 유효열용량 (축열(Wh/(m<sup>2</sup>K) X 바닥면적A<sub>NF</sub>(m<sup>2</sup>))

구조체	$C_{wirik}$ 유효 열용량	대상건물
낮은 열용량 (경량구조물)	50(Wh/(m <sup>2</sup> K) X A <sub>NF</sub> (m <sup>2</sup> ))	기본값
중간 열용량 (중간구조물)	90(Wh/(m <sup>2</sup> K) X A <sub>NF</sub> (m <sup>2</sup> ))	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건물구조체 밀도 600kg/m<sup>3</sup> 이상</li> <li>• 천장 반자 없이 노출</li> <li>• 외단열</li> <li>• 천장이 낮은실 (제외: 스포츠홀, 박물관)</li> </ul>
높은 열용량 (중량구조물)	130(Wh/(m <sup>2</sup> K) X A <sub>NF</sub> (m <sup>2</sup> ))	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건물구조체 밀도 1600kg/m<sup>3</sup> 이상</li> <li>• 천장 반자 없이 노출</li> <li>• 외단열</li> <li>• 천장이 낮은실(제외: 스포츠홀, 박물관)</li> </ul>

◎ 축열

● ISO 13789에서는 10cm 법칙에 따른 축열성능 산정방식을 제시하고 있음

$$C_{wirik} \text{ 축열성능} = \sum K_j \times A_j$$

$$K_j \text{ 축열} = \sum \rho_j \times d_j \times c_j \quad (7)$$

$\rho_j$ : 밀도 (kg/m<sup>3</sup>)

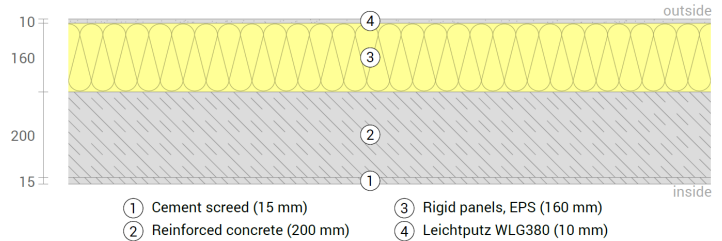
$d_j$ : 두께 (m)

$c_j$ : 비열 (J/kgK)

기준:	ISO13786	표준실명:	거실	바닥면적	26.77	m <sup>2</sup>	Cm(축열):	Cm=Σc*p*d*A/3600	[Wh/K]
<b>01 외벽:</b>									
이름:	SW01	1.00	[m <sup>2</sup> ]	선택:	외벽				
실내 열전달계항		0.13	[m <sup>2</sup> K/W]						
실내	재료	d [m]	λ [W/mK]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	C <sub>wirik,10cm</sub> [Wh/m <sup>2</sup> K]	d <sub>wirik</sub> [m]		
재료1	cement sc	0.015	1.400	2000	1000	8.33	0.015		
재료2	con' St1%	0.200	2.300	2300	880	47.79	0.085		
재료3	EPS	0.160	0.040	20	1500	0.00	0.000		
재료4	mortal	0.010	0.380	1000	0	0.00	0.000		
재료5						0.00	0.000		
재료6						0.00	0.000		
실외	실외 열전달계항	0.04	[m <sup>2</sup> K/W]			C <sub>wirik</sub>	56.12	[Wh/m <sup>2</sup> K]	
열관류율		0.233	[W/m <sup>2</sup> K]			C <sub>wirik,Aj</sub>	56.1	[Wh/K]	

두께는 다음중 최소값을 적용한다.

1. 내부측으로부터의 축열 영향 범위는 최대 10cm
2. 20cm 미만 내벽 벽체는 중심선 까지
3. 열전도율 0.1미만그리고 R>0.25 이상일 경우의 자재까지



● 10cm 법칙을 참고할 때 구조체에서 축열 성능을 갖기 위해선 실내마감에 대한 고려가 필요

기준:	ISO13786	표준실명:	거실	바닥면적	26.77	m <sup>2</sup>	Cm(축열):	Cm=Σc*p*d*A/3600	[Wh/K]
<b>01 외벽:</b>									
이름:	SW01	4.80	[m <sup>2</sup> ]	선택:	외벽				
실내 열전달계항		0.13	[m <sup>2</sup> K/W]						
실내	재료	d [m]	λ [W/mK]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	C <sub>wirik,10cm</sub> [Wh/m <sup>2</sup> K]	d <sub>wirik</sub> [m]		
재료1	접보드	0.010	0.180	600	1000	1.67	0.010		
재료2	EPS	0.200	0.032	30	1450	0.00	0.000		
재료3	Concrete	0.180	2.300	2300	1000	0.00	0.000		
재료5						0.00	0.000		
재료6						0.00	0.000		
실외	실외 열전달계항	0.04	[m <sup>2</sup> K/W]			C <sub>wirik,10cm</sub>	1.67	[Wh/m <sup>2</sup> K]	
열관류율		0.153	[W/m <sup>2</sup> K]			C <sub>wirik,Aj</sub>	8.0	[Wh/K]	
<b>02 내벽:</b>									
이름:	IW01	21.90	[m <sup>2</sup> ]	선택:	내벽				
실내 열전달계항		0.13	[m <sup>2</sup> K/W]						
실내	재료	d [m]	λ [W/mK]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	C <sub>wirik,10cm</sub> [Wh/m <sup>2</sup> K]	d <sub>wirik</sub> [m]		
재료1	Concrete	0.150	2.300	2300	1000	47.92	0.075		
재료2						0.00	0.000		
실외	실외 열전달계항	0.13	[m <sup>2</sup> K/W]			C <sub>wirik,10cm</sub>	47.92	[Wh/m <sup>2</sup> K]	
열관류율		3.075	[W/m <sup>2</sup> K]			C <sub>wirik,Aj</sub>	1049.4	[Wh/K]	
<b>03 지중(현정):</b>									
이름:	SW01	10.05	[m <sup>2</sup> ]	선택:	지중				
실내 열전달계항		0.13	[m <sup>2</sup> K/W]						
실내	재료	d [m]	λ [W/mK]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	C <sub>wirik,10cm</sub> [Wh/m <sup>2</sup> K]	d <sub>wirik</sub> [m]		
재료1	접보드	0.020	0.180	600	1000	1.67	0.010		
재료2	Air	0.400	2.450	1	1	0.00	0.000		
재료3	Concrete	0.180	2.300	2300	1000	0.00	0.000		
재료4						0.00	0.000		
실외	실외 열전달계항	0.04	[m <sup>2</sup> K/W]			C <sub>wirik,10cm</sub>	1.67	[Wh/m <sup>2</sup> K]	
열관류율		1.913	[W/m <sup>2</sup> K]			C <sub>wirik,Aj</sub>	16.8	[Wh/K]	

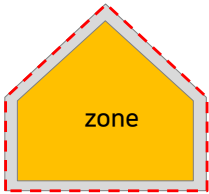
아파트 내단열 건물 평가 사례

<b>04 바닥:</b>									
이름:	FL01	11.76	[m <sup>2</sup> ]	선택:	바닥				
실내 열전달계항		0.17	[m <sup>2</sup> K/W]						
실내	재료	d [m]	λ [W/mK]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	C <sub>wirik,10cm</sub> [Wh/m <sup>2</sup> K]	d <sub>wirik</sub> [m]		
재료1	마감재	0.010	0.140	600	1700	2.83	0.010		
재료2	방음층	0.050	1.600	2200	1000	30.56	0.050		
재료3	단열재	0.040	0.033	20	1500	0.00	0.000		
재료4	Concrete	0.210	2.300	2300	1000	0.00	0.000		
실외	실외 열전달계항	0.10	[m <sup>2</sup> K/W]			C <sub>wirik,10cm</sub>	33.39	[Wh/m <sup>2</sup> K]	
열관류율		0.597	[W/m <sup>2</sup> K]			C <sub>wirik,Aj</sub>	392.7	[Wh/K]	
<b>05 출입문:</b>									
이름:	DO1	1.90	[m <sup>2</sup> ]	선택:	출입문				
실내 열전달계항		0.13	[m <sup>2</sup> K/W]						
실내	재료	d [m]	λ [W/mK]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	C <sub>wirik,10cm</sub> [Wh/m <sup>2</sup> K]	d <sub>wirik</sub> [m]		
재료1	wood	0.040	0.130	500	1600	4.44	0.020		
재료2						0.00	0.080		
실외	실외 열전달계항	0.13	[m <sup>2</sup> K/W]			C <sub>wirik,10cm</sub>	4.44	[Wh/m <sup>2</sup> K]	
열관류율		1.762	[W/m <sup>2</sup> K]			C <sub>wirik,Aj</sub>	8.4	[Wh/K]	
<b>07 총 축열성능</b>									
실명:	거실	wirksame Speicherfähigkeit:	C <sub>wirik</sub> =	1475	[Wh/K]				
층:	11F	해당바닥면적	Af =	26.77	[m <sup>2</sup> ]				
Beurteilung Bauart:		C <sub>wirik</sub> / Af =	55.1	[Wh/m <sup>2</sup> K]					

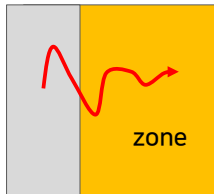
◎ 대차축열량

· 비이용일 난방에너지요구량

$$Q_{h,b,we} = Q_{sink,we} - \eta \cdot Q_{source,we} - \Delta Q_{C,b,we}$$



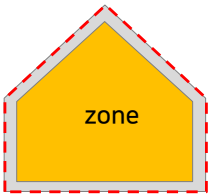
비이용일(we)



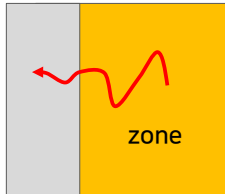
$\Delta Q_{C,b} = \Delta Q_{C,b,we}$

· 이용일 난방에너지요구량

$$Q_{h,b,wd} = Q_{sink,wd} - \eta \cdot Q_{source,wd}$$



이용일(wd)



$\Delta Q_{C,b} = 0$

$$Q_{sink,we} = Q_{T,j} + Q_{V,j} + Q_{I,sink} + Q_{S,j} + \Delta Q_{C,sink,we} (=0)$$

$$\eta_{we} = (1 - \gamma^a) / (1 - \gamma^{(a+1)}), \text{ if } \gamma \neq 1$$

$$\eta_{we} = a / (a+1), \text{ if } \gamma = 1$$

$$Q_{source,we} = Q_{S,j} + Q_{T,j} + Q_{V,j} + Q_{I,source}$$

· 대차축열량 공식

$$\Delta Q_{C,b,we} = \min(C_{wirik} \cdot 2 \cdot (\theta_{i,h,set} - \theta_{i,h}) / a_{we}, (C_{wirik} \cdot \Delta \theta_{i,NA}) / a_{we}, Q_{sink,we} - \eta \cdot Q_{source,we})$$

$$Q_{sink,wd} = Q_{T,j} + Q_{V,j} + Q_{I,sink} + Q_{S,j} + \Delta Q_{C,sink,wd}$$

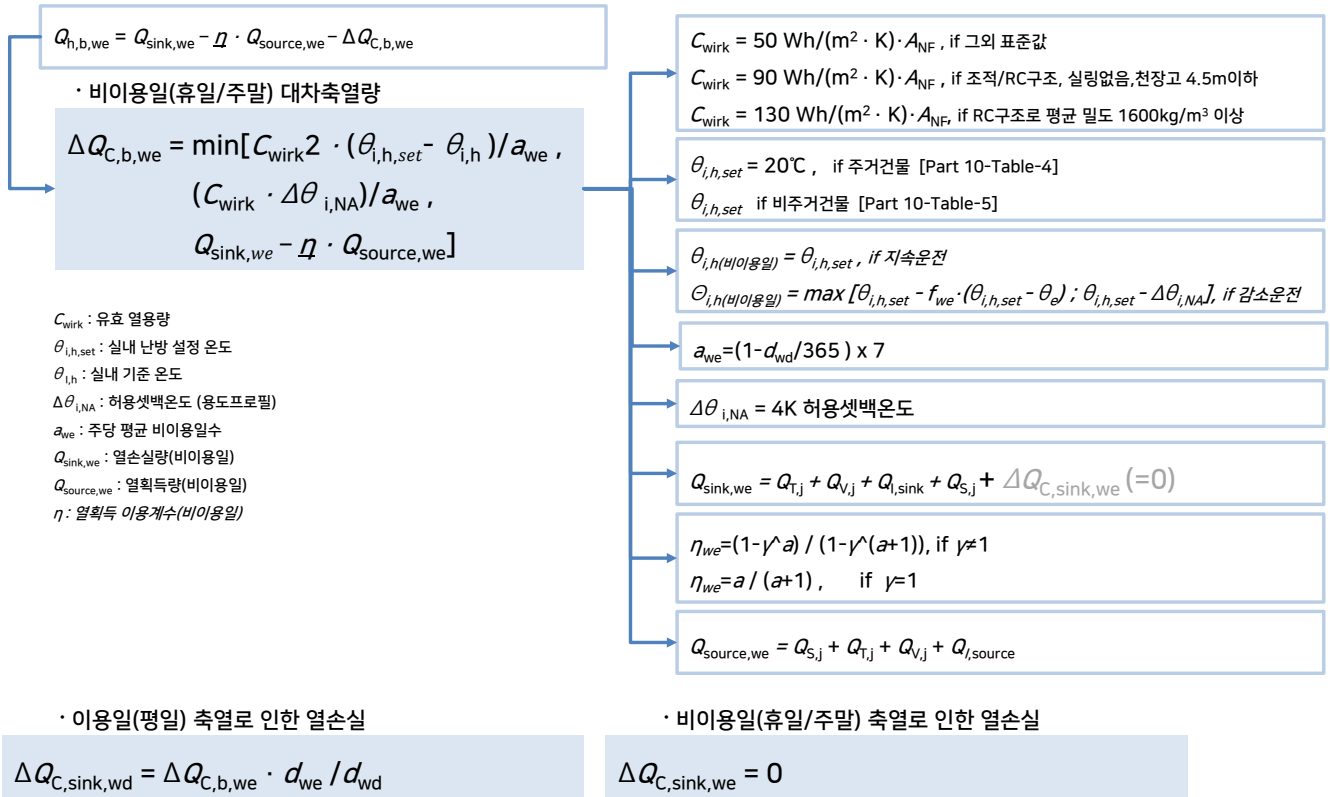
$$\eta_{wd} = (1 - \gamma^a) / (1 - \gamma^{(a+1)}), \text{ if } \gamma \neq 1$$

$$\eta_{wd} = a / (a+1), \text{ if } \gamma = 1$$

$$Q_{source,wd} = Q_{S,j} + Q_{T,j} + Q_{V,j} + Q_{I,source}$$

$$\Delta Q_{C,b,wd} = 0$$

- 대차축열량( $\Delta Q_{C,b,we}$ ) : 비이용일에 대한 일일 평균 값
- 축열 열손실( $\Delta Q_{C,sink}$ ) : 이용일에 대한 일일 평균 값



## ☉ 참고 서적 및 사이트

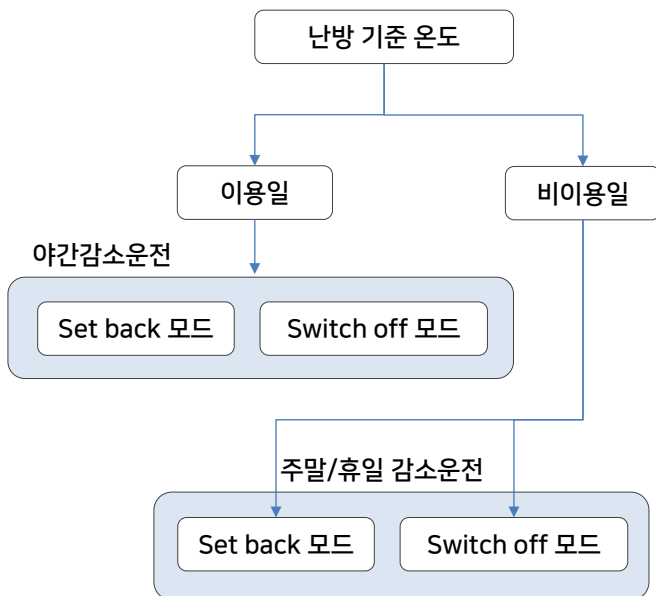
1. DIN V 18599-2:2018 Energy needs for heating and cooling of building zones

### 3 대차축열량 및 실내기준온도 2

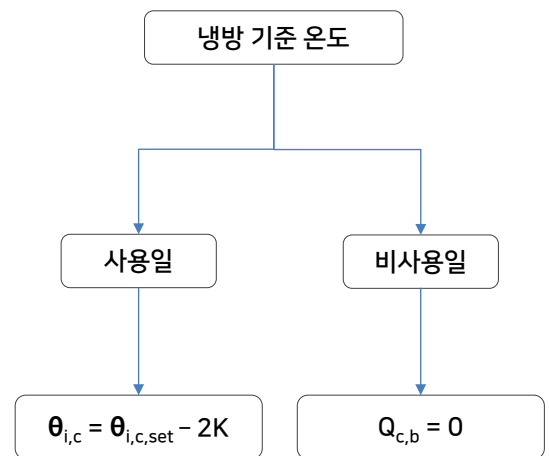
#### ◎ 실내 기준 온도

- 실내 난방 기준 온도( $\theta_{i,h}$ )
  - 하루 동안의 평균값 사용
  - 평일(이용일)의 난방 실내 기준 온도는 야간 감소 운전을 고려
  - 주말 또는 휴일(비이용일)의 난방 실내 기준 온도는 주말 감소 운전을 고려
  - 감소 운전은 크게 Set-back 모드와 Switch off 모드로 구별
  - 감소 운전 없이 지속 운전하는 경우, 난방 실내 기준 온도는 난방 설정 온도와 같음
- 실내 냉방 기준 온도( $\theta_{i,c}$ )
  - 밸런스를 계산할 때, 2K 온도범위가 허용, 이용 계수에서 고려됨
  - 일반적으로 냉방 시스템은 비이용일 기간 동안 운전되지 않으므로, 냉방 에너지요구량 0으로 간주

· 난방 실내 기준 온도



· 냉방 실내 기준 온도

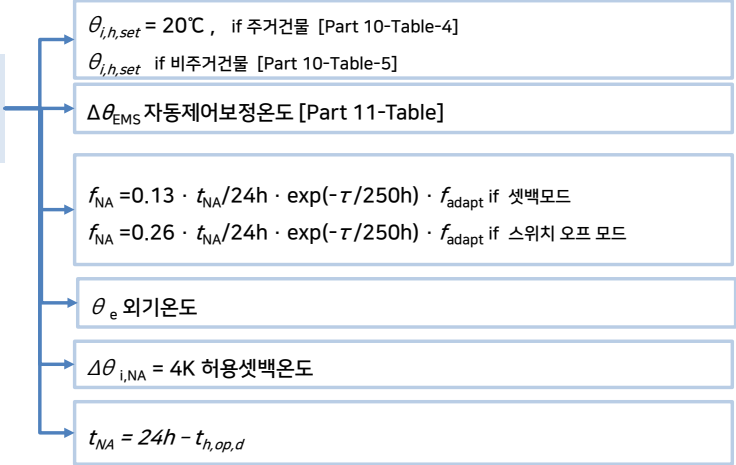


- 난방설정온도( $\theta_{i,h,set}$ )를 기준으로 난방 감소 운전에 의한 감소 온도를 제한
- 두 가지 값을 산정하고, 그 중 큰 값을 적용
- 허용셋백온도(4K)으로 인해 16°C 이상의 온도로 산정됨

· 이용일 난방 실내 기준 온도

$$\theta_{i,h} = \max(\theta_{i,h,set} + \Delta\theta_{EMS} - f_{NA}(\theta_{i,h,set} - \theta_e), \theta_{i,h,set} - \Delta\theta_{i,NA}(t_{NA}/24))$$

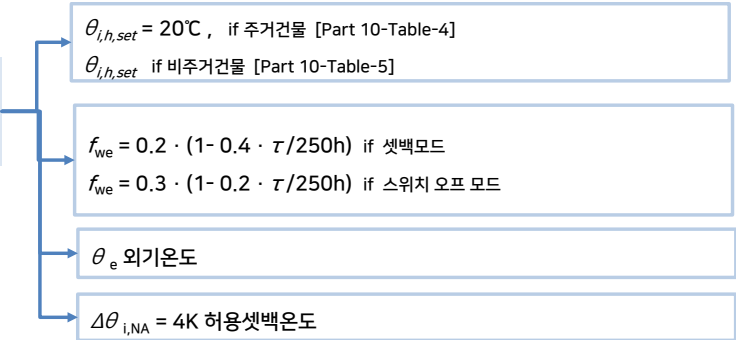
$\theta_{i,h,set}$ : 실내 난방 설정 온도  
 $\Delta\theta_{EMS}$ : 자동제어보정온도 [Part 11-Table]  
 $f_{NA}$ : 야간 감소운전 보정계수  
 $\theta_e$ : 외기온도  
 $\Delta\theta_{i,NA}$ : 허용셋백온도 (용도프로필)  
 $t_{NA}$ : 야간 시간



· 비이용일 난방 실내 기준 온도

$$\theta_{i,h} = \max(\theta_{i,h,set} - f_{we}(\theta_{i,h,set} - \theta_e), \theta_{i,h,set} - \theta_{i,NA})$$

$\theta_{i,h,set}$ : 실내 난방 설정 온도  
 $f_{we}$ : 주말 감소운전 보정계수  
 $\theta_e$ : 외기온도  
 $\Delta\theta_{i,NA}$ : 허용셋백온도 (용도프로필)



- 감소 운전은 크게 Set-back 모드와 Switch off 모드로 구별
- 시간상수( $\tau$ ) 적용됨 : 축열성능이 클수록 감소 운전 보정 계수 작음

· 야간 감소운전 보정계수

$$f_{NA} = 0.13 \cdot t_{NA}/24h \cdot \exp(-\tau/250h) \cdot f_{adapt} \text{ if 셋백모드}$$

$$f_{NA} = 0.26 \cdot t_{NA}/24h \cdot \exp(-\tau/250h) \cdot f_{adapt} \text{ if 스위치 오프 모드}$$

· 주말 감소운전 보정계수

$$f_{we} = 0.2 \cdot (1 - 0.4 \cdot \tau/250h) \text{ if 셋백모드}$$

$$f_{we} = 0.3 \cdot (1 - 0.2 \cdot \tau/250h) \text{ if 스위치 오프 모드}$$

$\tau$  : 시간상수(축열)

$f_{adapt}$  : 건물 자동화계수 [Part 11-Table]

$t_{NA}$  : 야간 시간

· 냉방 실내 기준 온도

$$\theta_{i,c} = \theta_{i,c,set} - 2K$$

$$t_{NA} = 24h - t_{h,op,d}$$

$$\tau = \frac{C_{wirik}}{H} = \frac{C_{wirik}}{\Sigma H_{T,j} + \Sigma H_{V,j} + H_{V,mech,\theta}}$$

$f_{adapt}$  : 건물 자동화계수 [Part 11-Table]

$$\tau = \frac{C_{wirik}}{H} = \frac{C_{wirik}}{\Sigma H_{T,j} + \Sigma H_{V,j} + H_{V,mech,\theta}}$$

$$\theta_{i,c,set} = 25^{\circ}\text{C}, \text{ if 주거건물 [Part 10-Table-4]}$$

$$\theta_{i,c,set} \text{ if 비주거건물 [Part 10-Table-5]}$$



- 1. 1월달 시간상수를 산정하시오.

$$C_{wirk} = 130 \times 40 = 5200 \text{Wh/K}$$

$$H_t = 1.2 \times 8 + 0.2 \times (30 - 8) = 14 \text{W/K}$$

$$H_v = 15 \text{m}^3/\text{hm}^2 \text{ (회의실 필요외기도입량)} \times 40 \text{m}^2 \times 0.34 \text{Wh/m}^3\text{K} = 204 \text{W/K}$$

$$T = 5200 / (14 + 204) = 23.9 \text{h}$$

- 2. 해당존의 1월달 이용일의 실내 기준 온도를 산정하시오.

$$t_{NA} = 24 - 13 \text{h} = 11 \text{h}$$

$$f_{adapt} = 1$$

$$f_{NA} = 0.054$$

$$\theta_{i,h,set} = 21$$

$$\Delta\theta_{ems} = 0$$

$$\theta_e = 0$$

$$\Delta\theta_{i,NA} = 4$$

$$\theta_{i,h} = \max(19.87, 19.17) = 19.87 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\theta_{i,h} = \max\left(\theta_{i,h,set} + \Delta\theta_{EMS} - f_{NA} \cdot (\theta_{i,h,set} - \theta_e); \theta_{i,h,set} - \Delta\theta_{i,NA} \frac{t_{NA}}{24h}\right)$$

$$f_{NA} = 0.13 \cdot \frac{t_{NA}}{24h} \cdot \exp\left(-\frac{\tau}{250h}\right) \cdot f_{adapt}$$

## ☉ 참고 서적 및 사이트

1. DIN V 18599-2:2018 Energy needs for heating and cooling of building zones

## B.4

## 냉난방 에너지요구량(열획득 및 열손실)

## 교육 목표

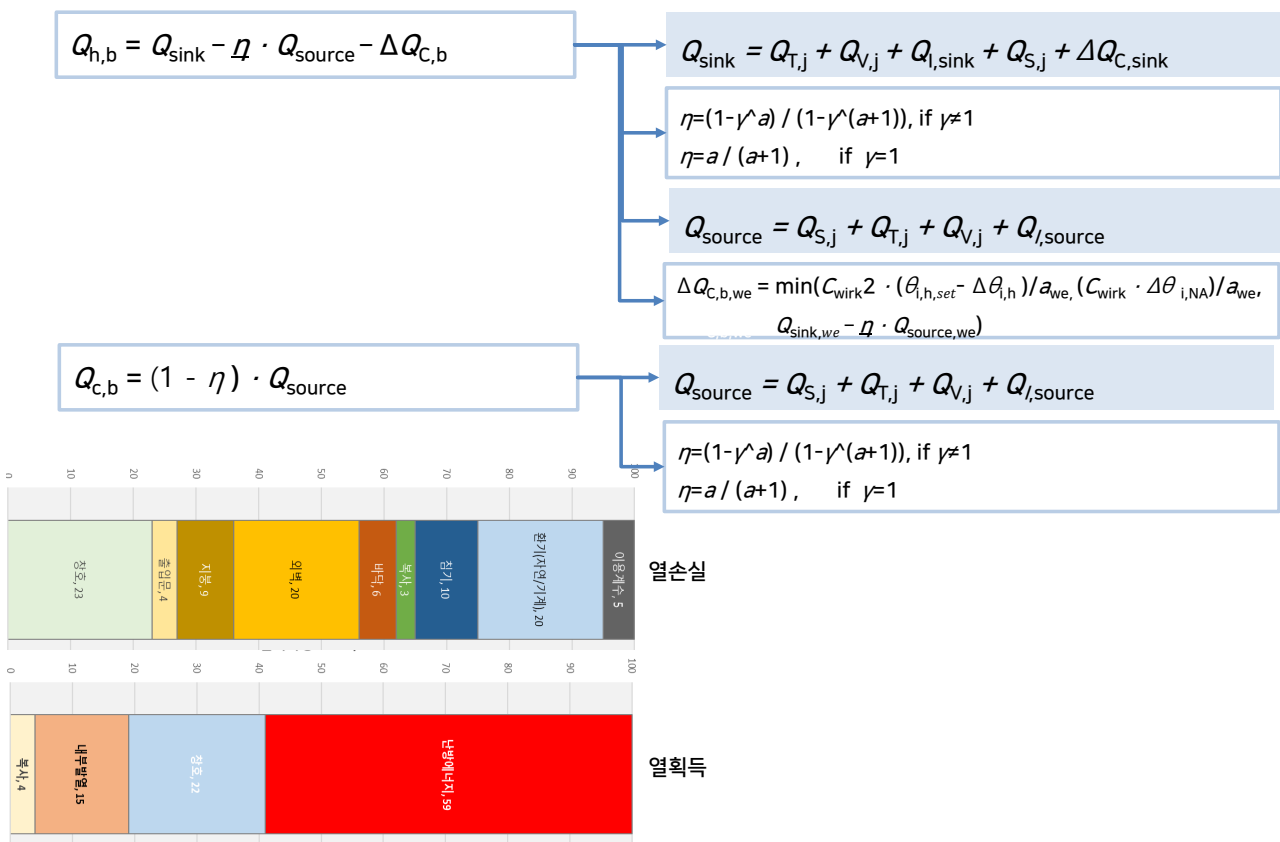
- \*  $Q_{\text{source}}$  (열획득) 및  $Q_{\text{sink}}$  (열손실) 이해
- \* 관류 열전달 알고리즘 이해
- 환기 열전달 알고리즘 이해
- 일사열획득 알고리즘 이해
- 내부발열 알고리즘 이해
- 문제 풀이를 통한 에너지요구량 알고리즘 이해

냉난방 에너지요구량  
(열획득 및 열손실)

# 1 열획득손실 및 관류 열전달

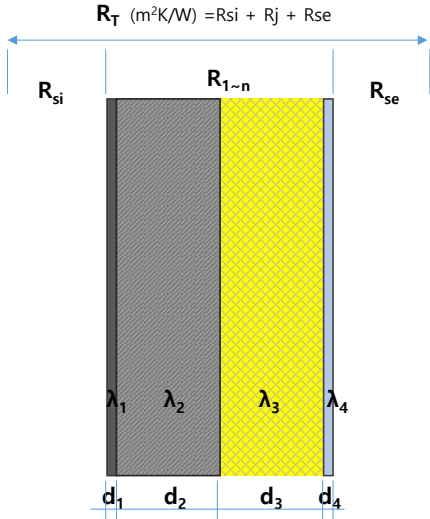
## ◎ 열획득 및 열손실

- 열손실량( $Q_{sink}$ )
  - 관류 열손실량, 환기 열손실량, 내부열손실량, 복사 열손실량, 축열 열손실로 구성
  - 냉방 에너지요구량 산정 시에도 산정 필요
- 열손실량( $Q_{source}$ )
  - 일사획득, 관류 열획득, 환기 열획득, 내부열발열, 복사 열획득량



### ◎ 불투명 구조체 열관류율

- 열관류율(U-Value): 구조체의 관류 열전달에 대한 계수로, 단위면적당 관류 열특성값  
 - 단위는 W/m<sup>2</sup>K로, 구조체 양쪽에 1K의 온도차가 발생할 때 단위 표면을 통해 전해지는 열량



$$Q_{T,j} = H_{T,j}(\theta_i - \theta_j)t = U_j A_j (\theta_i - \theta_j)t$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{si} + d_1/\lambda_1 + d_2/\lambda_2 + d_3/\lambda_3 + R_{se}}$$

U	열관류율	W/m <sup>2</sup> K
R	열저항	m <sup>2</sup> K/W
l	열전도율	W/mK

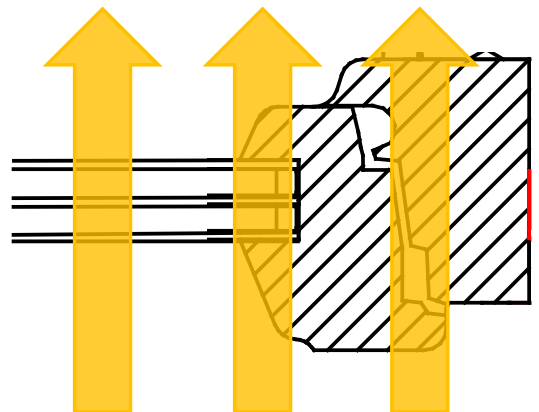
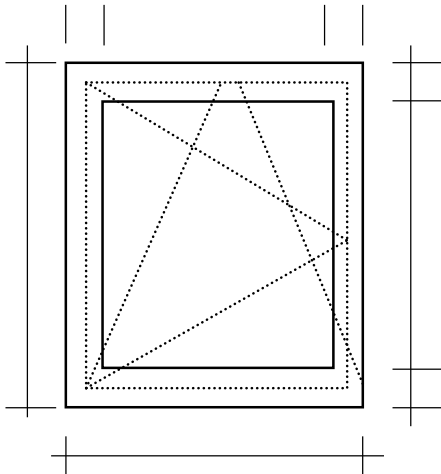
### ◎ 투명 구조체 열관류율

- 창호 열관류율: 유리, 프레임, 간봉 등 창호 부재에 대한 성능을 면적 가중하여 산정

$$Q_{T,j} = H_{T,j}(\theta_i - \theta_j)t = U_j A_j (\theta_i - \theta_j)t$$

$$U_w = \frac{U_g \times A_g + U_f \times A_f + \Psi_g \times l_g}{A_w}$$

- U<sub>w</sub>: 창호열관류율 (W/m<sup>2</sup>K)
- A<sub>w</sub>: 창호면적 (m<sup>2</sup>)
- A<sub>f</sub>: 프레임 면적 (m<sup>2</sup>)
- A<sub>g</sub>: 유리 면적 (m<sup>2</sup>)
- U<sub>g</sub>: 유리열관류율 (W/m<sup>2</sup>K)
- U<sub>f</sub>: 프레임열관류율 (W/m<sup>2</sup>K)
- l<sub>g</sub>: 유리엣지길이 (m)
- Ψ<sub>g</sub>: 유리엣지열교 (W/mK)



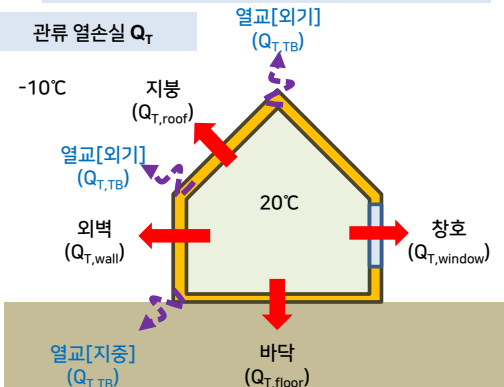
### ◎ 관류 열전달

- 관류 열전달: 실내와의 온도차로 인해 발생하는 전도 열전달을 의미
  - 외기 관류 열전달, 인접존 관류 열전달, 비냉난방 공간 관류 열전달, 지중 관류 열전달로 구성됨
  - 열교의 경우 열교가산치를 적용하여 단순 계산

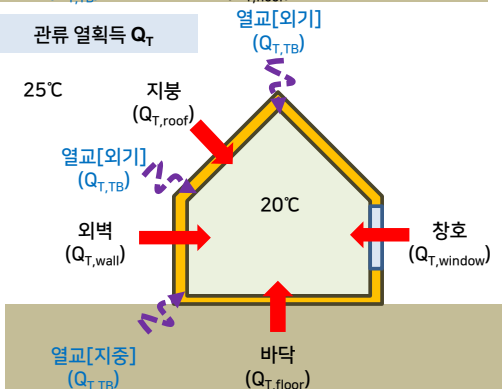
· 관류 열전달 공식

$$Q_{T,i} = Q_{T,e} + Q_{T,u} + Q_{T,z} + Q_{T,s}$$

관류 열손실  $Q_T$



관류 열획득  $Q_T$



$$Q_{T,e} = (H_{T,D} + H_{T,WB}) \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t, \text{ if } \theta_i > \theta_e$$

$$Q_{T,e} = (H_{T,D} + H_{T,WB}) \cdot (\theta_e - \theta_i) \cdot t, \text{ if } \theta_e > \theta_i$$

$$Q_{T,u} = \sum H_{T,iu} \cdot (\theta_i - \theta_u) \cdot t, \text{ if } \theta_i > \theta_u$$

$$Q_{T,u} = \sum H_{T,iu} \cdot (\theta_u - \theta_i) \cdot t, \text{ if } \theta_u > \theta_i$$

$$Q_{T,z} = \sum H_{T,iz} \cdot (\theta_i - \theta_z) \cdot t, \text{ if } \theta_i > \theta_z + 4$$

$$Q_{T,z} = \sum H_{T,iz} \cdot (\theta_z - \theta_i) \cdot t, \text{ if } \theta_z > \theta_i + 4$$

$$Q_{T,s} = \sum H_{T,s} \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t, \text{ if } \theta_i > \theta_e$$

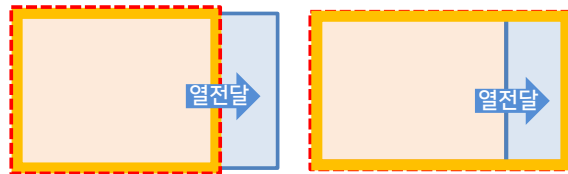
$$Q_{T,s} = \sum H_{T,s} \cdot (\theta_e - \theta_i) \cdot t, \text{ if } \theta_e > \theta_i$$

$$Q_{T,s} = \Phi_m \cdot t \text{ [P2-57] ISO 13370 기준}$$

$Q_{T,e}$ : 외기 관류 열전달량       $H_T$ : 관류 열전달계수  
 $Q_{T,u}$ : 비냉난방 존 관류 열전달량       $H_{T,WB}$ : 열교 열전달계수  
 $Q_{T,z}$ : 인접 존 관류 열전달량       $\Delta U_{WB}$ : 열교가산치  
 $Q_{T,s}$ : 지중 관류 열전달량

$$H_{T,WB} = \Delta U_{WB} \cdot \sum A_j$$

$\Delta U_{WB} = 0.10 \text{ W/m}^2\text{K}$  if 외단열 건물(표준값)  
 $\Delta U_{WB} = 0.15 \text{ W/m}^2\text{K}$  if 내단열 건물



### ◎ 참고 서적 및 사이트

1. DIN V 18599-2:2018 Energy needs for heating and cooling of building zones

## 2 환기 열전달

### ◎ 환기 열전달

- 환기 열전달이란 실내로의 공기 유입으로 인해 획득되거나 손실되는 열량을 의미
- 실내로 유입되는 공기에 대해서만 열전달량 평가
- $Q_{V,k}$ (환기 열전달량)는 기계환기에 의한 열전달량( $Q_{V,mech}$ )과 인접존을 통한 환기 열전달량 ( $Q_{V,z}$ ), 침기를 통한 열전달량( $Q_{V,inf}$ )과 자연환기를 통한 열전달량( $Q_{V,win}$ )으로 구분
- $Q_{V,k}$ (환기 열전달량)는  $H_{V,k}$ (환기 열전달계수)에 온도차와 시간을 곱하여 산정
- $H_{V,k}$ (환기 열전달계수)는 공기의 비열과 밀도( $=0.34W/m^3K$ )를 곱하여 산정

$Q_{V,k} = Q_{V,mech} + Q_{V,z} + Q_{V,inf} + Q_{V,win}$

환기 열손실  $Q_v$

-10°C

환기 열획득  $Q_v$

25°C

$Q_{V,mech} = H_{V,mech} \cdot (\theta_i - \theta_{V,mech}) \cdot t, \text{ if } \theta_i > \theta_{V,mech}$   
 $Q_{V,mech} = H_{V,mech} \cdot (\theta_{V,mech} - \theta_i) \cdot t, \text{ if } \theta_{V,mech} > \theta_i$

$Q_{V,z} = \sum H_{V,z} \cdot (\theta_i - \theta_z) \cdot t, \text{ if } \theta_i > \theta_z + 4$   
 $Q_{V,z} = \sum H_{V,z} \cdot (\theta_z - \theta_i) \cdot t, \text{ if } \theta_z > \theta_i + 4$

$Q_{V,inf} = H_{V,inf} \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t, \text{ if } \theta_i > \theta_e$   
 $Q_{V,inf} = H_{V,inf} \cdot (\theta_e - \theta_i) \cdot t, \text{ if } \theta_e > \theta_i$

$Q_{V,win} = H_{V,win} \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t, \text{ if } \theta_i > \theta_e$   
 $Q_{V,win} = H_{V,win} \cdot (\theta_e - \theta_i) \cdot t, \text{ if } \theta_e > \theta_i$

$Q_{V,mech}$ : 기계환기 열전달량	$H_{V,k}$ : 환기 열전달계수
$Q_{V,z}$ : 인접 존 환기 열전달량	$n_{V,k}$ : 환기 횟수
$Q_{V,inf}$ : 침기 열전달량	$V$ : 존 순체적
$Q_{V,win}$ : 자연환기 열전달량	$c_{p,a} \cdot \rho_a$ : 공기 밀도 · 비열 (=0.34)

$H_{V,k} = n_{V,k} \cdot V \cdot c_{p,a} \cdot \rho_a$

$n_{V,k}$  : 환기 횟수

$V$  : 존 순체적

$c_{p,a} \cdot \rho_a = 0.34$

- 기계환기 열전달량( $Q_{V,mech}$ )
  - 기계환기 급기 횟수를 바탕으로 산정
  - 기계환기 급배기 풍량을 바탕으로, 인접 존간의 풍량 밸런싱 고려
- 인접 존 환기 열전달량( $Q_{V,z}$ )
  - 기계환기를 통해 발생하는 인접 존으로부터의 급기를 바탕으로 산정
  - 인접 존 풍량은 기계환기의 풍량 밸런싱으로 유추하기도 함

· 기계환기 열전달량 공식

$$Q_{V,mech} = H_{V,mech} \cdot (\theta_1 - \theta_{V,mech}) \cdot t, \text{ if } \theta_1 > \theta_{V,mech}$$

$$Q_{V,mech} = H_{V,mech} \cdot (\theta_{V,mech} - \theta_1) \cdot t, \text{ if } \theta_{V,mech} > \theta_1$$

$$H_{V,mech} = n_{mech} \cdot V \cdot c_{p,a} \cdot \rho_a$$

$$n_{mech} = n_{mech,SUP} \cdot t_{V,mech} / 24 \text{ h}$$

$$V : \text{존 순체적}$$

$$c_{p,a} \cdot \rho_a = 0.34$$

$H_{V,mech}$  : 기계환기 열전달계수  
 $n_{mech}$  : 기계환기 횟수  
 $n_{mech,SUP}$  : 기계환기 급기횟수  
 $t_{V,mech}$  : 기계환기 시간

· 인접 존 환기 열전달량 공식

$$Q_{V,z} = \sum H_{V,z} \cdot (\theta_1 - \theta_z) \cdot t, \text{ if } \theta_1 > \theta_z + 4$$

$$Q_{V,z} = \sum H_{V,z} \cdot (\theta_z - \theta_1) \cdot t, \text{ if } \theta_z > \theta_1 + 4$$

$$H_{V,z} = V_{z,d} \cdot c_{p,a} \cdot \rho_a$$

$$V_{z,d} = n_{z,SUP} \cdot V \cdot t_{V,mech} / 24 \text{ h}$$

$$c_{p,a} \cdot \rho_a = 0.34$$

$H_{V,z}$  : 인접 존 환기 열전달계수  
 $V_{z,d}$  : 일평균 인접 존 환기량  
 $V_z$  : 인접 존 환기량(급기/배기)  
 $t_{V,mech}$  : 기계환기 시간

- $n_{mech,SUP}$  : 기계환기 급기횟수  
 $n_{mech,ETA}$  : 기계환기 배기횟수  
 $n_{mech,SUP,j}$  : 인접 존 기계환기 급기횟수  
 $n_{mech,ETA,j}$  : 인접 존 기계환기 배기횟수

· 인접 존 급기 환기횟수

$$n_{z,SUP} = n_{mech,ETA} - n_{mech,SUP}$$

· 인접 존 배기 환기횟수

$$n_{z,ETA} = \sum (n_{mech,ETA,j} - n_{mech,SUP,j}) \cdot V_j / V_i$$

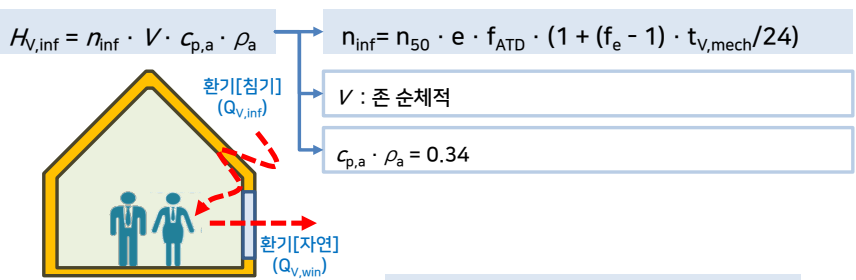
- 침기 열전달량( $Q_{V,inf}$ )
  - 50pa 압력차에서의 기밀테스트 결과값을 바탕으로 산정
  - 존의 급배기 밸런싱을 고려
- 자연환기 열전달량( $Q_{V,win}$ )
  - 최소 자연환기 횟수와 추가 자연환기회수(기계환기 가동/미가동)로 구성
  - 필요 최소 환기 회수( $n_{wd}$ ): 실내의 쾌적 수준을 위하여 필요한 최소한의 환기 횟수를 의미
  - 자연환기의 경우 필요 최소 환기 회수( $n_{wd}$ )를 충족하는 지와 급배기 풍량 밸런싱이 맞는 지를 초점으로 산정

· 침기 열전달량 공식

$$Q_{V,inf} = H_{V,inf} \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t, \text{ if } \theta_i > \theta_e$$

$$Q_{V,inf} = H_{V,inf} \cdot (\theta_e - \theta_i) \cdot t, \text{ if } \theta_e > \theta_i$$

$H_{V,inf}$ : 침기 열전달계수     $n_{50}$ : 50Pa 조건에서 기밀 테스트값  
 $n_{inf}$ : 침기 횟수             $t_{V,mech}$ : 기계환기 시간  
 $e$ : 방풍계수(=0.07)  
 $f_{ATD}$ : 외부통풍구 계수  
 $f_e$ : 기계환기로 인한 침기 계수



$$H_{V,inf} = n_{inf} \cdot V \cdot c_{p,a} \cdot \rho_a$$

$$n_{inf} = n_{50} \cdot e \cdot f_{ATD} \cdot (1 + (f_e - 1) \cdot t_{V,mech}/24)$$

$V$ : 존 순체적  
 $c_{p,a} \cdot \rho_a = 0.34$

· 자연환기 열전달량 공식

$$Q_{V,win} = H_{V,win} \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t, \text{ if } \theta_i > \theta_e$$

$$Q_{V,win} = H_{V,win} \cdot (\theta_e - \theta_i) \cdot t, \text{ if } \theta_e > \theta_i$$

$$H_{V,win} = n_{win} \cdot V \cdot c_{p,a} \cdot \rho_a$$

$$n_{win} = n_{win,min} + \Delta n_{win} \cdot (t_{wd} - t_{V,mech})/24 + \Delta n_{win,mech} \cdot t_{V,mech}/24$$

$n_{win,min} = 0.1$	$H_{V,win}$ : 자연환기 열전달계수	$\Delta n_{win}$ : 추가 자연환기 횟수
$\Delta n_{win} = \max(0; n_{wd} - (n_{wd} - 0.2h^{-1})/h^{-1} \cdot n_{inf} - 0.1h^{-1}), \text{ if } n_{wd} < 1.2$	$n_{win}$ : 자연환기 횟수	(기계환기를 가동 안 할 경우)
$\Delta n_{win} = \max(0; n_{wd} - n_{inf} - 0.1), \text{ if } n_{wd} \geq 1.2$	$n_{win,min}$ : 최소 자연환기 횟수	$\Delta n_{win,mech}$ : 추가 자연환기 횟수
$\Delta n_{win,mech} = 0, \text{ if } \Delta n_{win,mech,0} \leq n_{SUP} \text{ and } n_{ETA} \leq (n_{SUP} + n_{inf,0})$		(기계환기를 가동할 경우)
$\Delta n_{win,mech} = n_{ETA} - n_{SUP} - n_{inf}, \text{ if } \Delta n_{win,mech,0} \leq n_{SUP} \text{ and } n_{ETA} > (n_{SUP} + n_{inf})$		$\Delta n_{win,mech,0}$ : 필요 추가 환기 횟수
$\Delta n_{win,mech} = \Delta n_{win,mech,0} - n_{SUP}, \text{ if } \Delta n_{win,mech,0} > n_{SUP} \text{ and } n_{ETA} \leq (\Delta n_{win,mech,0} + n_{inf})$		$n_{wd}$ : 필요 최소 환기 횟수(= $V_A \cdot A_{NF} / V$ )
$\Delta n_{win,mech} = n_{ETA} - n_{SUP} - n_{inf}, \text{ if } \Delta n_{win,mech,0} > n_{SUP} \text{ and } n_{ETA} > (\Delta n_{win,mech,0} + n_{inf})$		

$$\Delta n_{win,mech,0} = \max(n_{wd} - (n_{wd} - 0.2h^{-1})/h^{-1} \cdot n_{inf,0} \cdot f_e - 0.1h^{-1}), \text{ if } n_{wd} < 1.2$$

$$\Delta n_{win,mech,0} = \max(0; n_{wd} - n_{inf,0} \cdot f_e - 0.1), \text{ if } n_{wd} \geq 1.2$$

- 최소 환기 회수( $n_{wvd}$ )를 충족하는 지와 급배기 풍량 밸런싱이 맞는 지를 초점으로 산정
- 침기 및 자연환기는 존의 실내로 유입되는 급기로 가정됨

·  $\Delta n_{win,mech}$  : 추가 자연환기 회수 (기계환기를 가동할 경우)

ⓐ if (필요 추가 환기회수  $\leq$  급기회수) & (배기회수  $\leq$  급기회수 + 침기회수)

if  $\Delta n_{win,mech,0} \leq n_{SUP}$  and  $n_{ETA} \leq (n_{SUP} + n_{inf,0})$

→  $\Delta n_{win,mech} = 0$

ⓑ if (필요 추가 환기회수  $\leq$  급기회수) & (배기회수  $>$  급기회수 + 침기회수)

if  $\Delta n_{win,mech,0} \leq n_{SUP}$  and  $n_{ETA} > (n_{SUP} + n_{inf,0})$

→  $\Delta n_{win,mech} = n_{ETA} - n_{SUP} - n_{inf}$

ⓒ if (필요 추가 환기회수  $>$  급기회수) & (배기회수  $\leq$  급기회수 + 침기회수)

if  $\Delta n_{win,mech,0} > n_{SUP}$  and  $n_{ETA} \leq (n_{SUP} + n_{inf,0})$

if  $\Delta n_{win,mech,0} > n_{SUP}$  and  $n_{ETA} \leq (\Delta n_{win,mech,0} + n_{inf,0})$

→  $\Delta n_{win,mech} = \Delta n_{win,mech,0} - n_{SUP}$

if (필요 추가 환기회수  $>$  급기회수) & (배기회수  $>$  급기회수 + 침기회수)

if  $\Delta n_{win,mech,0} > n_{SUP}$  and  $n_{ETA} > (n_{SUP} + n_{inf,0})$

if  $\Delta n_{win,mech,0} > n_{SUP}$  and  $n_{ETA} > (\Delta n_{win,mech,0} + n_{inf,0})$

→  $\Delta n_{win,mech} = n_{ETA} - n_{SUP} - n_{inf}$

## ☉ 참고 서적 및 사이트

1. DIN V 18599-2:2018 Energy needs for heating and cooling of building zones

### 3 일사열획득 및 내부발열

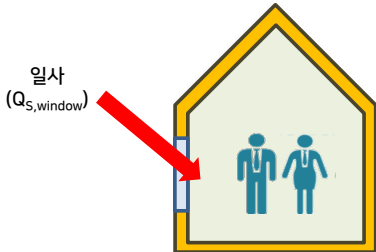
#### ◎ 일사열획득

- 창호를 통한 일사열 유입량을 의미함
- 창호의 기본 태양열 취득률을 기준으로, 음영, 경사 입사, 유리 오염 등을 고려해 태양열 취득률이 보정된 유효태양열 취득률 적용

· 일사 열획득 공식

$$Q_{S,tr} = F_F \cdot A \cdot g_{eff} \cdot I_S \cdot t$$

일사 열획득  $Q_S$



$F_F$  : 유리 면적 비(표준값= 0.7)

$A$  : 개구부 면적

$I_S$  : 월평균 일사량

$t = 24h$

$F_F$  : 유리 면적 비(표준값= 0.7)

$t_{V,mech}$  : 기계환기 시간

$A$  : 개구부 면적

$I_S$  : 월평균 일사량( $W/m^2$ )

$t = 24h$

$g_{eff}$  : 유효 태양열취득률

· 유효 태양열취득률 공식

$g_{eff} = F_S \cdot F_w \cdot F_V \cdot g$ , if 차양장치 없는 경우

$g_{eff} = F_S \cdot F_w \cdot F_V \cdot g_{tot}$ , if 고정식 차양인 경우

$g_{eff} = F_w \cdot F_V \cdot \min[\alpha \cdot g_{tot} + (1 - \alpha) \cdot g ; F_S \cdot g]$ , if 가변식 차양인 경우

$F_S = \min(F_h, F_o, F_f)$

$F_w$  : 입사각에 따른 보정 계수 (=0.9)

$F_V$  : 유리 오염 보정 계수 (=0.9)

$g$  : 유리 태양열취득률[Part 2-Table8]

$g_{tot}$  : 차양을 고려한 유리 태양열취득률[Part 2-Table 8]

$\alpha$  : 가동 차양계수 [Part 2-Table A.4,5]

$F_h$  : 인접 건물/지형에 의한 음영

$F_o$  : 오버행에 의한 음영

$F_f$  : 핀에 의한 음영

$F_S$  : 음영계수(표준값=0.9)

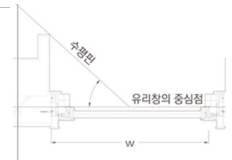
$F_w$  : 입사각에 따른 보정 계수 (표준값=0.9)

$F_V$  : 유리 오염 보정 계수 (표준값=0.9)

$g$  : 유리 태양열취득률

$g_{tot}$  : 차양을 고려한 유리 태양열취득률

$\alpha$  : 가동식 차양계수



## ◎ 복사열획득

- 외기온도( $T_o$ )에 태양의 복사열전달과 구조체의 적외선 장파 복사열전달의 영향에 따른 온도 증가량을 합산한 온도

· 복사 열전달 공식

$$Q_{S,op,sink} = R_{se} \cdot U \cdot A \cdot (F_f \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er} - \alpha \cdot I_s) \cdot t, \text{ if } F_f \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er} > \alpha \cdot I_s$$

$$Q_{S,op,source} = R_{se} \cdot U \cdot A \cdot (\alpha \cdot I_s - F_f \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er}) \cdot t, \text{ if } \alpha \cdot I_s > F_f \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er}$$

$$\text{천공 온도}(\theta_{sol-air}) = \theta_e + (\alpha \cdot I_s - F_f \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er}) \cdot R_{se}$$

복사 열전달  $Q_s$

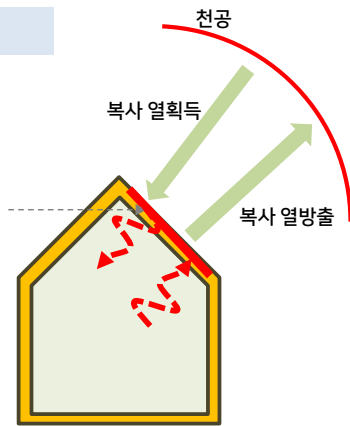
열획득/열손실

( $Q_{s,sink}$  or  $source$ )

복사 열 평형

+ : 열획득

- : 열손실



- $R_{se}$  : 표면 열전달저항(= 0.04)
- $U$  : 해당 구조체의 열관류율
- $A$  : 해당 구조체 면적
- $\alpha$  : 흡수율 [Part 2-Table 9]
- $I_s$  : 월평균 일사량
- $F_f = 1$ , if 구조체 기울기  $< 45^\circ$
- $F_f = 0.5$ , if  $45^\circ \leq$  구조체 기울기  $\leq 90^\circ$
- $h_r = 5 \cdot \varepsilon = 5 \cdot 0.9 = 4.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- $\Delta\theta_{er}$  : 천공온도차(=10K)
- $t = 24\text{h}$

$R_{se}$  : 표면 열전달저항(표준값= 0.04)

$U$  : 해당 구조체의 열관류율

$A$  : 해당 구조체 면적

$\alpha$  : 흡수율 [Part 2-Table 9]

$I_s$  : 월평균 일사량( $\text{W}/\text{m}^2$ )

$F_f$  : 형태계수(=1 or 0.5)

$h_r$  : 복사 열전달계수

(=  $5 \cdot \varepsilon = 5 \cdot 0.9 = 4.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ )

$\Delta\theta_{er}$  : 천공온도차(=10K)

$t = 24\text{h}$

## ◎ 내부발열

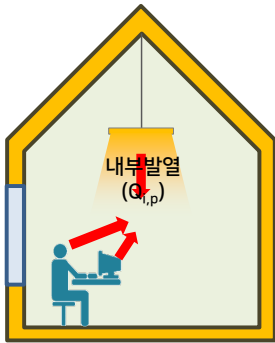
- 냉난방 에너지소요량 산정을 통해 배관/덕트 열손실 등을 내부발열로 적용하여 에너지요구량 반복 산정함
- 에너지요구량을 1회 산정할 때에는 용도프로필의 따른 단위면적당 내부발열 표준값을 적용함

### · 내부발열 공식

$$Q_{I,sink} = Q_{I,sink,c} + Q_{I,sink,fac} + Q_{I,sink,goods}$$

$$Q_{I,source} = Q_{I,source,p} + Q_{I,source,fac} + Q_{I,source,l} + Q_{I,source,goods} + Q_{I,source,h}$$

내부발열  $Q_i$



$$Q_{I,source,p} = q_{I,p} \cdot A_{NF}$$

$$Q_{I,source,fac} = q_{I,fac} \cdot A_{NF}$$

$Q_{I,sink,c}$  : 냉방 시스템 매체에 의한 열손실

(내부 기준 온도보다 낮은 온도를 가진 배관, 환기 덕트에 의한 열손실),

(초기 밸런스 계산에서는 0으로 가정)

$Q_{I,sink,goods}$  : 건물 존으로 유입되는 실내 온도보다 낮은 온도를 가진 물체에 의한 열손실

$Q_{I,sink,fac}$  : 냉방설비, 장비나 전자 기기에 의한 열손실

$Q_{I,source,p}$  : 인체발열

$Q_{I,source,fac}$  : 설비, 장비나 전자 기기에 의한 열획득

$Q_{I,source,l}$  : 인공 조명에 의한 열획득

$Q_{I,source,goods}$  : 건물 존으로 유입되는 실내 온도보다 높은 온도를 가진 물체에 의한 열획득

$Q_{I,source,h}$  : 냉난방 시스템 매체에 의한 열획득

(내부 기준 온도보다 높은 온도를 가진 배관, 환기 덕트, 열 생산과 저장에 의한 열획득),

(초기 밸런스 계산에서는 0으로 가정)

$q_{I,p}$  : 면적당 평균 인체발열[part 10]

$q_{I,fac}$  : 면적당 기계 및 장비 평균 내부발열[part 10]

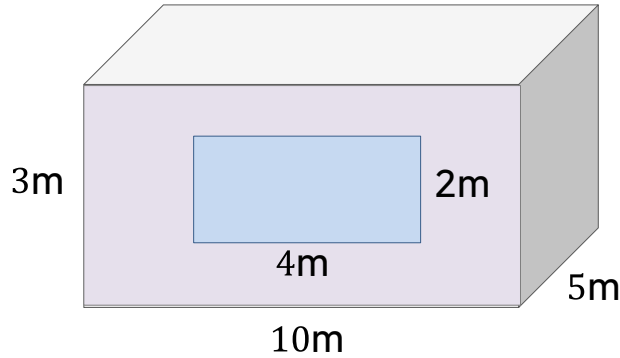
$A_{NF}$  : 존의 순바닥면적

## ◎ 참고 서적 및 사이트

1. DIN V 18599-2:2018 Energy needs for heating and cooling of building zones

## 4 에너지요구량

## ◎ 연습문제



왼쪽 존은 남향으로 배치된 회의실 [ $A_{NF} = 40\text{m}^2$ ]이다. 천장고는 2.6m이다.

천장, 바닥, 북측과 동서측면은 다른 존과 인접되어 있으며 별도의 열전달은 발생되지 않는다  
외벽의 열관류율은  $0.2\text{W/m}^2\text{K}$ , 창호의 열관류율은  $1.2\text{W/m}^2\text{K}$ 이다.

중량구조물로 설계되었으며, 자연 환기가 적용 되었다.

1월달 실내 기준 온도는  $19.87\text{ }^\circ\text{C}$ , 실외 온도는  $0\text{ }^\circ\text{C}$ 이다.

유효 태양열취득률( $g_{\text{eff}}$ )은 0.5이며, 남향 일사량은  $100\text{ W/m}^2$ 이고, 외벽의 흡수율은 0.6이다.

대차축열량 및 축열열손실은 제외하고, 이용계수는 0.99로 가정하시오.

- 3. 1월달 열획득손실비를 산정하시오.

- 4. 이용일 기준 난방 에너지 요구량을 산정하시오.

- 3. 1월달 열획득손실비를 산정하시오.

$$Q_{\text{sink}} = Q_{T,j} + Q_{V,j} + Q_{I,\text{sink}} + Q_{S,j} + \Delta Q_{C,\text{sink}}$$

$$\text{관류 } Q_{T,j} = \sum H_{T,j} \cdot (\theta_i - \theta_j) \cdot t, \text{ if } \theta_i > \theta_j$$

$$\text{외벽 : } Q_{T,j} = \sum H_{T,j} \cdot (\theta_i - \theta_j) \cdot t = U \cdot A \cdot (\theta_i - \theta_j) \cdot t = 0.2 \cdot 22 \cdot (19.87 - 0) \cdot 24 = 2098.27 \text{ Wh}$$

$$\text{창호 : } Q_{T,j} = \sum H_{T,j} \cdot (\theta_i - \theta_j) \cdot t = U \cdot A \cdot (\theta_i - \theta_j) \cdot t = 1.2 \cdot 8 \cdot (19.87 - 0) \cdot 24 = 4578.05 \text{ Wh}$$

$$\text{환기 } Q_{V,j} = \sum H_{V,j} \cdot (\theta_i - \theta_j) \cdot t, \text{ if } \theta_i > \theta_j$$

$$\text{자연환기 : } Q_{V,j} = \sum H_{V,j} \cdot (\theta_i - \theta_j) \cdot t = n_{V,k} \cdot V \cdot c_{p,a} \cdot \rho_a \cdot (\theta_i - \theta_j) \cdot t = 15 \cdot 40 \cdot 0.34 \cdot (19.87 - 0) \cdot 24 = 97283.52 \text{ Wh}$$

회의실 필요 외기도입량 : 15 m<sup>3</sup>/h · m<sup>2</sup>

$$\Rightarrow Q_{\text{sink}} = 103,959.84 \text{ Wh}$$

$$Q_{\text{source}} = Q_{S,j} + Q_{T,j} + Q_{V,j} + Q_{I,\text{source}}$$

$$\text{창호 일사 } Q_{S,\text{tr}} = F_F \cdot A \cdot g_{\text{eff}} \cdot I_S \cdot t$$

$$\text{창호 : } Q_{S,\text{tr}} = F_F \cdot A \cdot g_{\text{eff}} \cdot I_S \cdot t = 0.7 \cdot 8 \cdot 0.5 \cdot 100 \cdot 24 = 6720 \text{ Wh}$$

$$\text{불투명 일사 } Q_{S,\text{op,source}} = R_{\text{se}} \cdot U \cdot A \cdot (\alpha \cdot I_S - F_f \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{\text{er}}) \cdot t, \text{ if } \alpha \cdot I_S > F_f \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{\text{er}}$$

$$\text{외벽 : } Q_{S,\text{op,sink}} = R_{\text{se}} \cdot U \cdot A \cdot (F_f \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{\text{er}} - \alpha \cdot I_S) \cdot t = 0.04 \cdot 0.2 \cdot 22 \cdot (0.6 \cdot 100 - 0.5 \cdot 4.5 \cdot 10) \cdot 24 = 158.40 \text{ Wh}$$

$$\text{내부발열 } Q_{I,\text{source}} = Q_{I,\text{source,p}} + Q_{I,\text{source,fac}} +$$

$$Q_{I,\text{source,l}} + Q_{I,\text{source,goods}} + Q_{I,\text{source,h}}$$

$$\text{인체 : } q_{l,p} \cdot A_{\text{NF}} = 96 \cdot 40 = 3840 \text{ Wh}$$

$$\text{기기 : } q_{l,\text{fac}} \cdot A_{\text{NF}} = 8 \cdot 40 = 320 \text{ Wh}$$

$$\Rightarrow Q_{\text{source}} = 11,038.40 \text{ Wh}$$

$$\Rightarrow \gamma = Q_{\text{source}} / Q_{\text{sink}} = 11,038.40 / 103,959.84 = 0.106$$

- 4. 이용일 기준 난방 에너지 요구량을 산정하시오.

$$Q_{h,b} = Q_{\text{sink}} - \eta \cdot Q_{\text{source}} - \Delta Q_{C,b}$$

$$Q_{h,b,\text{wd}} = Q_{\text{sink}} - \eta \cdot Q_{\text{source}} = 103,959.84 - 0.99 \cdot 11,038.40 = 93031.824 \text{ Wh}$$

$$Q_{h,b,\text{wd,mth}} = d_{\text{wd}} \cdot Q_{h,b,\text{wd}} = 22 \cdot 93031.824 / 1000 = 2,047 \text{ kWh}$$

## ◎ 참고 서적 및 사이트

1. DIN V 18599-2:2018 Energy needs for heating and cooling of building zones





# 2025 제로에너지건축 전문인력 양성교육

---

알고리즘 실무교육

