

건축물 에너지성능의 정량적 평가방법  
표준화를 위한 연구  
(최종보고서)

2014. 12.

연구기관  
한국건설기술연구원



## 〈목 차〉

제 1 장 서론 .....	1
제 1 절 연구의 필요성 .....	1
제 2 절 연구의 내용 및 방법 .....	2
제 2 장 국내·외 건축물 에너지성능 평가방법 .....	3
제 1 절 국내 건축물 에너지성능 평가방법 분석 .....	3
제 3 장 건축물 에너지성능 평가방법 표준화(안) 도출 .....	20
제 1 절 건축물 에너지성능 평가방법 및 알고리즘 .....	20
제 2 절 신재생에너지 평가 알고리즘 개발 .....	275
제 4 장 건축물 에너지성능 평가방법 활성화 방안 .....	304
제 1 절 건축물 에너지성능 평가방법 운영방안 .....	304
제 2 절 건축물 에너지성능 평가방법 개선방안 .....	307
제 5 장 결론 .....	316
참고문헌 .....	317

## 〈그림 목차〉

[그림 2.1.1-1] 본인증 인증절차 .....	6
[그림 2.1.1-2] 건축물 에너지효율등급 인증서 평가 결과 부분 .....	6
[그림 2.1.2-1] 건물 정보 입력 화면 .....	10
[그림 2.1.2-2] 평가결과 그래프 및 리포트 .....	10
[그림 2.1.2-3] 세부항목 입력 .....	11
[그림 2.1.2-4] 건물 정보 입력 화면 .....	13
[그림 2.1.2-5] 평가결과 그래프 및 리포트 .....	14
[그림 2.1.2-6] 세부항목 입력 .....	15
[그림 2.1.2-7] 건물 정보 입력 화면 .....	17
[그림 2.1.2-8] 평가결과 그래프 및 리포트 .....	17
[그림 2.1.2-9] 세부항목 입력 .....	18
[그림 3.2.3-1] 존의 분할 예시 .....	89
[그림 3.2.3-2] 결산에 대한 건물 예시 .....	94
[그림 3.2.4-1] 난방열요구량 및 냉방요구량 .....	107
[그림 3.2.4-2] 유리구조물에 대한 고려요소 .....	131
[그림 3.2.4-3] 배기구가 설치된 조명장치의 두 가지 예 .....	133
[그림 3.2.5-1] 급기 덕트망의 일정 및 변동 저항 .....	146
[그림 3.2.5-2] 공조처리에 필요한 요구량의 계산 절차 .....	148
[그림 3.2.5-3] CAV-시스템의 개요 .....	150
[그림 3.2.5-4] AU1의 습공기선도에서의 상태변화 .....	151
[그림 3.2.7-1] 인덱스에 따른 에너지표기 .....	166
[그림 3.2.8-1] 펌프의 전기에너지소비량 계산과정 .....	212
[그림 3.2.9-1] 인덱스에 따른 에너지표기 .....	246
[그림 3.2.9-2] 급탕 배관표식 .....	253
[그림 3.2.10-1] CHP 에너지 분석 개념도 .....	268
[그림 3.2.11-1] 1차에너지 분석개요 .....	271
[그림 3.2.12-1] 집열기 효율 곡선 .....	279
[그림 4.1.1-1] 운영체계 개선(안) .....	306

## 〈표 목차〉

<표 2.1.1-1> 건축물 에너지효율등급 인증기준 .....	4
<표 3.1.2-1> 서울 기상데이터 .....	24
<표 3.1.2-2> 부산 기상데이터 .....	24
<표 3.1.2-3> 인천 기상데이터 .....	25
<표 3.1.2-4> 대구 기상데이터 .....	25
<표 3.1.2-5> 대전 기상데이터 .....	26
<표 3.1.2-6> 광주 기상데이터 .....	26
<표 3.1.2-7> 강릉 기상데이터 .....	27
<표 3.1.2-8> 원주 기상데이터 .....	27
<표 3.1.2-9> 춘천 기상데이터 .....	28
<표 3.1.2-10> 전주 기상데이터 .....	28
<표 3.1.2-11> 청주 기상데이터 .....	29
<표 3.1.2-12> 목포 기상데이터 .....	29
<표 3.1.2-13> 제주 기상데이터 .....	30
<표 3.2.2-1> 용도 프로필 - 개인사무실 .....	33
<표 3.2.2-2> 용도 프로필 - 그룹사무실 .....	34
<표 3.2.2-3> 용도 프로필 - 대규모사무실 .....	35
<표 3.2.2-4> 용도 프로필 - 회의실, 세미나실 .....	36
<표 3.2.2-5> 용도 프로필 - 로비 .....	37
<표 3.2.2-6> 용도 프로필 - 개인상점/백화점 (냉원기기 없음) .....	38
<표 3.2.2-7> 용도 프로필 - 개인상점/백화점(냉원기기 있음) .....	39
<표 3.2.2-8> 용도 프로필 - 교실 .....	40
<표 3.2.2-9> 용도 프로필 - 강의실 .....	41
<표 3.2.2-10> 용도 프로필 - 침실 .....	42
<표 3.2.2-11> 용도 프로필 - 호텔 객실 .....	43
<표 3.2.2-12> 용도 프로필 - 구내식당, 매점 .....	44
<표 3.2.2-13> 용도 프로필 - 레스토랑 .....	45
<표 3.2.2-14> 용도 프로필 - 부엌(비주거용도 건물) .....	46
<표 3.2.2-15> 용도 프로필 - 부엌 준비실, 창고 .....	47
<표 3.2.2-16> 용도 프로필 - 화장실(비주거용 건물) .....	48
<표 3.2.2-17> 용도 프로필 - 대기 공간 .....	49
<표 3.2.2-18> 용도 프로필 - 부속 공간(대기 공간 제외) .....	50

<표 3.2.2-19> 용도 프로필 - 복도 등 이동용도 공간 .....	51
<표 3.2.2-20> 용도 프로필 - 창고, 설비실, 문서실 .....	52
<표 3.2.2-21> 용도 프로필 - 전산실 .....	53
<표 3.2.2-22> 용도 프로필 - 공장(조립, 가공) .....	54
<표 3.2.2-23> 용도 프로필 - 관람 공간 .....	55
<표 3.2.2-24> 용도 프로필 - 로비(공연장) .....	56
<표 3.2.2-25> 용도 프로필 - 무대(극장 및 공연장) .....	57
<표 3.2.2-26> 용도 프로필 - 박람회 .....	58
<표 3.2.2-27> 용도 프로필 - 전시관 및 박물관 .....	59
<표 3.2.2-28> 용도 프로필 - 도서관 열람실 .....	60
<표 3.2.2-29> 용도 프로필 - 도서관 자유열람실 .....	61
<표 3.2.2-30> 용도 프로필 - 도서관(잡지) .....	62
<표 3.2.2-31> 용도 프로필 - 체육관(스포츠 홀) .....	63
<표 3.2.2-32> 용도 프로필 - 주차건물(사무실 및 개인 이용) .....	64
<표 3.2.2-33> 용도 프로필 - 주차건물(공공 이용) .....	65
<표 3.2.2-34> 주거 공간 용도프로필 .....	67
<표 3.2.2-35> 소규모 사무실(30㎡ 이하) 용도프로필 .....	67
<표 3.2.2-36> 대규모 사무실(30㎡ 초과) 용도프로필 .....	69
<표 3.2.2-37> 회의실 및 세미나실 용도프로필 .....	70
<표 3.2.2-38> 강당 용도프로필 .....	71
<표 3.2.2-39> 구내식당 용도프로필 .....	72
<표 3.2.2-40> 화장실 용도프로필 .....	73
<표 3.2.2-41> 그 외 체류공간 용도프로필 .....	74
<표 3.2.2-42> 부속공간(로비, 복도, 계단실 등) 용도프로필 .....	75
<표 3.2.2-43> 창고/설비/문서실 용도프로필 .....	76
<표 3.2.2-44> 전산실 용도프로필 .....	77
<표 3.2.2-45> 주방 및 조리실 용도프로필 .....	78
<표 3.2.2-46> 병실 용도프로필 .....	79
<표 3.2.2-47> 객실 용도프로필 .....	80
<표 3.2.2-48> 교실(초중고) 용도프로필 .....	81
<표 3.2.2-49> 강의실(대학) 용도프로필 .....	82
<표 3.2.2-50> 매장(상점/백화점) 용도프로필 .....	83
<표 3.2.2-51> 전시실(전시관/박물관) 용도프로필 .....	84
<표 3.2.2-52> 열람실(도서관) 용도프로필 .....	85
<표 3.2.2-53> 체육시설 용도프로필 .....	86
<표 3.2.3-1> 존의 추가분할지침 .....	90
<표 3.2.3-2> 냉방설비분석을 통한 존의 추가분할지침 .....	92

<표 3.2.4-1> 기호 및 단위 .....	100
<표 3.2.4-2> 인덱스 .....	102
<표 3.2.4-3> 구조체의 온도보정계수 .....	118
<표 3.2.4-4> 기밀성 테스트를 하지 않은 경우에 대한 표준값 .....	121
<표 3.2.4-5> 창유리 및 자양장치에 대한 표준값 .....	129
<표 3.2.4-6> 표면의 흡수율 .....	130
<표 3.2.4-7> 배기구가 있는 조명장치에 대한 실내부하율 .....	133
<표 3.2.5-1> 기호 .....	137
<표 3.2.5-2> 인덱스 .....	140
<표 3.2.5-3> 냉각기능이 없는 공조기기의 월별 평균 급기온도 .....	144
<표 3.2.5-4> 가열 및 냉각기능이 없는 공조기기의 월별 평균 급기온도 .....	144
<표 3.2.5-5> 배기공기상태의 측정값 .....	154
<표 3.2.5-6> 외기상태의 측정값 .....	154
<표 3.2.7-1> 기호 .....	164
<표 3.2.7-2> Index .....	165
<표 3.2.7-3> 입력데이터 .....	167
<표 3.2.7-4> 출력데이터 .....	168
<표 3.2.7-5> 설치온도 .....	173
<표 3.2.7-6> 라디에이터(노출형 방열기)의 부분이용효율; 실내높이 $\leq 4$ m .....	180
<표 3.2.7-7> 구조체 일체형 난방의 부분이용효율; 실내높이 $\leq 4$ m .....	181
<표 3.2.7-8> 공기난방에 대한 이용효율(공조장치), (실내높이 $\leq 4$ m) .....	182
<표 3.2.7-9> 높이 4m~10m 공간에 대한 이용효율 .....	183
<표 3.2.7-10> 높이 10 m 이상 공간에 대한 이용효율 .....	184
<표 3.2.7-11> 제어에너지에 대한 표준치 .....	186
<표 3.2.7-12> $h \leq 4$ m 공간의 송풍에 필요한 보조에너지에 대한 표준치 .....	186
<표 3.2.7-13> 팬 코일 유닛의 용량에 따른 성능의 실례 .....	186
<표 3.2.7-14> 배관망에 대한 표준치 .....	188
<표 3.2.7-15> 배관의 열관류율 .....	188
<표 3.2.7-16> 난방펌프 보조에너지 계산을 위한 상수 , .....	189
<표 3.2.7-17> 난방보일러온도 .....	195
<표 3.2.7-18> 온도수정계수 .....	195
<표 3.2.7-19> 이용효율 .....	198
<표 3.2.7-20> $D_{DS}$ .....	199
<표 3.2.7-21> $B_{DS}$ .....	199
<표 3.2.8-1> 기호, 단위 및 index .....	200
<표 3.2.8-2> 팬에 대한 표준치 .....	202
<표 3.2.8-3> 열회수시스템에 대한 표준치 .....	203

<표 3.2.8-4> 공조시스템에 따른 급기온도 표준치 .....	203
<표 3.2.8-5> 팩터(연평균값) 냉방공조시설 .....	209
<표 3.2.8-6> 계수(연간 평균값) 실내냉방 .....	209
<표 3.2.8-7> 실내냉방-팬의 에너지요구량 표준치 .....	210
<표 3.2.8-8> 냉각수 및 냉수망의 전기에너지 소비에 대한 주요변수 .....	211
<표 3.2.8-9> 배관망의 단위길이 당 압력손실 및 개별저항비율 .....	214
<표 3.2.8-10> 분배 배관망의 구성요소에 대한 압력손실 .....	215
<표 3.2.8-11> 운전방식 .....	217
<표 3.2.8-12> 펌프운전방식에 따른 상수 , .....	221
<표 3.2.8-13> 회전자 구동에 대한 전기성능 .....	222
<표 3.2.8-14> 가습기에 대한 표준값 (연간 평균값) .....	223
<표 3.2.8-15> 특성치-방법에서 사용되고 있는 냉열생산시스템의 개요 .....	224
<표 3.2.8-16> 냉열공급을 위한 조닝 .....	225
<표 3.2.8-17> 방법에 있어 수냉식 압축냉동기에 대한 부분부하제어의 종류 .....	228
<표 3.2.8-18> 수냉식 압축냉동기에 대한 에너지성능계수 EER 표준값 .....	229
<표 3.2.8-19> 방법에 있어 공냉식 압축냉동기에 대한 부분부하제어의 종류 .....	230
<표 3.2.8-20> 공랭식 압축냉동기에 대한 에너지성능계수 EER 표준값 .....	231
<표 3.2.8-21> 방법에 있어 공냉식 실내냉방시스템에 대한 부분부하제어의 종류 .....	232
<표 3.2.8-22> 12kW이하의 공냉식 실내냉방시스템에 대한 에너지성능지수EER .....	233
<표 3.2.8-23> 12kW이상의 공냉식 실-공조시스템에 대한 에너지성능계수EER .....	233
<표 3.2.8-24> 특성치-방법에서 흡수식 냉동기에 대한 부분부하제어의 종류 .....	234
<표 3.2.8-25> 열성능비 .....	235
<표 3.2.8-26> 재냉각기의 고유 전기에너지요구량 .....	238
<표 3.2.8-27> 간접 시스템(수냉각기)의 에너지평가를 위한 요구량 .....	240
<표 3.2.8-28> 직접 시스템의 에너지평가를 위한 요구량 (직접 증발기) .....	241
<표 3.2.8-29> 증기생산에 대한 2차 에너지 계수 .....	242
<표 3.2.9-1> 기호 .....	244
<표 3.2.9-2> 인덱스 .....	245
<표 3.2.9-3> 입력데이터 .....	247
<표 3.2.9-4> 출력데이터 .....	249
<표 3.2.9-5> 일반적 전제조건 .....	251
<표 3.2.9-6> 일반적 표준치 .....	253
<표 3.2.9-7> 배관의 열관류율 $U_i$ .....	253
<표 3.2.9-8> 순환펌프의 성능지수 계산을 위한 상수 .....	254
<표 3.2.9-9> 효율계수 $A/B$ .....	263
<표 3.2.9-10> 계수 $G$ , 계수 $H$ (복사손실계수) .....	263
<표 3.2.9-11> 책정열손실 계수 .....	264

<표 3.2.9-12> $D_{DS}$ .....	266
<표 3.2.9-13> $B_{DS}$ .....	267
<표 3.2.11-1> 1차 에너지계수 $f_p$ .....	273
<표 3.2.11-2> 2차 에너지계수 .....	274
<표 3.2.12-1> 일사량에 따른 단위면적당 출력 .....	280
<표 3.2.12-2> 연간 수득량의 월 분배비율 .....	282
<표 3.2.12-3> 집열면 기울기 및 방향에 대한 수정계수 .....	282
<표 3.2.12-4> 태양열집열시스템의 부하율에 대한 수정계수() .....	283
<표 3.2.12-5> 저장기의 열손실율에 대한 수정계수() .....	283
<표 3.2.12-6> 실내난방에서 난방순환온도에 대한 수정계수 .....	284
<표 3.2.12-7> 급탕에 사용된 태양열집열시스템의 에너지 비율 .....	284
<표 3.2.13-1> 최대 출력 계수 .....	286
<표 3.2.13-2> 시스템 성능 계수 .....	287
<표 3.2.14-1> 평균 외기온도에 따른 지열과 지하수의 평균 온도 .....	292
<표 3.2.14-2> 월평균 외기온도에 대한 지열 및 지하수에 대한 평균 열원온도 ..	292
<표 3.2.14-3> 보정계수 .....	293
<표 3.2.15-1> 지형 계수 .....	301
<표 3.2.15-2> 풍력발전기 효율 .....	302



# 제 1 장 서 론

## 제 1 절 연구의 필요성

지구 온난화, 연료자원 고갈 등 범지구적인 차원에서 인류가 해결해야 하는 문제들이 끊임없이 발생하고 있다. 특히 전 세계적으로 건물 에너지 절감에 대한 관심이 고조되고, 개별 국가들은 건물부문에서 에너지절감 계획을 수립하고 구체적인 실천방안을 마련하기 위하여 건물 에너지성능을 해석하고자 한다.

미국 건축사협회는 설계자를 위한 건물 에너지 모델링 지침을 발표하였다.<sup>1)</sup> 그리고 신축, 증개축, 재건축 등 건물을 새롭게 설계하는 경우 건축 디자이너는 초기 설계단계에서 건물의 에너지성능을 파악하여야 한다. 이러한 요구들을 충족시키기 위하여 다양한 건물에너지해석 프로그램들이 개발되었으며, 이들의 사용 가능성을 검토하기 위하여 경량, 중량, 고 중량 등 다양한 구성들에 대하여 결과물을 도출하여 상호 비교·분석하고 있다.

우리 정부도 2009년 12월 건축물 에너지 효율등급 인증규정을 마련하고 ECO2 프로그램을 개발하여 건물의 에너지성능을 정량적으로 평가하고 있다. 이 프로그램에 사용된 알고리즘은 에너지 모델링을 수행할 때 초보 전문가들도 쉽게 에너지를 계산할 수 있도록 계수들을 적용하여 계산공식들을 단순화한 월별 계산 방법을 사용하고 있다.

건물에서 발생하는 다양한 물리적 현상과 새로운 기술들을 에너지 해석 알고리즘에서 최대한 신속하게 받아들이려면 지속적인 프로그램 업그레이드 방안이 마련되어야 한다. 그리고 동적 에너지해석 프로그램을 이용하는 해박한 지식과 전문성을 가진 시뮬레이션니스트, 이론적 해석 전문가, 산업계 등의 다양한 의견을 수용할 수 있도록 건축물 에너지성능의 정량적인 평가에 대한 표준화방안이 도출되어야 한다.

---

1) The American Institute of Architects, Architect's Guide to Integrating Energy modeling in the design process, 2012

## 제 2 절 연구의 내용 및 방법

동적 에너지 시뮬레이션은 건물에서 일어나는 물리적 현상에 대하여 거동을 동적으로 고려하므로 시뮬레이션의 결과가 실제와 비교적 유사하지만 시뮬레이션니스트는 반드시 건물에서 일어나는 물리적 현상에 대한 해박하고 전문적인 지식을 가져야 한다. 시뮬레이션니스트들은 수많은 가정(assumption)과 단순화(simplification)를 통해 건물에 대한 에너지 모델링을 구현하는데, 가정과 단순화 과정에서 시뮬레이션니스트들의 주관적인 판단과 개인적인 편견이 개입되어 동일한 건물에 대한 시뮬레이션 결과가 상이할 수밖에 없는 불확실성이 존재한다.<sup>2)</sup>

일부 연구자들은 시뮬레이션 결과의 불확실성에 대하여 체계적인 연구를 바탕으로 불확실성에 대한 대응전략을 수립하고 불확실성을 최소화하기 위하여 노력한다. 김덕우(2011) 등은 건축 환경 및 설비 분야의 전공자들로 구성된 석/박사과정 22명 학생들을 대상으로 EnergyPlus 프로그램에 대한 불확실성을 연구한 바 있다. 피실험자들은 ‘건물 에너지 해석’이라는 3학점의 16주로 이루어진 과목을 수강하였다. 그리고 동일한 건물에 대하여 EnergyPlus 프로그램을 이용하여 시뮬레이션을 수행 시하였으며, 그 결과값들을 비교하였다. 결과값들은 냉방의 경우 500 kWh 범위에서 5,000 kWh 범위까지 매우 폭 넓게 분포되었으며, 난방의 경우에도 2,000 kWh에서 4,000 kWh 사이에 분포되었다.<sup>3)</sup>

시뮬레이션니스트들은 수많은 가정, 단순화, 개인적 의도 등으로 시뮬레이션의 결과가 불확실해짐을 인식하고 시뮬레이션 프로그램의 특징을 명확하게 파악하여 결과의 불확실성을 줄여 나가야 한다. 따라서 본 연구는 건물분야, 기계설비분야, 전기설비분야 등의 전문가들로 WG(Working Group)을 구성하고, ECO2에 사용된 에너지 계산 알고리즘에 대하여 전반적으로 검토하고, 지속적인 업그레이드 방안과 프로그램의 불확실성을 줄이기 위한 연구기반을 구축하였다.

---

2) 오세민, 박철수. ISO 13790의 Monthly Calculation Method와 동적 에너지 해석 프로그램 비교. 2011년 한국건축친환경설비학회 추계학술발표대회 논문집 pp. 139~142

3) 김덕우, 박철수. 동적 에너지 해석 수업과 교훈들. 한국건축친환경설비학회논문집 5권 2호 2011년 pp. 65~74

## 제 2 장 국내·외 건축물 에너지성능 평가방법

### 제 1 절 국내 건축물 에너지성능 평가방법 분석

#### 1. 국내 건축물에너지 인증제도

##### 1.1 건축물 에너지효율등급 인증제도

본 제도는 건축물의 에너지성능에 대하여 정량적이고 객관적인 정보로 제공함으로써 에너지성능이 높은 건축물 보급을 확대하고 효과적인 에너지 관리를 유도하기 위하여 제정되었다. 이 제도는 「녹색건축물조성지원법」 제17조, 「건축물 에너지효율등급 인증에 관한 규칙」, 「건축물 에너지효율등급 인증기준」에 의거하여 건축물의 에너지효율을 평가하고 인증하며, 건축기준완화와 세제혜택 등의 인센티브를 제공한다.

##### 1.1.1 제도개요

에너지효율 및 절약이 우수한 건물의 보급촉진을 위해 산업통상자원부에서 '01년부터 에너지이용합리화법 제21조 및 건물 에너지 효율등급 인증에 관한 규정을 기반으로 운영이 시작되었으며, '10년부터 국토교통부와 산업통상자원부가 공동으로 운영하고 있다. 2013년 「녹색 건축물 조성지원법」이 제정되고, 하위규정인 「건축물 에너지효율등급인증에 관한 규칙」과 「건축물 에너지효율등급 인증기준」을 새로 제·개정하면서 공공건축물에 대한 의무대상을 확대하고 기존건축물에 대한 인증기준을 마련하였다.

##### 1.1.2 인증체계

###### 가. 인증대상

기존에는 신축 공동주택('01)과 신축 업무용('10)이 인증대상이었으나 현재는 건축주의 자발적인 신청으로 신축·기존 모든 용도(단독주택, 공동주택, 기숙사, 업무시설, 그 밖의 냉·난방 면적이 500 m<sup>2</sup> 이상인 건축물('13.09.01시행))로 확대되었다. 하

지만 산업통자원부의 「공공기관 에너지이용합리화 추진에 관한 규정」으로 공공기관 발주의 건축물(공동주택 2등급, 업무용 건축물 1등급 이상)은 의무대상이다.

## 나. 운영기관 및 인증기관

운영기관은 에너지관리공단이며, 인증기관은 한국건설기술연구원, 한국시설안전공단, 한국토지주택공사, 한국에너지기술연구원, 한국교육환경연구원, 한국환경건축연구원, 한국건물에너지기술원, 한국생산성본부인증원, 한국감정원 등으로 총 9개 기관이 인증업무를 수행한다.

## 다. 인증기준

건물에 대한 설계 도서를 분석하여 난방, 냉방, 급탕 등 에너지소요량과 이산화탄소 발생량을 계산하고, 에너지성능에 따라 10개 등급(1+++ ~ 7)으로 평가한다. 에너지 계산은 ISO-13790<sup>4)</sup>과 DIN V 18599<sup>5)</sup>에 근거하여 마련된 알고리즘(난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기 등에 대해 종합적으로 계산하고 이를 바닥면적으로 나눈 값)이 사용된다.

### <표 2.1.1-1> 건축물 에너지효율등급 인증기준

단위면적당 1차에너지 소요량	=	난방에너지소요량
	+	난방에너지가 요구되는 공간의 바닥면적
	+	냉방에너지소요량
	+	냉방에너지가 요구되는 공간의 바닥면적
	+	급탕에너지소요량
	+	급탕에너지가 요구되는 공간의 바닥면적
	+	조명에너지소요량
		조명에너지가 요구되는 공간의 바닥면적
		환기에너지소요량
		환기에너지가 요구되는 공간의 바닥면적

※ 냉방설비가 없는 주거용 건축물(단독주택 및 기숙사를 제외한 공동주택)의 경우는 냉방 평가 항목을 제외

4) 건물의 에너지 효율에 관한 국제 표준으로서 건물의 냉난방에너지 사용량 계산에 관한 내용임

5) 독일에서 건축물의 에너지 효율성을 평가하는 시스템으로서 독일 프라운호퍼 건축 물리연구소가 주도적으로 개발하여 약 1,000페이지의 분량에 해당됨

- ※ 단위면적당 1차에너지소요량 = 단위면적당 에너지소요량 × 1차에너지환산계수  
 ※ 신재생에너지생산량은 에너지소요량에 반영되어 효율등급 평가에 포함

<표 2.1.1-2> 건축물 에너지효율등급 인증등급

등급	주거용 건축물	주거용 이외의 건축물
	연간 단위면적당 1차에너지소요량 (kWh/m <sup>2</sup> · 년)	연간 단위면적당 1차에너지소요량 (kWh/m <sup>2</sup> · 년)
1+++	60 미만	80 미만
1++	60 이상 90 미만	80 이상 140 미만
1+	90 이상 120 미만	140 이상 200 미만
1	120 이상 150 미만	200 이상 260 미만
2	150 이상 190 미만	260 이상 320 미만
3	190 이상 230 미만	320 이상 380 미만
4	230 이상 270 미만	380 이상 450 미만
5	270 이상 320 미만	450 이상 520 미만
6	320 이상 370 미만	520 이상 610 미만
7	370 이상 420 미만	610 이상 700 미만

- ※ 주거용 건축물 : 단독주택 및 공동주택(기숙사 제외)  
 ※ 비주거용 건축물 : 주거용 건축물을 제외한 건축물  
 ※ 등외 등급을 받은 건축물의 인증은 등외로 표기한다.  
 ※ 등급산정의 기준이 되는 1차에너지소요량은 용도별 보정계수를 반영한 결과이며, 실제 산출된 1차에너지소요량 결과와 다를 수 있다.

## 라. 인증절차

(신청자)

건축주, 건축물 소유자, 시공자(건축주나 건축물 소유자가 인증 신청을 동의하는 경우에 한 함)

(예비인증)

건축물의 완공 전에 설계 도서를 통하여 평가된 결과를 토대로 에너지효율등급을 인증

(본인증)

건축물의 준공승인 전에 설계 도서를 통하여 평가된 결과를 토대로 에너지효율등급을 인증

(인증유효기간)

인증일로부터 10년



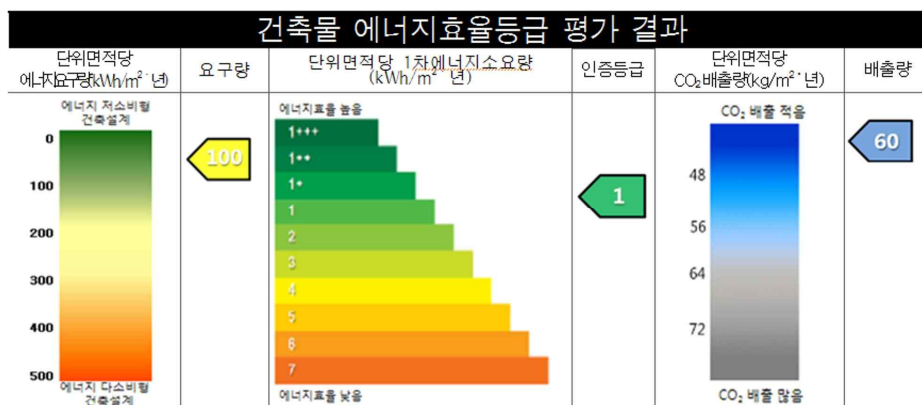
[그림 2.1.1-1] 본인증 인증절차

### 마. 분석 틀

건축물 에너지성능 계산 및 평가프로그램인 ECO2를 사용된다. ECO2는 월별 평균 기상데이터를 바탕으로 건물의 에너지 요구량과 소요량을 산출한다. 초기에는 엑셀 기반으로 프로그램이 개발되었으나 현재는 사용자 이용 편의를 위해 윈도우 기반으로 개선되었다.

### 바. 인증서 양식

건축물 에너지효율등급 인증서는 건축물개요(건축물명, 준공연도, 주소 등), 인증개요(인증번호, 평가자, 인증기관, 운영기관, 유효기간), 인증등급, 건축물 에너지효율등급 평가결과, 에너지 용도별 평가결과(냉방, 난방, 급탕, 조명, 환기의 단위면적당 에너지요구량, 소요량, 1차에너지소요량, CO<sub>2</sub> 배출량)를 보여준다.



[그림 2.1.1-2] 건축물 에너지효율등급 인증서 평가 결과 부분

## 1.2 건축물 에너지소비 총량제

건축물 에너지소비 총량제는 건축물의 외벽, 창호, 지붕, 바닥 등 각 부위별 에너지 절약기준에서 탈피하여 에너지 총 소비량기준으로 계산하는 방법이며, 건축물에서 1년 동안 단위면적당 사용되는 에너지소비량을 일정기준 이하로 설계하도록 유도하는 제도이다.

### 1.2.1 제도개요

서울시는 에너지소비량의 60%를 건물부문이 차지한다. 이 부분의 에너지 수요를 감축하고, 녹색건축물의 보급을 활성화하며, 에너지저소비형 건축물 설계기반을 구축하기 위해 서울시는 시범적으로 「건축물 에너지소비 총량제」를 시행하고 있다.

「녹색건축물 설계기준」(2013.4.1 시행)이 관련 규정이며, 추진근거는 「녹색건축물 조성지원법」과 「건축물의 에너지절약설계기준」 그리고 「원전 하나 줄이기 종합 대책」 등이다.

### 1.2.2 제도체계

#### 가. 제도대상

적용대상은 연면적 500 m<sup>2</sup> 이상인 건축물로서 건축법 제11조 및 제19조에 따라 건축허가 및 용도변경 등을 신청하는 에너지절약계획서 제출 대상 건축물로서, 주거용(100세대 이상 공동주택)과 주거용 이외 건축물(연면적 3,000 m<sup>2</sup> 이상 업무시설)이 해당된다.

#### 나. 제도 기준

건축심의 또는 인·허가 신청 시 에너지소비총량을 확인하며, 난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기 등 연간 단위면적당 1차에너지소요량을 평가한다. 인증기준은 공동주택의 경우 190 kWh/m<sup>2</sup>·y 미만이고 업무시설은 280 kWh/m<sup>2</sup>·y 미만이다.

#### 다. 제도절차

건축심의 또는 인·허가 시 BESS프로그램에 입력한 자료(벽체·창호 열관류율, 조명부하, 냉·난방부하 등)들을 확인하고, 용도별로 에너지소비총량 기준을 충족하는지 확인하고 사업(건축물)별로 데이터가 저장·관리된다. 그리고 준공 또는 사용 승인 시 사업(건축물)별로 에너지소비총량 산출 입력데이터와 준공 도서를 확인하고,

에너지소비총량 기준 이내인 경우에 준공 또는 사용을 승인한다.

#### 라. 분석 툴

난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기 등 건축물 에너지소비량을 종합적으로 평가하는 BESS(Building Energy Simulation for Seoul) 프로그램을 사용한다.

#### 마. 인증서 양식

BESS의 Input Data Sheet에는 프로젝트 개요, 열원장비, 단열성능, 신·재생에너지, 존에 대한 정보 등을 입력하고, Output Data Sheet에는 에너지사용량 분석, 에너지요구량 분석 결과(월별 냉·난방 요구량), 1차에너지소요량 분석 결과(난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기, 신·재생에너지, 1차에너지사용량, 온실가스발생량, 에너지 소비총량), 그린디자인 건축설계기준 검토 항목 등이 포함된다.

### 1.3 건축물의 에너지절약설계기준(국토부 법령 기준)

「건축물의 에너지절약설계기준」의 제5장 제21조(건축물의 에너지 소요량의 평가)와 제22조(건축물의 에너지 소요량의 평가방법)에 건축물 에너지 소비 총량제에 관한 기준이 있다.

#### 1.3.1 제도개요

건축물 에너지소비 총량제를 도입하기 위하여 「건축물의 에너지절약설계기준」(2010.12.31, 국토해양부 고시 제2010-1031호)이 개정되었다. 이는 에너지절약 성능이 높은 건축설계를 적극적으로 유도하기 위함이다. 개정 전에는 창문, 바닥 등 부분별로 에너지 기준이 정해져서 설계 시 건축물의 에너지성능이 파악되지 않았다. 이에, 부분별 허가기준을 개선하여 건축물의 에너지성능을 총량적으로 산출할 수 있도록 하였다.

#### 1.3.2 제도체계

##### 가. 제도대상

「건축법 시행령」 제3조의4에 따른 업무시설과 기타 에너지소비특성 및 이용상황 등이 업무시설과 유사한 건축물로서 연면적의 합계가 3천 제곱미터 이상인 건축물은 1차에너지소요량 등을 평가한 건축물 에너지소요량 평가서를 제출해야 한다. 다



만, 「건축물 에너지효율등급 인증에 관한 규칙」 제11조에 따라 건축물 에너지효율등급 예비인증을 취득한 경우에는 건축물 에너지효율등급 예비인증서로 대체할 수 있다.

#### 나. 제도 기준

의무화 여부 대상 건축물 건축인허가 신청 시 ISO 13790 등 국제규격에 따라 난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기의 연간 단위면적당 1차에너지소요량을 평가한다.

#### 다. 분석 틀

「건축물 에너지절약설계기준」에 따라 시행되는 건축물 에너지 소비 총량제에 대응하기 위한 평가 프로그램으로 ECO2-OD(Office Design)가 사용되며, 건축허가 시 에너지절약계획서의 건축물 에너지소요량 평가서에 기재된 항목으로 평가된다.

## 2. 시뮬레이션 도구

### 2.1 ECO2

#### 2.1.1 프로그램 개요

2009년 12월 국토교통부와 산업통상자원부가 공동으로 ‘건축물 에너지 효율등급 인증규정’을 고시하여 건축물의 에너지성능을 정량적으로 평가하는 방안을 마련하였다. ECO2는 건축물의 에너지효율등급을 평가하기 위한 도구로 ISO 13790과 DIN V 18599를 기준으로 개발되었다. Monthly Calculation Method를 기본 평가 로직으로 사용하며, 정상상태에 준하여 건물의 에너지성능을 해석한다. 국내 13개 지역에 대한 월별 평균 기상데이터가 주어지며, 이를 바탕으로 난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기 등 5가지 시스템에 대하여 단위면적당 1차에너지소요량을 산출한다. 건물 형상, HVAC, 신·재생에너지시스템 등의 입력이 가능하다. 그 중에서 신·재생에너지는 지열, 태양광, 태양열, 열병합발전 등 4가지 Type에 대한 선택이 가능하며, 에너지소요량 출력 시 단위면적당 신·재생에너지의 생산량 확인이 가능하다.

[그림 2.1.2-1] 건물 정보 입력 화면



[그림 2.1.2-2] 평가결과 그래프 및 리포트

프로그램이 실행되면 건물정보를 입력하는 화면이 나타난다. 화면보기에서 신청일자, 준공일자, 경과 년 수, 접수일, 인증발급일, 수수료 입금일 등 제도의 업무 관련 항목들과 건물에 대한 정보를 입력할 수 있다.

에너지계산을 위해 프로그램의 세부항목들에 요구되는 사항들을 모두 입력하고 계산을 실행시키면 단위면적당 월간 냉·난방, 급탕, 조명에 대한 에너지요구량과 단위면적당 연간 에너지요구량 및 소요량을 그래프로 나타내 준다. 그리고 평가 리포트에 연간 에너지요구량, 연간 에너지소요량, 연간 CO<sub>2</sub> 배출량 등에 대한 정보가 제공된다.

## 2.1.2 프로그램 세부 항목

[그림 2.1.2-3] 세부항목 입력

### ○ 입력 존

각 실에 대한 정보 및 사용조건을 입력한다. 입력 존을 생성하고 사용프로필(20개 리스트 중에 선택)을 선택한 뒤 기본적으로 면적, 천장높이, 열 저장능력, 열교 가산치, 침기율 등을 입력한다. 그 밖에 냉난방방식, 냉난방공조, 외기부하처리여부, 운전방식, 입력존의 수, 난방공급시스템, 열 생산기기, 공조처리기기, 조명 등에 대하여 입력한다.

### ○ 입력 면

입력 면은 각 존의 외피에 대한 정보를 입력하는 sheet이다. 각 존에 해당되는 면과 건축부위를 생성하여 건축부위(외벽, 외부 창, 내벽, 내부창, 간벽)를 선정하고 방위와 부위별 면적, 열관류율 등을 입력한다. 그 외의 일사에너지 투과율, 수평수직 차양각, 블라인드 정보 등을 입력한다.

### ○ 공조처리

공조처리 sheet는 공조기기에서 공기를 열매체로 실내에 열에너지를 공급하기 위하여 처리되는 과정에서 소요되는 에너지의 양을 산출하는데 필요하다. 이를 위해 공조방식(정풍량, 변풍량), 공조 급기온도 설정치, 공조기 최대 풍량, 리턴공기 혼합여부, 가습기 유형, 외기냉방 제어유무, 열교환기 유형, 열교환기의 열회수율, 팬의

효율 산출방식 등이 입력된다.

#### ○ 난방기기

난방열원을 생산하는 기기의 입력항목으로서 열 생산기기의 방식(보일러, 지역난방, 전기보일러, 히트 펌프), 사용연료, 급수·환수온도, 보일러용량, 지역난방 열교환기 정격용량 등을 입력하는 sheet이다.

#### ○ 난방공급시스템

난방열원을 실내에 공급하는 최종기기에 대하여 입력하는 sheet이다. 주로 열 공급 시스템, 열 공급 생산기기, 노출형방열기, 전기난방 실내온도 제어, 바닥난방(열, 전기)등이 입력된다.

#### ○ 난방분배시스템

난방 열원기기에서 난방공급시스템의 말단기기까지에서 발생하는 배관손실을 계산하기 위한 sheet이다. 생산기기 구분, 각 배관손실산출 또는 표준치 적용, 배관망 유형, 배관구간방식, 배관구간길이 등이 입력된다.

#### ○ 냉방기기

냉방열원을 생산하는 기기에 대하여 입력하기 위한 sheet이며, 냉동기 방식, 냉동기용량, 정격냉열성능지수, 신·재생설비와 열병합발전시스템의 연결여부 등이 입력된다.

#### ○ 냉방분배시스템

FCU(Fan Coil Unit) 또는 공조기에 냉열이 분배되는 시스템에 대하여 입력하는 sheet로 공조기용 냉수, 냉각수 펌프, 냉동기 기기, 사용된 방식(냉매), 비열·밀도·점도, 펌프운전의 제어 유무, 펌프동력 등이 입력된다.

#### ○ 신재생 및 열병합

이 sheet에서는 태양열(종류, 집열기 유형, 집열판 면적 및 방위, 펌프의 정력동력, 성능, 축열탱크 체적, 설치장소), 태양광(모듈면적, 모듈기울기, 모듈방위, 모듈종류, 모듈효율), 지열(지열 히트펌프용량, 열성능비, 펌프동력, 열교환기, 지열팽창탱크), 열병합발전시스템(열 생산 능력, 열 생산 효율, 발전효율, 신·재생적용여부)에 대한 입력이 가능하다.

## 2.2 ECO2-OD

### 2.2.1 프로그램 개요

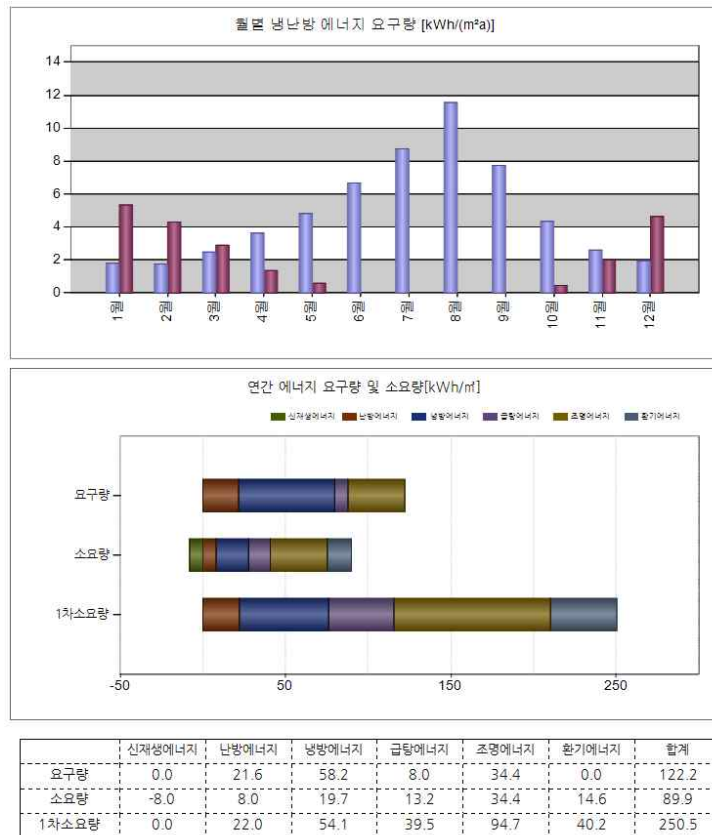
ECO2-OD는 건축물의 에너지 소비 총량을 평가하기 위한 프로그램이다. 「건축물 에너지절약 설계기준」의 평가항목을 기초로 ISO 13790의 계산방식에 따라 건축물의 에너지 요구량과 소비총량을 산출한다.

프로그램에 요구되는 정보는 크게 일반사항, 건축부문, 설비로 구분된다. 일반부문은 건축주, 설계정보에 대하여 입력하고, 기상데이터 적용을 위하여 지역이 선택된다. 건축부문에서는 에너지 모델링 대상 건축물의 성능을 분석하기 위하여 단열재, 벽체 및 창호 면적과 평균 U-Value 등이 입력된다. 설비부문에서는 냉난방 기기의 유형, 사용 연료, 기기에 부착된 펌프동력과 배관의 길이 등에 대한 정보가 필요하다.

ECO2-OD는 ISO 13790에 따라 난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기 등에 대해 1차에너지소요량을 종합적으로 평가 하도록 제작 되었으며, 1만 제곱미터 이상 업무 시설 건축 허가 시 에너지절약계획서의 7번째 쪽의 건축물에너지 소요량 평가서에 기재할 항목을 평가하도록 개발되었다.

The screenshot displays the '일반사항' (General Information) input screen of the ECO2-OD software. The window title is 'ECOLite Ver1.2011.111'. The menu bar includes '파일(F)', '프로그램(P)', '일반사항', '건축부문', '기계설비부문', '전기설비부문', and '신재생에너지설비부문'. The '일반사항' window contains a sub-window titled '[건축주 및 설계자]' (Building Owner and Designer). This sub-window has input fields for '건축주 성명' (Building Owner Name), '법인명' (Corporate Name), '건축물 명칭' (Building Name), '주소' (Address), '건축번호' (Building Number), '지역' (Region), '시종' (Season), '건축설계 사무소명' (Design Office Name), '성명' (Name), '대화일' (Conversation Date), '주소' (Address), '지역번호' (Area Code), '전화번호' (Phone Number), '유선번호' (Landline Number), '기계설계 사무소명' (Mechanical Design Office Name), '성명' (Name), '대화일' (Conversation Date), '주소' (Address), '기술사등록번호' (Professional Engineer Registration Number), '전화번호' (Phone Number), and '유선번호' (Landline Number).

[그림 2.1.2-4] 건물 정보 입력 화면



[그림 2.1.2-5] 평가결과 그래프 및 리포트

프로그램 화면은 파일과 프로그램(계산시작, 보고서보기)으로 나뉘고, 일반 입력사항은 건축주 및 설계자, 지역(총 13개 지역 선택 또는 지역의 지상데이터 반영)을 작성하도록 구성되었다.

평가결과는 월별 냉난방 에너지 요구량을 나타내는 그래프와 연간 에너지요구량 및 소요량, 1차에너지소요량을 나타내는 그래프로 나타나고, 신·재생에너지, 난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기로 나뉘어 결과값이 제공된다.

## 2.2.2 프로그램 세부 항목

The screenshot shows the '기계설비부분' (Mechanical Equipment Section) of the ECOLite software. It contains three sub-sections, each with a table for inputting data:

- 난방기기 (Heating Equipment):**

설명	난방급탕구분	난방기기방식	공조능력 [kW]	배관공대 [m]	연결된신재생시스템	사용연료	기기용량 [kW]	대수	효율 [%COP]
	(없음)	(없음)	0	0	(없음)	(없음)	0	1	0
- 냉방기기 (Cooling Equipment):**

설명	냉방기기방식	냉동기용량 [kW]	열성능비 [COP]	냉동기종류	연결된신재생시스템	사용연료	냉수펌프동력 [kW]	냉각수펌프동력 [kW]
	압축식	(없음)	(없음)	(없음)	(없음)	난방유	0	0
- 공조기기 (HVAC Equipment):**

설명	공조방식	난방급탕온도 [C]	냉방급탕온도 [C]	급기압입 [Pa]	배기압입 [Pa]	급기종량 [CMH]	배기종량 [CMH]	급기전동력 [kW]	배기전동력 [kW]
	정중량								

At the bottom, there are dropdown menus for '실내온도조절장치 유무' (Indoor temperature control device presence) and '난방적산열량계 유무' (Heating energy meter presence).

[그림 2.1.2-6] 세부항목 입력

## ○ 건축부분

건축부분에서는 형별 성능 내역(외피종류, 벽체 구성 재료, 벽체구성, 열관류율, 창호 관련 사양), 방위, 외벽평균열관류율, 창면적비, 차양 각도, 건물 규모 등에 대하여 입력한다.

## ○ 기계설비부분(난방기기)

이 sheet는 난방 급탕 구분, 난방 기기 방식(보일러, 전기보일러, 히트펌프, 지역난방), 펌프동력, 배관길이, 연결된 신·재생에너지, 사용연료(전기, 천연가스, 액화가스, 난방유, 지역난방) 등에 대한 정보가 입력된다.

## ○ 기계설비부분(냉방기기)

이 sheet는 냉동기방식(흡수식, 압축식, 압축식(LNG), 지역냉방), 냉동기종류, 연결된 신재생시스템, 사용연료로 구성되어있다.

## ○ 기계설비부분(공조기기)

이 sheet는 공조방식(정풍량, 변풍량, 환기용)으로 구분되어, 해당 방식에 적합한 것을 선택하고 해당 공조기기의 냉난방 급기온도를 입력한다.

## ○ 전기설비부분

전기설비부문은 「건축물 에너지절약설계기준」의 [별지 제 1호 서식] 전기설비 부문의 양식과 동일하며 대부분 사양기준의 평가에 이용되지만, 일부 평가요소의 경우는 해당 건축물의 에너지성능에 영향을 미친다. 그리고 해당 건축물의 모든 실의 단위면적당 조명 전력을 계산한다.

#### ○ 신·재생에너지설비부문

신·재생에너지 기기종류는 대표적인 신·재생에너지원인 지열(기기종류, 시스템가동연료, 지열히트펌프용량, 냉난방 열성능비, 펌프동력), 태양열시스템(시스템구분, 집열기 유형, 축열탱크설치장소), 태양광시스템(태양광모듈기울기, 태양광모듈방위, 태양광모듈종류, 태양광모듈적용타입) 등에 대한 입력이 가능하다.

## 2.3 CE3(공공건축물 에너지진단용)

### 2.3.1 프로그램 개요<sup>6)</sup>

CE3는 건물 전반에 걸쳐 건축 물리 또는 설비 특성에 의한 에너지흐름의 상호작용을 종합적으로 고려하여 난방, 냉방, 조명, 급탕 및 환기에 요구되는 에너지를 정량적으로 분석할 수 있는 솔루션으로 유럽의 건물에너지성능지침 EPBD(Energy Performance of Buildings Directive)에 따른 국제표준 ISO 13790 및 독일의 건물에너지성능 평가규격 DIN 18599를 바탕으로 국내 최초로 개발된 Web기반 건물에너지성능 평가솔루션이다.

주거용과 비주거용 건물에서 에너지흐름의 상호작용을 종합적으로 고려하여 난방, 냉방, 조명, 급탕 및 환기에 요구되는 에너지를 정량적으로 분석한다. 신축건물은 설계단계에서 에너지성능과 문제점을 미리 파악하여 최적의 해결방안을 제시 할 수 있도록 한다. 또한 연간 에너지비용과 이산화탄소배출량도 사전에 예측할 수 있다. 기존건물의 리모델링 시 에너지성능을 부분적 또는 전반적으로 개선할 수 있는 방향 선택적으로 제시된다.

---

6) <http://www.kihoo.co.kr/>





건축설계부문과 설비설계부문의 데이터를 입력하고, 좌측 메뉴에서 에너지요구량 계산과 에너지소요량계산을 수행시키면 에너지성능에 대한 계산 결과가 화면에 나타나며, 연간 에너지소요량과 1차에너지소요량, 신·재생에너지, CO<sub>2</sub> 배출량 등의 결과값에 대한 도출이 가능하다.

### 2.3.2 프로그램 세부 항목

The screenshot shows the '에너지요구량' (Energy Requirement) section of the CE3 software. It includes a 'CE3 tip' box with a note about basic energy profiles, a table for inputting energy requirements for different building parts (주택, 사무실, 교실, 레스토랑), and a table for inputting thermal properties (thermal transmittance, height, etc.).

구분	단위	값
주택	Wh/m <sup>2</sup> d	45
사무실	Wh/m <sup>2</sup> d	30
교실	Wh/m <sup>2</sup> d	170
레스토랑	Wh/m <sup>2</sup> d	1250

[그림 2.1.2-9] 세부항목 입력

#### ○ 건축설계부문

벽체를 구성하기 위해 열전도율, 두께, 열 저항 등에 대한 데이터를 입력하거나 제공되는 데이터를 선택 할 수 있다. 벽체, 창과 문, 용도프로필, 존, 각각의 면에 대한 정보들로 구성된다.

#### ○ 공조기기

공조기기명칭, 공조방식, CAV풍량, 난방급기온도, 외기냉방유무, CAV설계풍량, 냉방급기온도 공조처리유닛, 급배기팬을 설정한다.

#### ○ 신재생기기

신재생에너지명칭, 태양열시스템(시스템용도에 따라, 집열기유형, 집열방위, 집열면적, 솔라펌프 출력, 시스템성능, 축열탱크용량 및 설치장소), 태양광시스템(집광면적, 설치각도, 방위, 셀종류, 모듈형식), 지열시스템(시스템용도, 냉난방COP, 펌프용량, 열교환기 유무, 팽창탱크 유무, 팽창탱크 용량), 열병합시스템(시스템용도, 시스템 열용량, 열생산효율, 발전효율)에 대한 내용을 입력한다.

### ○ 난방설비

열원기기(열원기기 명칭 및 용도, 보일러 설정조건, 지역난방 설정조건, 전기보일러 설정조건, 난방 순환펌프 설정, 급탕 배관망범위/순환펌프 설정, 축열탱크 설정, 신재생에너지 및 열병합시스템 설정), 난방공급(난방공급명칭, 유형, 열원기기연결유무, 실온제어방식설정, 바닥난방 유형, 펌프동력, 펌프수량 제어전력, 팬동력, 팬수량), 난방분배(배관명칭, 배관용도, 열원기기연결유무, 계산방식선택, 배관유형, 배관위치, 지관연결위치, 배관길이, 열관류율, 열공급층수, 건물너비, 건물길이, 층고)를 입력한다.

### ○ 냉방설비

냉동기기(냉동기 명칭, 유형, 압축식냉동기 설정, 실내컨디셔닝시스템 흡수식냉동기 설정, 냉각탑 설정, 신재생에너지 및 열병합시스템 설정), 냉방분배(명칭 및 분배유형, 열매체정보, 분배망정보, 압력손실, 배관망범위)의 상세 내용을 입력한다.

### ○ 설비기기

존별 열생산기기, 냉난방공급시스템, 분배범위를 설정한다. 각 존에 해당되는 난방/급탕 열원기기, 냉동기기, 냉난방공급시스템, 공조처리시스템, 분배시스템을 존별로 적용시킨다.

## 제 3 장 건축물 에너지성능 평가방법

### 표준화(안) 도출

#### 제 1 절 건축물 에너지성능 평가방법 및 알고리즘

##### 1. 일반사항

건물에너지성능분석은 사용자의 동기(건물에너지성능증명, 건물에너지절약방안 모색 등)에 따라 각각 다른 관점이나 다른 시뮬레이션의 분석 범위에서 진행될 수 있다. 이는 일정한 범위 즉, 난방이나 냉방 등에 한정해서 필요한 에너지요구량만을 분석할 수도 있다는 것을 의미한다. 그렇지만 건물에너지성능증명은 객관적인 표준 조건을 설정한 후에 진행되어야 상호 비교가 가능하다.

다음은 에너지성능 평가프로세스의 진행순서를 요약한 것이다:

실의 용도에 따라 표준조건을 정하고, 경우에 따라 건물을 각 용도, 구조 및 자재 특성, 설비기술 및 조명에 따라 조닝 한다(제3장 제2절 제2항 내지 제3항).

존의 분석에 필요한 기본데이터(면적, 실의 환경, 구조·자재의 물성 데이터, 설비 기기 데이터, 환기횟수, 급기온도 등)를 정리한다(제3장 제2절 제2항 및 제5항).

조명에너지요구량과 2차 에너지요구량을 산정하고, 존의 조명 열획득을 구한다(제3장 제2절 제6항).

존의 기계식 환기에 의한 열획득 또는 열손실을 구한다(제3장 제2절 제8항).

인체, 전자제품 등에 의한 열획득 또는 열손실을 구한다(제3장 제2절 제4항).

존의 열획득과 열손실을 분석한 후, 존의 운용기간과 비 운용기간의 난방에너지요구량과 냉방에너지요구량을 분석한다(제3장 제2절 제4항).

분석된 난방 및 냉방에너지요구량은 공급시스템의 분석을 위해 다른 항으로 연계된다. 공조처리(제3장2절5항), 공조 및 냉방시스템(제3장2절8항), 난방시스템(제3장2절7항).

분석 존으로 비제어적으로 유입되는 열을 고려하면서 난방시스템의 생산, 분배, 저장과정에 필요한 난방에너지요구량을 분석한다(제3장 제2절 제7항).

분석 존으로 비제어적으로 유입되는 냉열을 고려하면서 냉방시스템의 생산, 분배, 저장과정에 필요한 냉방에너지요구량을 분석한다(제3장 제2절 제8항).

분석 존으로 비제어적으로 유입되는 열을 고려하면서 급탕시스템의 생산, 분배, 저장과정에 필요한 급탕에너지요구량을 분석한다(제3장 제2절 제9항).

존으로의 비제어적 온열·냉열 유입이 고려된 운용기간과 비 운용기간의 난방에너지요구량 및 냉방에너지요구량을 최종 분석한다.

공조처리에 필요한 공조에너지요구량과 VAV(변풍량)시스템인 경우 존의 냉방에너지요구량의 차감량을 분석한다(제3장 제2절 제5항).

분석된 공조에너지요구량은 공조처리(제3장 제2절 제5항), 공조 및 냉방시스템(제3장 제2절 제8항), 난방시스템(제3장 제2절 제7항) 등의 각 공급시스템과 연계된다.

난방시스템의 열 공급량을 전달, 분배, 저장과정에서의 손실을 고려하여 분석한다(제3장 제2절 제7항).

공조시스템의 전달, 분배에 의한 손실을 분석한다(제3장 제2절 제8항).

공조기기의 열 수요(열 생산기기로부터의 열 공급량)를 전달, 분배, 저장과정에서 발생하는 손실을 고려하여 분석한다(제3장 제2절 제8항).

냉방시스템의 냉열 공급량을 전달, 분배, 저장과정에서의 손실을 고려하여 분석한다(제3장 제2절 제8항).

급탕시스템의 열 공급량을 전달, 분배, 저장과정에서의 손실을 고려하여 분석한다

(제3장 제2절 제9항).

여러 종류의 열 생산기가 있는 경우 각 시스템의 열 공급량은 제3장 제2절 제7항에 따라 배분된다.

여러 종류의 냉동기가 있는 경우 각 시스템의 냉열공급량은 제3장 제2절 제8항에 따라 배분된다.

냉열 생산과정의 손실을 제3장 제2절 제8항에 따라 분석한다.

증기생산과정에서의 손실을 제3장 제2절 제8항에 따라 분석한다.

난방시스템(제3장 제2절 제8항)과 급탕시스템(제3장 제2절 제9항)의 열 생산과정에서의 손실을 분석한다.

각 시스템의 보조에너지(전기소비량)를 종합 분석한다.

제3장 제2절 제10항에 따라 연료원별로 에너지소요량을 종합 분석한다.

제3장 제2절 제10항에 따라 연료원별로 1차에너지소요량을 최종적으로 분석한다.

## 2. 표준기상데이터 및 용도프로필

건물의 에너지 소비는 사용자의 성향이나 기후조건에 많은 영향을 받는다. 건물의 에너지성능분석에서 개인별 성향이나 지역별 기후조건이 상이하기 때문에 동일한 건물이라고 가정하여도 계산에 따른 에너지성능이 다르게 나타나 객관적인 비교가 어렵다. 그렇지만 제도적으로 운영되는 건물의 성능인증서는 표준화된 조건을 전제로 에너지성능을 도출하도록 규정함으로서 건물 성능에 대한 객관적 비교가 가능해야한다. 이런 이유로 전국 13개 지역에 대한 표준기상데이터를 제시하고, 표준용도프로필(또는 표준운전프로필)을 제시하여 건물 사용행태에 따른 에너지소비 성향의 차이를 가능한 배제하였다.

### 2.1 표준기상데이터

건물의 에너지요구량이 월별로 분석되며 이에 요구되는 기상데이터는 월별 평균 외기온도와 방위별 입사각에 따른 월별 평균 일사세기이다. 전국 13개 지역에 대한 TMY-기상데이터를 근거로 산출한 월별 평균값은 <표 3.1.2-1>과 <표 3.1.2-13>에 주어져 있다.<sup>7)</sup> 최대 난방부하와 냉방부하의 계산에 필요한 난방기와 냉방기의 일사세기와 외기온도는 <표 3.1.2-14>에 주어져 있으며, 건물의 설비기기해석에 이용될 수 있다.

---

7) 건설교통부, 한국건설교통기술평가원. 총량베이스 건축물 에너지절약 관리기법 개발 연구보고서. 2006.08. 344쪽 이하

<표 3.1.2-1> 서울 기상데이터

월	평균 외기온도 [℃]	평균 전일사량 [W/m <sup>2</sup> ]								
		수평면	수직면							
			남	남동	남서	동	서	북동	북서	북
1월	-2.1	83.0	116.0	87.5	94.6	46.6	52.0	28.7	28.7	28.3
2월	0.2	117.4	134.4	98.9	127.3	66.7	90.8	44.2	44.2	41.0
3월	6.3	141.2	118.5	142.0	82.3	122.1	62.4	75.0	75.0	48.4
4월	13.0	180.3	110.6	105.7	120.2	95.5	112.5	77.1	77.1	66.5
5월	17.6	189.3	85.6	97.5	96.9	97.0	95.9	76.9	76.9	56.3
6월	21.8	183.1	86.0	104.6	94.5	113.0	97.4	99.3	99.3	77.3
7월	25.2	145.9	75.1	94.2	73.2	102.0	72.0	88.7	88.7	67.0
8월	26.4	147.4	86.7	99.6	84.3	100.4	80.9	85.0	85.0	68.1
9월	21.2	157.7	117.7	115.7	112.2	99.6	97.8	72.9	72.9	60.2
10월	14.7	129.1	138.7	128.9	106.8	92.1	72.7	49.5	49.5	38.3
11월	6.9	82.4	103.9	83.5	84.4	51.8	52.6	32.5	32.5	31.3
12월	0.9	72.1	105.8	87.8	79.6	50.2	43.5	28.5	28.5	26.9

<표 3.1.2-2> 부산 기상데이터

월	평균 외기온도 [℃]	평균 전일사량 [W/m <sup>2</sup> ]								
		수평면	수직면							
			남	남동	남서	동	서	북동	북서	북
1월	3.0	101.2	154.3	155.4	86.4	94.8	40.6	34.9	27.3	27.3
2월	4.4	123.9	150.6	170.7	86.1	125.9	50.5	57.8	35.7	35.1
3월	9.1	151.1	124.7	114.9	110.1	90.4	85.9	61.3	59.7	51.2
4월	13.9	186.4	108.1	110.2	113.7	101.8	105.4	79.3	80.8	63.0
5월	17.0	196.6	86.7	102.9	102.1	106.6	106.4	88.1	88.6	66.7
6월	20.4	188.6	80.2	104.1	89.3	117.5	91.9	102.6	81.2	73.4
7월	23.8	156.6	74.8	94.3	75.8	102.6	74.6	89.0	67.8	65.5
8월	26.2	180.5	95.4	102.5	102.7	99.0	100.7	81.5	83.7	67.1
9월	22.5	150.0	109.7	110.3	97.8	93.7	82.8	65.4	62.5	53.0
10월	17.6	141.0	145.8	141.0	103.6	100.2	67.6	52.9	44.1	41.4
11월	11.7	109.3	146.1	115.2	117.7	69.0	71.1	37.2	37.7	34.4
12월	5.5	93.4	150.9	140.8	91.8	79.6	42.5	30.0	26.5	26.4



<표 3.1.2-3> 인천 기상데이터

월	평균 외기온도 [℃]	평균 전일사량 [W/m <sup>2</sup> ]								
		수평면	수직면							
			남	남동	남서	동	서	북동	북서	북
1월	-2.1	88.3	134.6	103.5	106.9	56.8	58.6	29.8	29.1	27.5
2월	0.2	117.4	135.8	102.0	126.0	68.9	89.0	44.7	49.2	41.0
3월	5.4	152.7	133.4	161.2	96.2	140.6	71.4	84.8	51.8	48.0
4월	10.9	189.8	115.5	115.3	136.9	105.4	136.1	82.2	104.0	68.9
5월	16.5	200.4	96.3	105.6	124.2	107.4	134.6	91.7	111.6	77.6
6월	20.9	207.6	94.0	97.8	125.3	99.6	140.0	90.0	119.8	84.5
7월	24.0	164.6	80.2	98.0	86.8	107.6	88.0	93.9	77.4	70.6
8월	24.4	176.3	98.7	107.1	108.6	103.9	106.7	83.7	86.1	66.2
9월	21.1	164.2	125.0	147.6	103.6	135.7	84.4	93.0	64.4	58.7
10월	15.0	133.7	143.8	141.9	108.2	107.0	73.8	61.0	47.7	43.9
11월	7.4	95.7	136.2	103.8	109.8	57.6	62.9	30.7	32.2	29.6
12월	1.4	82.2	142.2	138.2	85.2	83.6	41.5	33.3	26.8	26.7

<표 3.1.2-4> 대구 기상데이터

월	평균 외기온도 [℃]	평균 전일사량 [W/m <sup>2</sup> ]								
		수평면	수직면							
			남	남동	남서	동	서	북동	북서	북
1월	0.5	97.3	158.8	174.6	81.5	115.9	39.7	43.1	28.3	28.3
2월	3.4	124.8	138.4	110.6	119.2	73.5	80.8	46.8	48.5	43.3
3월	7.6	154.7	128.3	172.8	86.7	157.6	65.0	95.8	50.9	48.6
4월	14.2	190.9	112.3	122.5	111.3	115.4	101.9	87.4	79.6	65.0
5월	18.6	206.8	97.3	128.2	100.9	140.8	99.3	116.3	84.9	77.6
6월	23.0	187.2	83.0	111.6	88.9	128.7	90.8	113.1	82.3	79.5
7월	25.3	165.3	87.1	94.2	90.9	95.3	90.4	86.0	82.3	75.1
8월	26.0	160.7	86.5	123.3	79.0	135.9	74.4	108.8	66.1	67.1
9월	21.3	141.0	103.4	118.1	85.6	106.5	72.7	73.9	58.6	53.1
10월	15.0	136.4	137.5	128.9	105.8	94.0	72.3	56.2	48.6	45.7
11월	9.2	97.2	121.8	93.8	103.0	57.3	64.7	36.9	38.2	35.7
12월	3.4	89.4	144.6	114.3	107.8	59.7	55.0	27.2	26.9	25.9

<표 3.1.2-5> 대전 기상데이터

월	평균 외기온도 [℃]	평균 전일사량 [W/m <sup>2</sup> ]								
		수평면	수직면							
			남	남동	남서	동	서	북동	북서	북
1월	-1.1	89.2	140.1	151.2	71.9	97.2	34.4	35.7	26.1	26.1
2월	0.8	124.6	140.8	116.5	115.1	75.8	75.0	44.8	45.1	40.6
3월	5.7	165.2	147.4	182.7	97.5	156.4	67.7	86.8	46.5	43.5
4월	12.9	200.4	120.8	119.0	134.8	106.9	126.4	79.2	91.0	61.7
5월	18.0	211.4	97.1	127.9	99.3	139.5	96.5	114.0	81.7	74.8
6월	21.9	187.2	85.8	101.1	97.4	107.1	102.1	94.2	90.9	76.4
7월	25.4	174.2	82.1	96.8	94.6	102.0	98.3	88.2	85.3	69.5
8월	26.1	180.9	99.1	114.5	106.2	115.7	105.1	95.1	88.4	72.7
9월	21.2	157.1	114.8	107.4	114.1	89.4	98.5	63.0	69.2	51.7
10월	13.7	140.3	151.8	125.4	127.6	83.7	85.3	46.9	46.8	39.2
11월	6.2	97.9	132.0	113.2	95.4	65.7	52.0	33.6	32.1	30.9
12월	1.8	84.4	132.9	125.7	81.5	73.5	40.0	30.5	27.3	27.3

<표 3.1.2-6> 광주 기상데이터

월	평균 외기온도 [℃]	평균 전일사량 [W/m <sup>2</sup> ]								
		수평면	수직면							
			남	남동	남서	동	서	북동	북서	북
1월	0.5	96.9	158.5	185.7	75.7	131.3	39.6	49.6	29.9	29.9
2월	2.7	129.7	148.5	125.5	120.7	82.9	79.8	46.1	46.6	40.0
3월	7.5	158.8	132.0	125.2	114.1	100.3	89.5	66.2	62.1	53.5
4월	13.2	193.8	113.0	123.5	115.0	116.7	106.3	89.2	83.0	66.1
5월	18.1	207.4	93.1	145.0	95.5	175.6	95.4	147.6	83.6	86.4
6월	22.1	186.9	85.8	100.5	96.0	107.0	99.7	95.4	89.5	77.5
7월	25.4	173.6	83.3	99.4	98.6	108.7	105.5	97.7	93.9	78.7
8월	26.1	175.8	94.1	114.6	94.7	116.5	92.6	93.6	79.5	68.6
9월	22.0	165.6	124.3	120.0	114.8	100.1	95.3	68.3	66.6	53.7
10월	16.3	145.7	149.0	132.3	120.0	93.2	82.2	54.8	51.5	45.8
11월	9.5	102.2	140.2	132.3	92.0	83.3	50.2	38.5	32.0	31.5
12월	3.1	86.4	127.0	105.9	93.7	61.2	51.9	31.7	30.7	29.9

<표 3.1.2-7> 강릉 기상데이터

월	평균 외기온도 [℃]	평균 전일사량 [W/m <sup>2</sup> ]								
		수평면	수직면							
			남	남동	남서	동	서	북동	북서	북
1월	0.4	92.7	148.1	112.8	114.5	58.2	58.9	26.7	26.1	24.8
2월	2.1	124.4	160.4	139.6	120.0	88.9	72.3	40.7	36.8	31.6
3월	6.1	150.7	134.0	120.5	114.5	90.5	84.9	55.3	53.6	44.9
4월	13.0	195.6	123.5	133.7	114.7	119.7	100.2	84.4	75.8	61.1
5월	17.0	209.2	102.3	121.4	112.4	125.1	113.1	102.8	94.9	76.8
6월	21.2	190.9	88.8	104.1	99.5	109.0	103.3	94.2	90.8	75.7
7월	24.5	161.7	78.4	89.3	87.4	90.8	88.9	77.1	76.4	62.1
8월	24.0	153.3	84.3	112.5	78.5	121.3	71.8	97.2	61.2	61.3
9월	20.1	149.8	112.9	133.2	89.5	118.8	71.7	77.9	54.9	49.3
10월	15.1	129.9	146.9	138.4	110.4	98.4	72.3	51.9	42.9	38.0
11월	9.6	97.7	147.4	105.2	125.3	57.0	72.7	30.1	32.3	28.5
12월	3.1	87.7	153.9	115.4	118.8	55.9	58.5	25.3	25.6	24.3

<표 3.1.2-8> 원주 기상데이터

월	평균 외기온도 [℃]	평균 전일사량 [W/m <sup>2</sup> ]								
		수평면	수직면							
			남	남동	남서	동	서	북동	북서	북
1월	-4.0	90.3	157.5	171.8	80.5	112.2	37.3	40.1	25.5	25.4
2월	-1.4	115.6	136.9	128.7	100.7	90.1	65.5	49.6	42.6	39.9
3월	4.3	151.6	130.0	138.2	100.3	113.3	75.2	70.9	54.8	50.2
4월	12.1	190.6	116.9	125.4	113.7	115.7	102.3	88.1	80.8	67.2
5월	17.0	202.5	97.6	123.5	102.3	133.8	100.1	111.7	85.3	77.3
6월	22.0	204.8	91.2	119.4	97.5	135.0	98.7	116.9	87.5	82.3
7월	24.7	172.6	86.2	104.5	89.4	113.4	89.6	99.4	80.8	76.5
8월	25.0	168.4	93.1	101.6	99.0	97.6	95.5	78.2	77.9	61.7
9월	19.6	161.5	122.0	137.3	97.2	120.7	78.7	80.1	60.8	55.7
10월	12.6	131.6	138.9	129.2	105.3	91.5	69.9	52.5	45.9	42.6
11월	5.5	96.7	136.3	110.5	106.3	65.7	61.3	35.3	33.3	31.5
12월	-1.1	80.2	128.0	116.4	83.8	68.0	43.0	30.5	27.9	27.7

<표 3.1.2-9> 춘천 기상데이터

월	평균 외기온도 [℃]	평균 전일사량 [W/m <sup>2</sup> ]								
		수평면	수직면							
			남	남동	남서	동	서	북동	북서	북
1월	-3.6	86.1	141.0	144.7	81.9	94.1	42.7	38.7	28.7	28.4
2월	-1.3	123.0	146.1	116.3	123.3	74.7	80.8	43.3	45.0	39.0
3월	4.4	155.5	136.4	119.3	124.3	91.0	95.6	59.6	61.1	49.6
4월	10.1	188.5	117.4	121.9	123.0	109.0	115.3	80.5	88.2	63.6
5월	17.8	202.5	99.3	108.7	116.6	108.7	119.9	91.2	99.1	74.5
6월	21.5	204.2	94.1	106.7	113.0	111.7	120.7	98.3	104.8	82.4
7월	24.9	172.2	86.5	94.0	96.6	94.9	99.4	83.9	87.5	72.9
8월	24.7	177.2	97.6	127.7	90.1	135.0	81.8	105.7	68.1	66.5
9월	19.5	155.5	118.5	106.0	116.3	86.2	96.6	61.1	65.7	51.0
10월	12.2	123.3	128.7	112.1	102.0	75.6	65.7	46.7	42.7	40.6
11월	4.8	84.7	116.9	81.8	104.6	46.6	64.3	30.5	32.9	29.8
12월	-1.5	73.2	113.7	87.1	89.1	44.0	45.3	25.3	25.2	24.8

<표 3.1.2-10> 전주 기상데이터

월	평균 외기온도 [℃]	평균 전일사량 [W/m <sup>2</sup> ]								
		수평면	수직면							
			남	남동	남서	동	서	북동	북서	북
1월	-0.7	84.5	135.7	149.0	70.2	99.4	34.8	37.6	25.0	25.0
2월	1.4	114.3	124.9	105.4	103.3	72.5	71.1	45.7	45.7	41.9
3월	5.9	145.5	119.6	108.7	106.3	86.4	84.1	60.3	59.4	52.2
4월	12.5	194.0	111.0	158.0	95.4	165.3	83.1	120.7	67.2	64.6
5월	17.9	200.0	96.2	110.2	108.2	112.0	110.1	93.4	92.8	73.4
6월	22.1	183.3	90.9	101.3	101.0	105.2	104.6	95.6	95.0	82.7
7월	25.9	166.8	78.3	114.8	80.2	139.2	80.7	122.0	73.7	78.8
8월	26.4	170.6	98.9	103.6	99.7	99.4	94.1	83.2	79.5	70.2
9월	22.1	150.1	112.5	110.0	103.9	93.7	88.5	66.5	65.3	54.5
10월	15.3	127.8	136.3	112.8	116.6	77.8	81.6	45.6	47.3	39.8
11월	8.7	97.6	141.7	139.4	87.8	90.1	48.0	37.4	29.4	28.3
12월	2.1	77.9	115.3	110.5	73.8	69.6	40.8	33.0	29.0	28.9

<표 3.1.2-11> 청주 기상데이터

월	평균 외기온도 [℃]	평균 전일사량 [W/m <sup>2</sup> ]								
		수평면	수직면							
			남	남동	남서	동	서	북동	북서	북
1월	-2.1	94.7	177.1	161.4	110.9	91.3	50.8	30.7	23.9	23.2
2월	0.4	120.2	178.3	217.5	87.5	161.4	45.0	65.4	30.8	30.6
3월	5.7	155.4	142.8	194.3	87.7	172.0	61.0	96.9	46.4	44.8
4월	12.7	189.7	121.7	125.1	118.3	111.3	104.4	81.1	78.2	62.3
5월	18.1	209.9	110.2	120.3	120.5	119.1	118.8	99.5	99.0	80.3
6월	22.3	193.5	88.3	122.0	88.9	140.9	87.6	119.7	77.4	78.6
7월	25.5	178.6	90.4	99.3	102.4	100.3	104.5	86.5	89.4	72.1
8월	26.0	167.9	93.7	132.3	82.7	143.4	73.2	109.0	59.3	60.6
9월	19.8	163.8	134.2	159.5	99.0	138.8	73.9	85.0	53.8	49.5
10월	13.7	141.1	173.2	190.7	107.5	140.2	62.2	65.5	38.2	35.7
11월	6.9	94.7	160.5	153.8	97.4	92.5	46.9	34.1	26.1	25.4
12월	-0.1	80.8	162.0	135.3	110.0	67.9	48.3	23.5	21.0	20.1

<표 3.1.2-12> 목포 기상데이터

월	평균 외기온도 [℃]	평균 전일사량 [W/m <sup>2</sup> ]								
		수평면	수직면							
			남	남동	남서	동	서	북동	북서	북
1월	1.9	99.9	162.9	185.6	78.8	126.6	38.4	45.4	27.6	27.5
2월	3.3	132.1	147.4	125.3	117.3	83.7	76.6	46.1	44.0	39.6
3월	6.6	167.4	137.4	119.1	129.3	93.1	102.6	62.2	65.4	51.9
4월	12.4	206.8	116.7	119.6	126.8	109.9	117.9	83.0	87.0	62.7
5월	17.3	214.3	94.4	139.6	98.0	165.5	96.5	139.2	83.3	83.7
6월	20.9	206.6	81.9	122.0	87.3	150.6	88.0	131.7	77.9	82.1
7월	24.6	180.2	84.6	93.6	105.8	97.8	114.9	87.9	99.9	76.5
8월	26.2	198.2	97.3	147.1	92.7	167.8	87.5	132.7	73.5	73.5
9월	21.9	181.2	129.3	125.1	124.7	104.9	105.5	70.2	71.4	52.7
10월	17.5	154.4	166.7	183.3	110.6	141.6	70.1	71.1	42.8	39.5
11월	10.5	120.9	174.5	144.5	129.5	84.7	72.9	36.7	35.1	31.6
12월	4.4	87.3	129.7	100.4	101.3	54.2	54.7	28.9	28.7	27.7

<표 3.1.2-13> 제주 기상데이터

월	평균 외기온도 [℃]	평균 전일사량 [W/m <sup>2</sup> ]								
		수평 면	수직면							
			남	남동	남서	동	서	북동	북서	북
1월	6.3	64.0	78.8	85.5	48.4	63.1	32.1	33.5	26.9	26.8
2월	6.7	94.6	102.7	131.6	55.2	108.8	40.2	55.3	34.6	34.2
3월	8.9	133.3	104.6	95.2	98.3	78.7	81.7	57.0	58.2	49.2
4월	14.0	188.6	105.1	109.8	113.0	102.1	104.5	77.6	78.0	57.5
5월	17.8	199.5	95.7	105.8	109.4	108.2	112.3	94.6	96.7	78.9
6월	21.5	194.0	81.3	98.2	101.0	107.0	110.8	95.7	98.3	77.7
7월	25.9	198.0	86.4	106.6	101.2	115.4	107.2	99.9	93.6	76.4
8월	26.9	181.2	87.6	141.8	81.8	167.1	78.6	135.0	69.9	74.4
9월	23.0	156.8	109.6	101.0	114.7	87.0	101.9	64.2	71.5	53.0
10월	18.2	132.5	119.9	99.8	109.2	74.8	83.0	53.7	55.8	49.5
11월	13.2	94.2	119.9	112.5	80.2	71.4	45.3	34.9	30.1	29.6
12월	8.1	64.6	83.0	86.9	51.0	60.8	32.3	31.7	27.2	27.1

<표 3.1.2-14> 해석일의 일사세기 및 외기온도

기준지역 서울		해석일의 최대 일사세기 $I_{S,\max}$ [W/m <sup>2</sup> ]	
방위	입사각	난방기	냉방기
수평면	0°	0	898
남	90°	0	442
남서	90°	0	569
서	90°	0	682
북서	90°	0	496
북	90°	0	78
북동	90°	0	419
동	90°	0	580
남동	90°	0	535
해석일의 외기온도[°C]			
$\vartheta_{e,\min}$ (난방기)		-11.3	31.5
$\vartheta_{e,\max}$ (냉방기)			

## 2.2 용도프로필

이 단원에서는 주거용과 비주거용 건물의 에너지성능을 객관적으로 평가하기 위한 공간(실)용도별 표준전제조건에 대한 데이터가 도표형식으로 주어진다.

<표 3.2.2-1>에서 <표 3.2.2-33>에는 아래와 같은 프로필들을 건물의 용도별로 일목요연하게 정리해 놓았다.

### a) 이용시간 및 가동시간

- 이용 시작시간 및 이용 종료시간: 이용 시작과 종료에 대한 시간, 원칙적으로 사람의 재실 및/또는 설비의 가동에 대한 시간
- 일일 이용시간: 일간 이용시간 수. 이용 시작과 끝의 시간차
- 연간 이용일수: 이는 주 5일, 6일 및 7일로 구분된다(250, 300, 365 d/a). 학교의 경우 방학을 고려하면 200d/a가 되고 강의실의 경우는 150d/a가 된다.
- 공조 및 냉방에 대한 일일 가동시간: 공조 및 냉방기기의 일일 가동시간으로 이용시간에 비해 2시간의 사전가동이 적용된다.
- 공조, 냉방 및 난방에 대한 연간 가동 일수: 연간 일일 프로필에 의해 공조기기, 냉방 및 난방이 가동되는 일수
- 난방에 대한 일일 가동시간: 일일 가동시간 수. 용도에 전제된 요구 값이 실현되는 시간간격이 서술된다. 가동시간 이외에는 야간- 및/또는 주말감소가 적용된다. 가동시간에 대한 표준값으로서는 이용시간에 근거를 두고 아침에 2시간의 예열시간을 보충한다.

### b) 조명

- 요구조도: 용도별 조도에 대한 요구 값 [lx]
- 작업면의 높이: 조도가 요구되는(일정한 밝기가 요구되는) 바닥으로부터의 작업면 높이
- 시력 범위의 감소팩터: 요구조도에 허용되는 감소정도의 제시. 감소팩터는 이용에 적용되는 시력 범위의 주변범위에 대한 면적 비와 시력 범위 및 주변범위에 대해 요구되는 요구조도의 비를 근거로 하여 산정된다.
- 상대적 부재율: 이는 계산범위에서 사람이 주재하지 않는 이용시간의 비율을 제시한다(  $C_{A,m}=0$ : 지속적 주재,  $C_{A,m}=1$ : 비 주재). 상대적 부재율은 이용일의 시간적 부분가동을 고려한다(예: 상담, 휴식, 등등).
- 실(공간) 인덱스: 실내공간의 빛의 반사에 대한 효율을 정하기 위하여 구해지는 단위가 없는 실에 대한 기하학적인 고유 크기

- 조명에 대한 건물가동시간의 부분 가동 팩터: 이는 조명에 대한 에너지요구량 계산의 경우 각 용도프로필에 대해 주어진 이용시간의 허용되는 감소정도를 나타냄. 부분 가동 팩터는 분석되는 시간간격에서 시간적 부분가동을 고려하고 있다(예: 휴가, 방학, 병가 등등).

#### c) 실내공조상태

- 습도요구: 습도를 제어하는 경우에는 허용 되는 편차에 대하여 그리고 습도 제어를 하지 않는 경우에는 단순히 공조기기의 가동여부를 설정하게 된다.
- 최소외기유량: 원칙적으로 실내공기가 인체에 미치는 영향을 고려하기 위하여 위생적인 측면에서 요구되는 단위면적 당 최소한의 외기유량을 말한다.

#### d) 내부 열원

- 인체: 인체에서 발생하는 열은 신체의 활동정도와 얼마나 밀집하여 근무하는지의 조밀도와 관계된다. 인체발열은 실(또는 공간)의 총 이용시간과 원칙적으로 70 W의 현열발생으로부터 산정된다. 교실의 경우 1인 당 60 W, 부엌과 공장의 경우 1인 당 80 W를 기본으로 한다. 이 값들은 정해진 수치로 주어진다.
- 작업 보조기기: 작업 보조기기로부터 하루에 단위면적 당 발생하는 열량이 주어진다. 보조기기 발열량은 기기의 총 이용시간과 기기의 정격성능으로부터 산출된다. 조명은 보조기기에 포함되지 않으며, 별도로 조명에너지에 대하여 분석되어진다. 실(공간)로 열이 유입되는 경우는 플러스로 표시되며, 이를 열획득이라 부른다. 반대로 실(공간)으로부터 열이 유출되는 경우는 마이너스로 표시되며, 이를 열손실이라 말한다.

#### e) 실내온도

- 난방의 경우 실내-요구온도: 난방기간 동안에 실내에 요구되는 월평균온도를 말한다. 이 값은 공간적인 측면에서 부분적으로 그리고/또는 시간적인 측면에서 일시적으로 이루어지는 난방에 대해서는 고려하지 않는다.
- 감소 가동의 한계온도: 모든 용도에 대해 한계온도는 4 K를 적용한다.
- 냉방의 경우 실내-요구온도: 냉방기간 동안에 실내에 요구되는 월평균온도를 나타낸다. 이 값은 공간적인 측면에서 부분적으로 그리고/또는 시간적인 측면에서 일시적으로 이루어지는 난방에 대해서는 고려하지 않는다.
- 난방해석에서의 최소온도: 모든 용도에 대해 19°C를 적용한다.
- 냉방해석에서의 최대온도: 모든 용도에 대해 27°C를 적용한다.
- 혼탁에 의한 감소팩터: 투명한 창을 통하여 입사되는 실제 빛에너지의 투과율 감소를 고려하기 위해서 적용된다.



<표 3.2.2-1> 용도 프로파일 - 개인사무실

개인사무실				1
이용시간		부터	까지	
일일 이용시간	h	9:00	18:00	
연간 이용일수 $d_{nutz,a}$	d/a	250		
공조/냉방 일일 가동 시간	h	7:00	18:00	
공조/냉방/난방 연간 가동 일 $d_{op}$	d/a	250		
난방 일일 가동시간	h	7:00	18:00	
실내 환경(상태)				
난방 요구온도 $v_{i,h,soll}$	℃	20		
냉방 요구온도 $v_{i,c,soll}$	℃	26		
해석 난방 최소온도 $v_{i,h,min}$	℃	19		
해석 냉방 최대온도 $v_{i,c,max}$	℃	27		
감소가동 시 온도저하 $\Delta v_{i,NA}$	K	4		
습도요구	-	편차 허용		
최소 외기 풍량 $\dot{V}_A$				
사람 기준	m³/h·인	36		
면적 기준	m³/h·m²	4		
기계식 외기 풍량(Practice)		부터	까지	
환기횟수	h⁻¹	2	3	
공기에 대한 환기횟수	h⁻¹	4	8	
조명				
요구 조도 $\overline{E}_m$	lx	500		
작업면 높이 $h_{Ne}$	m	0.8		
감소팩터 $k_A$	-	0.92		
상대적 부재율 $C_A$	-	0.3		
실(공간) 인덱스 $k$	-	0.9		
건물가동시간에 대한 감소팩터 $F_{t,n}$	-	0.7		
사람 조밀도				
최대 조밀도		낮음	중간	높음
	m²/인	10	7.5	5
내부 열원				
	최대이용시간 (h/d)	면적당 성능 (W/m²)		
		낮음	중간	높음
사람(70 W/인)	6	7	9.3	10
작업 보조기기 <sup>a</sup>	6	16	21	32
일일 열 유입 $(q_{L,p} + q_{L,fac})$	Wh/m²·d	138	181	252
a 낮음/중간/높음 등은 작업 보조기기에 대해 1인 당 50/100/150 W와 같음				

<표 3.2.2-2> 용도 프로파일 - 그룹사무실

그룹사무실(2인에서 6인까지)				2
이용시간		부터	까지	
일일 이용시간	h	9:00	18:00	
연간 이용일수 $d_{nutz,a}$	d/a	250		
공조/냉방 일일 가동 시간	h	7:00	18:00	
공조/냉방/난방 연간 가동 일 $d_{op}$	d/a	250		
난방 일일 가동시간	h	7:00	18:00	
실내 환경(상태)				
난방 요구온도 $v_{i,h,soll}$	℃	20		
냉방 요구온도 $v_{i,c,soll}$	℃	26		
해석 난방 최소온도 $v_{i,h,min}$	℃	19		
해석 냉방 최대온도 $v_{i,c,max}$	℃	27		
감소가동 시 온도저하 $\Delta v_{i,NA}$	K	4		
습도요구	-	편차 허용		
최소 외기 풍량 $\dot{V}_A$				
사람 기준	m³/h·인		36	
면적 기준	m³/h·m²		4	
기계식 외기 풍량(Practice)		부터	까지	
환기횟수	h <sup>-1</sup>	2	3	
공기에 대한 환기횟수	h <sup>-1</sup>	4	8	
조명				
요구 조도 $\overline{E}_m$	lx	500		
작업면 높이 $h_{Ne}$	m	0.8		
감소팩터 $k_A$	-	0.92		
상대적 부재율 $C_A$	-	0.3		
실(공간) 인덱스 $k$	-	1.25		
건물가동시간에 대한 감소팩터 $F_{t,n}$	-	0.7		
사람 조밀도				
최대 조밀도		낮음	중간	높음
	m²/인	10	7.5	5
내부 열원				
	최대이용시간 (h/d)	면적당 성능 (W/m²)		
		낮음	중간	높음
사람(70 W/인)	6	7	9.3	10
작업 보조기기 <sup>a</sup>	6	16	21	32
일일 열 유입 $(q_{I,p} + q_{I,fac})$	Wh/m²·d	138	181	252
a 낮음/중간/높음 등은 작업 보조기기에 대해 1인 당 50/100/150 W와 같음				

<표 3.2.2-3> 용도 프로파일 - 대규모사무실

대규모사무실(7인 이상)				3
이용시간		부터	까지	
일일 이용시간	h	9:00	18:00	
연간 이용일수 $d_{nutz,a}$	d/a	250		
공조/냉방 일일 가동 시간	h	7:00	18:00	
공조/냉방/난방 연간 가동 일 $d_{op}$	d/a	250		
난방 일일 가동시간	h	7:00	18:00	
실내 환경(상태)				
난방 요구온도 $v_{i,h,soll}$	℃	20		
냉방 요구온도 $v_{i,c,soll}$	℃	26		
해석 난방 최소온도 $v_{i,h,min}$	℃	19		
해석 냉방 최대온도 $v_{i,c,max}$	℃	27		
감소가동 시 온도저하 $\Delta v_{i,NA}$	K	4		
습도요구	-	편차 허용		
최소 외기 풍량 $\dot{V}_A$				
사람 기준	m³/h·인	60		
면적 기준	m³/h·m²	6		
기계식 외기 풍량(Practice)		부터	까지	
환기횟수	h <sup>-1</sup>	2	3	
공기에 대한 환기횟수	h <sup>-1</sup>	4	8	
조명				
요구 조도 $\overline{E}_m$	lx	500		
작업면 높이 $h_{Ne}$	m	0.8		
감소팩터 $k_A$	-	0.93		
상대적 부재율 $C_A$	-	0		
실(공간) 인덱스 $k$	-	2.5		
건물가동시간에 대한 감소팩터 $F_{t,n}$	-	1		
사람 조밀도				
최대 조밀도		낮음	중간	높음
	m²/인	10	7.5	5
내부 열원				
	최대이용시간 (h/d)	면적당 성능 (W/m²)		
		낮음	중간	높음
사람(70 W/인)	6	7	9.3	10
작업 보조기기 <sup>a</sup>	6	16	21	32
일일 열 유입 ( $q_{L,p} + q_{L,fac}$ )	Wh/m²·d	138	181	252
a 낮음/중간/높음 등은 작업 보조기기에 대해 1인 당 50/100/150 W와 같음				

<표 3.2.2-4> 용도 프로파일 - 회의실, 세미나실

회의, 세미나				4
이용시간		부터	까지	
일일 이용시간	h	9:00	18:00	
연간 이용일수 $d_{nutz,a}$	d/a	250		
공조/냉방 일일 가동 시간	h	7:00	18:00	
공조/냉방/난방 연간 가동 일 $d_{op}$	d/a	250		
난방 일일 가동시간	h	7:00	18:00	
실내 환경(상태)				
난방 요구온도 $v_{i,h,soll}$	℃	20		
냉방 요구온도 $v_{i,c,soll}$	℃	26		
해석 난방 최소온도 $v_{i,h,min}$	℃	19		
해석 냉방 최대온도 $v_{i,c,max}$	℃	27		
감소가동 시 온도저하 $\Delta v_{i,NA}$	K	4		
습도요구	-	편차 허용		
최소 외기 풍량 $\dot{V}_A$				
사람 기준	m³/h·인		25	
면적 기준	m³/h·m²		15	
기계식 외기 풍량(Practice)		부터	까지	
환기횟수	h⁻¹	5	7	
공기에 대한 환기횟수	h⁻¹	10	15	
조명				
요구 조도 $\bar{E}_m$	lx	500		
작업면 높이 $h_{Ne}$	m	0.8		
감소팩터 $k_A$	-	0.93		
상대적 부재율 $C_A$	-	0		
실(공간) 인덱스 $k$	-	1.25		
건물가동시간에 대한 감소팩터 $F_{t,n}$	-	1		
사람 조밀도				
최대 조밀도		낮음	중간	높음
	m²/인	5	3.5	2
내부 열원				
	최대이용시간 (h/d)	면적당 성능 (W/m²)		
		낮음	중간	높음
사람(70 W/인)	4	14	20	35
작업 보조기기 <sup>a</sup>	4	1	2	3
일일 열 유입 $(q_{L,p} + q_{L,fac})$	Wh/m²·d	60	88	152
a 낮음/중간/높음 등은 작업 보조기기에 대해 1인 당 50/100/150 W와 같음				

<표 3.2.2-5> 용도 프로파일 - 로비

로비				5
이용시간		부터	까지	
일일 이용시간	h	9:00	18:00	
연간 이용일수 $d_{nutz,a}$	d/a	250		
공조/냉방 일일 가동 시간	h	7:00	18:00	
공조/냉방/난방 연간 가동 일 $d_{op}$	d/a	250		
난방 일일 가동시간	h	7:00	18:00	
실내 환경(상태)				
난방 요구온도 $v_{i,h,soll}$	℃	20		
냉방 요구온도 $v_{i,c,soll}$	℃	26		
해석 난방 최소온도 $v_{i,h,min}$	℃	19		
해석 냉방 최대온도 $v_{i,c,max}$	℃	27		
감소가동 시 온도저하 $\Delta v_{i,NA}$	K	4		
습도요구	-	편차 허용		
최소 외기 풍량 $\dot{V}_A$				
사람 기준	m³/h·인		20	
면적 기준	m³/h·m²		-	
기계식 외기 풍량(Practice)		부터	까지	
환기횟수	h⁻¹	-	-	
공기에 대한 환기횟수	h⁻¹	-	-	
조명				
요구 조도 $\overline{E}_m$	lx	200		
작업면 높이 $h_{Ne}$	m	0.8		
감소팩터 $k_A$	-	0.87		
상대적 부재율 $C_A$	-	0		
실(공간) 인덱스 $k$	-	1.5		
건물가동시간에 대한 감소팩터 $F_{t,n}$	-	1		
사람 조밀도				
최대 조밀도		낮음	중간	높음
	m²/인	16	12	8
내부 열원				
	최대이용시간 (h/d)	면적당 성능 (W/m²)		
		낮음	중간	높음
사람(70 W/인)	6	4.5	6	9
작업 보조기기 <sup>a</sup>	6	1.5	4	9.5
일일 열 유입 ( $q_{I,p} + q_{I,fac}$ )	Wh/m²·d	36	60	111
a 낮음/중간/높음 등은 작업 보조기기에 대해 1인 당 50/100/150 W와 같음				

<표 3.2.2-6> 용도 프로파일 - 개인상점/백화점 (냉원기기 없음)

개인상점/백화점(냉열원 기기가 없는 경우)				6
이용시간		부터	까지	
일일 이용시간	h	10:00	20:00	
연간 이용일수 $d_{nutz,a}$	d/a	300		
공조/냉방 일일 가동 시간	h	7:00	20:00	
공조/냉방/난방 연간 가동 일 $d_{op}$	d/a	300		
난방 일일 가동시간	h	7:00	20:00	
실내 환경(상태)				
난방 요구온도 $v_{i,h,soll}$	℃	18		
냉방 요구온도 $v_{i,c,soll}$	℃	26		
해석 난방 최소온도 $v_{i,h,min}$	℃	20		
해석 냉방 최대온도 $v_{i,c,max}$	℃	26		
감소가동 시 온도저하 $\Delta v_{i,NA}$	K	4		
습도요구	-	편차 허용		
최소 외기 풍량 $\dot{V}_A$				
사람 기준	m³/h·인	25		
면적 기준	m³/h·m²	-		
기계식 외기 풍량(Practice)		부터	까지	
환기횟수	h⁻¹	-	-	
공기에 대한 환기횟수	h⁻¹	-	-	
조명				
요구 조도 $\overline{E}_m$	lx	300		
작업면 높이 $h_{Ne}$	m	0.8		
감소팩터 $k_A$	-	0.93		
상대적 부재율 $C_A$	-	0		
실(공간) 인덱스 $k$	-	2.5		
건물가동시간에 대한 감소팩터 $F_{t,n}$	-	1		
사람 조밀도				
최대 조밀도		낮음	중간	높음
	m²/인	6	5	4
내부 열원				
	최대이용시간 (h/d)	면적당 성능 (W/m²)		
		낮음	중간	높음
사람(70 W 사람당)	6	8.75	16.47	140
작업 보조기기 <sup>a</sup>	12	1	2	3
일일 열 유입 ( $q_{L,p} + q_{L,fac}$ )	Wh/m²·d	84	108	144
a 낮음/중간/높음 등은 작업 보조기기에 대해 1인 당 50/100/150 W와 같음				

<표 3.2.2-7> 용도 프로파일 - 개인상점/백화점(냉원기기 있음)

개인상점/백화점(냉열원 기기가 있는 경우)				7
이용시간		부터	까지	
일일 이용시간	h	10:00	20:00	
연간 이용일수 $d_{nutz,a}$	d/a	300		
공조/냉방 일일 가동 시간	h	8:00	20:00	
공조/냉방/난방 연간 가동 일 $d_{op}$	d/a	300		
난방 일일 가동시간	h	8:00	20:00	
실내 환경(상태)				
난방 요구온도 $v_{i,h,soll}$	℃	18		편차 허용
냉방 요구온도 $v_{i,c,soll}$	℃	26		
해석 난방 최소온도 $v_{i,h,min}$	℃	20		
해석 냉방 최대온도 $v_{i,c,max}$	℃	26		
감소가동 시 온도저하 $\Delta v_{i,NA}$	K	4		
습도요구	-			
최소 외기 풍량 $\dot{V}_A$				
사람 기준	m³/h·인	25		
면적 기준	m³/h·m²	-		
기계식 외기 풍량(Practice)		부터	까지	
환기횟수	h⁻¹	-	-	
공기에 대한 환기횟수	h⁻¹	-	-	
조명				
요구 조도 $\bar{E}_m$	lx	300		
작업면 높이 $h_{Ne}$	m	0.8		
감소팩터 $k_A$	-	0.93		
상대적 부재율 $C_A$	-	0		
실(공간) 인덱스 $k$	-	2.5		
건물가동시간에 대한 감소팩터 $F_{t,n}$	-	1		
사람 조밀도				
최대 조밀도		낮음	중간	높음
	m²/인	8	4.25	0.5
내부 열원				
	최대이용시간 (h/d)	면적당 성능 (W/m²)		
		낮음	중간	높음
사람(70 W 사람당)	6	8.75	16.47	140
작업 보조기기 <sup>a</sup>	17	-12	-10	-8
일일 열 유입 ( $q_{L,p} + q_{L,fac}$ )	Wh/m²·d	-132	-86	-28
a 낮음/중간/높음은 작업 보조기기에 대해 1인 당 50/100/150 W와 같음				

<표 3.2.2-8> 용도 프로파일 - 교실

교실(학교)			8
이용시간		부터	까지
일일 이용시간	h	8:00	17:00
연간 이용일수 $d_{nutz,a}$	d/a	200	
공조/냉방 일일 가동 시간	h	6:00	15:00
공조/냉방/난방 연간 가동 일 $d_{op}$	d/a	200	
난방 일일 가동시간	h	6:00	15:00
실내 환경(상태)			
난방 요구온도 $v_{i,h,soll}$	℃	20	
냉방 요구온도 $v_{i,c,soll}$	℃	26	
해석 난방 최소온도 $v_{i,h,min}$	℃	19	
해석 냉방 최대온도 $v_{i,c,max}$	℃	27	
감소가동 시 온도저하 $\Delta v_{i,NA}$	K	4	
습도요구	-	편차 허용	
최소 외기 풍량 $\dot{V}_A$			
사람 기준	m³/h·인	30	
면적 기준	m³/h·m²	-	
기계식 외기 풍량(Practice)		부터	까지
환기횟수	h⁻¹	-	-
공기에 대한 환기횟수	h⁻¹	-	-
조명			
요구 조도 $\overline{E}_m$	lx	300	
작업면 높이 $h_{Ne}$	m	0.8	
감소팩터 $k_A$	-	0.97	
상대적 부재율 $C_A$	-	0.25	
실(공간) 인덱스 $k$	-	2	
건물가동시간에 대한 감소팩터 $F_{t,n}$	-	0.9	
사람 조밀도			
최대 조밀도		낮음	중간
	m²/인	1.6	1.45
			높음
			1.3
내부 열원			
	최대이용시간 (h/d)	면적당 성능 (W/m²)	
		낮음	중간
			높음
사람(70 W/인)	5	44	48
작업 보조기기 <sup>a</sup>	5	2	4
일일 열 유입 $(q_{L,p} + q_{L,fac})$	Wh/m²·d	230	260
			300
a 낮음/중간/높음 등은 작업 보조기기에 대해 1인 당 50/100/150 W와 같음			



<표 3.2.2-9> 용도 프로파일 - 강의실

강의실, 강당			9	
이용시간		부터	까지	
일일 이용시간	h	9:00	18:00	
연간 이용일수 $d_{nutz,a}$	d/a	150		
공조/냉방 일일 가동 시간	h	7:00	18:00	
공조/냉방/난방 연간 가동 일 $d_{op}$	d/a	150		
난방 일일 가동시간	h	7:00	18:00	
실내 환경(상태)				
난방 요구온도 $v_{i,h,soll}$	℃	20		
냉방 요구온도 $v_{i,c,soll}$	℃	26		
해석 난방 최소온도 $v_{i,h,min}$	℃	19		
해석 냉방 최대온도 $v_{i,c,max}$	℃	27		
감소가동 시 온도저하 $\Delta v_{i,NA}$	K	4		
습도요구	-	편차 허용		
최소 외기 풍량 $\dot{V}_A$				
사람 기준	m³/h·인	25		
면적 기준	m³/h·m²	-		
기계식 외기 풍량(Practice)		부터	까지	
환기횟수	h⁻¹	-	-	
공기에 대한 환기횟수	h⁻¹	-	-	
조명				
요구 조도 $\overline{E}_m$	lx	500		
작업면 높이 $h_{Ne}$	m	0.8		
감소팩터 $k_A$	-	0.92		
상대적 부재율 $C_A$	-	0.25		
실(공간) 인덱스 $k$	-	2.5		
건물가동시간에 대한 감소팩터 $F_{t,n}$	-	0.7		
사람 조밀도				
최대 조밀도		낮음	중간	높음
	m²/인	1.2	1	0.8
내부 열원				
	최대이용시간 (h/d)	면적당 성능 (W/m²)		
		낮음	중간	높음
사람(70 W/인)	6	59	70	88
작업 보조기기 <sup>a</sup>	6	2	4	6
일일 열 유입 ( $q_{L,p} + q_{L,fac}$ )	Wh/m²·d	366	444	564
a 낮음/중간/높음 등은 작업 보조기기에 대해 1인 당 50/100/150 W와 같음				

<표 3.2.2-10> 용도 프로파일 - 침실

침실			10		
이용시간			부터	까지	
일일 이용시간	h		0:00	24:00	
연간 이용일수 $d_{nutz,a}$	d/a		365		
공조/냉방 일일 가동 시간	h		0:00	24:00	
공조/냉방/난방 연간 가동 일 $d_{op}$	d/a		365		
난방 일일 가동시간	h		0:00	24:00	
실내 환경(상태)					
난방 요구온도 $v_{i,h,soll}$	℃		20		
냉방 요구온도 $v_{i,c,soll}$	℃		26		
해석 난방 최소온도 $v_{i,h,min}$	℃		19		
해석 냉방 최대온도 $v_{i,c,max}$	℃		27		
감소가동 시 온도저하 $\Delta v_{i,NA}$	K		-		
습도요구	-		편차 허용		
최소 외기 풍량 $\dot{V}_A$					
사람 기준	m³/h·인			-	
면적 기준	m³/h·m²			10	
기계식 외기 풍량(Practice)			부터	까지	
환기횟수	h⁻¹		-	-	
공기에 대한 환기횟수	h⁻¹		-	-	
조명					
요구 조도 $\overline{E}_m$	lx		300		
작업면 높이 $h_{Ne}$	m		0.8		
감소팩터 $k_A$	-		1		
상대적 부재율 $C_A$	-		0		
실(공간) 인덱스 $k$	-		1.5		
건물가동시간에 대한 감소팩터 $F_{t,n}$	-		0.5		
사람 조밀도					
최대 조밀도		낮음	중간	높음	
	m²/인	18	15	12	
내부 열원					
		최대이용시간 (h/d)	면적당 성능 (W/m²)		
			낮음	중간	높음
사람(70 W/인)		24	4	4.5	6
작업 보조기기 <sup>a</sup>		6	2	4	6
일일 열 유입 ( $q_{I,p} + q_{I,fac}$ )	Wh/m²·d		108	132	180
a 낮음/중간/높음 등은 작업 보조기기에 대해 1인 당 50/100/150 W와 같음					

<표 3.2.2-11> 용도 프로파일 - 호텔 객실

호텔 객실			11
이용시간		부터	까지
일일 이용시간	h	18:00	09:00
연간 이용일수 $d_{nutz,a}$	d/a	365	
공조/냉방 일일 가동 시간	h	0:00	24:00
공조/냉방/난방 연간 가동 일 $d_{op}$	d/a	365	
난방 일일 가동시간	h	0:00	24:00
<b>실내 환경(상태)</b>			
난방 요구온도 $v_{i,h,soll}$	℃	20	
냉방 요구온도 $v_{i,c,soll}$	℃	26	
해석 난방 최소온도 $v_{i,h,min}$	℃	19	
해석 냉방 최대온도 $v_{i,c,max}$	℃	27	
감소가동 시 온도저하 $\Delta v_{i,NA}$	K	-	
습도요구	-	편차 허용	
<b>최소 외기 풍량 <math>\dot{V}_A</math></b>			
사람 기준	m³/h·인		30
면적 기준	m³/h·m²		-
기계식 외기 풍량(Practice)		부터	까지
환기횟수	h⁻¹	-	80
공기에 대한 환기횟수	h⁻¹	-	-
<b>조명</b>			
요구 조도 $\bar{E}_m$	lx	200	
작업면 높이 $h_{Ne}$	m	0.8	
감소팩터 $k_A$	-	1	
상대적 부재율 $C_A$	-	0.25	
실(공간) 인덱스 $k$	-	1.25	
건물가동시간에 대한 감소팩터 $F_{t,n}$	-	0.3	
<b>사람 조밀도</b>			
최대 조밀도		낮음	중간
	m²/인	15	10
			5
<b>내부 열원</b>			
	최대이용시간 (h/d)	면적당 성능 (W/m²)	
		낮음	중간
사람(70 W/인)	10	4.7	7
작업 보조기기 <sup>a</sup>	11	2	4
일일 열 유입 ( $q_{I,p} + q_{I,fac}$ )	Wh/m²·d	69	114
a 낮음/중간/높음 등은 작업 보조기기에 대해 1인 당 50/100/150 W와 같음			

<표 3.2.2-12> 용도 프로파일 - 구내식당, 매점

구내식당, 구내매점				12
이용시간		부터	까지	
일일 이용시간	h	8:00	19:00	
연간 이용일수 $d_{nutz,a}$	d/a	250		
공조/냉방 일일 가동 시간	h	6:00	19:00	
공조/냉방/난방 연간 가동 일 $d_{op}$	d/a	250		
난방 일일 가동시간	h	6:00	19:00	
실내 환경(상태)				
난방 요구온도 $v_{i,h,soll}$	℃	20		
냉방 요구온도 $v_{i,c,soll}$	℃	26		
해석 난방 최소온도 $v_{i,h,min}$	℃	19		
해석 냉방 최대온도 $v_{i,c,max}$	℃	27		
감소가동 시 온도저하 $\Delta v_{i,NA}$	K	4		
습도요구	-	편차 허용		
최소 외기 풍량 $\dot{V}_A$				
사람 기준	m³/h·인	17		
면적 기준	m³/h·m²	18		
기계식 외기 풍량(Practice)		부터	까지	
환기횟수	h⁻¹	-	-	
공기에 대한 환기횟수	h⁻¹	-	-	
조명				
요구 조도 $\overline{E}_m$	lx	200		
작업면 높이 $h_{Ne}$	m	0.8		
감소팩터 $k_A$	-	0.97		
상대적 부재율 $C_A$	-	0		
실(공간) 인덱스 $k$	-	2.5		
건물가동시간에 대한 감소팩터 $F_{t,n}$	-	공차 있음		
사람 조밀도				
최대 조밀도		낮음	중간	높음
	m²/인	1.8	1.4	1.0
내부 열원				
	최대이용시간 (h/d)	면적당 성능 (W/m²)		
		낮음	중간	높음
사람(70 W/인)	3	39	50	70
작업 보조기기 <sup>a</sup>	5	1	2	3
일일 열 유입 ( $q_{L,p} + q_{L,fac}$ )	Wh/m²·d	122	160	225
a 낮음/중간/높음 등은 작업 보조기기에 대해 1인 당 50/100/150 W와 같음				

<표 3.2.2-13> 용도 프로파일 - 레스토랑

레스토랑			13	
이용시간			부터	까지
일일 이용시간	h		10:00	24:00
연간 이용일수 $d_{nutz,a}$	d/a		300	
공조/냉방 일일 가동 시간	h		8:00	0:00
공조/냉방/난방 연간 가동 일 $d_{op}$	d/a		300	
난방 일일 가동시간	h		8:00	0:00
실내 환경(상태)				
난방 요구온도 $v_{i,h,soll}$	℃		20	
냉방 요구온도 $v_{i,c,soll}$	℃		26	
해석 난방 최소온도 $v_{i,h,min}$	℃		19	
해석 냉방 최대온도 $v_{i,c,max}$	℃		27	
감소가동 시 온도저하 $\Delta v_{i,NA}$	K		4	
습도요구	-		편차 허용	
최소 외기 풍량 $\dot{V}_A$				
사람 기준	m³/h·인		17	
면적 기준	m³/h·m²		18	
기계식 외기 풍량(Practice)			부터	까지
환기횟수	h <sup>-1</sup>		-	-
공기에 대한 환기횟수	h <sup>-1</sup>		-	-
조명				
요구 조도 $\overline{E}_m$	lx		200	
작업면 높이 $h_{Ne}$	m		0.8	
감소팩터 $k_A$	-		1	
상대적 부재율 $C_A$	-		0	
실(공간) 인덱스 $k$	-		2.5	
건물가동시간에 대한 감소팩터 $F_{t,n}$	-		1	
사람 조밀도				
최대 조밀도		낮음	중간	높음
	m²/인	4	3.5	3
내부 열원				
	최대이용시간 (h/d)	면적당 성능 (W/m²)		
		낮음	중간	높음
사람(70 W/인)	4	17.5	20	23.3
작업 보조기기 <sup>a</sup>	7	1	2	3
일일 열 유입 $(q_{L,p} + q_{L,fac})$	Wh/m²·d	183	250	373
a 낮음/중간/높음 등은 작업 보조기기에 대해 사람당 50/100/150 W와 같음				

<표 3.2.2-14> 용도 프로파일 - 부엌(비주거용도 건물)

비주거용도 건물의 부엌				14
이용시간		부터	까지	
일일 이용시간	h	10:00	23:00	
연간 이용일수 $d_{nutz,a}$	d/a	300		
공조/냉방 일일 가동 시간	h	8:00	23:00	
공조/냉방/난방 연간 가동 일 $d_{op}$	d/a	300		
난방 일일 가동시간	h	8:00	23:00	
실내 환경(상태)				
난방 요구온도 $v_{i,h,soll}$	℃	20		
냉방 요구온도 $v_{i,c,soll}$	℃	26		
해석 난방 최소온도 $v_{i,h,min}$	℃	21		
해석 냉방 최대온도 $v_{i,c,max}$	℃	27		
감소가동 시 온도저하 $\Delta v_{i,NA}$	K	4		
습도요구	-	편차 허용		
최소 외기 풍량 $\dot{V}_A$				
사람 기준	m³/h·인			-
면적 기준	m³/h·m²			90
기계식 외기 풍량(Practice)		부터	까지	
환기횟수	h⁻¹	15	25	
공기에 대한 환기횟수	h⁻¹	-	-	
조명				
요구 조도 $\overline{E}_m$	lx	300		
작업면 높이 $h_{Ne}$	m	0.8		
감소팩터 $k_A$	-	0.96		
상대적 부재율 $C_A$	-	0		
실(공간) 인덱스 $k$	-	1.5		
건물가동시간에 대한 감소팩터 $F_{t,n}$	-	1		
사람 조밀도				
최대 조밀도		낮음	중간	높음
m²/인		10	10	10
내부 열원				
	최대이용시간 (h/d)	면적당 성능 (W/m²)		
		낮음	중간	높음
사람(70 W/인)	7	8	8	8
작업 보조기기 <sup>a</sup>	6	200	300	400
일일 열 유입 ( $q_{L,p} + q_{L,fac}$ )	Wh/m²·d	1,256	1,856	2,456
a 낮음/중간/높음 등은 작업 보조기기에 대해 1인 당 50/100/150 W와 같음				

<표 3.2.2-15> 용도 프로파일 - 부엌 준비실, 창고

부엌-준비, 창고				15	
이용시간		부터	까지		
일일 이용시간	h	10:00	23:00		
연간 이용일수 $d_{nutz,a}$	d/a	300			
공조/냉방 일일 가동 시간	h	8:00	23:00		
공조/냉방/난방 연간 가동 일 $d_{op}$	d/a	300			
난방 일일 가동시간	h	8:00	23:00		
실내 환경(상태)					
난방 요구온도 $v_{i,h,soll}$	℃	20			
냉방 요구온도 $v_{i,c,soll}$	℃	26			
해석 난방 최소온도 $v_{i,h,min}$	℃	21			
해석 냉방 최대온도 $v_{i,c,max}$	℃	27			
감소가동 시 온도저하 $\Delta v_{i,NA}$	K	4			
습도요구	-	편차 허용			
최소 외기 풍량 $\dot{V}_A$					
사람 기준	m³/h·인		-		
면적 기준	m³/h·m²		15		
기계식 외기 풍량(Practice)		부터	까지		
환기횟수	h <sup>-1</sup>	-	-		
공기에 대한 환기횟수	h <sup>-1</sup>	-	-		
조명					
요구 조도 $\bar{E}_m$	lx	300			
작업면 높이 $h_{Ne}$	m	0.8			
감소팩터 $k_A$	-	1			
상대적 부재율 $C_A$	-	0.5			
실(공간) 인덱스 $k$	-	1.5			
건물가동시간에 대한 감소팩터 $F_{t,n}$	-	1			
사람 조밀도					
최대 조밀도	m²/인	낮음	중간	높음	
		15	10	5	
내부 열원					
사람(70 W/인)	최대이용시간 (h/d)	면적당 성능 (W/m²)			
		낮음	중간	높음	
		7	5	8	16
		6	20	30	40
		일일 열 유입 ( $q_{I,p} + q_{I,fac}$ )	Wh/m²·d	157	236
a 낮음/중간/높음 등은 작업 보조기기에 대해 1인 당 50/100/150 W와 같음					

<표 3.2.2-16> 용도 프로파일 - 화장실(비주거용 건물)

비 주거건물의 화장실				16
이용시간		부터	까지	
일일 이용시간	h	9:00	18:00	
연간 이용일수 $d_{nutz,a}$	d/a	250		
공조/냉방 일일 가동 시간	h	7:00	18:00	
공조/냉방/난방 연간 가동 일 $d_{op}$	d/a	250		
난방 일일 가동시간	h	7:00	18:00	
실내 환경(상태)				
난방 요구온도 $v_{i,h,soll}$	℃	20		
냉방 요구온도 $v_{i,c,soll}$	℃	26		
해석 난방 최소온도 $v_{i,h,min}$	℃	21		
해석 냉방 최대온도 $v_{i,c,max}$	℃	27		
감소가동 시 온도저하 $\Delta v_{i,NA}$	K	4		
습도요구	-	편차 허용		
최소 외기 풍량 $\dot{V}_A$				
사람 기준	m³/h·인		-	
면적 기준	m³/h·m²		15	
기계식 외기유량(Practice)		부터	까지	
기계식 외기 풍량(Practice)		-	-	
환기횟수	h⁻¹	-	-	
공기에 대한 환기횟수	h⁻¹			
조명				
요구 조도 $\overline{E}_m$	lx	100		
작업면 높이 $h_{Ne}$	m	0.8		
감소팩터 $k_A$	-	1		
상대적 부재율 $C_A$	-	0.9		
실(공간) 인덱스 $k$	-	0.8		
건물가동시간에 대한 감소팩터 $F_{t,n}$	-	1		
사람 조밀도				
최대 조밀도		낮음	중간	높음
	m²/인	-	-	-
내부 열원				
	최대이용시간 (h/d)	면적당 성능 (W/m²)		
		낮음	중간	높음
사람(70 W/인)	-	-	-	-
작업 보조기기 <sup>a</sup>	-	-	-	-
일일 열 유입 $(q_{I,p} + q_{I,fac})$	Wh/m²·d	-	-	-
a 낮음/중간/높음 등은 작업 보조기기에 대해 1인 당 50/100/150 W와 같음				



<표 3.2.2-17> 용도 프로파일 - 대기 공간

대기 공간			Nr.17	
이용시간			부터	까지
일일 이용시간	h		9:00	18:00
연간 이용일수 $d_{nutz,a}$	d/a		250	
공조/냉방 일일 가동 시간	h		7:00	18:00
공조/냉방/난방 연간 가동 일 $d_{op}$	d/a		250	
난방 일일 가동시간	h		7:00	18:00
실내 환경(상태)				
난방 요구온도 $v_{i,h,soll}$	℃		20	
냉방 요구온도 $v_{i,c,soll}$	℃		26	
해석 난방 최소온도 $v_{i,h,min}$	℃		21	
해석 냉방 최대온도 $v_{i,c,max}$	℃		27	
감소가동 시 온도저하 $\Delta v_{i,NA}$	K		4	
습도요구	-		편차 허용	
최소 외기 풍량 $\dot{V}_A$				
사람 기준	m³/h·인			-
면적 기준	m³/h·m²			7
기계식 외기 풍량(Practice)			부터	까지
환기횟수	h⁻¹		-	-
공기에 대한 환기횟수	h⁻¹		-	-
조명				
요구 조도 $\overline{E}_m$	lx		300	
작업면 높이 $h_{Ne}$	m		0.8	
감소팩터 $k_A$	-		0.93	
상대적 부재율 $C_A$	-		0.5	
실(공간) 인덱스 $k$	-		1.25	
건물가동시간에 대한 감소팩터 $F_{t,n}$	-		1	
사람 조밀도				
최대 조밀도		낮음	중간	높음
	m²/인	4	3	2
내부 열원				
	최대이용시간 (h/d)	면적당 성능 (W/m²)		
		낮음	중간	높음
사람(70 W/인)	4	18	23	35
작업 보조기기 <sup>a</sup>	4	1	2	3
일일 열 유입 $(q_{L,p} + q_{L,fac})$	Wh/m²·d	74	101	152
a 낮음/중간/높음 등은 작업 보조기기에 대해 1인 당 50/100/150 W와 같음				

<표 3.2.2-18> 용도 프로파일 - 부속 공간(대기 공간 제외)

부속 공간(대기 공간 제외)			18		
이용시간			부터	까지	
일일 이용시간	h		9:00	18:00	
연간 이용일수 $d_{nutz,a}$	d/a		250		
공조/냉방 일일 가동 시간	h		7:00	18:00	
공조/냉방/난방 연간 가동 일 $d_{op}$	d/a		250		
난방 일일 가동시간	h		7:00	18:00	
실내 환경(상태)					
난방 요구온도 $v_{i,h,soll}$	℃		20		
냉방 요구온도 $v_{i,c,soll}$	℃		26		
해석 난방 최소온도 $v_{i,h,min}$	℃		21		
해석 냉방 최대온도 $v_{i,c,max}$	℃		27		
감소가동 시 온도저하 $\Delta v_{i,NA}$	K		4		
습도요구	-		편차 허용		
최소 외기 풍량 $\dot{V}_A$					
사람 기준	m³/h·인			-	
면적 기준	m³/h·m²			0.15	
기계식 외기 풍량(Practice)			부터	까지	
환기횟수	h⁻¹		-	-	
공기에 대한 환기횟수	h⁻¹		-	-	
조명					
요구 조도 $\overline{E}_m$	lx		100		
작업면 높이 $h_{Ne}$	m		0.8		
감소팩터 $k_A$	-		1		
상대적 부재율 $C_A$	-		0.9		
실(공간) 인덱스 $k$	-		1.5		
건물가동시간에 대한 감소팩터 $F_{t,n}$	-		1		
사람 조밀도					
최대 조밀도		낮음	중간	높음	
	m²/인	-	-	-	
내부 열원					
		최대이용시간 (h/d)	면적당 성능 (W/m²)		
			낮음	중간	높음
사람(70 W/인)		-	-	-	-
작업 보조기기 <sup>a</sup>		-	-	-	-
일일 열 유입 ( $q_{I,p} + q_{I,fac}$ )	Wh/m²·d		-	-	-
a 낮음/중간/높음 등은 작업 보조기기에 대해 1인 당 50/100/150 W와 같음					

<표 3.2.2-19> 용도 프로파일 - 복도 등 이동용도 공간

이동용도 공간(복도 등)				19
이용시간		부터	까지	
일일 이용시간	h	9:00	18:00	
연간 이용일수 $d_{nutz,a}$	d/a	250		
공조/냉방 일일 가동 시간	h	7:00	18:00	
공조/냉방/난방 연간 가동 일 $d_{op}$	d/a	250		
난방 일일 가동시간	h	7:00	18:00	
실내 환경(상태)				
난방 요구온도 $v_{i,h,soll}$	℃	20		
냉방 요구온도 $v_{i,c,soll}$	℃	26		
해석 난방 최소온도 $v_{i,h,min}$	℃	21		
해석 냉방 최대온도 $v_{i,c,max}$	℃	27		
감소가동 시 온도저하 $\Delta v_{i,NA}$	K	4		
습도요구	-	편차 허용		
최소 외기 풍량 $\dot{V}_A$				
사람 기준	m³/h·인			-
면적 기준	m³/h·m²			0
기계식 외기 풍량(Practice)		부터	까지	
환기횟수	h <sup>-1</sup>	-	-	
공기에 대한 환기횟수	h <sup>-1</sup>	-	-	
조명				
요구 조도 $\overline{E}_m$	lx	100		
작업면 높이 $h_{Ne}$	m	0		
감소팩터 $k_A$	-	1		
상대적 부재율 $C_A$	-	0.8		
실(공간) 인덱스 $k$	-	0.8		
건물가동시간에 대한 감소팩터 $F_{t,n}$	-	1		
사람 조밀도				
최대 조밀도		낮음	중간	높음
	m²/인	-	-	-
내부 열원				
	최대이용시간 (h/d)	면적당 성능 (W/m²)		
		낮음	중간	높음
사람(70 W/인)	-	-	-	-
작업 보조기기 <sup>a</sup>	-	-	-	-
일일 열 유입 ( $q_{L,p} + q_{L,fac}$ )	Wh/m²·d	-	-	-
a 낮음/중간/높음 등은 작업 보조기기에 대해 1인 당 50/100/150 W와 같음				

<표 3.2.2-20> 용도 프로파일 - 창고, 설비실, 문서실

창고, 설비, 문서실			20	
이용시간			부터	까지
일일 이용시간	h		9:00	18:00
연간 이용일수 $d_{nutz,a}$	d/a		250	
공조/냉방 일일 가동 시간	h		7:00	18:00
공조/냉방/난방 연간 가동 일 $d_{op}$	d/a		250	
난방 일일 가동시간	h		7:00	18:00
실내 환경(상태)				
난방 요구온도 $v_{i,h,soll}$	℃		20	
냉방 요구온도 $v_{i,c,soll}$	℃		26	
해석 난방 최소온도 $v_{i,h,min}$	℃		21	
해석 냉방 최대온도 $v_{i,c,max}$	℃		27	
감소가동 시 온도저하 $\Delta v_{i,NA}$	K		4	
습도요구	-		편차 허용	
최소 외기 풍량 $\dot{V}_A$				
사람 기준	m³/h·인			-
면적 기준	m³/h·m²			0.15
기계식 외기 풍량(Practice)			부터	까지
환기횟수	h⁻¹		-	-
공기에 대한 환기횟수	h⁻¹		-	-
조명				
요구 조도 $\overline{E}_m$	lx		100	
작업면 높이 $h_{Ne}$	m		0.8	
감소팩터 $k_A$	-		1	
상대적 부재율 $C_A$	-		0.98	
실(공간) 인덱스 $k$	-		1.5	
건물가동시간에 대한 감소팩터 $F_{t,n}$	-		1	
사람 조밀도				
최대 조밀도		낮음	중간	높음
	m²/인	-	-	-
내부 열원				
	최대이용시간 (h/d)	면적당 성능 (W/m²)		
		낮음	중간	높음
사람(70 W/인)	-	-	-	-
작업 보조기기 <sup>a</sup>	-	-	-	-
일일 열 유입 $(q_{L,p} + q_{L,fac})$	Wh/m²·d	-	-	-
a 낮음/중간/높음 등은 작업 보조기기에 대해 1인 당 50/100/150 W와 같음				

<표 3.2.2-21> 용도 프로파일 - 전산실

전산실			21
이용시간		부터	까지
일일 이용시간	h	0:00	24:00
연간 이용일수 $d_{nutz,a}$	d/a	365	
공조/냉방 일일 가동 시간	h	0:00	24:00
공조/냉방/난방 연간 가동 일 $d_{op}$	d/a	365	
난방 일일 가동시간	h	0:00	24:00
<b>실내 환경(상태)</b>			
난방 요구온도 $v_{i,h,soll}$	℃	20	
냉방 요구온도 $v_{i,c,soll}$	℃	26	
해석 난방 최소온도 $v_{i,h,min}$	℃	21	
해석 냉방 최대온도 $v_{i,c,max}$	℃	27	
감소가동 시 온도저하 $\Delta v_{i,NA}$	K	4	
습도요구	-	편차 허용	
<b>최소 외기 풍량 <math>\dot{V}_A</math></b>			
사람 기준	m³/h·인		25
면적 기준	m³/h·m²		-
기계식 외기 풍량(Practice)		부터	까지
환기횟수	h⁻¹	-	-
공기에 대한 환기횟수	h⁻¹	-	-
<b>조명</b>			
요구 조도 $\bar{E}_m$	lx	500	
작업면 높이 $h_{Ne}$	m	0.8	
감소팩터 $k_A$	-	0.96	
상대적 부재율 $C_A$	-	0.5	
실(공간) 인덱스 $k$	-	1.5	
건물가동시간에 대한 감소팩터 $F_{t,n}$	-	0.5	
<b>사람 조밀도</b>			
최대 조밀도		낮음	중간
m²/인	40	30	20
<b>내부 열원</b>			
	최대이용시간 (h/d)	면적당 성능 (W/m²)	
		낮음	중간
사람(70 W/인)	6	2	2.5
작업 보조기기 <sup>a</sup>	12	300	500
일일 열 유입 ( $q_{I,p} + q_{I,fac}$ )	Wh/m²·d	3,612	6,015
a 낮음/중간/높음 등은 작업 보조기기에 대해 1인 당 50/100/150 W와 같음			

<표 3.2.2-22> 용도 프로파일 - 공장(조립, 가공)

공장, 조립, 가공				22
이용시간		부터	까지	
일일 이용시간	h	9:00	18:00	
연간 이용일수 $d_{nutz,a}$	d/a	250		
공조/냉방 일일 가동 시간	h	7:00	18:00	
공조/냉방/난방 연간 가동 일 $d_{op}$	d/a	250		
난방 일일 가동시간	h	7:00	18:00	
실내 환경(상태)				
난방 요구온도 $v_{i,h,soll}$	℃	20		
냉방 요구온도 $v_{i,c,soll}$	℃	26		
해석 난방 최소온도 $v_{i,h,min}$	℃	21		
해석 냉방 최대온도 $v_{i,c,max}$	℃	27		
감소가동 시 온도저하 $\Delta v_{i,NA}$	K	4		
습도요구	-	편차 허용		
최소 외기 풍량 $\dot{V}_A$				
사람 기준	m³/h·인		-	
면적 기준	m³/h·m²		20	
기계식 외기 풍량(Practice)		부터	까지	
환기횟수	h <sup>-1</sup>	-	-	
공기에 대한 환기횟수	h <sup>-1</sup>	-	-	
조명				
요구 조도 $\overline{E}_m$	lx	500		
작업면 높이 $h_{Ne}$	m	0.8		
감소팩터 $k_A$	-	0.88		
상대적 부재율 $C_A$	-	0		
실(공간) 인덱스 $k$	-	2		
건물가동시간에 대한 감소팩터 $F_{t,n}$	-	1		
사람 조밀도				
최대 조밀도		낮음	중간	높음
	m²/인	25	20	15
내부 열원				
	최대이용시간 (h/d)	면적당 성능 (W/m²)		
		낮음	중간	높음
사람(70 W/인)	7	3	4	6
작업 보조기기 <sup>a</sup>	7	25	35	45
일일 열 유입 $(q_{L,p} + q_{L,fac})$	Wh/m²·d	196	273	357
a 낮음/중간/높음 등은 작업 보조기기에 대해 1인 당 50/100/150 W와 같음				

<표 3.2.2-23> 용도 프로파일 - 관람 공간

관람 공간			23	
이용시간			부터	까지
일일 이용시간	h		19:00	23:00
연간 이용일수 $d_{nutz,a}$	d/a		250	
공조/냉방 일일 가동 시간	h		17:00	23:00
공조/냉방/난방 연간 가동 일 $d_{op}$	d/a		250	
난방 일일 가동시간	h		17:00	23:00
실내 환경(상태)				
난방 요구온도 $v_{i,h,soll}$	℃		20	
냉방 요구온도 $v_{i,c,soll}$	℃		26	
해석 난방 최소온도 $v_{i,h,min}$	℃		21	
해석 냉방 최대온도 $v_{i,c,max}$	℃		27	
감소가동 시 온도저하 $\Delta v_{i,NA}$	K		4	
습도요구	-		편차 허용	
최소 외기 풍량 $\dot{V}_A$				
사람 기준	m³/h·인		25	
면적 기준	m³/h·m²		-	
기계식 외기 풍량(Practice)			부터	까지
환기횟수	h⁻¹		4	4.5
공기에 대한 환기횟수	h⁻¹		-	-
조명				
요구 조도 $\overline{E}_m$	lx		200	
작업면 높이 $h_{Ne}$	m		0.8	
감소팩터 $k_A$	-		0.97	
상대적 부재율 $C_A$	-		0	
실(공간) 인덱스 $k$	-		4	
건물가동시간에 대한 감소팩터 $F_{t,n}$	-		1	
사람 조밀도				
최대 조밀도		낮음	중간	높음
m²/인		0.7	0.55	0.4
내부 열원				
	최대이용시간 (h/d)	면적당 성능 (W/m²)		
		낮음	중간	높음
사람(70 W/인)	2	100	127	175
작업 보조기기 <sup>a</sup>	0	0	0	0
일일 열 유입 ( $q_{L,p} + q_{L,fac}$ )	Wh/m²·d	200	254	350
a 낮음/중간/높음 등은 작업 보조기기에 대해 1인 당 50/100/150 W와 같음				

<표 3.2.2-24> 용도 프로파일 - 로비(공연장)

로비(공연 및 공연장)			24	
이용시간			부터	까지
일일 이용시간	h		19:00	23:00
연간 이용일수 $d_{nutz,a}$	d/a		250	
공조/냉방 일일 가동 시간	h		17:00	23:00
공조/냉방/난방 연간 가동 일 $d_{op}$	d/a		250	
난방 일일 가동시간	h		17:00	23:00
실내 환경(상태)				
난방 요구온도 $v_{i,h,soll}$	℃		20	
냉방 요구온도 $v_{i,c,soll}$	℃		26	
해석 난방 최소온도 $v_{i,h,min}$	℃		21	
해석 냉방 최대온도 $v_{i,c,max}$	℃		27	
감소가동 시 온도저하 $\Delta v_{i,NA}$	K		4	
습도요구	-		편차 허용	
최소 외기 풍량 $\dot{V}_A$				
사람 기준	m³/h·인		25	
면적 기준	m³/h·m²		-	
기계식 외기 풍량(Practice)			부터	까지
환기횟수	h <sup>-1</sup>		-	-
공기에 대한 환기횟수	h <sup>-1</sup>		2	2.5
조명				
요구 조도 $\overline{E}_m$	lx		300	
작업면 높이 $h_{Ne}$	m		0.8	
감소팩터 $k_A$	-		1	
상대적 부재율 $C_A$	-		0.5	
실(공간) 인덱스 $k$	-		4	
건물가동시간에 대한 감소팩터 $F_{t,n}$	-		1	
사람 조밀도				
최대 조밀도		낮음	중간	높음
	m²/인	7	5	3
내부 열원				
	최대이용시간 (h/d)	면적당 성능 (W/m²)		
		낮음	중간	높음
사람(70 W/인)	1	10	14	23
작업 보조기기 <sup>a</sup>	0	0	0	0
일일 열 유입 $(q_{L,p} + q_{L,fac})$	Wh/m²·d	10	14	23
a 낮음/중간/높음 등은 작업 보조기기에 대해 1인 당 50/100/150 W와 같음				



<표 3.2.2-25> 용도 프로파일 - 무대(극장 및 공연장)

무대(극장 및 공연장)			25	
이용시간			부터	까지
일일 이용시간	h		13:00	23:00
연간 이용일수 $d_{nutz,a}$	d/a		250	
공조/냉방 일일 가동 시간	h		11:00	23:00
공조/냉방/난방 연간 가동 일 $d_{op}$	d/a		250	
난방 일일 가동시간	h		11:00	23:00
실내 환경(상태)				
난방 요구온도 $v_{i,h,soll}$	℃		20	
냉방 요구온도 $v_{i,c,soll}$	℃		26	
해석 난방 최소온도 $v_{i,h,min}$	℃		21	
해석 냉방 최대온도 $v_{i,c,max}$	℃		27	
감소가동 시 온도저하 $\Delta v_{i,NA}$	K		4	
습도요구	-		편차 허용	
최소 외기 풍량 $\dot{V}_A$				
사람 기준	m³/h·인			25
면적 기준	m³/h·m²			0.3
기계식 외기 풍량(Practice)			부터	까지
환기횟수	h⁻¹		3	5
공기에 대한 환기횟수	h⁻¹		-	-
조명				
요구 조도 $\overline{E}_m$	lx		1000	
작업면 높이 $h_{Ne}$	m		0.8	
감소팩터 $k_A$	-		0.9	
상대적 부재율 $C_A$	-		0	
실(공간) 인덱스 $k$	-		2.5	
건물가동시간에 대한 감소팩터 $F_{t,n}$	-		0.6	
사람 조밀도				
최대 조밀도		낮음	중간	높음
	m²/인	-	-	-
내부 열원				
	최대이용시간 (h/d)	면적당 성능 (W/m²)		
		낮음	중간	높음
사람(70 W/인)	-	-	-	-
작업 보조기기 <sup>a</sup>	-	-	-	-
일일 열 유입 $(q_{L,p} + q_{L,fac})$	Wh/m²·d	-	-	-
a 낮음/중간/높음 등은 작업 보조기기에 대해 1인 당 50/100/150 W와 같음				

<표 3.2.2-26> 용도 프로파일 - 박람회

박람회/Congress			26	
이용시간			부터	까지
일일 이용시간	h		9:00	18:00
연간 이용일수 $d_{nutz,a}$	d/a		150	
공조/냉방 일일 가동 시간	h		7:00	18:00
공조/냉방/난방 연간 가동 일 $d_{op}$	d/a		250	
난방 일일 가동시간	h		7:00	18:00
실내 환경(상태)				
난방 요구온도 $v_{i,h,soll}$	℃		20	
냉방 요구온도 $v_{i,c,soll}$	℃		26	
해석 난방 최소온도 $v_{i,h,min}$	℃		21	
해석 냉방 최대온도 $v_{i,c,max}$	℃		27	
감소가동 시 온도저하 $\Delta v_{i,NA}$	K		4	
습도요구	-		편차 허용	
최소 외기 풍량 $\dot{V}_A$				
사람 기준	m³/h·인			25
면적 기준	m³/h·m²			-
기계식 외기 풍량(Practice)			부터	까지
환기횟수	h <sup>-1</sup>		-	8
공기에 대한 환기횟수	h <sup>-1</sup>		-	20
조명				
요구 조도 $\overline{E}_m$	lx		300	
작업면 높이 $h_{Ne}$	m		0.8	
감소팩터 $k_A$	-		0.93	
상대적 부재율 $C_A$	-		0.5	
실(공간) 인덱스 $k$	-		5	
건물가동시간에 대한 감소팩터 $F_{t,n}$	-		1	
사람 조밀도				
최대 조밀도		낮음	중간	높음
	m²/인	5	4	2.5
내부 열원				
	최대이용시간 (h/d)	면적당 성능 (W/m²)		
		낮음	중간	높음
사람(70 W/인)	6	14	23	35
작업 보조기기 <sup>a</sup>	6	1	2	3
일일 열 유입 ( $q_{L,p} + q_{L,fac}$ )	Wh/m²d	73	150	228
a 낮음/중간/높음 등은 작업 보조기기에 대해 1인 당 50/100/150 W와 같음				

<표 3.2.2-27> 용도 프로파일 - 전시관 및 박물관

전시관 및 박물관			27	
이용시간			부터	까지
일일 이용시간	h		10:00	18:00
연간 이용일수 $d_{nutz,a}$	d/a		250	
공조/냉방 일일 가동 시간	h		0:00	24:00
공조/냉방/난방 연간 가동 일 $d_{op}$	d/a		365	
난방 일일 가동시간	h		0:00	24:00
실내 환경(상태)				
난방 요구온도 $v_{i,h,soll}$	℃		20	
냉방 요구온도 $v_{i,c,soll}$	℃		26	
해석 난방 최소온도 $v_{i,h,min}$	℃		21	
해석 냉방 최대온도 $v_{i,c,max}$	℃		27	
감소가동 시 온도저하 $\Delta v_{i,NA}$	K		4	
습도요구	-		편차 없음	
최소 외기 풍량 $\dot{V}_A$				
사람 기준	m³/h·인			20
면적 기준	m³/h·m²			-
기계식 외기 풍량(Practice)			부터	까지
환기횟수	h⁻¹		-	-
공기에 대한 환기횟수	h⁻¹		3	10
조명				
요구 조도 $\overline{E}_m$	lx		200	
작업면 높이 $h_{Ne}$	m		0.8	
감소팩터 $k_A$	-		0.88	
상대적 부재율 $C_A$	-		0	
실(공간) 인덱스 $k$	-		2	
건물가동시간에 대한 감소팩터 $F_{t,n}$	-		1	
사람 조밀도				
최대 조밀도		낮음	중간	높음
	m²/인	20	10	5
내부 열원				
	최대이용시간 (h/d)	면적당 성능 (W/m²)		
		낮음	중간	높음
사람(70 W/인)	4	3.5	7	14
작업 보조기기 <sup>a</sup>	0	0	0	0
일일 열 유입 $(q_{L,p} + q_{L,fac})$	Wh/m²·d	14	28	56
a 낮음/중간/높음 등은 작업 보조기기에 대해 1인 당 50/100/150 W와 같음				

<표 3.2.2-28> 용도 프로파일 - 도서관 열람실

도서관-열람실			28	
이용시간			부터	까지
일일 이용시간	h		8:00	20:00
연간 이용일수 $d_{nutz,a}$	d/a		300	
공조/냉방 일일 가동 시간	h		6:00	20:00
공조/냉방/난방 연간 가동 일 $d_{op}$	d/a		300	
난방 일일 가동시간	h		6:00	20:00
실내 환경(상태)				
난방 요구온도 $v_{i,h,soll}$	℃		20	
냉방 요구온도 $v_{i,c,soll}$	℃		26	
해석 난방 최소온도 $v_{i,h,min}$	℃		21	
해석 냉방 최대온도 $v_{i,c,max}$	℃		27	
감소가동 시 온도저하 $\Delta v_{i,NA}$	K		4	
습도요구	-		편차 허용	
최소 외기 풍량 $\dot{V}_A$				
사람 기준	m³/h·인			25
면적 기준	m³/h·m²			-
기계식 외기 풍량(Practice)			부터	까지
환기횟수	h⁻¹		-	-
공기에 대한 환기횟수	h⁻¹		-	6
조명				
요구 조도 $\overline{E}_m$	lx		500	
작업면 높이 $h_{Ne}$	m		0.8	
감소팩터 $k_A$	-		0.88	
상대적 부재율 $C_A$	-		0	
실(공간) 인덱스 $k$	-		1.5	
건물가동시간에 대한 감소팩터 $F_{t,n}$	-		1	
사람 조밀도				
최대 조밀도		낮음	중간	높음
m²/인		3	2.4	1.8
내부 열원				
	최대이용시간 (h/d)	면적당 성능 (W/m²)		
		낮음	중간	높음
사람(70 W/인)	6	23	29	39
작업 보조기기 <sup>a</sup>	0	0	0	0
일일 열 유입 $(q_{L,p} + q_{L,fac})$	Wh/m²·d	138	174	234
a 낮음/중간/높음 등은 작업 보조기기에 대해 1인 당 50/100/150 W와 같음				

<표 3.2.2-29> 용도 프로파일 - 도서관 자유열람실

도서관 자유열람실			29	
이용시간		부터	까지	
일일 이용시간	h	8:00	20:00	
연간 이용일수 $d_{nutz,a}$	d/a	300		
공조/냉방 일일 가동 시간	h	6:00	20:00	
공조/냉방/난방 연간 가동 일 $d_{op}$	d/a	300		
난방 일일 가동시간	h	6:00	20:00	
실내 환경(상태)				
난방 요구온도 $v_{i,h,soll}$	℃	20		
냉방 요구온도 $v_{i,c,soll}$	℃	26		
해석 난방 최소온도 $v_{i,h,min}$	℃	21		
해석 냉방 최대온도 $v_{i,c,max}$	℃	27		
감소가동 시 온도저하 $\Delta v_{i,NA}$	K	4		
습도요구	-	편차 허용		
최소 외기 풍량 $\dot{V}_A$				
사람 기준	m³/h·인	25		
면적 기준	m³/h·m²	-		
기계식 외기 풍량(Practice)		부터	까지	
환기횟수	h⁻¹	-	-	
공기에 대한 환기횟수	h⁻¹	3	12	
조명				
요구 조도 $\overline{E}_m$	lx	200		
작업면 높이 $h_{Ne}$	m	0.8		
감소팩터 $k_A$	-	1		
상대적 부재율 $C_A$	-	0		
실(공간) 인덱스 $k$	-	1.5		
건물가동시간에 대한 감소팩터 $F_{t,n}$	-	1		
사람 조밀도				
최대 조밀도		낮음	중간	높음
	m²/인	3	2.4	1.8
내부 열원				
	최대이용시간 (h/d)	면적당 성능 (W/m²)		
		낮음	중간	높음
사람(70 W/인)	6	23	29	39
작업 보조기기 <sup>a</sup>	0	0	0	0
일일 열 유입 $(q_{L,p} + q_{L,fac})$	Wh/m²·d	138	174	234
a 낮음/중간/높음 등은 작업 보조기기에 대해 1인 당 50/100/150 W와 같음				

<표 3.2.2-30> 용도 프로파일 - 도서관(잡지)

도서관-잡지			30	
이용시간			부터	까지
일일 이용시간	h		8:00	20:00
연간 이용일수 $d_{nutz,a}$	d/a		300	
공조/냉방 일일 가동 시간	h		6:00	20:00
공조/냉방/난방 연간 가동 일 $d_{op}$	d/a		300	
난방 일일 가동시간	h		6:00	20:00
실내 환경(상태)				
난방 요구온도 $v_{i,h,soll}$	℃		20	
냉방 요구온도 $v_{i,c,soll}$	℃		26	
해석 난방 최소온도 $v_{i,h,min}$	℃		21	
해석 냉방 최대온도 $v_{i,c,max}$	℃		27	
감소가동 시 온도저하 $\Delta v_{i,NA}$	K		4	
습도요구	-		편차 허용	
최소 외기 풍량 $\dot{V}_A$				
사람 기준	m³/h·인		25	
면적 기준	m³/h·m²		3	
기계식 외기 풍량(Practice)			부터	까지
환기횟수	h⁻¹		-	-
공기에 대한 환기횟수	h⁻¹		3	12
조명				
요구 조도 $\overline{E}_m$	lx		100	
작업면 높이 $h_{Ne}$	m		0.8	
감소팩터 $k_A$	-		1	
상대적 부재율 $C_A$	-		0.9	
실(공간) 인덱스 $k$	-		1.5	
건물가동시간에 대한 감소팩터 $F_{t,n}$	-		1	
사람 조밀도				
최대 조밀도		낮음	중간	높음
	m²/인	-	-	-
내부 열원				
	최대이용시간 (h/d)	면적당 성능 (W/m²)		
		낮음	중간	높음
사람(70 W/인)	-	-	-	47
작업 보조기기 <sup>a</sup>	-	-	-	-
일일 열 유입 $(q_{L,p} + q_{L,fac})$	Wh/m²·d	-	-	-
a 낮음/중간/높음 등은 작업 보조기기에 대해 1인 당 50/100/150 W와 같음				

<표 3.2.2-31> 용도 프로파일 - 체육관(스포츠 홀)

체육관(스포츠 홀)			31	
이용시간			부터	까지
일일 이용시간	h		8:00	23:00
연간 이용일수 $d_{nutz,a}$	d/a		300	
공조/냉방 일일 가동 시간	h		6:00	23:00
공조/냉방/난방 연간 가동 일 $d_{op}$	d/a		300	
난방 일일 가동시간	h		6:00	23:00
실내 환경(상태)				
난방 요구온도 $v_{i,h,soll}$	℃		20	
냉방 요구온도 $v_{i,c,soll}$	℃		26	
해석 난방 최소온도 $v_{i,h,min}$	℃		21	
해석 냉방 최대온도 $v_{i,c,max}$	℃		27	
감소가동 시 온도저하 $\Delta v_{i,NA}$	K		4	
습도요구	-		편차 허용	
최소 외기 풍량 $\dot{V}_A$				
사람 기준	m³/h·인		60	
면적 기준	m³/h·m²		-	
기계식 외기 풍량(Practice)			부터	까지
환기횟수	h <sup>-1</sup>		-	6
공기에 대한 환기횟수	h <sup>-1</sup>		-	-
조명				
요구 조도 $\overline{E}_m$	lx		300	
작업면 높이 $h_{Ne}$	m		0.8	
감소팩터 $k_A$	-		1	
상대적 부재율 $C_A$	-		0.3	
실(공간) 인덱스 $k$	-		2	
건물가동시간에 대한 감소팩터 $F_{t,n}$	-		1	
사람 조밀도				
최대 조밀도		낮음	중간	높음
	m²/인	30	20	10
내부 열원				
	최대이용시간 (h/d)	면적당 성능 (W/m²)		
		낮음	중간	높음
사람(70 W/인)	10	4	6	13
작업 보조기기 <sup>a</sup>	0	0	0	0
일일 열 유입 ( $q_{L,p} + q_{L,fac}$ )	Wh/m²·d	40	60	130
a 낮음/중간/높음 등은 작업 보조기기에 대해 1인 당 50/100/150 W와 같음				

<표 3.2.2-32> 용도 프로파일 - 주차건물(사무실 및 개인 이용)

주차건물(사무실 및 개인 이용)			32	
이용시간			부터	까지
일일 이용시간	h		8:00	18:00
연간 이용일수 $d_{nutz,a}$	d/a		250	
공조/냉방 일일 가동 시간	h		6:00	18:00
공조/냉방/난방 연간 가동 일 $d_{op}$	d/a		250	
난방 일일 가동시간	h		6:00	18:00
실내 환경(상태)				
난방 요구온도 $v_{i,h,soll}$	℃		-	
냉방 요구온도 $v_{i,c,soll}$	℃		-	
해석 난방 최소온도 $v_{i,h,min}$	℃		-	
해석 냉방 최대온도 $v_{i,c,max}$	℃		-	
감소가동 시 온도저하 $\Delta v_{i,NA}$	K		-	
습도요구	-		편차 허용	
최소 외기 풍량 $\dot{V}_A$				
사람 기준	m³/h·인		25	
면적 기준	m³/h·m²		8	
기계식 외기 풍량(Practice)			부터	까지
환기횟수	h⁻¹		-	-
공기에 대한 환기횟수	h⁻¹		-	-
조명				
요구 조도 $\overline{E}_m$	lx		75	
작업면 높이 $h_{Ne}$	m		0	
감소팩터 $k_A$	-		1	
상대적 부재율 $C_A$	-		0.95	
실(공간) 인덱스 $k$	-		2	
건물가동시간에 대한 감소팩터 $F_{t,n}$	-		1	
사람 조밀도				
최대 조밀도		낮음	중간	높음
	m²/인	-	-	-
내부 열원				
	최대이용시간 (h/d)	면적당 성능 (W/m²)		
		낮음	중간	높음
사람(70 W/인)	-	-	-	47
작업 보조기기 <sup>a</sup>	-	-	-	-
일일 열 유입 $(q_{L,p} + q_{L,fac})$	Wh/m²·d	-	-	-
a 낮음/중간/높음 등은 작업 보조기기에 대해 사람당 50/100/150 W와 같음				



<표 3.2.2-33> 용도 프로파일 - 주차건물(공공 이용)

주차건물(공공 이용)				33
이용시간		부터	까지	
일일 이용시간	h	7:00	0:00	
연간 이용일수 $d_{nutz,a}$	d/a	365		
공조/냉방 일일 가동 시간	h	7:00	0:00	
공조/냉방/난방 연간 가동 일 $d_{op}$	d/a	365		
난방 일일 가동시간	h	-	-	
실내 환경(상태)				
난방 요구온도 $v_{i,h,soll}$	℃	-		
냉방 요구온도 $v_{i,c,soll}$	℃	-		
해석 난방 최소온도 $v_{i,h,min}$	℃	-		
해석 냉방 최대온도 $v_{i,c,max}$	℃	-		
감소가동 시 온도저하 $\Delta v_{i,NA}$	K	-		
습도요구	-	편차허용		
최소 외기 풍량 $\dot{V}_A$				
사람 기준	m³/h·인	25		
면적 기준	m³/h·m²	-		
기계식 외기 풍량(Practice)		부터	까지	
환기횟수	h⁻¹	-	-	
공기에 대한 환기횟수	h⁻¹	-	-	
조명				
요구 조도 $\overline{E}_m$	lx	75		
작업면 높이 $h_{Ne}$	m	0		
감소팩터 $k_A$	-	1		
상대적 부재율 $C_A$	-	0.8		
실(공간) 인덱스 $k$	-	4		
건물가동시간에 대한 감소팩터 $F_{t,n}$	-	1		
사람 조밀도				
최대 조밀도		낮음	중간	높음
	m²/인	-	-	-
내부 열원				
	최대이용시간 (h/d)	면적당 성능 (W/m²)		
		낮음	중간	높음
사람(70 W/인)	-	-	-	47
작업 보조기기 <sup>a</sup>	-	-	-	-
일일 열 유입 ( $q_{I,p} + q_{I,fac}$ )	Wh/m²·d	-	-	-
a 낮음/중간/높음 등은 작업 보조기기에 대해 1인 당 50/100/150 W와 같음				

「건축물 에너지효율등급 인증제도 운영규정」은 건축물 에너지효율등급 인증제도를 운영하는데 필요한 사항을 규정하고 있다.<sup>8)</sup> 다양한 공간으로 구성된 건물은 공간들에 대한 용도프로필이 상이하므로 한 등급체계에 맞춰 건물의 등급을 정하고자 한다면, 각각의 공간들에 대한 용도프로필을 서로 비교 가능하도록 변환시켜야 한다. <표 3.2.2-34>에서 <표 3.2.2-53>에 에너지원별 용도프로필에 대한 가중치를 제시하고 있다. 여기에 사용된 단위는 다음과 같이 해석된다.

- 시 : 시작 또는 종료되는 시점
- $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$  : 단위시간(h) 당 & 단위면적( $\text{m}^2$ ) 당 도입 외피 풍량( $\text{m}^3$ )
- $\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$  : 일일(d) 단위면적( $\text{m}^2$ ) 당 발생열량(Wh)
- $\text{d}/\text{mth}$  : 월간(mth) 일수(d)

---

8) 건축물 에너지효율등급 인증제도 운영규정, 제정 2001.11.5., 전문개정 2013.9.10.(5차)

<표 3.2.2-34> 주거 공간 용도프로필

구분	단위	값
공간 사용 시작/종료, 설비 운전 시작/종료		
사용시작	시	00:00
사용종료	시	24:00
운전시작	시	00:00
운전종료	시	24:00
설정 요구량		
최소 도입 외기 풍량	$\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$	1.6
급탕요구량	$\text{Wh}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	84
조명시간	h	5
열원 및 발열량		
사람	$\text{Wh}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	53
작업 보조기기	$\text{Wh}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	52
실내공기온도		
난방설정온도	°C	20
냉방설정온도	°C	26
월 사용일수		
1월 사용일수	d/mth	31
2월 사용일수	d/mth	28
3월 사용일수	d/mth	31
4월 사용일수	d/mth	30
5월 사용일수	d/mth	31
6월 사용일수	d/mth	30
7월 사용일수	d/mth	31
8월 사용일수	d/mth	31
9월 사용일수	d/mth	30
10월 사용일수	d/mth	31
11월 사용일수	d/mth	30
12월 사용일수	d/mth	31
에너지원별 용도프로필 가중치		
난방	-	1
냉방	-	1
급탕	-	1
조명	-	1
환기	-	1

<표 3.2.2-35> 소규모 사무실(30m² 이하) 용도프로필

구분	단위	값
공간 사용 시작/종료, 설비 운전 시작/종료		
사용시작	시	09:00
사용종료	시	18:00
운전시작	시	07:00
운전종료	시	18:00
설정 요구량		
최소 도입 외기 풍량	m³/(h·m²)	4
급탕요구량	Wh/(m²·d)	30
조명시간	h	6
열원 및 발열량		
사람	Wh/(m²·d)	30
작업 보조기기	Wh/(m²·d)	42
실내공기온도		
난방설정온도	°C	20
냉방설정온도	°C	26
월 사용일수		
1월 사용일수	d/mth	22
2월 사용일수	d/mth	19
3월 사용일수	d/mth	21
4월 사용일수	d/mth	22
5월 사용일수	d/mth	22
6월 사용일수	d/mth	20
7월 사용일수	d/mth	22
8월 사용일수	d/mth	21
9월 사용일수	d/mth	18
10월 사용일수	d/mth	21
11월 사용일수	d/mth	21
12월 사용일수	d/mth	21
에너지원별 용도프로필 가중치		
난방	-	1
냉방	-	1
급탕	-	1
조명	-	1.500
환기	-	1

<표 3.2.2-36> 대규모 사무실(30m<sup>2</sup> 초과) 용도프로필

구분	단위	값
공간 사용 시작/종료, 설비 운전 시작/종료		
사용시작	시	09:00
사용종료	시	18:00
운전시작	시	07:00
운전종료	시	18:00
설정 요구량		
최소 도입 외기 풍량	m <sup>3</sup> /(h·m <sup>2</sup> )	6
급탕요구량	Wh/(m <sup>2</sup> ·d)	30
조명시간	h	9
열원 및 발열량		
사람	Wh/(m <sup>2</sup> ·d)	55.8
작업 보조기기	Wh/(m <sup>2</sup> ·d)	126
실내공기온도		
난방설정온도	°C	20
냉방설정온도	°C	26
월 사용일수		
1월 사용일수	d/mth	22
2월 사용일수	d/mth	19
3월 사용일수	d/mth	21
4월 사용일수	d/mth	22
5월 사용일수	d/mth	22
6월 사용일수	d/mth	20
7월 사용일수	d/mth	22
8월 사용일수	d/mth	21
9월 사용일수	d/mth	18
10월 사용일수	d/mth	21
11월 사용일수	d/mth	21
12월 사용일수	d/mth	21
에너지원별 용도프로필 가중치		
난방	-	1
냉방	-	1
급탕	-	1
조명	-	1
환기	-	1

〈표 3.2.2-37〉 회의실 및 세미나실 용도프로필

구분	단위	값
공간 사용 시작/종료, 설비 운전 시작/종료		
사용시작	시	07:00
사용종료	시	18:00
운전시작	시	07:00
운전종료	시	18:00
설정 요구량		
최소 도입 외기 풍량	$\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$	15
급탕요구량	$\text{Wh}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	30
조명시간	h	11
열원 및 발열량		
사람	$\text{Wh}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	96
작업 보조기기	$\text{Wh}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	8
실내공기온도		
난방설정온도	$^{\circ}\text{C}$	20
냉방설정온도	$^{\circ}\text{C}$	26
월 사용일수		
1월 사용일수	d/mth	22
2월 사용일수	d/mth	19
3월 사용일수	d/mth	21
4월 사용일수	d/mth	22
5월 사용일수	d/mth	22
6월 사용일수	d/mth	20
7월 사용일수	d/mth	22
8월 사용일수	d/mth	21
9월 사용일수	d/mth	18
10월 사용일수	d/mth	21
11월 사용일수	d/mth	21
12월 사용일수	d/mth	21
에너지원별 용도프로필 가중치		
난방	-	1
냉방	-	1
급탕	-	1
조명	-	0.818
환기	-	1

〈표 3.2.2-38〉 강당 용도프로필

구분	단위	값
공간 사용 시작/종료, 설비 운전 시작/종료		
사용시작	시	07:00
사용종료	시	18:00
운전시작	시	07:00
운전종료	시	18:00
설정 요구량		
최소 도입 외기 풍량	$\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$	2
급탕요구량	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	30
조명시간	h	11
열원 및 발열량		
사람	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	36
작업 보조기기	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	24
실내공기온도		
난방설정온도	$^{\circ}\text{C}$	20
냉방설정온도	$^{\circ}\text{C}$	26
월 사용일수		
1월 사용일수	d/mth	22
2월 사용일수	d/mth	19
3월 사용일수	d/mth	21
4월 사용일수	d/mth	22
5월 사용일수	d/mth	22
6월 사용일수	d/mth	20
7월 사용일수	d/mth	22
8월 사용일수	d/mth	21
9월 사용일수	d/mth	18
10월 사용일수	d/mth	21
11월 사용일수	d/mth	21
12월 사용일수	d/mth	21
에너지원별 용도프로필 가중치		
난방	-	1
냉방	-	1
급탕	-	1
조명	-	0.818
환기	-	1

〈표 3.2.2-39〉 구내식당 용도프로필

구분	단위	값
공간 사용 시작/종료, 설비 운전 시작/종료		
사용시작	시	08:00
사용종료	시	15:00
운전시작	시	08:00
운전종료	시	15:00
설정 요구량		
최소 도입 외기 풍량	$\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$	18
급탕요구량	$\text{Wh}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	1250
조명시간	h	7
열원 및 발열량		
사람	$\text{Wh}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	177
작업 보조기기	$\text{Wh}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	10
실내공기온도		
난방설정온도	$^{\circ}\text{C}$	20
냉방설정온도	$^{\circ}\text{C}$	26
월 사용일수		
1월 사용일수	d/mth	22
2월 사용일수	d/mth	19
3월 사용일수	d/mth	21
4월 사용일수	d/mth	22
5월 사용일수	d/mth	22
6월 사용일수	d/mth	20
7월 사용일수	d/mth	22
8월 사용일수	d/mth	21
9월 사용일수	d/mth	18
10월 사용일수	d/mth	21
11월 사용일수	d/mth	21
12월 사용일수	d/mth	21
에너지원별 용도프로필 가중치		
난방	-	1.571
냉방	-	1.571
급탕	-	0.024
조명	-	1.286
환기	-	1.571



〈표 3.2.2-40〉 화장실 용도프로필

구분	단위	값
공간 사용 시작/종료, 설비 운전 시작/종료		
사용시작	시	07:00
사용종료	시	18:00
운전시작	시	07:00
운전종료	시	18:00
설정 요구량		
최소 도입 외기 풍량	$\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$	15
급탕요구량	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	0
조명시간	h	11
열원 및 발열량		
사람	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	0
작업 보조기기	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	0
실내공기온도		
난방설정온도	$^{\circ}\text{C}$	20
냉방설정온도	$^{\circ}\text{C}$	26
월 사용일수		
1월 사용일수	d/mth	22
2월 사용일수	d/mth	19
3월 사용일수	d/mth	21
4월 사용일수	d/mth	22
5월 사용일수	d/mth	22
6월 사용일수	d/mth	20
7월 사용일수	d/mth	22
8월 사용일수	d/mth	21
9월 사용일수	d/mth	18
10월 사용일수	d/mth	21
11월 사용일수	d/mth	21
12월 사용일수	d/mth	21
에너지원별 용도프로필 가중치		
난방	-	1
냉방	-	1
급탕	-	0
조명	-	0.818
환기	-	1

〈표 3.2.2-41〉 그 외 체류공간(휴게실, 탈의실, 헬스장, 열람실, 매점 등) 용도프로필

구분	단위	값
공간 사용 시작/종료, 설비 운전 시작/종료		
사용시작	시	07:00
사용종료	시	18:00
운전시작	시	07:00
운전종료	시	18:00
설정 요구량		
최소 도입 외기 풍량	$\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$	7
급탕요구량	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	30
조명시간	h	11
열원 및 발열량		
사람	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	96
작업 보조기기	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	8
실내공기온도		
난방설정온도	$^{\circ}\text{C}$	20
냉방설정온도	$^{\circ}\text{C}$	26
월 사용일수		
1월 사용일수	d/mth	22
2월 사용일수	d/mth	19
3월 사용일수	d/mth	21
4월 사용일수	d/mth	22
5월 사용일수	d/mth	22
6월 사용일수	d/mth	20
7월 사용일수	d/mth	22
8월 사용일수	d/mth	21
9월 사용일수	d/mth	18
10월 사용일수	d/mth	21
11월 사용일수	d/mth	21
12월 사용일수	d/mth	21
에너지원별 용도프로필 가중치		
난방	-	1
냉방	-	1
급탕	-	1
조명	-	0.818
환기	-	1

<표 3.2.2-42> 부속공간(로비, 복도, 계단실 등) 용도프로필

구분	단위	값
공간 사용 시작/종료, 설비 운전 시작/종료		
사용시작	시	07:00
사용종료	시	18:00
운전시작	시	07:00
운전종료	시	18:00
설정 요구량		
최소 도입 외기 풍량	$\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$	0.15
급탕요구량	$\text{Wh}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	0
조명시간	h	11
열원 및 발열량		
사람	$\text{Wh}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	0
작업 보조기기	$\text{Wh}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	0
실내공기온도		
난방설정온도	$^{\circ}\text{C}$	20
냉방설정온도	$^{\circ}\text{C}$	26
월 사용일수		
1월 사용일수	d/mth	22
2월 사용일수	d/mth	19
3월 사용일수	d/mth	21
4월 사용일수	d/mth	22
5월 사용일수	d/mth	22
6월 사용일수	d/mth	20
7월 사용일수	d/mth	22
8월 사용일수	d/mth	21
9월 사용일수	d/mth	18
10월 사용일수	d/mth	21
11월 사용일수	d/mth	21
12월 사용일수	d/mth	21
에너지원별 용도프로필 가중치		
난방	-	1
냉방	-	1
급탕	-	0
조명	-	0.818
환기	-	1

〈표 3.2.2-43〉 창고/설비/문서실 용도프로필

구분	단위	값
공간 사용 시작/종료, 설비 운전 시작/종료		
사용시작	시	07:00
사용종료	시	18:00
운전시작	시	07:00
운전종료	시	18:00
설정 요구량		
최소 도입 외기 풍량	$\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$	0.15
급탕요구량	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	0
조명시간	h	11
열원 및 발열량		
사람	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	0
작업 보조기기	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	0
실내공기온도		
난방설정온도	°C	20
냉방설정온도	°C	26
월 사용일수		
1월 사용일수	d/mth	22
2월 사용일수	d/mth	19
3월 사용일수	d/mth	21
4월 사용일수	d/mth	22
5월 사용일수	d/mth	22
6월 사용일수	d/mth	20
7월 사용일수	d/mth	22
8월 사용일수	d/mth	21
9월 사용일수	d/mth	18
10월 사용일수	d/mth	21
11월 사용일수	d/mth	21
12월 사용일수	d/mth	21
에너지원별 용도프로필 가중치		
난방	-	1
냉방	-	1
급탕	-	0
조명	-	0.818
환기	-	1

〈표 3.2.2-44〉 전산실 용도프로필

구분	단위	값
공간 사용 시작/종료, 설비 운전 시작/종료		
사용시작	시	00:00
사용종료	시	24:00
운전시작	시	00:00
운전종료	시	24:00
설정 요구량		
최소 도입 외기 풍량	$\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$	1.3
급탕요구량	$\text{Wh}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	30
조명시간	h	12
열원 및 발열량		
사람	$\text{Wh}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	15
작업 보조기기	$\text{Wh}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	1800
실내공기온도		
난방설정온도	$^{\circ}\text{C}$	20
냉방설정온도	$^{\circ}\text{C}$	26
월 사용일수		
1월 사용일수	d/mth	31
2월 사용일수	d/mth	28
3월 사용일수	d/mth	31
4월 사용일수	d/mth	30
5월 사용일수	d/mth	31
6월 사용일수	d/mth	30
7월 사용일수	d/mth	31
8월 사용일수	d/mth	31
9월 사용일수	d/mth	30
10월 사용일수	d/mth	31
11월 사용일수	d/mth	30
12월 사용일수	d/mth	31
에너지원별 용도프로필 가중치		
난방	-	0.314
냉방	-	0.314
급탕	-	0.685
조명	-	0.514
환기	-	0.314

〈표 3.2.2-45〉 주방 및 조리실 용도프로필

구분	단위	값
공간 사용 시작/종료, 설비 운전 시작/종료		
사용시작	시	08:00
사용종료	시	15:00
운전시작	시	08:00
운전종료	시	15:00
설정 요구량		
최소 도입 외기 풍량	$\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$	90
급탕요구량	$\text{Wh}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	0
조명시간	h	7
열원 및 발열량		
사람	$\text{Wh}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	56
작업 보조기기	$\text{Wh}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	1800
실내공기온도		
난방설정온도	$^{\circ}\text{C}$	20
냉방설정온도	$^{\circ}\text{C}$	26
월 사용일수		
1월 사용일수	d/mth	22
2월 사용일수	d/mth	19
3월 사용일수	d/mth	21
4월 사용일수	d/mth	22
5월 사용일수	d/mth	22
6월 사용일수	d/mth	20
7월 사용일수	d/mth	22
8월 사용일수	d/mth	21
9월 사용일수	d/mth	18
10월 사용일수	d/mth	21
11월 사용일수	d/mth	21
12월 사용일수	d/mth	21
에너지원별 용도프로필 가중치		
난방	-	1.571
냉방	-	1.571
급탕	-	0
조명	-	1.286
환기	-	1.571

<표 3.2.2-46> 병실 용도프로필

구분	단위	값
공간 사용 시작/종료, 설비 운전 시작/종료		
사용시작	시	00:00
사용종료	시	24:00
운전시작	시	00:00
운전종료	시	24:00
설정 요구량		
최소 도입 외기 풍량	$\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$	4
급탕요구량	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	82
조명시간	h	12
열원 및 발열량		
사람	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	108
작업 보조기기	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	24
실내공기온도		
난방설정온도	$^{\circ}\text{C}$	20
냉방설정온도	$^{\circ}\text{C}$	26
월 사용일수		
1월 사용일수	d/mth	31
2월 사용일수	d/mth	28
3월 사용일수	d/mth	31
4월 사용일수	d/mth	30
5월 사용일수	d/mth	31
6월 사용일수	d/mth	30
7월 사용일수	d/mth	31
8월 사용일수	d/mth	31
9월 사용일수	d/mth	30
10월 사용일수	d/mth	31
11월 사용일수	d/mth	30
12월 사용일수	d/mth	31
에너지원별 용도프로필 가중치		
난방	-	0.314
냉방	-	0.314
급탕	-	0.251
조명	-	0.514
환기	-	0.314

〈표 3.2.2-47〉 객실 용도프로필

구분	단위	값
공간 사용 시작/종료, 설비 운전 시작/종료		
사용시작	시	21:00
사용종료	시	08:00
운전시작	시	21:00
운전종료	시	08:00
설정 요구량		
최소 도입 외기 풍량	$\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$	3
급탕요구량	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	82
조명시간	h	4
열원 및 발열량		
사람	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	70
작업 보조기기	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	44
실내공기온도		
난방설정온도	$^{\circ}\text{C}$	20
냉방설정온도	$^{\circ}\text{C}$	26
월 사용일수		
1월 사용일수	d/mth	31
2월 사용일수	d/mth	28
3월 사용일수	d/mth	31
4월 사용일수	d/mth	30
5월 사용일수	d/mth	31
6월 사용일수	d/mth	30
7월 사용일수	d/mth	31
8월 사용일수	d/mth	31
9월 사용일수	d/mth	30
10월 사용일수	d/mth	31
11월 사용일수	d/mth	30
12월 사용일수	d/mth	31
에너지원별 용도프로필 가중치		
난방	-	0.685
냉방	-	0.685
급탕	-	0.251
조명	-	1.541
환기	-	0.685



〈표 3.2.2-48〉 교실(초중고) 용도프로필

구분	단위	값
공간 사용 시작/종료, 설비 운전 시작/종료		
사용시작	시	08:00
사용종료	시	15:00
운전시작	시	08:00
운전종료	시	15:00
설정 요구량		
최소 도입 외기 풍량	$\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$	10
급탕요구량	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	30
조명시간	h	6
열원 및 발열량		
사람	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	100
작업 보조기기	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	20
실내공기온도		
난방설정온도	°C	20
냉방설정온도	°C	26
월 사용일수		
1월 사용일수	d/mth	0
2월 사용일수	d/mth	14
3월 사용일수	d/mth	23
4월 사용일수	d/mth	22
5월 사용일수	d/mth	21
6월 사용일수	d/mth	22
7월 사용일수	d/mth	15
8월 사용일수	d/mth	3
9월 사용일수	d/mth	22
10월 사용일수	d/mth	21
11월 사용일수	d/mth	22
12월 사용일수	d/mth	15
에너지원별 용도프로필 가중치		
난방	-	1.964
냉방	-	1.964
급탕	-	1.250
조명	-	1.875
환기	-	1.964

〈표 3.2.2-49〉 강의실(대학) 용도프로필

구분	단위	값
공간 사용 시작/종료, 설비 운전 시작/종료		
사용시작	시	09:00
사용종료	시	18:00
운전시작	시	09:00
운전종료	시	18:00
설정 요구량		
최소 도입 외기 풍량	$\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$	30
급탕요구량	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	30
조명시간	h	6
열원 및 발열량		
사람	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	420
작업 보조기기	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	24
실내공기온도		
난방설정온도	$^{\circ}\text{C}$	20
냉방설정온도	$^{\circ}\text{C}$	26
월 사용일수		
1월 사용일수	d/mth	0
2월 사용일수	d/mth	0
3월 사용일수	d/mth	20
4월 사용일수	d/mth	20
5월 사용일수	d/mth	15
6월 사용일수	d/mth	20
7월 사용일수	d/mth	5
8월 사용일수	d/mth	0
9월 사용일수	d/mth	20
10월 사용일수	d/mth	20
11월 사용일수	d/mth	21
12월 사용일수	d/mth	9
에너지원별 용도프로필 가중치		
난방	-	2.037
냉방	-	2.037
급탕	-	1.667
조명	-	2.500
환기	-	2.037

〈표 3.2.2-50〉 매장(상점/백화점) 용도프로필

구분	단위	값
공간 사용 시작/종료, 설비 운전 시작/종료		
사용시작	시	08:00
사용종료	시	20:00
운전시작	시	08:00
운전종료	시	20:00
설정 요구량		
최소 도입 외기 풍량	$\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$	4
급탕요구량	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	30
조명시간	h	12
열원 및 발열량		
사람	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	84
작업 보조기기	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	24
실내공기온도		
난방설정온도	$^{\circ}\text{C}$	20
냉방설정온도	$^{\circ}\text{C}$	26
월 사용일수		
1월 사용일수	d/mth	26
2월 사용일수	d/mth	23
3월 사용일수	d/mth	25
4월 사용일수	d/mth	26
5월 사용일수	d/mth	26
6월 사용일수	d/mth	24
7월 사용일수	d/mth	26
8월 사용일수	d/mth	26
9월 사용일수	d/mth	22
10월 사용일수	d/mth	25
11월 사용일수	d/mth	26
12월 사용일수	d/mth	25
에너지원별 용도프로필 가중치		
난방	-	0.764
냉방	-	0.764
급탕	-	0.833
조명	-	※수식 참조
환기	-	0.764

※ 매장의 경우 조명밀도에 대한 보정치

조명 가중치 =  $0.625 \times \text{보정치}$

10  $\text{W}/\text{m}^2$  이하일 경우 : 보정치 = 1

10  $\text{W}/\text{m}^2$  초과일 경우 : 보정치 =  $(\text{해당실 조명밀도} - 10) \times 0.4 + 10 \div (\text{해당실 조명밀도})$

〈표 3.2.2-51〉 전시실(전시관/박물관) 용도프로필

구분	단위	값
공간 사용 시작/종료, 설비 운전 시작/종료		
사용시작	시	10:00
사용종료	시	18:00
운전시작	시	10:00
운전종료	시	18:00
설정 요구량		
최소 도입 외기 풍량	$\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$	2
급탕요구량	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	30
조명시간	h	8
열원 및 발열량		
사람	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	28
작업 보조기기	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	0
실내공기온도		
난방설정온도	$^{\circ}\text{C}$	20
냉방설정온도	$^{\circ}\text{C}$	26
월 사용일수		
1월 사용일수	d/mth	22
2월 사용일수	d/mth	19
3월 사용일수	d/mth	21
4월 사용일수	d/mth	22
5월 사용일수	d/mth	22
6월 사용일수	d/mth	20
7월 사용일수	d/mth	22
8월 사용일수	d/mth	21
9월 사용일수	d/mth	18
10월 사용일수	d/mth	21
11월 사용일수	d/mth	21
12월 사용일수	d/mth	21
에너지원별 용도프로필 가중치		
난방	-	1.375
냉방	-	1.375
급탕	-	1
조명	-	1.125
환기	-	1.375

〈표 3.2.2-52〉 열람실(도서관) 용도프로필

구분	단위	값
공간 사용 시작/종료, 설비 운전 시작/종료		
사용시작	시	08:00
사용종료	시	20:00
운전시작	시	08:00
운전종료	시	20:00
설정 요구량		
최소 도입 외기 풍량	$\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$	8
급탕요구량	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	30
조명시간	h	12
열원 및 발열량		
사람	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	168
작업 보조기기	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	0
실내공기온도		
난방설정온도	$^{\circ}\text{C}$	20
냉방설정온도	$^{\circ}\text{C}$	26
월 사용일수		
1월 사용일수	d/mth	26
2월 사용일수	d/mth	23
3월 사용일수	d/mth	25
4월 사용일수	d/mth	26
5월 사용일수	d/mth	26
6월 사용일수	d/mth	24
7월 사용일수	d/mth	26
8월 사용일수	d/mth	26
9월 사용일수	d/mth	22
10월 사용일수	d/mth	25
11월 사용일수	d/mth	26
12월 사용일수	d/mth	25
에너지원별 용도프로필 가중치		
난방	-	0.764
냉방	-	0.764
급탕	-	0.833
조명	-	0.625
환기	-	0.764

〈표 3.2.2-53〉 체육시설 용도프로필

구분	단위	값
공간 사용 시작/종료, 설비 운전 시작/종료		
사용시작	시	08:00
사용종료	시	23:00
운전시작	시	08:00
운전종료	시	23:00
설정 요구량		
최소 도입 외기 풍량	$\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$	3
급탕요구량	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	220
조명시간	h	15
열원 및 발열량		
사람	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	60
작업 보조기기	$\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	0
실내공기온도		
난방설정온도	°C	20
냉방설정온도	°C	26
월 사용일수		
1월 사용일수	d/mth	26
2월 사용일수	d/mth	23
3월 사용일수	d/mth	25
4월 사용일수	d/mth	26
5월 사용일수	d/mth	26
6월 사용일수	d/mth	24
7월 사용일수	d/mth	26
8월 사용일수	d/mth	26
9월 사용일수	d/mth	22
10월 사용일수	d/mth	25
11월 사용일수	d/mth	26
12월 사용일수	d/mth	25
에너지원별 용도프로필 가중치		
난방	-	0.611
냉방	-	0.611
급탕	-	0.114
조명	-	0.500
환기	-	0.611

### 3. 건물의 조닝

건물은 다양한 공간과 실(室)들로 구성된다. 건물의 조닝에서 공간과 실들은 사용 용도가 달라서 에너지 요구가 다를 때 별도의 단위로 간주된다. 따라서 공간과 실들에 알맞게 에너지가 공급되려면 공간과 실들이 에너지공급에 적절하게 구획되어야 하는데 바로 이러한 구획작업을 조닝이라 한다.

조닝은 건물의 에너지 모델링에서 가장 먼저 검토되어야 하며, 매우 중요하면서 동시에 아주 어려운 작업 중의 하나이다. 조닝은 건물에 요구되는 에너지를 공급하기 위하여 건물 내 공간 또는 실들을 여러 개의 공조 존 또는 열적 공간 등으로 나누는 작업이다. 조닝에는 정해진 답이 없다. 그래서 건물 에너지 모델링을 수행하는 주체에 따라 자신의 독창적인 조닝방법이 개발되어 사용되고 있다.

동일한 건물이 상이하게 조닝 될 수 있다는 것은 에너지 시뮬레이션 수행 주체에 따라 에너지 분석의 결과들이 상이하게 도출될 수 있다는 것을 의미한다. 만약 동일한 건물에서 상이한 분석 결과가 도출되면 해석이 다양해져 건물의 에너지 성능에 대한 판단이 어려워진다. 따라서 시뮬레이션의 결과를 상호 비교할 수 있도록 최소한의 조닝규칙이 수립되는 것이 바람직하다.

#### 3.1 조닝에 대한 일반사항

건물을 다수의 존으로 분할하는 것은 건물의 에너지요구량을 효율적으로 분석하는데 도움이 된다. 각각의 존들은 난방, 냉방, 공조, 조명 등 여러 설비에 의해 최소한 하나 이상의 에너지요구가 발생된다. 그리고 개별 존들에서 분석된 에너지요구량을 합산하면 최종적으로 건물 전체에 대한 에너지요구량이 산출된다. 물론 에너지요구가 전혀 발생하지 않는 존도 하나의 존으로 구획되는데, 이러한 존을 **에너지를 사용하지 않는 존(비 에너지사용설비 존)**이라 한다. 그에 반해 에너지요구가 하나 이상 발생하는 존을 **에너지사용설비 존**이라 한다.

그렇다면 건물은 어떻게 조닝 되는가? 여기서 조닝의 원칙들을 살펴보도록 한다.

어떤 한 설비에 의해 공간과 실들에 에너지가 공급되면 이들은 한 존으로 구획된다. 그리고 해당 설비의 에너지요구량은 존별로 산정된다. 또한 건물의 에너지 분석에서 에너지소요량은 설비를 기준으로 산출되므로 에너지를 공급하는 설비와 연결된 공간들은 하나의 존으로 구획되어야 한다.

공간을 사용하는 용도가 같으면 하나의 존으로 구획된다. 이런 원칙은 다음과 같은 경우로 확대 해석될 수 있다. 만약 공간의 사용 용도가 유사하고 실내 환경 조건들이 유사하여 건물의 에너지요구가 같다고 간주해도 에너지요구에 미치는 영향이 크지 않다면 이러한 공간들은 하나의 존으로 구획하여도 무방하다.

존은 가장 우선적으로 에너지요구의 유무에 의해 구획된다. 어떤 존은 난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기 등 다수의 에너지사용설비가 설치될 수도 있다. 또 어떤 존은 예를 들면 조명설비만 설치될 수 있다. 최소 하나 이상의 에너지사용설비가 적용되는 존을 **에너지사용설비 존**이라 부르며, 아무런 에너지사용설비가 전혀 적용되지 않은 존을 **비 에너지사용설비 존**이라 한다.

난방, 냉방, 급탕, 공조, 조명 등 에너지사용설비의 관점에서 종종 공급범위에 대해 언급하는데, 공급범위란 어떤 설비시스템으로부터 에너지를 공급 받는 건물의 범위를 의미한다. 따라서 하나의 공급범위에 다수의 존이 속할 수도 있고, 반대로 하나의 존에 다수의 공급범위가 포함될 수도 있다. 만약 어떤 하나의 존이 난방, 냉방, 급탕, 조명 등의 설비로부터 에너지를 공급받는다면, 이런 존은 4개의 공급범위를 갖는다. 또한 하나의 설비로부터 다수의 존에 에너지가 공급되면, 다수의 존이 하나의 공급범위에 속한다.

## 3.2 건물의 존 분할

동일한 용도의 공간과 실들은 동일하게 운영되는 것으로 간주된다. 공간과 실들이 운영되는 조건을 운전프로필(또는 용도프로필)이라 부르며, 운전프로필이 같으면 원칙적으로 공간과 실들은 하나의 존으로 구획된다. 일반적으로 운전프로필은 표준화되는데, 이를 표준운전프로필이라 한다.

물론 공간과 실들의 운전이 다양하면 세부적인 조닝이 필요하다. 이러한 경우 추가적 존 분할방식에 대한 세부 분할지침(<표 3.2.3-1>)에 따라 존이 세분화된다.

### 3.2.1 운전프로필에 따른 조닝

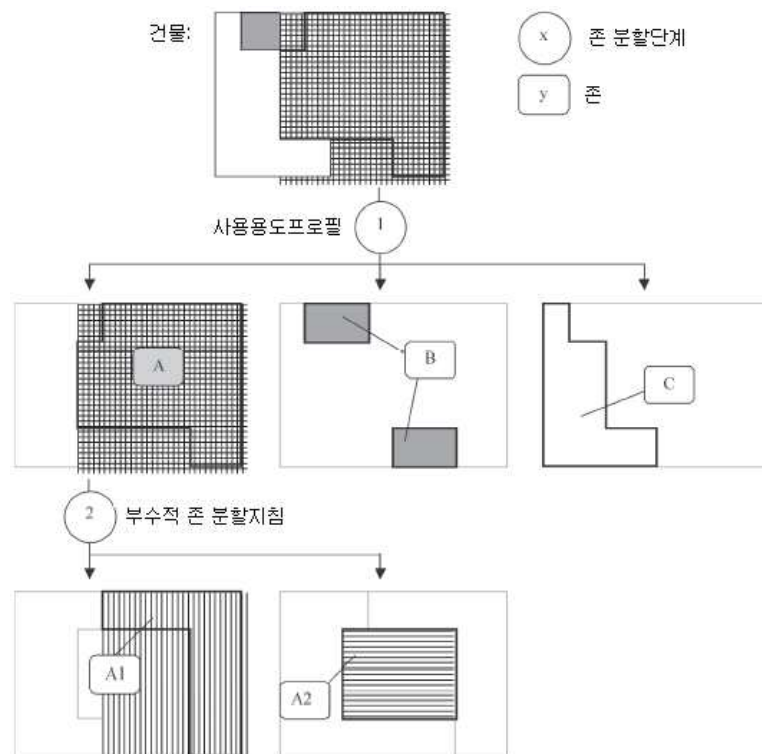
- 공간 또는 실들의 운전프로필이 같으면 하나의 존으로 통합될 수 있다.
- 공간 또는 실들에 대한 운전프로필이 다르면 원칙적으로 다른 존으로 분할된다. 다만 운전 조건이 유사한 공간과 실들은 하나의 존으로 통합이 가능하다.
- 용도가 다른 공간과 실들에 대한 통합도 가능하다. 그러나 만약 용도가 다른 공간이나 실들을 하나의 존으로 통합한 경우에는 사람, 기기, 조명 등에 의한 내부



발열원은 각각의 용도가 차지하는 면적의 비율에 따라서 산정하고, 최소한의 환기횟수도 면적의 비율에 따라 정하도록 한다.

- 용도가 다른 공간과 실들 사이에서 공기순환이 크게 발생하여 존 분할이 갖는 의미가 없다면, 이러한 공간과 실들은 하나의 존으로 통합될 수 있다. 물론 이 경우 역시 앞서 언급된 용도가 다른 공간과 실들에 대하여 통합이 가능한 경우처럼 다뤄져야 한다.
- 어떤 존이 전체 면적에서 차지하는 면적비율이 3% 이내이면서 내부 부하가 뚜렷하게 구분되지 않는다면 다른 존의 바닥면적에 포함시켜 하나의 존으로 통합될 수 있다.

[그림 3.2]에 제시된 예시 건물은 용도프로필에 따른 존의 분할 원칙에 따라 크게 3개의 존(A, B, C)으로 구획되었다. 그리고 존 A는 존에 대한 추가분할지침에 따라서 다시 세부적으로 분할되었다는 것을 평면도를 통하여 제시하고 있다.



[그림 3.2.3-1] 존의 분할 예시

### 3.2.2 추가적 존 분할지침에 따른 조닝

용도프로필이 동일한 공간과 실들에 대하여 구조적이거나 또는 설비적인 특성으

로 인하여 난방, 냉방, 공조 또는 조명 등의 에너지요구량을 세부적으로 분석할 필요가 발생할 수 있다. 따라서 공간과 실들에 대한 추가적인 존 분할지침을 마련하고, 지침에 따라 공간과 실들이 세분화되도록 해야 한다.

가장 먼저 용도프로필에 의해서 존이 구획되고, 다음으로 이렇게 구획된 존에 대한 추가분할지침에 의해 세부 존으로 분할하도록 한다. <표 3.2.3-1>는 동일한 용도프로필에 대하여 추가적인 존의 분할에 대한 지침을 나타낸 것이다. <표 3.2.3-1>에 있는 두 가지 주의사항 중에 해당될 경우 공간/실들은 하나의 존으로 통합하게 된다.

<표 3.2.3-1> 존의 추가분할지침

지침	서술
1 에너지사용 설비에 관한 구분 <sup>a</sup>	<p>용도프로필이 동일한 공간과 실들이라도 에너지사용설비의 조건이 다르면 다른 존으로 분할되어야 한다.</p> <p>다만 다음의 경우에 공간과 실들은 하나의 존으로 통합될 수 있다.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 열과 그리고 조명에 대한 에너지사용설비가 동일한 공간과 실들</li> <li>• 오직 조명에 대한 에너지사용설비만이 요구되는 공간과 실들</li> <li>• 오직 열에너지사용설비만이 요구되는 공간과 실들</li> </ul>
2 상이한 환기시스템	<p>공간과 실들의 용도프로필이 같지만 공조와 냉방설비시스템이 다르면 다른 존으로 분할되어야 한다.</p> <p>다만 다음의 경우에는 공간과 실들이 하나의 존으로 통합될 수 있다.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 자연환기방식의 공간과 실들</li> <li>• 정풍량 공조방식에 의한 공간과 실들</li> <li>• 변풍량 공조방식에 의한 공간과 실들</li> <li>• 공기-/물-시스템의 공조방식을 갖는 공간과 실들</li> <li>• 실내냉방기기(실내기)에 의한 공간과 실들</li> </ul>
a: 간접적으로 난방 또는 냉방이 되는 실내 공간(예: 지하실, 다락, 기계실 등)들은 하나 또는 여러 개의 비 난방 존으로 통합된다. 비 난방 존의 온도는 3.2.4의 이웃 공간으로 부터의 열류나 내부 열획득원 또는 열 손실원을 근거로 산정된다. 3.2.2에 공간의 용도프로필이 정리되어 있다.	

우리는 앞서 용도프로필을 근거로 하는 조닝작업에 대하여 살펴보았다. <표 3.2.3-2>는 냉방시설이 구비된 공간과 실들에 대한 존의 추가분할지침(지침 1에서 6)을 제시하고 있다. 존으로 분할되어 있는 공간 또는 실들이 <표 3.2.3-2>에 제시된 6가지의 지침 중에 적어도 한 가지 이상 해당되지 않으면 존은 더 세부적인 범위로 나누어지게 된다.

<표 3.2.3-2> 냉방설비분석을 통한 존의 추가분할지침

지침		서술
1	공조시스템의 상이한 기능	공조시스템이 설치된 공간과 실들에서 공조시스템의 기능이 상이하면 다른 존으로 분할된다. 만약 공조시스템이 다음과 같은 측면에서 그 성격이 같다면 공간과 실들은 한 존으로 통합된다. <ul style="list-style-type: none"> <li>• 난방</li> <li>• 냉방</li> <li>• 가습, 제습</li> </ul>
2	운전모드에 의한 외기공급 풍량	공간과 실들에 설치된 공조시스템이 다양한 운전모드에 따라 외기공급풍량이 다르면 다른 존으로 분할된다. 다만 공간과 실들은 공조시스템이 다음과 같은 경우에 하나의 존으로 통합된다. <ul style="list-style-type: none"> <li>• 건물의 공기유량 중에서 5% 이상이 외기에 의해 가동될 경우</li> <li>• 냉방능력이 12 kW 이상인 경우</li> <li>• 풍량이 3,000 m<sup>3</sup>/h 이상인 경우</li> </ul>
3	설치된 인공조명의 사용전력	공간과 실들에 설치된 인공조명의 사용전력이 상이하면 다른 존들로 나뉜다. 한 공급범위의 면적당 사용전력이 그 이외 공급범위의 면적당 사용전력보다 최소 20W/m <sup>2</sup> 이상 높으면서, 해당 공급범위가 차지하는 면적이 존 면적의 10% 이상이거나 또는 공급범위에 설치된 사용전력이 5 kW 이상이면 공간과 실들은 상이한 존으로 나뉜다.
4	건물깊이 및 실내공간깊이	공간과 실들이 채광이나 공기조화에 의해 구분되면 상이한 존으로 구분된다. 창호가 설치된 파사드는 16 m(외척도) 깊이를 기준으로 내부 존과 외부 존으로 구획된다. 이 지침은 홀 또는 내부/외부의 존이 물질적으로 구획되지 않은 평면을 갖는 건물에는 적용되지 않는다.
5	파사드와 창 면적비율	파사드에 접한 공간과 실들은 유리면적비(바닥면적 대비 유리의 면적이 차지하는 비율)가 상이하면 상이한 존으로 구분된다. 다음의 유리면적비에 따라 공간과 실들은 통합될 수 있다. <ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; 0.3</li> <li>• ≥ 0.3 그리고 &lt; 0.5</li> <li>• ≥ 0.5 그리고 &lt; 0.7</li> <li>• ≥ 0.7</li> </ul> 다만 유리면적비가 존에서 차지하는 비율이 0.2 이내이면 위의 경우에도 불구하고 하나의 존으로 통합될 수 있다.
6	차양 및 건물의 향	파사드에 접한 공간과 실들이 차양에 의해 구분된다면 상이한 존들로 분리된다. 다음과 같은 범주에 해당하는 공간과 실들은 하나의 존으로 통합된다. <b>방향의 구분이 없는 경우</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 항상 음영이 지는 파사드</li> <li>• <math>g_{total} &lt; 0.12</math> 인 외부 차양이 설치된 경우</li> </ul> <b>향에 영향을 받는 경우, 남향, 동향, 서향 또는 북향</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 외부 차양 <math>g_{total} &gt; 0.12</math> 인 경우</li> <li>• 내부 차양 <math>g_{total} &lt; 0.35</math> 인 경우</li> <li>• 내부 차양 <math>g_{total} &gt; 0.35</math> 인 경우</li> <li>• 차양 없음</li> </ul>

### 3.2.3 시스템의 공급범위

개별 설비시스템에서 공급범위는 존의 분할과 무관하게 광범위하게 묶이거나 또는 세분화될 수도 있다. 그렇다고 설비시스템의 공급범위 분할이 건물부하 존의 분할과 반드시 상반되어야 함을 의미하는 것은 아니다.

## 3.3 분석결과에 대한 결산

먼저 설비시스템의 공급범위 내에서 개별 설비시스템들에 요구되는 에너지가 계산된다. 이때 설비시스템의 공급범위와 존은 앞서 설명된 바와 같이 반드시 일치하지 않을 수도 있다. 따라서 개별 설비시스템에서 계산된 값을 해당 존에 설정하기 위해서는 다음과 같은 규칙들이 적용된다.:

- 어떤 한 설비시스템의 공급범위에 다수의 존이 포함된 경우, 설비시스템의 에너지요구량은 개별 존들로 나뉘진다.
- 하나의 존에 다수 설비시스템의 공급범위가 중첩되어 있는 경우, 존의 에너지요구량은 존에 존재하는 모든 설비시스템 공급범위의 부분면적들에 대한 에너지요구량의 합으로 계산되어진다.

### 3.3.1 결산

본 연구에서 개발된 건물의 에너지계산 방법을 사용하면 단위면적 당 에너지소요량과 1차에너지소요량을 구할 수 있다. 그러나 우선적으로 계산과정에서 다음과 같은 각 존에 대한 에너지 특성치들이 결정되어야 한다.

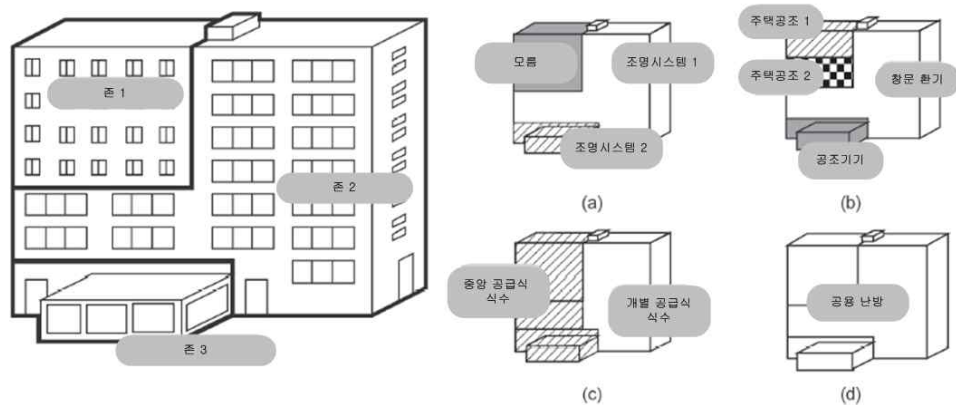
- 존의 열획득원과 열손실원
- 존의 요구 에너지
- 존에서 발생하는 설비시스템의 손실과 보조에너지
- 존의 에너지소요량과 1차에너지소요량

조닝 과정에서 종종 존과 설비시스템의 공급범위가 맞지 않는 경우가 발생한다. 특히 에너지소요량과 1차에너지소요량에서 설비시스템의 손실은 개별 존이 아닌 공급범위에 의해 결정된다.

에너지 계산 과정에서 각각의 존은 에너지 특성치가 정해지는데 이를 “결산(또는 대차대조라고도 하며, 에너지의 유출입에 대하여 기재하는 행위를 나타냄)”이라 한

다. [그림 3.2.3-2]은 결산규칙을 설명하기 위해 제시된 건물이다. 건물 예시에 따라 결산규칙은 다음과 같이 세분된다.

- 에너지요구량에 대한 대차대조
- 설비시스템의 손실에 대한 대차대조
- 보조에너지에 대한 대차대조
- 에너지소요량과 1차에너지소요량에 대한 대차대조.



[그림 3.2.3-2] 결산에 대한 건물 예시

설비시스템의 공급범위에 대한 특성치에서 존별 특성치가 결산되는데, 결산방식은 크게 3가지 경우로 구분된다.

가. 첫째 : 설비시스템의 공급범위와 존이 동일한 경우

한 존에 하나의 설비시스템이 설치되면

- 모든 설비시스템의 손실
- 공급시스템의 모든 보조에너지
- 그로 인해 발생하는 존의 열획득원과 열손실원

등은 존에 대하여 정확하게 한 번만 대차대조(결산)가 이루어져야 한다.

설비시스템에서 발생하는 손실, 설비시스템에서 사용되는 보조에너지, 그로 인한 존의 열획득과 열손실은 존에 동일하게 분포되는 것으로 간주된다. 이는 존이 여러 개로 쪼개져도 부분면적에 대한 에너지의 특성치가 같다는 것을 의미한다.

[그림 3.2.3-2]에서 존 2와 존 3에 대한 조명설비([그림 3.2.3-2]의 (a))나 또는 존 3에 대한 공조설비([그림 3.2.3-2]의 (b))가 바로 첫 번째 경우에 해당한다.

**나. 둘째 :** 하나의 존에 여러 설비시스템의 공급범위가 겹치는 경우

한 존에 여러 설비시스템이 설치되면

- 모든 설비시스템의 손실
- 공급시스템의 모든 보조에너지
- 그로 인해 발생하는 존의 열획득원과 열손실원

등은 먼저 에너지설비 공급범위에 대하여 개별적으로 대차대조(결산)를 수행한다.

설비시스템에서 발생하는 손실, 설비시스템에서 사용되는 보조에너지, 그로 인하여 발생하는 존의 열획득과 열손실에 대한 특성치(kWh/일정한 시간) 들은 존 내에서 모든 에너지설비 공급범위에 대하여 합산되며, 그를 통해 총 특성치가 구해진다. 그리고 총 특성치는 존 내에서 모든 면적에 균등하게 분포되는 것으로 간주되어 계산된다. 이는 존이 여러 개로 쪼개져도 단위면적에 대한 에너지 특성치가 동일함을 의미한다.

[그림 3.2.3-2]에서 존 1에 대한 환기시스템([그림 3.2.3-2]의 (b))이 바로 두 번째 경우에 속한다. 존의 일부 절반은 환기시스템 1(예로 폐열회수 및 히트펌프에 의한 환기), 그리고 나머지 절반은 환기시스템 2(예로 배기장치)가 설치된 사례이다.

두 번째 경우는 두 개의 설비시스템에 대하여 각각 덕트의 열손실, 환기의 보조에너지 그리고 열획득과 열손실을 개별적으로 계산한다. DIN V 18599-2에 따라 계산되는 존 1의 요구에너지에 대한 대차대조를 위해서는 두 설비시스템으로 인해 발생하는 열획득 또는 열손실의 합계가 이용된다. 에너지소요량과 1차에너지소요량을 계산하기 위해서는 설비시스템의 손실의 합계와 그리고 보조에너지의 합계가 이용된다.

**다. 셋째 :** 한 설비시스템의 공급범위에 여러 존이 속하는 경우

설비시스템이 하나의 존보다 큰 범위에 에너지를 공급하면 이러한 시스템의 경우

에는 다음과 같이 특성치를 계산하도록 한다.

- 열이 존에 전달되는 과정에서 발생하는 설비시스템의 손실은 존에 대한 특성치로 계산한다.
- 분배 과정에서 발생하는 설비시스템의 손실은 존에 대한 특성치로 계산한다. 만약 프로젝트에 대한 실제 데이터가 주어지지 않고 표준특성치를 사용해야 한다면, 계산에 필요한 기초데이터는 (특히 배관 길이와 그리고 펌프의 출력) 전체 공급범위에 대해서 한 번만 결산한다. 그리고 존의 순면적에 따라 가중치를 적용하도록 한다. 내부 열획득/열손실과 분배과정에서 발생하는 보조에너지계산도 동일한 방식으로 진행한다.
- 저장 과정에서 발생하는 설비시스템의 손실은 공급범위에 대하여 한 번만 절대값으로 결산하고 존에 해당하는 몫을 지정하도록 한다. 저장손실, 그에 대한 보조에너지를 결산할 때에는 축열조로부터 에너지를 공급받는 존의 난방 또는 냉방에 대한 열의 요구에 따라 가중치를 적용한다. 내부발열원은 여러 존으로 나뉘 모든 존에 적용하기 보다는 축열조가 설치된 곳에만 적용하도록 한다.
- 생산 과정에서 발생하는 설비시스템의 손실과 생산과 관련하여 발생하는 보조에너지는 생산이용의 온열 또는 냉열 교부에 대해 공급되는 존의 몫에 따라 나뉜다.

[그림 3.2.3-2]의 건물 예시에서 중앙상수공급시스템((c))과 난방시스템((d))이 세 번째 경우에 해당한다.

((c))의 중앙상수공급시스템은 존 1과 존 3 전체에 식수를 공급하며, 존 2는 부분적으로만 공급한다. 전달 과정에서 발생하는 손실은 각 존에 해당하는 손실이 결산된다(일반적으로 제로임). 분배 손실, 분배 내부 발열원 그리고 보조에너지도 역시 존 마다 결산되며, 이 과정에서 (프로젝트데이터가 없다는 가정 하에) 배관의 길이와 순환펌프출력은 전체 공급범위 크기에서 구해진다.

### 3.3.2 존의 열획득원, 열손실원 및 에너지요구량 산정

모든 종류의 에너지사용설비(난방, 냉방, 환기, 가습, 조명 그리고 온수 등)에 관한 에너지요구량은 각 존에 대해서 정확하게 한 번만 계산되어야 한다. 각 존에 대한 에너지요구량은 다음과 같은 구성성분에 의해 결정된다.:

- 난방열 요구(난방열 3.2.4)



- 냉방열 요구(냉방열 3.2.4)
- 가습을 포함한 공조처리에너지(3.2.5)
- 급탕을 위한 에너지(3.2.9)
- 조명을 위한 에너지(3.2.6)

위에 언급된 열 요구와 에너지에서 단위 면적당 에너지요구량은 해당 존에서 균등하게 분포되어 있다고 간주함을 의미한다.

난방과 냉방 에너지요구량을 계산할 때 존에서의 열획득원과 열손실원이 우선 정해져야 한다. 3.2.4에 따른 분석 시 역시 한 존에서의 모든 열획득원과 열손실원은 사용면적에 균등하게 분배되어 있는 것으로 간주된다.

예시 건물의 존 2의 경우 급탕공급시스템([그림 3.2.3-2]의 c 참조)에서 분배에 의해 발생하는 손실들이 상이한 두 공급시스템(중앙/개별)으로 인해 실제로는 균등하게 분포되어있지 않는 경우라도 존 2 전체에 걸쳐 균등하게 분포되어 지는 것으로 간주한다. (상세해석에서 mesh를 나누면 해당 mesh에 대해서는 서로 불균등하게 분포되는 점과 비교된다.) 그리고 급탕공급시스템의 분배과정에서 발생하는 열손실에 대한 내부 열획득 역시 계산 상 존의 사용면적 전반에 걸쳐 면적당 동일한 크기를 갖는 것으로 본다.

### 3.3.3 2차 에너지요구량과 열획득 및 열손실 산정

#### 가. 설비시스템의 공급범위와 존이 일치하는 경우

어떤 한 존과 설비시스템의 공급범위가 일치하는 경우에는 각각의 설비시스템(난방, 냉방 등)에 대한

- 모든 설비에서 발생하는 손실,
- 모든 보조에너지,
- 그로 인해 발생하는 존의 모든 열획득 및 열손실은 정확히 한번만 분석(계산)되어져야 한다.

모든 설비손실, 보조에너지, 그로 인해 발생하는 존의 모든 열획득 및 열손실은 계산상 존에 균등하게 분배되는 것으로 본다. 이는 존의 각 단위면적당 에너지값이 동일하다는 것을 의미한다. [그림 3.2.3-2]의 예시건물에서 존 3의 공조설비(그림 3.2.3-2의 b)나 존 2와 존 3의 조명시스템(그림 3.2.3-2의 a)이 이러한 사례에 해당한다. 예로 존 3에서 조명 에너지요구량과 그로 인한 내부 열 획득이 월간 3

kWh/(m<sup>3</sup>·mth)이라면 이 값은 존 3의 각 공간(일반: 각 단위면적 m<sup>2</sup>)에 균등하다는 것을 의미한다.

### 나. 각 존에 대한 여러 공급범위들

시스템의 공급범위와 존이 서로 일치하지 않아 여러 설비시스템으로 구성되는 경우에는 이 시스템들의 각각에 관한

- 모든 설비적 손실,
- 모든 보조에너지,
- 그로 인해 발생하는 존의 모든 열획득 및 열손실이 다음에서 개별적으로 분석되어 진다.

설비손실(단위: kWh/시간단위), 보조에너지와 그로 인한 모든 열획득 및 열손실은 결과적으로 모든 부분범위의 값이 합산되어 전체 값이 된다. 여기서 구한 전체 값은 존에 균등하게 분포되어지는 것으로 간주되는데, 이는 존의 각 부분에서의 단위면적당 에너지값이 동일하게 간주된다는 것을 의미한다. 이 경우는 [그림 3.2.3-2]의 예시건물에서 존 1의 공조설비(그림 3.2.3-2의 b)가 해당한다. 예를 들어 대략 면적의 반이 공조시스템 1(예: 열회수기와 열펌프를 가진 공조)이고 다른 반이 공조시스템 2(예: 배기기기)로 설비되어 진다면 두 부분범위 각각에 대해 덕트에서의 손실, 송풍기 등에서의 보조에너지와 모든 열획득 및 열손실은 부분적으로 계산되며, 3장2절4항에 따른 존 1의 3차 에너지요구량 분석을 위해 모든 열획득 및 열손실이 합산 값으로 제시되어진다.

최종적으로 3장2절10항에 따른 2차 및 1차 에너지요구량 분석에서 모든 설비적 손실과 보조에너지량은 해당 존에 대한 합산 값으로 제시된다.

### 다. 각 공급시스템범위에 대한 다수의 존

어떤 한 설비시스템의 공급범위가 다수의 존에 걸쳐있는 경우, 이 시스템은 다음에 서술된 것처럼 분석된다.

- 열전달과정에서의 설비손실은 각 존에서 정해진다.
- 분배과정에서의 설비손실은 각 존에서 정해진다. 계산상 필요한 기본 데이터(특히 배관길이와 펌프성능, 실제 프로젝트데이터가 없는 경우 표준 데이터가 사용됨)는 시스템의 전체 공급범위에 대해 한번만 정하고, 존의 사용면적비율에 따라 각 존으로 배분되어 진다. 분배과정에서의 내부 열획득 및 열손실, 보조에너지도 같은 방식으로 구해진다.
- 저장과정의 설비손실은 시스템의 전체 공급범위에 대해 한번만 정하고 공급범위에 속하는 존에 다시 배분한다. 이때 저장 손실과 그에 해당하는 보조에너지는 이 저장기에 의해 공급받는 존의 난방열 또는 냉방요구량의 비중에 따라 배분된다.

또한 내부 열획득은 저장기가 설치된 존에서만 작용된다.

- 생산과정에서의 설비손실과 보조에너지는 그에 해당하는 존의 생산기기의 열 및 냉열공급량에 대한 비율에 따라 배분되어 진다(에너지요구량 비율).

[그림 3.2.3-2]의 예시건물에서 중앙 공급식 급탕(그림 3.2.3-2의 c)과 난방(그림 3.2.3-2의 d)이 이러한 사례에 속한다. [그림 3.2.3-2]의 c에서 존 1과 3은 전적으로 중앙으로부터 급탕을 공급받으며 존 2는 일부분만 공급 받는다. 먼저 각 존의 양도(전달)과정에 의한 손실이 정해지는데, 통상적으로 전달손실은 0이다. 분배과정에서 발생하는 손실, 내부 열획득 및 보조에너지는 이 경우에도 각 존에서 정해지며 그에 따른 (프로젝트데이터가 적용 안 되는 것을 전제로) 배관길이와 순환펌프의 성능은 시스템의 전체 공급범위의 측정에 따라서 설정되어 진다. 존으로의 배분은 사용면적에 따른 비율로 세 범위로 나누어진다(존 2의 경우 중앙으로부터 급탕을 공급받는 사용면적). 급탕시스템의 저장 손실과 저장에 필요한 보조에너지는 각 존의 급탕에너지 비율에 따라 세 개의 존으로 배분된다. 저장기에 의한 내부 열획득은 존 3에 저장기가 설치되어 있기 때문에 존 3에만 작용한다. 생산에 의한 손실과 보조에너지는 시스템의 전체 공급범위에 대해 3장2절9항에 따라 단 한번만 정해지며, 이는 생산기기의 열공급량에 따라 세 범위로 나누어진다. 이는 존에서 급탕요구량이 적으면 그와 상응하여 생산손실이 존에 적게 배분된다. 생산기기로부터 공급되는 열의 10%정도가 존 2에 필요하다고 가정하면, 존 2는 생산손실의 10%만 배분된다. 이와 상응하여 생산기기의 열공급량의 배분은 존 1에 25%, 존 3에 65%가 할당될 수 있다.

난방의 경우(그림 3.2.3-2의 d)도 전달, 분배, 생산에 있어서 위와 유사한 방식을 갖는다.

## 4. 건물 모델링 프로세스

### 4.1 기호, 단위 및 인덱스

<표 3.2.4-1> 기호 및 단위

기호	의미	단위
$A$	면적	$m^2$
$a$	수치적 매개변수	–
$A_B$	전용면적	$m^2$
$c$	열수용율	$kJ/(kg \cdot K)$ , $Wh/(kg \cdot K)$
$C_{wirk}$	건물 존에 작용하는 열수용율	$kJ/K$ , $(W \cdot h)/K$
$d_{mth}$	월별 일수	$d/mth$
$d_{nutz}$	월별 이용 일수	$d/mth$
$d_{we}$	월별 주말 및 휴무 일수	$d/mth$
$e_{winc}$	방풍 계수	–
$f_{NA}$	야간시간동안의 제한된 난방가동에 대한 수정팩터	
$f_{tb}$	공간적으로 제한된 난방 가동에 대한 수정팩터	
$f_{V, mech}$	기계식 환기에서 침기에 대한 평가팩터	–
$f_{winc}$	방풍 계수	–
$f_{we}$	주말 및 휴무기간 제한된 난방가동에 대한 수정팩터	
$F$	팩터	–
$F_f$	일사에 대한 벽체의 형태팩터	–
$F_F$	창틀부분에 대한 감소 팩터	–
$F_S$	그늘짐에 대한 감소 팩터	–
$F_u$	비난방 공간으로의 구조체에 대한 온도 수정 팩터	–
$F_V$	혼탁에 대한 감소팩터	–
$F_W$	비수직적 입사에 의한 감소팩터	–
$F_X$	벽체 종류 X에 대한 온도 수정팩터	–
$g_{eff}$	실제 총 에너지 투과율	–
$g_{tot}$	차양 고려 하에서의 총 에너지 투과율	–
$g_{\perp}$	수직 입사에서의 총 에너지 투과율	–
$h_r$	외부 방사 계수	$W/(m^2 \cdot K)$

<표 3.2.4-1> (계속)

기호	의미	단위
$H$	열손실계수(일반)	$W/K$
$H_T$	존 전체의 관류에 의한 열손실계수	$W/K$
$H_{T,D}$	존과 외기 사이의 관류에 의한 열 손실계수	$W/K$
$H_{T,s}$	지중으로의 관류에 의한 열손실계수	$W/K$
$H_V$	환기에 의한 열손실계수(일반)	$W/K$
$H_{V,inf}$	침기에 의한 열손실계수	$W/K$
$H_{V,win}$	창문 환기에 의한 열손실계수	$W/K$
$H_{mech}$	기계식 환기에 의한 열손실계수	$W/K$
$H_{V,mech,\vartheta}$		$W/K$
$I_s$	월평균 일사 강도	$W/m^2$
$n$	환기횟수	$h^{-1}$
$n_{50}$	50Pa 압력차에서의 환기횟수	$h^{-1}$
$Q$	열, 열량, 열에너지	$Wh, k Wh$
$\dot{Q}$	평균 열성능(열류)	$W, kW$
$Q_{sink}$	열 손실	$Wh, k Wh$
$Q_{source}$	열 획득	$Wh, k Wh$
$Q_S$	태양열유입량	$Wh, k Wh$
$Q_I$	내부의 열 유입량	$Wh, k Wh$
$Q_{h,b}$	존의 난방열요구량(난방부하)	$Wh, k Wh$
$Q_{c,b}$	존의 냉방요구량(냉방부하)	$Wh, k Wh$
$Q_{S,tr}$	투명체를 통한 태양열획득	$Wh$
$Q_{S,op}$	불투명체를 통한 태양열획득 또는 손실	$Wh$
$R$	열 저항	$(m^2 \cdot K)$
$t$	시간	$h$
$t_{V,mech}$	일일 기계식 환기 가동시간	$h$
$U$	열관류율	$W/(m^2 \cdot K)$
$V$	존의 실체적	$m^3$
$\dot{V}$	유량(풍량)	$m^3/s, m^3/h$
$\alpha$	외피의 태양열 흡수율	-
$\alpha_{sp}$	유리구조물의 분리벽외피에 대한 태양열 흡수율	-
$\vartheta_e$	외기온도	$^{\circ}C$
$\vartheta_i$	분석-실내온도	$^{\circ}C$
$\vartheta_{i,c,soll}$	냉방의 경우 실내요구온도	$^{\circ}C$

<표 3.2.4-1> (계속)

기호	의미	단위
$\vartheta_{i,h,soll}$	난방의 경우 실내요구온도	℃
$\vartheta_{V,mech}$	기계식 환기기기의 급기온도	℃
$\vartheta_u$	비 난방 존의 온도	℃
$\vartheta_Z$	난방 또는 냉방이 되는 이웃존의 분석-실내온도	℃
$\Delta\vartheta_{er}$	외기온도와 천공온도의 차	$K$
$\lambda$	열전도율	$W(m \cdot K)$
$\eta$	열획득의 이용률(소진율)	-
$\eta_{V,mech}$	배기-급기-열교환시스템의 효율	-
$\gamma$	열획득/열손실-관계비	-
$\Phi$	열류	$W$
$\tau$	존의 시간상수(냉각시간상수)	$h$
$\tau_e$	투과율	-
$\rho_e$	반사율	-
$\rho$	밀도	$kg/m^3$

<표 3.2.4-2> 인덱스

인덱스	의미
$a$	년, 연간
$a$	공기(en:air)
$ABL$	기계식 환기의 배기공기
$b$	이용에너지(3차)
$B$	차양장치(en:blind)
$c$	냉방
$e$	외기로의(방향)
$eff$	유효
$elektr$	전기
$f$	
$F$	틀
$fac$	기계(en : facilities)
$g$	glazing
$goods$	물품
$h$	난방
$i$	내부로(방향)
$I$	내부
$in$	유입되는

<표 3.2.4-2> (계속)

인덱스	의미
<i>inf</i>	침기
<i>iu</i>	난방존에서 비난방존으로의
<i>L</i>	빛(조명)
<i>nth</i>	월, 1월~12월
<i>max</i>	최대
<i>mech</i>	기계식
<i>min</i>	최소
<i>NA</i>	정지 또는 감소된 난방가동(야간정지 또는 감소)
<i>nutz</i>	이용동안(이용이 전제된)
<i>op</i>	불투명
<i>op</i>	가동(en : operating)
<i>out</i>	나가는
<i>p</i>	유리구조물로의 존의 분리벽체
<i>p</i>	일정 압력에서(cp,a의 경우)
<i>P</i>	인체
<i>res</i>	결과적인
<i>S</i>	태양열
<i>s</i>	지중(en : soil)
<i>sink</i>	열손실
<i>source</i>	열획득
<i>T</i>	관류
<i>tb</i>	부분난방
<i>TI</i>	투명단열
<i>tot</i>	전체, 총
<i>tr</i>	투명한
<i>u</i>	비난방 존
<i>ue</i>	비난방 존에서 외기로의
<i>V</i>	환기
<i>V, mech</i>	기계식 환기
<i>WB</i>	열교
<i>win</i>	창문
<i>wirk</i>	실제 작용하는, 유효한
<i>we</i>	주말 또는 휴무
<i>x</i>	
<i>z</i>	이웃 존
<i>ZUL</i>	기계식 환기의 급기 공기
<i>j, k, l</i>	진행 변수

## 4.2 입출력데이터

### 4.2.1 입력데이터

#### 1차 분석의 경우

- 난방 실내요구온도	$\vartheta_{i,h,soll}$	용도프로필(3장2절2항)
- 냉방 실내요구온도	$\vartheta_{i,c,soll}$	용도프로필(3장2절2항)
- 월평균 외기온도	$\vartheta_e$	용도프로필(3장2절2항)
- 감소 정지가동에서 허용된 실내온도차	$\Delta\vartheta_{i,NA}$	용도프로필(3장2절2항)
- 전체면적 대비 부분난방비율(면적)	$a_{tb}$	용도프로필(3장2절2항)
- 단위 면적당 최소 외기요구량	$\dot{V}_A$	용도프로필(3장2절2항)
- 일일 환기기기 가동시간	$t_{V,mech}$	용도프로필(3장2절2항)
- 일일 난방 가동 시간	$t_{h,op,d}$	용도프로필(3장2절2항)
- 이용 일수	$d_{nutz}$	용도프로필(3장2절2항)
- 월간 일수	$d_{mth}$	용도프로필(3장2절2항)
- 인체 발열량	$q_{I,p}$	용도프로필(3장2절2항)
- 기계 발열량	$q_{I,fac}$	용도프로필(3장2절2항)
- 혼탁팩터	$F_V$	용도프로필(3장2절2항)
- 기기 특성적 최소 급기온도	$\vartheta_{V,mech,RLT}$	공조처리에너지(3장2절5항)
- 기계식 환기의 최소 풍량	$\dot{V}_{mech,b}$	조명에너지(3장2절6항)
- 조명의 전기에너지요구량	$Q_{i,elektr}$	조명에너지(3장2절6항)

#### 최종 2차 분석의 경우 추가적 입력 데이터

- 난방시스템에 의한 비제어적 열유입	$Q_{I,h}$	난방시스템에너지(3장2절7항)
- 기계식 환기에 의한 비제어적 열유입	$Q_{I,vh}$	공조 및 냉방시스템에너지(3장2절8항)
- 냉방시스템에 의한 비제어적 열유입	$Q_{I,ch}$	공조 및 냉방시스템에너지(3장2절8항)
- 냉방시스템에 의한 비제어적 냉열유입	$Q_{I,c}$	공조 및 냉방시스템에너지(3장2절8항)
- 기계식 환기에 의한 비제어적 냉열유입	$Q_{I,v,}$	공조 및 냉방시스템에너지(3장2절8항)
- 급탕시스템에 의한 비제어적 열유입	$Q_{I,w}$	급탕시스템에너지(3장2절9항)

#### 해석일의 분석에 대한 추가적 입력 데이터



- 난방 해석일의 최소 실내 온도	$\vartheta_{i,h,min}$	용도프로필 (3장2절2항)
- 냉방 해석일의 최대 허용 실내온도	$\vartheta_{i,c,max}$	용도프로필 (3장2절2항)
- 난방 해석일의 일평균 최소 외기온도	$\vartheta_{e,min}$	용도프로필 (3장2절2항)
- 냉방 해석일의 일평균 최대 외기기온	$\vartheta_{e,max}$	용도프로필 (3장2절2항)
- 해석일의 최대 시간별 일사 강도	$I_{S,max}$	용도프로필 (3장2절2항)

#### 4.2.2 연계되는 출력 데이터

-존의 월별 난방열요구량(1차 분석)	$Q_{h,b,mth}$	공조처리에너지(3장2절5항) 난방시스템에너지(3장2절7항)
-존의 월별 냉방요구량(1차 분석)	$Q_{c,b,mth}$	공조처리에너지(3장2절5항) 난방시스템에너지(3장2절7항)
-최대 난방부하	$Q_{h,max},$ $Q_{h,max,res}$	공조처리에너지(3장2절5항) 난방시스템에너지(3장2절7항)
-최대 냉방부하	$Q_{h,max},$ $Q_{c,max,res}$	공조처리에너지(3장2절5항) 공조 및 냉방시스템에너지(3장2절8항)
-월별 난방시간	$t_h$	난방시스템에너지(3장2절7항) 공조 및 냉방시스템에너지(3장2절8항)
-월별 냉방시간	$t_c$	공조 및 냉방시스템에너지(3장2절8항)

## 4.3 월별 분석방식

### 4.3.1 일반사항

#### 가. 분석경계 및 계산 시간

에너지 분석은 존을 기준으로 시행된다. 하나의 존은 열의 유출입이 발생하는 경계로 구획된다. 존에서 발생하는 열획득과 열손실은 하루를 기준으로 계산된다. 주중, 주말 그리고 휴일 등 시간에 따라 건물을 운전하는 조건이 다르면, 개별 운전시간에 맞춰 별도로 분석한다.

일일을 기준으로 계산된 냉·난방에너지는 월별 단위로 합산된다. 그리고 월별 값을 합산하여 연간 냉·난방에너지가 계산된다. 존의 난방에너지와 냉방에너지는 존의 설정온도를 일정하게 유지하기 위하여 필요하다. 설비시스템을 통하여 존에 공급되는 열 또는 냉열 에너지를 의미한다.

#### 나. 열획득 및 열손실

존의 열손실·열획득은 서로 대차 대조된 후, 난방부하 또는 냉방부하가 계산된다. 다음과 같은 열손실·열획득이 부하 분석 시 고려된다.

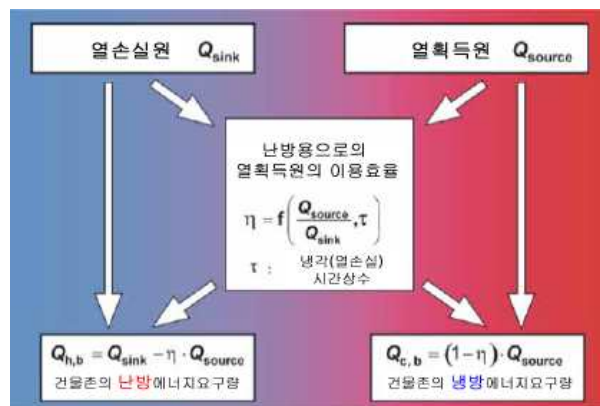
- 관류에 의한 열손실·열획득
- 환기에 의한 열손실·열획득 (침기, 창문환기, 이웃 존과의 환기)
- 존의 부하와 무관하게 온도 처리된 급기에 의한 열손실·열획득
- 투명한 창호를 통한 태양열 획득
- 불투명한 벽체의 외피에서 태양열흡수와 열방사에 의한 열손실·열획득
- 전기기기, 인공조명, 인체발열(사람, 동물), 건물 존으로 온기나 냉기를 가진 물건 유입·반출, 존 내부에 열·냉열 배관이 지나가 발생하는 내부 열획득·열손실

#### 다. 열획득과 열손실의 이용률

획득된 열 가운데 이용 가능한 열의 몫을 계산하는 소위 “획득 열 이용률”은, 실제로는 시간대에 따라 상이하게 많거나 적게 이용되겠지만, 그러나 여기서는 월별 근사치를 사용하여 이용률을 계산한다. 여기서 열획득·열손실은 존의 시간상수와 관련되어 있으며, 많거나 적게 서로 상쇄된다. 획득 열의 이용률은 다음 사항을 고려

하고 있다:

- 존의 열저장능률과 전도·환기에 의한 열손실계수를 고려하여 계산된 냉각시간 상수
- 손실 열에 대한 획득 열의 비율
- 계산 기간
- 사용자나 설비시스템에 의해 발생하는 실내온도 변화에서 허용되는 실내온도편차(2K)



[그림 3.2.4-1] 난방열요구량 및 냉방요구량

#### 라. 열획득·열손실에 영향을 미치는 요소

존의 난방부하와 냉방부하는 건물의 구조방식, 지역의 기후조건, 존의 용도 및 사용자의 성향 등의 영향을 받는다.

- 전도 및 환기에 의한 열의 획득과 손실은 실내의 평균온도와 경계면의 평균온도 (예: 외기 평균온도 또는 다른 존의 평균온도)에 영향을 받는다.
- 존으로 유입되는 급기 온도와 유량의 영향을 받으며, 또한 공조기기의 종류에 따라 다른 값을 갖는다.
- 실내설정온도와 창을 통한 환기는 사용자의 성향에 크게 의존되기 때문에 부하를 서로 비교(예: 객관적이고 법적인 증명)할 수 있도록 사용자성향을 표준화하여 부하계산에 반영한다. 그 외의 계산(예: Energy Consulting)을 위해서는 해당 조건에 맞는 값을 적용할 수도 있다.

### 4.3.2 존의 난방부하와 냉방부하 분석

#### 가. 일반사항

열의 획득·손실은 월 평균 일일 데이터를 기본으로 분석된다. 운용조건이 구별되는 날(예: 주말, 휴무 등)은 따로 분석하여 합산한다. 존의 난방부하와 냉방부하 분석에 있어, 먼저 냉·난방시스템으로부터 제어되지 않은 상태로 존으로 유입되는 에너지는 제외하고 부하를 계산한다. 여기서 구해진 값을 바탕으로 냉·난방시스템이 공급해야 하는 에너지가 결정된다. 이후 시스템에서 실내로 유입되는 열에너지를 고려하여 최종적으로 두 번째 분석을 한다. 일반적으로 난방과 냉방에 대한 전제조건(예: 분석실내온도)이 다르므로, 열획득과 열손실은 난방부하와 냉방부하로 구분하여 각 경우에 맞도록 따로 산정하여야 한다.

#### 나. 난방부하 계산 공식

난방부하는 주중, 주말, 휴무일 등을 고려하여 열의 획득·손실을 대차대조하고, 열획득·열손실을 고려하여 월별로 계산한다.

$$Q_{h,b} = Q_{\text{sink}} - \eta \cdot Q_{\text{source}} \quad (3.2.4-1)$$

#### 다. 냉방부하 계산 공식

냉방부하는 주중, 주말, 휴무일 등을 고려하여 획득열을 구하고, 열획득·열손실을 고려하여 월별로 계산한다.

$$Q_{h,c} = (1 - \eta) \cdot Q_{\text{source}} \quad (3.2.4-2)$$

#### 라. 주말 및 휴무일의 고려

주말과 휴일 부하는 다음과 같은 변동사항을 고려하여 별도로 계산할 수 있다.

- 주말·휴일 존의 요구온도
- 조밀도, 열획득·열손실
- 이용조건 하에서 기기 환기횟수
- 냉·난방 일일 운용시간
- 차양 가동 여부

일반적으로 주말과 휴일에는 공조와 냉방시스템의 가동하지 않으므로, 냉방부하는 없다.

$$Q_{c,b,we} = 0 \quad (3.2.4-3)$$

#### 마. 월간 냉·난방부하

- 주중, 주말, 휴일 구분이 없는 경우

$$Q_{h,b,mth} = d_{mth} \cdot Q_{h,b} \quad (3.2.4-4)$$

$$Q_{c,b,mth} = d_{mth} \cdot Q_{c,b} \quad (3.2.4-5)$$

- 주중, 주말, 휴일을 구분하여야 하는 경우

$$Q_{h,b,mth} = d_{op} \cdot Q_{h,b,op} + d_{we} \cdot Q_{h,b,we} \quad (3.2.4-6)$$

$$Q_{c,b,mth} = d_{op} \cdot Q_{c,b,op} + d_{we} \cdot Q_{c,b,we} \quad (3.2.4-7)$$

- 연간 냉·난방부하

$$Q_{h,b,a} = \sum_{mth} Q_{h,b,mth} \quad (3.2.4-8)$$

$$Q_{c,b,a} = \sum_{mth} Q_{c,b,mth} \quad (3.2.4-9)$$

$$d_{op} + d_{we} = d_{mth} \quad (3.2.4-10)$$

### 4.3.3 열손실

#### 가. 일반사항

전도와 자연환기에 의한 열손실, 기계환기에 의한 냉열유입, 존 내부의 냉열원 그리고 복사손실에 의해 존의 총 열손실이 결정된다.

$$Q_{sink} = Q_T + Q_V + Q_{I,sink} + Q_S \quad (3.2.4-11)$$

#### 나. 전도 열손실

$$Q_T = \sum_j H_{T,j} \cdot (v_i - v_j) \cdot t \quad v_i > v_j \text{ 일 경우} \quad (3.2.4-12)$$

- 외기에 접한 벽체(또는 경계)를 통한 전도

$$Q_{T,e} = H_{T,D} \cdot (v_i - v_e) \cdot t$$

- 비난방 존의 벽체(또는 경계)를 통한 전도

$$Q_{T,u} = H_{T,u} \cdot (v_i - v_u) \cdot t$$

- 이웃 난방·냉방 존의 벽체(또는 경계)를 통한 전도

$$Q_{T,z} = H_{T,iz} \cdot (v_i - v_z) \cdot t$$

- 땅으로의 전도

$$Q_{T,s} = H_{T,s} \cdot (v_i - v_e) \cdot t$$

#### 다. 환기에 의한 열손실

$$Q_V = \sum_k H_{V,k} \cdot (v_i - v_k) \cdot t \quad \vartheta_i > \vartheta_k \text{ 일 경우} \quad (3.2.4-13)$$

어떤 형식으로든 분석 존으로 유입되는 공기의 온도구배에 따라 열획득과 열손실이 발생한다.

- 외기 침기에 의한 열손실  $Q_{V,inf} = H_{V,inf} \cdot (\vartheta_i - \vartheta_e) \cdot t$
- 창문환기에 의한 열손실  $Q_{V,win} = H_{V,win} \cdot (\vartheta_i - \vartheta_e) \cdot t$
- 기계환기에 의한 냉열유입  $Q_{V,mech} = H_{V,mech} \cdot (\vartheta_i - \vartheta_{V,mech}) \cdot t$
- 다른 존으로부터 유입된 공기에 의한 열손실  $Q_{V,z} = H_{V,z} \cdot (\vartheta_i - \vartheta_z) \cdot t$

#### 라. 내부 열손실

분석 존을 통과하는 냉매·냉수 분배관, 차가운 공기가 지나가는 덕트 또는 기기(예: 냉열이 생산되는 냉장 진열대, 빙쇄기 등), 규칙적으로 존으로 유입되는 차가운 물질 또는 물건(예: 생산에서의 물품)으로 인해 열손실이 발생한다.

$$Q_{I,sink} = Q_{I,sink,c} + Q_{I,sink,fac} + Q_{I,sink,goods} \quad (3.2.4-15)$$

#### 마. 복사열손실

불투명한 표면에 입사된 태양열은 장파장 복사에 의해 손실 차감된다. 입사 태양열보다 복사에 의한 방사가 크면 열손실이 발생한다.  $Q_{S,op}$ 의 계산은 4.4.4에서 다루어진다.

### 4.3.4 열획득

#### 가. 일반사항

태양열입사, 전도에 의한 열 유입, 자연환기와 기계환기에 의한 열 유입, 내부 발열 획득에 의해 존의 전체 열획득이 정해진다.

$$Q_{source} = Q_S + Q_T + Q_V + Q_{I,source} \quad (3.2.4-16)$$

#### 나. 태양열에 의한 열획득

투명한 창을 통해 직접 존으로 유입되거나, 불투명한 외벽에서 흡수되어 전도에 의해 존으로 유입되는 열을 고려한다.

$$Q_S = \sum Q_{S,tr} + \sum Q_{S,op} \quad (3.2.4-17)$$

- 투명한 창으로 입사된 태양열

$$Q_{S,tr} = F_F \cdot A \cdot g_{eff} \cdot I_S \cdot t \quad \text{식 (3.2.4-105) 참조}$$

#### 다. 전도에 의한 열획득

$$Q_T = \sum_j H_{T,j} \cdot (v_j - v_i) \cdot t \quad v_i < v_j \text{ 일 경우} \quad (3.2.4-18)$$

- 외벽

$$Q_{T,e} = H_{T,D} \cdot (v_e - v_i) \cdot t \quad (\text{계산식 3.2.4-43참조})$$

- 해석 존과 경계를 이루는 비 난방 존 또는 구조물

$$Q_{T,u} = H_{T,iu} \cdot (v_u - v_i) \cdot t \quad (\text{계산식 3.2.4-47참조})$$

- 해석 존과 경계를 이루는 난방/냉방 존

$$Q_{T,z} = H_{T,iz} \cdot (v_z - v_i) \cdot t \quad (\text{계산식 3.2.4-52참조})$$

- 지중 또는 지표

$$Q_{T,s} = H_{T,s} \cdot (v_e - v_i) \cdot t \quad (\text{계산식 3.2.4-54참조})$$

#### 라. 환기에 의한 열획득

$$Q_V = \sum_k H_{V,k} \cdot (v_k - v_i) \cdot t \quad v_i < v_k \text{ 일 경우} \quad (3.2.4-19)$$

- 외기 침기

월별로 연간 냉·난방부하를 구하는 방식에서 일반적으로 평균외기온도는 실내요구온도보다 낮기 때문에, 이 값은 예외적인 경우(최대냉방부하계산)에 고려된다. 식 (3.2.4-57)을 참조하도록 한다.

$$Q_{V,inf} = H_{V,inf} \cdot (v_e - v_i) \cdot t$$

- 창문환기

월별로 연간 냉·난방부하를 구하는 방식에서 일반적으로 평균외기온도는 실내요구온도보다 낮기 때문에, 이 값은 예외적인 경우(최대냉방부하계산)에 고려된다. 식 (3.2.4-65)을 참조하도록 한다.

$$Q_{V,win} = H_{V,win} \cdot (v_e - v_i) \cdot t$$

- 기계환기

난방부하 또는 냉방부하와 상관없이 기계환기에 의해 존으로 급기 되는 열에너지를 고려한다. 식 (3.2.4-82)을 참조하도록 한다.

$$Q_{V,mech} = H_{V,mech} \cdot (v_{V,mech} - v_i) \cdot t$$

- 다른 존에서 해석 존으로 유입되는 공기를 고려한다. 식 (3.2.4-98)을 참조하도록 한다.

$$Q_{V,z} = H_{V,z} \cdot (v_i - v_z) \cdot t$$



#### 마. 내부 발열 획득

사람, 동물, 기기, 인공조명 등에서 발열되는 열을 획득하는 것을 나타낸다. 또한 존 내부에 설치되는 난방분배배관, 온수배관, 덕트, 축열탱크, 보일러, 냉동기, 규칙적으로 존으로 유입되는 고온의 물체로부터 획득되는 열을 고려한다.

$$Q_{I,source} = Q_{I,source,p} + Q_{I,source,L} + Q_{I,source,fac} + Q_{I,source,goods} + Q_{I,source,h} \quad (3.2.4-20)$$

### 4.3.5 획득열 이용률(획득된 열의 이용률)

#### 가. 일반사항

존에서 획득된 열의 이용률은 난방·냉방, 운용일·비운용일 등에 따른 각 열획득·열손실의 비에 상응하여 결정된다.

$$\gamma = \frac{Q_{source}}{Q_{sink}} \quad (3.2.4-21)$$

주의: 이용률에는 실내요구온도 위로 2K의 온도상승이 고려되어 있다. 이는 열획득이 2K 정도의 실내온도상승까지 이용 가능한 것으로 채택된다는 것을 의미한다. 먼저 이러한 실내온도상승에 대해 초과된 열은 예로서 늘어난 환기에 의해 더 이상 이용되지 않는다는 것을 의미한다. 냉방의 경우 이는 실내요구온도보다 2K 이상일 때부터 나머지 모든 열 유입은 냉방에 의해 상쇄되는 것을 의미한다.

#### 나. 건물존의 시간상수

시간상수  $\tau$ 는 존의 총열손실계수에 대해 존을 둘러싸고 있는 구조체의 축열능력 (Thermal Capacity)을 나타낸다.

$$\tau = \frac{C_{work}}{H} \quad (3.2.4-22)$$

총열손실계수는 전도와 환기에 의한 열손실의 합으로 산정된다.

$$H = H_T + H_V = \sum_j H_{T,j} + \sum_k H_{T,k} + H_{V,mech,\vartheta} \quad <4.4.6 \text{ 나}> \text{ 참조}$$

#### 다. 유효계수(Utilization Factor)

$$\eta = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}} \quad \gamma \neq 1 \text{ 일 경우} \quad (3.2.4-23)$$

$$\eta = \frac{a}{a+1} \quad \gamma = 1 \text{ 일 경우} \quad (3.2.4-24)$$

여기서  $a$ 는 건물 존의 시간상수를 고려하는 수치적 매개변수로 (3.2.4-25)공식에 의해 구해진다.

$$a = a_0 + \frac{\tau}{\tau_0} \quad (3.2.4-25)$$

여기서,  $a_0$ 과  $\tau_0$ 은 상수이며, 자세한 내용은 <4.4.6의 다>를 참조하도록 한다. 기기환기처럼 환기횟수가 매우 높은 경우에 이용효율은 1이 되는데, 이에 대해서는 <4.4.6 라>를 참조하도록 한다.

## 4.4 월별 분석방식에서 개별 값의 산정

### 4.4.1 실내온도

- ① 난방-실내요구온도(월평균온도)  $v_{i,h,soll}$ : 난방기간에 유지하고 싶은 존의 온도
- ② 냉방-실내요구온도(월평균온도)  $v_{i,c,soll}$ : 냉방기간에 유지하고 싶은 존의 온도
- ③ 최소온도(난방해석)  $v_{i,h,min}$
- ④ 최대온도(냉방해석)  $v_{i,c,max}$
- ⑤ 난방-분석실내온도  $\vartheta_{i,h}$ : 야간, 주말, 휴일 등과 같이 존의 운용조건이 주중과 달라 실내요구온도가 다를 때, 존의 부하를 분석하기 위한 실내온도이다. 난방시 감소·정지가 없으면 분석실내온도는 실내요구온도와 일치한다. 난방에 대한 분석실내온도에서 +2K의 실내온도편차가 허용되는데, 이는 이용효율에서 고려된다.
- ⑥ 냉방-분석실내온도  $v_{i,c}$ : 분석에서 2K의 실내온도편차가 허용되고, 이를 이용효율에서 고려하고 있기 때문에 냉방부하를 분석할 때, 냉방-실내요구온도보다 2K이 감소된 분석실내온도가 적용된다.
- ⑦ 분석 존과 경계를 이루는 비 난방 존의 온도  $v_u$
- ⑧ 분석 존과 경계를 이루는 난방/냉방 존의 온도  $v_z$
- ⑨ 최대 난방부하계산을 위한 최소실내온도  $v_{i,h,min}$
- ⑩ 최대 냉방부하계산을 위한 최대허용실내온도  $v_{i,c,max,d}$ : 최대허용온도  $v_{i,c,max}$ 와 분석실내온도  $v_{i,c}$ 의 평균값

#### 가. 난방-분석실내온도 (난방부하 분석에 적용되는 실내온도)

분석실내온도는 기본적으로 식 (3.2.4-26)처럼 실내요구온도가 적용되지만, 야간, 주말, 휴일 등 운용조건이 주중에 요구되는 실내온도와 다를 경우에는 분석 실내온도를 별도로 구한다.

$$v_{i,h} = v_{i,h,soll} \quad (3.2.4-26)$$

1) 야간 난방부하를 계산하기 위한 분석실내온도

$$v_{i,h} = \max(v_{i,h,soll} - f_{NA} \cdot (v_{i,h,soll} - v_c), v_{i,h,soll} - \Delta v_{i,NA} \cdot \frac{t_{NA}}{24h}) \quad (3.2.4-27)$$

여기서,  $t_{NA} = 24h - t_{h,op,d}$

$\Delta v_{i,NA} = 4K$  (실의 용도에 따른 조건 참조)

- 감소운전

$$f_{NA} = 0.13 \cdot \frac{t_{NA}}{24h} \cdot \exp\left(-\frac{\tau}{250h}\right) \quad (3.2.4-28)$$

- 운전정지

$$f_{NA} = 0.26 \cdot \frac{t_{NA}}{24h} \cdot \exp\left(-\frac{\tau}{250h}\right) \quad (3.2.4-29)$$

2) 주말, 휴일 난방부하를 계산하기 위한 분석실내온도

$$v_{i,h} = \max(v_{i,h,soll} - f_{we} \cdot (v_{i,h,soll} - v_e), v_{i,h,soll} - \Delta v_{i,NA}) \quad (3.2.4-30)$$

- 감소운전

$$f_{we} = 0.2 \cdot \left(1 - 0.4 \cdot \frac{\tau}{250h}\right) \quad (3.2.4-31)$$

- 운전정지

$$f_{we} = 0.3 \cdot \left(1 - 0.2 \cdot \frac{\tau}{250h}\right) \quad (3.2.4-32)$$

3) 공간적으로 제한된 난방가동(부분난방)

난방이 되는 범위를 통해 같이 난방이 되는 분리된 공간이 적용되고 이 경우 실내요구온도의 미달이 허용된다.

$$v_{i,h} = v_{i,h,soll} - f_{tb} \cdot (v_{i,h,soll} - v_e) \quad (3.2.4-33)$$

$$f_{tb} = 0.8 \cdot \left[1 - \exp\left(-\frac{\dot{Q}_{h,max}}{A_B 35 \text{ W/m}^2}\right)\right] \cdot a_{tb}^2 \quad (3.2.4-34)$$

$$a_{tb} = \frac{A_{beheizt}}{A_B}$$

4) 공간 및 시간적으로 제한된 난방가동의 조합

$$v_{i,h} = v_{i,NA} - f_{tb} \cdot (v_{i,NA} - v_e) \quad (3.2.4-35)$$

여기서,  $v_{i,NA}$ 는 식(3.2.4-27)에 의한 야간의 난방부하계산을 위한 분석실내온도  $v_{i,h}$ 이다.

**나. 냉방요구량에 대한 분석-실내온도**

요구온도보다 2K 정도의 허용된 온도상승이 유효계수를 통해 이미 고려되어있기 때문에 냉방의 경우 월간분석에는 2K이 감소된 분석 실내온도를 적용한다.

$$v_{i,c} = v_{i,c,soll} - 2K \quad (3.2.4-36)$$

#### 1) 간헐적 냉방가동

기계식 환기기의 정상가동(주중)에서 가동시간은 기계식 환기에 대한 열손실계수에서 고려된다. 계산식  $v_{i,c} = v_{i,c,soll} - 2K$ 는 간헐적 냉방가동에서 변동 없이 머무르게 된다. 주말과 휴일에는 통상 환기기와 냉방기가 운전되지 않기 때문에 냉방부하는 0이다.

### 다. 분석 존과 경계를 이루는 비 난방 존의 온도

#### 1) 일반사항

분석 존과 경계를 이루고 있는 비 난방 존의 온도는 온도보정계수에 의한 간략계산법 또는 계산에 따른 세부계산법에 의해 구해질 수 있다. 일반적으로 간략계산법에 의한 온도가 세부계산법에 의한 온도보다 큰 값을 갖는다.

#### 2) 온도보정계수를 이용한 비 난방 존의 온도

간략계산법에서 난방설비가 없는 지하실, 최하층, 최상층, 유리구조물, 계단실, 지중 등과 접하는 비 난방 존의 온도  $v_u$ 는 식 (3.2.4-37)로 구한다.

$$v_u = v_i - F_x \cdot (v_i - v_e) \quad (3.2.4-37)$$

$$v_i = v_{i,h} \text{ 또는 } v_{i,c}$$

<표 3.2.4-3> 구조체의 온도보정계수

		$B'^a$	
외부로의 구조체를 통한 열류		$F_x$	온도-수정팩터 $F_x^f$
1	외벽, 창, 외기에 접한 천정	$F_e$	1.0
2	지붕(시스템경계로서)	$F_D$	1.0
3	옥상 층 천정(설비가 안 된 지붕 공간)	$F_D$	0.8
4	외부로 향한 벽 및 천정	$F_u$	0.8
5	비난방 공간(지하 공간 이외의)으로 향한 벽 및 천정	$F_u$	0.5
6	비난방 유리구조물로 향한 벽 및 창문 - 단층유리	$F_u$	0.8
7	- 복층유리	$F_u$	0.7
8	- 단열유리	$F_u$	0.5
건물 밀 부분 마감 구조체		<5m	
		$R_f$ 또는 $R_w^b$	$R_f$ 또는 $R_w^b$
		$\leq 1$	$> 1$
9	난방이 되는 지하의 지중으로의 구조면	$F_G$	0.30 0.45
10	난방이 되는 지하의 바닥	$F_G$	0.40 0.60
		$\leq 1$	$> 1$
		$\leq 1$	$> 1$
		$\leq 1$	$> 1$
11	지하실 없는 건물/건물존 지표위 바닥 <sup>c</sup> 가장자리 단열 없이 지표면 으로만 단열됨	$F_G$	0.45 0.6 0.4 0.5 0.25 0.35
12	지표위 바닥 <sup>c</sup> 가장자리 단열 있음 <sup>d</sup> - 5m 너비, 수평	$F_G$	0.3 0.25 0.2
13	비난방 지하실로의 지하실 천정 및 내벽 - 페리메트단열 있음 <sup>g</sup>	$F_G$	0.55 0.5 0.45
14	- 페리메트단열 없음 <sup>g</sup>	$F_G$	0.7 0.65 0.55
15	튼 바닥(예: 통풍되는 교회지하실)	$F_G$	0.9
16	낮게 난방이 되는 공간의 바닥판 <sup>e</sup>	$F_G$	0.2 0.55 0.15 0.5 0.1 0.35

3) 상세계산법에 따른 비 난방 존의 온도 계산 (DIN EN ISO 13789)

$$v_u = \frac{\Phi_u + v_i \cdot (H_{T,iu} + H_{V,iu}) + \vartheta_e \cdot (H_{T,ue} + H_{V,ue})}{H_{T,iu} + H_{V,iu} + H_{T,ue} + H_{V,ue}} \quad (3.2.4-38)$$

주의: 난방과 비 난방 건물 존 사이의 벽체는 내부구조체로서 적용된다.

분석 존이 여러 개의 비 난방 존에 접하면, 비 난방 존의 온도는 식 (3.2.4-39)로 구한다.

$$v_u = \frac{\Phi_u + \sum_j v_{i,j} \cdot (H_{T,ij} + H_{V,ij})}{\sum_j (H_{T,ij} + H_{V,ij})} \quad (3.2.4-39)$$

라. 분석 존이 난방/냉방 존과 경계를 이루는 경우, 난방/냉방 존의 온도 경계를 이루는 난방/냉방 존의 온도  $v_z$ 를 사용한다.

$$v_z = v_{i,h,z} \text{ (난방열요구량 분석일 경우)} \quad (3.2.4-40)$$

$$v_z = v_{i,c,z} \text{ (냉방요구량 분석일 경우)} \quad (3.2.4-41)$$

$v_{i,h,z}$  : 난방의 경우 경계된 건물존의 분석 실내온도(4.4.1 가. 참조)

$v_{i,c,z}$  : 냉방의 경우 경계된 건물존의 분석 실내온도(4.4.1 나. 참조)

#### 4.4.2 전도에 의한 열손실 및 열획득

##### 가. 외기와 직접 전도

1) 외기와 직접적인 전도에 의한 열손실 및 열획득

$$Q_{T,e} = H_{T,D} \cdot (v_i - v_e) \cdot t \quad v_i > v_e \text{ (열손실)} \quad (3.2.4-42)$$

$$Q_{T,e} = H_{T,D} \cdot (v_e - v_i) \cdot t \quad v_e > v_i \text{ (열획득)} \quad (3.2.4-43)$$

2) 외기와 열손실계수 보정 (열교에 대한 일괄 보정)

- 분석 존에서 외기와 접하는 각 구조체들의 전도열손실계수의 합
- 열교에 대한 일괄 보정( $\Delta U_{WB}$ )

$$H_{T,D} = \sum (U_j \cdot A_j) + \Delta U_{WB} \cdot \sum A_j \quad (3.2.4-44)$$

$\Delta U_{WB}$ : 외단열의 경우 0.10 W/(m<sup>2</sup>·K)

내단열의 경우 0.15 W/(m<sup>2</sup>·K)

3) 외기와 열손실계수 보정 (길이에 따른 열교 고려)

$$H_{T,D} = \sum (U_j \cdot A_j) + \sum (l_j \cdot \Psi_j) \text{ (증명 가능한 경우)} \quad (3.2.4-45)$$

##### 나. 비난방 존을 통과하여 외부와 전도

$$Q_{T,u} = H_{T,iu} \cdot (v_i - v_u) \cdot t \quad v_i > v_u (\text{열손실}) \quad (3.2.4-46)$$

$$Q_{T,u} = H_{T,iu} \cdot (v_u - v_i) \cdot t \quad v_i < v_u (\text{열획득}) \quad (3.2.4-47)$$

1) 비난방 존으로의 전도에 대한 열손실계수

$$H_{T,iu} = \sum U_j \cdot A_j \quad (3.2.4-48)$$

- 외기와 접하는 벽체의 열관류율이 주어진 경우 내부 구조체의 열관류율

$$U_{\text{내부벽체}} = \frac{1}{\frac{1}{U_{\text{외부벽체}}} - R_{se} + R_{si}} \quad (3.2.4-49)$$

$R_{se}$ : 벽체 외부 열전달저항

$R_{si}$ : 벽체 내부 열전달저항

#### 다. 분석 존과 인접한 존이 냉방/난방을 하는 경우

두 존 사이의 실내요구온도차가 4K 이상일 때 전도에 의한 열손실과 열획득이 고려되며, 열교는 일반적으로 고려하지 않는다.

$$Q_{T,z} = H_{T,iz} \cdot (v_i - v_z) \cdot t \quad v_i > v_z (\text{열손실}) \quad (3.2.4-50)$$

$$Q_{T,z} = H_{T,iz} \cdot (v_z - v_i) \cdot t \quad v_i < v_z (\text{열획득}) \quad (3.2.4-51)$$

$$H_{T,iz} = \sum_j U_j \cdot A_j \quad (3.2.4-52)$$

#### 라. 지중 지표로의 관류

$$Q_{T,s} = H_{T,s} \cdot (v_i - v_e) \cdot t \quad v_i > v_e (\text{열손실}) \quad (3.2.4-53)$$

$$Q_{T,s} = H_{T,s} \cdot (v_e - v_i) \cdot t \quad v_i < v_e (\text{열획득}) \quad (3.2.4-54)$$

$H_{T,s}$ : 지중으로의 열전달계수 ( $\lambda = 2.0 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ )

전체 열손실 중에 지중으로의 열손실 비율이 높을 경우, 다음과 같이 구체적으로 계산한다.

$$Q_{T,s} = \Phi_m \cdot t \quad (3.2.4-55)$$

#### 4.4.3 환기에 의한 열손실 및 열획득



### 가. 침기

$$Q_{V,inf} = H_{V,inf} \cdot (v_i - v_e) \cdot t \quad v_i > v_e (\text{열손실}) \quad (3.2.4-56)$$

$$Q_{V,inf} = H_{V,inf} \cdot (v_e - v_i) \cdot t \quad v_i < v_e (\text{열획득}) \quad (3.2.4-57)$$

$$H_{V,inf} = n_{inf} \cdot V \cdot c_{p,a} \cdot \rho_a \quad (3.2.4-58)$$

외기와 접하지 않는 존의 환기열손실계수는 0이다.

#### 1) 침기에 의한 환기횟수

- 기계식 환기가 없거나, 환기기의 운전 정지 시 일일 평균 환기횟수

$$n_{inf} = n_{50} \cdot e_{wind} \quad (3.2.4-59)$$

- 환기기에 의한 증가 또는 감소된 일일 평균 침기에 의한 환기횟수

$$n_{inf} = n_{50} \cdot e_{wind} \left( 1 + f_{V,mech} \cdot \frac{t_{V,mech}}{24h} \right) \quad (3.2.4-60)$$

$n_{50}$  : 실내·외 기압차가 50 Pa 일 때 환기횟수

- 기밀성능 테스트를 통한 환기횟수
- 기밀성능 테스트를 하지 않은 경우, <표 3.2.4-4>에 주어진 값 적용

$f_{wind}$ ,  $e_{wind}$  : 방풍계수에 대한 표준값으로  $e_{wind} = 0.07$ ,  $f_{wind} = 15$  적용

<표 3.2.4-4> 기밀성 테스트를 하지 않은 경우에 대한 표준값

기밀성능 카테고리	측정값 $n_{50}$ [h-1]
I	a) 3 , b) 1.5
II	4
III	6
IV	10

- 카테고리 I :

a) 공조기기 없는 건물.

b) 공조기기 있는 건물. (주택공조기기 포함)

- 카테고리 II : 건물이나 건물 일부분에 대한 기밀성능이 검증이 안 된 경우

- 카테고리 III : 카테고리 I, II, IV에 해당 안 되는 경우

- 카테고리 IV : 눈에 띄게 기밀성능이 안 좋은 경우 (예: 벌어진 창틈, 문틈, 갈라진 벽체)

2) 기계식 공조기기가 설치된 경우의 침기  $f_{V,mech}$

- 공조기기의 급기와 배기가 균형을 이뤄 서로 크기가 같은 경우

$$f_{V,mech} = 0 \quad (3.2.4-61)$$

- 기계식 환기에서  $n_{ZUL} > n_{ABL}$  일 때

$$f_{V,mech} = \frac{1}{1 + \frac{f_{wind}}{e_{wind}} \cdot \left( \frac{n_{ZUL} - n_{ABL}}{n_{50}} \right)^2} - 1 \quad (3.2.4-62)$$

- 기계식 환기에서  $n_{ABL} > n_{ZUL}$  일 때

$$f_{V,mech} = 1 - \frac{1}{1 + \frac{f_{wind}}{e_{wind}} \cdot \left( \frac{n_{ABL} - n_{ZUL}}{n_{50}} \right)^2} \quad (3.2.4-63)$$

## 나. 창문 환기

$$Q_{V,win} = H_{V,win} \cdot (v_i - v_e) \cdot t \quad v_i > v_e \text{ (열손실)} \quad (3.2.4-64)$$

$$Q_{V,win} = H_{V,win} \cdot (v_e - v_i) \cdot t \quad v_i < v_e \text{ (열획득)} \quad (3.2.4-65)$$

$$H_{V,win} = n_{win} \cdot V \cdot c_{p,a} \cdot \rho_a \quad (3.2.4-66)$$

1) 창문 환기 횟수

환기기가 없거나 운전 정지된 경우 일일 평균 창문 환기 횟수 ( $n_{ZUL} = n_{ABL} = 0$ )

$$n_{win} = 0.1h^{-1} + \Delta n_{win} \cdot \frac{t_{nutz}}{24h} \quad (3.2.4-67)$$

-  $n_{nutz} < 1.2h^{-1}$  와  $(n_{nutz} - (n_{nutz} - 0.2h^{-1})/h^{-1}n_{inf} - 0.1h^{-1}) > 0h^{-1}$  인 경우

$$\Delta n_{win} = n_{nutz} - (n_{nutz} - 0.2h^{-1})/h^{-1}n_{inf} - 0.1h^{-1} \quad (3.2.4-68)$$

-  $n_{nutz} \geq 1.2h^{-1}$  와  $(n_{nutz} - n_{inf} - 0.1h^{-1}) > 0h^{-1}$  인 경우

$$\Delta n_{win} = n_{nutz} - n_{inf} - 0.1h^{-1} \quad (3.2.4-69)$$

- 이외 경우

$$\Delta n_{win} = 0 \quad (3.2.4-70)$$

환기기가 있는 경우 일일 평균 창문환기횟수

$t_{V,mech} \geq t_{nutz}$  (표준의 경우  $t_{V,mech} = t_{nutz}$ ) 일 때

$$n_{win} = 0.1h^{-1} + \Delta n_{win,mech} \cdot \frac{t_{V,mech}}{24h} \quad (3.2.4-71)$$

$t_{V,mech} < t_{nutz}$  일 때

$$n_{win} = 0.1h^{-1} + \Delta n_{win} \cdot \frac{t_{nutz} - t_{V,mech}}{24h} + \Delta n_{win,mech} \cdot \frac{t_{V,mech}}{24h} \quad (3.2.4-72)$$

- 분석 존과 경계를 이루는 존에 환기기가 설치되어 공기흐름이 발생할 때의 환기횟수는 <4.4.3 마>에서 정해진다.  $\Delta n_{win,mech}$ 를 산정하기 위해 다음의 경우로 구분된다.

① 용도에 따른 최소 환기횟수가 환기기의 급기와 부분적인 침기에 의해 충당되고

ⓐ 배기유량의 균형을 위해 추가적인 공기유량이 필요치 않다.

ⓑ 배기유량이 급기 및 침기에 의해 유입되는 공기량을 초과한다. 추가적인 공기유량이 필요하다.

② 용도에 따른 최소 환기횟수가 환기기 및 침기에 의해 충당되지 않거나 어떠한 급기도 없고

ⓐ 필수적인 환기횟수는 창문을 통해 보충된다. 배기유량의 균형을 위해 추가적인 공기유량이 필요치 않다.

ⓑ 배기유량이 용도에 따른 공기유량을 초과한다. 추가적인 공기유량이 필요하다.

침기를 고려하여 추가적으로 필요한 용도에 따른 환기횟수  $\Delta n_{win,mech,0}$

-  $n_{nutz} < 1.2h^{-1}$ 와

$$[n_{nutz} - (n_{nutz} - 0.2h^{-1})/h^{-1} \cdot n_{50} \cdot e_{wind} \cdot (1 + f_{V,mech}) - 0.1h^{-1}] > 0h^{-1}$$

$$\Delta n_{win,mech,0} = n_{nutz} - (n_{nutz} - 0.2h^{-1}) \cdot n_{50} \cdot e_{wind} \cdot (1 + f_{V,mech}) - 0.1h^{-1} \quad (3.2.4-73)$$

$$- n_{nutz} < 1.2h^{-1} \text{ 및 } [n_{nutz} - n_{50} \cdot e_{wind} \cdot (1 + f_{V, mech}) - 0.1h^{-1}] > 0h^{-1}$$

$$\Delta n_{win, mech, 0} = n_{nutz} - n_{50} \cdot e_{wind} \cdot (1 + f_{V, mech}) - 0.1h^{-1} \quad (3.2.4-74)$$

- 이외 경우

$$\Delta n_{win, mech, 0} = 0h^{-1} \quad (3.2.4-75)$$

앞의 경우를 고려한 추가적으로 필요한 창문환기횟수

경우 ① 용도에 따른 필수적인 환기횟수는 급기에 의해 충당

조건:  $\Delta n_{win, mech, 0} \leq n_{ZUL}$

경우 ① 조건  $\Delta n_{win, mech, 0} \leq (n_{ZUL} + n_{50} \cdot e_{wind})$  일 때

$$\Delta n_{win, mech} = 0 h^{-1} \quad (3.2.4-76)$$

경우 ② 조건  $\Delta n_{win, mech, 0} > (n_{ZUL} + n_{50} \cdot e_{wind})$  일 때

$$\Delta n_{win, mech} = n_{ABL} - n_{ZUL} - n_{50} \cdot e_{wind} \quad (3.2.4-77)$$

경우 ② 용도에 따른 필수적인 환기횟수는 급기에 의해 충당 안 됨

조건:  $\Delta n_{win, mech, 0} > n_{ZUL}$

경우 ① 조건  $n_{ABL} \leq (n_{win, mech, 0} + n_{50} \cdot e_{wind})$  일 때

$$\Delta n_{win, mech} = n_{win, mech, 0} - n_{ZUL} \quad (3.2.4-78)$$

경우 ② 조건  $n_{ABL} > (n_{win, mech, 0} + n_{50} \cdot e_{wind})$  일 때

$$\Delta n_{win, mech} = n_{ABL} - n_{ZUL} - n_{50} \cdot e_{wind} \quad (3.2.4-79)$$

2) 용도에 따른 최소(외기) 환기횟수

- DIN V 18599-10에서 면적당 최소 외기도입유량이 주어진다.

- 이는 창문환기나 기기환기에 의해 충족되어야 한다.

$$n_{nutz} = \frac{\dot{V}_A \cdot A_B}{V} \quad (3.2.4-80)$$

주의: 인원수로 환산된 최소외기유량은 재실 밀도와 관련하여 계산한다.

#### 다. 기계식 환기

기계식 환기에 의한 존으로의 냉열 및 열유입은 직접적으로 공급된 급기공기(급기온도)에 의해 고려된다.

$$Q_{V,mech} = H_{V,mech} \cdot (v_i - v_{V,mech}) \cdot t \quad v_i > v_{V,mech} \text{ (열손실)} \quad (3.2.4-81)$$

$$Q_{V,mech} = H_{V,mech} \cdot (v_{V,mech} - v_i) \cdot t \quad v_i < v_{V,mech} \text{ (열획득)} \quad (3.2.4-82)$$

$$H_{V,mech} = n_{mech} \cdot V \cdot c_{p,a} \cdot \rho_a \quad (3.2.4-83)$$

주의: 환기기에 의한 냉열 및 열유입은 냉난방부하와 상관없이 유입될 경우에만 고려된다. 예로서 온풍난방의 경우 난방존에서 열 요구량의 충족을 위한 난방시스템이기 때문에 여기서는 적용시키지 않는다.

##### 1) 일일 평균 기기 환기횟수

일반적으로 환기기의 환기횟수는 제3장 제2절 제2항에 주어진 용도별 최소 요구 환기량으로 정해진다. 환기횟수는 기기특성에 따라 또는 최대냉방부하에 따라 산정된 정풍량기의 경우 더 커질 수도 있다.

$$n_{mech} = n_{mech,ZUL} \cdot \frac{t_{V,mech}}{24h} \quad (3.2.4-84)$$

주의: 순수한 배기기의 경우는  $n_{mech} = n_{mech,ZUL} = 0 \text{ h}^{-1}$  이다.

##### 2) 기계식 환기의 급기-환기횟수

- 기계식 주택환기인 경우 급기-환기횟수는 제3장 제2절 제2항에 따라 적용

$$n_{mech,ZUL} = n_{mech} \quad (3.2.4-85)$$

- 건물 존 냉방용 정풍량기의 경우 최대냉방부하로부터 필요한 최소 유량과 급기-환기횟수가 정해진다.

$$\dot{V}_{mech,b} = \frac{\dot{Q}_{c,max}}{c_{p,a} \cdot \rho_a \cdot (v_i - v_{V,mech})} \quad (3.2.4-86)$$

$$n_{mech,ZUL} = \frac{\dot{V}_{mech,b}}{V} \quad (3.2.4-87)$$

- 순수한 급기기의 경우 이웃 존으로 유입되는 공기는 이웃 존에서는 다른 존으로부터의 급기공기로 고려된다.

- 순수한 배기기관의 경우

$$n_{mech,ZUL} = 0 \quad (3.2.4-88)$$

배기풍량은 침기, 창문환기 경우에 따라 다른 존으로부터의 공기로 충족된다.

### 3) 기계식 환기의 배기-환기횟수

$$n_{mech,ABL} = \frac{\dot{V}_{ABL}}{V} \quad (3.2.4-89)$$

기기의 배기유량은 계획적으로 설정된다. 적용되는 값이 없는 경우  $n_{mech,ABL} = n_{mech,ZUL}$  또는 순수한 배기기관의 경우  $n_{mech,ABL} = n_{nutz}$

배기유량은 기계식 급기, 침기 및 창문환기, 경우에 따라선 이웃 존으로부터 환기에 의해 충족된다.

### 4) 기계식 환기의 급기온도

- 공조처리 없는 환기기기

$$v_{V,mech} = v_e \quad (3.2.4-90)$$

- 비제어적 열교환기와 배기온도와 실내온도가 같은 단순한 환기시스템의 경우

$$v_{V,mech} = v_e + \eta_{V,mech} \cdot (v_i - v_e) \quad (3.2.4-91)$$

- 주택환기기기의 경우 설정된 온도 적용 (급기-배기-열교환기)

$$v_{V,mech} = v_{V,mech,WLA} \quad (3.2.4-92)$$

- 온도제어 공조처리 환기기기의 경우 급기온도(제3장 제2절 제8항 또는 냉각기 능이 없는 기기의 경우 제3장 제2절 제5항 참조)

$$v_{V,mech} = v_{V,mech,RLT} \quad (3.2.4-93)$$

## 라. 비 난방 존에서의 환기

비 난방 존의 외부로의 환기횟수가 고려된다(앞의 비 난방 존의 온도계산에 필요).

- 비 난방 존의 외부로의 환기에 의한 열손실계수

$$H_{V,ue} = c_{p,a} \cdot \rho_a \cdot n_{ue} \cdot V_u \quad (3.2.4-94)$$

- 비 난방 존의 분석 존으로의 환기에 의한 열손실계수

$$H_{V,ue} = 0 \quad (3.2.4-95)$$

$$n_{ue} = 0.6 \text{ h}^{-1} \text{ (표준값)} \quad (3.2.4-96)$$

$n_{ue} = 0.6 \text{ h}^{-1}$ 에 의해 비 난방 존의 온도가 20℃가 넘으면 여름철 원하지 않는 과열을 방지하기 위해  $n_{ue}$ 는 2 h<sup>-1</sup>까지 증가한다(냉방의 경우).

#### 마. 존사이의 환기

환기기가 없는 경우 건물 존 사이의 온도차가 4K 이상일 때만 고려한다. 각 존에서는 유입되는 풍량이 분석되고 이웃 존에서는 배기풍량으로 계산된다.

$$Q_{V,z} = H_{V,z} \cdot (v_i - v_z) \cdot t \quad v_i > v_z \text{ (열손실)} \quad (3.2.4-97)$$

$$Q_{V,z} = H_{V,z} \cdot (v_z - v_i) \cdot t \quad v_i < v_z \text{ (열획득)} \quad (3.2.4-98)$$

$$H_{V,win} = \dot{V}_{z,d} \cdot c_{p,a} \cdot \rho_a \quad (3.2.4-99)$$

$$\dot{V}_{z,d} = \dot{V}_z \cdot \frac{t_{V,mech}}{24h} \quad (3.2.4-100)$$

$\dot{V}_{z,d}$ : 환기기로 인해 이웃 존으로부터의 유입되는 일평균 풍량

#### 1) 이웃 존으로 부터의 급기-환기횟수

식 (3.2.4-76)에서 (3.2.4-79)까지의 창문환기횟수 산정을 위해 이웃 존으로부터의 급기유량이 필요

$$n_{z,ZUL} = \frac{\dot{V}_z}{V} \quad (3.2.4-101)$$

- 창문이 없거나 높은 배기유량일 경우

$$n_{z,ZUL} = n_{mech,ABL} - n_{mech,ZUL} \quad (3.2.4-102)$$

#### 2) 이웃 존으로의 배기-환기횟수

$$n_{z,ABL} = \frac{\dot{V}_z}{V} \quad (3.2.4-103)$$

$$n_{z,ABL} = \frac{\dot{V}_z}{V_i} = \frac{(n_{mech,ABL,j} - n_{mech,ZUL,j}) \cdot V_j}{V_i} \quad (3.2.4-104)$$

#### 4.4.4 태양열에 의한 열획득 및 열손실

가. 투명체를 통한 태양입사광에 의한 열획득

$$Q_{S,tr} = F_F \cdot A \cdot g_{eff} \cdot I_S \cdot t \quad (3.2.4-105)$$

$F_F$ : 창틀에 의한 대한 감소계수 (전체면적 A에 대한 유리면적의 비)

또는 표준값  $F_F = 0.7$

$g_{eff}$ : 총에너지투과율

1) 차양 및 음영을 고려한 총에너지 투과율

차양장치의 유무에 따른 정해진 에너지투과율을 음영, 혼탁도, 비 수직입사와 차양장치의 조절 및 제어방식을 고려한 계수들에 의해 정해짐

- 차양장치가 없는 경우

$$g_{eff} = F_S \cdot F_W \cdot F_V \cdot g_{\perp} \quad (3.2.4-106)$$

- 차양장치가 있는 경우

$$g_{eff} = F_S \cdot F_W \cdot F_V \cdot g_{tot} \quad (3.2.4-107)$$

- 자동 조절되는 차양장치

$$g_{eff} = F_W \cdot F_V \cdot \min(a \cdot g_{tot} \cdot (1-a) \cdot g_{\perp}, F_S \cdot g_{\perp}) \quad (3.2.4-108)$$

$$F_W, F_V = 0.9$$



<표 3.2.4-5> 창유리 및 차양장치에 대한 표준값

창유리 형식	차양장치 없음				외부 차양장치						내부 차양장치							
					외부 블라인드 설정각 10°		외부 블라인드 설정각 45°		버티칼		내부 블라인드 설정각 10°		내부 블라인드 설정각 45°		텍스틸 롤러		폴리	
	$U_g$	$g_{\perp}$	$\tau_e$	$\tau_{D65}$	흰색	진회색	흰색	진회색	흰색	회색	흰색	밝은 회색	흰색	밝은 회색	흰색	밝은 회색	흰색	
단층	5.8	0.87	0.85	0.9	$g_{tot}$	$g_{tot}$	$g_{tot}$	$g_{tot}$	$g_{tot}$	$g_{tot}$	$g_{tot}$	$g_{tot}$	$g_{tot}$	$g_{tot}$	$g_{tot}$	$g_{tot}$	$g_{tot}$	
복층	2.9	0.78	0.73	0.82	0.06	0.1	0.12	0.1	0.2	0.14	0.34	0.43	0.4	0.47	0.29	0.51	0.3	
삼층	2.0	0.7	0.63	0.75	0.05	0.07	0.11	0.08	0.18	0.11	0.35	0.43	0.4	0.47	0.31	0.5	0.32	
복층 진공유리	1.7	0.72	0.6	0.74	0.05	0.07	0.11	0.07	0.18	0.11	0.35	0.44	0.41	0.48	0.3	0.51	0.32	
복층 진공유리	1.4	0.67	0.58	0.78	0.04	0.06	0.1	0.06	0.17	0.1	0.35	0.43	0.4	0.47	0.31	0.49	0.32	
복층 진공유리	1.2	0.65	0.54	0.78	0.04	0.05	0.1	0.06	0.16	0.09	0.35	0.43	0.4	0.46	0.31	0.48	0.32	
복층 진공유리	0.8	0.5	0.39	0.69	0.03	0.04	0.07	0.04	0.13	0.07	0.32	0.37	0.35	0.39	0.3	0.4	0.31	
삼층 진공유리	0.6	0.5	0.39	0.69	0.03	0.03	0.07	0.03	0.12	0.06	0.33	0.37	0.36	0.39	0.3	0.4	0.31	
복층 차양유리	1.3	0.48	0.44	0.59	0.02	0.02	0.06	0.02	0.11	0.05	0.32	0.37	0.35	0.39	0.3	0.39	0.31	
복층 차양유리	1.2	0.37	0.34	0.67	0.03	0.05	0.07	0.05	0.11	0.07	0.27	0.29	0.29	0.3	0.26	0.31	0.26	
복층 차양유리	1.2	0.25	0.21	0.4	0.03	0.05	0.06	0.05	0.09	0.07	0.2	0.21	0.21	0.22	0.2	0.22	0.2	

구조적으로 음영이 지는 경우에 대한 감소팩터  $F_s$

다른 건물 또는 지형(예: 산), 상부 및 측면의 구조체에 의한 음영을 고려한다.

표준값  $F_s = 0.9$  (3.2.4-109)

#### 나. 불투명 구조체를 통한 태양열 유입

$$Q_{S,op} = R_{se} \cdot U \cdot A \cdot (\alpha \cdot I_s - F_f \cdot h_r \cdot \Delta v_{er}) \cdot t \quad \alpha \cdot I_s > F_f \cdot h_r \cdot \Delta v_{er} \text{ 일 경우(열획득)} \quad (3.2.4-110)$$

$$Q_{S,op} = R_{se} \cdot U \cdot A \cdot (F_f \cdot h_r \cdot \Delta v_{er} - \alpha \cdot I_s) \cdot t \quad \alpha \cdot I_s < F_f \cdot h_r \cdot \Delta v_{er} \text{ 일 경우(열손실)} \quad (3.2.4-111)$$

$F_f$  : 구조체와 하늘 사이의 형태계수로, 수평에서 45°까지  $F_f = 1$ ,  
45°에서 90°까지  $F_f = 0.5$

$\Delta v_{er}$  : 천공 온도차 (간략하게  $\Delta v_{er} = 10$  K을 적용할 수 있다).

$h_r = 5\varepsilon$  (외부 방사계수):

방사율  $\varepsilon$ 을 모를 경우  $\varepsilon = 0.9$  (3.2.4-112)

<표 3.2.4-6> 표면의 흡수율  $\alpha$

표면	흡수율 $\alpha$
<b>벽표면</b>	
- 밝은 칠	0.4
- 중간 칠	0.6
- 어두운 칠	0.8
<b>경질벽돌 벽</b>	0.8
<b>밝은 층 벽</b>	0.6
<b>지붕</b>	
- 붉은벽돌	0.6
- 어두운 표면	0.8
- 금속(광택)	0.2
- 콜타르 지붕층(모레가 첨부된)	0.6

1) 투명 단열재를 통한 태양열의 유입

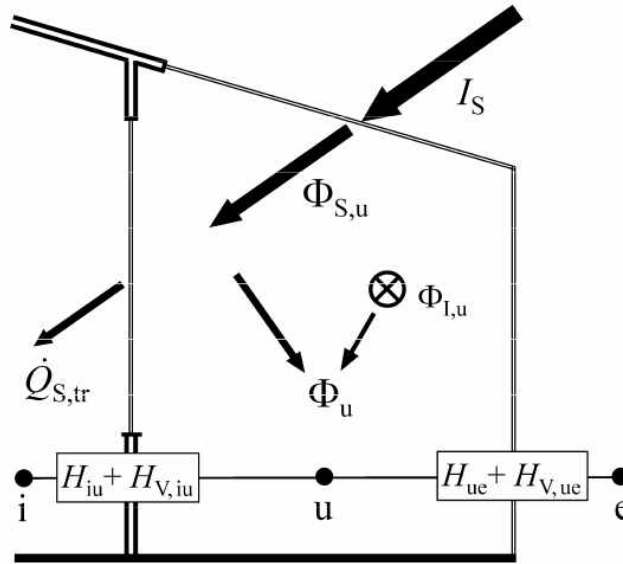
$$Q_{S,op} = R_e \cdot U \cdot A \cdot F_F \cdot F_S \cdot F_W \cdot g_{TI} \cdot \alpha \cdot I_S \cdot t \quad (3.2.4-113)$$

$R_e$  : 구조체의 외부 열저항(투명단열재와 외부구조체를 포함한 열저항)

$g_{TI}$  : 투명단열재의 총에너지 투과율(인증서에 따른), 모르는 경우 0.35

※  $F_W$  와  $\alpha$ 가  $g_{TI}$ 에 고려되어 있을 경우, 이 값은 각각 1을 적용함

#### 다. 비 난방 유리구조물을 통한 태양열유입



[그림 3.2.4-2] 유리구조물에 대한 고려요소

##### 1) 분석 존으로의 직접적인 태양열 유입

분석 존과 유리구조체의 존 사이에 있는 유리창을 통한 태양열의 유입

$$Q_{S,tr} = F_{F,iu} \cdot A_{iu} \cdot g_{eff,iu} \cdot F_{F,ue} \cdot \tau_{e,ue} \cdot I_S \cdot t \quad (3.2.4-114)$$

$F_{F,iu}$ : 분리 벽의 투과면적에 대한 감소계수 (전체면적  $A_{iu}$ 에 대한 투명면적의 비),  
모르는 경우 표준값  $F_F = 0.7$  적용.

$g_{eff,iu}$ : 식 (3.2.4-106)~(3.2.4-108)과 같은 방식

$F_{F,ue}$ : 외부 창면의 투과면적에 대한 감소계수 (전체면적에 대한 투명면적의 비)  
모르는 경우 표준값  $F_F = 0.9$  적용

$\tau_{ue}$ : 외부 유리의 투과율, <표 3.2.4-5> 참조

##### 2) 비 난방 유리구조물에서 작용하는 열 유입

$$\Phi_u = \sum \Phi_{S,u} - \frac{\sum Q_{S,tr}}{t} + \sum \Phi_{I,u} \quad (3.2.4-115)$$

$$\Phi_{S,u} = F_{F,ue} \cdot A_{ue} \cdot g_{eff,ue} \cdot I_S \quad (3.2.4-116)$$

$g_{eff,ue}$ : 식 (3.2.4-106)~(3.2.4-108)과 같은 방식

##### 3) 이중 파사드

- 식 (3.2.4-38)에 환기횟수  $n_{ue} = 10 h^{-1}$ 가 적용됨
- $F_{F,ue}$ 를 모르는 경우  $F_{F,ue} = 0.95$ 가 적용됨

#### 4.4.5 내부 열 및 냉열획득원

##### 가. 주거 건물의 내부 열획득원

$$Q_{I,source,WG} = Q_{I,source} + Q_{I,source,L} + Q_{I,source,fac} = q_I \cdot A_B \quad (3.2.4-117)$$

##### 나. 인체에 의한 열획득원

$$Q_{I,source,p} = q_{I,p} \cdot A_B \quad (3.2.4-118)$$

$q_{I,p}$ : 제3장 제2절 제2항 참조

##### 다. 기기에 의한 열획득원 및 열손실원

$$Q_{I,source,fac} = q_{I,fac} \cdot A_B \quad (3.2.4-119)$$

$$Q_{I,sink,fac} = q_{I,sink,fac} \cdot A_B \quad (3.2.4-120)$$

##### 라. 물품이나 재료반입에 의한 열획득원 및 열손실원

$$Q_{I,source,goods} = c \cdot \dot{m} \cdot (v_{in} - v_{out}) \cdot t \quad v_{in} > v_{out} \text{ 일 경우} \quad (3.2.4-121)$$

$$Q_{I,sink,goods} = c \cdot \dot{m} \cdot (v_{out} - v_{in}) \cdot t \quad v_{in} < v_{out} \text{ 일 경우} \quad (3.2.4-122)$$

$c$ : 물품의 열저장율

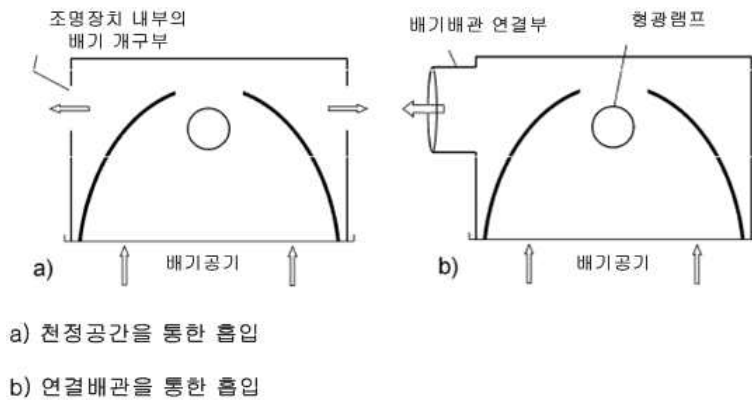
$\dot{m}$ : 물품의 반입량 ( $\dot{m} = \frac{m}{24}$  :  $m$ 은 24 h에 적용되는 평균 무게)

$v_{in}, v_{out}$ : 반입 또는 반출(또는 내부온도)되는 물품의 평균온도

##### 마. 인공 조명에 의한 열획득원

제3장 제2절 제6항에서 구해진 조명에너지요구량  $Q_{I,L,electr}$ 과 배기구가 설치된 조명시설의 경우 실내부하율  $\mu_L$  <표 3.2.4-7>에 의해 구해진다.

$$Q_{i,L} = \mu_L \cdot Q_{i,L,electr} \quad (3.2.4-123)$$



[그림 3.2.4-3] 배기구가 설치된 조명장치의 두 가지 예

<표 3.2.4-7> 배기구가 있는 조명장치에 대한 실내부하율  $\mu_L$

천정시스템에서의 형광램프				
조명장치 연결성능 대비 배기량 $\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{W}$	0.2	0.3	0.4	0.5
$\mu_L$ 천정공간을 통한 흡입	0.80	0.70	0.55	0.45
$\mu_L$ 비 단열배관을 통한 흡입	0.45	0.35	0.30	0.25
$\mu_L$ 단열배관을 통한 흡입	0.40	0.35	0.30	0.25

바. 난방, 냉방, 급탕 및 공조시스템에 의한 비제어적 열획득 및 열손실

$$Q_{I,source,h} = Q_{I,w} + Q_{I,h} + Q_{I,vh} + Q_{I,ch} \quad (3.2.4-124)$$

$$Q_{I,sink,c} = Q_{I,vh} + Q_{I,c} \quad (3.2.4-125)$$

#### 4.4.6 열획득원의 이용효율

가. 존의 열저장능력  $C_{wirik}$

- 가벼운 건물 존(내부 및 외부구조체 밀도 < 600 kg/m<sup>3</sup>)

$$C_{wirik} = 50 \frac{Wh}{m^2 K} \cdot A_B \quad (3.2.4-126)$$

- 중간 무게의 건물 존(내부 및 외부구조체 밀도 ≥ 600 kg/m<sup>3</sup>)

$$C_{wirik} = 90 \frac{Wh}{m^2 K} \cdot A_B \quad (3.2.4-127)$$

- 무거운 건물 존(내부 및 외부구조체 밀도  $\geq 1000 \text{ kg/m}^3$ )

$$C_{wirik} = 130 \frac{Wh}{m^2 K} \cdot A_B \quad (3.2.4-128)$$

### 나. 존의 냉각시간상수

존의 관류 및 환기에 의한 열손실계수의 합과 축열능력에 의해 구해진다.

$$\tau = \frac{C_{wirik}}{H} = \frac{C_{wirik}}{\sum_j H_{T,j} + \sum_k H_{V,k} + H_{V,mech,\vartheta}} \quad (3.2.4-129)$$

주의:  $\tau$ 가 48 h 이하일 경우 48 h으로 적용함

- 냉방기능이 있는 공조기기의 경우

$$H_{V,mech,\vartheta} = H_{V,mech} \cdot \frac{v_{i,soll} - v_{V,mech}}{6K} \quad (3.2.4-130)$$

- 냉방기능이 없는 경우

$$H_{V,mech,\vartheta} = H_{V,mech} \quad (3.2.4-131)$$

- 온풍난방의 경우 급기온도가 실내요구온도보다 같거나 높을 경우

$$H_{V,mech,\vartheta} = 0 \quad (3.2.4-132)$$

### 다. 유효계수

$$\eta = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}} \quad \gamma \neq 1 \text{ 일 경우} \quad (3.2.4-133)$$

$$\eta = \frac{a}{a+1} \quad \gamma = 1 \text{ 일 경우} \quad (3.2.4-134)$$

$$a = a_0 + \frac{\tau}{\tau_0} = 1 + \frac{\tau}{16h} \quad (3.2.4-135)$$

$$\gamma = \frac{Q_{source}}{Q_{sink}} \tag{3.2.4-136}$$

주의:  $Q_{sink} = 0$  인 경우는  $\eta = 0$ 를 적용한다.

라. 유효계수의 제한

$$1 - (\eta \cdot \gamma) < 0.01 \text{ 일 경우 } \eta = 1/\gamma, (Q_{h,b} = 0) \quad (3.2.4-137)$$

$$(1 - \eta) \cdot \gamma < 0.01 \text{ 일 경우 } \eta = 1, (Q_{c,b} = 0) \quad (3.2.4-138)$$

환기횟수가 높은 기계식 환기인 경우

$$\dot{V}_{mech} \geq \frac{\dot{Q}_{C, \max}}{c_{p,a} \cdot \rho_a \cdot (v_i - v_{mech})} \text{ 일 경우 } \eta = 1 \quad (3.2.4-139)$$



## 5. 공조처리에너지 모델링 프로세스

### 5.1 기호, 단위 및 인덱스

<표 3.2.5-1> 기호

기호	의미	단위
$\Delta$	차이	—
$\eta$	총효율	—
$\Phi_{WRG}$	열회수율	—
$\phi$	상대습도	—
$v$	온도	℃
$v_{i,c,m}$	냉방의 경우 월별 실내-분석온도	℃
$v_{H,C}$	공조기기의 가열유닛과 냉각유닛 이후의 공기온도	℃
$v_{V,mech,m}$	공조기기의 월별 급기온도	℃
$v_{ZUL,Soll,So}$	여름 급기요구온도	℃
$v_{ZUL,Soll,Wi}$	겨울 급기요구온도	℃
$\rho_L$	공기 밀도	kg/m <sup>3</sup>
$\sum$	합계	—
$c$	열수용율	kJ/kg·K
$c_{p,L}$	공기의 열수용율	kJ/kg·K
$c_{p,W}$	물의 열수용율	kJ/kg·K
$d$	일수	d
$d_{V,mech,m}$	월간 공조기기 가동 일수	d
$f$	수정계수	—
$f_p$	덕트/배관망의 압력비-지수	—
$f_{h,H}$	공조열에너지 제시값의 일일 가동시간수정팩터	—
$f_{h,C}$	공조냉열에너지 제시값의 일일 가동시간수정팩터	—
$f_{h,St}$	공조가습에너지 제시값의 일일 가동시간수정팩터	—
$g$	급기요구온도변화의 경우 공조에너지 제시값의 변화도	Wh/(K·m <sup>3</sup> /h)
$g_{C,u,m}$	월간 냉열에너지 제시값의 변화도(급기요구온도 14~18℃)	Wh/(K·m <sup>3</sup> /h)
$g_{C,o,m}$	월간 냉열에너지 제시값의 변화도(급기요구온도 18~22℃)	Wh/(K·m <sup>3</sup> /h)
$g_{H,u,m}$	월간 열에너지 제시값의 변화도(급기요구온도 14~18℃)	Wh/(K·m <sup>3</sup> /h)
$g_{H,o,m}$	월간 열에너지 제시값의 변화도(급기요구온도 18~22℃)	Wh/(K·m <sup>3</sup> /h)
$g_{St,u,m}$	월간 가습에너지 제시값의 변화도(급기요구온도 14~18℃)	Wh/(K·m <sup>3</sup> /h)
$g_{St,o,m}$	월간 냉열에너지 제시값의 변화도(급기요구온도 18~22℃)	Wh/(K·m <sup>3</sup> /h)
$h$	엔탈피	kJ/kg
$h_{AUL,Wi}$	겨울 해석일의 외기엔탈피	kJ/kg
$h_{AUL,So}$	여름 해석일의 외기엔탈피	kJ/kg

<표 3.2.5-1> (계속)

기호	의미	단위
$h_{ABL, W_i}$	겨울 해석일의 배기공기엔탈피	kJ/kg
$h_{ABL, S_o}$	여름 해석일의 배기공기엔탈피	kJ/kg
$h_{ZUL, W_i}$	겨울 해석일의 급기공기엔탈피	kJ/kg
$h_{ZUL, S_o}$	여름 해석일의 급기공기엔탈피	kJ/kg
$\Delta h_{WRG}$	열 회수에 따른 급기공기의 엔탈피 차	kJ/kg
$P$	전기적 성능	kW
$P_V$	팬의 전기적 성능	kW
$P_{V, ZUL}$	급기 팬의 전기적 성능	kW
$P_{V, ABL}$	배기 팬의 전기적 성능	kW
$p$	압력	Pa
$p_S$	증기의 포화압력	Pa
$\Delta p^*$	해석풍량에서 덕트망의 전체 압력손실	Pa
$\Delta p_{konst}$	덕트망의 정압손실비율	Pa
$\Delta p_{ABL}^*$	해석풍량에서 배기덕트망의 전체 압력손실	Pa
$\Delta p_{ZUL}^*$	해석풍량에서 급기덕트망의 전체 압력손실	Pa
$q$	단위풍량 당 공조에너지요구량	Wh/(m³/h)
$q_C$	단위풍량 당 공조냉열에너지요구량	Wh/(m³/h)
$q_H$	단위풍량 당 공조열에너지요구량	Wh/(m³/h)
$q_{St}$	단위풍량 당 공조가습에너지요구량	Wh/(m³/h)
$q_{i, 18^\circ\text{C}, 12h, m}$	일일 12시간 가동조건에서의 월별 단위풍량 당 공조에너지 (i=H, C, St) 제시값	Wh/(m³/h)
$q_{i, 18^\circ\text{C}, m}$	가동시간이 수정된 급기온도 18°C에서의 월별 단위풍량 당 공조에너지(i=H, C, St) 제시값	Wh/(m³/h)
$q_{i, m}$	가동시간과 급기온도가 수정된 월별 단위풍량 당 공조에너지 (i=H, C, St) 제시값	Wh/(m³/h)
$Q$	에너지요구량	kWh
$Q_{c, b}$	제3장2절4항의 월별 냉방요구량(냉방부하)	kWh
$Q_{V, C, m}$	월별 공기냉각에 필요한 에너지요구량	kWh
$Q_{V, E, m}$	월별 송풍에 필요한 에너지요구량	kWh
$Q_{V, H, m}$	월별 공기가열에 필요한 에너지요구량	kWh
$Q_{V, St, m}$	월별 가습에 필요한 에너지요구량	kWh
$\dot{Q}$	성능	kW
$\dot{Q}_{c, max, m}$	월별 최대냉방부하	kW
$\dot{Q}_C^*$	공조 최대 냉각성능	kW
$\dot{Q}_H^*$	공조 최대 가열성능	kW

<표 3.2.5-1> (계속)

기호	의미	단위
$\dot{Q}_{St}^*$	공조 최대 가습성능	kW
$t$	시간	h
$t_{V, mech, m}$	월별 일일 공조기기가동시간	h/d
$t_{H, r}$	공기가열기의 상대적 연간 가동시간	h
$t_{C, r}$	공가냉각기의 상대적 연간 가동시간	—
$t_{St, r}$	가습기의 상대적 연간 가동시간	—
$t_{WRG, r}$	열회수기의 상대적 연간 가동시간	—
$t_{VB, r}$	증발가습기의 상대적 연간 가동시간	—
$t_H$	공기가열기의 연간 가동시간	—
$t_C$	공가냉각기의 연간 가동시간	h
$t_{St}$	가습기의 연간 가동시간	h
$t_{WRG}$	열회수기의 연간 가동시간	h
$t_{VB}$	증발가습기의 연간 가동시간	h
$\dot{V}$	풍량	h
$\dot{V}_{mech, b, m}$	3.2.4의 월별 분석-풍량	m <sup>3</sup> /h
$\dot{V}_{mech, m}$	공조처리에너지요구량계산을 위한 월별 평균 급기풍량	m <sup>3</sup> /h
$\dot{V}^*$	기기의 해석풍량	m <sup>3</sup> /h
$\dot{V}_j$	부분부하 j에서의 급기풍량	m <sup>3</sup> /h
$\sum_m \dot{V}$	월별 송풍된 급기풍량	m <sup>3</sup> /h
$\sum_m \dot{V}^3$	풍량 3승의 월간합계	m <sup>3</sup> /h
$\dot{V}_{mech, max, m}$	월별 최대 급기풍량	m <sup>3</sup> /h
$\dot{V}_{ZUL}$	부분부하 j에서의 급기풍량	m <sup>3</sup> /h
$\dot{V}_{ABL}$	부분부하 j에서의 배기풍량	m <sup>3</sup> /h
$x$	절대습도	g/kg

<표 3.2.5-2> 인덱스

기호	인덱스 의미
*	해석상태
"	선형 보간법에서 다음으로 높은 치수
'	선형 보간법에서 다음으로 낮은 치수
12h	일일 12시간 가동
18℃	급기요구온도 18℃
<i>ABL</i>	배기
<i>AUL</i>	외기
<i>C</i>	냉열
<i>E</i>	전기에너지
<i>F</i>	습구(온도)
<i>H</i>	열
<i>h</i>	일일 시간에 상관한
<i>i</i>	열, 냉열, 증기의 공조에너지요구량에 대한 진행변수
<i>j</i>	부분부하에서 풍량에 대한 진행변수
<i>m</i>	월 별
<i>max</i>	최대
<i>min</i>	최소
<i>mech</i>	기계식(환기, 급기)
<i>o</i>	상위로의 변동
<i>s</i>	포화상태
<i>So</i>	여름
<i>St</i>	증기
<i>u</i>	하위로의 변동
<i>V</i>	환기, 급기
<i>Vb</i>	증발가습기
<i>Wi</i>	겨울
<i>WRG</i>	열회수
<i>ZUL</i>	급기

## 5.2 분석치의 연계

### 5.2.1 일반사항

3.2.4에서 언급한 바와 같이 존의 난방과 냉방에너지의 요구량을 분석하기 위해서는 다음의 값들이 미리 정해져야한다.

- 실내 냉·난방부하와 무관한 공조기기의 분석-급기풍량  $\dot{V}_{mech,b,m}$  (식 3.2.4-86)
- 분석-급기온도  $v_{mech,m}$  (식 3.2.4-93)
- $t_{V,mech,m}$  와  $d_{V,mech,m}$  에 의해 산정된 월간 공조기기의 가동시간 (식 3.2.4-71 & 72)

주중의 경우  $d_{V,mech,m} = d_{op}$

주말, 휴일의 경우  $d_{V,mech,m} = d_{we}$

공조처리(가열, 냉각, 가습 및 제습)에 필요한 에너지요구량을 계산하기 위해서는 공조기기의 월별 평균 급기풍량인  $\dot{V}_{mech,m}$  이 주어져야 한다.

### 5.2.2 정풍량방식 공조기의 급기풍량

급기풍량은 실내 열부하가 아니라 실내공기의 질에 의해서 정해진다. 만약 에너지요구를 계산하는 기간 동안에 풍량이 일정하다면 다음의 식이 성립된다.

$$\dot{V}_{mech,b,m} = \dot{V}_{mech,m} = \dot{V}^* \quad (3.2.5-1)$$

정풍량방식 공조기의 경우, 공조에너지요구량을 산출하는데 필요한 공조기의 월별 평균 급기풍량  $\dot{V}_{mech,m}$  은 3.2.4의  $\dot{V}_{mech,b}$  와 일치한다.

### 5.2.3 시간·용도에 따라 조절되는 변풍량방식 공조기의 급기유량

시간에 따라 또는/그리고 공간(실)의 용도에 따라 존에 공급되는 풍량이 변하는 경우, 예로

- 실내공기의 질을 유지하기 위한 풍량조절
- 정해진 스케줄에 따른 풍량조절
- 실험실 배기용도에 따른 풍량조절 등

3.2.4와 연계되는 분석-급기풍량은 변풍량방식의 경우 시간비중에 따라 식 3.2.5-2에 의해 계산된다.

$$\dot{V}_{mech,b,m} = \dot{V}_{mech,m} = \frac{\sum_j \dot{V}_j \cdot t_{V,mech,j,m}}{t_{V,mech,m} \cdot d_{V,mech,m}} \quad (3.2.5-2)$$

여기서  $j$ 는 시간에 따른 부분부하(시간별 풍량이 다른)를 나타내며, 월간 공조기의 가동시간에 따른 부분부하일 경우에는 월간 가동시간의 비율에 의해 급기풍량이 정해진다.

### 5.2.4 실내 냉방부하에 따른 변풍량방식 공조기의 급기풍량

실내 냉방부하에 따른 변풍량방식 공조기의 경우 실내공기의 질 유지를 위한 최소 급기풍량( $\dot{V}_{mech,b,m}$ )과 실내 냉방부하에 따라 정해지는 풍량의 합으로 공조기의 월별 평균 급기유량( $\dot{V}_{mech,m}$ )이 정해진다.

$$\dot{V}_{mech,b,m} = \dot{V}_{min} \quad (3.2.5-3)$$

$$\dot{V}_{mech,m} = \dot{V}_{mech,b,m} + \frac{Q_{c,b}}{t_{V,mech,m} \cdot d_{V,mech,m} \cdot c_{p,L} \rho_L (v_{i,c,m} - v_{V,mech,m})} \quad (3.2.5-4)$$

또는

$$\sum_m \dot{V} = t_{V,mech,m} \cdot d_{V,mech,m} \cdot V_{mech,b,m} + \frac{Q_{c,b}}{c_{p,L} \rho_L (v_{i,c,m} - v_{V,mech,m})} \quad (3.2.5-5)$$

$\vartheta_{i,c,m}$ : 3.2.4의 냉방에너지 요구량 분석-실내온도

$$\vartheta_{i,c} = \vartheta_{i,c,soll} - 2K \quad (3.2.4-36)$$

$Q_{c,b}$ : 3.2.4의 냉방에너지 요구량

송풍에 필요한 에너지를 계산하기 위한 최대유량은 식 3.2.5-6을 이용하여 산출된다.

$$\dot{V}_{mech,maz,m} = \frac{\dot{Q}_{c,max,m}}{c_{p,a} \rho_a (\vartheta_{i,c,m} - \vartheta_{V,mech,m})} \quad (3.2.5-6)$$

## 5.2.5 월간 평균 급기온도

월별 평균 급기온도는 3.2.4에서 건물 또는 존의 냉방 또는 난방에너지요구량을 분석하는데 필요한 입력 값이다. 가열과 냉각기능이 있는 공조기의 경우에 월별 평균 급기온도와 급기요구온도가 일치하며, 3.2.8에 제시된 설계 표준값이 적용된다. 냉각기능이 없는 공조기는 여름철에 급기온도가 일정하지 않으며, 팬이나 열회수시스템의 영향을 받는다. 이러한 영향을 고려한 급기온도는 <표 3.2.5-3>과 같다. 열회수시스템에서 가열과 냉각기능이 없는 경우에 급기온도는 <표 3.2.5-4>와 같다. 가동시간이 12h/d와 24h/d 사이에 위치하는 경우에는 선형보간법에 따라 급기온도를 산정하도록 하고, 12h/d 이하 일 경우에는 12h/d에 해당하는 값을 적용한다.

<표 3.2.5-3> 냉각기능이 없는 공조기기의 월별 평균 급기온도

월	12h/d 가동의 월별 급기온도					24h/d 가동의 월별 급기온도				
	14	16	18	20	22	14	16	18	20	22
1	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0
2	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0
3	14.3	16.1	18.0	20.0	22.0	14.2	16.0	18.0	20.0	22.0
4	15.9	17.0	18.4	20.0	22.0	15.1	16.5	18.2	20.0	22.0
5	19.2	19.4	20.1	21.1	22.4	17.8	18.3	19.2	20.6	22.2
6	23.2	23.2	23.3	23.5	24.1	21.8	21.8	21.9	22.4	23.3
7	26.4	26.4	26.4	26.4	26.5	25.2	25.2	25.2	25.2	25.3
8	27.8	27.8	27.8	27.8	27.9	26.4	26.4	26.4	26.4	26.5
9	22.8	22.8	23.0	23.2	23.9	21.2	21.3	21.6	22.1	23.1
10	16.7	17.5	18.6	20.2	22.1	15.9	16.9	18.4	20.1	22.0
11	14.3	16.1	18.0	20.0	22.0	14.2	16.1	18.0	20.0	22.0
12	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0

<표 3.2.5-4> 가열 및 냉각기능이 없는 공조기기의 월별 평균 급기온도

월	12h/d 급기온도				24h/d 급기온도			
	0%	45%	60%	75%	0%	45%	60%	75%
1	-1.5	8.2	11.4	14.6	-2.1	7.8	11.2	14.5
2	1.1	9.6	12.5	15.3	0.2	9.1	12.1	15.0
3	7.7	13.2	15.1	16.9	6.3	12.5	14.5	16.6
4	14.5	17.0	17.8	18.6	13.0	16.1	17.2	18.2
5	19.1	19.5	19.6	19.8	17.6	18.7	19.0	19.4
6	23.2	21.8	21.3	20.8	21.8	21.0	20.7	20.5
7	26.4	23.5	22.6	21.6	25.2	22.9	22.1	21.3
8	27.8	24.3	23.1	22.0	26.4	23.5	22.6	21.6
9	22.7	21.5	21.1	20.7	21.1	20.6	20.5	20.3
10	16.0	17.8	18.4	19.0	14.7	17.1	17.9	18.7
11	7.9	13.4	15.2	17.0	6.9	12.8	14.7	16.7
12	1.4	9.7	12.5	15.3	0.8	9.5	12.3	15.2

## 5.3 송풍에 필요한 에너지소요량

### 5.3.1 정풍량방식 공조기

#### 팬의 소비전력

팬의 송풍 동력에 필요한 소비전력은 제품의 성능이 주어진 경우에는 주어진 값을 사용하고, 제품의 성능이 주어지지 않은 경우에는 식 3.2.5-7 & 3.2.5-8에 따라



서 급·배기풍량, 덕트망의 압력손실, 팬·전달시스템·모터 및 회전수제어 등에 대한 총 효율로부터 구해진다.

$$P_{V,ZUL,m} = \frac{\dot{V}_{ZUL} \Delta p_{ZUL}^*}{\eta_{ZUL}} \quad (3.2.5-7)$$

$$P_{V,ABL,m} = \frac{\dot{V}_{ABL} \Delta p_{ABL}^*}{\eta_{ABL}} \quad (3.2.5-8)$$

급기와 배기 풍량이 최대 5% 미만의 편차를 보이면 식 3.2.5-9가 성립된다.

$$\dot{V}_{ZUL} = \dot{V}_{ABL} = \dot{V}_{mech,m} = \dot{V}^* \quad (3.2.5-9)$$

팬의 송풍 동력에 필요한 월별 에너지소요량(소비 전력)은 식 3.2.5-10을 이용하여 구할 수 있다.

$$Q_{V,E,m} = (P_{V,ZUL,m} + P_{V,ABL}) t_{V,mech,m} d_{V,mech,m} \quad (3.2.5-10)$$

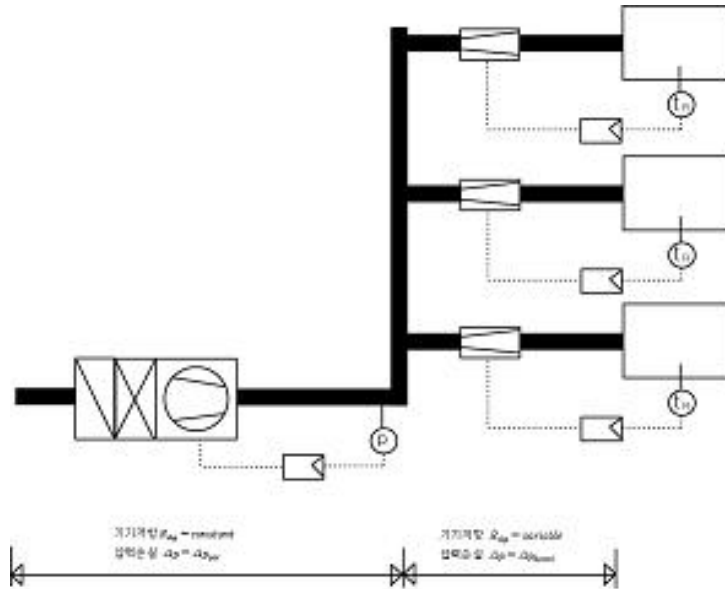
### 5.3.2 변풍량방식 공조기

#### 가. 계산에 대한 일반사항

변풍량방식시스템(VAV)은 각 존의 개별 풍량제어기(감압방식)에 의해 풍량이 제어되고, 중앙의 급기와 배기 팬은 덕트망의 일정한 압력 하에서 회전수에 의해 제어된다. 변풍량방식시스템(VAV)은 덕트망에서 [그림 3.2.5-1]과 같이 압력센서가 위치하는 지점을 기준으로 다음과 같이 두 개의 부분으로 나뉜다.

- 앞부분: 기기저항  $R_{\Delta p} = constant$  내지 압력손실  $\Delta p = variable$  (압력센서를 기점으로, 전반부의 기기저항은 항상 일정하게 유지된다. 후반부의 압력을 일정하게 유지시키려면 전반부의 압력을 조절하여야 한다.)

- 뒷부분: 기기저항  $R_{\Delta p} = variable$  내지 압력손실  $\Delta p = constant$  (압력센서를 기점으로, 후반부의 압력은 항상 일정하게 유지된다. 만약 풍량제어기를 닫으면 제어기의 압력저항이 증가하고, 후반부 덕트 내부의 압력은 일정하므로 압력저항에 해당하는 만큼 풍량이 줄어든다.)



[그림 3.2.5-1] 급기 덕트망의 일정 및 변동 저항

부분부하 풍량에 대한 팬의 소비전력

식 3.2.5-11과 3.2.5-12에서 앞부분의 항은 덕트망의 최대 압력손실 대비 정압손실에서의 팬의 소비전력에 해당하고, 뒷부분의 항은 변압손실에서의 소비전력을 의미한다.

$$P_{V,ZUL} = \frac{\dot{V}_{ZUL} \cdot \Delta p_{ZUL}^* \cdot f_{p,ZUL}}{\eta_{ZUL}} + \frac{\dot{V}_{ZUL}^3 \cdot \Delta p_{ZUL}^* (1 - f_{p,ZUL})}{\eta_{ZUL} \cdot \dot{V}_{ZUL}^{*2}} \quad (3.2.5-11)$$

$$P_{V,ABL} = \frac{\dot{V}_{ABL} \cdot \Delta p_{ABL}^* \cdot f_{p,ABL}}{\eta_{ABL}} + \frac{\dot{V}_{ABL}^3 \cdot \Delta p_{ABL}^* (1 - f_{p,ABL})}{\eta_{ABL} \cdot \dot{V}_{ABL}^{*2}} \quad (3.2.5-12)$$

$$f_p = \frac{\Delta p_{konst}}{\Delta p^*} : \text{압력상관비지수} \quad (3.2.5-13)$$

$\dot{V}_{ZUL}, \dot{V}_{ABL}$  : 부분부하 시 풍량  
 $\dot{V}_{ZUL}^*, \dot{V}_{ABL}^*$  : 덕트망의 해석풍량 (최대풍량)  
 $\Delta p_{ZUL}^*, \Delta p_{ABL}^*$  : 최대풍량 시 덕트망의 압력손실  
 $\eta$  : 팬·전달시스템·모터·회전수 제어의 총 효율

#### 나. 시간과 용도에 따른 변풍량방식 공조기

부분부하 j에서 팬의 송풍 동력에 필요한 에너지소요량(소비전력)들의 합으로 계산되며, 소비전력은 앞서 언급된 식 3.2.5-11과 3.2.5-12에 따라서 산정된다.

$$Q_{V,E,m} = \sum_j t_{V,mech,j,m} \cdot (P_{V,ZUL,j} + P_{V,ABL,j}) \quad (3.2.5-14)$$

#### 다. 실내 냉방부하에 따른 변풍량방식 공조기

$$Q_{V,E,m} = Q_{V,E,ZUL,m} + Q_{V,E,ABL,m} \quad (3.2.5-15)$$

$$Q_{V,E,ZUL,m} = \frac{\Delta p_{ZUL}^* \cdot f_{p,ZUL}}{\eta_{ZUL}} \cdot \sum_m \dot{V}_{ZUL} + \frac{\Delta p_{ZUL}^* \cdot (1 - f_{p,ZUL})}{\eta_{ZUL} \cdot \dot{V}_{ZUL}^{*2}} \cdot \sum_m \dot{V}_{ZUL}^3 \quad (3.2.5-16)$$

$$Q_{V,E,ABL,m} = \frac{\Delta p_{ABL}^* \cdot f_{p,ABL}}{\eta_{ABL}} \cdot \sum_m \dot{V}_{ABL} + \frac{\Delta p_{ABL}^* \cdot (1 - f_{p,ABL})}{\eta_{ABL} \cdot \dot{V}_{ABL}^{*2}} \cdot \sum_m \dot{V}_{ABL}^3 \quad (3.2.5-17)$$

급기풍량과 배기풍량이 서로 최대 5% 미만의 편차를 보이면 근사치적 방식으로 다음 계산식이 성립된다.

$$\dot{V}_{ZUL} = \dot{V}_{ABL} = \dot{V}_{mech,m} \quad (3.2.5-18)$$

$\sum_m \dot{V}^3$ 은 근사치적 방식으로 다음과 같이 산정할 수 있다.

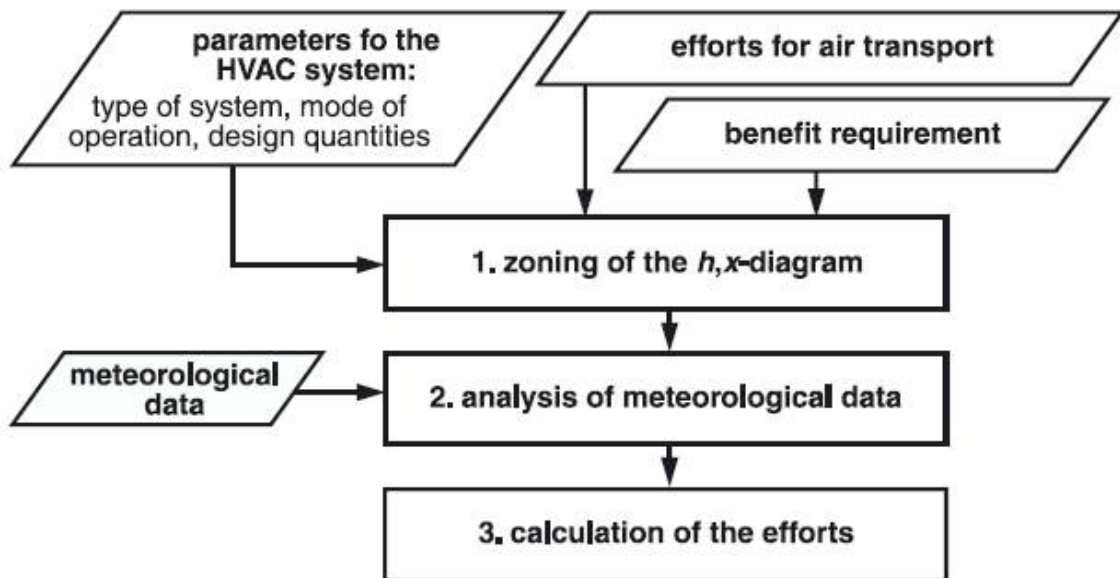
$$\sum_m \dot{V}^3 = \sum_m \dot{V}^3 \cdot (0.8 \cdot \dot{V}_{mech,m} + 0.2 \cdot \dot{V}_{mech,max,m}) \quad (3.2.5-19)$$

압력손실, 효율, 압력비-지수의 계산을 위한 표준값은 3.2.8에서 선정한다.

## 5.4 공조처리(가열, 냉각, 가습, 제습)를 위한 에너지요구량

### 5.4.1 공조처리

공조처리에 필요한 에너지와 물질의 양을 계산하는 방식은 [그림 3.2.5-2]와 같이 3 단계로 구분된다.



[그림 3.2.5-2] 공조처리에 필요한 요구량의 계산 절차

1 단계: 습공기선도(h-x diagram) 조닝

동일한 기기(예열, 냉각, 가습, 재열)에 의해 비슷한 공기상태변화를 보이는 습공기선도 존이 분류된다. 습공기선도 존의 수와 모양은 가동모드와 공조시스템 구성 기기에 영향을 받는다. 습공기선도 존의 위치와 크기는 용도 즉, 풍량과 시스템 설계치(예: 공기의 질량유량)에 따라 정해진다. 습공기선도 존의 경계라인은 보조계산에 따라 정해진다.

## 2 단계: 기상데이터분석

기상데이터분석에 따라 해당하는 각 습공기선도 존에 대해 평균 외기상태와 연간 시간을 구할 수 있다.

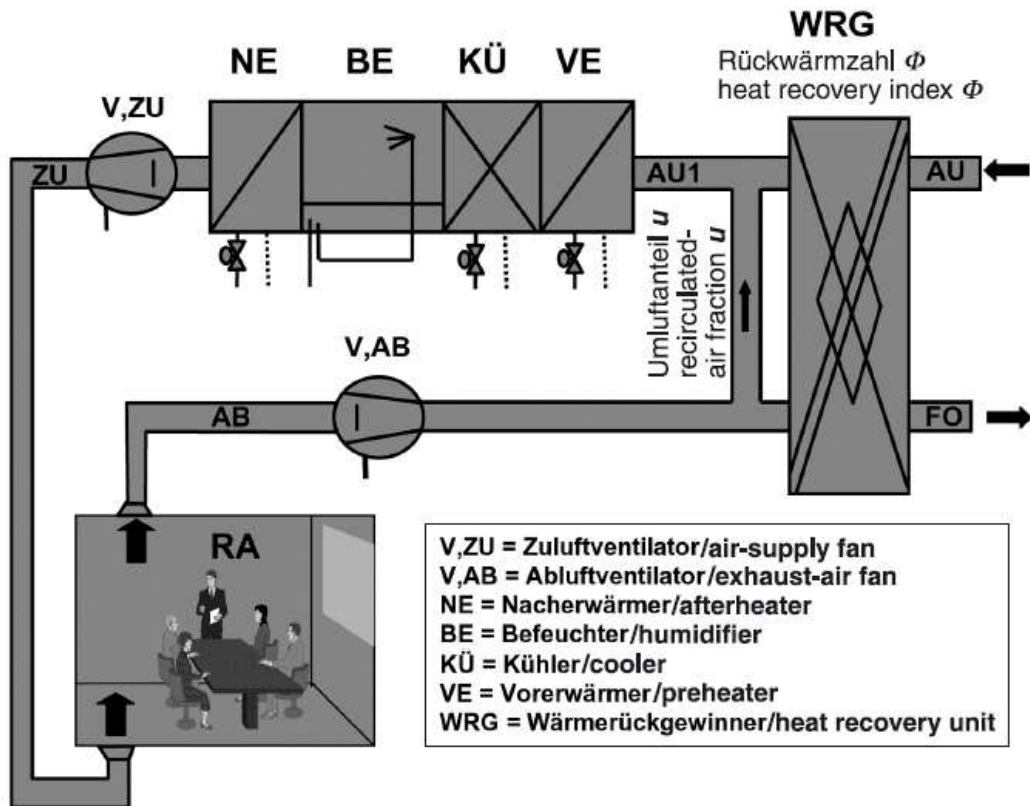
## 3 단계: 공조처리에 필요한 요구량 계산

주어진 값에 따라 각 시스템구성기기의 에너지와 물질의 양을 대차대조하여 산출한다.

기본적인 계산의 방향은 그림 3.2.5-3의 대표적인 사례에 근접하여 해석된다. 공조처리과정에서 누기가 없다는 전제하에서  $\dot{m}_{1,L} = \dot{m}_{12,L}$ 이 성립된다. 여기에 또한 시스템과 가동모드에 대한 전제조건이 설정된다.

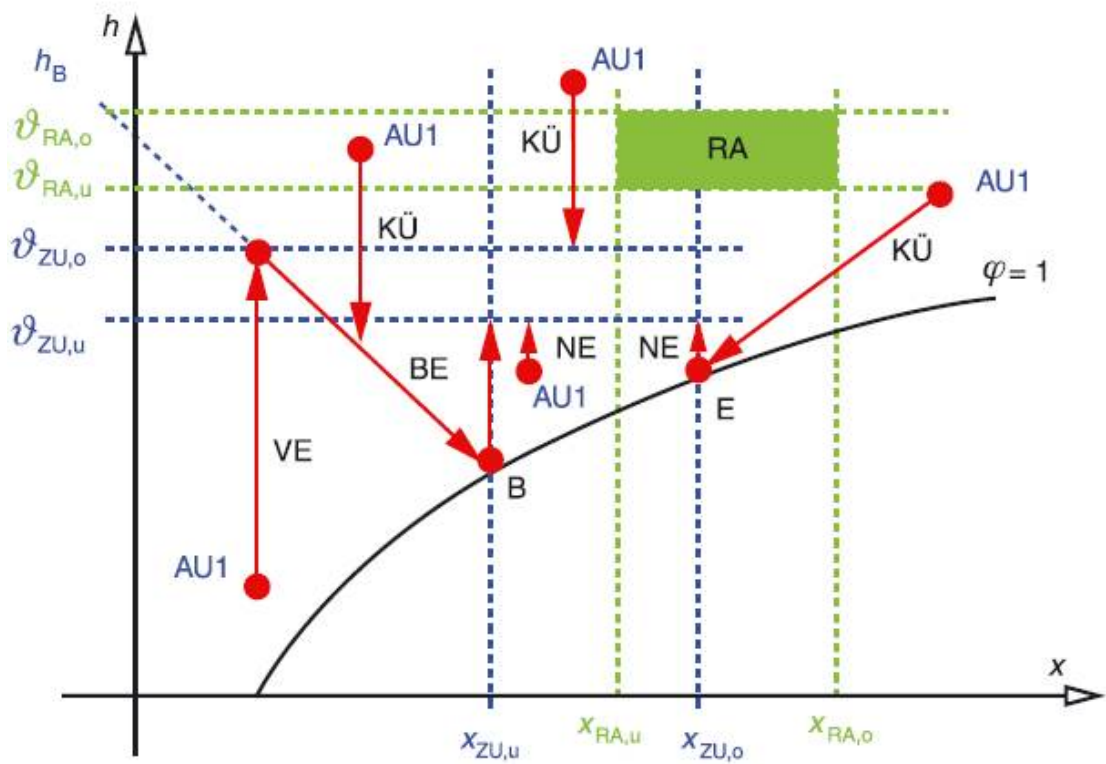
그림 3.2.5-3은 CAV-시스템에 대한 개요를 나타내고 있다. 열 회수율  $\phi$ 와 리턴 공기 혼합비율  $u$ 는 상수이며, 설계치로 주어진다. 이외 다음의 조건들이 성립된다.

- 가습기나 열회수기의 펌프와 같은 보조구성요소의 소비전력량은 설정되지 않는다.
- 단열가습기는 가습률 100%로 가동된다.
- 팬은 온도상승을 유발하지 않는다.



[그림 3.2.5-3] CAV-시스템의 개요

그림 3.2.5-4은 AU1(열회수 및 리턴공기 혼합 후의 공기상태)의 상태변화를 습공기선도에서 예시적으로 나타낸 것이다.



[그림 3.2.5-4] AU1의 습공기선도에서의 상태변화

1단계: 습공기선도의 조닝

실내공기의 상태는 다음처럼 제시된다.

$$v_{RA,u} \leq v_{RA} \leq v_{RA,o} \quad (3.2.5-20)$$

$$x_{RA,u} \leq x_{RA} \leq x_{RA,o} \quad (3.2.5-21)$$

- $v_{RA,u}$ : 하위경계의 실내온도
- $v_{RA,o}$ : 상위경계의 실내온도
- $v_{RA}$ : 실내온도
- $x_{RA,u}$ : 하위경계의 실내절대습도
- $x_{RA,o}$ : 상위경계의 실내절대습도
- $x_{RA}$ : 실내절대습도

여러 형식의 HVAC-시스템과 가동모드를 비교하기 위해서는 실내 공기온도가 고

려되어야 한다. 시스템을 여러 형태의 복사현상(예: HVAC-시스템과 천정냉각패널)과 더불어 좀 더 세밀하게 비교하기 위해서는 이에 따른 복사영향이 고려되어야 한다.

복사비율을 고려하지 않을 경우 시스템의 추가에너지요구량은 난방기간과 냉방기간의 실내온도를 각각  $\Delta v_L$  정도 상향 또는 하향 수정되어 고려된다.

식 3.2.5-22 & 3.2.5-23을 이용한 에너지와 절대습도의 대차대조를 통해 급기공기의 상태에 대한 경계조건이 정해진다.

$$x_{ZU,u} = x_{RA,u} + \frac{\dot{m}_{11,W}}{\dot{m}_{11,L}} < x_{ZU} < x_{RA,o} + \frac{\dot{m}_{11,W}}{\dot{m}_{11,L}} = x_{ZU,o} \quad (3.2.5-22)$$

$$v_{ZU,u} = v_{RA,u} + \frac{\dot{Q}_{12}}{\dot{m}_{12,L} \cdot c_{p,L}} < v_{ZU} < v_{RA,o} + \frac{\dot{Q}_{12}}{\dot{m}_{12,L} \cdot c_{p,L}} = v_{ZU,o} \quad (3.2.5-23)$$

$\dot{m}_{11,W}$  : 급기(공조처리)에 필요한 수증기 질량유량

$\dot{m}_{11,L}$  : 급기(공조처리)에 필요한 공기의 질량유량

$\dot{m}_{12,L}$  : 송풍(공조처리)에 필요한 공기의 질량유량

$x_{ZU,u}$  : 하위경계의 급기절대습도

$x_{ZU,o}$  : 상위경계의 급기절대습도

$\dot{Q}_{12}$  : 송풍에 필요한 에너지부하

$c_{p,L}$  : 공기의 비열

$v_{ZU,u}$  : 하위경계의 급기온도

$v_{ZU,o}$  : 상위경계의 급기온도

$v_{ZU}$  : 급기온도

공조처리를 위해서는 다음과 같은 조건이 설정된다.

- 가습:



$$x_{AU} < \frac{x_{ZU,u} - u \cdot x_{AB,u}}{1 - u} = x_{g,u} \quad (3.2.5-24)$$

- 제습:

$$x_{AU} > \frac{x_{ZU,o} - u \cdot x_{AB,o}}{1 - u} = x_{g,o} \quad (3.2.5-25)$$

$x_{AU}$  : 외기의 절대습도

$u$  : 리턴공기의 혼합비율

$x_{AB,u}$  : 하위경계의 배기 절대습도

$x_{AB,o}$  : 상위경계의 배기 절대습도

$x_{g,u}$  : 습공기선도의 조닝을 위한 하위경계의 절대습도

$x_{g,o}$  : 습공기선도의 조닝을 위한 상위경계의 절대습도

공기가 가습 이전에 냉각되거나 또는 가열되면 이러한 사항이 고려되어야 한다.  
가습범위에 대하여 식 3.2.5-26 & 3.2.5-27이 적용된다.

- 가열:

$$h_{AU} - c_{p,L} \cdot \Phi \cdot v_{AU} < \frac{h_B - u \cdot h_{AB,u}}{1 - u} - c_{p,L} \cdot \Phi \cdot v_{AB,u} = h_{g,u} \quad (3.2.5-26)$$

- 냉각:

$$h_{AU} - c_{p,L} \cdot \Phi \cdot v_{AU} > \frac{h_B - u \cdot h_{AB,o}}{1 - u} - c_{p,L} \cdot \Phi \cdot v_{AB,o} = h_{g,o} \quad (3.2.5-27)$$

#### 5.4.4 공조처리에 필요한 에너지요구량

계산식 3.2.5-28, 3.2.5-29, 3.2.5-30 및 3.2.5-35에 따라서 환산된 월별 풍량 당 공조에너지요구량  $q_{i,m}$ 은 월별 평균 급기풍량  $\dot{V}_{mech,m}$ 의 곱으로 최종적으로 공조처리

에 필요한 에너지요구량으로 정해진다.

$$Q_{V,i,m} = q_{i,m} \cdot \dot{V}_{mech,m} \quad (3.2.5-36)$$

## 5.5 최대성능

가열기, 냉각기 및 가습기의 최대성능의 계산은 제3장2절8항에서 기기부하의 산정을 위해 필요로 하며 기기선정에서의 안전율은 고려하지 않는다.

### 5.5.1 외기 및 배기공기의 상태값

<표 3.2.5-5> 배기공기상태의 측정값

겨울	습도요구 없음	$\vartheta_{ABL, Wi}$	°C	22.0
		$x_{ABL, Wi}$	kg/kg	0.001
		$h_{ABL, Wi}$	kJ/kg	24.8
	편차가 허용된 습도요구	$\vartheta_{ABL, Wi}$	°C	22.0
		$x_{ABL, Wi}$	kg/kg	0.006
		$h_{ABL, Wi}$	kJ/kg	37.5
	편차가 없는 습도요구	$\vartheta_{ABL, Wi}$	°C	22.0
		$x_{ABL, Wi}$	kg/kg	0.008
		$h_{ABL, Wi}$	kJ/kg	42.6
여름	습도요구 없음	$\vartheta_{ABL, So}$	°C	26.0
		$x_{ABL, So}$	kg/kg	0.0012
		$h_{ABL, So}$	kJ/kg	56.9
	편차가 허용된 습도요구	$\vartheta_{ABL, So}$	°C	26.0
		$x_{ABL, Wi}$	kg/kg	0.011
		$h_{ABL, So}$	kJ/kg	54.3
	편차가 없는 습도요구	$\vartheta_{ABL, So}$	°C	26.0
		$x_{ABL, Wi}$	kg/kg	0.008
		$h_{ABL, So}$	kJ/kg	46.7

<표 3.2.5-6> 외기상태의 측정값

겨울	$\vartheta_{AUL, Wi}$	°C	-12.0
	$x_{AUL, Wi}$	kg/kg	0.001
	$h_{AUL, Wi}$	kJ/kg	-9.6
여름	$\vartheta_{AUL, So}$	°C	32.0
	$x_{AUL, So}$	kg/kg	0.012
	$h_{AUL, So}$	kJ/kg	63.0

## 5.5.2 급기공기엔탈피

### 포화압력

여름철 습한 공기의 상태값을 정하기 위해 증기압곡선-계산식이 근사치적으로 이용된다.

$$ps(\vartheta) = e^{\frac{23.621}{\vartheta} - \frac{4065}{\vartheta + 236.2506}} \quad 0.01^\circ C \leq \vartheta \leq 80^\circ C \text{ 일 경우} \quad (3.2.5-37)$$

### 급기공기엔탈피

- 습도요구 없는 공조기기의 급기공기엔탈피

겨울의 경우:

$$h_{ZUL, Wi} = 1.01 \vartheta_{ZUL, Wi} + 0.001 (2501 + 1.86 \vartheta_{ZUL, Wi}) \quad (3.2.5-38)$$

여름의 경우:

$ps(\vartheta_{ZUL, So}) > 1892 Pa$  일 때

$$h_{ZUL, So} = 1.01 \vartheta_{ZUL, So} + 0.012 (2501 + 1.86 \vartheta_{ZUL, So}) \quad (3.2.5-39)$$

$ps(\vartheta_{ZUL, So}) \leq 1892 Pa$  일 때

$$h_{ZUL, So} = 1.01 \vartheta_{ZUL, So} + x_{ZUL, So} (2501 + 1.86 \vartheta_{ZUL, So}) \quad (3.2.5-40)$$

$$x_{ZUL, So} = \frac{0.5911}{\frac{100000}{ps(\vartheta_{ZUL, So})} - 0.95} \quad (3.2.5-41)$$

- 편차가 허용된 습도요구가 있는 공조기기의 급기공기엔탈피

겨울의 경우:

$$h_{ZUL, Wi} = 1.01 \vartheta_{ZUL, Wi} + 0.006 (2501 + 1.86 \vartheta_{ZUL, Wi}) \quad (3.2.5-42)$$

여름의 경우:

$ps(\vartheta_{ZUL, So}) > 1737 Pa$  일 때

$$h_{ZUL, So, t} = 1.01 \vartheta_{ZUL, So} + 0.011 (2501 + 1.86 \vartheta_{ZUL, So}) \quad (3.2.5-43)$$

$ps(\vartheta_{ZUL, So}) \leq 1737 Pa$  일 때

$$h_{ZUL, So, t} = 1.01 \vartheta_{ZUL, So} + x_{ZUL, So} (2501 + 1.86 \vartheta_{ZUL, So}) \quad (3.2.5-44)$$

$$x_{ZUL, So} = \frac{0.5911}{\frac{100000}{ps(\vartheta_{ZUL, So})} - 0.95} \quad (3.2.5-45)$$

$$h_{ZUL, So, x} = 44.1 kJ/kg \quad (3.2.5-46)$$

$$h_{ZUL, So} = MIN [ h_{ZUL, So, t}; h_{ZUL, So, x} ] \quad (3.2.5-47)$$

- 편차가 없는 습도요구가 있는 공조기기의 급기공기엔탈피

겨울의 경우:

$$h_{ZUL, Wi} = 1.01 \vartheta_{ZUL, Wi} + 0.008 (2501 + 1.86 \vartheta_{ZUL, Wi}) \quad (3.2.5-48)$$

여름의 경우:

$ps(\vartheta_{ZUL, So}) > 1269 Pa$  일 때

$$h_{ZUL, So, t} = 1.01 \vartheta_{ZUL, So} + 0.008 (2501 + 1.86 \vartheta_{ZUL, So}) \quad (3.2.5-49)$$

$ps(\vartheta_{ZUL, So}) \leq 1269 Pa$  일 때

$$h_{ZUL,So,t} = 1.01 \vartheta_{ZUL,So} + x_{ZUL,So} (2501 + 1.86 \vartheta_{ZUL,So}) \quad (3.2.5-50)$$

$$x_{ZUL,So} = \frac{0.5911}{\frac{100000}{ps(\vartheta_{ZUL,So})} - 0.95} \quad (3.2.5-51)$$

$$h_{ZUL,So,x} = 31.6 \text{ kJ/kg} \quad (3.2.5-52)$$

$$h_{ZUL,So} = MIN [ h_{ZUL,So,t}; h_{ZUL,So,x} ] \quad (3.2.5-53)$$

### 5.5.3 최대 가열성능

최대 가열성능을 정하기 위해서는 열 회수(WRG)부분을 고려하며 열 회수형식에 따라 회수된 부분을 차감하여 최대 가열성능이 정해진다.

- 열 회수기기가 없는 경우

$$\Delta h_{WRG} = 0 \quad (3.2.5-54)$$

- 순수한 현열회수기능의 열 회수기기

$$\Delta h_{WRG} = \Phi_{WRG} \cdot c_{p,L} \cdot (\vartheta_{ABL,Wi} - \vartheta_{AUL,Wi}) \quad (3.2.5-55)$$

- 열 및 습기회수기능의 열 회수기기

$$\Delta h_{WRG} = \Phi_{WRG} \cdot c_{p,L} \cdot (h_{ABL,Wi} - h_{AUL,Wi}) \quad (3.2.5-56)$$

최대 가열성능

- 증기가습이 없는 기기

$$Q_H^* = \dot{V}^* \cdot \rho_L \cdot (h_{ZUL,Wi} - h_{AUL,Wi} - \Delta h_{WRG}) \quad (3.2.5-57)$$

- 증기가습이 있는 기기

$$Q_H^* = \dot{V}^* \cdot \rho_L \cdot (c_{p,L} \cdot (\vartheta_{ZUL,Wi} - \vartheta_{AUL,Wi}) - \Delta h_{WRG}) \quad (3.2.5-58)$$

#### 5.5.4 최대 냉각성능

최대 가열성능과 같은 방식으로 냉열 회수부분이 차감되어 최대 냉각성능이 정해진다.

- 열 회수기기가 없거나 순수한 현열회수기능이 없는 열 회수기기인 경우

$$\Delta h_{WRG} = 0 \quad (3.2.5-59)$$

- 순수한 현열회수기능의 열 회수기기

$$\Delta h_{WRG} = \Phi_{WRG} \cdot c_{p,L} \cdot (\vartheta_{AUL,So} - \vartheta_{ABL,So}) \quad (3.2.5-60)$$

- 열 및 습기회수기능의 열 회수기기

$$\Delta h_{WRG} = \Phi_{WRG} \cdot c_{p,L} \cdot (h_{AUL,So} - h_{ABL,So}) \quad (3.2.5-61)$$

최대 냉각성능

$$Q_C^* = \dot{V}^* \cdot \rho_L \cdot (h_{AUL,So} - h_{ZUL,So} - \Delta h_{WRG}) \quad (3.2.5-62)$$

#### 5.5.5 최대 가습성능

습도 회수부분이 차감되어 최대 가습성능이 정해진다.

- 열 회수기기가 없거나 순수한 현열회수기능이 없는 열 회수기기인 경우

$$\Delta h_{WRG} = 0 \quad (3.2.5-63)$$

- 열 및 습기회수기능의 열 회수기기

$$\Delta h_{WRG} = 2501 \cdot \Phi_{WRG} \cdot (x_{ABL, Wi} - x_{AUL, Wi}) \quad (3.2.5-64)$$

증기가습기가 있는 공조기기의 최대 가습성능

$$Q_{St}^* = \dot{V}^* \cdot \rho_L \cdot (h_{ZUL, Wi} - h_{AUL, Wi} - \Delta h_{WRG}) \quad (3.2.5-65)$$

## 6. 조명에너지 및 조명시스템에너지 모델링 프로세스

### 6.1 일반사항

이 장은 비주거용 건물에서 실내 요구조도 유지에 필요한 월간 및 연간 조명에너지 요구량 산정을 위한 프로세스를 설명하고 있다. 효율적인 조명을 위해서는 적절한 조명시스템 선정, 제어 및 주광 이용이 요구된다. 그러나 여기서는 오로지 실내 조도에 필요한 조명 에너지의 요구량을 산정하고자 한다.

### 6.2 조명에너지 요구량 $Q_l$

광원에서 나온 광속의 총량에 대한 작업면(통상은 바닥과 같은 면적의 수평면)에 도달하는 빛의 양의 비, 즉 조명률을 구하여 작업면의 평균적인 조도를 구하며, 조도를 구하는데 필요한 광원의 전기적 성능은 광속법을 이용하여 계산한다. 광속법에서 산출된 인공조명의 전기에너지 성능에 바닥면적과 전등의 가동시간을 곱하여 존이 요구하는 조명에너지를 산출한다. 그러면, 분석 존 j에 대한 에너지요구량은 다음 계산식으로부터 산정된다.

$$Q_{l,j} = p_j \cdot A_j \cdot t / 1000 \quad (3.2.6-1)$$

$Q_{l,j}$  : 존 j의 조명 에너지 요구량 (kWh)

$p_j$  : 존 j의 전기에너지 성능 ( $W/m^2$ )

$A_j$  : 존 j의 바닥 면적 ( $m^2$ )

$t$  : 존 j의 조명시스템 가동시간 (h)

### 6.3 조명에너지 산출에 필요한 구성요소

각 존의 조명에 사용되는 에너지요구량을 산정하기 위해서는 해당 존에 대한 전기에너지 성능을 산출하여야 하며, 이를 위해서는 각 존의 실지수, 조명률, 보수율, 조명기기 효율 등이 파악되어야 한다.

#### 1) 전기에너지 성능 $p$

존 j의 조명에너지 요구량을 산출하기 위해서는 각 존의 전기에너지 성능  $p_j$ 를 산출하여야 한다. 전기에너지 성능은 공간 또는 실의 용도에 맞춰 실내의 요구조도를 충족시키기 위해 필요한 단위면적당 에너지의 부하율이다. 조명의 전기에너지 성능



은 실내 요구 조도, 조명률, 보수율, 조명기기 효율 등에서 구할 수 있다. 실내 단위 면적에 필요한 전기에너지 성능은 다음과 같이 산출될 수 있다. 여기서, 실내 요구 조도는 용도별 프로파일에서 해당 용도에 맞는 요구조도를 사용하도록 한다.

$$p_j = \frac{E}{U \cdot M \cdot \eta_e} \quad (3.2.6-2)$$

$p_j$  : 요구조도를 만족하기 위한 전기에너지 성능 (W/m²)

$U$  : 조명률 (-)

$E$  : 실내 요구 조도값 (lx)

$M$  : 보수율 (-)

$\eta_e$  : 조명기기효율 (lm/W)

## 2) 실지수 $k$

실지수는 실의 형상을 나타내는 지수이다. 광원에서 작업면에 직접 도달하는 빛은 천장의 높이에 영향을 받는다. 천장의 높이가 낮으면 광원에서 작업면에 직접 도달하는 빛의 양이 천장의 높이가 높은 경우에 비해 상대적으로 많다.

실 형상에 따라 광원에서 작업면에 직접 도달하는 빛뿐만 아니라 천장, 벽, 바닥에서 반사되어 오는 빛도 역시 변한다. 그러므로 가로, 세로, 광원의 높이의 관계를 고려하는 값이 실지수이다. 실지수는 일반적으로 천장이 낮은 경우 또는 가로, 세로가 넓은 경우에 큰 값을 갖고, 그 반대의 경우는 작아진다.

실내형상에 대한 실지수  $k$ 는 다음과 같이 정해진다.

$$k = \frac{a_R \cdot b_R}{h_R \cdot (b_R + a_R)} \quad (3.2.6-3)$$

$a_R$  : 실내 공간 깊이 (m)

$b_R$  : 실내 공간 너비 (m)

$h_R$  : 전등이 위치한 곳과 작업면의 높이 차이 (m)

## 3) 조명률 $U$

광원에서 나온 빛은 다양한 경로를 통해 작업면에 도달한다. 광원에서 작업면에 도달하는 빛을 구분해 보면, 전등에서 직접 작업면에 도달하는 빛, 천장에서 반사되

는 빛, 벽에서 반사되는 빛 그리고 이들 빛이 반사면에서 여러 번 반사를 거듭한 후 작업면에 도달하는 빛 등이 있다. 한편 광원에서 나온 빛 가운데 조명기기 반사판 또는 확산 판 등에서 흡수되는 빛, 창호 밖으로 빠져 나간 빛, 천장 벽·책상에 흡수되는 빛 등이 있고 이들은 작업면에 도달하지 못하게 된다.

조명률이란 광원에서 나온 총 빛에 대한 작업면에 도달하는 빛의 비율을 나타낸 것이다. 조명률은 일반적으로 1보다 작은 값으로 표시된다. 조명률은 광원의 높이, 마감재의 반사율, 조명기기 방식에 의해서 정해진다. 조명률을 별도로 산출하지 않을 경우, 조명률의 산출은 다음 <표 3.2.6-1>에 해당하는 값을 적용한다. 단, 이 값은 실내 마감재의 반사율을 바닥 0.2, 벽 0.5, 천정 0.7로 설정한 경우에 해당한다.

<표 3.2.6-1> 조명기기 방식 별 실지수  $k$

조명기기 방식	실지수 $k$									
	0.6	0.8	1	1.25	1.5	2	2.5	3	4	5
직접(백열등)	0.48	0.53	0.56	0.59	0.62	0.65	0.67	0.69	0.71	0.72
직접(형광등)	0.3	0.37	0.42	0.46	0.49	0.54	0.57	0.59	0.61	0.63
간접/반간접	0.15	0.19	0.22	0.26	0.28	0.32	0.35	0.37	0.4	0.42

#### 4) 보수율

보수율이란 조명시설을 일정한 기간 사용한 후의 작업면 상의 평균 조도와 초기 조도와와의 비이다. 즉 조명효율은 설비의 사용시간이 경과하면서 전등 자체의 광속 감소, 전등·조명기구의 오염, 천장·벽·바닥 등 실내면의 반사율 저하 등에 의해 감소한다. 따라서 조명 설계 단계에서 이와 같은 조도 저하를 보완하기 위하여 조도를 계산하는 과정에 보정계수를 설정하고, 그 값에 따라 시설에 필요한 조도 레벨보다 높은 조도 레벨로 설계한다. 이 보정계수를 보수율(M)이라 하고 다음 식과 같이 계산된다.

$$M = \frac{E_t}{E_i} \quad (3.2.6-4)$$

$E_t$  : 확보 조도(조명기구의 청소, 오래된 전등의 교환 등을 행하기 이전 조도)

$E_i$  : 초기 조도(조명기구, 전등 등의 초기 설치 시 얻어지는 조도)

또한 보수율은 조명기기의 형식, 램프의 종류, 사용 환경에 따라 달라지지만 일반적으로는 대개 0.85~0.65의 값이 채용된다.

5) 조명기기 효율  $\eta_e$

조명기기 효율  $\eta_e$  는 단위에너지(W)당 발생하는 광속(lm)을 의미하며, 광원의 종류 및 제품에 따라 성능에 차이가 있다. 제품의 성능 성적서가 주어진 경우에는 성적서에 제시된 값을 사용하도록 하고, 성적서가 없는 경우에는 다음 <표 3.2.6-2>에 주어진 표준값을 사용할 수 있다.

<표 3.2.6-2> 램프 종류 별 조명기기 효율

<div> <div>램프종류</div> <div>기기효율</div> </div>	백열등 100 W	할로젠등 500 W	형광등 40 W	형광등 100 W	고압 수은등 400 W	메탈할라 이드등 400 W	고압 나트륨등 400 W
<div>조명기기효율</div> <div>(안정기손실포함)</div> <div>lm/W</div>	15	21	65	79	52	72	108

## 7. 난방시스템 에너지모델링

### 7.1 기호, 단위 및 Index

<표 3.2.7-1> 기호

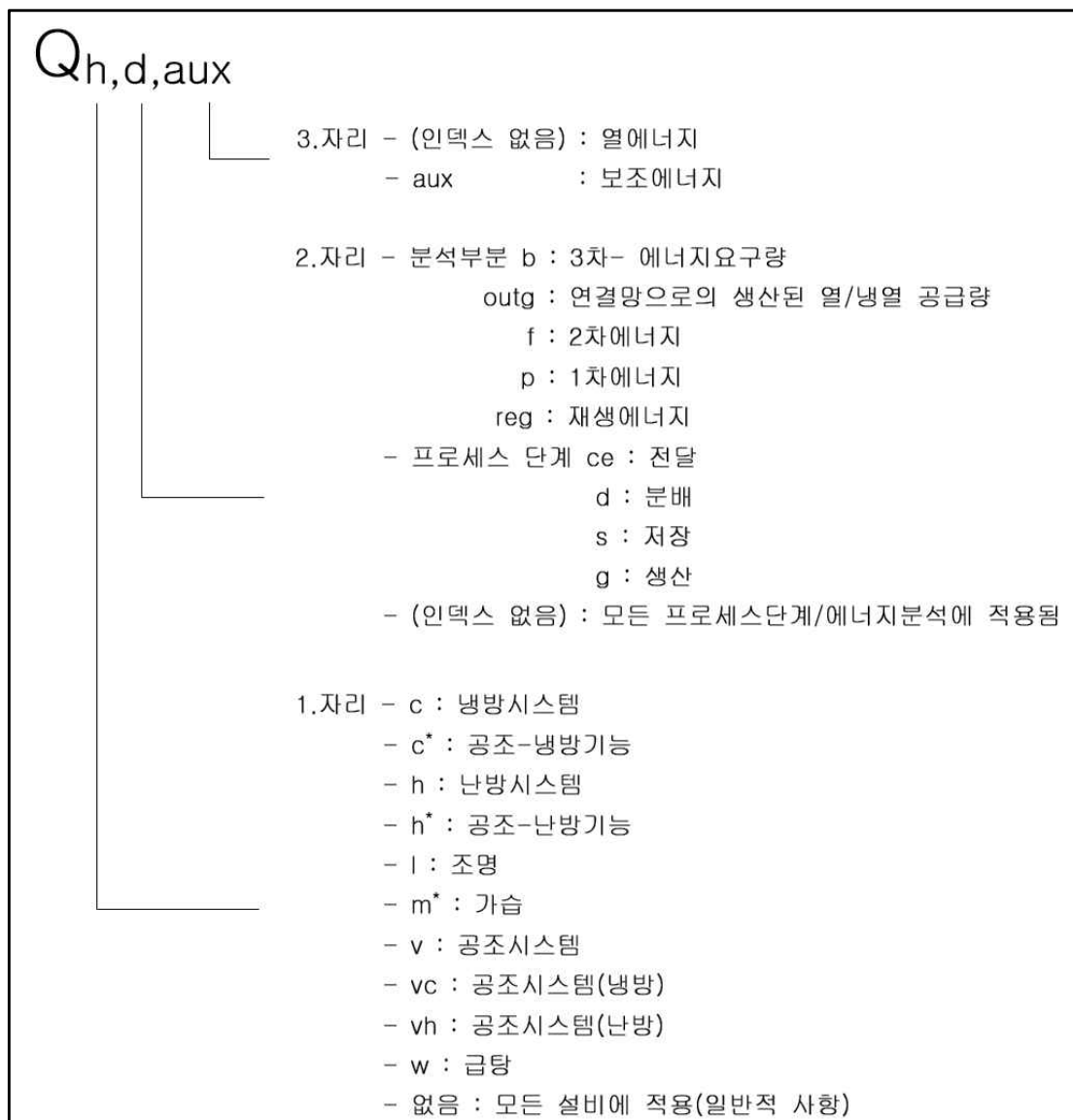
기호	의미	단위
$A_C$	집열면적	m <sup>2</sup>
$b$	계수	—
$B$	가로 넓이	m <sup>2</sup>
$c$	비열(열수용 능력)	kWh/kg·K
$C$	상수(Constant)	—
$d$	월별 일수	d/a, d/mth
$e$	소비지수	—
$f$	계수	—
$FC$	부하계수	—
$h$	높이	m
$IAM$	입사수정계수	—
$k$	계수	—
$L$	길이	m
$n$	횟수	—
$p$	압력	kPa
$P$	성능, 에너지비용	W, kW
$PE$	성능	W, kW
$q$	손실	—
$Q$	에너지	kWh/mth
$R$	열손실율	—
$SPF$	가동지수	—
$t$	시간	h/d, h/mth, h/a
$U$	열관류율	W/m·K
$UA$	열손실율(열손실계수)	W/K
$V$	부피	m <sup>3</sup>
$\dot{V}$	유량	m <sup>3</sup> /h
$W$	보조에너지	kWh/mth
$z$	일일 가동시간	h/d
$\alpha$	시간비율	—
$\beta$	부하율	—
$\eta$	효율	—
$\Theta$	에너지성능	W, kW
$v$	온도	°C
$\rho$	밀도	kg/ℓ

<표 3.2.7-2> 인덱스

인덱스	의미	인덱스	의미
<i>a</i>	연간, 년	<i>C</i>	실내온도제어
<i>A</i>	연결, 해석	<i>ce</i>	전달
<i>Abgl</i>	상쇄	<i>combi</i>	난방과 급탕의 조합
<i>App</i>	기기	<i>d</i>	분배
<i>aux</i>	보조에너지	<i>DS</i>	지역난방 기계실
<i>b</i>	요구량	<i>e</i>	전기, 유효, 외부
<i>B</i>	대기모드, 구성요소	<i>ex</i>	배기
<i>Betrieb</i>	가동	<i>f</i>	2차 에너지, 팩터
<i>bin</i>	등급	<i>FBH</i>	바닥난방
<i>Bio</i>	바이오매스	<i>fl</i>	전부하
<i>bp</i>	이가 점(bivalent point)	<i>G</i>	건물/존
<i>bu</i>	재열	<i>ges</i>	전체, 총
<i>Grenz</i>	경계	<i>rd</i>	회수
<i>GZ</i>	기본사이클	<i>reg</i>	재생 가능한
<i>h</i>	난방	<i>rl</i>	회수 가능한
<i>H</i>	난방시스템	<i>rL</i>	분석-운전시간
<i>HK</i>	난방사이클	<i>RL</i>	환수
<i>hours</i>	시간	<i>rv</i>	주택공조시스템
<i>Hs/Ht</i>	고위발열/저위발열	<i>RV</i>	역류방지
<i>hydr</i>	수압적	<i>s</i>	저장기, 방사, 높은
<i>i</i>	내부,	<i>S</i>	지관
<i>I</i>	내부의, 내부에서	<i>SB</i>	Stand-by
<i>in</i>	수용	<i>Sch</i>	연결
<i>int</i>	간헐적	<i>sek</i>	2차
<i>intern</i>	내부의	<i>sin</i>	순수한 난방가동
<i>Itc</i>	정지포인트	<i>SL</i>	관통하는 배관
<i>K</i>	복합기기	<i>slr</i>	솔라시설의 부하율
<i>k</i>	냉수, 보일러	<i>sol</i>	솔라
<i>km</i>	평균 보일러(온도)	<i>soll</i>	요구, 이용
<i>L</i>	공기온도프로필, 운전시간	<i>sys</i>	기준이 되는 시스템
<i>loss</i>	손실	<i>T</i>	일일
<i>lower</i>	낮은	<i>Test</i>	테스트조건
<i>m</i>	평균	<i>TH</i>	항온밸브
<i>max</i>	최대	<i>upper</i>	위의
<i>mot</i>	모터	<i>v</i>	손실
<i>nth</i>	월별	<i>V</i>	주관
<i>n</i>	정격, 지수	<i>VL</i>	공급
<i>N</i>	야간 감소/정지	<i>w</i>	급탕
<i>NA</i>	기울기, 야간	<i>W</i>	열

<표 3.2.7-2> (계속)

인덱스	의미	인덱스	의미
<i>outg</i>	생산기기 열 공급량	<i>WA</i>	주말감소/정지
<i>P</i>	펌프	<i>WE</i>	열생산기기
<i>pl</i>	부분부하	<i>WP</i>	열펌프
<i>prim</i>	1차	<i>WRG</i>	열회수
<i>PS</i>	완충탱크	<i>z</i>	순환사이클
<i>Q</i>	열량	70	온도조건
<i>rB</i>	분석-운전시간	100%	정격성능에서의 부하



[그림 3.2.7-1] 인덱스에 따른 에너지표기

## 7.2 분석치의 연계

이 단원에서는 제3장 2절의 다른 항과 연계되어서 입력되는 값들과 다른 항으로 연계되어서 출력되는 값들이 모두 제시된다. 난방시스템의 열 생산에서 존까지 열을 전달하는 일련의 과정(생산, 저장, 분배, 전달)에서 발생하는 열 손실과 전기적 보조에너지 및 에너지소요량이 계산되어 3.2.10으로 연계된다.

### 7.2.1 입력데이터

<표 3.2.7-3> 입력데이터

입력치	의미	참고 항목
$B_G$	건물의 넓이	-
$h_G$	층의 높이	-
$f_{Hs/Hi}$	연료종류에 따른 고위발열/저위발열의 비율	3.2.10
$L_G$	건물의 길이	-
$n_G$	건물에서 난방을 하는 층의 수	-
$\dot{Q}_{h,max}$	최대 난방부하	-
$Q_{h,b}$	월별 난방에 필요한 열량(난방에너지요구량)	3.2.4 및 3.2.10
$Q_{h^*,b}$	월별 공조기기에 공급된 열량	3.2.8
$Q_{c,f}$	월별 냉동기의 에너지소요량	3.2.8
$Q_{w,outg}$	월별 생산기기(예: 보일러)에서 급탕시스템으로 공급된 열량	3.2.10
$t_{w,100\%}$	온수 공급을 위한 보일러의 가동시간	3.2.9
$t_{c,op}$	실내 냉방시스템의 일일 가동시간	3.2.2
$t_h$	월별 난방시간	3.2.4
$t_{h,op}$	일일 난방시간	3.2.2
$t_{h^*,op}$	공조기기 가열유닛의 일일 가동시간	3.2.2
$d_{mth}$	월별 일수	3.2.2
$d_{Nutz,d}$	일일 이용시간	3.2.2
$d_{Nutz,a}$	연간 이용일수	3.2.2
$v_e$	월별 평균 외기온도	3.2.2
$v_{e,min}$	일평균 해석외기온도	3.2.2
$v_i$	주변온도	3.2.4
$v_{i,h,soll}$	이용시간 동안의 실내요구온도	3.2.2
$v_h^*$	이용시간 동안 가열유닛의 평균 열매체온도	3.2.8
$v_{r,Nutz}$	이용시간 동안 흡수식 냉동기의 열매체온도	3.2.8

월별 난방열요구량  $Q_{h,b,i} > 1$  kWh 일 경우에만 난방이 가동된다.

## 7.2.2 출력데이터

<표 3.2.7-4>에 나타난 출력값들은 기본적으로 3.2.3에서 설정된 존을 기준으로 도출되며, 이를 근거로 도출된 에너지소요량은 다른 시스템의 에너지소요량과 함께 3.2.10에서 최종적으로 1차에너지소요량의 분석에 이용된다.

<표 3.2.7-4> 출력데이터

출력값	의미	참고 항목
$d_{h,rB}$	월별 분석-난방가동일	7.3.4
$Q_{h,ce}$	난방 : 존으로 열을 전달하는 과정에서 발생하는 월별 열손실	7.4.1
$Q_{h,ce,aux}$	난방 : 열 전달과정에 필요한 보조에너지	
$Q_{h,d}$	난방 : 열을 분배하는 과정에서 발생하는 월별 열손실	7.4.2
$Q_{h,d,aux}$	난방 : 열 분배과정에 필요한 월별 보조에너지	
$Q_{I,h,d}$	난방 : 열 분배과정에서 존으로 제어되지 않고 유입된 열량	
$Q_{h,s}$	난방 : 열을 저장하는 과정에서 발생하는 월별 열손실	7.4.3
$Q_{h,s,aux}$	난방 : 열 저장과정에 필요한 월별 보조에너지	
$Q_{I,h,s}$	난방 : 열 저장과정에서 존으로 제어되지 않고 유입된 열량	
$Q_{h,g}$	난방 : 열을 생산하는 과정에서 발생하는 월별 열손실	7.4.4
$Q_{h,g,aux}$	난방 : 열 생산과정에 필요한 월별 보조에너지	
$Q_{I,h,g}$	난방 : 열 생산과정에서 존으로 제어되지 않고 유입된 열량	
$Q_{h,reg}$	난방 : 월별 재생 가능한 에너지의 유입량	

## 가. 생산기기 열 공급량

열 생산기기(예: 보일러)로부터 공급되는 열량은 난방에 요구되는 열량( $Q_{h,b}$ )과 그리고 요구되는 열량을 전달, 분배, 저장 등 열 생산기기로부터 공간 또는 실들로 공급하는 과정에서 손실(7.4 참조)되어지는 열량들( $Q_{h,ce} + Q_{h,d} + Q_{h,s}$ )의 합으로 구해진다. 열을 공급하는 과정에서 분배 손실이란 생산기기 또는 축열조로부터 열이 배관을 통하여 각 공간 또는 실들로 나뉘지는 과정에서 발생하는 손실을 나타내면, 전달손실은 분배된 열들이 공간 또는 실들로 넘어가는 과정에서 발생하는 손실을 말한다.

$$Q_{h,outg} = Q_{h,b} + Q_{h,ce} + Q_{h,d} + Q_{h,s} \quad (3.2.7-1)$$



열 생산기기에서 공조시스템의 가열유닛으로 공급되는 열량은 식 3.2.7-2에 의해 산정된다.

$$Q_{h,outg} = Q_{h,b}^* + Q_{h,d} + Q_{h,s} \quad (3.2.7-2)$$

열 생산기기에서 공조시스템의 흡수식 냉동기로 공급되는 열량은 식 3.2.7-3에 의해 산정된다.

$$Q_{h,outg} = Q_{c,f} + Q_{h,d} + Q_{h,s} \quad (3.2.7-3)$$

열 생산기기로부터 열이 공급되는 과정들이 다수인 경우에  $Q_{h,outg}$ 는 공급과정 각각의 값들을 합산하여  $Q_{h,outg}$ 가 구해진다.

열 생산기기에서 전기로 열이 생산되는 경우가 아니라면, 이 장에서 구해지는 모든 열량은 고위발열량을 기준으로 한다.

#### 나. 열에너지 소요량(최종에너지, end energy(영))

난방에너지소요량은 열 생산기기로부터 공급되어진 열량과 열을 생산하는 과정에서 발생한 열 손실로부터 구해진다. 재생(태양열, 주변의 환경 열 등) 열에너지에 의해 열이 공급되면 이에 대하여 고려하도록 한다. 이를 식으로 나타내면 3.2.7-4와 같다.

$$Q_{h,f} = (Q_{h,outg} + Q_{h,g}) - Q_{h,reg} \quad (3.2.7-4)$$

여기서  $Q_{h,reg} = Q_{h,sol} + Q_{h,in}$ 이다.  $Q_{h,sol}$ 은 태양열에너지를 나타내며,  $Q_{h,in}$ 은 주변 환경에서 획득한 재생 열을 나타낸다.

#### 다. 보조에너지

난방시스템에서 보조에너지는 열이 생산되어 존까지 전달되는 일련의 과정(전달, 분배, 저장 및 생산)에서 소요되는 전력사용량을 나타내며, 최종적으로 에너지소요

량에 포함된다.

$$Q_{h,aux} = Q_{h,ce,aux} + Q_{h,d,aux} + Q_{h,s,aux} + Q_{h,g,aux} \quad (3.2.7-5)$$

#### 라. 난방시스템으로부터의 비제어적 열 유입량

난방시스템으로부터의 비제어적 열 유입량이란 실내의 열적 부하와는 상관없이 열을 전달하는 매체가 전달, 분배, 저장, 생산 등 일련의 개별 프로세스에서 제어되지 않은 상태로 존으로 유입되어지는 열량을 나타내며, 존에서 열에너지 요구량을 분석할 때 고려되어야 한다.

$$Q_{I,h} = Q_{I,h,d} + Q_{I,h,s} + Q_{I,h,g} \quad (3.2.7-6)$$

### 7.3 개별 프로세스에 대한 기본조건 설정

기본적으로 일일 난방이용시간  $t_{h,Nutz} = 0$ 이라면, 이 프로세스에 속하는 부하율  $\beta_i$  역시 0이다. 만약 일일 난방이용시간에 대하여 8장(공조 및 냉방시스템 에너지모델링)에서 요구사항이 있는 경우에는 8장에서 결정되어진 시간에 맞도록 한다.

#### 7.3.1 부하율

부하율은 월별 최대 난방에너지 공급량  $\dot{Q}_{h,max} \cdot t_h$ 와 개별 프로세스의 에너지에 대한 비율로서, 개별 프로세스의 평균 부하를 의미한다. 개별 프로세스는 생산, 저장, 분배, 전달 등 생산된 열이 공간 또는 실들에 전달하는 일련의 과정을 개별적으로 나타낸 것을 말한다.

#### 가. 열 전달

열 전달의 평균 부하율  $\beta_{h,ce}$ 는 난방시스템에서 존으로 열이 전달되는(넘겨지는) 과정에서 발생하는 부하를 나타낸다.

$$\beta_{h,ce} = \frac{Q_{h,b}}{\dot{Q}_{h,max} \cdot t_h} \quad (3.2.7-7)$$

$Q_{h,b}$  월별 난방에너지요구량 (kWh);

$\dot{Q}_{h,max}$  최대 난방출력 (kW);

$t_h$  월별 난방시간 (h).

## 나. 열 분배

열 분배의 평균 부하율  $\beta_{h,d}$ 는 난방시스템에서 열을 분배하는 과정에 대한 평균 부하를 나타낸다.

$$\beta_{h,d} = \frac{Q_{h,b} + Q_{h,ce}}{\dot{Q}_{h,max} \cdot t_h} \quad (3.2.7-8)$$

$Q_{h,b}$  월별 난방에너지요구량 (kWh);

$Q_{h,ce}$  열을 전달하는 과정에서 주변(예로 실, 존, 지하실 등)으로 손실되는 열량 (kWh);

$\dot{Q}_{h,max}$  최대 난방출력 (kW);

$t_h$  월별 난방시간 (h).

## 다. 열 저장

열 저장의 평균 부하율  $\beta_{h,s}$ 는 난방시스템에서 열을 저장하는 과정에 대한 평균 부하를 나타낸다.

$$\beta_{h,s} = \frac{Q_{h,b} + Q_{h,ce} + Q_{h,d}}{\dot{Q}_{h,max} \cdot t_h} \quad (3.2.7-9)$$

$Q_{h,b}$  월별 난방에너지요구량 (kWh);

$Q_{h,ce}$  열을 전달하는 과정에서 주변(예로 실, 존, 지하실 등)으로 손실되는 열량 (kWh);

$Q_{h,d}$  열을 분배하는 과정에서 발생하는 손실 열량(kWh);

$\dot{Q}_{h,max}$  최대 난방출력 (kW);

$t_h$  월별 난방시간 (h).

## 라. 열 생산

열 생산의 평균 부하율  $\beta_{h,g}$ 는 난방시스템에서 열을 생산하는 과정에 대한 평균 부하를 나타낸다.

$$\beta_{h,g} = \frac{Q_{h,b} + Q_{h,ce} + Q_{h,d} + Q_{h,s}}{\dot{Q}_{h,max} \cdot t_h} \quad (3.2.7-10)$$

$Q_{h,b}$  월별 난방에너지요구량 (kWh);

$Q_{h,ce}$  열을 전달하는 과정에서 주변(예로 실, 존, 지하실 등)으로 손실되는 열량 (kWh);

$Q_{h,d}$  열을 분배하는 과정에서 발생하는 손실 열량(kWh);

$Q_{h,s}$  열을 저장하는 과정에서 발생하는 손실 열량(kWh);

$\dot{Q}_{h,max}$  최대 난방출력 (kW);

$t_h$  월별 난방시간 (h).

### 7.3.2 온도

온도에 따라 자동으로 조절되는 난방시스템에서 개별 프로세스의 온도들은 난방시스템이 설치되어지는 조건에서 주어진 평균 부하와 그리고 평균 온도차에 의해 정해진다.

$$v_{HK,m}(\beta_i) = 0.5 \cdot (v_{VL,m}(\beta_i) + v_{RL,m}(\beta_i)) \quad (3.2.7-11)$$

$$\Delta v_{HK}(\beta_i) = v_{VL,m}(\beta_i) - v_{RL,m}(\beta_i) \quad (3.2.7-12)$$

$$v_{VL,m}(\beta_i) = (v_{VA} - v_{i,h,soll}) \cdot \beta_i^{\frac{1}{n}} + v_{i,h,soll} \quad (3.2.7-13)$$

$$v_{RL,m}(\beta_i) = (v_{RA} - v_{i,h,soll}) \cdot \beta_i^{\frac{1}{n}} + v_{i,h,soll} \quad (3.2.7-14)$$

- $\beta_i$       각 프로세스에 대한 평균 부하율;  
 $v_{VA}$       난방시스템의 설치 조건에서 난방 열 매체의 공급온도 (°C);  
 $v_{RA}$       난방시스템의 설치 조건에서 난방 열 매체의 환수온도 (°C);  
 $n$       방열지수(라디에이터에 대한 표준치 = 1.33, 바닥난방에 대한 표준치 = 1.1);  
 $v_{i,h,soll}$       난방시스템 이용시간 동안의 실내온도 (°C)

난방시스템의 열매체 평균 초과온도  $\Delta v_A$ 는 식 3.2.17-15를 이용하여 구해진다.

$$\Delta v_A = \frac{v_{VA} + v_{RA}}{2} - v_{i,h,soll} \quad (3.2.7-15)$$

혼합기가 설치된 정온보일러의 경우에 열 전달과 열 분배에 대한 초과온도를 구할 때 온도가 높은 값을 적용하고, 혼합기가 설치되지 않은 정온보일러의 경우에는 70 °C의 평균 온도를 적용하도록 한다.

건물을 리모델링하는 경우에는 설치 조건의 온도에 맞출 수 있다.

그러나 디테일한 계획들이 수립되지 않은 경우에는 대략적으로 표 3.2.7-5에 주어진 값을 이용하도록 한다. 설치온도의 값이 표 3.2.7-5에 주어진 값들의 중간에 위치하면, 한 단계 높은 쌍에 주어진 값을 사용하도록 한다.

<표 3.2.7-5> 설치온도

기존 설치온도	$\dot{Q}_{N,neu}/\dot{Q}_{N,alt}$ 새로운 설치온도의 경우		
	70/55 °C	55/45 °C	35/28 °C
90/70 °C	63.8%	40.6%	11.3%
70/55 °C	-	63.7%	17.8%
55/45 °C	-	-	27.9%

축열조가 설치되어 있지 않은 열 생산기기 시스템에 대한 공급과 환수에 대한 평균 온도는 식 3.2.7-11을 이용하여 구하도록 한다.

상이한 난방배관망들이 설치되는 난방시스템의 경우에 열 생산기기에 대한 요구 사항들은 가장 높은 온도를 갖는 난방배관망의 값을 적용하도록 한다.

정온보일러와 바이오매스보일러에 대해서는 70 °C 평균 온도를 적용하도록 한다.

콘덴싱보일러에서 환수온도는 효율을 계산할 때 고려되어야 한다.

저온보일러와 콘덴싱보일러에서 준비손실은 평균 난방배관망 온도에 의해 구하도록 한다.

### 7.3.3 보일러 정격출력

신축건물에서 보일러 정격출력  $\dot{Q}_{N,h}$ 는 이 절에서 다루는 바를 따르도록 한다.

먼저 보일러의 정격출력과 모든 연결되어 있는 열 수요에 대한 최대 출력들이 정해져야 한다. 열 수요가 발생하는 시기에 따라 보일러의 정격출력  $\dot{Q}_{N,h}$ 는 가장 큰 열 수요 내지 동시에 발생하는 여러 수요의 합에 의해 정해진다.

난방시스템에 소요되는 열을 생산하기 위한 보일러 정격출력은 식 3.2.7-16을 이용하여 구하도록 한다.

$$\dot{Q}_{N,h} = 1.3 \cdot \dot{Q}_{h,max} \quad (3.2.7-16)$$

이미 열 생산기기가 설치된 기존 건물의 경우 보일러 정격출력은 설치되어 있는 열 생산기기의 값을 이용하도록 한다. 만약 1994년 이전에 설치되어 보일러의 정격출력을 알 수 없는 경우에는 식 3.2.7-17의 값을 이용하도록 한다.

$$\dot{Q}_{N,h} = 2.5 \cdot \dot{Q}_{h,max} \quad (3.2.7-17)$$

어떤 건물 또는 존에서 난방, 급탕, 환기, 공조에 필요한 열을 생산하기 위한 보일러의 최대 출력은 동시에 발생하는 부하 값들의 합( $\sum \dot{Q}_{N,gleichzeitig}$ )이나 내지 우선순위에 의해 순차적으로 가동되는 시스템에서는 가장 큰 값의 부하( $\dot{Q}_{Vorrang}$ )에 의해 정해진다.

$$\dot{Q}_N = \max(\sum \dot{Q}_{N,gleichzeitig}, \dot{Q}_{Vorrang}) \quad (3.2.7-18)$$

### 7.3.4 시간

#### 가. 운전시간

3.2.4에서 야간감소/정지 내지 주말감소/정지가 고려되었다면, 난방시스템에서도 이러한 사항이 고려되어야 한다.

#### 일일 계산 운전시간

배관망과 열 생산에서 발생하는 열 손실을 구하기 위해 일일 계산 운전시간이 이용된다. 계산에 의한 일일 운전시간은 야간감소/정지 내지 주말감소/정지에 따른 단축된 운전시간과 낮춰진 온도 그리고 지속적인 운전방식 등을 고려하기 위함이다.

$$t_{h,rL,T} = 24 - f_{L,NA} \cdot (24 - t_{h,op}) \quad (3.2.7-19)$$

$t_{h,rL,T}$  일일 계산 운전시간 (h);

$f_{L,NA}$  야간감소/정지에 대한 운전시간계수;

$t_{h,op}$  일일 난방시간 (h).

야간감소/정지에 대한 운전시간계수  $f_{L,NA}$ 는 다음과 같다.

- 지속 운전 방식(야간에도 꾸준히 계속적으로 운전하는 방식)  $f_{L,NA} = 0$ ;
- 야간정지 운전 방식  $f_{L,NA} = 1$ ;
- 야간감소 운전 방식( $f_{L,NA} \leq 1$ )

$$f_{L,NA} = 1 - \frac{v_{NA,Grenz} - v_e}{v_{NA,Grenz} - v_{e,min}} \quad (3.2.7-20)$$

$v_{NA,Grenz}$  야간감소 한계온도 10 °C;  
 $v_e$  월 평균 외기온도 (°C);  
 $v_{e,min}$  일평균 설치온도 (°C).

### 월별 계산 운전일

월별 계산 운전일  $d_{h,rB}$ 는 주말감소/정지 운전 방식을 고려하기 위함이다.

$$d_{h,rB} = d_{mth} \cdot \frac{365 - f_{L,WA} \cdot (365 - d_{Nutz,a})}{365} \cdot \frac{t_h}{d_{mth} \cdot 24} \quad (3.2.7-21)$$

$d_{h,rB}$  월별 계산 운전일 (d);  
 $d_{mth}$  월별 일 수 (d);  
 $f_{L,WA}$  주말감소/정지에 대한 운전시간계수;  
 $d_{Nutz,a}$  연간 이용기간 (d);  
 $t_h$  월별 난방시간(h).

주말감소/정지에 대한 운전시간계수  $f_{L,WA}$ 는 다음과 같다.



- 지속 운전 방식(주말에도 꾸준히 계속적으로 운전하는 방식)  $f_{L,WA} = 0$ ;
- 주말정지 운전 방식  $f_{L,WA} = 1$ ;
- 주말감소 운전 방식( $f_{L,WA} \leq 1$ )

$$f_{L,WA} = 1 - \frac{v_{WA,Grenz} - v_e}{v_{WA,Grenz} - v_{e,min}} \quad (3.2.7-22)$$

$v_{WA,Grenz}$       주말감소 한계온도 15 °C;  
 $v_e$               월 평균 외기온도 (°C);  
 $v_{e,min}$           일평균 설치온도 (°C).

#### 월별 계산 난방운전시간

$$t_{h,rL} = t_{h,rL,T} \cdot d_{h,rB} \quad (3.2.7-23)$$

$t_{h,rL}$       계산 난방운전시간 (h);  
 $t_{h,rL,T}$     일일 계산 운전시간 (h);  
 $d_{h,rB}$       월별 계산 운전일 (d).

상이한 난방배관망을 운전하거나 난방시스템 이외에 열 생산기기 내지 배관망에 다른 수요를 갖는 에너지원(예로 냉동기, 공조장치 또는 온수 등)이 연계되는 경우에는 가장 오랜 시간 수요가 발생하는 에너지원의 운전시간을 적용하도록 한다.

#### 월별 난방일수

월별 난방일수는 식 3.2.7-24를 이용하여 구해진다.

$$d_{h,mth} = \frac{t_h}{24} \quad (3.2.7-24)$$

$t_h$  월별 난방시간.

## 월별 이용일수

월별 이용일수를 구할 때 식 3.2.7-25를 이용하도록 한다.

$$d_{Nutz,min} = \frac{d_{Nutz,a}}{365} \cdot d_{mth} \quad (3.2.7-25)$$

$d_{Nutz,a}$  연간 이용기간 (d);

$d_{mth}$  월별 일수.

## 나. 일 년 산정치의 월별 분배

난방시스템 구성요소(예: 순환펌프)의 에너지요구량을 존 별 대차대조에 영향을 미치지 않는다면 일 년 단위로 산출하여도 무방하다. 그러나 에너지요구량을 존마다 월별로 대차대조 해야 한다면 일 년에 대하여 산정된 값  $W_{h,d,e,a}$ 는 식 3.2.7-26을 이용하여 월별 값으로 나뉘진다.

$$W_{h,d,e,M} = W_{h,d,e,a} \frac{\beta_{h,d,M} \cdot t_{Nutz,mth}}{\beta_{h,d,a} \cdot t_{h,op} \cdot d_{Nutz,a}} \quad (3.2.7-26)$$

## 7.4 열 손실 계산

### 7.4.1 열 전달

열이 실내에서 전달되는 과정에서 발생하는 열손실은 식 3.2.7-27을 이용하여 정해진다.

$$Q_{h,ce} = \left( \frac{f_{Radiant} \cdot f_{int} \cdot f_{hydr}}{\eta_{h,ce}} - 1 \right) \cdot Q_{h,b} \quad (3.2.7-27)$$

- $Q_{h,b}$  월별 난방에너지요구량 (kWh);  
 $f_{Radiant}$  복사영향에 대한 계수 ( $h > 4$  m인 대형 홀 공간에서는 중요);  
 $f_{int}$  간헐 운전에 대한 계수(실내의 온도감소를 고려);  
 $f_{hydr}$  수압평형에 대한 계수로, 값 1을 적용;  
 $\eta_{h,ce}$  열 전달 총 이용효율.

특별하게 상세한 설명이 추가되지 않는다면,  $f_{Radiant}$ 와  $f_{int}$ 는 값 1을 적용하도록 한다.

총 이용효율을 구하고자 한다면, 식 3.2.7-28을 이용하도록 한다.

$$\eta_{h,ce} = \frac{1}{(4 - (\eta_L + \eta_C + \eta_B))} \quad (3.2.7-28)$$

- $\eta_L$  실내 공기온도의 수직분포에 대한 부분이용효율;  
 $\eta_C$  실내온도제어에 대한 부분이용효율;  
 $\eta_B$  외피의 열 손실에 대한 부분이용효율.

전달과정에서 발생하는 연간 열 손실  $Q_{h,ce,a}$ 는 월별로 산출된 열 손실의 합과 같다.

$$Q_{h,ce,a} = \sum Q_{h,ce} \quad (3.2.7-29)$$

다음에서 다루게 되는 부분이용효율과 총 이용효율에 대한 값들은 다음과 같은 조건들을 전제로 하고 있다.

- 표준 실 높이  $h \leq 4$  m ( $h > 4$  m인 대형 홀 공간만 예외적으로 포함);

- 주거용 그리고 비주거용 건물;
- 단열 정도가 상이함;
- 지속적인 운전방식(간헐 운전방식의 경우  $f_{int}$ 에 의해 고려됨);
- 각각의 실에 대하여 적용.

가. 노출형 방열면적(예: 라디에이터) 이용효율; 실 높이  $\leq 4$  m

<표 3.2.7-6> 라디에이터(노출형 방열기)의 부분이용효율; 실내높이  $\leq 4$  m

영향을 미치는 요인		이용효율			
		$\eta_L$		$\eta_C$	$\eta_B$
실내온도제어	제어 없음, 중앙에서 공급온도 제어			0.80	
	P-제어기 (2 K)			0.93	
초과온도 ( $v_i = 20$ °C 기준)	42.5 K (예로 70/55)	$\eta_{L1}$	$\eta_{L2}$		
		0.93			
외부 벽체를 통한 열손실 (GF = 유리면)			0.95		1

“초과온도”와 “외부 벽체를 통한 열손실”이 복합적으로 영향을 미치는 경우에는 평균을 구하여 적용하여야 한다.

$$\eta_L = \frac{(\eta_{L1} + \eta_{L2})}{2} \quad (3.2.7-30)$$

예제 : 방열기 외벽; 초과온도 42.5 K; P-제어기 (2 K)

$$\eta_L = (\eta_{L1} + \eta_{L2})/2 = (0.93+0.95)/2 = 0.94$$

$$\eta_C = 0.93$$

$$\eta_B = 1$$

$$\eta_{h,ce} = 1/(4-0.94+0.93+1)) = 0.88$$

간헐운전에 대한 계수  $f_{int} = 0.97$  (지속 운전방식의 경우  $f_{int} = 1.0$ )

복사 영향에 대한 계수  $f_{Radiant} = 1.0$

나. 구조체 일체형 난방(예: 바닥난방)에 대한 이용효율; 실내높이  $\leq 4$  m

<표 3.2.7-7> 구조체 일체형 난방의 부분이용효율; 실내높이  $\leq 4$  m

영향요소		부분이용효율			
		$\eta_L$	$\eta_C$	$\eta_B$	
실내온도제어	열매체 물				
	- 제어 없음 (중앙에서 공급온도로 제어)		0.78		
	- PI-제어기		0.95		
시스템	전기난방				
	- PI-제어기		0.93		
	바닥난방			$\eta_{B1}$	$\eta_{B2}$
시스템	- 습식시스템	1		0.93	
	- 반건식시스템	1		0.96	
	- 건식시스템	1		0.98	
설치면의 열손실	최소 단열이 된 바닥난방				0.95

“시스템”과 “설치면 열손실”이 복합적으로 영향을 미치는 경우에는 평균을 구하여 적용하여야 한다.

$$\eta_B = \frac{(\eta_{B1} + \eta_{B2})}{2} \quad (3.2.7-31)$$

예제 : 바닥난방-습식시스템 (물); 2포인트 제어기; 높은 단열의 바닥난방

$$\eta_L = 1.0$$

$$\eta_C = 0.93$$

$$\eta_B = (\eta_{B1} + \eta_{B2})/2 = (0.93+0.95)/2 = 0.94$$

$$\eta_{h,ce} = 1/(4-1.0+0.93+0.94) = 0.88$$

간헐운전에 대한 계수  $f_{int} = 0.98$  (지속 운전방식의 경우  $f_{int} = 1.0$ )가 적용된다.

복사 영향에 대한 계수  $f_{Radiant} = 1.0$ 이 적용된다.

#### 다. 공기난방/주거환기에 대한 이용효율 (실내높이 ≤ 4 m)

“주거용건물의 환기설비는 공급기기와 배기기기로 구성되며, 외기가 도입될 때 열을 회수하거나 전처리가 가능하다.

#### 라. 공기난방(공조장치) (실내높이 ≤ 4 m)

표 3.2.7-8는 공기난방(공조장치, AHU)에 대한 이용효율에 대한 값을 제공한다.

<표 3.2.7-8> 공기난방에 대한 이용효율(공조장치), (실내높이 ≤ 4 m)

기기구성	제어요소	$\eta_{h,ce}$	
		낮은 제어등급 (On/Off제어)	높은 제어등급 (비례제어)
급기 재가열 (재가열 유닛)	실내온도	0.82	0.87
	실내온도 (급기온도 제어 병행)	0.88	0.90
	배기온도(환기온도)	0.81	0.85
순환온풍난방 (인덕션 유닛, 팬코일 유닛)	실내온도	0.89	0.93

마. 실 높이가 4 m 이상인 공간에 대한 이용효율 (대형 홀 건물)

표 3.2.7-9는 실의 높이가 4 m에서 10 m 정도의 공간에 적용된다.

4 m 이하 높이인 공간에서 온수 천정복사 방열판을 이용하는 경우에는 표 3.2.7-9의 4 m에 해당하는 값과  $f_{Radiant} = 1$ 이 적용된다.

<표 3.2.7-9> 높이 4m~10m 공간에 대한 이용효율

영향요소			부분이용효율					
			$\eta_L$				$\eta_C$	$\eta_B$
			4m	6m	8m	10m		
실내온도 제어	제어 없음						0.80	
	PI-제어기						0.97	
난방 시스템	온풍난방							
	- 일반 유도 비율 분배	측면 취출	0.98	0.94	0.88	0.83		1
		상부 취출	0.99	0.96	0.91	0.87		1
	- 추가적으로 수직적 재순환 제어가 되는 분배(상부 고임열 재순환)	측면 취출	0.99	0.97	0.94	0.91		1
		상부 취출	0.99	0.98	0.96	0.93		1
	복사난방(천정복사 방열판, 복사열 파이프, 복사열 히터)		1.00	0.99	0.97	0.96		1
	바닥난방 (높은 단열수준)		1.00	0.99	0.97	0.96		
		구조 일체형						0.95
		열적으로 분리						1

예제 : 실의 높이 8 m; (물); 온풍난방 상부 취출 일반 유도 비율; P-제어기 (1 K)

$$\eta_L = 0.91$$

$$\eta_C = 0.95$$

$$\eta_B = 1.0$$

$$\eta_{ges} = 1/(4-(0.91+0.95+1.0)) = 0.88$$

바닥난방의 경우 복사 영향에 대한 계수  $f_{Radiant} = 0.85$ 가 적용된다.

#### 마. 높이 10 m 이상 공간의 이용효율

<표 3.2.7-10> 높이 10 m 이상 공간에 대한 이용효율

영향요소			부분이용효율				
			$\eta_L$			$\eta_C$	$\eta_B$
			12 m	15 m	20 m		
실내온도	제어 없음					0.80	
제어	PI-제어기					0.97	
난방 시스템	온풍난방						
	- 일반 유도 비율 분배	측면 취출	0.78	0.72	0.63		1
		상부 취출	0.84	0.78	0.71		1
	- 추가적으로 수직적 재순환 제어가 되는 분배(상부 고 임열 재순환)	측면 취출	0.88	0.84	0.77		1
		상부 취출	0.91	0.88	0.83		1
	복사난방(천정복사 방열판, 복사 열 파이프, 복사열 히터)		0.94	0.92	0.89		1
	바닥난방 (높은 단열수준)		0.94	0.92	0.89		
		구조 일체형					0.95
		열적으로 분리					1

복사난방과 바닥난방에서 복사의 영향을 고려하는 계수  $f_{Radiant}$ 의 값은 0.85가 적용된다.

#### 바. 열 전달 보조에너지

존으로 열을 전달하는 과정에서 소요되는 보조에너지는 제어, 팬 또는 펌프의 운전을 위해 소비되는 전기적 에너지를 의미하며 계산식 3.2.7-32를 이용하여 구한다.

$$Q_{h,ce,aux} = Q_C + Q_{V,P} \quad (3.2.7-32)$$

$Q_{h,ce,aux}$  보조에너지

$Q_C$  제어에 소요되는 보조에너지

$Q_{V,P}$  팬, 송풍기, 펌프 등에서 소요되는 보조에너지



제어에 소요되는 보조에너지는 식 3.2.7-33을 이용하여 구한다.

$$Q_C = \frac{P_C \cdot d_{mth} \cdot 24}{1000} \quad (3.2.7-33)$$

식 3.2.7-34는 팬, 송풍기 또는 펌프에 소요되는 보조에너지를 구하는 공식이다.

$$Q_{V,P} = \frac{(P_V \cdot n_V + P_P \cdot n_P) \cdot t_{h,rL}}{1000} \quad (3.2.7-34)$$

$P_C$	제어에 소요되는 정격전력수요(표 3.2.7-11 또는 제품치) (W)
$d_{mth}$	월별 일수 (day)
$n_V$	팬, 송풍기의 개수
$n_P$	펌프의 개수
$P_V$	팬, 송풍기에 소요되는 정격전력수요(표 3.2.7-12 또는 제품치) (W)
$P_P$	펌프에 소요되는 정격전력수요의 제품치 (W) 또는 식 3.2.7-35에서 구한 값
$t_{h,rL}$	월별 계산에 의한 운전시간 (h)

$$P_P = 50 \cdot (\dot{Q}_{LH})^{0.08} \quad (3.2.7-35)$$

$\dot{Q}_{LH}$      공기가열기의 정격전력수요 (kW)

제어, 팬 또는 펌프에 대한 전기적 성능( $P_C$ ,  $P_V$ ,  $P_P$ )은 주어진 제품사양을 적용하거나, 사양을 알 수 없는 경우에는 <표 3.2.7-12>에서 <표 3.2.7-13>까지 주어진 표준치를 적용하도록 한다.

<표 3.2.7-11> 제어에너지에 대한 표준치

영향 요소		성능 (매 구동 시) (W)
$P_C$	전기모터 구동 방식의 전기적 제어	0.1
	전기열적 구동 방식의 전기적 제어	1.0
	솔레노이드 방식의 전기적 제어	1.0

<표 3.2.7-12>  $h \leq 4$  m 공간의 송풍에 필요한 보조에너지에 대한 표준치

영향요소		성능 (W)
$P_V$	팬 코일 유닛	10
	전기-직접난방 팬 코일 유닛	10
	동적 방열 방식의 축열난방	12
	지속적이면서 동적인 방전 방식의 축열난방	12

<표 3.2.7-13> 팬 코일 유닛의 용량에 따른 성능의 실례

구분	FC-200	FC-300	FC-400	FC-600	FC-800
$P_V$ [W]	25	35	45	65	90

#### 7.4.2 분배과정에서 발생하는 열손실 $Q_{h,d}$

##### 가. 중앙 온수난방-배관망에서의 열손실

$$Q_{h,d} = \sum U_i \cdot (v_{HK,m} - v_i) \cdot L_i \cdot t_{h,rL,i} \quad (3.2.7-36)$$

난방시스템에 의해 공조기기의 가열유닛이 가열되는 경우에는 평균 매체온도  $v_h^*$ 와 가동시간  $t_{h,op}^*$ 은 각각 3.2.8과 3.2.2와 연계된다.

난방시스템에 의해 흡수식 냉동기가 가열되는 경우에는 평균매체온도  $v_{r,Nutz}$ 와

가동시간  $t_{c,op}$ 은 각각 3.2.8과 3.2.2와 연계된다.

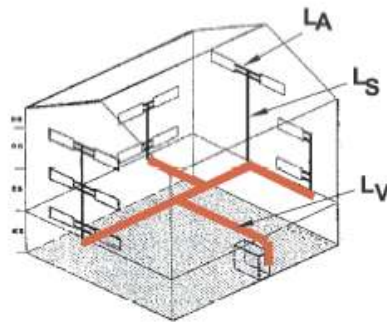
배관망이 존을 통과할 경우에 통과한 구간  $i$ 의 배관망에서 발생하는 열손실은 존의 에너지요구량 분석에서 비제어적 열 유입으로 고려된다.

$$Q_{I,h,d,i} = Q_{h,d,i} \quad (3.2.7-37)$$

#### 나. 배관망 길이와 주변온도

기본적으로 배관에 대한 도면을 바탕으로 배관의 길이가 산정되며, 도면이 없는 경우에 [그림 3.2.7-1]과 <표 3.2.7-14>에 의해 개략적으로 산정할 수 있다. 배관망을 둘러싸고 있는 주변의 온도는 3.2.4에서 설정된 값이 적용되며, 설정된 값이 없는 경우에는 <표 3.2.7-14>에서 채택한다.

LA: 말단배관, LS: 지관, LV: 주관



[그림 3.2.7-1] 온수난방-배관망 배관표식

배관망은 V, S, A 등 3가지 범위로 구분되어 구성된다. V 범위는 생산기기로부터 주관까지의 수평분배를 의미하고, S 범위는 지관(경우에 따라 가구별 소규모 분배기까지)을 나타내고, A 범위는 실내 방열기(예: 라디에이터)까지의 차단 가능한 말단배관을 의미한다.  $L_G$ ,  $B_G$ ,  $n_G$ ,  $h_G$ 는 각각 건물의 가장 긴 세로의 길이와 넓이, 층의 수와 그리고 층의 높이를 나타낸다.

<표 3.2.7-14> 배관망에 대한 표준치

제시값	표기	단위	범위 V	범위 S	범위 A
주변온도	$v_i$	℃	3.2.4에서 설정된 값		
난방주기가 아닐 때 주변온도	$v_i$	℃	22 ℃		
난방주기일 때 주변온도	$v_i$	℃	비 난방 범위 13 ℃ 난방범위 20 ℃		
이중배관 난방					
외부에 놓인 지관의 경우 배관길이	$L$	m	$2 \cdot L_G + 0.01625 \cdot L_G \cdot B_G^2$	$0.025 \cdot L_G \cdot B_G \cdot h_G \cdot n_G$	$0.55 \cdot L_G \cdot B_G \cdot n_G$
내부에 놓인 지관의 경우 배관길이	$L$	m	$2 \cdot L_G + 0.0325 \cdot L_G \cdot B_G + 6$	$0.025 \cdot L_G \cdot B_G \cdot h_G \cdot n_G$	$0.55 \cdot L_G \cdot B_G \cdot n_G$
단일배관 난방					
내부에 놓인 지관의 경우 배관길이	$L$	m	$2 \cdot L_G + 0.0325 \cdot L_G \cdot B_G + 6$	$0.025 \cdot L_G \cdot B_G \cdot h_G \cdot n_G + 2 \cdot (L_G + B_G) \cdot n_G$	$0.1 \cdot L_G \cdot B_G \cdot n_G$

#### 다. 배관망의 열관류율

배관망에 대한 제품사양을 근거로 계산되지만, 제품사양이 주어지지 않은 경우에는 표 3.2.7-15의 열관류율이 적용될 수 있다.

<표 3.2.7-15> 배관의 열관류율  $U_i$

건물준공연도	분배	외부 설치된 수직배관		내부 설치된 수직배관	
	V	S	A	S	A
1995 이후	0.200	0.255	0.255	0.255	0.255
1980 ~ 1995	0.200	0.400	0.400	0.300	0.400
1980 이전	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400
비단열 배관					
$A_{NGF} \leq 200 \text{ m}^2$	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
$200 < A_{NGF} \leq 500 \text{ m}^2$	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
$A_{NFG} > 500 \text{ m}^2$	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
외벽 내 설치		전체/이용가능 <sup>a</sup>			
외벽 비단열		1.35/0.80			
외벽 외부단열		1.00/0.90			
외벽(U=0.4 W/(m <sup>2</sup> · K))		0.75/0.55			
<sup>a</sup> 전체 = 전체 열공급; 이용가능 = 실내 이용 가능한 열공급					

## 라. 중앙 온수난방-배관망에서의 보조에너지

### 배관망 순환펌프의 전기에너지소비량

순환펌프의 전기에너지소비량은 분배 배관망에 필요한 수압요구량과 펌프가동을 기술한 소비지수를 근거로 식 3.2.7-38을 이용하여 산출된다.

$$Q_{h,d,aux} = W_{h,d,hydr} \cdot e_{h,d,aux} \quad (3.2.7-38)$$

펌프의 정격성능은 일반적으로 생산자의 제품사양에 대한 정보로부터 얻어지며, 이를 바탕으로 식 3.2.7-38은 식 3.2.7-39와 같이 변환될 수 있다.

$$Q_{h,d,aux} = \frac{P_{Pump}}{1000} \cdot \beta_{h,d} \cdot t_h \cdot (C_{P1} + C_{P2} \cdot \beta_{h,d}^{-1}) \quad (3.2.7-39)$$

<표 3.2.7-16> 난방펌프 보조에너지 계산을 위한 상수  $C_{P1}$ ,

$C_{P2}$

펌프제어	$C_{P1}$	$C_{P2}$
비제어	0.25	0.75
$\Delta p_{const}$	0.75	0.25
$\Delta p_{variable}$	0.90	0.10

### 간헐가동

야간/주말에 감소/정지와 같은 간헐적 가동을 할 경우에 펌프에서 소비되는 전기 에너지는 식 3.2.7-38 또는 3.2.7-39에 식 3.2.7-40처럼 시간비율을 고려해서 계산한다.

$$Q_{h,d,aux} = W_{h,d,aux} \cdot e_{h,d,aux} \cdot \frac{1.03 \cdot t_{h,rL} + f_{P,A} \cdot (t_h - t_{h,rL})}{t_h} \quad (3.2.7-40)$$

감소가동:  $0 \leq f_{P,A} \leq 1$  (표준치=0.6), 정지가동:  $f_{P,A} = 0$

### 7.4.3 저장과정에서 발생하는 열손실 $Q_{h,s}$

난방순환시스템에 저장탱크가 설치되어 발생하는 열손실은 식 3.2.7-41을 이용하여 구할 수 있다.

$$Q_{h,s} = f_{\text{verbindung}} \cdot \frac{(v_{h,s} - v_i)}{45} \cdot d_{h,mth} \cdot q_{B,S} \quad (3.2.7-41)$$

저장탱크가 존의 내부에 설치된 경우에 저장에서 발생하는 열손실은 존의 에너지 요구량 분석에서 비제어적 열 유입으로 고려된다.

$$Q_{I,h,s} = Q_{h,s} \quad (3.2.7-42)$$

저장탱크가 열 생산기기와 동일한 공간에 설치되면, 연결배관의 열손실은 계수  $f_{\text{verbindung}}$ 에 의해 일괄적으로 고려되며, 일반적으로 1.2 값이 적용된다. 다른 공간에 설치된 경우에는 7.4.2의 배관손실처럼 계산한다.

$q_{B,S}$ 는 저장온수와 설치된 공간 사이의 평균 온도차 45 K에서 측정된 일일 손실된 에너지의 값을 의미하며, 측정된 값이 없는 경우에는 저장탱크의 용량을 기준으로 식 3.2.7-43을 이용하여 산정된다.

$$q_{B,S} = 0.4 + 0.14 \cdot V^{0.45} \quad (3.2.7-43)$$

### 완충탱크의 저장에 소요되는 보조에너지

완충탱크의 가동을 위해 별도의 대류펌프가 있는 경우에, 펌프의 전기에너지 소비량을 구하는 공식은 3.2.7-44와 같다.

$$Q_{h,s,aux} = \frac{P_{\text{Pumpe}} \cdot t_P}{1000} \quad (3.2.7-44)$$

$$t_P = \beta_{h,s} \cdot 24 \cdot d_{h,mth} : \text{열 생산기기와 동시에 가동될 경우}$$

#### 7.4.4 열 생산기기(보일러)에서 공급되는 열량

난방시스템에 태양열시스템이나 공조시설(제3장2절8항)로부터 열이 공급되면, 전체 열 공급량(식 3.2.7-1참조)의 나머지에 해당하는 열량은 보일러와 같은 열 생산기기에 의해 공급되어야 한다. 이를 생산기기 잔여 열 공급량이라 하며 계산식 3.2.7-45와 같다.

$$Q_h^* = Q_{h,outg} - Q_{h,sol} - Q_{rv,h,outg} \quad (3.2.7-45)$$

보일러가 여러 대 적용된 경우에 공급되는 열량은 차례대로 계산된다. 난방과 급탕에 하나의 보일러가 사용된 경우에는 난방운전시간에서 3.2.9에 제시된 급탕에 대한 가동시간이 차감된다.

난방, 급탕, 공조를 위해 요구되는 보일러의 최대성능은 동시에 가동하는 경우에 모든 보일러 성능의 합 또는 순차가동의 최대 보일러성능으로부터 정해진다.

$$\dot{Q}_N = \max(\sum \dot{Q}_{N,gleichzeitig}, \dot{Q}_{Vorrang}) \quad (3.2.7-46)$$

#### 가. 난방보일러

난방열을 생산하는 과정에서 발생하는 열손실  $Q_{h,g}$ 는 보일러의 종류에 따라 정해진다. 보일러의 부하율은 항상  $\beta_{h,i} \leq 1$ 이며, 보일러 정격성능은 난방 배관망으로의 평균 열 공급성능  $\dot{Q}_{d,in}$ (식 3.2.7-69, -70참조)에 의해 정해진다. 보일러가 한 대 가동되는 경우에 부하율은 식 3.2.7-63을 이용한다.

$$\beta_h = \frac{\dot{Q}_{d,in}}{\dot{Q}_N} \quad (3.2.7-63)$$

### 1) 다수의 보일러가 설치된 시설

#### 동시 가동(우선적으로 가동되는 순위가 없는 경우)

충분한 열을 공급하기 위해 여러 대의 보일러가 동시에 가동될 때 부하율은 식 3.2.7-64를 이용한다.

$$\beta_{h,i} = \frac{\dot{Q}_{d,in}}{\sum(\dot{Q}_{N,j})} \quad (3.2.7-64)$$

#### 순차 가동(우선적으로 가동되는 순위가 정해져 있거나 또는 대수제어 방식인 경우)

각각의 보일러는 열 요구에 상응하여 순차적으로 가동되며, 마지막으로 가동되는 보일러가 부분부하의 범위에 해당된다.

$$\beta_{h,n} = \frac{(\dot{Q}_{d,in} - \sum \dot{Q}_{N,n-1})}{\dot{Q}_{N,n}} \quad \dot{Q}_{d,in} < \sum \dot{Q}_{N,n} \text{ 일 경우} \quad (3.2.7-65)$$

### 2) 연료장전식 난방보일러의 열 생산과정에서 발생하는 열손실

열을 생산하는 과정에서 발생하는 보일러의 열손실  $Q_{h,g}$ 와 열 생산에 필요한 보조에너지  $Q_{h,g,aux}$ 는 정격 보일러성능  $\dot{Q}_N$ , 정격성능(100% 부하 조건 운전)에서의 효율  $\eta_{K,100\%}$ , 부분부하(여기서 30%)의 효율  $\eta_{Kpl\%}(\eta_{K30\%})$ , 측정손실  $q_{B,70}$  및 보일러의 전기적 성능  $P_{aux}$  등으로부터 도출된다. 이러한 수치는 제품사양의 값이 기본적으로 적용되며, 제품사양이 주어지지 않은 경우에 표준치가 사용될 수 있다.

#### 가) 난방보일러의 생산손실 $Q_{h,g}$



$$Q_{h,g} = \sum(Q_{h,g,v,i} \cdot d_{h,rB}) \quad (3.2.7-66)$$

여기서 index I는 보일러가 여러 대일 경우에 해당된다.

$0 < \beta_{h,i} \leq \beta_{K,pl}$  일 경우 일일 보일러의 생산손실:

$$Q_{h,b,v,i} = ((\beta_{h,i}/\beta_{K,pl}) \cdot (\dot{Q}_{v,g,pl} - \dot{Q}_{B,h}) + \dot{Q}_{B,h}) \cdot (t_{h,rL} - t_{w,100\%}) \quad (3.2.7-67)$$

$\beta_{K,pl} < \beta_h < 1.0$  일 경우 일일 보일러의 생산손실:

$$Q_{h,g,v,i} = ((\beta_{h,i} - \beta_{K,pl}) / (1 - \beta_{K,pl})) \cdot (\dot{Q}_{V,g,100\%} - \dot{Q}_{V,g,pl}) \cdot (t_{h,RL,T} - t_{w,100\%}) \quad (3.2.7-68)$$

$\beta_{K,pl}$ (기름 및 가스보일러 = 0.3),  $\beta_{K,100\%}$ (=1.0)

$t_{w,100\%} = Q_{w,outg} / (\dot{Q}_N \cdot d_{Nutz,mth})$  : 3.2.9 참조

평균 열 공급성능  $Q_{d,in}$ 은 난방, 난방/급탕 그리고 난방/급탕/공조 등 3가지 경우로 구분되며, 식 3.2.7-69와 3.2.7-70에 의해 정해진다.

- 난방 또는 난방/급탕

$$\dot{Q}_{d,in} = Q_{h,outg} / (d_{h,rB} \cdot (t_{h,rL,T} - t_{w,100\%})) \quad (3.2.7-69)$$

- 난방, 급탕 및 공조

$$\dot{Q}_{d,in} = \sum Q_{h,outg} / (t_{Betrieb,K} - t_{W,100\%}) \cdot d_{Nutz,mth} \quad (3.2.7-70)$$

나) 일일 보일러의 손실성능  $\dot{Q}_{v,g,100\%}$ ,  $\dot{Q}_{v,g,pl\%}$ ,  $\dot{Q}_{B,h}$

- 정지 또는 대기모드상태의 보일러 손실성능  $\dot{Q}_{B,h}$

$$\dot{Q}_{B,h} = q_{B,v} \cdot (\dot{Q}_N / \eta_{K,100\%}) \cdot f_{Hs/Hi} \quad (3.2.7-71)$$

$$q_{B,v} = q_{B,70} \cdot (v_{HK,m} - v_i) / (70 - 20) \quad (3.2.7-72)$$

$\eta_{K,100\%}$  : 100%에서의 보일러 효율

$f_{Hs/Hi}$  : 사용된 연소원료의 고위발열량-저위발열량-비(제3장2절10항 참조)

- 부분부하 상태에서의 보일러손실성능  $\dot{Q}_{v,g,pl\%}$

$$\dot{Q}_{v,g,pl} = (f_{Hs/Hi} - \eta_{K,pl,Betrieb}) / \eta_{K,pl,Betrieb} \cdot \beta_{K,pl} \cdot \dot{Q}_N \quad (3.2.7-73)$$

- 100% 부하 상태에서의 보일러손실성능

$$\dot{Q}_{v,g,100\%} = (f_{Hs/Hi} - \eta_{K,100\%,Betrieb}) / \eta_{K,100\%,Betrieb} \cdot \dot{Q}_N \quad (3.2.7-74)$$

보일러의 평균 가동온도  $v_{HK,m}$  (고효율 연소기기의 경우 평균 회수온도  $v_{RL,m}$ )가 표 3.2.7-17에 따른 테스트온도와 다르면 보일러의 효율은 바뀐 온도조건에 맞춰진다.

$$\eta_{K,100\%,Betrieb} = \eta_{K,100\%} + G \cdot (v_{g,test100} - v_{HK,m}) \quad (3.2.7-75)$$

$$\eta_{K,pl,Betrieb} = \eta_{K,pl} + H \cdot (v_{g,test,pl} - v_{HK,m}) \quad (3.2.7-76)$$

<표 3.2.7-17> 난방보일러온도

보일러 형식	$v_{g,test,100}$ (부하: 100%) ℃	$v_{g,test,pl}$ (부하: 부분부하) ℃
가스/기름		
표준	70	50
저온	70	40
콘텐츠	70	30

<표 3.2.7-18> 온도수정계수

보일러형식	계수 G	계수 H
표준보일러	0.0	0.0004
저온보일러	0.0004	0.0004
가스 콘텐츠보일러	0.002	0.002
기름 콘텐츠보일러	0.0004	0.001

보일러가 설정된 존에 설치된 경우에 보일러에서 발생하는 열 손실은 존에서 비 제어적 열유입으로 작용하며, 식 3.2.7-77 ~ 3.2.7-79에 의해 산정된다.

$$Q_{I,h,g} = q_{s,v} \cdot \dot{Q}_N / \eta_{K,100\%} \cdot (t_{h,rL,T} - t_{w,100\%}) \cdot d_{h,rB} \quad (3.2.7-77)$$

$$q_{s,v} = 0.5 \cdot q_{B,v} \quad (\text{가스보일러의 경우}) \quad (3.2.7-78)$$

$$q_{s,v} = 0.75 \cdot q_{B,v} \quad (\text{그 외 모든 보일러}) \quad (3.2.7-79)$$

다) 보조에너지  $Q_{h,g,aux}$

$$Q_{h,g,aux} = \sum (P_{h,g,aux,i} \cdot (t_{h,rL} - t_{w,100\%} \cdot d_{mth} \cdot d_{Ntz,a} / 365) + P_{aux,SB} \cdot (24 \cdot d_{mth} - t_{h,rL})) \quad (3.2.7-80)$$

$0 < \beta_{h,i} < \beta_{K,pl}$  일 때

$$P_{h,g,aux,i} = (\beta_{h,i}/\beta_{K,pl}) \cdot (P_{aux,pl,i} - P_{aux,SB}) + P_{aux,SB} \quad (3.2.7-81)$$

$\beta_{K,pl} < \beta_{h,i} < 1.0$  일 때

$$P_{h,g,aux,i} = (\beta_{h,i} - \beta_{K,pl}) / (1 - \beta_{K,pl}) \cdot (P_{aux,100} - P_{aux,pl}) + P_{aux,pl} \quad (3.2.7-82)$$

### 표준-난방보일러

가스보일러:

$$P_{aux,100} = P_{aux,pl} = (0.148 \cdot \dot{Q}_N + 40) / 1000 \quad (3.2.7-83)$$

분무식 보일러(가스/기름):

$$P_{aux,100} = 0.045 \cdot \dot{Q}_N^{0.48} \quad (3.2.7-84)$$

$$P_{aux,pl} = 0.015 \cdot \dot{Q}_N^{0.48} \quad (3.2.7-85)$$

### 저온보일러

가스보일러:

$$P_{aux,100} = P_{aux,pl} = (0.148 \cdot \dot{Q}_N + 40) / 1000 \quad (3.2.7-86)$$

분무식 보일러(가스/기름):

$$P_{aux,100} = 0.045 \cdot \dot{Q}_N^{0.48} \quad (3.2.7-87)$$

$$P_{aux,pl} = 0.015 \cdot \dot{Q}_N^{0.48} \quad (3.2.7-88)$$

### 콘텐싱 보일러 (기름/가스)

$$P_{aux,100} = 0.045 \cdot \dot{Q}_N^{0.48} \quad (3.2.7-89)$$

$$P_{aux,pl} = 0.015 \cdot \dot{Q}_N^{0.48} \quad (3.2.7-90)$$

### 3) 개별 연소연료장전식 열 생산기기

#### 가) 실내 가스히터

#### 굴뚝(연통) 연계식 기기

$$1985 \text{ 이전} \quad Q_{h,f} = 1.4 \cdot Q_{h,b} \text{ 월간 [kWh]}$$

$$1985 \text{ 이후} \quad Q_{h,f} = 1.34 \cdot Q_{h,b} \text{ 월간 [kWh]}$$

#### 외벽-기기

$$1985 \text{ 이전} \quad Q_{h,f} = 1.47 \cdot Q_{h,b} \text{ 월간 [kWh]}$$

$$1985 \text{ 이후} \quad Q_{h,f} = 1.40 \cdot Q_{h,b} \text{ 월간 [kWh]}$$

#### 나) 증발버너 기름연소난로

$$1985 \text{ 이전} \quad Q_{h,f} = 1.4 \cdot Q_{h,b} \text{ 월간 [kWh]}$$

$$1985 \text{ 이후} \quad Q_{h,f} = 1.34 \cdot Q_{h,b} \text{ 월간 [kWh]}$$

다) 홀 난방

복사열파이프, 개별 온풍기

$$Q_{h,f} = (1-f) \cdot Q_h \quad [\text{kWh}] \quad (3.2.7-91)$$

<표 3.2.7-19> 이용효율

정격 열성능 (kW)	계수 f
4 ~ 25	0.111
25 ~ 50	0.099
>50	0.087

복사열히터

$$Q_{h,g} = V_{abluf, spez} \cdot C_{p, Abluft} \cdot (v_{Abluft} - v_{Au\beta en}) \cdot t_{h, rL} \quad (3.2.7-92)$$

$V_{Abluft, spez} = 10 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{kW} \text{ 난방부하})$  : 연소공기요구량

$C_{p, Abluft} = 0.361 \text{ Wh}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$  : 배기공기 비열

$v_{Abluft} = 18^\circ\text{C}$

복사열히터의 보조에너지(벽 또는 천정용 펜)

$$Q_{h,g, aux} = 0.0006 \cdot Q_{h,b} \quad (3.2.7-93)$$

다. 전기보일러

1) 개별 전기보일러

- 분리 생산식 저장 :  $Q_{h,s} + Q_{h,g} = 0.11 \cdot Q_{h, outg}$  월간 [kWh]

- 내부 생산식 저장 :  $Q_{h,s} + Q_{h,g} = 0.09 \cdot Q_{h, outg}$  월간 [kWh]

## 라. 원거리 및 근거리 지역난방열

지역난방기계실에서 열손실  $Q_{h,g,DS}$

$$Q_{h,g} = H_{DS} \cdot (v_{DS} - v_i) \quad (3.2.7-94)$$

$$H_{DS} = B_{DS} \cdot \Phi_{DS}^{1/3} \quad (3.2.7-95)$$

$$v_{DS} = D_{DS} \cdot v_{prim,DS} + (1 - D_{DS}) \cdot v_{sek,DS} \quad (3.2.7-96)$$

<표 3.2.7-20>  $D_{DS}$

지역난방기계실 종류	1차 온도 (해석)	$D_{DS}$
	$v_{P,DS}$ (℃)	
중온수	105	0.6
고온수	150	0.4

<표 3.2.7-21>  $B_{DS}$

기계실 종류	구분	기계실 구성요소 단열등급			
	2차에서의 단열	4	3	2	1
	1차에서의 단열	5	4	3	2
	온수, 저온 온수, 고온	3.5 3.1	4.0 3.5	4.4 3.9	4.9 4.3

원칙적으로 월별로 고려가 가능하지만 계산이 복잡해지므로 계산 기간을 연 단위로 선택하고 연간 변하지 않는 열손실을 적용해 계산하는 방법이 추천된다. 경우에 따라 여름과 겨울로 구분하여 계산할 수도 있다. 지역난방 열이 건물에 중계되는 과정에서 발생하는 보조에너지는 무시된다. 건물난방시스템에 대한 공급온도제어가 기계실에서 이루어지면 이에 대한 보조에너지는 월간  $Q_{h,g,aux} = 10 \text{ kWh}$ 가 적용된다.

## 8. 공조 및 냉방시스템 에너지 모델링

### 8.1 기호, 단위, index

<표 3.2.8-1> 기호, 단위 및 index

기호	의미	단위
$\eta_{vh,ce}$	온풍난방에서 실내로의 온열전달효율	—
$\eta_{vc,ce}$	냉풍냉방에서 실내로의 냉열전달효율	—
$\eta_{c^*,ce}$	공조기기로의 냉열전달효율	—
$\eta_{c,ce}$	실내냉방시스템(실내기 등)으로의 냉열전달효율	—
$\eta_{c^*,ce,sens}$	냉방공조기기로의 현열전달효율	—
$\eta_{c,ce,sens}$	실내냉방시스템으로의 현열전달효율	—
$\eta_{c^*,d}$	냉방공조기기로의 분배효율	—
$\eta_{c,d}$	실내냉방시스템으로의 분배효율	—
$f_{vh,d}$	온풍난방에서 분배과정에서의 손실계수	—
$f_{vc,d}$	냉풍냉방에서 분배과정에서의 손실계수	—
$A_{K,A}$	열적 외피 외부에 설치된 덕트나 기기의 표면적	m <sup>2</sup>
$f_{c,ce,aux}$	실내냉방시스템으로의 전달과정에 필요한 보조에너지계수	—
$\pi$	변풍량식 기기의 압력비지수(정압부분/총압)	—
$PLV_{av}$	냉열기기의 평균 부분부하계수	—
$EER$	정격 냉열성능지수(energy efficiency ratio)	kW/kW
$SEER$	연간 냉열성능지수	—
$Q_{C,outg,a,n}$	용도 n별 생산기기의 공조용 냉열공급량	kWh
$P_{C,f,therm}$	냉열기기의 전기적 정격 구동성능	kW
$\zeta$		—
$Q_{C,f,therm}$	흡수식 냉열기기의 열적 에너지요구량	kWh
$\dot{Q}_{C,outg}$	흡수식 냉열기기의 정격 냉열성능	kW
$\dot{Q}_{C,therm}$	흡수식 냉열기기의 정격 열성능	kW
$b$	기존/신축에 대한 평가계수	—
$Q_{Z,aux,d}$	냉열공급단위의 보조(전기)에너지소비량	kWh
$e_{d,l}$	냉각수 및 냉수의 분배과정에서의 펌프의 소비지수	—
$f_{Adap}$		—
$f_{Abgl}$	수압평형에 대한 수정계수	—
$t_d$	시간주기에서 펌프가동시간	h
$f_e$	펌프의 효율계수	—
$\nu$	동점도(kinematic viscosity)	mm <sup>2</sup> /s



<표 3.2.8-1> (계속)

기호	의미	단위
$\beta_{d,l}$	설정시간대 냉각수 및 냉수 분배의 평균부하율	–
$P$	성능(Power)	W
$P_{d,hydr}$	해석 포인트에서 냉각수 및 냉수분배의 수압성능	W
$\Delta pz$	해석 포인트에서의 압력차	kPa
$\dot{V}_z$	냉열공급단위의 유량	m³/h
$\dot{V}_{z,min}$	분배 사이클에서의 최소유량	m³/h
$R$	배관의 단위길이 당 압력손실	kPa/m
$W_{d,hydr,l}$	시간주기(1년, 1달)별 수압소비량	kWh/Periode
$\dot{Q}_z$	해석일의 경우 냉열공급단위의 냉각- 또는 냉열성능	kW
$Q_{C,f,R,elektr}$	재냉에 필요한 전기적 2차에너지요구량	kWh
$\dot{Q}_{R,outg}$	정격 재냉성능	kW
$q_{R,elektr}$	재냉기의 특성적 전기에너지요구량	–
$f_{R,av}$	재냉기의 부분부하계수	–
$t_{R,op}$	재냉기의 평균 가동시간	h
$v_{H^*,op}$	공조기기의 예열기 및 재열기에서 온수유입온도	℃
$\eta_t$	열회수기의 온도변위율	–
$\eta_x$	열회수기의 습기함량변위율	–
$v_h^*$	공조기기 가열유닛용 시스템온수온도	℃
$t_{H^*,op}$	공조기기의 중앙 가열유닛의 요구시간(가동시간)	h
$b_{VH}$	중앙 가열유닛의 연간 또는 월별 총 이용시간(가동시간)	h
$t_{C^*,op}$	공조기기의 중앙 냉각유닛의 요구시간(가동시간)	h
$b_{VC}$	중앙 냉각유닛의 연간 또는 월간 총 이용시간(가동시간)	h
$Q_{hr,f,aux}$	열회수기의 전기적 보조에너지요구량	kWh
$P_{el,av,KVS}$	KVS-펌프시스템의 전기적 평균 단위유량 당 구동성능	W/m³/h
$P_{el,av,rot}$	열회수기 회전자의 평균 구동성능	W
$P_{el,mh}$	가습펌프의 단위풍량 당 성능	W/m³/h <sub>luft</sub>
$f_{mh}$	가습제어에 대한 부분부하계수	–
$f_{m^*,f}$	증기가습에 대한 2차 에너지계수	–

## 8.2 공조처리에 필요한 에너지요구량

중앙 공조장치에서 공조처리를 위한 에너지요구량은 8.2.1에 주어진 표준치를 고려하고, 또한 3.2.5(공조처리에너지요구)에 따른 공조처리에너지요구량에서 제시한 값을 바탕으로 계산된다.

### 8.2.1 공조기기 구성요소에 대한 표준치

#### 가. 팬

<표 3.2.8-2> 팬에 대한 표준치

팬 SFP 4 <sup>1)</sup>	팬 성능 P <sub>SFP</sub>	총 압력 상승 (팬의 압력손실)
배기 팬	1.25 kW/(m <sup>3</sup> /s)	750 Pa
급기 팬 + 가열코일	1.60 kW/(m <sup>3</sup> /s)	960 Pa
급기 팬 + (부분)공조장치	2.00 kW/(m <sup>3</sup> /s)	1,200 Pa
1) SFP: specific fan power SFP 4: $1.25 \leq \text{SFP} \leq 2 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$		

VAV(변풍량) 기기인 경우 3.2.5에서 팬의 전기소비량 계산에 필요한 총압부분에 대한 정압부분의 비인 압력비지수(3.2.5-16 & 3.2.5-17)는 표준치로 정해진다.

$$\pi = 0.4 \quad (3.2.8-1)$$

#### 나. 열회수시스템

열회수시스템에 대한 표준치는 다음 <표 3.2.8-3>과 같다

<표 3.2.8-3> 열회수시스템에 대한 표준치

열회수기	열회수율 또는 온도변화율 $\eta_t$	습기회수율 또는 습도변화율 $\eta_x$
평판형 열교환기	0.5	-
평판형 열교환기 교차-대향류	0.65	-
순환형 콤팩트 열교환기	0.4	-
순환형 고효율-대향류-열교환기	0.7	-
회전형 현열교환기	0.7	-
회전형 전열교환기	0.7	0.7

## 8.2.2 공조시스템의 급기온도

급기와 실내공기의 온도차에 대한 특별한 제한은 없지만 급기온도는 열적인 쾌적감을 저해시키지 않는 방향으로 정해져야 한다. 공조시스템 및 취출방식과 관련하여 취출구의 급기와 존의 평균온도가 <표 3.2.8-4>에 제시된 온도차를 초과하지 않도록 한다.

<표 3.2.8-4> 공조시스템에 따른 급기온도 표준치 (오직 에너지 증명을 위해서만 이용하고, 실제 해석에 이용되지 않음)

급기시스템/취출방식	취출구의 급기와 평균실내온도와의 표준온도차	
	냉방	난방
회오리 및 선형	8 K	6 K
그릴 및 레지스터	6 K	4 K
저속치환방식 (일명 샘 급기)	4 K	2 K
	8 K	8 K
유인시설	10 K	10 K
팬-코일 + 일차공기	일차공기	일차공기
공기냉각천장	10 K	-

## 8.2.3 공조시스템 가열유닛의 에너지요구량

공조시스템의 가열유닛에 필요한 에너지요구량은 3장2절5항에서 계산된 가열공조 처리에 필요한 에너지요구량  $Q_{vh,b}$ 와 전달 및 분배과정에서의 손실로부터 산정된다.

$$Q_{h^*,b} = Q_{vh,b} + Q_{vh,ce} + Q_{vh,d} \quad (3.2.8-2)$$

### 가. 공조시스템에서 존으로 전달과정에서의 손실

대다수의 시스템에 있어서 전달손실에 대한 기준이 없는 상태이며 계산에서 전달과정에서의 효율은 상수  $\eta_{vh,ce}=1$ 을 적용한다.

$$Q_{vh,ce} = (1 - \eta_{vh,ce}) \cdot Q_{vh,b} \quad (3.2.8-3)$$

### 나. 공조시스템에서 분배과정에서의 손실

급기온도가 실내요구온도에 비해 크게 높거나/낮거나(최대 10K 이내) 하지 않으면 분배과정에서 발생하는 열손실은 다음처럼 고려하도록 한다.

- 건물 내부에서 분배가 이루어지는 경우

$Q_{vh,d} = 0$  (건물 내부에서의 열손실은 건물에 유용한 열이므로)

- 건물 외부에서 분배가 이루어지는 경우, 외부에 설치된 배관의 외피면적에 의한 열손실을 고려하여야 한다. 이 때 배관단열재의 열전도율은 0.04 W/(m·K), 두께는 50 mm를 전제로 한다.

$$Q_{vh,d} = f_{vh,d} \cdot A_{K,A} \cdot t_{H^*,op,mth} \quad (3.2.8-4)$$

$f_{vh,d}$ : 분배 손실계수 - 난방 16 W/m<sup>2</sup>

$A_{K,A}$ : 건물 외부에 설치된 배관의 외피면적

$t_{H^*,op,mth}$ : 난방을 위한 공조시스템의 가동시간

급기온도와 실내온도의 온도 차이에 있어서  $\Delta t > 10$  K이면, 현재 사용되고 있는 표준기술을 적용하여 열손실을 개별적으로 계산하고 이에 대한 증명이 요구된다.

### 다. 누기율

실내공기온도에 비해 급기온도가 10 K 이상 높지 않으면( $\Delta t < 10$  K), 덕트 내 누기에 의한 열손실은 무시해도 된다. 중앙공조장치의 풍량은 존에 요구되는 풍량

의 합산으로 결정되고, 난방공간 내에서의 누기는 고려하지 않는다. 온도차  $\Delta t > 10 \text{ K}$  이상인 난방공조시스템은 현재 사용되고 있는 표준기술을 적용하여 열손실을 개별적으로 계산하고, 이에 대한 증명이 요구된다.

#### 라. 공조시스템 가열유닛의 온수에 대한 시스템온도

공조기기 가열유닛에서의 예열과 재열을 위한 온수공급온도  $v_{H^*,op}$ 는 설계상 월별 평균값을 확정해야한다. 설정값이 없는 경우에는  $v_{h^*} = 70/55^\circ\text{C}$ 를 사용한다.

#### 마. 공조기기 가열유닛의 가동시간

공조기기 가열유닛의 월별 가동시간은 연간 가동시간으로부터 다음 계산식 3.2.8-5와 같이 산정된다.

$$t_{h^*,op,mth} = t_{H,r} \cdot b_{VH,mth} / b_{VH,a} \quad (3.2.8-5)$$

$$t_{H^*,op,mth} > t_{RLT-Betrieb,mth} \text{ 일 경우 } t_{H^*,op,mth} = t_{RLT-Betrieb,mth}$$

$$t_{H^*,op,mth} < 0.1 \cdot t_{RLT-Betrieb,mth} \text{ 일 경우 } t_{H^*,op,mth} = 0.1 \cdot t_{RLT-Betrieb,mth}$$

$$b_{VH,month} = Q_{vh,b} / \dot{Q}_{V,H,max} \quad (3.2.8-6)$$

$$b_{VH,a} = \sum_1^{12} b_{VH,month} \quad (3.2.8-7)$$

$t_{H,r}$  연간 가열유닛의 가동시간 (제3장2절5항 참조)

$\dot{Q}_{H,max}$  공조기의 최대 가열성능 (제3장2절5항 참조)

$b_{VH}$  전체 이용시간 (월, 년)

#### 8.2.4 공조시스템 냉각유닛의 에너지요구량

공조시스템의 냉각유닛에 필요한 에너지요구량은 3.2.5에서 계산된 냉각공조처리 에 필요한 에너지요구량  $Q_{vc,b}$ 와 전달 및 분배과정에서의 손실로부터 산정된다.

$$Q_{c^*,b} = Q_{vc,b} + Q_{vc,ce} + Q_{vc,d} \quad (3.2.8-8)$$

#### 가. 공조시스템에서 존으로 전달과정에서의 손실

대다수의 시스템에 있어서 전달손실에 대한 기준은 없는 상태이며, 전달과정에서의 효율은 상수  $\eta_{vh,ce}=1$ 을 적용한다.

$$Q_{vc,ce} = (1 - \eta_{vc,ce}) \cdot Q_{vc,b} \quad (3.2.8-9)$$

#### 나. 공조시스템에서 분배과정에서의 손실

급기온도가 실내요구온도에 비해 크게 낮지 (즉, 최대 10 K 이내) 않으면 분배과정에서 발생하는 열손실은 상수처럼 고려하도록 한다.

- 건물 내부에서 분배가 이루어지는 경우

$$Q_{vc,d} = 0$$

- 건물 외부에서 분배가 이루어지는 경우, 외부에 설치된 배관의 외피면적에 의한 열손실을 고려하여야 한다. 이 때 배관단열재의 열전도율은 0.04 W/(m·K), 두께는 50 mm를 전제로 한다.

$$Q_{vc,d} = f_{vc,d} \cdot A_{K,A} \cdot t_{C^*,op,mth} \quad (3.2.8-10)$$

급기온도가 적은 차(< -10 K)로 실내요구온도의 아래에 있으면 배관망에서 누기에 의한 열손실은 무시될 수 있다. 중앙 공조기기의 풍량 설정은 존이나 사람을 위해 필수적인 풍량의 합으로서 정해진다.

#### 라. 공조기기 냉각유닛의 가동시간

공조기기 냉각유닛의 월별 가동시간은 연간 가동시간으로부터 다음 계산식 3.2.8-11 과 같이 산정된다.

$$t_{C^*,op,mth} = t_{C,r} \cdot b_{VC^*,mth} / b_{VC^*,a} \quad (3.2.8-11)$$

$$b_{VC^*,mth} = Q_{vc^*,b} / \dot{Q}_{C^*,max} \quad (3.2.8-12)$$

$$b_{VC^*,a} = \sum_1^{12} b_{VC^*,mth} \quad (3.2.8-13)$$

$t_{C,r}$  : 냉각유닛의 연간 가동시간 (3.2.5)

$b_{VC^*}$  : 냉방공조의 전체 가동시간(월별, 연간)

### 8.2.5 냉방요구량

건물존의 냉방요구량  $Q_{c,b}$ 는 3.2.4와 연계된다.

### 8.2.6 공조시스템 가습유닛 필요한 에너지요구량

증양식 가습에 대한 에너지는 다음 두 경우에 대해 3.2.5에서 계산된 가습공조처리에 필요한 에너지요구량  $Q_{vm,b}$  으로부터 산정된다.

- 물에 의한 가습 (세정가습, 관개가습, 접촉가습)
- 증기에 의한 가습 (전기, 가스, 기름, 지역증기)

$$Q_{m^*,b} = Q_{vm,b} \quad (3.2.8-14)$$

물에 의한 가습의 경우, 필요한 열에너지요구량은 이미 가열유닛에 대한 가열공조 처리에너지요구량에서 제시한 값에 포함되어 있다. 증기가습의 경우 공급/생산을 위한 단순 계산 방식이 사용된다. (8.4.2 참조)

## 8.3 전달, 분배, 저장

### 8.3.1 난방공조

공조기기의 가열유닛에 대한 생산기기 열공급량  $Q_{h^*,outg}$  은 3장2절7항을 따른다.

### 8.3.2 냉방공조

공조기기의 냉각유닛에 대한 생산기기 냉열공급량과 실내냉방시스템에 대한 생산기기 냉열공급량은 사용단위별로 분리되어 계산되고, 개별 생산단위와 분배시스템의 결합과정에서 통합된다.

#### 가. 공조기기 냉열공급량

공조기기 냉각유닛으로의 냉열공급량은 계산식 3.2.8-8에 따른 냉각유닛에 필요한 에너지요구량과 생산기기로부터 전달, 분배 및 저장 과정의 손실에 의해 산정된다.

$$Q_{c^*,outg} = Q_{c^*,b} + Q_{c^*,ce} + Q_{c^*,d} + Q_{c^*,s} \quad (3.2.8-15)$$

$$Q_{c^*,ce} = ((1 - \eta_{c^*,ce}) + (1 - \eta_{c^*,ce,sens})) \cdot Q_{c^*,b} \quad (3.2.8-16)$$

$\eta_{c^*,ce}$ : 공조기기로의 냉열전달효율 (상수)

$\eta_{c^*,ce,sens}$ : 공조기기로 냉열전달에서 현열전달효율.

실제 공기냉각유닛에서 의도하지 않았지만 발생하는 제습에 대하여 고려하고 있으며, 3.2.5의 공조처리에너지요구량에서 제시하고 있는 값에는 이러한 영향이 고려되지 않는다.

$$Q_{c^*,d} = (1 - \eta_{c^*,d}) \cdot Q_{c^*,b} \quad (3.2.8-17)$$

$$Q_{c^*,s} = 0 \quad (3.2.8-18)$$

공조기기에서 냉각과 제습의 조합인 경우와 냉수시스템 또는 실내기에 의한 실내냉방의 경우 부적절한 계수  $\eta_{c^*,ce,sens}$  는 공조냉방(외기)을 위해 오직 한번만 사용되며, 실내냉방의 경우 계수  $\eta_{c,ce,sens}$  는 1이다.



<표 3.2.8-5> 팩터(연평균 값) 냉방공조시설

냉열시스템	$\eta_{c^*,ce,sens}$			$\eta_{c^*,ce}$	$\eta_{c^*,d}$
습도요구	없음	편차허용	편차없음		
냉수 6/12	0.87	0.94	1	0.90	0.95(건물 내 배관) 0.90(건물 외 배관)
냉수 14/18	1	1	1	0.90	0.95(건물 내 배관) 0.90(건물 외 배관)
냉수 18/20	1	1	1	1.0	1.0
직접가습	0.87	0.94	1	0.90	0.95(건물 내 배관) 0.90(건물 외 배관)
냉각탑을 거친 외부 냉각	1	1	1	0.90	0.95(건물 내 배관) 0.90(건물 외 배관)

#### 나. 실내냉방 냉열공급량

실내냉방시스템으로의 냉열공급량은 3.2.4의 냉방요구량  $Q_{c,b}$ 와 생산기기로부터의 전달, 분배 및 저장 과정에서의 손실로부터 산정된다.

$$Q_{c,outg} = Q_{c,b} + Q_{c,ce} + Q_{c,d} + Q_{c,s} \quad (3.2.8-19)$$

$$Q_{c,ce} = ((1 - \eta_{c,ce}) + (1 - \eta_{c,ce,sens})) \cdot Q_{c^*,b} \quad (3.2.8-20)$$

$$Q_{c,d} = (1 - \eta_{c,d}) \cdot Q_{c,b} \quad (3.2.8-21)$$

$$Q_{c,s} = 0 \quad (3.2.8-22)$$

<표 3.2.8-6> 계수(연간 평균 값) 실내냉방

냉열시스템	$\eta_{c,ce,sens}$	$\eta_{c,ce}$	$\eta_{c,d}$
냉수 7/12	0.87	1.00	0.90
냉수 8/14 (예: 팬컨백터)	0.90	1.00	0.90
냉수 14/18 (예: 팬컨백터, 인덕션)	1.00	1.00	1.00
냉수 16/18 (예: 천정냉각팬넬)	1.00	1.00	1.00
냉각수 18/20 (예: 구조체활성)	1.00	0.90	1.00
직접가습	0.87	1.00	0.90 =1, 기기에 고려된 경우

### 8.3.3 실내냉방 팬에 대한 보조에너지

$$Q_{c,ce,aux} = f_{c,ce,aux} \cdot Q_{c,outg} \cdot t_{C,op} / 1000h \quad (3.2.8-23)$$

<표 3.2.8-7> 실내냉방-팬의 에너지요구량 표준치

	정격성능 kW/kW	$f_{c,ce,aux}$ kWh/kWh
실내냉방기기: 덕트분배 및 개별 취출구에 의한 DX-공조기	0.030	0.060
실내냉방기기: DX(직팽식)-공조기 천정 카세트형	0.020	0.040
실내냉방기기: DX(직팽식)-공조기 벽 부착형 및 상치 매입형	0.020	0.040
냉수 팬컨벡터 상치 매입형 및 천정형 냉수온도 6℃	0.020	0.040
냉수 팬컨벡터 상치 매입형 및 천정형 냉수온도 14℃	0.035	0.070
냉수 팬컨벡터 덕트분배식 천정형 냉수온도 14℃	0.040	0.080

### 8.3.4 증기가습 열공급량

공조기기에 증기를 공급하는 생산기기에 대한 열공급량 계산식이 없는 경우에는 다음과 같이 단순하게 계산할 수 있다.

$$Q_{m^*,outg} = Q_{m^*,b} + Q_{m^*,ce} + Q_{m^*,d}, \quad (Q_{m^*,ce} = 0, Q_{m^*,d} = 0) \quad (3.2.8-24)$$

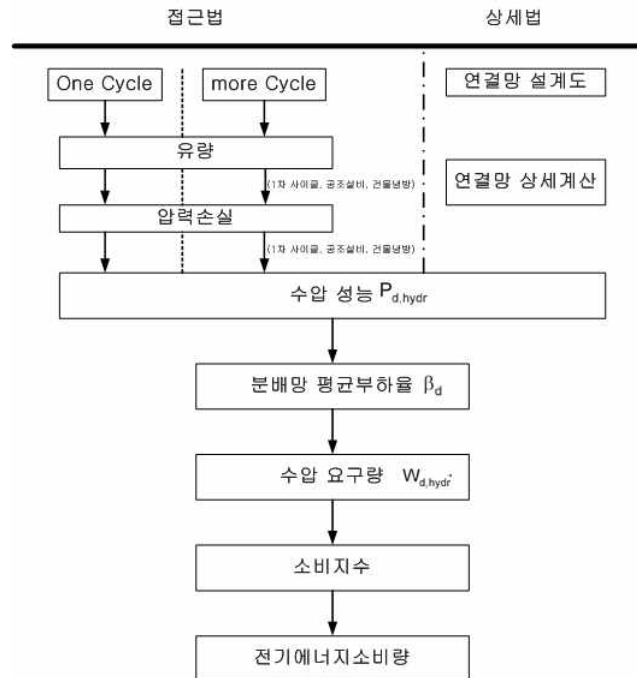
### 8.3.5 냉각수 및 냉수분배에 대한 보조에너지

#### 가. 전기에너지소비량

<표 3.2.8-8>은 냉수 및 냉각수 배관망에서 소비되는 전기에너지량을 산정하기 위한 주요 변수들을 요약하고 있으며 [그림 3.2.8-1]은 전기소비량의 계산과정을 나타내고 있다.

<표 3.2.8-8> 냉각수 및 냉수망의 전기에너지 소비에 대한 주요변수

변수	냉수망	냉각수망
냉열생산	냉열기기의 정격성능 ( $\dot{Q}_{C,outg}$ )	냉열생산기의 정격성능 ( $\dot{Q}_{C,outg}$ )
		냉열기의 성능지수 또는 열상관비 EER
냉열제어	냉열기기 및 개별 증기발생기(기화기)의 부분적 정지에 대한 $\dot{Q}_{C,outg}$ 의 분배	냉열기기 및 개별 액화기의 부분적 정지에 대한 $\dot{Q}_{C,outg}$ 의 분배
	부분부하에서의 냉열기기제어	부분부하에서의 냉열기기제어
	냉열저장시스템의 적용	냉열기, 냉각탑 팬, 펌프의 제어전략
	증기발생기의 최소 물의 용량	액화기의 최소 물의 용량
액체반송	온도차 급/회수	온도차 급/회수
	압력손실 -최장 길이 -배관망 단면적 -수전급구, 열교환기 -수압적 평형	압력손실 -최장 길이 -배관망 단면적 -수전급구, 열교환기 -구조(개방/폐쇄)
	냉매(예: 물, 글리콜 등등)	열매체(예: 물, 글리콜 등등)
펌프선택	펌프구조형식 및 효율	펌프구조형식 및 효율
	비제어 또는 제어 펌프	비제어 또는 제어 펌프
	펌프의 제어방식	펌프의 제어방식
분배 사이클의 구성 <i>b</i>	냉열기-소비기망의 구성형식	냉열기-냉각탑망의 구성형식
	단일 사이클 시스템 또는 이중 사이클 시스템(1차-, 2차사이클)	
	냉방부하에 상응한 소비기사이클의 분배(지관- 또는 존급적)	
	수압평형의 실행	
	분배사이클에서의 혼합 및 초과유량	
가동시간/부하프로필	건물의 냉방부하시간	냉열기의 가동시간
	냉방부하 없는 경우 펌프정지: -공간적: 공조기 및 건물존 -시간적: 시즌, 야간 및 주말정지 또는 감소 <i>c</i>	냉방부하 없는 경우 펌프정지: -냉열기기에 대한 외부 냉각을 위한 냉각탑의 이용
	건물자동화로 연계	건물자동화로 연계
분배망에서의 성능제어	유량제어 -투웨이 컨트롤밸브 -쓰리웨이 컨트롤밸브 -인버터	유량제어 -투웨이 감압밸브 -쓰리웨이 굴절밸브 -제어 펌프
	삼방향 혼합밸브에 의한 온도제어	삼방향 혼합밸브에 의한 온도제어
	소비기와 펌프제어의 혼용	소비기와 펌프제어의 혼용
그 외 보조에너지	펌프 -가습용 -간접 증발냉각	순환세정(분사)펌프
	KVS-열회수기내 펌프	동파방지난방
	압력유지와 가스배출용 시스템	물공급 및 충수펌프
	액화물 펌프	
	전기모터식 열적 밸브	



[그림 3.2.8-1] 펌프의 전기에너지소비량 계산과정

건물 또는 공조기기의 계산 존에 있어서, 펌프의 전기에너지소비량은 시스템 내에 존재하는 각 펌프-분배 사이클에 대한 정격냉방부하(펌프의 정격성능)로부터 계산된다. 여기서 각 분배 사이클에 설정된 냉열- 또는 냉각성능, 가동시간, 월별 냉방 요구량이나 냉방공조에너지요구량이 계산에 이용된다.

펌프-분배 사이클은 냉열공급단위로 표시되며, index는 Z로 쓰인다. 건물에서 존의 냉수분배는 대부분 하나의 냉열공급단위(Z)를 통해 여러 존으로 제공된다(예: 1차 사이클 및 2차 사이클의 경우). 이 경우 개별 존의 냉열성능( $\dot{Q}_c$  또는  $\dot{Q}_{c*}$ )과 냉열( $Q_c$  또는  $Q_{c*}$ )은 냉열공급단위(Z) 내에서 모두 합산되어진다. 냉열공급단위(Z) 내에서 요구되는 펌프가동시간은 냉방요구의 최대시간이 적용된다.

### 분배과정의 전기에너지소비량

연간 에너지소비량은 설정된 시간에 대한 에너지소비량들의 합으로 정해진다. 시간주기(예: 연간분석방식 1년, 월별분석방식=12달)는 철자 “l”로 index화 된다.

$$Q_{Z,aux,d,a} = \sum_{l=1}^n Q_{Z,aux,d,l} \quad (3.2.8-25)$$

$$Q_{Z,aux,d,l} = W_{d,hydr,l} \cdot e_{d,l} \quad (3.2.8-26)$$

### 나. 분배과정의 수리역학적인 에너지요구량

어떤 주어진 시간동안에 냉각수- 및 냉수분배시스템에 요구되는 수리역학적 에너지량은, 그 시스템에 속하는 각 펌프-분배 사이클의 해석 포인트에서의 수리역학적 성능, 펌프운전시간과 그 주어진 시간동안에 대한 분배과정에서의 평균부하로부터 정해진다.

$$W_{d,hydr,l} = \frac{P_{d,hydr}}{1000} \cdot t_{d,l} \cdot B_{d,l} \cdot f_{Abgl} \quad (3.2.8-27)$$

$$P_{d,hydr} = 1000 \cdot \Delta p_Z \cdot \frac{\dot{V}_Z}{3600 \text{ s/h}} \quad (3.2.8-28)$$

해석 포인트에서 유량은 냉각성능, 공급과 환수 사이의 온도차와 적용된 냉매의 물성값으로부터 구해진다.

$$\dot{V}_Z = \frac{3600 \text{ s/h} \cdot \dot{Q}_Z}{\Delta \vartheta_{Z,cl} \cdot C_{cl} \cdot \rho_{cl}} \quad (3.2.8-29)$$

$C_{cl}$  : 냉매의 열저장율 [kJ/kg·K]

$\rho_{cl}$  : 냉매의 밀도 [kg/m³]

수냉식 냉동기의 냉각순환에 대한 성능은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\dot{Q}_Z = \dot{Q}_{C,outg} \cdot \left(1 + \frac{1}{EER}\right) \quad (3.2.8-30)$$

$\dot{Q}_{C,outg}$  : 냉열기기의 냉열성능 [kW]

$EER$  : 압축식 냉열기기의 에너지성능지수 또는 흡수식 냉열기기의 경우  $\xi$

냉각순환사이클에서의 에너지소비량은 다음과 같다.

$$Q_Z = Q_{c,outg} \cdot \left(1 + \frac{1}{SEER}\right)$$

$Q_{c,outg}$  : 월간 냉열기기의 냉열공급량 (8.4.1-가 참조) [kWh]

$SEER$  : 압축식 냉열기기의 연간 냉열성능지수 또는 흡수식 냉열기기의 경우  $\xi$  (8.4.1-나 참조)

#### 1) 해석 포인트에서 압력손실

해석 포인트에서 압력손실( $\Delta p$ )은 배관망의 저항(개별저항을 포함)과 추가적 저항들에 의한 압력손실에 의해 정해진다. 펌프가 필요로 하는 압력차는 냉열공급단위 내에서 손실이 가장 큰 (수직)배관이나 소비기기에 의해 정해진다. 배관망이 주어진 경우에는 디테일한 계산방법이 적용된다. 대안으로 개략적인 계산방식이 주어지는데, 여기서는 개별저항들에 대한 실제와 유사한 값들이 주어진다.

$$\Delta p_Z = R \cdot L_{\max} \cdot (1 + z) + \Delta p_{WUE} + \Delta p_{RV} + \Delta p_{WUV} \quad (3.2.8-31)$$

$\Delta p_Z$  : 해석 포인트에서 냉열공급단위의 압력차 [kPa]

$\Delta p_{WUE}$  : 생산기기에서 열교환기의 압력손실 [kPa]

$\Delta p_{RV}$  : 제어밸브의 압력손실 [kPa]

$\Delta p_{WUV}$  : 말단유닛 열교환기의 압력손실 [kPa]

#### 2) $\Delta p$ - 근사치

다음에 주어진 개별구성요소의 압력손실에 대한 근사치들은 각 분배 사이클의 계획에 알맞게 식(3.2.8-31)에 대입되어야 한다. 주어진 값들은 계획에 대한 지침값이다. 기본적으로는 해석 포인트는 투자비용과 운전비용에 종속되어 최솟값과 최댓값이 정해진다.

배관압력손실은 배관망의 길이와 방식(배관형태) 및 배관에서의 평균유속과 거칠기와 상관이 있다. 단위길이 당 평균압력손실  $R$  [kPa/m]과 개별저항  $z$ 의 묶에 대한 예상치는 <표 3.2.8-9>에 정해져 있다.

<표 3.2.8-9> 배관망의 단위길이 당 압력손실 및 개별저항비율

배관길이 당 압력손실 $R$ , in kPa/m	0.3
개별저항 비율 $z$	0.5

공조기기의 냉각 배관망, 1차 배관망 및 분배 배관망에 대한 최대배관길이는 냉열

기로부터 그에 해당하는 각 열교환 구성요소까지의 길이의 2배로 정해진다.

건물의 냉수 분배 배관망에 있어서 최대 배관길이는 사각형태의 건물의 경우 건물의 외부치수로부터 대략적으로 다음과 같이 구해질 수 있다.

$$L_{\max} = 2 \cdot \left( L + \frac{B}{2} + h_G \cdot n_G + 10 \right) \quad (3.2.8-32)$$

분배 배관망의 구성요소에 대한 압력손실의 예상치는 <표 3.2.8-10>과 같다.

<표 3.2.8-10> 분배 배관망의 구성요소에 대한 압력손실

구성요소	압력손실 kPa	
관형 증발기	$\Delta p_{WUE}$	40
파이프형 증발기		30
응축기		45
밀폐형 냉각탑	$\Delta p_{KT}$	35
개방형 냉각탑		35
물/물	$\Delta p_{WU}$	50
수압전달	$\Delta p_{UG}$	5
체크밸브	$\Delta p_{RSV}$	5
중앙 공기냉각유닛	$\Delta p_{WUV}$	35
중앙 공기가열유닛		20
인덕션유닛		35
냉열천정, 냉각컨벡터		35
감압밸브, On/Off	$\Delta p_{RV}$	10
연속적인 밸브어서러티(valve authority)를 갖는 감압밸브, a=3-way 밸브, 방향전환		0.4
		10

연속감압밸브의 압력손실은 식(3.2.8-33)에서 구할 수 있다.

$$\Delta p_{RV, stetig} = \frac{a}{(1-a)} \cdot \Delta p_{WUV} \quad (3.2.8-33)$$

예상되는 동점성계수  $\nu=1.5 \text{ mm}^2/\text{s}$  는  $10^\circ\text{C}$  물에 대해 유효하다. 동점성계수가  $\nu >$

4 mm<sup>3</sup>/s인 냉매나 또는 Flo-Ice를 이용할 경우, 배관망과 열교환기에서의 압력손실은 따로 분리해서 정해야한다. 수직배관제어밸브의 압력손실 산정은 오로지 상세설계에서만 의미가 있게 수행될 수 있다.

### 3) 펌프의 운전시간

공조기기 내에서 공기 냉각에 필요한 운전시간과 냉열기기(응축기의 재냉각과 증발기순환배관망의 1차 배관망 펌프)와 함께 같은 시간에 작동되는 펌프의 운전시간은 각 이용단위/존에 대해서 월별 값으로 정해진다. 냉열공급단위에서 펌프 운전시간은 기기의 컨셉과 관련이 있으며 냉열공급단위에서 산정된 냉각 운전시간보다 클 수도 있다.

공통 분배 배관망에 상이한 운전시간들을 가진 여러 이용단위/존이 있으면 이 분배 배관망에서 펌프의 운전시간은 최대 운전시간을 갖는 이용단위/존으로부터 정해진다.

운전방식은 크게 4가지로 구분되는데, 방식 1은 요구에 따른 운전을 의미하고 2에서 4는 사양에 따라 조절되는 운전방식을 의미한다. (<표 3.2.8-11>참조)



<표 3.2.8-11> 운전방식

운전방식		운전시간	운전방식 실현을 위한 최소조건
1	전자동 (요구에 따라 조절)	$t_{d,l} = t_{c^*,op,l}$ 또는 $t_{c,op,l}$	실제 냉방요구에서의 펌프운전 (예: 제어나 건물자동화를 통해)
2	계절-, 야간- 및 주말 정지	$t_{d,l} = d_m \cdot (24 - t_{Na} - 0.15 \cdot t_{We})$ $t_{d,l} = t_{RLT-Betrieb}$ (시간주기 $I = \text{월}$ )	상위 장치에 의한 펌프의 외부적 On/Off (예: 냉열기기, 타임스위치 또는 건물자동화)
3	냉방요구가 없는 월의 운전정지	$t_{d,l} = d_m \cdot 24$ (시간주기 $I = \text{월}$ )	펌프의 외부적 On/Off (예: 수동 또는 자동)
4	펌프 연간 운전 (수요가 없지만)	$t_{d,l} = 8760h$ (시간주기 $I = \text{년}$ ) $t_{d,l} = d_m \cdot 24$ (시간주기 $I = \text{월}^a$ )	-
$t_{c^*,l}$ 또는 $t_{c,l}$ 냉열공급단위의 냉방운전시간 - 공조기기의 공기냉각: 운전시간 $t_{c^*,op,l}$ - 건물냉방(실내냉방시스템): 운전시간 $t_{c,op,l}$ $t_{Na}$ 일일 야간정지 시간 [h/d] $t_{We}$ 야간정지 없이 주말정지시간 [h/w] $d_m$ 월간 일수 [d/m]			
a 냉방요구가 없는 달의 에너지요구량은 분배 사이클에서 최소 유지해야하는 유량에 의해 정해진다. (계산식(3.2.8-35)참조, $\beta'_{d,l}=0$ )			

#### 4) 분배과정의 평균부하

분배과정의 평균부하율  $\beta_D$ 는 시스템에서 존재하는 각 펌프-분배 배관망에 대해 기기 설계일의 냉방성능 및 냉열공급단위의 냉열공급에 필요한 에너지소비량과 시간주기(월별 또는 연간)의 운전시간으로부터 계산된다.

$$B_{d,l} = \frac{Q_{Z,outg,l}}{\dot{Q}_Z \cdot t_{d,l}} \quad (3.2.8-34)$$

$\dot{Q}_Z$  : 냉열공급단위의 냉각- 또는 냉열성능 [kW]

$Q_{Z,outg,l}$  : 냉열공급단위의 냉열공급에 대한 에너지소비량

- 공조기기의 냉열공급( $Q_{c^*,outg}$ )을 위한 연간 에너지소비량, 월별 값은 8.3.2-가

참조

- 실내냉방의 냉열공급( $Q_{c,outg}$ )을 위한 월별 에너지소비량, 8.3.2-나 참조
- 냉열기기의 냉열공급에 필요한 에너지소비량, 8.4.1 참조

적용된 분배 배관망에 초과유량장치(예: 밸브, 배관 등)가 설치되어 있으면, 수리역학적인 평균 수요에 미치는 영향은 다음 식에 의해 산정된다.

$\beta'_{d,l}$ 은 평균부하 설정에 따라서 정해진다.

$$\beta_{d,l} = \beta'_{d,l} + (1 - \beta'_{d,l}) \cdot \frac{\dot{V}_{Z,min}}{\dot{V}_Z} \quad (3.2.8-35)$$

$\dot{V}_{Z,min}$  : 분배 배관망에서 최소유량 [ $m^3/h$ ]

$\dot{V}_Z$  : 계산식(3.2.8-29)에 따른 냉열공급단위의 유량

최소유량은 냉열생산기의 요구사항 또는 말단유닛 배관망의 과압방지로부터 유도해야만 한다.

1차 배관망이 수리역학적으로 분리되어 있거나 또는 말단유닛 배관망에서 전향밸브가 채택될 경우 그에 해당하는 공급펌프의 부하율  $\beta_D$ 은 1이 적용될 수 있다.

5) 수리역학적인 평형에 대한 수정계수  $f_{Abgl}$

- 수리역학적으로 평형을 이룬 배관망:  $f_{Abgl}=1$
- 수리역학적으로 평형을 이루지 않은 배관망:  $f_{Abgl}=1.25$

#### 다. 소비지수

시스템에 적용된 펌프운전에 대한 평가는 어떤 주어진 시간주기 내에서 냉수분배에 대한 소비지수  $e_{d,l}$ 를 통해 이루어진다.

$$e_{d,l} = f_e \cdot (c_{p1} + c_{p2} \cdot B_{d,l}^{-1}) \quad (3.2.8-36)$$

$f_e$  : 펌프 유효계수

$c_{p1}, c_{p2}$  : <표 3.2.8-12>에 주어진 펌프운전방식에 따른 상수

소비지수는 펌프의 연간 전력소비에 영향을 미치는 주요 요인을 고려하고 있다. 이 요인들은 펌프의 용량, 효율, 부분부하 그리고 제어방식 등으로부터 유도된다.

#### 1) 펌프의 효율계수 $f_e$

효율계수는 펌프의 총 효율을 고려하고 있으며, 펌프효율과 모터효율의 곱으로 산정된다. 설계 점에 대한 펌프의 전력능력이 주어진 경우 식 3.2.8-37을 따르고, 펌프에 대한 데이터가 없는 경우에는 식 3.2.8-38을 따른다.

$$f_e = \frac{P_{pumpe}}{P_{hydr}} \quad (3.2.8-37)$$

$$f_e = \left( 1.25 + \left( \frac{200}{P_{d,hydr}} \right)^{0.5} \right) \cdot f_{Adap} \cdot b \quad (3.2.8-38)$$

$f_{Adap}$  : 운전 점에 대한 순응 수정계수

$b$  : 평가계수 (기존  $b=1.2$ , 신축  $b=1.0$  )

식 3.2.8-38의  $f_e$ 에 대한 예측 값은 아래사항에서 유효하다:

- 원심식 회전 펌프(펌프의 정격 점에서 효율등급 1의 모터를 가진 펌프. 펌프가 정격 점에서 운전되지 않거나 또는 수리역학적인 부분과 펌프의 모터가 일치하지 않은 상태에서 운전되는 경우  $f_e$  값은 나빠진다.)

- 최대 압력차

$\Delta p \leq 0.6 \text{ bar}$ ;  $P_{hydr} < 0.2 \text{ kW}$  일 때,

$\Delta p \leq 1.5 \text{ bar}$ ;  $0.2 \leq P_{hydr} \leq 0.5 \text{ kW}$  일 때,

$\Delta p \leq 4.0\text{bar}$ ;  $P_{hydr} > 0.5\text{kW}$  일 때.

-  $\nu \approx 1.0 \text{ mm}^2/\text{s}$  인  $20^\circ\text{C}$  의 물

동점성이  $\nu > 4 \text{ mm}^2/\text{s}$  이거나 Flo-Ice인 냉매를 사용할 경우  $f_e$ 에 대한 예측 값은 별도로 산정하여야 한다. 동점성이  $4 \text{ mm}^2/\text{s} \leq \nu \leq 40 \text{ mm}^2/\text{s}$  인 냉매의 경우에는 위에서 주어진 펌프구축방식과 양정에 적합한  $f_e$ 가 계산될 수 있다.

식 3.2.8-38에 따른  $f'_e$ 을 이용하여  $f_e$ 는 다음과 같이 계산된다.

$$f_e = f'_e \cdot \left( 1 + \left( \frac{\nu_{cl}^2}{16 \cdot P_{d,hydr}} \right)^{0.4} \right) \quad (3.2.8-39)$$

## 2) 순응 수정계수 $f_{Adap}$

순응에 대한 수정계수는 적용된 펌프의 실제 운전 점에서 성능을 포함하고 있다. 이는 적용된 펌프와 최적으로 순응된 펌프의 성능차이를 설계조건에서 고려하고 있다. 펌프의 운전 점은 항상 설계유량에 바탕을 두고 있다. 순응이 안 되는 펌프는 펌프의 운전 점과 설계 점 사이에 크거나 작은 차이가 발생한다. 순응이 가능한 펌프는 대부분 설계 점에 보다 잘 맞춰진다.

- 잘 알려진/최적으로 순응된 펌프 :  $f_{Adap} = 1.0$

실제 펌프데이터를 알 수 없는 경우에는 다음의 값을 사용한다.

- 순응되지 않은 펌프 :  $f_{Adap} = 1.2$

- 전자적으로 순응된 펌프 :  $f_{Adap} = 1.05$

## 3) 운전 상태에서 펌프의 성능 조절

변유량 분배 배관망의 수리역학적인 요구에 펌프성능을 맞추므로써 에너지소비를 대폭 줄일 수 있다. 펌프의 성능조절은 다음을 통해 이루어 질 수 있다:

- 내적 회전수 제어: (예,  $\Delta p = \text{일정}$  또는  $\Delta p = \text{가변}$ )

- 외적 회전수 제어
- 병렬펌프에서 부분정지 (예, 이중 펌프)

<표 3.2.8-12>에 식 3.2.8-36에 대한  $c_{p1}$ 과  $c_{p2}$  값이 주어진다. 이러한 계수를 통해 비제어적 또는 제어적 펌프운전의 성능저하가 고려된다.

<표 3.2.8-12> 펌프운전방식에 따른 상수  $c_{p1}$ ,  $c_{p2}$

펌프운전	비제어	제어
$c_{p1}$	0.25	0.85
$c_{p2}$	0.75	0.15

#### 4) 병렬 펌프의 부분정지

완만한 성능특성을 갖는 변유량 분배 배관망은 병렬로 연결된 펌프(예, 이중펌프)를 운전을 통해 부분부하에 보다 잘 순응할 수 있다. 이러한 분배 배관망에서는 요구에 따라 개별적으로 조절이 가능한 펌프를 가동 또는 정지시킴으로서 에너지소비를 현저하게 감소시킬 수 있다.  $\beta_d$ 가 0.7 이하인 분배 배관망에서, 병렬연결을 통해 유량에 순응하는 펌프운전에 대한 소비지수를 산정하기 위하여, 우리는 표 3.2.8-12에 주어진 값을 사용할 수 있다.

### 8.3.6 기타 보조에너지(부가적 전동장치)

#### 가. 가열장치 펌프

예열 및 재열장치에 추가적으로 설치된 펌프는 여기서 다루지 않는다.

#### 나. 열회수기 펌프 및 전동장치

##### 1) 순환배관망 연동시스템의 펌프

순환배관망 연동시스템의 펌프에 대한 연간 전기 에너지요구량  $Q_{hr,f,aux}$ 은 8.3.5의 방식을 유추하여 계산될 수 있다.

각각의 이용단위/존에 대한 공조시스템에서 사용하고 있는 아래와 같은 간략한 방법을 대안으로 이용할 수도 있다.

$$Q_{hr,f,aux,a} = P_{el,av,KVS} \cdot t_{WRG} \quad (3.2.8-40)$$

$P_{el,av,KVS} = V_e \cdot 0.03 \text{ W/(m}^3/\text{h)}$  비제어 펌프

$P_{el,av,KVS} = V_e \cdot 0.015 \text{ W/(m}^3/\text{h)}$  회전수제어 펌프

$Q_{hr,f,aux,a}$  : 열회수에 대한 연간 보조에너지량

$t_{WRG}$  : 열회수기 펌프의 운전시간(3장2절5항)

$V_e$  : 열회수기의 설계-외기유량

## 2) 회전자 구동

회전식 열교환기의 구동에 대한 연간 보조에너지는 다음과 같다.

$$Q_{hr,f,aux,a} = P_{el,av,rot} \cdot t_{WRG} \quad (3.2.8-41)$$

<표 3.2.8-13> 회전자 구동에 대한 전기성능

열회수의 설계-외기유량 $V_e \text{ m}^3/\text{h}$	회전자구동의 전기적 성능 $P_{el,av,rot} \text{ W}$
< 7500	90
7,500 ~ 25,000	180
25,000 ~ 65,000	370
> 65,000	750

## 3) 열펌프

열펌프는 단순한 방식으로 계산할 수 없다. 열펌프를 갖춘 시설에 대해서는 3장2절5항에 따라 공조처리에너지요구량 특성값을 개별적으로 산정하고 이에 상응하는 전기적 에너지요구량을 계산하여야 한다. 그리고 나서 여기에 주어진 방식에 따라  $Q_{hr,f,aux}$ 가 계산된다.

### 다. 가습기의 펌프

가습기의 펌프에 대한 연간 보조에너지소비량  $Q_{mh,f,aux}$ 은 공조기기의 운전시간에 대한 표준값을 바탕으로 다음과 같이 계산된다.

$$Q_{hr,f,aux,a} = V_e \cdot P_{el,mth} \cdot t_{VB} \cdot f_{mh} \quad (3.2.8-42)$$

$P_{el,mh}$  : 가습기 펌프의 공기유량  $m^3/h$ 당 성능(<표 3.2.8-14> 참조)

$t_{VB}$  : 3장2절5항의 가습 운전시간

$f_{mh}$  : 가습제어에 대한 부분부하 계수

$V_e$  : 가습의 설계-외기유량

<표 3.2.8-14> 가습기에 대한 표준값 (연간 평균값)

	제어	성능 $P_{el,mth}$ W/ $m^3/h$	제어계수 $f_{mh}$ 6 g/kg	제어계수 $f_{mh}$ 8 g/kg
에어 워셔식 및 적하식	비제어 및 밸브제어	0.01	1	1
순환 분무식	비제어	0.20	1	1
	밸브제어	0.20	1	1
	비례 펄스	0.20	0.35	0.50
	회전수제어	0.20	0.20	0.30
고압식	회전수제어	0.04	0.35	0.50

가습에 대한 상세한 설계가 주어져 있으면, 가습펌프에 대한 전기에너지요구량은 8.3.6에 따라 계산될 수 있다.

## 8.4 냉열과 증기의 생산에 대한 2차에너지

### 8.4.1 냉열 생산에 대한 2차 에너지요구량

냉열생산의 2차 에너지요구량은 기술과 용도에 좌우되는 특성치에 근거하여 계산된다. 이러한 특성치는 TMY-기상데이터에 그 기초를 두고 있다. 냉열생산시스템의 2차에너지를 계산하기 위해서는 다음에 언급하는 매개변수에 대한 지식을 필요로 한다.:

- 8.3.2에 따른 공조기기/실내 냉방시스템의 냉각유닛 냉열교부
- 냉동기(냉열기기)의 종류

- 사용된 냉매의 종류
- 압축기의 종류 및 부분부하제어
- 이용온도 수위
- 재냉각의 종류 및 부분부하제어
- 3.2.2에 따른 건물용도

특성치-방법은 재냉각에 대한 전기적 2차에너지뿐만 아니라 압축식 냉동기의 전기적 2차에너지와 흡수식 냉동기의 열적 2차에너지 계산을 가능케 한다. 냉열생산시스템의 종류는 <표 3.2.8-15>에 압축식과 흡수식으로 구분되어 나타나있다.

<표 3.2.8-15> 특성치-방법에서 사용되고 있는 냉열생산시스템의 개요

압축식 냉동기								흡수식 냉동기	
수냉식				공냉식				수냉식	
간접 시스템 (수냉동기)		직접 시스템 (직접 증발기기)		간접 시스템 (수냉동기)		직접 시스템 (직접 증발기기, 실공조시스템)		간접 시스템 (수냉동기)	
습식 냉동기	건식 냉동기	습식 냉동기	건식 냉동기	컴팩트 방식	실내·외 기 분리 방식	개별 시스템	다중 시스템	습식 냉동기	건식 냉동기
왕복동 압축기와 스크롤압축기		왕복동 압축기와 스크롤압축기		왕복동 압축기와 스크롤압축기		실·내외기 분리기	다중 분리기	H <sub>2</sub> O/Lib- 흡수식 냉동기	
로터리식 압축기/터보압축기		로터리식 압축기/터보압축기		로터리식 압축기		컴팩트 공조기기	VRF- 시스템		

특성치-방법은 현존하는 냉동기를 에너지측면에서 평가하기에 매우 적합하다. 특성치-방법의 범주 내에 포함되지 않은 기기시스템 내지 에너지 관점의 상세한 분석(예로 냉축열조 사용, 여러 대의 냉열 생산기의 성능배분 등)을 위해서는 상세방법을 이용하도록 한다. 또한 적절한 방법으로 시간별 에너지요구량을 구하고 냉각유닛에 요구되는 냉열공급량을 구해야 한다. 그리고 냉동기의 2차에너지와 재냉각에 필요한 에너지는 별도로 계산되어야 한다. 결과물 역시 구분하여 나타내야 한다. ; 그리고 모델링의 기초사항과 경계조건은 각별히 문서화해야 한다.



일반적으로 냉열생산에 대한 2차에너지요구량은 냉동기의 에너지요구와 재냉각에 대한 에너지요구량으로부터 구해진다. 여기서 냉동기의 2차에너지는 압축냉동기에 있어서는 전기적 2차에너지(전력)로 그리고 흡수식 냉동기에 있어서는 열적 2차에너지(온수)로 구분되어야 한다. 재냉각의 2차에너지는 전기적 2차에너지(전력)이다.

냉열생산에 대한 2차에너지는 냉열공급의 조닝(냉열공급영역)에 맞도록 개개의 설계된 냉동기마다 따로 분리하여 계산하여야 한다. 여기서 냉열공급영역은 3장2절 3항에 따른 건물의 조닝과 항상 일치해야하는 것은 아니다.

### 가. 냉동기의 냉열공급량

어떤 한 냉동기로부터 냉열을 공급받는 건물의 존들을 하나의 냉열공급영역이라 하며, 어떤 한 냉열공급영역 내에 다양한 용도프로필을 가진 여러 종류의 용도가 포함될 수 있다. 어떤 한 종류의 용도에는 다시 건축적인 또는 기기적인 측면에서 하나의 존으로 구획되어있는 다수의 존들이 있을 수 있다. 또한 어떤 한 건물 존 내에서 공조시스템 또는 실내냉방시스템으로 구분할 수 있다. 세 가지 종류의 용도를 갖고, 용도에 따라 상이한 수의 건물 존을 갖는 예제 사무실건물을 분류한 <표 3.2.8-16>은 조닝판단의 기준을 분명하게 나타내 준다.

<표 3.2.8-16> 냉열공급을 위한 조닝

냉열공급영역								
용도종류 1...n	용도 1 (예로 개별사무실)				용도 2 (예로 부엌)		용도 3 (예로 전산실)	
건물존들 1...j (건축적 측면)	건물존 1 (예로 남측, 음영 발생)		건물존 2 (예로 북측, 음영 없음)		건물존 1 1		건물존 1 1	
공조- 또는 실-시스템	공조-시스템	실-시스템	공조-시스템	실-시스템	공조-시스템	실-시스템	공조-시스템	실-시스템
냉방시스템의 종류	중 (예로 냉방 부분공조기)	중 (예로 냉방 천장)	중 (예로 냉방 부분공조기)	중 (예로 냉방 실-시스템 없음)	중 (예로 냉방 부분공조기)	중 (예로 냉방 실-시스템 없음)	중 (예로 냉방 부분공조기)	중 (예로 냉방 실-시스템 없음)

한 냉동기가 각 시스템의 냉각유닛에 교부하는 연간 냉열공급량은 각 용도종류 n(3장2절2항 참조)으로 나누어 계산한다. 연간 냉각유닛에 교부되는 냉동기의 냉열 공급량은 공조시스템으로 공급되는 월별 냉열공급량의 연간 합과 실내냉방시스템으로 공급되는 월별 냉열공급량의 연간 합으로부터 계산된다.

$$Q_{C,outg,a,n} = Q_{c,outg,a,n} + Q_{c^*,outg,a,n} = \sum_1^j (\sum_1^{12} Q_{c,outg,mth,j} + \sum_1^{12} Q_{c^*,outg,mth,j}) \quad (3.2.8-43)$$

- $Q_{C,outg,a,n}$  : 용도 n을 위한 연간 냉열공급량 [kWh]  
 $Q_{c,outg,a,n}$  : 용도 n을 위한 실내냉방시스템으로의 연간 냉열공급량[kWh]  
 $Q_{c^*,outg,a,n}$  : 용도 n을 위한 공조시스템으로의 연간 냉열공급량 [kWh]  
 $Q_{c,outg,mth,j}$  : 존 j의 실내냉방시스템으로의 월별 냉열공급량 [kWh] (8.3.2-나)  
 $Q_{c^*,outg,mth,j}$  : 존 j의 공조시스템으로의 월별 냉열공급량 [kWh] (8.3.2-가)

오로지 공조시스템 내지는 실내냉방시스템만을 위해 냉열공급이 이루어진다면, 해당 사항이 없는 항은 0이 된다.

냉열공급영역을 담당하는 냉동기에 대한 연간 냉열공급량의 전체 합은 모든 용도 n에 대한 연간 냉열공급량의 합으로부터 구해진다.

$$Q_{C,outg,a} = \sum_1^n Q_{C,outg,a,n} \quad (3.2.8-44)$$

#### 나. 압축식 냉동기의 2차에너지

증기압축식 냉동기의 에너지 평가는 에너지성능지수 EER과 평균 부분부하율  $PLV_{av}$ 에 의해 다음 계산식으로 구할 수 있다:

$$EER \cdot PLV_{av} = SEER = \frac{Q_{C,outg,a}}{Q_{C,f,elektr}} \quad (3.2.8-45)$$

EER : 에너지성능지수(energy efficiency ratio)

$PLV_{av}$  : 평균 부분부하율(part load value)

SEER : 연간 에너지성능지수 (seasonal energy efficiency ratio)

$Q_{C,f,elektr}$  : 압축식 냉동기의 2차 에너지요구량 (전기) [kWh]

계산식 3.2.8-45를 환산하여 압축식 냉동기의 2차 에너지요구량은 다음과 같다.

$$Q_{C,f,elektr} = \frac{Q_{C,outg,a}}{EER \cdot PLV_{av}} \quad (3.2.8-46)$$

여기서 에너지성능지수 EER은 설치 조건하에서 정격냉열성능(사용)과 전기 가동 성능(소비)의 관계비로부터 산정된다.

$$EER = \frac{\dot{Q}_{C,outg}}{P_{C,elektr}} \quad (3.2.8-47)$$

$\dot{Q}_{C,outg}$  : 압축식 냉동기의 정격냉열성능 [kW]

$P_{C,elektr}$  : 전기적 정격가동성능 [kW]

냉동기의 성능지수는 부분부하조건에 따라 변한다. 이렇게 변하는 조건들을 고려하여 구한 값이 바로 평균 부분부하율  $PLV_{av}$ 이다. 부분부하율은 냉동기의 실질적인 부분부하, 냉각수온도 내지 외기온도의 영향 그리고 부분부하의 경우 초과 산정된 열교환기의 영향을 고려하고 있다.

어떤 한 용도 내에서 오직 실내냉방시스템 내지 공조시스템만으로 냉열이 공급되는 경우, 부분부하율  $PLV_{av}$ 가 에너지 평가에 직접 이용될 수 있다. 냉열공급에서 실내냉방시스템과 공조시스템이 병행되는 경우, 실내냉방시스템과 공조시스템에 대한 냉동기의 연간 냉열공급량의 백분율에 의해 부분부하율의 비중을 고려한다.

$$PLV_{av,n} = \frac{Q_{c,outg,a,n} \cdot PLV_{av} + Q_{c^*,outg,a,n} \cdot PLV_{av}}{Q_{C,outg,a,n}} \quad (3.2.8-48)$$

$PLV_{av,n}$  : 용도에 따른 평균 부분부하율 (part load value)

냉열공급영역 내에 용도가 오직 하나만 있으면 부분부하율  $PLV_{av,n}$ 은 직접 이용될 수 있다. 냉열공급영역 내에 용도가 여럿 있는 경우, 부분부하율  $PLV_{av,n}$ 은 각 용도에 대한 냉동기의 연간 냉열공급량의 백분율에 따라 정해진다.

$$PLV_{av} = \frac{\sum_1^n Q_{C,outg,a,n} \cdot PLV_{av,n}}{Q_{C,outg,a}} \quad (3.2.8-49)$$

#### 1) 압축식 냉동기, 수냉식

특성치-방법에서는 <표 3.2.8-17>에서처럼 압축형식 내지 제어형식을 고려한다.

<표 3.2.8-17> 특성치-방법에 있어 수냉식 압축냉동기에 대한 부분부하제어의 종류

압축냉동기(수냉식 수냉동기), 부분부하제어 방식	
(1)	왕복동 압축기/스크롤압축기, 2점 제어 (On/Off-운전)
(2)	왕복동 압축기/스크롤압축기, 다단계제어 (최소 4단 제어)
(3)	왕복동 압축기, 실린더 끄기
(4)	왕복동 압축기/스크롤압축기, 고온가스 바이패스 제어
(5)	로타리식 압축기
(6)	토보압축기

수냉식 압축냉동기의 에너지성능지수 EER은 생산사와 구축방식에 따라 매우 의존적이며, 값의 변화폭이 매우 넓다. 그러나 특성치-방법에 있어서 에너지성능지수 EER은 표 3.2.8-18에 표준값으로 주어진다. 주어진 EER-값은 오염계수가  $0.044\text{m}^2\text{K/kW}$ 라는 전제조건하에서 유효한 값이다. 압축방식을 모르는 경우에는 통상적인 에너지성능범위에 의거해 EER-표준값을 구할 수 있다.

특성치-방법에서는 표 3.2.8-18의 표준값 사용만이 허용되며, 에너지성능지수에 대한 생산치(제품치)의 사용은 허용되지 않는다.

에너지성능지수는 냉동프로세스에 사용된 냉매에 따라 선택되어야 한다. 표 3.2.8-18은 공조설비에서 일반적으로 많이 사용되는 냉매를 나타내고 있다. 사용된 냉매를 모르는 경우, 냉매 R134a를 적용하도록 한다. 냉매 R22는 오직 기존시설의 에너지평가를 위해 사용된다.

냉각수의 온도수위는 재냉각 방식에 맞추어 선택되어야 한다. 건식냉각기에 대해서는 냉각수 입구-/출구온도는  $40/45^\circ\text{C}$  (글리콜 비율 30%), 증발식 재냉각기는  $27/32^\circ\text{C}$ 가 적용된다.

사용온도수위는 사용과 교부에 대한 기술의 해석을 통해 정해진다. 이는 각 사용에 따라 정격성능의 해석포인트에서 결정된다. 간접 시스템(수냉동기)은 냉수출구온도가, 직접시스템(직접 증기시설)은 평균 증발온도가 해석매개변수의 역할을 한다. 여기서 벗어나는 조건에는 사이 값을 보간하여 사용할 수 있다.

<표 3.2.8-18> 수냉식 압축냉동기에 대한 에너지성능계수 EER 표준값

냉매	냉각수 입구/출구 온도 ℃	냉수 출구온도 ℃	평균 중기온도 ℃	에너지성능계수 EER 표준값		
				일반적인 능력범위		
				왕복동압축기와 스크롤압축기 10kW ~ 1500kW	로터리압축기 200kW ~ 2000kW	터보압축기 500kW ~ 8000kW
R134a	27/33	6	0	4.0	4.5	5.2
		14	8	4.6	5.3	5.9
	40/45	6	0	3.1	2.9	4.1
		14	8	3.7	3.7	4.8
R407C	27/33	6	0	3.8	4.2	-
		14	8	4.4	4.9	-
	40/45	6	0	3.0	2.7	-
		14	8	3.6	3.3	-
R410A	27/33	6	0	3.6	-	-
		14	8	4.2	-	-
	40/45	6	0	2.8	-	-
		14	8	3.3	-	-
R717	27/33	6	0	-	4.6	-
		14	8	-	5.4	-
	40/45	6	0	-	3.1	-
		14	8	-	3.7	-
R22	27/33	6	0	4.1	4.6	5.1
		14	8	4.8	5.4	5.7
	40/45	6	0	3.2	3.0	4.1
		14	8	3.8	3.6	4.7

채택된 냉열생산시스템에 대한 평균 연간 부분부하율  $PLV_{av}$ 는 용도에 따라 선택할 수 있다. 용도는 제3장2절2항에 따른 용도프로필에 해당한다. 용도가 다를 경우 계획된 용도프로필과 가장 유사한 용도를 선택하도록 한다. 그 외에는 개인사무실(용도1)에 대한 부분부하율을 적용하여 계산한다.

어떤 한 냉열공급영역 내에 다수의 용도가 있는 경우, 부분부하율  $PLV_{av}$ 는 각 용도에 대한 냉동기의 연간 냉열공급량의 백분율 비중을 계산식 3.2.8-49에 적용한다.

부분부하율  $PLV_{av}$ 는 냉열이용의 종류(실내냉방시스템, 공조시스템)와 상관성이 있다. 공조시스템의 경우 요구되는 공기처리기능에 맞추어 세분화(구별)되어야 한다. 실내냉방시스템과 공조시스템이 병행되는 냉열공급의 경우 부분부하율은 냉동기의 연간 냉열공급량의 백분율 비중을 고려하여 계산식 3.2.8-48에 따라 계산한다.

수냉식 냉동기의 부분부하율  $PLV_{av}$ 는 냉각수제어방식에 좌우된다. 특히 기존시설에서는 냉각수조건이 일정한 상태로 가동되어 진다. 압축기의 능률제어가 가능한 냉동기나 온도식 내지 팽창밸브를 갖는 냉동기는 냉각수조건을 변화시키면서 운전이 가능하다. 외기온도 내지 습구온도가 낮아져 해석에서의 외기상태를 벗어나는 경우 냉열생산에 대한 에너지요구는 낮은 냉각수유입온도에 의해 감소된다(상승하는 부분부하율  $PLV_{av}$ ). 특성치-방법을 위해 구해진 PLV-값은 모든 능률제어가 가능한 압축기에 있어서 기기에 따른 냉각수출구의 최소온도 20℃를 고려하고 있다. 부분부하율  $PLV_{av}$ 는 냉각수조건이 불변하는 경우 계획된 냉각수제어에 맞도록 왼쪽 열에서, 변하는 경우 오른쪽 열에서 선택해야 한다.

## 2) 공냉식 압축냉동기

특성치-방법에서는 <표 3.2.8-19>에서처럼 압축방식 내지 제어방식을 고려한다.

<표 3.2.8-19> 특성치-방법에 있어 공냉식 압축냉동기에 대한 부분부하제어의 종류

공냉식 압축식 수냉동기, 부분부하 제어 방식	
(A)	왕복동/스크롤압축기, 완충탱크를 가진 2점 제어(On/Off-운전)
(B)	왕복동/스크롤압축기, 다단제어 (최소 4단 제어)
(C)	로타리식

공냉식 압축냉동기의 에너지성능지수 EER은 생산사와 구축방식에 따라 매우 의존적이며, 값의 변화폭이 매우 넓다. 그러나 특성치-방법에서는 에너지성능지수 EER을 압축방식에 따라 <표 3.2.8-20>에서 표준값으로 선택할 수 있다. 주어진 EER-값은 오염계수가 0.044m<sup>2</sup>K/kW에서 외기온도 32℃(습구온도 21℃)에 대해 유효한 값이다. 압축방식을 모르는 경우에는 통상적인 에너지성능범위에 의거해 EER-표준값을 구할 수 있다.

특성치-방법에서는 <표 3.2.8-20>의 표준값 사용만이 허용되며, 에너지성능계수에 대한 생산치(제품치)의 사용은 허용되지 않는다.

<표 3.2.8-20>는 공조설비에서 일반적으로 많이 사용되는 냉매를 나타내고 있다. 사용된 냉매를 모르는 경우, 냉매 R134a를 적용하도록 한다. 냉매 R22는 오직 기존 시설의 에너지평가를 위해 사용된다.

특성치-방법에서는 도표화된 표준값들의 이용만이 허용된다. 정격냉열성능지수 EER에 대한 제품사양의 이용은 허용되지 않는다.

<표 3.2.8-20>는 공조설비에서 통상적인 냉매에 대해 나열되어 있다.

사용된 냉매를 모를 경우 냉매 R134a를 가지고 계산한다. 냉매 R22는 기존시설의 에너지평가를 위해서만 고려된다.

사용온도수위는 사용과 교부에 대한 기술의 해석을 통해 정해진다. 이는 각 사용에 따라 정격성능의 해석포인트에서 결정된다. 간접 시스템(수냉동기)은 냉수출구온도가, 직접시스템(직접 증기시설)은 평균 증발온도가 해석매개변수의 역할을 한다. 여기서 벗어나는 조건에는 사이값을 보간하여 사용할 수 있다.

공냉식 수냉동기의 에너지성능계수 EER은 시스템에 소요되는 보조에너지와 특히 재냉각을 팬의 전기에너지를 포함하고 있다.

<표 3.2.8-20> 공랭식 압축냉동기에 대한 에너지성능계수 EER 표준값

냉매	냉수출구온도 ℃	평균증발온도 ℃	에너지성능계수 EER 표준값	
			통상적인 능력범위	
			왕복동압축기/스크롤압축기 10 kW ~ 1500 kW	로터리식 압축기 200 kW ~ 2000 kW
R134a	6	0	2.8	3.0
	14	8	3.5	3.7
R407C	6	0	2.5	2.7
	14	8	3.2	3.4
R410A	6	0	2.4	-
	14	8	3.1	-
R717	6	0	-	3.2
	14	8	-	3.9
R22	6	0	2.9	3.1
	14	8	3.6	3.8

채택된 냉열생산시스템에 대한 평균 연간 부분부하율  $PLV_{av}$ 는 용도에 따라 선택할 수 있다. 용도는 제3장2절2항에 따른 용도프로필에 해당한다. 용도가 다를 경우 계획된 용도프로필과 가장 유사한 용도를 선택하도록 한다. 그 외에는 개인사무실(용도1)에 대한 부분부하율을 적용하여 계산한다.

어떤 한 냉열공급영역 내에 다수의 용도종가 속하는 경우, 부분부하율  $PLV_{av}$ 는 각 용도에 대한 냉동기의 연간 냉열공급량의 백분율 비중을 계산식 3.2.8-49에 적용한다.

부분부하율  $PLV_{av}$ 는 냉열이용의 종류(실-시스템, 공조-시스템)와 상관이 있다. 공조시스템의 경우 요구되는 공기처리기능에 맞추어 세분화(구별)되어야 한다. 실내냉방시스템과 공조시스템이 병행되는 냉열공급의 경우 부분부하율 냉동기의 연간 냉열공급량의 백분율 비중을 고려하여 계산식 3.2.8-48에 따라 계산한다.

### 3) 공냉식 실내냉방시스템

특성치-방법에서는 <표 3.2.8-21>에서 처럼 압축방식 내지 제어방식을 고려한다.

<표 3.2.8-21> 특성치-방법에 있어 공냉식 실내냉방시스템에 대한 부분부하제어의 종류

공냉식 실-공조시스템, 부분부하제어의 종류	
(D)	한 존 시스템에 대한 2 포인트 제어 (On/Off-운전)
(E)	다수 존 시스템에 대한 2 포인트 제어
(F)	한 존 시스템에 대한 연속제어, 주파수제어, 전자적 팽창밸브 (인버터제어)
(G)	다수 존 시스템에 대한 연속제어, 주파수제어, 전자적 팽창밸브 (인버터제어)

시스템을 고려한 공냉식 실내냉방시스템에 대한 에너지성능지수는 표 3.2.8-22와 3.2.8-23에 주어진 표준값을 선택하여야 한다. 주어진 값은 외기온도 32℃(습구온도 21℃)와 실내온도 26℃(습구온도 19℃)에 대해 유효하다.

공냉식 실내냉방시스템은 2002/31/EG에 따라 에너지표시가 붙는다. 특성치-방법에서는 <표 3.2.8-22>와 <표 3.2.8-23>에 주어진 표준치의 사용만이 허용되며, 이 값은 에너지효율등급 D에 상응한다. 에너지성능지수 EER에 대한 유럽지침 2002/31/EG에 따르면, 에너지요구량을 산정할 때 다른 생산값(제품 사양치)을 사용하는 것은 허용되지 않는다. 이런 제한은 에너지표시를 하지 않는 냉수-시스템의 2차 에너지요구량을 공랭식 실내냉방시스템의 2차 에너지요구량과 비교하기 위해서는 필수적이다.



<표 3.2.8-22> 12kW 이하의 공냉식 실내냉방시스템에 대한 에너지성능지수 EER

공냉식 실내냉방시스템 (12kW 이하, 공냉식, 2002/31/EG) 에너지성능계수 EER		
기기시스템	EER	부분제어 방식
컴팩트공조기, 창 또는 벽체 공조기	2.6	On-Off (D)
단일 실내외기 분리시스템	2.7	On-Off (D)
		주파수제어 (F)
단일 실외기 다중 실내기 분리시스템	2.9	On-Off (E)
		주파수제어 (G)

<표 3.2.8-23> 12kW 이상의 공냉식 실-공조시스템에 대한 에너지성능계수 EER

실-공조시스템 (12kW 이상, 공냉식) 에너지성능계수 EER		
기기시스템	EER	부분제어 방식
냉매 변유량이 되는 VRF-시스템	33.5	최소한 하나 이상의 병렬압축기 주파수제어

냉열생산시스템과 건물용도를 고려한 평균 연간 부분부하율  $PLV_{av}$ 은 용도에 따라 선택된다. 용도는 제3장2절2항에 따른 용도프로필에 해당한다. 용도가 다를 경우 계획된 용도프로필과 가장 유사한 용도를 선택하도록 한다. 그 외에는 개인사무실 (용도1)에 대한 부분부하율을 적용하여 계산한다.

어떤 한 냉열공급영역 내에 다수의 용도가 속하는 경우, 부분부하율  $PLV_{av}$ 는 각 용도에 대한 냉동기의 연간 냉열공급량의 백분율 비중을 계산식 3.2.8-49에 적용한다.

#### 다. 흡수식 냉동기에 공급되는 열에너지

여기서는 흡수식 냉동기에 필요한 열생산기의 열공급량이 계산된다. 흡수식 냉동기의 에너지평가는 정격열성능비  $\zeta$ 와 평균 부분부하율  $PLV_{av}$ 을 기초로 한 아래 계산식에 따라 이루어진다.

$$\zeta \cdot PLV_{av} = \zeta_{av} = \frac{Q_{C,outg,a}}{Q_{C,outg,therm}} \quad (3.2.8-50)$$

$\zeta$  : 열성능비 [kW/kW]

$PLV_{av}$  : 평균 부분부하율 (part load value)

$\zeta_{av}$  : 연간 평균 열성능비 [kWh/kWh]

$Q_{C,outg,therm}$  : 흡수식 냉동기에 필요한 열생산기의 열공급량 [kWh]

계산식 3.2.8-50의 환산에 의해 흡수식 냉동기에 필요한 열생산기의 열공급량이 정해진다.

$$Q_{C,outg,therm} = \frac{Q_{C,outg,a}}{\zeta \cdot PLV_{av}} \quad (3.2.8-51)$$

열성능비  $\zeta$ 는 해석조건에서 정격냉열성능(사용)과 적용된 가열성능(소비)의 비로 정해진다.

$$\zeta = \frac{\dot{Q}_{C,outg}}{\dot{Q}_{C,therm}} \quad (3.2.8-52)$$

$\dot{Q}_{C,outg}$  : 흡수식 냉동기의 정격냉열성능 [kW]

$\dot{Q}_{C,therm}$  : 가열성능 [kW]

흡수식 냉동기의 성능비는 부분부하의 조건에 따라 변한다. 부분부하율은 냉동기의 실질적인 부분부하, 냉각수온도의 영향 그리고 부분부하의 경우 초과 산정된 열교환기의 영향을 고려하고 있다. 특성치-방법에서는 1중효용형 H<sub>2</sub>O/LiBr - 흡수식 냉동기만 다루어진다.

<표 3.2.8-24> 특성치-방법에서 흡수식 냉동기에 대한 부분부하제어의 종류

수냉식 흡수식 냉동기,부분부하제어 방식	
(7)	1중효용형 흡수식 냉동기, 가열매체제어

제품에 따라 다양한 열성능비  $\zeta$ 가 있으나 특성치-방법에서는 <표 3.2.8-25>에 주어진 표준값을 사용하여야 한다. 빈 란은 시스템의 조건이 허용되지 않는다는 것을 의미한다. <표 3.2.8-25>의  $\zeta$ -값은 오염계수(혼탁계수) 0.044m<sup>2</sup>K/kW에서 주어진 시스템온도에 대해 유효하다.

1중효용형 흡수식 냉동기의 열성능비는 주어진 가열매체온도에 따라 선택하여야 하며 사이에 위치하는 값은 보간법에 의해 구할 수 있다.

냉각수 온도수위는 재냉각 종류에 상응하여 선택하여야 한다. 건식냉각기에 대해서는 냉각수 입구-/출구온도는 40/45℃ (글리콜 비율 30%), 증발식 재냉각기는 27/32℃가 적용된다. 원칙적으로 증발식 재냉각기를 추천하도록 한다.

사용온도수위는 사용과 교부에 대한기술의 해석을 통해 정해진다. 이는 각 사용에 따라 정격성능의 해석포인트에서 결정된다. 간접 시스템(수냉동기)은 냉수출구온도가, 직접시스템(직접 증기시설)은 평균 증발온도가 해석매개변수의 역할을 한다. 여기서 벗어나는 조건에는 사이 값을 보간하여 사용할 수 있다.

<표 3.2.8-25> 열성능비  $\zeta$

H <sub>2</sub> O/LiBr-흡수식냉동기 1단			
열매체 흡입 온도 ℃	냉각수 흡입/토출 온도 ℃	냉수 토출 온도 ℃	열성능계수 $\zeta$
80	27/33	6	-
		14	0.71
	40/45	6	-
		14	-
90	27/33	6	0.69
		14	0.72
	40/45	6	-
		14	-
110	27/33	6	0.70
		14	0.72
	40/45	6	-
		14	0.71
130	27/33	6	0.71
		14	0.73
	40/45	6	0.70
		14	0.72

채택된 냉열생산시스템에 대한 평균 연간 부분부하율  $PLV_{av}$ 는 용도에 따라 선택할 수 있다. 용도는 제3장2절2항에 따른 용도프로필에 해당한다. 용도가 다를 경우 계획된 용도프로필과 가장 유사한 용도를 선택하도록 한다. 그 외에는 개인사무실(용도1)에 대한 부분부하율을 적용하여 계산한다.

어떤 한 냉열공급영역 내에 다수의 용도가 속하는 경우, 부분부하율  $PLV_{av}$ 는 각

용도에 대한 냉각기의 연간 냉열교부의 백분율 비중을 계산식 3.2.8-49에 적용한다.

부분부하율  $PLV_{av}$ 는 냉열이용의 종류(실내냉방시스템, 공조시스템)와 상관이 있다. 공조시스템의 경우 요구되는 공기처리기능에 맞추어 세분화(구별)되어야 한다. 실내 냉방시스템과 공조시스템이 병행되는 냉열공급의 경우 부분부하율은 냉동기의 연간 냉열공급량의 백분율 비중을 고려하여 계산식 3.2.8-48에 따라 계산한다.

부분부하율  $PLV_{av}$ 는 냉각수제어방식에 좌우된다. 다양한 용도에 맞도록 주어진 부분부하율은 한편으로 증발식 채냉각기의 경우 27℃ 또는 건식 냉각기의 경우 40℃라는 제어된 냉각수유입온도를 고려하고 있다. 다른 한편으로 외기온도 내지 습구온도가 낮아져 해석에서의 외기상태를 벗어나는 경우 냉열생산에 대한 에너지요구는 낮은 냉각수유입온도를 통해 감소한다. 냉각수 온도가 변하는 경우 1단 흡수식 냉동기에 있어 부분부하율은 기기에 따른 냉각수출구의 최소온도 20℃를 고려하고 있다. 부분부하율  $PLV_{av}$ 는 냉각수조건이 불변하는 경우 계획된 냉각수제어에 맞도록 왼쪽 열에서, 변하는 경우 오른쪽 열에서 선택해야 한다.

#### 1) 연계되는 변수

흡수식 냉동기의 가열을 위한 열 생산기의 열 공급량은 열매체인 증기를 고려하여 8.4.2에서 2차에너지로 평가한다.

열전달 매체인 온수와 관련해서는 흡수식 냉동기를 위한 열 생산기의 열 공급량은 온도수위(Niveau)의 제시 하에 월별-값  $Q_{C,outg,therm,mth}$ 으로 제3장2절7항과 연계된다. 특성치-방법에서 열 생산기의 열 공급량의 계산은 연간 합을 따르기 때문에, 연간 값을 월간 값으로 환산할 필요가 있다. 여기서 월별 열 생산기의 열 공급량은 계산식 3.2.8-55에 따른 월별 열 생산기의 열 공급량에 준거해 비중을 두어야 한다.

다음에는 추가로 각 용도종류 n에 대한 월별 냉동기의 냉열공급량을 구해야 하고, 이런 냉열공급영역에 해당하는 용도를 모두 합산하여야 한다.

$$Q_{C,outg,mth,n} = \sum_1^j (Q_{c,outg,mth,j} + Q_{c^*,outg,mth,j}) \quad (3.2.8-53)$$

$Q_{C,outg,mth,n}$  : 월별 냉열공급량(각 용도 n에 따른) [kWh]

$Q_{c,outg,mth,j}$  : 월별 실내냉방시스템으로의 냉열공급량 (각 존 j) [kWh]

$Q_{c^*,outg,mth,j}$  : 월별 공조시스템으로의 냉열공급량 (각 존 j) [kWh]

$$Q_{C,outg,mth} = \sum_1^n Q_{C,outg,mth,n} \quad (3.2.8-54)$$

$Q_{C,outg,mth}$  : 월별 냉동기의 냉열공급량 [kWh]

$$Q_{C,outg,therm,mth} = Q_{C,outg,therm} \cdot \frac{Q_{C,outg,mth}}{Q_{C,outg,a}} \quad (3.2.8-55)$$

$Q_{C,outg,therm,mth}$  : 월별 열 생산기의 열 공급량 [kWh]

$Q_{C,outg,a}$  : 연간 냉동기의 냉열공급량 [kWh]

온수 열매체 난방배관망인 경우 열 생산기의 총 열 성능을 구하기 위해 흡수식 냉동기의 가열을 위한 정격 열 성능은 제3장2절7항과 연계된다.

$$\dot{Q}_{C,therm} = \frac{\dot{Q}_{C,outg}}{\zeta} \quad (3.2.8-56)$$

$\dot{Q}_{C,therm}$  : 정격 가열성능 [kW]

$\dot{Q}_{C,outg}$  : 흡수식 냉동기의 정격냉열성능 [kW]

$\zeta$  : 열성능비 [kW/kW]

## 라. 재냉각에 대한 2차에너지

재냉각의 에너지평가는 재냉각기의 기기구성특징에 바탕을 둔 전기에너지요구량  $q_{R,elektr}$  과 재냉각의 평균 이용율  $f_{R,av}$  에 의거해서 이루어진다. 정격 재냉각성능과 평균 가동시간을 고려하여 재냉각기의 2차 에너지요구량은 다음 계산식에 따라 산정된다.

$$Q_{C,f,R,elektr} = \dot{Q}_{R,outg} \cdot q_{R,elektr} \cdot f_{R,av} \cdot t_{R,op} \quad (3.2.8-57)$$

$Q_{C,f,R,elektr}$  : 재냉각의 2차에너지 요구량 (전기) [kWh]

$\dot{Q}_{R,outg}$  : 정격 재냉각 성능 [kW]

$q_{R,elektr}$  : 재냉각기의 고유 전기에너지요구량 [kW/kW]

$f_{R,av}$  : 재냉각의 평균이용율

$t_{R,op}$  : 재냉각의 가동시간 [h]

$$\dot{Q}_{R,outg} = \dot{Q}_{c,outg} \cdot \left(1 + \frac{1}{EER}\right) : \text{압축식 냉동기} \quad (3.2.8-58)$$

$$\dot{Q}_{R,outg} = \dot{Q}_{c,outg} \cdot \left(1 + \frac{1}{\zeta}\right) : \text{흡수식 냉동기} \quad (3.2.8-59)$$

$\dot{Q}_{c,outg}$  : 냉동기의 정격냉열성능 [kW]

EER : 에너지성능계수 (energy efficiency ratio) [kW/kW]

$\zeta$  : 열성능비 [kW/kW]

특성치-방법에서 증발식 재냉각기(개방형 및 밀폐형 냉각수 순환)와 건식 재냉각기는 구별된다. 재냉각기의 고유 전기에너지요구량은 보조방음기의 유무에 따라 표 3.2.8-26에서 선택된다.

<표 3.2.8-26> 재냉각기의 고유 전기에너지요구량  $q_{R,elektr}$

	증발재냉각기 (분무수 펌프 포함)		건식 냉각기
	폐쇄형 순환	개방형 순환	
	$q_{R,elektr}$ [kW/kW]		
보조방음기 없음 (축류형 송풍기)	0.033	0.018	0.045
보조방음기 있음 (원심형 송풍기)	0.040	0.021	-

평균 이용율  $f_{R,av}$ 에 있어 증발식 재냉각기는  $f_{R,vk}$ (개방형 및 밀폐형 냉각수 순환에 유효)로 건조식재냉각기는  $f_{R,TK}$ 로 나타내며, 건물용도에 따라 채택된다. 용도는 제3장2절2항에 따른 용도프로필에 해당한다. 용도가 다를 경우 계획된 용도프로필과 가장 유사한 용도를 선택하도록 한다. 그 외에는 개인사무실(용도종류 1)에 대한 부분부하율을 적용하여 계산한다. 주어진 값은 냉동기 평가를 위해 주어진 냉각수의 해석온도수위와 상응한다. 재냉각에 대한 특성치는 냉동기의 PLV-값과 연계해서 냉각수온도 제어에 맞추어 선택된다.

어떤 한 용도 내에서 오직 실내냉방시스템 내지 공조시스템만으로 냉열이 공급되는 경우, 이용률  $f_{R,av}$ 가 에너지 평가에 직접 이용될 수 있다. 냉열공급에서 실내냉방시스템과 공조시스템이 병행되는 경우, 실내냉방시스템과 공조시스템에 대한 냉

동기의 연간 냉열공급량의 백분율에 의해 부분부하율의 비중을 고려한다.

$$f_{R,av,n} = \frac{Q_{c,outg,a,n} \cdot f_{R,av} + Q_{c^*,outg,a,n} \cdot f_{R,av}}{Q_{C,outg,a,n}} \quad (3.2.8-60)$$

$f_{R,av,n}$  : 용도에 해당하는 재냉각의 평균 이용률

$Q_{C,outg,a,n}$  : 각 용도 n에 대한 연간 냉동기의 연간 냉열공급량 [kWh]

$Q_{c,outg,a,n}$  : 각 용도 n에 대한 실내냉방시스템으로의 연간 냉열공급량 [kWh]

$Q_{c^*,outg,a,n}$  : 각 용도 n에 대한 공조시스템으로의 연간 냉열공급량[kWh]

$$Q_{C,outg,a,n} = Q_{c,outg,a,n} + Q_{c^*,outg,a,n} \quad (3.2.8-61)$$

냉열공급영역에 어떤 한 용도만 있으면 이용률  $f_{R,av,n}$ 를 직접 에너지평가에 사용할 수 있다. 하나의 냉열공급영역에 여러 용도가 있는 경우 각 용도에 대해 냉동기의 연간 냉열공급량의 백분율에 의해 특성치의 비중을 고려한다.

$$f_{R,av} = \frac{\sum_1^n Q_{C,outg,a,n} \cdot f_{R,av,n}}{Q_{C,outg,a}} \quad (3.2.8-62)$$

재냉각 가동시간  $t_{R,op}$ 는 냉각유닛의 월간 요구시간의 연간 합 내지 용도에 대한 실내냉방의 월별 요구시간의 연간 합을 최대값으로 한다.

$$t_{R,op,n} = Max(\sum_1^{12} t_{c^*,op,mth}; \sum_1^{12} t_{c,op,mth})_n \quad (3.2.8-63)$$

$t_{c^*,op,mth}$  : 냉각유닛의 월별 요구시간[h]

$t_{c,op,mth}$  : 실내냉방의 월별 요구시간 [h]

$t_{R,op,n}$  : 용도에 따른 재냉각기의 연간 가동시간[h]

어떤 한 냉열공급영역 내에 여러 용도가 있는 경우 가동시간은 모든 용도의 재냉각기의 가동시간들 중에 최대값을 산정한다.

$$t_{R,op} = Max(t_{R,op,n}) \quad (3.2.8-64)$$

1) 연계되는 변수

재냉각의 전기적 2차 에너지요구량  $Q_{C,f,R,elektr}$  는 연간 합으로서 제3장2절10항으로 연계된다.

마. 냉열생산 및 분배에 대한 2차 에너지의 구성요소

냉열생산, 분배, 전달로 구성된 전체 냉방시스템의 에너지평가를 위해서는 간접적인 시스템의 경우 다음의 요구량이 고려되어야 한다. (<표 3.2.8-27> 참조)

<표 3.2.8-27> 간접 시스템(수냉각기)의 에너지평가를 위한 요구량

간접 시스템 (수냉각기)		압축식 냉동기			흡수식 냉동기	
		수냉식		공냉식	수냉식	
		증발 냉각기	전식 냉각기	콤팩트 방식	증발 냉각기	전식 냉각기
생산	냉동기	$Q_{C,f,elektr}$ (8.4.1-나)	$Q_{C,f,elektr}$ (8.4.1-나)	$Q_{C,f,elektr}$ (8.4.1-나)	$Q_{C,f,therm}$ (8.4.1-다)	$Q_{C,f,therm}$ (8.4.1-다)
	재냉각기	$Q_{C,f,R,elektr}$ (8.4.1-라)	$Q_{C,f,R,elektr}$ (8.4.1-라)	$Q_{C,f,elektr}$ 에 포함됨	$Q_{C,f,R,elektr}$ (8.4.1-라)	$Q_{C,f,R,elektr}$ (8.4.1-라)
분배	분배 차가운	$Q_{Z,aux,d}$ (8.3.5)	$Q_{Z,aux,d}$ (8.3.5)	$Q_{Z,aux,d}$ (8.3.5)	$Q_{Z,aux,d}$ (8.3.5)	$Q_{Z,aux,d}$ (8.3.5)
	분배 따뜻한	$Q_{Z,aux,d}$ (8.3.5)	$Q_{Z,aux,d}$ (8.3.5)	$Q_{C,f,elektr}$ 에 포함됨	$Q_{Z,aux,d}$ (8.3.5)	$Q_{Z,aux,d}$ (8.3.5)
	분배 뜨거운	빠짐	빠짐	빠짐	$Q_{h,d,aux}$ (제3장2절7항)	$Q_{h,d,aux}$ (제3장2절7항)
전달	전달 (실내냉방만)	$Q_{c,ce,aux}$ (8.3.3)	$Q_{c,ce,aux}$ (8.3.3)	$Q_{c,ce,aux}$ (8.3.3)	$Q_{c,ce,aux}$ (8.3.3)	$Q_{c,ce,aux}$ (8.3.3)

직접적인 시스템의 경우 냉열생산, 분배로 구성된 전체 냉각시스템의 에너지 평가를 위해 다음의 요구량이 고려되어야 한다. (<표 3.2.8-28> 참조)



<표 3.2.8-28> 직접 시스템의 에너지평가를 위한 요구량 (직접 증발기)

직접 시스템 (직접 증발기)		압축식 냉동기					
		수냉식		공냉식(실-공조 시스템)			
		증발 냉각기	전식 냉각기	컴팩트 공조기	개별 시스템	다중 시스템	인버터- /VRF- 멀티 시스템
생산	냉동기	$Q_{C,f,elektr}$ (8.4.1-나)	$Q_{C,f,elektr}$ (8.4.1-나)	$Q_{C,f,elektr}$ (8.4.1-나)	$Q_{C,f,elektr}$ (8.4.1-나)	$Q_{C,f,elektr}$ (8.4.1-나)	$Q_{C,f,elektr}$ (8.4.1-나)
	재냉각기	$Q_{C,f,R,elektr}$ (8.4.1-라)	$Q_{C,f,R,elektr}$ (8.4.1-라)	$Q_{C,f,elektr}$ 에 포함됨	$Q_{C,f,elektr}$ 에 포함됨	$Q_{C,f,elektr}$ 에 포함됨	$Q_{C,f,elektr}$ 에 포함됨
분배	분배 차가운	$Q_{C,f,elektr}$ 에 포함됨	$Q_{C,f,elektr}$ 에 포함됨	$Q_{C,f,elektr}$ 에 포함됨	$Q_{C,f,elektr}$ 에 포함됨	$Q_{C,f,elektr}$ 에 포함됨	$Q_{C,f,elektr}$ 에 포함됨
	분배 따뜻한	$Q_{Z,aux,d}$ (8.3.5)	$Q_{Z,aux,d}$ (8.3.5)	$Q_{C,f,elektr}$ 에 포함됨	$Q_{C,f,elektr}$ 에 포함됨	$Q_{C,f,elektr}$ 에 포함됨	$Q_{C,f,elektr}$ 에 포함됨
전달	교부 (실내냉방만)	$Q_{c,ce,aux}$ (8.3.3)	$Q_{c,ce,aux}$ (8.3.3)	$Q_{c,ce,aux}$ (8.3.3)	$Q_{c,ce,aux}$ (8.3.3)	$Q_{c,ce,aux}$ (8.3.3)	$Q_{c,ce,aux}$ (8.3.3)

#### 8.4.2 증기공급을 위한 2차에너지

증기 가습시스템과 관련하여 생산에 대한 고정된 요인은 다음과 같다.

- 정화
- 예비(준비)손실, 분배손실, 자켓 히팅(Jaket heating) 등

증기 생산의 개별 에너지매체에 대한 에너지요구량이며 그 결과물이며, 여기서 증기생산은 1차 에너지로 평가된다.

증기생산기에 대한 개개의 규모를 상세하게 계산하는 방법이 없다면, 증기공급에 대한 각각의 2차 에너지  $Q_{m^*,f}$ 는 다음과 같이 계산된다.

$$Q_{m^*,f} = Q_{m^*,outg} \cdot f_{m^*,f} \quad (3.2.8-65)$$

$Q_{m^*,outg}$  : 8.3.4에 따른 증기생산에 위한 열생산기의 열공급량

<표 3.2.8-29> 증기생산에 대한 2차 에너지 계수

증기가습 종류	에너지 계수 $f_{m^*,f}$
전기적 전극-또는 저항가열-비정 제수(음료용이 아닌)	1.16
가스가열-비정 제수(고위발열로 환산된)	1.51
기름가열-비정 제수(고위발열로 환산된)	1.45
자켓히팅이 없는 지역증기(고위발열로 환산된)	1.44
자켓히팅이 있는 지역증기(고위발열로 환산된)	1.55

## 8.5 에너지소요량

### 8.5.1 냉열생산기(냉동기)

냉열생산에 대한 단순화된 계산은 생산방식을 고려하여 필요로 하는 에너지소요량을 직접 계산한다.

#### 가. 압축식 냉동기에 대한 전력

압축식 냉동기에 대한 연간 전력량은 8.4.1에 따라 모든 냉열공급단위의 합으로 계산된다.  $Q_{c,f,j,electr} = \sum Q_{c,f}$  (8.4.1-나 참조)

8.4.1에 따른 특성치-방법에서 생산손실은 특성치로 나타나고  $Q_{c,g} = Q_{c^*,g} = 0$ 가 된다.

냉열생산에 적용된 재생 가능한 에너지비율은 다음과 같다.

$$Q_{c,reg} = Q_{c,outg} - Q_{c,f} \text{ 내지 } Q_{c^*,reg} = Q_{c^*,outg} - Q_{c^*,f} \text{ 내지 } Q_{C,reg} = Q_{C,outg} - Q_{C,f}$$

#### 나. 흡수식 냉동기에 대한 증기

110℃ 이하 온도에서 열에너지는 제3장2절7항과 8.4.1-다-1에 정해져 있다.

$$Q_{c,f,j,therm} = Q_{c,f} \quad (8.4.1-다 참조)$$

이런 증기는 1차 에너지측면에서 지역 열(지역난방)처럼 다루어진다. (제3장2절10항 참조)

### 8.5.2 가습에 대한 증기 생산기

$$Q_{m^*,f,j(Dampf)} = \sum Q_{m^*,f} \quad (8.3.3 \text{ 참조})$$

외부증기생산은 1차에너지 측면에서 지역 열(지역난방)처럼 다루어진다. (제3장2절10 참조)

### 8.5.3 냉방시설과 냉동기에 대한 보조에너지 (전력)

냉방시설과 냉동기에 대한 보조에너지의 연간 합은 모든 용도단위와 공급단위에 대한 실내냉방시스템과 공조시스템을 위한 모든 냉방시설과 냉동기의 에너지의 합으로 계산된다.

$$\begin{aligned} Q_{C,\max} &= \sum Q_{c^*,aux,a} + \sum Q_{c,aux,a} \\ &= \sum Q_{c,ce,aux,a} + \sum Q_{Z,aux,d,a} + \sum Q_{hr,f,aux,a} + \sum Q_{mh,f,aux,a} + \sum Q_{c,f,R,elektrisch} \end{aligned}$$

$$\sum Q_{c,ce,aux,a} \quad (8.3.3 \text{ 참조}) \quad \sum Q_{Z,aux,d,a} \quad (8.3.5\text{-가-1 참조})$$

$$\sum Q_{hr,f,aux,a} \quad (8.3.6\text{-나-1 참조}) \quad \sum Q_{mh,f,aux,a} \quad (8.3.6\text{-다 참조})$$

$$\sum Q_{c,f,R,elektrisch} \quad (8.4.1\text{-라-1 참조})$$

#### 가. 증기준비에 필요한 보조에너지

단순방식에서 증기는 고려되지 않는다.

$$Q_{m^*,aux} = 0$$

## 9. 급탕에너지 및 급탕시스템에너지의 모델링 프로세스

### 9.1 기호, 단위 및 인덱스

<표 3.2.9-1> 기호

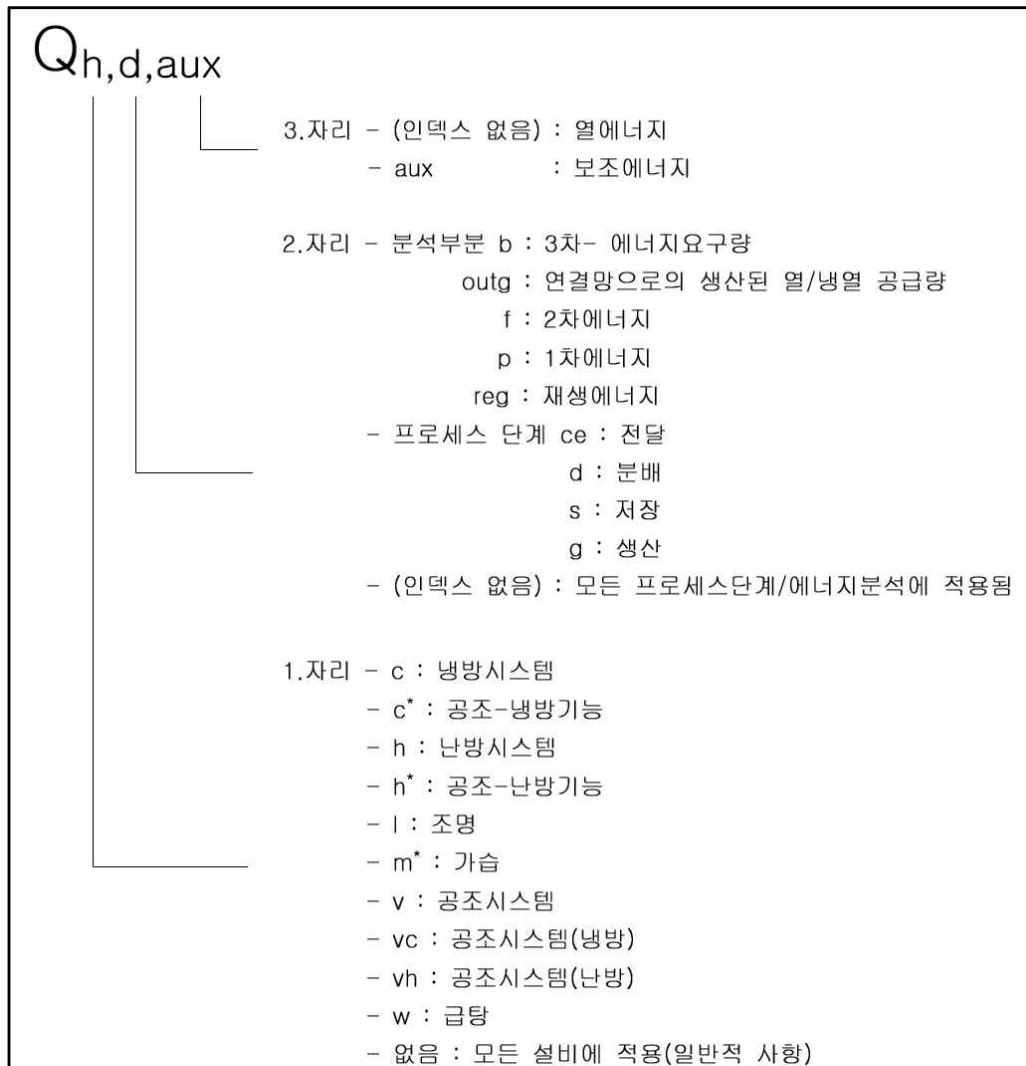
기호	의미	단위
$A_c$	집열면적	m <sup>2</sup>
$b$	계수	-
$BL$	조밀도	m <sup>2</sup> /인
$B$	가로 넓이	m <sup>2</sup>
$c$	열수용율(비열)	kWh/(kg·K)
$C$	상수(Constant)	-
$d$	일수	d/a, d/mth
$e$	소비지수	-
$f$	계수	-
$FC$	부하계수	-
$h$	높이	m
$IAM$	입사수정계수	-
$k$	계수	-
$L$	길이	m
$n$	횟수, 수	-
$p$	압력	kPa
$P$	성능, 에너지비율	W, kW
$PE$	성능	W, kW
$q$	손실	-
$Q$	에너지	kWh/mth
$R$	열손실을	-
$SPF$	가동지수	-
$t$	시간	h/d, h/mth, h/a
$U$	열관류율	W/(m·K)
$UA$	열손실을	W/K
$V$	부피	m <sup>3</sup>
$\dot{V}$	유량	m <sup>3</sup> /h
$W$	보조에너지	kWh/mth
$z$	일일 가동시간	h/d
$\alpha$	시간비율	-
$\beta$	부하율	-
$\eta$	효율	-
$\Theta$	에너지성능	W, kW
$v$	온도	°C
$\rho$	밀도	kg/ℓ

<표 3.2.9-2> 인덱스

인덱스	의미	인덱스	의미
<i>a</i>	연간, 년	<i>C</i>	실내온도제어
<i>A</i>	연결, 해석	<i>ce</i>	전달
<i>Abgl</i>	상쇄	<i>combi</i>	난방과 급탕의 조합
<i>App</i>	기기	<i>d</i>	분배
<i>aux</i>	보조에너지	<i>DS</i>	지역난방 기계실
<i>b</i>	요구량	<i>e</i>	전기, 유효, 외부
<i>B</i>	대기모드, 구성요소	<i>ex</i>	배기
<i>Betrieb</i>	가동	<i>f</i>	2차에너지, 계수
<i>bin</i>	등급	<i>FBH</i>	바닥난방
<i>Bio</i>	바이오매스	<i>fl</i>	전부하
<i>bp</i>	이가점(bivalent point)	<i>G</i>	건물/존
<i>bu</i>	재열	<i>ges</i>	전체, 총
<i>Grenz</i>	경계	<i>rd</i>	회수
<i>GZ</i>	기본사이클	<i>reg</i>	재생 가능한
<i>h</i>	난방	<i>rl</i>	회수 가능한
<i>H</i>	난방시스템	<i>rL</i>	분석-운전시간
<i>HK</i>	난방사이클	<i>RL</i>	환수
<i>hours</i>	시간	<i>rv</i>	주택공조시스템
<i>Hs/Ht</i>	고위발열/저위발열	<i>RV</i>	역류방지
<i>hydr</i>	수압적	<i>s</i>	저장기, 방사, 높은
<i>i</i>	내부	<i>S</i>	지관
<i>I</i>	내부의, 내부에서	<i>SB</i>	Stand-by
<i>in</i>	수용	<i>Sch</i>	연결
<i>int</i>	간헐적	<i>sek</i>	2차
<i>intern</i>	내부의	<i>sin</i>	순수한 난방가동
<i>Itc</i>	정지포인트	<i>SL</i>	관통하는 배관
<i>K</i>	복합기기	<i>slr</i>	솔라시설의 부하율
<i>k</i>	냉수, 보일러	<i>sol</i>	솔라
<i>km</i>	평균 보일러(온도)	<i>soll</i>	요구, 이용
<i>L</i>	공기온도프로필, 운전시간	<i>sys</i>	기준이 되는 시스템
<i>loss</i>	손실	<i>T</i>	일일
<i>lower</i>	낮은	<i>Test</i>	테스트조건
<i>m</i>	평균	<i>TH</i>	향온밸브
<i>max</i>	최대	<i>upper</i>	위의
<i>mot</i>	모터	<i>v</i>	손실
<i>nth</i>	월별	<i>V</i>	주관
<i>n</i>	정격, 지수	<i>VL</i>	공급
<i>N</i>	야간 감소/정지	<i>w</i>	급탕
<i>NA</i>	기울기, 야간	<i>W</i>	열

<표 3.2.9-2> (계속)

인덱스	의미	인덱스	의미
<i>outg</i>	생산기기의 열에너지 공급량	<i>WA</i>	주말감소/정지
<i>P</i>	펌프	<i>WE</i>	열 생산기기
<i>pl</i>	부분부하	<i>WP</i>	열 펌프
<i>prim</i>	1차	<i>WRG</i>	열 회수
<i>PS</i>	완충탱크	<i>z</i>	순환사이클
<i>Q</i>	열량	70	온도조건
<i>rB</i>	분석-운전시간	100%	정격성능에서의 부하



[그림 3.2.9-1] 인덱스에 따른 에너지표기

## 9.2 급탕에너지 분석

이 단원에서 급탕시스템의 열 생산 및 일련의 과정(저장, 분배, 전달), 사용지점(온수를 취수하는 지점)에서 발생하는 열손실 등 시스템 전체에서 발생하는 열손실과 그리고 열매체를 운송하는 과정에 소비되는 동력(전기적 보조에너지)에너지가 계산된다. 참고로 이 단원은 제3장 2절의 다른 항목으로부터 연계되어지는 입력치와 다른 항목으로 연계되어지는 출력치도 함께 다룬다는 점에 유의하도록 한다.

### 9.2.1 입력데이터

<표 3.2.9-3> 입력데이터

입력치	의미	참고
$A_{NGF}$	전용면적	—
$Bezug$	면적이나 인원 등	
$B_G$	건물의 너비	—
$h_G$	층고	—
$f_{Hs/H}$	연료원에 따른 고위발열/저위발열의 비	제3장2절10항
$L_G$	건물의 길이	—
$n_G$	난방 층수	—
$n_{Sp}$	일일 순간최대취수량 발생횟수	제3장2절2항
$q_{w,b,d}$	급탕에너지요구량	제3장2절2항
$d_{h,rB}$	월별 분석-운전일수	제3장2절5항
$d_{mth}$	월별 일수	제3장2절2항
$t_{Nutz,d}$	일일 이용시간	제3장2절2항
$d_{Nutz,a}$	연간 이용일수	제3장2절2항
$v_e$	월별 평균 외기온도	제3장2절2항
$v_i$	주변온도	제3장2절4항
$v_{i,h,soll}$	이용시간동안의 실내요구온도	제3장2절2항

월별 이용일수는 다음과 같이 계산된다.

$$d_{Nutz,mth} = \frac{d_{Nutz,a}}{365} \cdot d_{mth} \quad (3.2.9-1)$$

일일 급탕에너지요구량은 면적이나 인원수로 환산된 3.2.2의  $q_{w,b,d}$ 에 의해 계산되고 월별 급탕에너지요구량은 월별 이용일수를 곱해 산정된다.

$$Q_{w,b,d} = q_{w,b,d} \cdot Bezug \quad (3.2.9-2)$$

$$Q_{w,b} = Q_{w,b,d} \cdot d_{Nutz,mth} \quad (3.2.9-3)$$

$q_{w,b,d}$  : 사람, 침대, 좌석 또는 면적 등으로부터 환산되어 도출되는 급탕에 필요한 일일 열 요구량

$d_{Nutz,a}$  : 건물 공간의 용도에 따른 연간 이용일수(예: 개인사무실 250일)

$Bezug$  : 환산단위(사람, 면적, 침실 등)

## 9.2.2 출력데이터

이 항에서 <표 3.2.9-4>의 출력치는 기본적으로 3.2.3에서 설정된 준을 기준으로 계산되며 이에 근거한 2차에너지요구량은 다른 시스템의 2차에너지요구량과 함께 3.2.10에서 최종적으로 1차에너지요구량분석에 이용된다.



<표 3.2.9-4> 출력데이터

출력치	의미	참고
$Q_{w,b}$	존에서 필요로 하는 월별 급탕에너지요구량	
$Q_{w,ce}$	급탕시스템에서 존으로 열을 전달하는 과정에서 발생한 월별 열손실	9.4.1
$Q_{w,ce,aux}$	급탕시스템에서 존으로 열을 전달하는 과정에 필요한 보조에너지	
$Q_{w,d}$	급탕시스템에서 열을 분배하는 과정에서 발생한 월별 열손실	9.4.2
$Q_{w,d,aux}$	급탕시스템에서 열을 분배하는 과정에 필요한 월별 보조에너지	
$Q_{I,w,d}$	분배과정에서 존으로의 유입된 비제어적 열에너지	
$Q_{w,s}$	급탕시스템에서 열을 저장하는 과정에서 발생한 월별 열손실	9.4.3
$Q_{w,s,aux}$	급탕시스템에서 열을 저장하는 과정에서 필요한 월별 보조에너지	
$Q_{I,w,s}$	저장과정에서 존으로 유입된 비제어적 열에너지	
$Q_{w,g}$	급탕시스템에서 열을 생산하는 과정에서 발생한 월별 열손실	9.4.4
$Q_{w,g,aux}$	급탕시스템에서 열을 생산과정에 필요한 월별 보조에너지	
$Q_{I,w,g}$	열을 생산하는 과정에서 존으로 유입된 비제어적 열에너지	
$Q_{w,reg}$	월별 재생 열에너지의 유입	

#### 가. 급탕시스템 열 생산기기의 열 공급량

급탕에너지시스템에서 공급되는 열에너지의 양은 존에서 필요로 하는 급탕에너지 요구량 및 전달, 분배 그리고 저장 과정에서 발생하는 열에너지의 손실로부터 산정된다.

$$Q_{w,outg} = Q_{w,b} + Q_{w,ce} + Q_{w,d} + Q_{w,s} \quad (3.2.9-4)$$

#### 나. 급탕시스템의 열에너지 소비량

급탕시스템의 열에너지 소비량은 급탕 열 생산기기의 열 공급량, 생산과정에서 발생하는 열 손실 그리고 재생열에너지(태양열, 주변 열)에 의해 다음과 같이 계산된다.

$$Q_{w,f} = Q_{w,outg} + Q_{w,g} - Q_{w,reg} \quad (3.2.9-5)$$

$$Q_{w,reg} = Q_{w,sol} + Q_{w,in} \quad (3.2.9-6)$$

#### 다. 급탕시스템의 보조에너지

급탕시스템의 보조에너지는 급탕시스템에서 열을 전달, 분배, 저장 및 생산하는 과정에서 필요로 하는 전기에너지의 요구량을 의미한다.

$$Q_{w,aux} = Q_{w,ce,aux} + Q_{w,d,aux} + Q_{w,s,aux} + Q_{w,g,aux} \quad (3.2.9-7)$$

#### 라. 존으로의 비제어적 열 유입량

급탕에 소요되는 열에너지를 분배, 저장 그리고 생산하는 과정에서 실내 열적 부하와 상관없이 존으로 유입되는 열량으로 존의 급탕 열에너지 요구량을 산정할 때 고려되어 진다.

$$Q_{I,w} = Q_{I,w,d} + Q_{I,w,s} + Q_{I,w,g} \quad (3.2.9-8)$$

### 9.3 개별 프로세스에 대한 기본조건 설정

기기의 고유치에 대한 정보가 없으면, 주어진 표준치(default)를 적용한다. 에너지 성능에 대한 표준치는 시장의 평균 이하 수준의 기기들을 대변하므로, 에너지절감을 위해서는 표준치보다는 제품사양과 설계에 따른 실제의 값을 사용하는 것이 에너지 계산 결과에 유리하다.

<표 3.2.9-5> 일반적 전제조건

표준치	기호	단위	크기
난방 존의 평균 온도 (3장2절4항에서 설정되지 않은 경우)	$v_i$	℃	20
난방 존 이외의 평균 온도 (3장2절4항에서 설정되지 않은 경우)	$v_i$	℃	13
순환이 없거나 순환이 정지된 경우의 급탕배관망의 평균온도	$v_{w,m}$	℃	$23 \cdot U^{-0.2}$
순환배관이 있는 급탕배관망의 평균온도	$v_{w,m}$	℃	50
냉수 공급온도	$v_K$	℃	10
순환 사이클의 온도차	$\Delta v_z$	K	5

온수가 순환되지 않거나 또는 순환이 정지된 경우에 급탕배관망의 평균온도는 단열재의 열전도율 U와 연관이 있다.

$$v_{w,m} = 23 \cdot U^{-0.2} \quad (3.2.9-9)$$

급탕에 필요한 열은 취수용량과 냉수유입온도 및 평균 취수온도에 상관이 있으며, 종별 급탕용량이 주어질 경우 다음과 같이 계산될 수 있다.

$$Q_{w,b} = \rho \cdot c \cdot V_{W^*} (v_{w,m} - v_K) \quad (3.2.9-10)$$

## 9.4 개별 프로세스의 열손실량

### 9.4.1 전달 열손실 $Q_{w,ce}$

취수지점에서 발생하는 열손실은 이미 존의 급탕 열에너지 요구량  $Q_{w,b}$ 에 포함되어 있으므로  $Q_{w,ce} = 0$ 이며 이에 필요한 보조에너지도  $Q_{w,ce,aux} = 0$ 이다.

#### 9.4.2 분배 열손실 $Q_{w,d}$

##### 가. 중앙 공급식 급탕

###### 1) 열손실

순환배관이 있거나/없는 급탕배관망의 구간  $i$ 의 열에너지 분배과정에서 발생하는 열손실은 계산식 3.2.9-11에 따라 계산된다.

$$Q_{w,d,i} = \frac{1}{1000} \cdot U_i \cdot L_i \cdot (v_{w,m} - v_i) \cdot d_{Nutz,mth} \cdot t_{Nutz,T} \quad (3.2.9-11)$$

순환시스템의 열손실은 순환펌프의 가동 및 정지 동안의 손실도 합산되어 정해진다. 순환배관이 있어도 순환이 정지된 상태이면  $t_{Nutz,T} = 24h - t_{Nutz}$ ,  $\vartheta_{w,m} = 23 \cdot U^{-0.2}$  및 총 순환배관 길이의 1/2을 적용하여 계산한다.

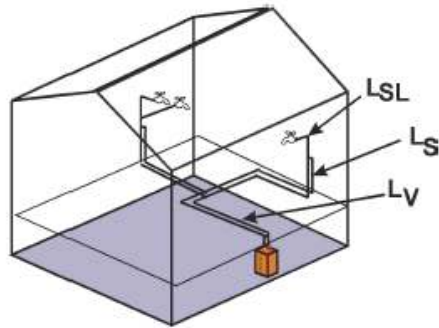
순환배관과 연결배관이 없는 급탕배관망의 경우  $t_{Nutz,T} = 24h$ ,  $\vartheta_{w,m} = 23 \cdot U^{-0.2}$ 를 적용하여 계산한다. 전체 배관망의 열손실은 계산식 3.2.9-11에 따라 계산된 구간별 손실의 합계이며 다음과 같이 계산된다.

$$Q_{w,d} = \sum Q_{w,d,i} \quad (3.2.9-12)$$

배관망이 존을 통과하는 경우에 통과한 구간  $i$ 의 배관망에서 발생한 열 손실은 존의 난방에너지요구량 분석에서 비제어적(제어 되지 않은) 열 유입으로 고려된다.

$$Q_{I,w,d,i} = Q_{w,d,i} \quad (3.2.9-13)$$

배관의 길이는 기본적으로 세부 도면을 바탕으로 산정된다. 배관망의 주변온도는 3.2.4에서 설정된 값이 적용되며, 만약에 주변온도에 대하여 주어진 값이 없으면 <표 3.2.9-6>에서 채택한다.



[그림 3.2.9-2] 급탕 배관표식

배관망은 크게 V, S, SL 등 3가지로 구분된다. V는 생산기기에서 주관까지의 수평분배범위를 의미하고, S는 지관을 그리고 SL은 취수구까지의 차단 가능한 말단 배관을 의미한다.

<표 3.2.9-6> 일반적 표준치

표준치	표기	단위	V	S	SL
주변온도	$v_i$	℃	제3장2절4항 참조		
난방주기가 아닐 경우 평균 주변온도	$v_i$	℃	22℃		
평균 주변온도	$v_i$	℃	비 난방 존 13℃ 난방 존 20℃		

배관의 열관류율은 사양에 근거하여 계산되며, 사양을 모르는 경우에는 <표 3.2.9-7>의 열관류율이 적용된다.

<표 3.2.9-7> 배관의 열관류율  $U_i$

건물 준공연도	분배	외부에 설치된 수직배관		내부에 설치된 수직배관	
	V	S	SL	S	SL
1995 이후	0.200	0.255	0.255	0.255	0.255
1980 ~ 1995	0.200	0.400	0.400	0.300	0.400
1980 이전	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400

## 2) 보조에너지-급탕 순환을 위한 전기에너지소비량

순환펌프의 전기에너지소비량은 분배 망에 필요한 수압요구량과 펌프가동을 기술한 소비지수를 근거로 계산식 3.2.9-14와 같이 계산된다.

$$Q_{w,d,aux} = W_{w,d,hydr} \cdot e_{w,d,aux} \quad (3.2.9-14)$$

펌프의 정격성능은 일반적으로 생산자의 제품사양에 주어지며 이를 바탕으로 계산식 3.2.9-14는 계산식 3.2.9-15로 변환될 수 있다.

$$Q_{w,d,aux} = \frac{P_P}{1000} \cdot d_{Ntz,mth} \cdot t_{Ntz} \cdot (C_{p1} + C_{p2}) \quad (3.2.9-15)$$

<표 3.2.9-8> 순환펌프의 성능지수 계산을 위한 상수  $C_{p1}, C_{p2}$

펌프제어	$C_{p1}$	$C_{p2}$
비제어	0.25	0.94
제어	0.50	0.63

#### 9.4.3 저장 열손실 $Q_{w,s}$

##### 가. 간접 가열식 축열조

##### 1) 저장 열손실

$$Q_{w,s} = f_{verbindung} \cdot \frac{(50 - v_i)}{45} \cdot d_{Nutz,mth} \cdot q_{B,S} \quad (3.2.9-16)$$

축열조가 열을 생산하는 기기와 동일한 공간 내에 설치되어 있으면 연결배관에서 발생하는 열손실은 계수  $f_{verbindung}$ 에 의해 일괄적으로 고려되며 일반적으로 1.2가 적용된다. 축열조가 열을 생산하는 기기와 다른 공간에 설치된 경우에 배관의 열손실은 9.4.2와 같은 방식으로 계산한다.

책정-열손실  $q_{B,S}$ 은 저장온수와 축열조가 설치된 공간의 평균 온도차 45K에서 측정을 통하여 얻어진 하루에 손실된 열에너지의 양을 나타낸다.

축열조가 어떤 존의 내부에 설치되어 있으면 존으로 유입되는 비제어적 열에너지

의 양은 다음과 같다.

$$Q_{I,w,s} = Q_{w,s} \quad (3.2.9-17)$$

책정-열손실  $q_{B,S}$ 가 주어지지 않았으면, 축열조의 용량을 기준으로 다음처럼 계산한다.

축열조 용량이 1,000 ℓ 이하 :

$$q_{B,S} = 0.8 + 0.02 \cdot V^{0.77} \quad (3.2.9-18)$$

축열조 용량이 1,000 ℓ 이상 :

$$q_{B,S} = 0.39 \cdot V^{0.35} + 0.5 \quad (3.2.9-19)$$

1994년 이전에 생산된 축열조 :

$$1978\text{년 이전} : q_{B,S} = 0.4 + 0.27 \cdot V^{0.5} \quad (3.2.9-20)$$

$$1978 \sim 1986 : q_{B,S} = 0.4 + 0.23 \cdot V^{0.4} \quad (3.2.9-21)$$

$$1987 \sim 1994 : q_{B,S} = 0.4 + 0.21 \cdot V^{0.4} \quad (3.2.9-22)$$

축열조의 용량은 제품사양서에 주어지지만, 용량을 모르는 경우 또는 식 3.2.9-23에 따라 정할 수 있다.

$$V_s = \frac{Q_{w,b,d} \cdot f_N \cdot 860}{(v_{w,m} - v_k) \cdot \eta_s} \quad (3.2.9-23)$$

$\eta_s$  : 축열조 효율 (입식 = 0.95, 좌식 = 0.9)

$$f_N = \frac{1}{t_{Nutz,T} \cdot n_{Sp}} \quad (3.2.9-24)$$

태양열 복합 축열조

간접 가열식 급탕용 축열조의 하단에서 용수용량의 일부분이 태양열을 저장하기 위해 사용되면(이 부분은 태양에너지에 의해 데워짐), 이 태양열이 차지하는 용량에서 발생하는 열 손실은 고려되지 않는다.

$$Q_{w,s} = f_{\text{verbindung}} \cdot (UA)_{sb,s,a} \cdot \Delta v_i \cdot 24 \cdot 3600 \cdot d_{\text{Nutz,mth}} \cdot \frac{V_{s,aux}}{V_{s,aux} + V_{s,sol}} \quad (3.2.9-25)$$

$(UA)_{sb,s,a}$  : 측정된 책정-열손실량 [W/K]

$V_{s,aux}$  : 축열조 상부(태양열 부분을 뺀)의 용량 [ $\ell$ ]

$V_{s,sol}$  : 축열조 하부(태양열 저장부분)의 용량 [ $\ell$ ]

측정된 책정-열손실  $(UA)_{sb,s,a}$  을 모르면 1,000  $\ell$  이하 용량을 갖는 축열조의 책정-열손실은 식 3.2.9-26에 따라 구하고, 이를 식 3.2.9-16에 적용하여 축열조의 열손실을 구한다.

$$q_{B,S} = (0.4 + 0.2 \cdot (V_{s,aux} + V_{s,sol})^{0.4}) \cdot \frac{V_{s,aux}}{V_{s,aux} + V_{s,sol}} \quad (3.2.9-26)$$

1,000  $\ell$  이상의 용량을 가진 축열조의 경우 여러 대의 분리된 급탕용 1,000  $\ell$  축열조로 계산한다. 분리된 축열조는 계산식 3.2.9-25에 따라 각 축열조 당 최대 1,000  $\ell$  를 적용해 계산한다.

2) 간접 가열식 축열조의 대류펌프를 가동하기 위한 월별 보조에너지

$$Q_{w,s,aux} = 0.001 \cdot P_P \cdot t_P \quad (3.2.9-27)$$

$$t_P = \frac{Q_{w,outg} \cdot 1.1}{Q_N} \quad (3.2.9-28)$$

계수 1.1은 버너 가동시간과 비교해서 펌프의 길어진 가동시간을 일괄적으로 고려한 것이다.

#### 나. 전기 가열식 급탕용 축열조

$$Q_{w,s} = \frac{(55 - v_i)}{45} \cdot d_{\text{Nutz,mth}} \cdot q_{B,S} \quad (3.2.9-29)$$



책정-열손실  $q_{B,S}$ 은 저장온수와 설치공간과의 평균 온도차 45K인 경우에서 측정된 것으로 측정값이 없는 경우 축열조의 용량을 기준으로 다음과 같이 계산된다.

$$q_{B,S} = 0.29 + 0.019 \cdot V^{0.8} \quad (3.2.9-30)$$

1994년 이전에 생산된 축열조의 경우는 다음을 적용한다.

$$1989 \text{ 이전} : q_{B,S} = 1.4 \cdot (0.29 + 0.019 \cdot V^{0.8}) \quad (3.2.9-31)$$

$$1989 \sim 1994 : q_{B,S} = 1.25 \cdot (0.29 + 0.019 \cdot V^{0.8}) \quad (3.2.9-32)$$

축열조의 용량은 제품사양서에 주어지지만, 모르는 경우 1,000 ℓ 이하의 용량에서는 다음처럼 두 가지의 경우로 구분하여 책정될 수 있다.

심야 전기 가열식 축열조 (주로 심야에 가동):

$$V_s = \frac{1.42 \cdot Q_{w,b,d} \cdot f_N \cdot 860}{(v_{w,m} - v_k) \cdot \eta_s} \quad (3.2.9-33)$$

주간 전기 가열식 축열조 (지속적 재충전 가능):

$$V_s = \frac{0.67 \cdot Q_{w,b,d} \cdot f_N \cdot 860}{(v_{w,m} - v_k) \cdot \eta_s} \quad (3.2.9-34)$$

$$f_N = \frac{1}{t_{Nutz, T} \cdot n_{Sp}} \quad (3.2.9-35)$$

1,000 ℓ 이상의 저장용량이 요구될 때는 여러 대의 축열조로 구성된 것으로 가정하여 계산하고 각 축열조의 열손실을 합산하여 총 저장 열손실을 산정한다.

축열조가 어떤 존의 내부에 설치되어 있으면 존으로 유입되는 비제어적 열에너지의 양은 다음과 같다.

$$Q_{k,w,s} = Q_{w,s} \quad (3.2.9-36)$$

#### 다. 가스 가열식 급탕용 축열조

가스가열식인 경우 축열조 내부에서 열이 생산되므로, 열을 생산하는 과정에서 발생하는 손실도 여기서 고려한다.

$$Q_{w,s} = \frac{(55 - v_i)}{50} \cdot d_{Nutz, mth} \cdot q_{B,S} \quad (3.2.9-37)$$

책정-열손실  $q_{B,S}$ 은 저장온수와 설치공간과의 평균 온도차 50K에서 측정된 값이 사용되며, 모르는 경우에는 다음 계산식에 따라 정해질 수 있다.

$$q_{B,S} = 2.0 + 0.033 \cdot V^{1.1} \quad (3.2.9-38)$$

$$1985 \text{ 이전} : q_{B,S} = 1.4 \cdot (2.0 + 0.033 \cdot V^{1.1}) \quad (3.2.9-39)$$

$$1985 \sim 1994 : q_{B,S} = 2.0 + 0.033 \cdot V^{1.1} \quad (3.2.9-40)$$

여기서 축열조의 용량은 최대 500 ℓ 까지 적용되며, 500 ℓ 이상의 용량은 여러 대의 500 ℓ 축열조로 구성된 것으로 간주하여 각 축열조의 열손실을 합산하여 계산한다.

#### 9.4.4 생산기기(보일러) 열 공급량

급탕 가열을 위해 여러 대의 열 생산기기(예로 태양열집열시스템, 보일러, 히트펌프, 전기식 추가가열기 등)가 설치될 수 있다. 이 경우 급탕 열에너지 요구의 총합은 모든 열 생산기기에서 공급된 열에너지의 합과 같아야 한다.

$$\sum_j Q_{w,outg,j} = \sum_k Q_{in,d,k} \quad (3.2.9-41)$$

$Q_{w,outg,j}$  : 열 생산기기 j의 월간 출력 에너지 [kWh/mth]

$Q_{in,d,k}$  : 분배시스템 k의 월간 입력 에너지 [kWh/mth]

급탕시스템에 태양열설비시스템이나 공조시설(제3장2절8항)로부터 열이 공급되면, 전체 생산기기 열 공급량(계산식 3.2.9-4참조)에서 이를 제외한 열에너지는 보일러와 같은 열 생산기기에 의해 충족되어야 한다. 이를 열 생산기기의 잔여 열 공급량이라 하며, 식 3.2.9-42처럼 구한다.

$$Q_{w,outg}^* = Q_{w,outg} - Q_{w,sol} - Q_{rv,w,outg} \quad (3.2.9-42)$$

#### 가. 전기-가열기

전기-가열기의 경우 생산년도를 기준으로 식 3.2.9-54 & 3.2.9-55에 따른 생산기기 열 공급량에 계수를 고려하여 직접 2차 에너지요구량을 구한다.

$$1980년\ 이전 : Q_{w,f} = 1.01 \cdot Q_{w,outg} \text{ (월간) [kWh]} \quad (3.2.9-43)$$

$$1980년\ 이후 : Q_{w,f} = 1.0 \cdot Q_{w,outg} \text{ (월간) [kWh]} \quad (3.2.9-44)$$

보조에너지는  $Q_{w,g,aux} = 0$ 이다.

#### 다. 다수 보일러 시설

해당 될 경우 제3장2절 7.4.3-나 참조

#### 라. 급탕용 보일러의 생산손실

난방시스템에 대한 열 생산은 제3장2절7항에서 다루고, 난방시스템에 이용되는 보일러가 급탕에 함께 사용되면 계산에서 급탕에 이용되는 가동시간만 고려하도록 한다.

다수의 보일러가 적용된 경우 연결 상태에 따라 에너지가 계산된다.

난방, 급탕, 공조 등 건물의 존에 필요한 최대 보일러성능은 동시에 가동되는 모든 보일러성능의 합 이거나 또는 순차가동에서 최대 보일러성능 값 중에서 큰 값으로 정해진다.

$$\dot{Q}_N = \max(\sum \dot{Q}_{N,gleichzeitig}, \dot{Q}_{vorrangig}) \quad (3.2.9-45)$$

#### 1) 연료장전식 급탕보일러의 생산손실

보일러의 생산손실  $Q_{w,g}$ 와 보조에너지  $Q_{TW,g,aux}$ 는 정격성능  $\dot{Q}_N$ , 정격성능에서의 효율  $\eta_{100\%}$ , 책정 열손실  $q_{B,70}$ 과 보일러 보조기의 전기적 성능  $P_{aux}$ 에 의해 계산된다.

여기에 해당되는 값들은 제품사양에 제시된 측정값이며 제품사양(측정값)이 없는 경우엔 설정된 표준치가 사용될 수 있다.

태양열집열시스템에 의해 열이 공급된 경우 앞으로의 계산에서  $Q_{w,outg}$ 는  $Q_{w,outg}^*$ (계산식 (3.2.9-42))가 적용된다.

보일러의 생산손실  $Q_{w,g}$ 은 효율  $\eta_{100\%}$ , 책정열손실  $q_{B,70}$  및 정격성능  $\dot{Q}_N$ 을 토대로 최대부하(정격성능)에서의 열손실  $Q_{w,g,100\%}$ 과 대기모드(Machine down-Time)에서의 열손실  $Q_B$ 로부터 식 3.2.9-57과 같이 계산된다.

$$Q_{w,g} = Q_{w,g,100\%} \cdot d_{Nutz,mth} + Q_{B,w} \cdot (d_{Nutz,mth} - d_{h,rB}) \quad (3.2.9-46)$$

$d_{h,rB}$ : 분석-운전일수(제3장2절7항 계산식 3.2.7-21참조)

월별 이용일수  $d_{Nutz,mth}$ 는 계산식 3.2.9-1에 따라서 계산되고  $d_{h,rB} > d_{Nutz,mth}$ 일 경우  $d_{Nutz,mth} - d_{h,rB} = 0$ 이 된다.

$$Q_{w,g,100\%} = (f_{Hs/Hi} - \eta_{k,100\%}) / \eta_{k,100\%} \cdot Q_{w,outg} / d_{Nutz,mth} \quad (3.2.9-47)$$

$$Q_{B,w} = q_{B,v} \cdot \dot{Q}_N / \eta_{k,100\%} \cdot (t_{Nutz,T} - t_{w,100\%}) \cdot f_{Hs/Hi} \quad (3.2.9-48)$$

$$q_{B,v} = q_{B,70} \cdot (v_{g,m} - v_i) / (70 - 20) \quad (3.2.9-49)$$

$\vartheta_{g,m}$  는 대기모드상태에서 평균 보일러온도이며 순환여부에 따라 다음과 같이 구분하여 적용하며  $\vartheta_i$  는 <표 3.2.9-6>을 참조한다.

순환:  $\vartheta_{g,m} = 50^\circ C$ , 비순환:  $\vartheta_{g,m} = 40^\circ C$

정격성능에서의 급탕용 보일러의 일일 가동시간  $t_{w,100\%}$  은 제3장2절7항에서 난방보일러의 생산손실계산에 연계되며 다음 계산식을 따른다.

$$t_{w,100\%} = Q_{w,outg} / (\dot{Q}_N \cdot d_{Nutz,mth}) \quad (3.2.9-50)$$

분석 존에 보일러가 설치된 경우 보일러의 외피를 통한 열손실은 존의 난방열요구량 산정에서 비제어적 열유입으로 고려되며 다음과 같다.

$$Q_{I,w,g} = q_{s,v} \cdot \dot{Q}_N / \eta_{k,100\%} \cdot ((t_{Nutz,T} - t_{w,100\%}) \cdot (d_{Nutz,mth} - d_{h,rB}) + t_{w,100\%} \cdot d_{Nutz,mth}) \quad (3.2.9-51)$$

$$d_{h,rB} > d_{Nutz,mth} \text{ 일 경우 } d_{Nutz,mth} - d_{h,rB} = 0$$

$$\text{가스보일러} : q_{s,v} = 0.5 \cdot q_{B,v} \quad (3.2.9-52)$$

$$\text{이 외의 보일러} : q_{s,v} = 0.75 \cdot q_{B,v} \quad (3.2.9-53)$$

2) 보일러가동에 필요한 보조에너지  $Q_{w,g,aux}$

$$Q_{w,g,aux} = P_{aux,100} \cdot t_{w,100\%} \cdot d_{Nutz,mth} + P_{aux,SB} \cdot (24 - t_{w,100\%}) \cdot (d_{Nutz,mth} - d_{h,rB}) \quad (3.2.9-54)$$

$P_{aux,100}$  : 보일러의 전기적 성능 [kW]

$P_{aux,SB}$  : 대기모드에서의 전기적 성능 [kW]

3) 제품사양이 없는 경우의 표준치

#### 보일러 정격성능

$\dot{Q}_N = 0.42 \cdot (Q_{w,b,d}/0.036)^{0.7}$  또는 콤비보일러인 경우 :

$$\dot{Q}_N = 24 \text{ kW} \quad (3.2.9-55)$$

난방시스템과 동시적 적용이 아닌 경우 (제3장2절7항)에서 더 큰 보일러 정격성능이 요구되는 경우에 해당된다.

#### 정격성능-효율 $\eta_{100\%}$

정격성능효율은 테스트 온도 70°C에서의 보일러의 정격성능과 관련된 효율이다. 보일러성능 400 kW까지 유효하며 더 높은 값일 경우  $\dot{Q}_N = 400 \text{ kW}$ 에서의 보일러 효율이 적용된다.

$$\eta_{k,100\%} = (A + B \cdot \log(\dot{Q}_N))/100 \quad (3.2.9-56)$$

<표 3.2.9-9> 효율계수 A B

보일러 형식		연식	계수 A	계수 B
표준형 보일러	가스보일러	1978 이전	79.5	2
		1978 ~ 1994	82.5	2
		1994 이후	85	2
	연료분사식보일러 (가스/기름)	1978 이전	80	2
		1978 ~ 1986	82	2
		1987 ~ 1994	84	2
		1994 이후	85	2
저온 보일러	가스보일러	1978 ~ 1994	85.5	1.5
		1994 이후	88.5	1.5
	연료분사식보일러 (가스/기름)	1987 이전	84	1.5
		1987 ~ 1994	86	1.5
		1994 이후	88.5	1.5
콘덴싱 보일러 (가스/기름)	일반	1987 이전	89	1
		1987 ~ 1994	91	1
		1994 이후	92	1
	고 효율	1999 이후	94	1

구성된 보일러에서 배기가스 손실  $q_A$ 이 주어질 경우 효율은 다음과 같다.

$$\eta_{K,100\%} = \eta_K, \quad \eta_K = 100 - q_A - q_{st} \quad (3.2.9-57)$$

$$q_{st} = (G \cdot (\dot{Q}_N)^H) / 100 \quad (3.2.9-58)$$

<표 3.2.9-10> 계수 G, 계수 H (복사손실계수)

보일러형식	연식	계수 G	계수 H
표준 난방보일러			
가스보일러	1978 이전	12.0	-0.35
	1978 부터	9.0	-0.45
연료분사식 보일러(기름/가스)	1978 이전	12.0	-0.4
	1978 부터	9.0	-0.37
저온보일러			
가스-난방보일러	-	9.0	-0.45
연료분사식 보일러 (기름/가스)	-	7.0	-0.4
콘덴싱보일러 (기름/가스)	-	5.5	-0.4

보일러의 책정열손실  $q_{B,70}$

$$q_{B,70} = (E \cdot (Q_N)^F) / 100 \quad (3.2.9-59)$$

<표 3.2.9-11> 책정열손실 계수

보일러형식	연식	계수 E	계수 F
표준난방보일러			
가스보일러	1978 이전	8.0	-0.27
	1978 ~ 1994	7.0	-0.3
	1994 이후	8.5	-0.4
연료분사식 보일러(기름/가스)	1978 이전	9.0	-0.28
	1978 ~ 1994	7.5	-0.31
	1994 이후	8.5	-0.4
저온보일러			
가스보일러	1994 이전	6.0	-0.32
	1994 이후	4.5	-0.4
콤비보일러	1994 이후	$q_{B,70^\circ\text{C}} = 0.022$	
콤비보일러	1994 이후	$q_{B,70^\circ\text{C}} = 0.012$	
연료분사식 보일러 (기름/가스)	1994 이전	7.0	-0.37
	1994 이후	4.25	-0.4
콘덴싱보일러 (기름/가스)	1994 이전	7.0	-0.37
	1994 이후	4.0	-0.4
콤비보일러(11kW, 18kW 및 24kW)	1994 이전	$q_{B,70^\circ\text{C}} = 0.022$	
콤비보일러(11kW, 18kW 및 24kW)	1994 이후	$q_{B,70^\circ\text{C}} = 0.012$	

콤비 보일러의 계산을 위해 전용면적은 최대 500 m<sup>2</sup>로 한다.

1994년 이후 생산된 보일러의 전기적 성능  $P_{aux,100\%}$ ,  $P_{aux,SB}$

분무식 버너를 가진 보일러:

$$P_{aux,100} = (45 \cdot \dot{Q}_N^{0.48}) / 1000 \quad (3.2.9-60)$$

$$P_{aux,SB} = 0.015 \quad (3.2.9-61)$$

250 kW까지의 기압 버너를 가진 보일러:



$$P_{aux,100} = (0.35 \cdot \dot{Q}_N + 40)/1000 \quad (3.2.9-62)$$

$$P_{aux,SB} = 0.015 \quad (3.2.9-63)$$

250 kW 이상의 기압 버너를 가진 보일러:

$$P_{aux,100} = (0.7 \cdot \dot{Q}_N + 80)/1000 \quad (3.2.9-64)$$

$$P_{aux,SB} = 0.015 \quad (3.2.9-65)$$

그 외 모든 보일러의 전기적 성능  $P_{aux,100\%}$ ,  $P_{aux,SB}$

전기에 의해 가동되는 보일러 제어에 대해 일괄적으로  $P_{aux,SB} = 0.02$  kW가 고려되어짐(있을 경우)

#### 표준-난방보일러

가스 보일러:

$$P_{aux,100} = (0.148 \cdot \dot{Q}_N + 40)/1000 \quad [\text{kW}] \quad (3.2.9-66)$$

분무식 보일러(가스/기름):

$$P_{aux,100} = 0.045 \cdot \dot{Q}_N^{0.48} \quad [\text{kW}] \quad (3.2.9-67)$$

#### 저온보일러

가스보일러:

$$P_{aux,100} = 0.045 \cdot \dot{Q}_N^{0.48} \quad [\text{kW}] \quad (3.2.9-68)$$

분무식 보일러(가스/기름):

$$P_{aux,100} = 0.045 \cdot \dot{Q}_N^{0.48} \quad [\text{kW}] \quad (3.2.9-69)$$

콘덴싱 보일러 (기름/가스)

$$P_{aux,100} = 0.045 \cdot \dot{Q}_N^{0.48} \quad [\text{kW}] \quad (3.2.9-70)$$

마. 직접 가열식 축열조(가스)

가스에 의해 직접 가열되는 축열조의 경우 고려되어지는 생산손실은 난방보일러의 경우처럼 계산되어지며 대기모드상태에서의 손실은 이미 9.4.3-다에서 고려되어져 있다.

$$Q_{w,g} = Q_{w,g,100\%} \cdot d_{Nutz,mth} \quad [\text{kWh}] \quad (3.2.9-71)$$

$$Q_{w,g,100\%} = (f_{Hs/Hi} - \eta_{100\%}) / \eta_{100\%} \cdot Q_{w,outg} / d_{Nutz,mth} \quad [\text{kWh}] \quad (3.2.9-72)$$

$$\eta_{100\%} = 82\% \quad (3.2.9-73)$$

바. 지역난방

지역난방기계실에서의 열손실  $Q_{h,g,DS}$

$$Q_{w,g} = H_{DS} \cdot (v_{DS} - v_i) \quad (3.2.9-74)$$

$$H_{DS} = B_{DS} \cdot \Phi_{DS}^{1/3} \quad (3.2.9-76)$$

$\Phi_{DS}$ : 지역난방기계실 성능

$$v_{DS} = D_{DS} \cdot v_{prim,DS} + (1 - D_{DS}) \cdot v_{sek,DS} \quad (3.2.9-76)$$

※  $\vartheta_{sek,DS} = \vartheta_{g,m} = 50^\circ\text{C}$  or  $40^\circ\text{C}$  (지역난방 2차 온도)

<표 3.2.9-12>  $D_{DS}$

지역난방기계실 종류	1차 온도 (해석) $v_{P,DS}$ ( $^\circ\text{C}$ )	$D_{DS}$
중온수	105	0.6
고온수	150	0.4

<표 3.2.9-13>  $B_{DS}$

지역난방 기계실	구 분	지역난방기계실 단열등급			
	2차에서의 단열	4	3	2	1
	1차에서의 단열	5	4	3	2
	온수, 저온	3.5	4.0	4.4	4.9
	온수, 고온	3.1	3.5	3.9	4.3

원칙적으로 월별로 고려가 가능하지만 복잡해지기 때문에 추천되는 것은 계산 기간을 연 단위로 선택하고 연간 변하지 않는 열손실을 적용해 계산하는 것이다. 경우에 따라 여름과 겨울의 경우를 나누어서 계산할 수도 있다.

지역난방열-건물 중계소의 보조에너지는 무시된다.

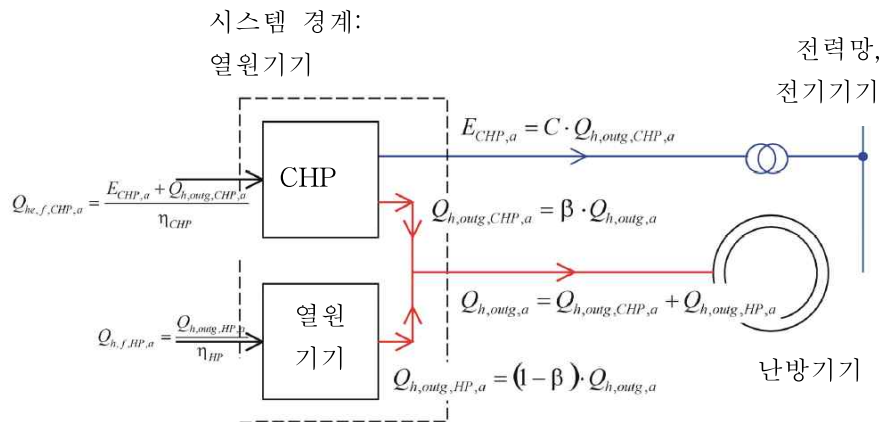
건물난방시스템에 대한 공급온도제어가 건물 중계소의 (건물)중앙실에서 이루어지면 이에 대한 보조에너지는 월간  $Q_{h,g,aux} = 10kWh$ 이다.

## 10. 열병합발전시스템 에너지 모델링 프로세스

### 10.1 일반

CHP를 포함한 열원기기 전체가 하나의 시스템 조합을 형성한다. 시스템 조합을 지나는 에너지가 분석(에너지 유출입 비교)된다(그림 3.2.11-1 참조). 생산된 전기에너지는 전기설비 또는 열원기기를 포함한 건물의 전체 시스템에 적용된다(플러스 의미).

원칙적으로 월별 적용이 가능하나 일반적으로 매우 복잡하여 계산단위를 연간으로 선택하는 것이 추천되며 이는 1차에너지 또는 이산화탄소배출량을 연간 값으로 제시될 수 있다. 경우에 따라 에너지소요량은 하절기와 동절기로 구분하여 제시하는 것도 의미가 있다.



[그림 3.2.10-1] CHP 에너지 분석 개념도

다음 계산식은 항상 월별 값의 합계인 연간 값으로 제시된다.

$$Q_{outg,a} = \sum_{j=1}^{12} (Q_{h,outg,g,j} + Q_{h^*,outg,j} + Q_{rv,outg,j} + Q_{w,outg,j}) \quad (3.2.10-1)$$

$Q_{h,outg}$  : 난방시스템에 대한 열원기기의 월별 열 공급량 (kWh/mth)

$Q_{h^*,outg}$  : 공고기 가열유닛에 대한 열원기기의 월별 열 공급량 (kWh/mth)

$Q_{rv,outg}$  : 공조(급기)시스템에 대한 열원기기의 월별 열 공급량 (kWh/mth)

$Q_{w,outg}$  : 급탕시스템에 대한 열원기기의 월별 열 공급량 (kWh/mth)

이외 적용되는 것은 다음 계산식을 근거로 한다.

- 시스템으로의 열원기기 열 공급량

$$Q_{h,outg,HP,a} = (1 - \beta) \cdot Q_{h,outg,a} \quad (3.2.10-2)$$

- 시스템으로의 CHP 열 공급량

$$Q_{h,outg,CHP,a} = \beta \cdot Q_{h,outg,a} \quad (3.2.10-3)$$

- CHP로부터 생산된 전기에너지

$$E_{CHP,a} = C \cdot Q_{h,outg,CHP,a} \quad (3.2.10-4)$$

이로부터 이용효율이 산출된다.

- 열원기기에 대한 이용효율

$$\eta_{HP} = \frac{Q_{h,outg,HP,a}}{Q_{h,f,HP,a}} \quad (3.2.10-5)$$

- CHP 이용효율

$$\eta_{CHP} = \frac{E_{CHP,a} + Q_{h,outg,CHP,a}}{Q_{h,f,CHP,a}} \quad (3.2.10-6)$$

특별한 제시사항이 없는 경우 다음 값을 적용하여 계산한다.

$\beta = 0.5$  전체 열 생산에 대한 CHP의 열 생산비율

$C = 0.75$  전기 지수

## 10.2 계산

CHP의 전력생산량은 다음 값으로 합산될 수 있다.

$$Q_{f,Bonus,a} = -E_{CHP,a} \quad (3.2.10-7)$$

열원기기의 에너지소요량은 다음과 같이 계산된다.

$$Q_{h,f,a} = \left[ \frac{1-\beta}{\eta_{HP}} + \frac{(1+C)\cdot\beta}{\eta_{CHP}} \right] \cdot \frac{Q_{h,outg,a}}{\eta_{HN}} \quad (3.2.10-8)$$

에너지소요량으로부터 기인된 전력생산량은 전기에 대한 1차에너지환산계수와 사용된 에너지매체를 고려하여 계산된다.

$$Q_{h,f,a} = \left[ \frac{1-\beta}{\eta_{HP}} + \frac{(1+C)\cdot\beta}{\eta_{CHP}} - \frac{f_{p,Strom}}{f_p} \cdot C \cdot \beta \right] \cdot \frac{Q_{h,outg,a}}{\eta_{HN}} \quad (3.2.10-9)$$

$\eta_{HN}$  : 난방망의 이용효율

$\eta_{HN} = 0.90$  : 기계실에 대한 난방망의 고려

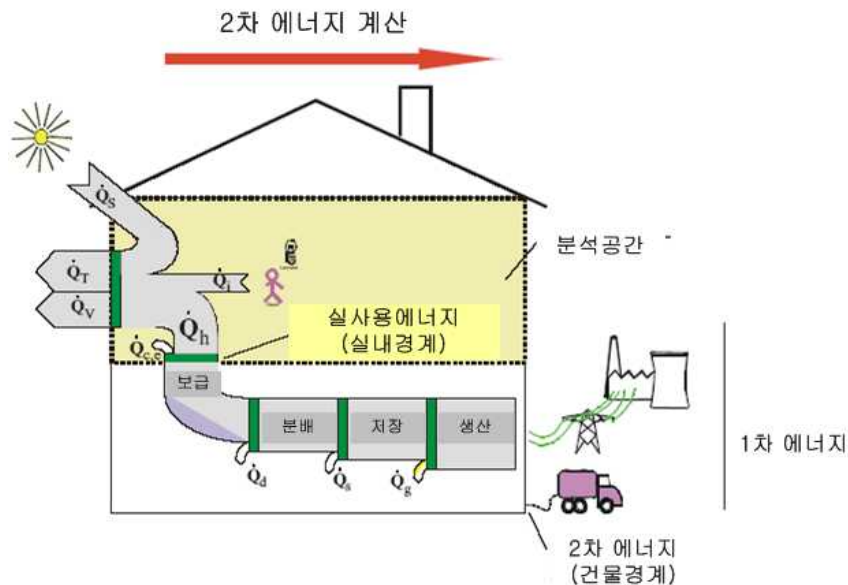
$\eta_{HN} = 1$  : 다른 난방망에 연결된 경우

DIN 18599-1에 따른 합산의 경우 사용된 에너지매체의 1차에너지 환산계수 또는 이산화탄소 배출계수가 이용된다. 계산식 (3.2.10-8)에 따른 계산에서 에너지소요량이 마이너스가 될 경우 0을 적용한다.

## 11. 1차에너지의 모델링프로세스

### 11.1 일반

1차에너지는 건물운동을 위해 가동되는 기기에 필요한 연소성에너지원이나 그 외부에너지원으로 가공되기 전의 화석 혹은 대체에너지를 말한다. 1차에너지소요량을 구하기 위해서는 건물이나 존의 냉난방에너지요구량(3장2절4항), 공조에너지요구량(3장2절5항), 조명에너지요구량(3장2절6항) 및 급탕열에너지요구량(3장2절9항)으로부터 설정된 설비시스템의 2차에너지소요량이 전제가 되어야 한다. 각 설비시스템의 2차에너지소요량과 3장2절6항부터 9항에서 다루어지며 이 항에서는 계산된 값을 가지고 최종 1차에너지소요량이 정해지게 된다. 다음 [그림 3.2.11-1]은 1차에너지 분석과정을 나타낸 개요도이다.



[그림 3.2.11-1] 1차에너지 분석개요

### 11.2 1차에너지소요량 분석

#### 11.2.1 에너지소요량

에너지소요량은 건물에 있어서 난방, 냉방, 온수공급, 공조 그리고 조명기기의 운용에 필요한 연간 지속적인 연료나 전기에너지를 말한다. 에너지소요량을 산정하기 위해서는 표준전제조건하에서의 기기의 용도에 맞는 운용기준이 필요하다.

#### 가. 조명을 위한 에너지소요량

조명을 위한 에너지소요량  $Q_{l,f}$ 은 3장2절6항에서 계산된 조명에너지요구량과 일치한다.

#### 나. 보조에너지에 필요한 에너지소요량

난방열, 냉방열, 급탕 등을 포함한 건물의 전체 에너지소요량은 부가적으로 전력이 사용되는 보조 프로세스와 연계되어 있다(예: 전기 구동, 제어기능 등). 다음 식 (3.2.10-1)은 보조에너지사용의 세부 부분을 보여주고 있다.

$$Q_{f,aux} = Q_{h,aux} + Q_{c,aux} + Q_{V,aux} + Q_{h^*,aux} + Q_{c^*,aux} + Q_{m^*,aux} + Q_{w,aux} + Q_{l,aux} \quad (3.2.11-1)$$

$Q_{f,aux}$ : 보조에너지에 대한 에너지소요량

$Q_{h,aux}$ : 난방시스템에 대한 보조에너지(3장2절7항)

$Q_{c,aux}$ : 냉방시스템에 대한 보조에너지(3장2절8항)

$Q_{V,aux}$ : 송풍에 대한 보조에너지(3장2절5항)

$Q_{h^*,aux}$ : 온풍난방에 대한 보조에너지(3장2절7항)

$Q_{c^*,aux}$ : 냉방공조에 대한 보조에너지(3장2절8항)

$Q_{m^*,aux}$ : 가습공조에 대한 보조에너지(3장2절8항)

$Q_{w,aux}$ : 급탕시스템에 대한 보조에너지(3장2절9항)

$Q_{l,aux}$ : 조명시스템에 대한 보조에너지(3장2절6항)

#### 다. 연료원에 따른 에너지소요량

건물이나 zone에 필요한 에너지소요량은 연료원(j)별로 분리되어 다음 계산식 (3.2.11-2)과 같이 나타내어진다.

$$Q_{f,j} = Q_{h,f,j} + Q_{h^*,f,j} + Q_{c,f,j} + Q_{c^*,f,j} + Q_{m^*,f,j} + Q_{w,f,j} + Q_{l,f,j} + Q_{f,j,aux} \quad (3.2.11-2)$$

$Q_{f,j}$ : 연료원 j에 따른 에너지소요량

$Q_{h^*,f,j}$ : 연료원 j에 따른 난방공조시스템의 에너지소요량(3장2절7항)

$Q_{c,f,j}$ : 연료원 j에 따른 냉방시스템의 에너지소요량(3장2절8항)

$Q_{c^*,f,j}$ : 연료원 j에 따른 냉방공조시스템의 에너지소요량(3장2절8항)

$Q_{m^*,f,j}$ : 연료원 j에 따른 가습시스템의 에너지소요량(3장2절8항)

$Q_{w,f,j}$ : 연료원 j에 따른 급탕시스템의 에너지소요량(3장2절9항)

$Q_{l,f,j}$ : 연료원 j에 따른 조명시스템의 에너지소요량(3장2절6항)

$Q_{f,j,aux}$ : 연료원 j에 따른 보조에너지의 에너지소요량(식 3.2.10-1)



### 11.2.2 1차에너지소요량 평가

1차에너지소요량은 다음 계산식(3.2.11-3)과 같이 산정된다. 연료원별로 분리되어 합산된 1차에너지소요량은 1차에너지계수에 의해 다시 평가된다. 모든 연소물질에 대한 1차에너지의 평가는 발열량에 기인되어 있기 때문에 1차에너지소요량은 2차에너지환산계수에 의해 저위 발열량으로 환산되어 저장한다.

$$Q_p = \sum_j (Q_{f,j} \cdot f_{p,j} \cdot f_{u,j}) \quad (3.2.11-3)$$

$Q_p$  : 1차에너지소요량

$Q_{f,j}$  : 에너지운반매체 j 에 따른 에너지소요량(6.6)

$f_p$  : 1차에너지 환산계수(표 3.132)

$f_u$  : 2차에너지 환산계수(표 3.133)

#### 가. 1차에너지계수

2차에너지의 준비를 위한 1차에너지계수는 1차에너지의 생산에 대한 복합적 요소들을 내포하고 있다. 화석연료의 채굴, 선광, 정제, 운반 및 각 연료로의 배분에 필요한 보조에너지와 물질적 (내적)능률이 포함되어 있다. 계수는 진행사슬의 모델화에 따라 산정된다. GEMIS 프로그램은 하나의 계산모델을 제시하고 있다.

<표 3.2.11-1> 1차 에너지계수  $f_p$

에너지매체 <sup>a</sup>		1차 에너지계수 $f_p$	
		전체	재생불가능한 비율
		A	B
연소물질	난방유 EL	1.1	1.1
	천연가스 H	1.1	1.1
	액화가스	1.1	1.1
	석탄	1.1	1.1
	갈탄	1.2	1.2
	나무	1.2	0.2
열병합발전 <sup>b</sup> 에 의한 지역난방열	화석연료	0.7	0.7
	재생연료	0.7	0.0
화력발전에 의한 지역난방열	화석연료	1.3	1.3
	재생연료	1.3	0.1
전기	Strom-Mix	3.0	2.7

a 친환경에너지(예: 태양에너지)는 1차 에너지계수  $f_p = 0$   
b 열병합발전에 의한 통계적인 지역난방열의 전형적인 비율은 70%임

<표 3.2.11-1>에 나열되어 있는 계수들은 정확도와 오차범위를 고려한 GEMIS의 기초데이터자료에 기인한다. 지역난방열의 프로세스인 경우엔 <표 3.2.11-1>에 포함되지 않은 값들은 특별하게 산출되어 질 수 있다.

<표 3.2.11-1>에 나열된 1차 에너지계산을 위한 계수들의 계산은 다음과 같은 전제조건들이 고려되었다.

- 계수들은 물질적 능률과 채광, 선광 및 운반에 필요한 보조에너지를 포함한 총체적인 예비사슬을 내포하고 있다.
- 공급의 경계는 건물외피이다.
- 1차 에너지계수들은 저위발열량에 기인하여 산출되었고, 저위발열량이 고려된 2차 에너지양의 평가에도 적용된다.
- 개별 연료원의 변동상황의 기록이 필요한 경우 GEMIS에서 각 데이터자료의 토대에 기록할 수 있다.

## 나. 2차 에너지계수

에너지소요량에 따라서 연료원별로 에너지함량을 계산하기 위한 계수이다.

<표 3.2.11-2> 2차 에너지계수

에너지매체		고위발열/저위발열 $H_g/H_i$ $f_{H_g/H_i}$	2차에너지의 환산계수 $f_u$
연소물질	난방유	1.06	0.943
	천연가스	1.11	0.901
	액화가스	1.09	0.917
	석탄	1.04	0.962
	갈탄	1.07	0.935
	나무	1.08	0.926
열병합발전 <sup>a</sup> 에 의한 지역난방열	화석연료	-	1.000
	재생연료	-	1.000
화력발전에 의한 지역난방열	화석연료	-	1.000
	재생연료	-	1.000
전기	Strom-Mix	-	1.000

a 열병합발전에 의한 통계적인 지역난방열의 전형적인 비율은 70%임

## 제 2 절 신·재생에너지 평가 알고리즘 개발

### 1. 태양열시스템 에너지 소요량 프로세스

태양열시스템은 태양에서 방출되는 복사에너지를 흡수, 저장, 열 변환시켜 얻을 수 있는 무공해 에너지 생산시스템이며, 화석연료를 바탕으로 하는 기존 에너지 공급시스템을 대체하여 환경문제도 완화시킬 수 있는 청정에너지 공급시스템이다.

태양열시스템은 집열부, 축열부, 이용부 등으로 구분되고, 여기에 제어장치가 추가된다. 태양에너지는 화석연료에 비해 에너지 밀도도 낮고, 계절별, 시간별로 변화도 심하므로 집열과 축열기술이 매우 중요하다.

우리나라는 1970년대 초반에 대학과 연구소 중심으로 태양열시스템 연구가 시작되었다. 이후 '88년 시행된 대체에너지개발촉진법에 따라 정부 주도의 본격적인 기술개발이 추진되었으며, 당시 평판형 집열기의 태양열 온수급탕시스템이 상용화되었다.

#### 1.1 개요

태양열시스템의 총체적 성능은 이용부의 에너지 소요 패턴에 크게 좌우된다. 이용부의 에너지 소요량은 방열기의 열손실, 펌프·배관의 분배 열손실 등 건물 내 설비시스템의 영향을 받는다. 일반적으로 이용부의 열에너지 소요량이 클수록 태양열시스템의 출력에 대한 요구도 높아진다. 그러므로 이용부의 에너지소요량을 미리서 파악한 후 태양열시스템의 용량을 결정하는 것이 태양열시스템의 효율적인 이용에 매우 중요하다.

태양열시스템의 도입이 건물의 에너지성능에 미치는 영향들을 간단하게 요약하면 다음과 같다.

- 태양열시스템에서 생산된 열은 난방/급탕에 이용되어 기존 방식에 따른 열에너지의 소비가 줄어든다.
- 태양열시스템은 펌프, 제어장치 등에서 전력을 소비하는데, 이로 인해 건물의 전력 소비가 증가한다.
- 보일러의 운전 시간을 줄인다. 태양열시스템은 하절기 백업 보일러의 가동을

정지시킬 수 있으며, 이를 통해 보일러의 대기 열손실과 보조 에너지 소비를 줄일 수 있다.

태양열시스템의 성능은 다양한 요인들에 좌우된다. 성능에 영향을 미치는 매개변수들을 살펴보면 다음과 같다.

- 시스템의 성능지표(연간 백업에너지, 태양 의존율, 연간 보조에너지 등)
- 집열판의 매개변수(집열판 면적, 변환효율, 열손실계수 등)
- 축열탱크의 매개변수(축열탱크 종류, 크기 등)
- 집열판의 순환 열손실 및 축열탱크와 백업 보일러 사이의 분배 손실(배관 길이, 단열성능, 축열효율 등)
- 시스템의 제어(온도차, 설정 온도 등)
- 기후 조건(일사량, 외기 온도 등)
- 태양 집열판의 펌프와 제어 유닛의 보조에너지
- 난방시스템의 에너지 소요량
- 급탕시스템의 에너지 소요량

건물에 설치된 태양열시스템은 다양한 요인들의 영향을 받는다. 태양열시스템이 건물 에너지성능에 미치는 영향이 합리적으로 계산되려면 다음과 같은 입력 요인들에 따른 에너지 손실들이 고려되어야 한다.

- 태양열시스템의 종류 및 특성
- 태양열시스템의 위치
- 제어시스템의 종류
- 열 소요량

## 1.2 태양열시스템 평가

### 1.2.1 태양열시스템이 공급한 열량

태양열시스템은 건물의 난방시스템 또는/그리고 급탕시스템에 열에너지를 공급한다. 태양열시스템이 공급한 총 열량  $Q_{K,sol}$ 은 급탕시스템에 공급된 열량  $Q_{w,sol}$ 과 난방시스템에 공급된 열량  $Q_{h,sol}$ 의 합으로 나타내진다.

$$Q_{K,sol} = Q_{w,sol} + Q_{h,sol} \quad (3.2.12-1)$$

난방시스템에 공급된 열량  $Q_{w,sol}$ 은 태양열시스템에서 공급된 총 열량 중에서 급탕시스템에 공급된 열량이 차지하는 비율  $f_{K,w}$ 에 의해 구해진다.

$$Q_{w,sol} = Q_{K,sol} \cdot f_{K,w} \quad (3.2.12-2)$$

$f_{K,w}$  : 태양열시스템에서 공급된 총 열량 중에서 급탕시스템에 공급된 열량이 차지하는 비율

태양열시스템에서 난방시스템에 공급된 열량  $Q_{h,sol}$ 은 총 공급된 열량  $Q_{K,sol}$ 으로부터 급탕시스템에 사용된 열량이 차감되어 산정된다.

$$Q_{h,sol} = Q_{K,sol} \cdot (1.0 - f_{K,w}) \quad (3.2.12-3)$$

### 1.2.2 태양열시스템의 공급 열량

태양열시스템이 공급한 열량은 다음처럼 두 가지 저장방식으로 구분되어 산정된다.

- 복합 저장식 축열조(관류 급탕방식 또는 탱크 내 탱크 급탕방식)
- 이중 저장식 축열조(태양열 완충탱크와 급탕용 탱크)

태양열시스템으로부터 급탕에 공급되어지는 열량은 연간 급탕에너지 요구량  $Q_{w,outg}$ 과 태양열 집열기에 대한 제품사양들에 대한 값들로부터 구해질 수 있다.

태양열 집열기는 태양에너지를 수집하여 열매체에 저장하는 기능을 수행한다. 반면에 집열기에서는 열손실도 발생하는데, 이는 태양에너지를 모을수록 집열기 내 집열매체의 온도가 상승하여 주변으로 열이 전달되기 때문이다. 집열기 내의 열매체와 주변 공기 사이의 온도 차이가 클수록 열손실량도 커진다.

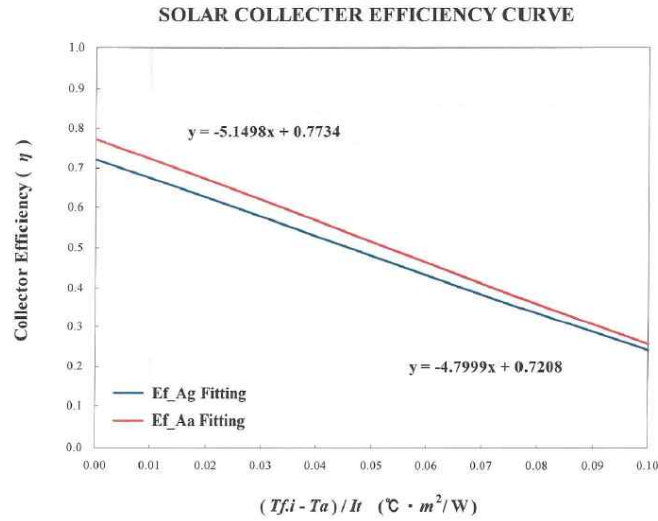
태양열 집열기의 효율은 운전 상태에 따라 수시로 변한다. 집열효율은 집열 성능 뿐만 아니라 열매체 온도에 따른 운전손실이 영향을 미치기 때문이다. 그러므로 집열성능이 뛰어난 집열기를 이용하는 것도 좋지만, 최상의 효율을 갖도록 태양열시스템을 운전하는 것이 시스템의 이용 효율측면에서 매우 중요하다.

태양열 집열기에서 발생하는 열손실은 흡수판 표면온도로부터 구해질 수 있다. 그러나 흡수판 표면 온도는 집열매체의 공급온도와 유량, 천공 복사 등에 의해 변할 뿐만 아니라 측정도 매우 어렵다. 그래서 편의상 집열기 입구에서의 집열매체 온도  $t_i$ 로부터 집열기의 손실과 효율을 산출하기 위하여 집열효율 수정계수  $F_R$ 가 사용되고 있다.

$$\eta_{Ag} = F_R \cdot (\tau\alpha)_{en} - F_R \cdot U_L \cdot \left( \frac{t_i - t_a}{I_T} \right) : \text{전면적 기준} \quad (3.2.12-4)$$

$$\eta_{Aa} = F_R \cdot (\tau\alpha)_{en} - F_R \cdot U_L \cdot \left( \frac{t_i - t_a}{I_T} \right) : \text{투과면적 기준} \quad (3.2.12-5)$$

- $A_g$  : 집열기 전면적 [ $\text{m}^2$ ]
- $\eta_{Ag}$  : 전면적 기준 집열기 효율 [-]
- $\eta_{Aa}$  : 투과면적 기준 집열기 효율 [-]
- $F_R \cdot (\tau\alpha)_{en}$  : 집열효율 수정계수가 적용된 법선면 투과흡수율 [-]
- $(\tau\alpha)_{en}$  : 법선면 투과흡수율 [-]
- $F_R \cdot U_L$  : 집열효율 수정계수가 적용된 열손실계수 [ $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ ]
- $t_i$  : 집열기 입구에서의 집열매체 온도 [ $^{\circ}\text{C}$ ]
- $t_a$  : 외기 온도 [ $^{\circ}\text{C}$ ]
- $I$  : 일사량 [ $\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{mth}$ ]



[그림 3.2.12-1] 집열기 효율 곡선

태양열 집열기의 열 생산 효율은 직달일사가 집열기의 법선면으로 입사될 때(집열기의 표면에 수직으로 직달일사가 입사할 때) 가장 높은 값을 갖는다. 따라서 집열효율을 측정할 때 집열기의 경사각은 방위각과 함께 조절될 수 있어야 한다. 집열기는 집열기에 대한 입사각수정계수가 수직 입사각에서  $\pm 2\%$  이상 달라지지 않는 경사각에서 시험된다. 이 조건은 보통 집열기 통과부에서의 직달일사 입사각이  $20^\circ$  이하일 때 충족된다. 만약 실제로 설치된 집열기의 입사각이 시험조건의 입사각과 다르면 집열기의 효율이 달라지므로 입사각 수정계수  $K_\theta$ 를 이용하여 보정되어야 한다.

$$(\tau\alpha)_e = K_\theta \cdot (\tau\alpha)_{en} \quad (3.2.12-6)$$

$\tau$  : 집열부 투과체 투과율 [-]

$\alpha$  : 집열부 흡열판 흡수율 [-]

$K_\theta$  : 입사각 수정계수 [-]

$(\tau\alpha)_e$  : 유효 투과흡수율 [-]

$(\tau\alpha)_{en}$  : 법선면 투과흡수율 [-]

입사각수정계수  $K_\theta$ 는 태양열집열기의 설비 인증(태양열집열기 세부심사기준 SH 101 : 2009)에서 입사각수정계수 시험항목을 통해 다음과 같은 형식으로 주어진다.

$$K_\theta = 1 - 0.1564 \cdot \left( \frac{1}{\cos\theta} - 1 \right) : \text{입사각 수정계수} \quad (3.2.12-7)$$

집열기 1매당 순간출력은 다음과 같이 구해질 수 있다.

$$\dot{Q} = A \cdot G \left( \eta_0 - a_1 \cdot \frac{(t_m - t_a)}{G} - a_2 \frac{(t_m - t_a)}{G} \right) \quad (3.2.12-8)$$

여기에서 기준이 되는 면적 A는 전면적, 흡수면적, 또는 투과면적 등이 적용될 수 있다. 집열기 1매의 순간출력은 G가 1,000 W/m<sup>2</sup> 인 상태에서 온도차 ( $t_m - t_a$ )의 그래프로 표현된다.  $A \cdot G \eta_0$ 에 대한 결과는 순간최대출력  $W_{PEAK}$ 로 언급되며, 집열기의 각 작동온도  $t_m - t_a$ 와 일사량 조건에 따른 1매당 및 단위면적당 출력테이블은 <표 3.2.12-1>과 같이 작성하여 보고된다.

<표 3.2.12-1> 일사량에 따른 단위면적당 출력

작동온도 $t_m - t_a$ (K)	일사량		
	400 W/m <sup>2</sup>	700 W/m <sup>2</sup>	1000 W/m <sup>2</sup>
0			
20			
40			
60			
80			
$W_{PEAK}$ : _____ W/매 (최고 출력)			
$W_{AVE}$ : _____ W/m <sup>2</sup> (평균 출력)			

사례 1 : 성적서 번호 : KIER-12-4-003호(평판형 태양열집열기)

집열기 단위면적 당(1 m<sup>2</sup> 당) 산출 열량은 작동온도와 일사량에 따라 다르다. 집열효율은 작동온도와 일사량에 따른 변수로 나타내진다.

일사량 (MJ/m <sup>2</sup> ·day)	산출 열량 (MJ/m <sup>2</sup> ·day)					
	10℃		30℃		50℃	
	전면적	투과면적	전면적	투과면적	전면적	투과면적
21	11.9 ( $\eta = 57\%$ )	12.8 ( $\eta = 61\%$ )	8.5 ( $\eta = 40\%$ )	9.1 ( $\eta = 43\%$ )	5.7 ( $\eta = 27\%$ )	6.1 ( $\eta = 29\%$ )
16.7	9.1 ( $\eta = 54\%$ )	9.8 ( $\eta = 59\%$ )	5.9 ( $\eta = 35\%$ )	6.3 ( $\eta = 38\%$ )	3.3 ( $\eta = 20\%$ )	3.5 ( $\eta = 21\%$ )

- 집열면의 경사각 및 방위각

경사각  $\beta$  ( $\beta=0^\circ$  수평)

방위각  $\gamma$  ( $\gamma=-90^\circ$  동향)



주거건물의 경우 태양열집열시스템의 집열 면적에 대한 표준치는 급탕시설용 면적의 2배로 책정되고 비 주거 건물의 경우 태양열집열시스템의 집열 면적은 구체적인 설계치가 적용된다.

- 연간 실내난방을 위한 전체 열 공급량  $Q_{h,outg}$
- 연간 실내난방 및 급탕을 위한 전체 열 공급량  $Q_{W,outg} = Q_{w,outg} + Q_{h,outg}$
- 태양열집열시스템의 부하율  $s/r$  (solar load ratio) [ $m^2/kWh$ ]

$$s/r = \frac{A_c}{Q_{W,ges}} \quad (3.2.12-9)$$

- 실내난방에서 난방순환 온도  $v_h$
- 저장기(제품사양)

저장기의 열손실량은  $q_{B,s}$ 로부터 5.3.1-5에 따라 구해지며 저장방식에 따라 구분되어 저장기의 전체 열손실량이 정해진다.

$$(UA)_s = q_{B,s} \cdot \frac{1000 \cdot 24h}{45K} \quad (3.2.12-10)$$

$$(UA)_S^* = \frac{(UA)_{s,dhw} + (UA)_{s,sol}}{V_{dhw,sto} + V_{sto}} : \text{이중저장식} \quad (3.2.12-11)$$

$$(UA)_S^* = \frac{(UA)_s}{V_{sto}} : \text{복합저장식} \quad (3.2.12-12)$$

$V_{dhw,sto}$  : 급탕용 저장조의 용량 [ $\ell$ ]

$V_{sto}$  : 태양열집열시스템의 완충탱크 혹은 복합 저장조의 용량 [ $\ell$ ]

$(UA)_{s,dhw}$  : 급탕용 저장기의 열손실을 [ $W/K$ ]

$(UA)_{s,sol}$  : 태양열집열시스템의 완충탱크 혹은 복합저장조의 열손실을 [ $W/K$ ]

- 표준시설의 솔라 완충탱크의 용량

$$V_{sol,ref} = A_c \cdot 70 \ell / m^2 \quad (3.2.12-13)$$

- 급탕 열부하의 전체 열부하에 대한 비율

$$f_{K,w} = \frac{Q_{w,outg}}{Q_{W,ges}} = \frac{Q_{w,outg}}{Q_{h,outg} + Q_{w,outg}} \quad (3.2.12-14)$$

### 1.2.3 태양열집열시스템에 대한 계산 방식

태양열집열시스템의 연간 에너지수득량(계산식 5.3.1-10)은 <표 3.2.12-2>의 월 분배비율에 따라 아래 계산식에 따라 월별로 분배되어 월별 에너지수득량으로 환산된다.

$$Q_{K,sol} = f_M \cdot Q_{K,sol,a} \quad (3.2.12-15)$$

<표 3.2.12-2> 연간 수득량의 월 분배비율

월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$f_M$	0.057	0.055	0.117	0.134	0.109	0.081	0.087	0.073	0.098	0.097	0.069	0.023

$$Q_{K,sol,a} = Q_{sys} \cdot f_{NA} \cdot f_{s/r} \cdot f_{s,loss} \cdot f_{h,T} \quad (3.2.12-16)$$

가) 태양열집열장치의 연간 시스템-에너지수득량  $Q_{sys}$  산정

$$Q_{sys} = (199 \cdot \eta_0 - 16.3 \cdot k_1 - 504 \cdot k_2 + 133 \cdot IAM(50^\circ) - 0.590 \cdot c - 23.5) \cdot A_c \quad (3.2.12-17)$$

나) 집열기의 경사각 및 방위각에 대한 수정계수 ( $f_{NA}$ )

<표 3.2.12-3> 집열면 기울기 및 방향에 대한 수정계수

구분		정남으로부터 방위각								
		동 : $\gamma = -90^\circ$				정남	서 : $\gamma = +90^\circ$			
		$-90^\circ$	$-60^\circ$	$-40^\circ$	$-20^\circ$	$0^\circ$	$20^\circ$	$40^\circ$	$60^\circ$	$90^\circ$
경사각	$0^\circ$	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
	$15^\circ$	0.66	0.73	0.76	0.79	0.81	0.80	0.78	0.75	0.68
	$30^\circ$	0.65	0.78	0.85	0.90	0.93	0.92	0.88	0.82	0.70
	$45^\circ$	0.64	0.81	0.90	0.97	1.00	0.98	0.94	0.86	0.70
	$60^\circ$	0.62	0.80	0.91	0.99	1.02	1.01	0.95	0.86	0.68
	$75^\circ$	0.56	0.76	0.87	0.95	0.99	0.98	0.92	0.82	0.64
	$90^\circ$	0.49	0.67	0.76	0.83	0.86	0.86	0.82	0.75	0.57

다) 태양열집열시스템의 부하율에 대한 수정계수( $f_{s/r}$ )

<표 3.2.12-4> 태양열집열시스템의 부하율에 대한 수정계수( $f_{s/r}$ )

$s/r$ ( $\text{m}^2/\text{kWh}$ )	$f_{K,w}$			
	0.1	0.2	0.3	0.5
0.00025	1.569	1.751	1.957	2.213
0.0005	1.312	1.466	1.634	1.852
0.00075	1.162	1.300	1.446	1.642
0.001	1.056	1.182	1.312	1.492
0.00125	0.973	1.091	1.208	1.376
0.0015	0.906	1.016	1.124	1.281
0.00175	0.849	0.953	1.052	1.021
0.002	0.799	0.898	0.990	1.132
0.0025	0.717	0.807	0.886	1.016
0.003	0.649	0.732	0.801	0.921
0.0035	0.592	0.669	0.730	0.841
0.004	0.543	0.614	0.667	0.771
0.0045	0.499	0.566	0.613	0.710
0.005	0.460	0.522	0.564	0.655

라) 저장조의 열손실율에 대한 수정계수 ( $f_{s,loss}$ )

$$R_{s,loss} = \frac{(UA)_s^*}{\frac{0.0447 \cdot \sqrt{Q_{w,outg}} + 0.14 \cdot \sqrt{V_{sol,ref}}}{0.10187 \cdot Q_{w,outg} + V_{sol,ref}}} \quad (3.2.12-18)$$

<표 3.2.12-5> 저장기의 열손실율에 대한 수정계수( $f_{s,loss}$ )

$R_{s,loss}$	0.25	0.5	0.75	1	2.0	2.5	3.0	3.4	4.0
$f_{s,loss}$	1.053	1.035	1.018	0.965	0.930	0.985	0.860	0.825	0.790

$$f_{s,loss} = 1.07 - 0.07 \cdot R_{s,loss} \quad (3.2.12-19)$$

마) 실내난방에서 난방순환온도에 대한 수정계수( $f_{h,T}$ )

<표 3.2.12-6> 실내난방에서 난방순환온도에 대한 수정계수  $f_{h,T}$

$v_h$ ℃	$s/r$ (m <sup>2</sup> /kWh)				
	0.00035	0.0006	0.001	0.004	0.006
20	1.034	1.050	1.076	1.090	1.104
30	1.017	1.025	1.038	1.045	1.052
40	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
50	0.983	0.975	0.962	0.955	0.948
60	0.966	0.950	0.924	0.910	0.896
70	0.949	0.925	0.886	0.865	0.844
80	0.932	0.900	0.848	0.820	0.792

바) 급탕에 사용된 솔라 시설의 에너지 비율( $f_{K,w}$ )

<표 3.2.12-7> 급탕에 사용된 태양열집열시스템의 에너지 비율

$s/r$ (m <sup>2</sup> /kWh)	$f_{K,w}$			
	0.1	0.2	0.3	0.5
0.00025	0.539	0.781	0.908	0.953
0.0005	0.390	0.602	0.732	0.859
0.00075	0.323	0.518	0.645	0.803
0.001	0.283	0.465	0.589	0.764
0.00125	0.255	0.428	0.550	0.734
0.0015	0.234	0.399	0.519	0.709
0.00175	0.218	0.377	0.495	0.688
0.002	0.205	0.359	0.475	0.670
0.0025	0.184	0.330	0.443	0.640
0.003	0.169	0.308	0.418	0.615
0.0035	0.158	0.291	0.399	0.594
0.004	0.148	0.277	0.382	0.576
0.0045	0.140	0.265	0.369	0.560
0.005	0.133	0.255	0.357	0.545

#### 4) 월별 태양열집열시스템 펌프의 보조에너지

태양열집열시스템 펌프의 전기에너지소비량은 제품사양이 주어진 경우 계산식 5.3.1-15을 따르고 없는 경우 5.3.1-16을 따른다.

$$Q_{h,g,aux} = \frac{P_{P,sol} \cdot t_{P,sol}}{1000} \quad (3.2.12-20)$$

$$Q_{h,g,aux} = 0.05 \cdot Q_{h,sol} \quad (3.2.12-21)$$

## 2. 태양광발전시스템 에너지 소요량 프로세스

### 2.1 개요

태양에서 지구에 도달하는 에너지는 무궁무진하다. 태양을 에너지원으로 하는 태양광발전시스템은 발전과정에서 공해가 배출되지 않는다. 태양광발전은 햇빛을 직류 전기로 바꾸어 전력을 생산하는 기술이다.

### 2.2 태양광발전시스템 평가

#### 2.2.1 태양광발전시스템의 전력 생산량

태양광발전시스템에 의해 생산되는 에너지  $E_{el,pv,out}$  는 다음과 같이 계산된다.

$$E_{el,pv,out} = \frac{E_{sol} \cdot P_{peak} \cdot f_{perf}}{I_{ref}} \quad (3.2.13-1)$$

$E_{sol}$  : 연간 입사 일사량 (kWh/m<sup>2</sup>·a)

$P_{pk}$  : 태양 입사 일사량 1000 W/m<sup>2</sup>에서 태양광발전시스템의 최대 출력 (kW)

$f_{perf}$  : 태양광시스템 성능 계수

$I_{ref}$  : 태양광 기준일사량 (1000 W/m<sup>2</sup>)

연간 전력생산량을 산출할 때에 건물의 부위에 의한 음영 효과에 대한 영향을 고려해야 한다.

건물 내에서 생산되는 신·재생에너지에 대해서는 생산에 필요한 에너지를 고려하지 않는다.

$$E_{pv,gen,in} = 0$$

#### 2.2.2 입사 일사량

태양광 모듈에 입사되는 태양 일사량( $E_{sol}$ )은 다음과 같이 계산한다.

$$E_{sol} = E_{sol,hor} \cdot f_{tlt} \quad (3.2.13-2)$$

$E_{sol,hor}$  : 연간 수평면 태양 일사량 (kWh/m<sup>2</sup>·a)

$f_{tlt}$  : 방위 및 경사도에 따른 수정계수

### 2.2.3 최대 출력

최대 출력( $P_{pk}$ ) 은 표준 시험조건 하에서 얻어진다.

만약, 최대 출력( $P_{pk}$ ) 값이 없을 경우 다음과 같이 계산한다.

$$P_{pk} = K_{pk} \cdot A \quad (3.2.13-3)$$

$K_{pk}$  : 태양광 모듈의 최대출력계수 (kW/m<sup>2</sup>)

$A$  : 전체 태양광 모듈 면적 (m<sup>2</sup>) (프레임 제외)

<표 3.2.13-1> 최대 출력 계수

태양광 모듈	$K_{pk}$ (kW/m <sup>2</sup> )
단결정 태양전지	0.12 ~ 0.18
다결정 태양전지	0.1 ~ 0.16
비정질 박막형 태양전지	0.04 ~ 0.08
기타 박막형 태양전지	0.035
CIS 박막형 태양전지	0.105
CdTe 박막형 태양전지	0.095

### 2.2.4 시스템 성능 계수

태양광발전시스템은 햇빛을 직류전류로 변환시키는 태양전지모듈, 발생된 직류전류를 교류로 변환시키는 인버터 등으로 구성된다. 또한 태양전지모듈의 온도는 발

전량에 영향을 미친다. 따라서 태양광발전시스템의 전력 생산량을 산출하기 위해서는 이러한 영향인자들이 고려되어야 한다.

태양광발전시스템의 성능 계수  $f_{perf}$ 는 건물에 설치된 태양광발전시스템의 실제 성능을 도출함에 있어서 다음과 같은 영향들을 고려하기 위하여 적용된다.

- 직류를 교류로 변환하는 시스템
- 태양전지모듈의 실제 작동 온도
- 태양전지모듈의 건물 적용 방식

건물에 적용된 태양전지모듈은 배면의 환기 여부 및 방식에 따라 구분된다.

<표 3.2.13-2> 시스템 성능 계수

태양전지모듈의 건물 적용 타입	$f_{perf}$
밀착형	0.7
후면 통풍형	0.75
기계 환기형	0.8

### 2.2.5 태양전지모듈의 열 생산

태양전지모듈은 열을 생산하지 않는다. 따라서 이에 대해서는 고려하지 않는다.

$$Q_{pv,gen,out} = 0$$

### 2.2.6 보조 에너지 소비

태양전지모듈에서 전력을 생산하는데 보조로 소비되는 에너지는 무시한다.

$$W_{pv,gen,aux} = 0$$

### 2.2.7 시스템의 열적 손실

태양광발전시스템에서 발생하는 열 손실은 무시한다.

$$Q_{pv,gen,ls} = 0$$

### 2.2.8 열회수시스템의 열적 손실

난방에너지 요구에 대한 열회수시스템에 대한 열 손실은 고려하지 않는다.

$$Q_{pv,gen,ls,rbl} = 0$$



### 3. 히트펌프시스템 에너지 소요량 프로세스

#### 3.1 개요

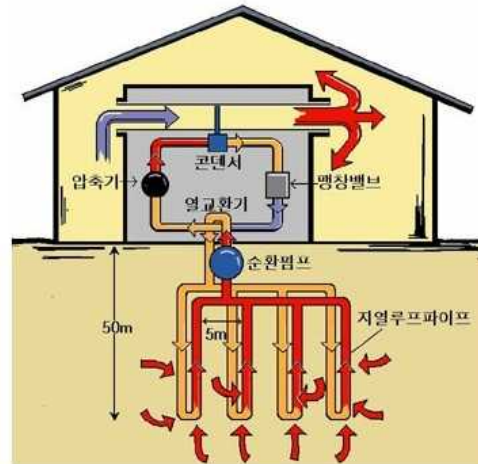
히트펌프의 성능은 응축과 증발의 열적 밸런스가 얼마나 잘 맞춰지는가에 의해 성능이 좌우된다. 열의 흡수 온도와 열의 배출 온도 등 히트펌프의 운전 상태가 성능에 미치는 영향이 매우 크다.

일 년 내내 또는 난방기간 동안에 열 흡수와 열 배출은 지속적으로 변하기 때문에, 히트펌프의 성능은 열 흡수와 열 배출에 대한 온도가 정의된 기간에 한하여 계산된다. 그러므로 계산 수행 시간과 실제의 시간 사이에는 차이가 있다.

경우에 따라서는 기후 데이터를 이용한 간략한 평가방법이 월간 또는 연간 평균 값을 계산하는데 용이할 수 있다.

우리는 히트펌프를 이용하여 열 분배시스템에 에너지를 공급할 수 있다. 공급되는 에너지를 계산하기 위해서는 히트펌프의 일 년 동안에 대한 일률과 연간 소요되는 전력량에 영향을 미치는 다음과 같은 요소들이 고려되어야 한다.

- 히트펌프의 종류 (공기-물, 염수(브라인)-물, 물-물, 공기-공기)
- 난방과 급탕에 필요한 에너지의 공급
- 열 흡수와 배출 온도의 변동이 성능에 미치는 영향과 히트펌프의 성능지수 (COP, en: Coefficient of Performance)
- 부분부하 운전의 영향
- E DIN EN 14511-5에 따른 시험조건에서 고려되지 않았지만, 히트펌프 운전에 필요한 보조에너지
- 설치된 저장장치에 의한 시스템 손실



[그림 3.2.14-1] 히트펌프 개념도

## 3.2 히트펌프시스템 평가

### 3.2.1 계산 방법

히트펌프의 에너지생산량 계산은 다음과 같은 입력데이터의 고려 하에서 진행된다.

- 히트펌프의 종류 (공기-물, 염수(브라인)-물, 물-물)
- 시스템 구성 (온수가열 및 가동방식)
- 주변조건 (기상데이터)

이러한 입력데이터들을 바탕으로 다음과 같은 결과값들이 계산된다.

- 난방이나 급탕에 필요한 에너지를 생산하기 위하여 요구되는 전력 또는 연료 형태의 에너지  $Q_{h,f}$
- 히트펌프의 전체 열손실  $Q_{h,g}$
- 히트펌프 운전에 필요한 보조에너지  $Q_{h,g,aux}$
- 히트펌프의 전체 회수 가능한 열 배출  $k_{rd,g} \cdot Q_{h,g,aux}$

연소식 히트펌프의 경우에는 배출된 열의 일부를 열교환기를 통해 회수할 수 있다.  $Q_{rd,mot,g}$ 는 히트펌프의 특징을 나타내며 냉각 및 배기가스로부터의 열을 회수하

기 위한 시스템의 효율과 기술적 특성과 상관이 있다.

제품사양에 대한 정보가 주어지지 않았다면, 모터 냉각기능을 가진 가스 모터식 히트펌프에 상응하는 경우에 표준값으로  $p_{rd,mot} = 0.4$ 가 적용된다. 그 이외의 히트펌프는  $p_{rd,mot} = 0$ 의 값이 적용된다.

$$p_{rd,mot} = \frac{Q_{rd,mot,g}}{Q_{h,f}} \quad (3.2.14-1)$$

$p_{rd,mot}$  : 생산기기로 유입된 연료(에너지) 중에서 회수된 비율

$Q_{rd,mot,g}$  : 모터에 의해 월간 회수된 에너지 (kWh)

$Q_{h,f}$  : 생산기기의 월간 에너지소요량 (kWh)

## 가. 전기 구동식 히트펌프

### - 열원온도에 대한 보정

히트펌프의 난방성능과 COP는 DIN EN 255와 DIN EN 14511에 따른 시험방법에 의해 측정된다. 시험에서 누락된 데이터는 DIN EN 255나 DIN EN 14511에 따라 제공되는 제품사양에 대한 정보에 의해 보충될 수 있다.

그럼에도 데이터가 누락된 경우에는 부록 A의 표준값을 적용할 수 있다. 이는 일반적인 히트펌프에 대한 값으로, 특정기기와는 무관하다.

### 열원 지열 및 지하수

땅과 지하수가 열원으로 이용되는 경우 지중과 지하수의 평균 온도가 이용된다. 지중과 지하수의 평균 온도는 평균 외기온도에 따라서 다르므로 <표 3.2.14-1>의 값을 이용하여 계산하도록 한다. 외기온도가 시험 포인트의 중간에 위치하거나 또는 주어진 값들의 바깥에 놓인 경우에는 시험 포인트에서 선형 보간(interpolation)법과 외삽(extrapolation)법에 의해 산정된다.

### 열원 배기

보간(interpolation)에 이용될 시험 포인트가 더 이상 없으면 건물의 해석-실내온

도에 적합 시키기 위해 성능지수(COP)의 보정이 부록 A(엑서지 효과)에 따라 이루어진다.

<표 3.2.14-1> 평균 외기온도에 따른 지열과 지하수의 평균 온도

평균 외기온도 ℃	평균 지중온도 ℃	평균 지하수온도 ℃
20	4.5	12.0
10	3.0	10.7
7	2.6	10.2
5	2.3	10.0
2	1.8	9.6
0	1.5	9.3
-2	1.2	9.0
-5	0.8	8.6
-7	0.5	8.4
-10	0	8.0

<표 3.2.14-2> 월평균 외기온도에 대한 지열 및 지하수에 대한 평균 열원온도

월	평균 외기온도 ℃	평균 지중온도 ℃	평균 지하수온도 ℃
1	-1.3	1.3	9.1
2	0.6	1.6	9.4
3	4.1	2.1	9.9
4	9.5	2.9	10.6
5	12.9	3.4	11.0
6	15.7	3.9	11.4
7	18	4.2	11.7
8	18.3	4.2	11.8
9	14.4	3.7	11.2
10	9.1	2.9	10.5
11	4.7	2.2	9.9
12	1.3	1.7	9.5

#### - 분배 배관망 온도에 대한 보정

온수 난방분배 배관망

월간 평균 급수온도는 분배 배관망에 의해 정해진다.

히트펌프 성능지수의 보정은 시험 포인트의 분배 배관망의 평균 온도로의 선형 보간(linear interpolation)을 통해 이루어진다.

시험측정에서 온도차가 다르게 나오는 히트펌프는 난방급수온도와 회수온도 사이의 온도차로 가동될 때 보정이 필요하다.

이 영향은 <표 3.2.14-3>에 따른 보정계수에 의해 기술된다.

$$COP_T = COP \cdot f_{\Delta\vartheta} \quad (3.2.14-2)$$

$COP_T$  : 히트펌프의 수정된 성능지수

$COP$  : 시험측정에 따른 성능지수

$f_{\Delta v}$  : <표 5.91>에 따른 보정계수

$\Delta v_M$  : 시험측정에서의 온도차 (K)

$\Delta v_B$  : 가동할 때의 온도차 (K)

<표 3.2.14-3> 보정계수  $f_{\Delta v}$

가동 $\Delta v_B$ (K)	시험측정에서의 온도차 $\Delta v_M$ (K)												
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3	1.000	0.990	0.980	0.969	0.959	0.949	0.939	0.928	0.918	0.908	0.898	0.887	0.877
4	1.010	1.000	0.990	0.980	0.969	0.959	0.949	0.939	0.928	0.918	0.908	0.898	0.887
5	1.020	1.010	1.000	0.990	0.980	0.969	0.959	0.949	0.939	0.928	0.918	0.908	0.898
6	1.031	1.020	1.010	1.000	0.990	0.980	0.969	0.959	0.949	0.939	0.928	0.918	0.908
7	1.041	1.031	1.020	1.010	1.000	0.990	0.980	0.969	0.959	0.949	0.939	0.928	0.918
8	1.051	1.041	1.031	1.020	1.010	1.000	0.990	0.980	0.969	0.959	0.949	0.939	0.928
9	1.061	1.051	1.041	1.031	1.020	1.010	1.000	0.990	0.980	0.969	0.959	0.949	0.939
10	1.072	1.061	1.051	1.041	1.031	1.020	1.010	1.000	0.990	0.980	0.969	0.959	0.949

실내로 직접적인 공급

난방에 요구되는 에너지가 실내공기에 직접 전달되는 경우(예: 공기-열교환기에서 냉매의 응축을 통한) 배관 분배망의 분배온도는 실내요구온도가 적용된다.

#### 나. 연소 구동식 히트펌프

연소 구동식 히트펌프에는 모터식과 흡수식 히트펌프가 속한다. 성능은 시험연구소의 시험측정방식에 따라 이루어진다.

### 3.2.2 부분부하운전 성능지수(COP)

#### 가. 일반

성능을 제어하지 않는 압축기를 가진 히트펌프는 부분부하운전에서 ON/OFF로 제어한다. 이로 인해 빈번한 압축기의 켜짐과 꺼짐으로 인한 에너지 손실이 발생하고 히트펌프의 성능지수도 감소한다.

단계적으로 또는 지속적으로 제어가 되는 기능을 가진 히트펌프는 ON/OFF 방식에 비해 부분부하에서 더 나은 효율을 보인다.

최대부하에서의 성능지수와 부분부하를 위한 보정계수는 각 등급의 운전 포인트에 대한 부분부하운전에서의 성능지수(COP)와 난방성능을 계산하는데 필요하다. DIN CEN/TS 14825에 따라 측정된 50% 부하에서의 성능지수가 필요하다.

부분부하운전에서의 성능지수  $COP_{pl}$ 는 다음과 같다.

$$COP_{pl} = COP_{fl} \cdot f_{pl} \quad (3.2.14-3)$$

$COP_{pl}$  : 부분부하에서의 성능지수

$COP_{fl}$  : 최대부하에서의 성능지수

$f_{pl}$  : 부분부하를 위한 보정계수

보정계수  $f_{pl}$ 은 분배시스템과 히트펌프의 열적 관성과 히트펌프의 가동시간을 고려하고 있다. 히트펌프의 가동시간은 부하계수 FC에 의해 고려된다.

$$FC = \frac{t_{ON,g,i}}{t_i} \quad (3.2.14-4)$$

$t_{ON,g,i}$  : 월간 등급 i 의 히트펌프의 가동시간 (h)

$t_i$  : 월간 등급 i 에서의 전체시간 (h)

전기 구동식 히트펌프에 대한  $f_{pl}$ 은 (열)공급시스템 라디에이터, 컨벡터와 면적 난방에 대해 별도로 주어진다.

## 나. 히트펌프의 가동시간

히트펌프의 가동시간은 가동조건(열원온도와 난방 급수 및 회수온도)에 따른 난방부하와 열에너지요구량과 상관이 있다. 열에너지요구량은 건물부하, 분배시스템과 내부부하와 상관이 있다. 각 등급의 운전시간은 다음과 같다.

$$t_{ON,g,i} = \frac{Q_{h,outg,i}}{0.001 \cdot \Phi_{g,i}} \quad (3.2.14-5)$$

$t_{ON,g,i}$  : 월간 등급 i 의 히트펌프의 가동시간 (h)

$Q_{h,outg,i}$  : 월간 등급 i 에서의 에너지요구량(분배시스템, 열원기기 손실) (kWh)

$\Phi_{g,i}$  : 등급 i 의 히트펌프 난방성능 (W)

전제조건 :

$$t_{M,ON} \geq \sum_{T-Klasse} t_{ON,g,i} \quad (3.2.14-6)$$

히트펌프의 최대 가능한 가동시간은 도표 25에 주어지고 계산식 (3.2.3-6)은 각 등급에서의 가동시간을 비율적으로 제한한다.

히트펌프의 가동시간은 열에너지요구량과 상관이 있기 때문에 그의 가동방식이 고려되어야만 한다.

분배망의 월평균 급수온도가 히트펌프의 최대 급수온도보다 높으면 이 등급의 급수온도는 정해지고 이 등급에 대한 히트펌프의 가동시간이 한정된다.

계산식(3.2.3-6)에 따른 최대 가능한 가동시간을 넘으면 난방 및 급탕에 대한 가동시간은(히트펌프의 제어방식이 이에 대한 배분을 주지 않는 한) 각각 같은 시간(수)이 줄어든다.

히트펌프에 의해 제공되는 열은 실제 가동시간에 따라 한정된다.

$$Q_{h,outg,WP} = 0.001 \cdot t_{ON,g,i,WP} \cdot \Phi_{g,i} \quad (3.2.14-7)$$

$Q_{h,outg,WP}$  : 월간 등급 i 에서의 히트펌프의 열원기기열공급량 (kWh)

$t_{ON,g,i,WP}$  : 월간 등급 i 에서의 히트펌프의 실제 가동시간 (h)

$\Phi_{g,i}$  : 등급 i 의 히트펌프 난방성능 (W)

### 3.2.3 열원기기 손실

난방온수-완충탱크

개별 온도등급으로의 환산은 계산식 (3.2.14-8)에 따라 환산된다.

$$Q_{h,g,s,i} = Q_{h,s} \cdot \frac{t_i}{t_h \cdot 24} \quad (3.2.14-8)$$

$Q_{h,g,s,i}$  : 등급 i에서 탱크의 외부로의 열손실 (kWh)

$Q_{h,s}$  : 월간 완충탱크의 책정열손실 (kWh)

$t_i$  : 월간 등급 i 에서의 시간 (h)

$t_h$  : 월간 난방시간 (4.1 참조) (h)

이 외 열손실

전기 구동식 히트펌프의 경우 이 외의 손실은 적용되지 않는다.

$$Q_{h,g,WP} = 0$$

연소 구동식 히트펌프에 대해서는 시험 결과값이나 생산자의 데이터가 이용된다.

$$Q_{h,g,1} = Q_{h,g,S,i} + Q_{h,g,\varnothing,i} \quad (3.2.14-9)$$

$Q_{h,g,i}$  : 월간 등급 i 에서의 열손실 (kWh)

### 3.2.4 전체 에너지수용량의 계산

#### 가. 전기 구동식 히트펌프

난방가동 시 히트펌프의 전기에너지수용량

전기에너지수용량은 개별 등급의 전기에너지수용량의 합으로서 다음과 같다.



$$Q_{h,f,1} = \sum_{i=1}^{n_{bin}} \frac{Q_{h,outg,sin,i} + Q_{h,g,i} - (1 - P_{h,combi}) \cdot k_{rd,g} \cdot Q_{h,g,aux,i}}{COP_{sin,i}} + \sum_{i=1}^{n_{bin}} \frac{Q_{h,outg,combi,i} + Q_{h,g,i} - P_{h,combi} \cdot k_{rd,g} \cdot Q_{h,g,aux,i}}{COP_{combi,i}} \quad (3.2.14-10)$$

- $Q_{h,f,1}$  : 난방가동에서 히트펌프가동을 위한 월간 에너지소요량 (kWh)  
 $Q_{h,outg,sin,i}$  : 난방가동에서 히트펌프에 의해 충당되는 등급 i의 월간 열공급량 (kWh)  
 $Q_{h,outg,combi,i}$  : 복합가동에서 히트펌프에 의해 충당되는 등급 i의 월간 열공급량 (kWh)  
 $Q_{h,g,i}$  : 등급 i의 열원기기 월간 열손실 (kWh)  
 $k_{rd,g}$  : 열에너지에 의해 재취득되는 보조에너지부분 ( $k_{rd,g} = 0$ )  
 $Q_{h,g,aux,i}$  : 난방가동에서 히트펌프가동에 대한 월간 보조에너지량 (kWh)  
 $COP_{sin,i}$  : 등급 i에서 순수 난방가동에서의 일률  
 $COP_{combi,i}$  : 난방 및 급탕의 복합가동에서 등급 i의 히트펌프일률  
 $P_{h,combi}$  : 복합가동의 비율 (동시가동)  
 $n_{bin}$  : 등급의 수

## 나. 가스히트펌프

각 등급에 대한 히트펌프의 연소원료 에너지의 양은 계산식 (3.2.3-11)과 같다.

$$Q_{h,f,1} = \sum_{i=1}^{n_{bin}} \frac{Q_{h,outg,i} - k_{rd,g} \cdot Q_{h,g,aux,i}}{COP_i} \cdot f_{Hs/Hi} \quad (3.2.14-11)$$

- $Q_{h,f,1}$  : 난방가동에서 히트펌프가동을 위한 월간 에너지소요량(가스) (kWh)  
 $Q_{h,outg,i}$  : 난방시스템에 대한 월간 열공급량 (kWh)  
 $k_{rd,g}$  : 열에너지에 의해 재취득되는 보조에너지의 부분 ( $k_{rd,g} = 0$ )  
 $Q_{h,g,aux,i}$  : 난방가동에서 등급 i의 히트펌프의 월간 보조에너지 (kWh)  
 $COP_i$  : 난방가동에서 등급 i의 히트펌프의 일률  
 $f_{Hs/Hi}$  : 사용된 연소원료의 고위발열 /저위발열 비  
 $n_{bin}$  : 등급의 수

### 3.2.5 보조에너지

$$Q_{h,g,aux} = (\Phi_{prim,aux} + \Phi_{sek,aux}) \cdot 0.001 \cdot t_{ON,aux} \quad (3.2.3-12)$$

$Q_{w,g,aux}$  : 월간 전체 보조에너지요구량 (kWh)

$\Phi_{prim,aux}$  : 1차 순환의 성능요구 (W)

$\Phi_{sek,aux}$  : 2차 순환의 성능요구 (W)

$t_{ON,aux}$  : 각 보조구성요소의 월간가동시간 (h)

보조구성요소의 성능요구를 모를 경우, 계산식 (3.2.14-13)과 같이 계산된다.

$$\Phi_{prim/sek,aux} = \frac{\Delta p \cdot \dot{V}}{\eta_{aux} \cdot 3600} \quad (3.2.14-13)$$

$\Phi_{prim,aux}$  : 1차 순환의 성능요구 (W)

$\Phi_{sek,aux}$  : 2차 순환의 성능요구 (W)

$\Delta p$  : 압력손실(1차 또는 2차) (Pa)

$\dot{V}$  : 유량 (m³/h)

$\eta_{aux}$  : 순환펌프의 효율

#### 가. 1차 순환(열원 측)

히트펌프의 경우 생산기의 부분시스템에서 열원펌프의 가동에너지가 고려된다. 보조구성요소의 가동시간  $t_{ON,aux}$ 을 위해 모든 온도등급에 대한 히트펌프의 가동시간의 합  $t_{ON,g,i}$ 이 적용된다.

염수(브라인)-물-히트펌프 및 물-물-히트펌프

염수-물-히트펌프와 물-물-히트펌프의 경우 기화기내의 내부 압력손실을 보강하기 위한 보조에너지는 시험측정에 의한 성능지수(COP)에 고려되어 있다.

열원 측 시설 내의 압력손실을 보강하기 위한 히트펌프의 보조에너지 중 빠진 부분은 계산식(3.2.3-13)에서 고려된다. 데이터가 없는 경우 압력손실 40 kPa을 적용한다.

### 나. 2차 순환(열이용 측)

히트펌프와 분배시스템사이에서 수리역학적 연결의 경우(예 : 병렬로 연결된 완충 탱크에 의한)에는 추가적인 탱크용 펌프가 추가적으로 생산기기의 부분시스템에 적용된다. 이 경우 외부 압력손실의 보강을 위한 에너지가 고려된다. 만약 값을 모를 경우 압력손실 10 kPa이 채택된다.

보조구성요소의 가동시간  $t_{ON,aux}$ 에는 모든 온도등급에 대한 히트펌프-사용시간의 합  $t_{ON,g,i}$ 이 적용된다.

### 3.2.6 두 번째 열원기기의 에너지수용량(재가열시스템)

$$Q_{h,outg,bu} = \max(\sum_i Q_{in,d,i} - Q_{h,outg,i,\varphi}; P_{bu,h} \cdot Q_{h,outg}) \quad (3.2.14-14)$$

$Q_{h,outg,bu}$  : 두 번째 열원기기에 의해 제공된 등급 i의 월간 열공급량 (kWh)

$Q_{h,outg,i,WP}$  : 등급 i에서 히트펌프의 월간 열공급량 (kWh)

$Q_{in,d,i}$  : 등급 i에서 분배시스템의 월간 에너지요구량 (kWh)

$P_{bu,h}$  : 두 번째 열원기기에 의해 충당되는 열요구량의 비율

### 3.2.7 전체 에너지수용량

전체 전기에너지수용량(또는 연소원료에너지량)은 히트펌프와 2번째 열원기기의 유입에너지의 합이다.

$$Q_{h,f} = Q_{h,f,1} + Q_{h,f,bu} \quad (3.2.14-15)$$

$Q_{h,f}$  : 난방가동(히트펌프와 전기에 의한 재가열)을 위한 월 전체 에너지소요량 (kWh)

$Q_{h,f,1}$  : 히트펌프의 난방 가동에 대한 월간 에너지 소요량 (kWh)

$Q_{h,f,bu}$  : 난방가동에 대한 두 번째 열원기기(재가열)의 월간 에너지 소요량 (kWh)

### 3.2.8 재생에너지유입량

$$Q_{h,in} = Q_{h,outg} - Q_{h,f} + Q_{h,g} \quad (3.2.14-16)$$

$Q_{h,in}$  : 난방시스템을 위한 월간 환경 열 (kWh)

$Q_{h,outg}$  : 난방시스템으로의 월간 열공급량 (kWh)

$Q_{h,f}$  : 난방가동에 대한 히트펌프의 월간 에너지 소요량 (kWh)

$Q_{h,g}$  : 난방시스템에서 설치공간으로의 월간 생산열손실 (kWh)

### 3.2.9 열원기기 하부시스템의 일률

연간 일률은 월간 난방에너지요구량과 에너지소요량의 합에 의해 다음과 같이 계산된다.

$$SPF_{g,t,a} = \frac{\sum_{Month} Q_{h,outg}}{\sum_{Month} Q_{h,f} + Q_{h,aux,g}} \quad (3.2.14-17)$$

월 일률은 다음과 같다.

$$SPF_{g,t} = \frac{Q_{h,outg}}{Q_{h,f} + Q_{h,aux,g}} \quad (3.2.14-18)$$

$SPF_{g,t,a}$  : 히트펌프의 연간 일률

$SPF_{g,i}$  : 히트펌프의 월간 일률

$Q_{h,outg}$  : 난방시스템에 대한 월간 열공급량 (kWh)

$Q_{h,f}$  : 난방시스템에 대한 월간 에너지소요량 (kWh)

## 4. 풍력시스템 에너지 모델링<sup>9)</sup>

### 4.1 개요

풍력발전은 공기의 유동이 갖는 운동에너지를 회전자를 회전시켜 기계적 에너지로 변환시키고, 이로부터 전기에너지를 얻는 기술이다. 풍력발전은 오염을 발생시키지 않지만 터빈이 멀리 떨어져 배치되어야 하므로 넓은 공간을 필요로 한다. 풍력발전기는 날개(blade)와 허브(hub)로 구성된 회전자와 회전을 증속하여 발전기를 구동시키는 증속장치(gear box), 발전기 및 각종 안전장치를 제어하는 제어 장치, 유압 브레이크 장치와 전력 제어 장치 및 철탑 등으로 구성된다.

풍력발전기에서 연간 발전되는 전력량을 산출하는 방법은 평균 전력 밀도법(Average Power Density Method)을 바탕으로 한다. 풍력발전기에서 연간 생산된 전력량은 시간별 데이터를 사용하여 1년 동안에 대한 바람의 평균 전력 밀도를 추정하고, 발전기의 변환 효율을 적용하여 구해진다. 발전기의 높이와 지형으로 인해 야기되는 풍력 자원에 대해서는 보정이 허용된다.

### 4.2 데이터 요구사항

평균 전력 밀도법을 이용하여 풍력발전기의 연간 발전량을 산출하기 위해서는 다음의 4가지 데이터가 요구된다.

- 지형 : 풍력발전기가 설치되는 지형에 대하여 크게 네 가지로 구분되어 지정된다. ① 장애물이 없는 편평한 시골, ② 경계 울타리가 있는 농장, ③ 평균 건물 높이가 15 m 이상인 도시의 외곽, ④ 산업 지역

<표 3.2.15-1> 지형 계수

지형	지형 계수 $K_R$	거칠기 $Z_0(m)$
• 장애물이 없는 편평한 시골	0.17	0.01
• 경계 울타리가 있는 농장(가끔 작은 농장 구조물, 주택 또는 나무가 있음)	0.19	0.05
• 교외, 산업 지역 및 영구적인 산림	0.22	0.3
• 평균 높이가 15 m 이상인 건물이 표면의 15% 이상을 덮고 있는 도시 지역	0.24	1.0

- 직경 (m) : 풍력발전기 로터의 직경을 지정한다.

9) SBEM(Simplified Building Energy Model), A Technical Manual for SBEM, 1. March 2010

- 허브 높이 (m) : 풍력발전기의 허브 높이를 지정한다.
- 정격출력 (kW) : 풍력발전기의 정격출력(정격 풍속에서의 전력)을 지정한다. 이는 풍력발전기에 대한 변환효율을 지정하는데 사용된다.

<표 3.2.15-2> 풍력발전기 효율

평균 월별 풍속(m/s)과 $C_R(z)$ 계수의 곱	풍력발전기 효율	
	소형 발전기 ( ≤ 80 kW )	중형 발전기 ( > 80 kW )
[0, 3]	0%	0%
[3, 4]	20%	36%
[4, 5]	20%	35%
[5, 6]	19%	33%
[6, 7]	16%	29%
[7, 8]	15%	26%
[8, 9]	14%	23%
> 9	14%	23%

### 4.3 알고리즘

평균 전력 밀도법을 이용하여 풍력발전기의 연간 발전량을 산출하는 계산 공식은 다음과 같다.

$$Q_{WT} = 0.5 \cdot \rho \cdot (C_R(z) \cdot V_0)^3 \cdot A \cdot EPF \cdot K_{WT} \cdot 24 \cdot N / 1000 \quad (3.2.15-1)$$

$Q_{WT}$	: 풍력발전기의 월별 전력생산량 (kWh)
$\rho$	: 공기 밀도(∼1.225 kg/m³)
$C_R(z)$	: 높이 $z$ 지점에서의 거칠기 계수
$V_0$	: CIBSE 시험 기준년도 유도방식에 따른 평균 월별 풍속 (m/s)
$A$	: 날개의 회전 면적 (m²)
$EPF$	: CIBSE 시험 기준년도 유도방식에 따른 에너지 패턴 계수
$K_{WT}$	: 풍력발전기의 효율, 표 160 참조
$N$	: 해당 월의 일 수 (일)

조도 길이  $z_0$ 은 풍속의 연직방향 분포가 높이에 대해 대수적으로 변화한다고 가정하는 경우, 평균풍속이 0이 되는 경계 층의 외삽 높이를 나타내며, ‘거칠기 길이’ 또는 ‘지면 거칠기 고도’라고도 한다.

$$C_R(z) = K_R \cdot \ln(z/z_0) \quad (3.2.15-2)$$

$K_R$  : 지형계수, 표 159 참조

$z_0$  : 조도 길이, 표 159 참조

$z$  : 풍력발전기의 허브 높이 (m)

날개의 회전 면적은 풍력발전기의 날개 직경으로부터 구해진다.

$$A = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \quad (3.2.15-3)$$

$D$  : 풍력발전기의 날개 직경 (m)

CIBSE는 연간 평균 전력 밀도와 풍속으로부터 에너지 패턴 계수를 유도하는 공식을 제공하고 있다.

$$EPF = \frac{APD}{0.5 \cdot \rho \cdot V_0^3} \quad (3.2.15-4)$$

$APD$  : 연간 평균 전력 밀도 (W/m<sup>2</sup>)

연간 평균 전력 밀도는 시간별 풍속과 공기의 밀도로부터 구해진다.

$$APD = \frac{\sum_{i=1}^{8760} 0.5 \cdot \rho \cdot V_i^3}{8760} \quad (3.2.15-5)$$

$V_i$  : CIBSE TRY 방식에 따른 시간별 풍속 (m/s)

8760 : 1년에 대한 시간 수 (h)

수직축 풍력발전기의 연간 발전량은 수평축 풍력발전기에 대한 등가 발전기의 날개 직경을 이용하여 산출된다.

$$A_{VAWT} = \frac{\pi \cdot D_e^2}{4} \quad (3.2.15-6)$$

$A_{VAWT}$  : 수직축 풍력발전기의 회전면적 (m<sup>2</sup>)

$D_e$  : 수직축 풍력발전기의 등가 날개 직경 (m)

## 제 4 장 건축물 에너지성능 평가방법

### 활성화 방안

#### 제 1 절 건축물 에너지성능 평가방법 운영방안

건축물 에너지성능 평가방법을 운영하는 방안은 「건축물 에너지효율등급 인증제도」의 조직형태를 최대한 유지하도록 한다. 현재 조직의 형태를 살펴보면, 법제도를 주관하고 관리하는 중앙정부, 법제도의 실행업무를 담당하는 운영기관, 건물의 에너지성능을 계산하고 평가하는 인증기관 등으로 구성되어 있다. 본 연구는 계산 알고리즘을 개선·검증하는 업무를 담당하는 WG을 현재의 조직형태에 추가하는 방안을 제안한다.

건축물에너지 효율등급 인증과 관련된 법제도의 신설, 개정 등의 업무를 담당하는 “중앙정부”의 부처는 국토교통부와 산업통상자원부로서 제도를 통한 에너지절감 및 온실가스 저감의 실효성을 향상시키기 위하여 노력하고 있다.

“운영기관”은 「녹색건축물 조성 지원법」 제23조에 따라 녹색건축센터로 지정된 에너지관리공단으로서, 운영기관을 지정하려는 경우 국토교통부장관은 산업통상자원부장관과 협의하고, 인증운영위원회의 심의를 거쳐야 한다.

“인증기관”은 「녹색건축물 조성 지원법」 제17조제2항의 규정에 따라 건축물의 에너지효율등급 인증제도를 시행하기 위해 국토교통부장관에 의하여 지정된 기관을 말한다. 초기 4개 인증기관( 한국건설기술연구원, 한국시설안전공단, 한국토지주택공사, 한국에너지기술연구원)으로 출발하여, 2014년 「녹색건축물 조성 지원법」 제17조 및 「건축물 에너지효율등급 인증에 관한 규칙」 제4조(인증기관의 지정) 법률에 근거하여 추가로 5개 기관(한국교육환경연구원, 한국환경건축연구원, 한국건물에너지기술원, 한국생산성본부인증원, 한국감정원)이 지정되어, 현재 총 9개 기관이 건축물 에너지효율등급과 관련된 인증업무를 수행한다.



“건축물 에너지성능 계산 알고리즘의 개선·검증”에 대한 WG은 관·산·학·연으로 구성된 건물 에너지관련 분야 전문가들로 구성된다. WG은 알고리즘을 개선하고, 보완하는 등 알고리즘 변경 시 운영기관과 함께 심의업무를 수행한다.

건축물 에너지효율등급 인증제도와 관련된 기관들의 역할과 업무들을 살펴보면 다음과 같다.

#### ○ 중앙정부

- 운영기관, 인증기관 지정 및 해지
- 인증심사기준의 제·개정에 대한 승인
- 인증 기준 및 인증 등급의 세부 기준 고시
- 재평가 결과 통보, 인증서 재발급 등 재평가에 따른 세부 절차 고시
- 건축물의 사후관리 범위 등 세부 사항 고시
- 인증운영위원회 구성 및 운영(인증운영위원회 심의사항: 운영기관의 지정에 관한 사항, 인증기관의 지정 및 지정의 유효기간 연장에 관한 사항, 인증기관 지정의 취소 및 업무정지에 관한 사항, 인증 평가 기준의 제정·개정에 관한 사항, 그 밖에 건축물 에너지효율등급 인증제의 운영과 관련된 중요사항)

#### ○ 운영기관

- 건축물 에너지 평가 관련 전문가의 양성, 관리, 교육 및 감독
- 인증관리시스템의 운영
- 인증기관의 평가·사후관리 및 감독
- 인증제도의 홍보, 교육, 컨설팅, 조사·연구 및 개발
- 인증제도의 개선 및 활성화
- 인증제도의 운영과 관련하여 국토교통부장관 또는 산업통상자원부장관이 요청하는 업무
- 전년도 사업추진 실적과 그 해의 사업계획: 매년 1월 31일까지
- 분기별 인증 현황: 매 분기 말일을 기준으로 다음 달 15일까지
- 계산 알고리즘 개선·보완 및 Working Group 관리

#### ○ 인증기관

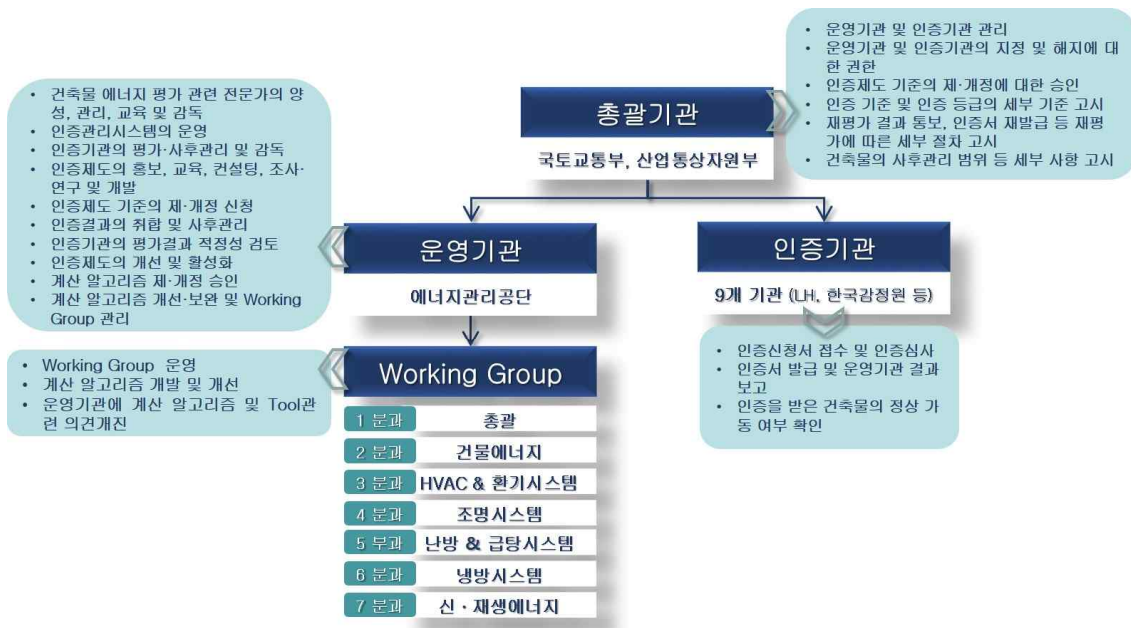
- 인증신청서 접수 및 인증심사  
: 신청서와 신청서류가 접수된 날부터 50일(단독주택 및 공동주택에 대해서는 40

일) 이내에 인증을 처리하여야 한다. 제출한 서류의 내용이 미흡하거나 사실과 다른 경우에는 서류가 접수된 날부터 20일 이내에 건축주등에게 보완을 요청한다.

- 인증서 발급 및 운영기관 결과보고
- 인증을 받은 건축물의 정상 가동 여부 확인

#### ○ 알고리즘 WG

- 건축물 에너지성능 계산 알고리즘 개선
- 신기술에 대한 알고리즘 개발 및 기존 알고리즘 체계에 통합
- 알고리즘의 정확도 검증



[그림 4.1.1-1 운영체계 개선(안)]

## 제 2 절 건축물 에너지성능 평가방법 개선방안

건축물 에너지성능 평가방법의 개선방안은 크게 두 가지로 분류하여 검토하는 것이 업무의 효율을 향상시키는 관점에서 유용하다. 하나, 계산 알고리즘의 표준화 및 일원화, 그리고 둘, 계산 알고리즘의 개선 및 정확도 검증이다.

현재 국내는 건축물의 에너지절약과 관련된 제도들마다 에너지성능 계산용 프로그램들을 별도로 개발하여 사용함으로써 건물의 에너지성능 평가에 혼란이 야기되고 있다. 그래서 건축물 에너지성능 계산알고리즘이 표준화되고 일원화되어야 한다는 건물 에너지성능 분야 전문가들의 목소리가 크다. 현재 국내에서 건물의 에너지성능을 계산하기 위해 사용되고 있는 프로그램들을 분석한 결과 제도들마다 별도로 사용하고 있는 계산 프로그램들은 단순히 인터페이스와 입력 항목에서 차이를 보일 뿐 계산 알고리즘은 별다른 차이가 없어 표준화되고 일원화된 알고리즘으로 통합해도 무방하다고 판단된다.

다만 건축물 에너지성능의 계산알고리즘을 표준화하기 위해서는 알고리즘의 보편성을 검증하고 해당 분야에서 알고리즘을 인정하고 수용할 수 있는 방안이 마련되어야 한다. 알고리즘의 표준화 방안들로는 알고리즘의 지속적 개선 및 보완, 동일한 알고리즘을 사용하되 다양한 프로그램(계산 툴)들의 개발 허용, 다양한 출력 요구를 평가할 수 있는 최소한의 출력값에 대한 기준, 다양한 용도에 활용 가능한 알고리즘, 실측값에 대하여 신뢰할 수 있는 수준의 계산값 도출, 데이터 입력의 편리성, 시뮬레이션의 정확성 등에 대한 판단이 필요하다.

계산 알고리즘의 표준화하고 일원화하기 위해 요구되어지는 사항들을 세밀하게 분석하고 그에 대한 최선의 대응책들을 마련하기 위해서는, 앞서 언급되었던 판단 항목별로 면밀한 검토가 필요하다.

### ○ 건축물 에너지성능 계산 알고리즘의 개선 및 보완에 대한 요구

현재 우리 정부는 「건축물 에너지효율등급 인증제도」에 사용하기 위하여 ISO 13790, DIN V 18599, iSBEM, ASHRAE, IEA 등의 계산 알고리즘들을 분석하고 이들을 기반으로 건물의 에너지성능을 계산할 수 있는 알고리즘을 개발하였다. 그리고 이 알고리즘을 기반으로 ECO2, ECO2-OD, BESS, CE3 등 다양한 프로그램들이

개발되었다.

현재 사용되고 있는 계산 알고리즘은 학계, 산업계 등 전문분야의 다양한 요구를 즉각적으로 수용하는데 어려움이 있다. 새로운 기술에 신속하게 대응하여 건물의 에너지성능에 미치는 영향을 분석할 수 있어야 한다. 그러나 새로운 기술 해석에 적합한 알고리즘을 개발하고, 알고리즘의 적합성을 판단할 수 있는 체계가 마련되어 있지 않다. 최근 들어 건물에너지성능 향상에 대한 제도적 요구로 인해 건물부문에서 신기술들이 신속하게 개발되어 시장에 쏟아져 나오고 있다.

따라서 건물 에너지성능 계산 알고리즘은 새로운 기술을 신속하게 수용할 수 있어야 한다. 새로운 기술에 대한 성능 계산 알고리즘을 검증·확정하고, 일정한 시간 간격마다 수시로 새로운 기술들이 알고리즘에 수용될 수 있도록 알고리즘 체계의 유연성을 확보하는 것이 바람직하다.

현재 건축물 에너지성능 계산을 위한 알고리즘은 크게 10개 부분으로 나뉘어 에너지의 유출입을 사칙연산을 통하여 산출하도록 개발되었다. 사칙연산의 특성상 불필요한 계산공식들을 소거하고, 필요에 따라서는 새로운 계산공식을 원하는 위치에 삽입시키는데 별다른 어려움은 없다. 즉 계산 알고리즘의 삭제와 추가가 용이한 장점을 지니고 있다.

다만 아직까지 알고리즘의 신뢰성을 검토하고 수용할 수 있는 체계적인 시스템이 구축되어 있지 않다는 점이다. 따라서 빠른 시일 내에 WG(Working Group)을 구성하고, 알고리즘 개선 및 새로운 항목의 보완 등 알고리즘과 관련된 전반적인 사항들에 대하여 WG에서 결정하도록 하는 대책이 마련되어야 한다.

본 연구를 통하여 도출된 WG은 총괄(1분과), 건물에너지요구(2분과), HVAC & 환기시스템(3분과), 조명시스템(4분과), 난방시스템 & 급탕시스템(5분과), 냉방시스템(6분과), 신재생에너지(7분과) 등 모두 7개 분과로 구성된다.

WG은 건축물 에너지성능 계산 알고리즘 및 Tool과 관련하여 운영기관에서 위임한 사항을 결정하는 역할을 수행할 수 있다. 또한 업무의 지속성 확보를 위해 최소 인원을 고정위원으로 임명하되, 다만 업무의 개방성을 보장하기 위하여 WG 참여는 누구나 원하는 경우 참여할 수 있도록 개방하는 것이 바람직하다.

WG은 알고리즘의 개선 및 검증에 활용되는 Reference를 설정할 필요가 있다. 단

순하게 알고리즘을 검증하기 보다는, 누구나 알고 확인해 볼 수 있는 검증의 criteria가 공개되어야 하고, 운영기관에서는 공정성을 가지고 최종 확인·검증하는 업무를 수행하여야 한다.

경우에 따라서 WG은 에너지절약설계에 반영할 수 있도록 냉난방에너지 사용량 계산을 시간별로 계산할 수 있는 알고리즘의 개발도 필요하다. 현재 월별로 건물의 에너지성능이 계산되는 방식은 전문가들의 사용에 제약이 되므로 전문가들이 사용할 수 있는 알고리즘을 개발하고 이를 월별 방식으로 전환하여 사용하는 방법에 대해서도 검토되어야 한다.

### ○ 다양한 계산 프로그램의 개발에 대한 요구

현재 우리나라는 건물에서 소요되는 에너지와 온실가스 배출을 최소화하기 위하여 건축물 에너지효율등급 인증제도를 시행하고 있다. 이 제도는 일정 규모 이상의 건물에 대하여 에너지요구량, 에너지소요량, 1차에너지소요량 등을 계산하고, 일정한 범위마다 설정된 1차에너지소요량에 대한 등급을 바탕으로 건물의 에너지성능을 평가하고 있다.

건물의 에너지성능을 계산하는 프로그램으로는 유일하게 ECO2가 사용되고 있으며, 이 프로그램을 이용해야만 건물의 에너지인증 등급을 받을 수 있다. 그러나 본 연구의 자문을 수행하였던 전문가들은 대부분, 다양한 프로그램(계산 Tool)들이 개발되어야 한다고 조언한다.

그들에 따르면 건물 에너지 전공자들과 전문 프로그래머들이 협업하여 건물 에너지성능을 계산하는 프로그램을 개발하기 위하여 시장에서 자유롭게 경쟁할 수 있는 여건이 마련되어야 이 분야가 발전할 수 있다는 것이다. 또한 사용자들에게 편리하게 이용할 수 있는 프로그램들이 다양하게 제공되어 사용자가 시장에서 제품을 자유롭게 선택할 수 있도록 해야 보다 뛰어난 제품이 개발된다는 것이다. 그래야 건물 에너지 해석, 프로그래밍, BEMS(Building Energy Management), 신제품 개발 아이디어 등 건물 에너지와 관련된 기술이 끊임없이 개발되고, 이 분야의 전문 인력들이 양산될 수 있다고 본다.

건물 에너지성능 계산과 관련하여 사용이 편리한 프로그램들이 다양하게 개발될 수 있는 시장여건이 반드시 마련되어야만 한다는 전문가들의 요구는 건물 에너지

분야의 발전 및 전문가의 양산이라는 측면만 보더라도 매우 바람직하다. 이를 위해 인증제도를 운영하는 기관은 건물의 에너지성능을 계산하는 알고리즘을 개발하여 제공하고 새롭게 개발된 기술들이 즉각적으로 수용될 수 있도록 알고리즘을 지속적으로 개선하고 관리하여야 한다. 다만 동일한 조건에 대한 시뮬레이션 결과값이 동일하게 산출될 수 있도록, 운영기관에서 제시하는 일정한 범위 내에 프로그램의 시뮬레이션 결과값이 들어오는 프로그램만이 건물 에너지효율등급 인증제도에서 사용될 수 있도록 허용함으로써 시장의 자율적인 프로그램 개발을 유도하면 된다.

다양한 계산 프로그램의 개발에 대한 요구는 누구나 원하면 계산 프로그램을 개발할 수 있도록 해 달라는 취지이다. 시장에서 다양한 계산 프로그램들이 통용되려면 앞서 설명한 바와 같이 최소 두 가지 전제조건이 충족되어야 한다.

첫째 건물의 에너지성능을 계산할 수 있는 알고리즘이 제공되어야 한다.

둘째 계산 결과값을 객관적으로 평가할 수 판단기준이 마련되어야 한다. WG은 알고리즘 개발, 지속적인 업그레이드, 시뮬레이션 결과 수용여부를 판단할 수 있는 기준 마련 등에 대한 계획을 수립하여야 한다.

#### ○ 프로그램의 출력물에 대한 요구 - 중간 및 최종 결과물

건물의 에너지성능에 영향을 미치는 요인들은 매우 다양하다. 건물을 설계하는 과정에서 디자이너가 선택할 수 있는 요인들로는 벽체·창호의 열관류율, 벽체 대비 창면적비의 축소·확대, 유리의 총에너지투과율, 유리의 가시광선 투과율, 폐열회수 환기장치 설비의 도입 여부, 환기횟수, 건물의 기밀성 변화 등을 꼽을 수 있다.

시뮬레이션니스트는 에너지 모델링을 수행하는 과정에서 건축주의 요구조건, 경제성, 정책적 및 기술적 여건 등을 반영하여야 한다. 그러므로 그들은 시뮬레이션을 수행하는 도중에 다양한 인자들의 도입 여부를 선택하고, 재료의 물성들을 변화시키면서 이들이 건물의 에너지성능에 미치는 변화 양상을 끊임없이 모니터링 한다. 물론 시뮬레이션니스트들은 최종 성과물로서 건물 에너지성능 등급에 대한 목표 달성을 원하겠지만, 또한 추가적으로 다양한 정책적, 사회적, 경제적, 환경적 여건들을 반영하기 위해 시뮬레이션의 중간 결과들을 지속적으로 분석하고자 한다.

따라서 건물 에너지성능 계산 프로그램은 중간 결과물과 최종 결과물에 대한 다

양한 요구에 대응할 수 있어야 한다. 이는 곧 최종 결과물뿐만 아니라 시뮬레이션니스트의 요구에 부응할 수 있도록 중간 결과물들이 다양한 형태로 출력될 수 있어야 한다는 것을 의미한다. 어떤 결과물들이 출력되어야 하는지 수요에 대한 지속적인 조사가 필요하다. 장기적으로는 수요에 대한 리스트를 작성하고, 일정한 기간마다 파악된 수요의 수용 여부 및 범위에 대해서는 WG(Working Group)에서 정하도록 한다.

#### ○ 프로그램의 사용 목적에 대한 요구 - 인증용도, 연구용도, 컨설팅용도

건물의 에너지성능을 시뮬레이션하는 목적은 다양하다. 시뮬레이션니스트들은 건물의 에너지성능에 대하여 인증, 연구, 컨설팅 등 다양한 목적들을 가지고 시뮬레이션을 수행하고자 한다.

다양한 목적을 충족시킬 수 있는 통합된 용도의 단일 프로그램의 개발 필요성에 대하여 우리는 원론적으로 논의할 수 있다. 다만 이러한 다양한 목적들을 모두 충족시킬 수 있는 통합된 단일 프로그램의 개발 필요성에 대한 논의 과정에서 프로그램의 활용성, 과도한 개발 시간, 과도한 개발 비용 등 다양한 관점들 역시 반드시 고려하여야 한다.

비록 통합용 단일 프로그램의 개발이 이론적으로 가능하더라도, 그러나 현실적인 제약조건을 감안하여 프로그램의 용도를 구체적으로 설정하고, 이러한 목적에 합당한 프로그램이 개발될 필요가 있다. 그렇다면 “어떤 목적에 합당한 프로그램을 개발해야 하는가?” 라는 질문을 우리는 가질 수 있다. 본 연구는 건물 에너지효율등급 인증제도에서 사용되는 프로그램을 표준화하고자 한다. 따라서 “인증”을 위한 프로그램 개발에 목표를 두어야 한다.

다만 연구 용도나 또는 컨설팅 용도로 사용될 수 있는 다목적 용도의 프로그램이 개발된다면 시간과 비용을 많이 절감할 수 있다는 점에 유의하여야 한다.

#### ○ 시뮬레이션 결과값에 대한 요구 - 계산값과 실측값의 일치

우리는 건물의 에너지성능을 분석하기 위하여 시뮬레이션을 수행한다. 시뮬레이션 프로그램의 정확도는 건물을 운영하는 과정에서 평가될 수 있다. 계산값(시뮬레이션

결과값)과 실측값(건물을 실제로 운영하면서 사용되는 에너지의 양)의 차이가 작을수록 프로그램의 정확도가 높다고 평가받을 수 있으며, 프로그램의 활용성도 뛰어나다고 판단할 수 있다.

그러나 계산값과 실측값의 일치 여부를 통하여 프로그램의 정확도를 평가한다는 발상은 매우 큰 무리수를 두는 행위이다. 계산의 관점에서 살펴보면, 건물의 에너지 성능에 영향을 미치는 물리적 현상들은 동시 다발적이면서 또한 순차적으로 영향을 미칠 뿐만 아니라 영향인자들의 숫자도 어마어마하여 현실적으로 건물에서 일어나는 일련의 물리적 현상들을 모두 고려하여 건물의 에너지성능을 정확하게 계산한다는 것은 무리이다. 또한 실측의 관점에서 살펴보더라도, 건물의 에너지성능에 영향을 미치는 방대한 요인들을 실시간으로 모두 측정하고 이를 원하는 결과물로 도출한다는 것 역시 사실상 거의 불가능하다는 것을 알 수 있다. 따라서 건물 에너지성능 시뮬레이션의 계산값과 건물 운영의 실측값이 일치해야만 한다는 주장이 단순한 바램 일 수 있다.

그렇더라도 우리는 건물의 에너지소비를 관리하기 위한 정책을 수립하고, 에너지 절감기술의 개발방향을 설정하는 등 다양한 현실적인 요구를 충족시키기 위하여 계산값과 실측값의 차이에 영향을 미치는 요인들을 분석하고, 두 값의 차이를 최소화할 수 있는 대응책을 마련할 필요가 있다.

대응책으로 우리는 건물의 용도와 유형을 분류하고, 이를 바탕으로 계산값과 실측값의 차이에 대한 상관성을 분석하여 계산값을 보정하는 방안을 들 수 있다. 건물 에너지성능 프로그램의 결과값이 실측값과 일치한다는 것은 프로그램이 현실에서 매우 유용하게 활용될 수 있다는 것을 의미하는데, 이는 계산값이 미래의 에너지 수요를 예측하기 때문이다. 따라서 미래 예측의 관점에서 계산값을 신뢰할 만한 수준의 값으로 보정할 수 있는 계수의 도출은 반드시 필요하다. 건물의 용도 및 유형별 보정계수에 대한 다른 대안으로 개별 건물에 대한 보정계수도 이론적으로 가능하다. 용도 및 유형별 보정계수가 다수의 유사용도 건물들을 대상으로 하는 반면, 이는 개별 건물을 대상으로 한다.

보정은 크게 기상데이터에 대한 보정과 운전프로필에 대한 보정으로 구분될 수 있다. 기상데이터 보정이란 건물 에너지효율등급 인증제도에서 사용되었던 기상데이터와 실제로 건물을 운영하는 해당 연도에 대한 기상데이터의 차이로 인해 야기되는 계산값과 실측값에 대한 보정을 나타낸다. 운전프로필 보정이란 시뮬레이션에서 건물을 이용하는 운전조건에 대한 가정과 실제 건물의 운전이 달라질 수 있으며



로 이에 대한 보정을 말한다.

보정계수를 도출하기 위해서는 다수의 건물들에 대한 방대한 데이터의 수집을 요구한다. 다행히 최근 ICT 분야의 발전으로 건물 에너지에 대한 전산화된 정보의 수집이 매우 순조롭다. 보정계수를 도출하기 위한 장기적인 전략이 마련되어야 한다.

#### ○ 입력의 편의성 및 용이성에 대한 요구

우리가 건물의 에너지성능을 시뮬레이션하려면 에너지성능을 계산하는 프로그램에 수많은 값들을 입력해야 한다. 시뮬레이션에 소요되는 대부분의 시간이 사실 값들을 입력하는 과정에서 소요된다. 따라서 프로그램 개발자들은 입력 간편화가 결과에 미치는 영향에도 불구하고 입력값을 최소화하려고 노력한다. 그러나 입력값의 최소화는 곧 건물 에너지해석의 한계를 의미한다. 입력값이 최소화될수록 건물에너지 해석에 대한 다양성은 줄어든다.

프로그램 입력값의 최소화 방안으로는 CAD, BIM, Meteonorm(기상데이터처리프로그램) 등 다른 프로그램과 입력값에 대한 호환성의 확보가 가장 자주 언급된다. 여기서 입력값에 대한 호환성이란 다른 프로그램에서 이미 확보된 데이터 중에서 건축물 에너지성능 계산 프로그램에서 입력값으로 가져다 사용하거나 또는 역으로 다른 프로그램에 사용할 수 있도록 하는 것을 의미한다.

또 다른 입력값의 최소화 방안으로는 고정된 값(Default)의 사용을 들 수 있다. 프로그램에서 사용하는 고정된 값이 많을수록 사용자가 직접 입력해야 하는 값들은 줄어든다. 이러한 Default의 적극적인 사용은 사용자의 오류를 최소화하고, 입력에 소요되는 시간을 줄여준다. 특히 주어진 값만이 시뮬레이션에 사용되므로 제3자가 시뮬레이션을 수행한 건물에 대하여 순조롭게 에너지 해석이 가능하다.

입력 편의성이 향상되면 입력에 대한 업무가 줄어들어 시간과 사용자의 오류가 줄어든다. 그러나 건물의 에너지성능에 영향을 미치는 또 다른 요소들에 대하여 직접 값을 입력하지 못하므로 건물에 대한 상세한 에너지 모델링을 수립할 수 없게 된다. 즉 입력값의 최소에 따른 입력의 편의성은 입력의 용이성을 침해하는 결과를 가져온다. 입력 편의성이 향상되면 입력 용이성이 저하되고, 입력 용이성이 보장되면 입력 편의성이 떨어지고 시뮬레이션 결과에 대한 에너지해석이 다양하여 의견 충돌이 발생할 수 있다.

호환 프로그램의 범위, 호환 방법 및 범위 등에 대해서는 WG에서 정하도록 한다.

○ 프로그램 시뮬레이션 결과에 대한 검사 및 진단 방법-Test Suite<sup>10)</sup> :  
ANSI/ASHRAE 표준 140-2011

ANSI/ASHRAE 표준 140-2011의 제5.2절 빌딩 에너지 분석 컴퓨터 프로그램의 평가를 위한 검사의 표준 방법에 기술된 내용에 대한 검사가 수행되었다. 본 검사의 스위트는 국제 에너지 기구(International Energy Agency : IEA)의 후원을 받아 이전에 수행된 빌딩 에너지 시뮬레이션 검사(BESTEST) 및 진단 방법(IEA 1995)을 제목으로 하는 작업에 기반을 두고 있다.

표준 140-2011는 “알고리즘의 차이, 모델링의 한계, 입력의 차이 또는 프로그램 코딩 오류 등으로 야기될 수 있는 전체 빌딩 에너지 시뮬레이션의 예측 가능한 차이들을 식별하고 진단하기 위해 사용될 수 있는” 검사의 표준 방법이다.

2011 ARArA 프로젝트(wiki : combacsa/Unittest)

#### Unittest

ARRRaEngine 초기 설계 시 고려되었던 점 중 하나는 소스 코드가 정상적으로 작동하는지 자동으로 검사하는 자동화 테스트(Automated Test)를 두는 것이다. 현재 저장소 루트에서 python run\_tests.py 하면 시행되는 것이 바로 이 자동화 테스트이다. Frontend 코드에는 자동화 테스트가 전혀 존재하지 않고, Middleware에 대해서도 작업이 되어 있지 않다. Backend 코드에 대해서만 자동화 테스트 코드가 존재한다.

#### Unittest의 의미와 현재의 아라 테스트 코드의 문제점

Unittest는 “단위 테스트”라 번역한다. 어떤 하나의 기능을 구현할 때, 그 기능이 정상적으로 작동하는지를 검사하는 것을 일컫는다. “단위”라는 개념이 상당히 추상적이다. 여기서 Test Suite와 Test Case라는 단위를 볼 수 있다. Test Suite는 간단히 말해 Test Case 또는 Test Suite의 묶음이다. Test Case는 어떤 하나의 기능에 대한 테스트 코드의 묶음이다.

#### Test Case

“어떤 함수 하나”가 정상적으로 구현되었는지를 검사하는 코드

#### Test Suite

Test Case 들의 묶음

현재의 아라 테스트 코드는 Test Case를 어떤 단위로 나눴느냐가 대단히 불분명하다. 단위가 함수 하나인지, 아니면 함수 여러 개로 구성되는 “기능”인지를 명확히 알 수 없다. 또한 Mock Object에 대한 개념이 미흡하다. 하나의 기능을 테스트할 때 그 기능이 정상 작동하는지의 여부를 다른 기

10) 테스트 스위트 (Test Suite) : 여러 테스트 케이스를 묶은 그룹

능들이 모두 정상 작동해야만 작동하도록 설계한 테스트 구성이다. 이러다보니 단위 테스트의 원칙에서 상당히 벗어나고 있다.

비교 검사의 최대 강점은 둘 또는 그 이상의 프로그램들이 모델링할 수 있는 사례들을 비교할 수 있다는 것이다. 이는 간단한 모델에 대해 특정한 솔루션이 하나만 존재하는 경우 해석적 검사 보다 훨씬 유연성이 있으며, 보통 매우 좁은 대역폭의 작동을 위해 특정 데이터 집합들만이 선택된 경우에 경험적 검사 보다 훨씬 유연성이 있다. ANSI/ASHRAE 표준 140-2011 절차는 비교 검사 방법의 이점을 이용하며 ANSI/ASHRAE 표준 140-2011에 포함된 특정 검사들이 이미 다른 시뮬레이션 도구들의 전문가들에 의해 실시되었다는 추가적인 이점을 가진다.

비교 검사는 또한 필드 별로 입력되는 디버깅 과정에도 유용하다. 에너지 시뮬레이션 프로그램들은 매우 많은 입력과 출력을 가지고 있어서 해석하기가 어려울 때가 많다. 주어진 검사가 성공했는지 실패했는지를 확인하기 위해서 공학적 판단이나 수동 계산이 필요할 때도 있다. 필드 별 비교 검사는 둘 또는 그 이상의 시뮬레이션 프로그램들에서 동등한 필드들의 부분 집합에 대해 계산을 수행할 필요성을 제거한다. 동등한 필드들은 동등한 입력을 사용하여 처리되고 해당 입력에 대한 출력이 직접 비교된다.

## 제 5 장 결 론

현재 국내는 건축물 에너지절약과 관련된 제도들마다 건물의 에너지성능을 계산하는 도구들을 별도로 개발하여 사용하고 있어 건물의 성능평가와 관련된 업무에 혼란이 야기된다. 따라서 건축물 에너지성능 계산알고리즘을 표준화하고 일원화할 필요가 있다. 이는 제도들마다 사용하고 있는 계산 프로그램들이 인터페이스와 입력 항목에서 차이를 보일 뿐 계산 알고리즘들은 크게 다르지 않아 표준화된 시스템으로 통합하여도 무방하다는 점에서 설득력이 있다.

다만 건축물 에너지성능을 정량적으로 계산하고 평가하는 방법을 일원화하고 표준화하려면 우선 다음과 같은 사항들이 고려되어야한다.

첫째, 건물의 에너지성능을 계산하는 알고리즘을 지속적으로 개선하고 보완할 수 있어야 한다.

둘째, 사용하는 알고리즘은 하나로 통일하되, 계산 프로그램들은 다양하게 개발되어야 한다.

셋째, 프로그램들은 다양한 요구와 목적을 충족시킬 수 있도록 다양한 출력물들을 제공하여야 한다.

넷째, 프로그램들은 인증, 연구, 컨설팅, 경제성 분석 등 다양한 용도에 활용될 수 있어야 한다.

다섯째, 시뮬레이션의 결과값은 실측값을 대변할 수 있어야 한다.

여섯째, 에너지 모델링에 필요한 값들의 입력은 편리하고 용이하여야 한다.

일곱째, 프로그램의 시뮬레이션 결과를 검사하고 진단하는 방법이 제시되어야 한다.

## 참고문헌

- 건설교통부, 한국건설교통기술평가원. 총량베이스 건축물 에너지절약 관리기법 개발 연구 보고서. 2006.08. pp. 344~
- 건축물 에너지효율등급 인증제도 운영규정, 제정 2001.11.5., 전문개정 2013.9.10.(5차)
- 김덕우, 박철수. 동적 에너지 해석 수업과 교훈들. 한국건축친환경설비학회논문집 5권 2호 2011년. pp. 65~74
- 썬앤라이트, IFC 포맷을 이용한 업무용 건물에너지 성능 분석 프로그램 개발에 관한 연구, 한국건축친환경설비학회논문집 5권 4호, 2011
- 오세민, 박철수. ISO 13790의 Monthly Calculation Method와 동적 에너지 해석 프로그램 비교. 2011년 한국건축친환경설비학회 추계학술발표대회 논문집 pp. 139~142
- 지식경제부. 기후변화 대응을 위한 건물 에너지효율등급 표시제도 개발 연구. 2011
- BRE, Part L explained The BRE Guide, 2006
- The American Institute of Architects, Architect's Guide to Integrating Energy modeling in the design process, 2012
- DIN V 18599-1, Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwasser und Beleuchtung - Teil 1: Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger, 2007
- DIN V 18599-2, Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwasser und Beleuchtung - Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäude, 2007
- DIN V 18599-3, Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwasser und Beleuchtung - Teil 3: Nutzenergiebedarf für energetische Luftaufbereitung, 2007
- DIN V 18599-4, Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung,

- Trinkwasser und Beleuchtung - Teil 4: Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung, 2007
- DIN V 18599-5, Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwasser und Beleuchtung - Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystem, 2007
  - DIN V 18599-6, Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwasser und Beleuchtung - Teil 6: Endenergiebedarf von Wohnungslüftungsanlagen und Luftheizungsanlagen für den Wohnungsbau, 2007
  - DIN V 18599-7, Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwasser und Beleuchtung - Teil 7: Endenergiebedarf von Raumlufttechnik- und Klimakälte- systemen, 2007
  - DIN V 18599-8, Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwasser und Beleuchtung - Teil 8: Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungs- systemen, 2007
  - DIN V 18599-9, Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwasser und Beleuchtung - Teil 9: End- und Primärenenergiebedarf von Kraft-Wärme- Kopplungsanlagen, 2007
  - DIN V 18599-10, Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwasser und Beleuchtung - Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten, 2007
  - ISO 13600, Technische Energiesysteme - Grundsätzliche Konzepte, 1997
  - DIN EN ISO 13789, Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient - Berechnungsverfahren, 1999
  - DIN V 4108-4, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte, 2002
  - DIN 4108-7, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden, Anforderungen, Planungs- und

Ausführungsempfehlungen sowie Beispiele, 2002

- DIN EN 832, Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Berechnung des Heizenergiebedarfs - Wohngebäude, 1998
- E DIN EN ISO 6946, Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren, 2005
- DIN EN ISO 7345, Wärmeschutz - Physikalische Größen und Definitionen, 1987
- DIN EN ISO 9288, Wärmeschutz - Wärmeübertragung durch Strahlung - Physikalische Größen und Definitionen, 1989
- E DIN EN ISO 10077-1, Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten - Teil 1: Allgemeines, 2004
- DIN EN ISO 10211-1, Wärmebrücken im Hochbau - Wärmeströme und Oberflächentemperaturen - Teil 1: Allgemeine Berechnungsverfahren, 1995
- DIN EN ISO 10211-2, Wärmebrücken im Hochbau - Berechnung der Wärmeströme und Oberflächentemperaturen - Teil 2: Linienförmige Wärmebrücken, 2001
- DIN EN 13363-1, Sonnenschutzeinrichtungen in Kombination mit Verglasungen - Berechnung der Solarstrahlung und des Lichttransmissionsgrades - Teil 1: Vereinfachtes Verfahren, 2003
- DIN EN 13363-2, Sonnenschutzeinrichtungen in Kombination mit Verglasungen - Berechnung der Solarstrahlung und des Lichttransmissionsgrades - Teil 2: Detailliertes Berechnungsverfahren, 2003
- DIN EN ISO 13370:1998-12, Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Wärmeübertragung über das Erdreich - Berechnungsverfahren, 1998
- E DIN EN ISO 13786 Wärmetechnisches Verhalten von Bauteilen - Dynamisch-thermische Kenngrößen - Berechnungsverfahren, 2005
- DIN EN ISO 13789, Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient - Berechnungsverfahren, 1999
- DIN EN ISO 13790, Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Berechnung des Heizenergiebedarfs, 2004
- E DIN EN 13947, Wärmetechnisches Verhalten von Vorhangfassaden - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten - Vereinfachtes Verfahren, 2001

- VDI 2071, Wärmerückgewinnung in Raumlufttechnischen Anlagen, 1997
- DIN EN 13779, Lüftung von Nichtwohngebäuden – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen an Lüftungs- und Klimaanlage, 2004
- DIN EN ISO 6946, Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren, 2003
- DIN EN ISO 7345, Wärmeschutz – Physikalische Größen und Definitionen, 1995
- DIN EN ISO 9288, Wärmeschutz – Wärmeübertragung durch Strahlung – Physikalische Größen und Definitionen, 1996
- DIN EN 410, Glas im Bauwesen – Bestimmung der lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kenngrößen von Verglasungen, 1998
- DIN EN 12464-1, Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen, 2003
- DIN EN 255, Luftkonditionierer (Reihe der Normen), 1997
- DIN EN 297, Heizkessel für gasförmige Brennstoffe – Heizkessel der Typen B<sub>11</sub> und B<sub>11Bs</sub> mit atmosphärischen Brennern mit einer Nennwärmebelastung kleiner oder gleich 70 kW, 2005
- DIN EN 303-5, Heizkessel – Teil 5: Heizkessel für feste Brennstoffe, hand- und automatisch beschickte Feuerungen, Nennwärmeleistung bis 300 kW . Begriffe, Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung, 1999
- DIN EN 304, Heizkessel . Prüfregeln für Heizkessel mit Ölzerstäubungsbrennern
- DIN EN 308, Wärmeaustauscher – Prüfverfahren zur Bestimmung der Leistungskriterien von Luft/Luft- und Luft/Abgas-Wärmerückgewinnungsanlagen, 2004
- DIN EN 656, Heizkessel für gasförmige Brennstoffe – Heizkessel der Typs B mit einer Nennwärmebelastung größer als 70 kW, aber gleich oder kleiner als 300 kW, 2000
- DIN EN 1264, Fußbodenheizung, 1997
- DIN EN 12975-1, Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile – Kollektoren – Teil 1: Allgemeine Anforderungen, 2001
- E DIN EN 12975-2, Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile – Kollektoren – Teil 2: Prüfverfahren, 2001
- DIN EN 13229, Kamineinsätze einschließlich offene Kamine für feste Brennstoffe . Anforderungen und Prüfung, 2005



- DIN EN 13240, Raumheizer für feste Brennstoffe - Anforderungen und Prüfung, 2005
- DIN EN 13410, Heizungsanlagen mit Gas-Infrarotstrahlern - Be- und Entlüftung von gewerblich und industriell genutzten Gebäuden, 2002
- DIN EN 14511, Luftkonditionierer (Reihe der Normen), 2004
- DIN EN 14511-4, Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern für die Raumheizung und -kühlung - Teil 4: Anforderungen, 2004
- E DIN EN 14511-5, Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern für die Raumheizung und -kühlung - Teil 5: Multisplit-Luftkonditionierer und Luft/Luft-Wärmepumpensysteme, 2004
- DIN EN ISO 12241, Wärmedämmung an haus- und betriebstechnischen Anlagen - Berechnungsregeln, 1998
- DIN V 4701-10, Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen - Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung, 2001
- DIN V 4701-12, Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen im Bestand - Teil 12: Wärmeerzeuger und Trinkwassererwärmung, 2001
- DIN V 4753-8, Wassererwärmer und Wassererwärmungsanlagen für Trink- und Betriebswasser - Teil 8: Wärmedämmung von Wassererwärmern bis 1000 l Nenninhalt - Anforderungen und Prüfung, 1996
- DIN V ENV 12977-3, Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile - Kundenspezifisch gefertigte Anlagen - Teil 3: Leistungsprüfung von Warmwasserspeichern für Solaranlagen, 2001
- VDMA 24199, Regelungstechnische Anforderungen an die Hydraulik bei Planung und Ausführung von Heizungs-, Kälte-, Trinkwarmwasser- und Raumluftechnischen Anlagen, 2005
- VDI 2067 Blatt 10, Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen-Energiebedarf beheizter und klimatisierter Gebäude, 2001
- VDI 2067 Blatt 11, Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen . Rechenverfahren zum Energiebedarf beheizter und klimatisierter Gebäude, 2001
- DIN 4708, Zentrale Warmwassererwärmungsanlagen, 1994
- DIN EN 89, Gasbeheizte Vorrats-Wasserheizer für den sanitären Gebrauch

- DIN EN 255-3, Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern - Heizen - Teil 3: Prüfungen und Anforderungen an die Kennzeichnung von Geräten zum Erwärmen von Brauchwasser, 1997
- DIN EN 625, Heizkessel für gasförmige Brennstoffe - Spezielle Anforderungen an die trinkwasserseitige Funktion von Kombi-Kesseln mit einer Nennwärmebelastung kleiner als oder gleich 70 kW, 1994
- E DIN EN 12976-2, Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile - Vorgefertigte Anlagen . Teil 2: Prüfverfahren, 2001
- DIN EN 12977-3, Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile . Kundenspezifisch gefertigte Anlagen - Teil 3: Leistungsprüfung von Warmwasserspeichern für Solaranlagen, 2001
- DIN V 4753-8, Wassererwärmer und Wassererwärmungsanlagen für Trink- und Betriebswasser - Teil 8: Wärmedämmung von Wassererwärmern bis 1000 l Nenninhalt - Anforderungen und Prüfung, 1996
- DIN V ENV 12977-2, Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile - Kundenspezifisch gefertigte Anlagen - Teil 2: Prüfverfahren, 2001
- DIN EN ISO 12241, Wärmedämmung an haus- und betriebstechnische Anlagen - Berechnungsregeln, 1998