

의료시설을 중심으로 제로에너지건축물의 주요 설계인자에 따른 에너지 소요량 변화 추이 분석

A Study on the Change in Energy Consumption by Major Design Factors of Zero-Energy Building, Focusing on Medical Facilities

박일수 Park, Ilsoo ((사)한국환경건축연구원, 부원장)

1. 제로에너지건축물(ZEB) 인증제도

우리나라는 2000년대 초반 에너지수요 증가에 대응하는 한편, 온실가스 배출감축을 위해서 에너지 소비 부문별로 대응체제를 구축하였다. 특히, 건물분야는 국가 온실가스 배출량의 25%, 에너지 소비량의 20%를 차지하고 있으며, 에너지 사용 비중이 높아 녹색건축물 및 제로에너지건축물 보급을 통해 온실가스를 감축할 수 있는 핵심영역 중 하나다. 이에, 우리나라는 건물부문의 에너지이용효율 향상을 도모하고자 건축물 에너지소요량 및 이산화탄소 발생량을 포함한 건물의 에너지 성능을 평가하여 인증하는 제도를 도입하였다.

건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증은 「건축법 시행령」 별표 1 각 호에 따른 건축물을 대상으로 하며, 이는 건물의 설계도서를 기준으로 난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기 에너지소요량과 이산화탄소 발생량을 평가하여 에너지성능에 따라 10개 등급(1+++ ~ 7등급)으로 인증하게 된다.

2. 연구 중점

본 연구에서는 24시간 부하가 걸리는 에너지다소비 건축물 중에서 의료시설(병원)의 제로에너지건축물을 중점적으로 분석하고자 한다. 의료시설(병원)은 통상적으로 환자의 치유환경 조성을 위해 연중 365일, 24시간 운영하여 건축물 중 매우 높은 에너지 소비 비율을 차지한다. 또한, 주야간 열원공급의 안정성을 확보하기 위해 열원을 다원화한 공급시스템을 구축하고, ICU(Intensive care unit, 집중치료실), 수술실 등 24시간 운전 및 실내 청정도를 유지하기 위해 정교한 공기조화시스템이 적용되어 에너지 소비량 증가에 큰 영향을 미친다. 이에, 에너지 소비량이 다른 용도의 건축물에 비해 현저히 높아 에너지 다소비 건축물로 분류되고 있다.

이와 관련, 제로에너지건축물 인증기관인 (사)한국환경건축연구원에서는 제로에너지건축물 인증사례를 통해 의료시설(병원)의 적용 기술 현황과 주요 설계인자를 분석하여 향후 의료시설 제로에너지건축물 인증 시 주요설계의 기초자료를 제시하고자 한다.

우리나라는 건축물의 에너지 효율등급을 평가하는 공식 도구로 ECO2 프로그램¹⁾을 사용 중이며, 본 연구에서도 ECO2 프로그램을 통해 산출된 연간 단위면적당 1차 에너지 소요량(kWh/m²·y)을 에너지 성능 해석도구로 활용하였다.

건축물	A 사례	B 사례	C 사례	D 사례					
위치	전라남도 광주광역시	경기도 성남시	서울시 종로구	경기도 안양시					
면적 / 규모	8,300㎡ / 지하 1층, 지상 7층	85,000㎡ / 지하 4층, 지상 10층	5,600㎡ / 지하 4층, 지상 8층	124,000㎡ / 지하 7층, 지상 12층					
인증 등급 (제1급) / 취득일	1+등급 (18.17%) / 2021.12.24	1등급 (1.01%) / 2019.03.20	1+등급 (23.59%) / 2019	1등급 (6.65%) / 2023					
패시브	주요단열재	비드폼보온판 2종 1호 90 mm 그라스울보온판 24K 110 mm	비드폼보온판 2종 1호 120 mm 그라스울보온판 24K 110 mm	PF보드 90 mm 경질우레탄보온판 2종 3호 150 mm					
	창호	24mm 로이복층유리	24mm 로이복층유리	24mm 로이복층유리					
에너지	냉·난방	보일러	2,914.99 kW 효율 93.67 %	지열난방	1,663.39 kW COP 3.920	보일러	4,615.41 kW 효율 89.49 %	지역난방	6,313.95 kW 효율 100 %
		흡수식냉동기	1,969 kW COP 1.379	지열냉방	1,654.49 kW COP 4.760	가스히트펌프	1,067 kW COP 1.800	병축열 냉동기	5,626.05 kW COP 4.952
	환기	공기조화기 (급/배기: 22,100 / 19,100 CMH)	공기조화기 (급/배기: 28,240 / 17,000 CMH)	공기조화기 (급/배기: 41,700 / 16,800 CMH)	공기조화기 (급/배기: 30,500 / 30,500 CMH)				
		105.2 kW 542.53 m ³	39 kW 185.08 m ³						
신재생	PV	116.64 kW 596,902 m ²	56.16 kW 220.58 m ²	-	31.9 kW 150.69 m ²				
	BIPV	남향 16.2 kW	-	-	-				
	연료전지	64,028 kW	-	16.59 kW	-				

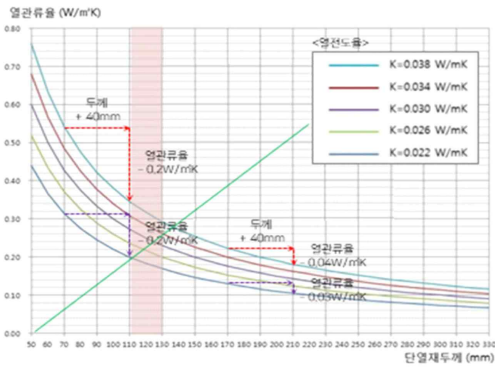
< 병원급 A사례, 종합병원급 B사례, 의원급 C사례, 종합병원급 D사례 적용기술 비교 >

3. 에너지성능 관련 주요 설계인자 분석

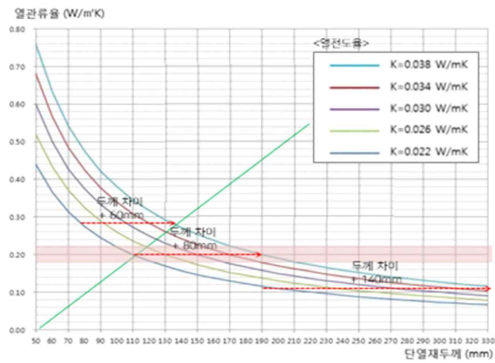
3.1 패시브 기술²⁾

1) 단열재 열관류율(W/m²K)

(1) 단열재 두께와 열관류율 관계



[그림 1] 열전도율이 동일한 경우



[그림 2] 열관류율이 동일한 경우

[그림 1]와 [그림 2]를 통해 단열재는 두께가 두꺼울수록 열관류율이 낮아지지만, 단열재 두께 약 120mm 이하에서는 두께 변화에 따라 열관류율의 성능 효과가 두드러지고, 열관류율 성능을 향상시키기 위해서는 재료의 두께를 두껍게 하는 것보다 열전도율이 낮은 재료를 사용하는 것이 유리하다.

1) ECO2 프로그램은 ISO 13790과 DIN V 18599에 따라 난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기에 대한 에너지 소요량 및 1차 에너지 소요량을 종합적으로 평가할 수 있는 프로그램이다.
2) 패시브 기술은 별도의 기계장치를 활용하지 않고 자연에너지를 이용해 에너지 절감을 유도하고 쾌적한 내부 환경을 조성하는 기술이다.

(2) ECO2 시뮬레이션 분석

구분	1차 에너지 소요량(kWh/m ² ·y)							증감량	등급
	난방	냉방	급탕	조명	환기	합계			
B 병원	원안(K 0.241W/m ² K)	57.5	84.3	14.5	27.9	44.9	229.1		1등급
	열관류율 30% 개선안	55.8	84.5	14.5	27.9	44.9	227.6	▼ -1.5 (-0.7%)	1등급
C 병원	원안(K 0.229W/m ² K)	62.4	27.9	46.4	22.1	23.8	182.6		1+등급
	열관류율 30% 개선안	60.6	28.1	46.4	21.8	23.2	180.1	▼ -2.5 (-1.4%)	1+등급

단열재가 두꺼울수록 열관류율이 낮아지지만, 열관류율을 30% 개선했을 때, 1차 에너지소요량의 변화량은 총량 대비 1% 수준에 불과하고, 열관류율을 30% 개선하기 위해 증액되는 단열재 공사비용 측면에서 열관류율은 법적기준 수준만 유지하는 것이 효율적이다.

2) 창호 열관류율(W/m²K)

(1) 로이복층유리와 로이삼중유리의 열관류율 차이

로이삼중유리가 대중화되긴 했지만, 일반적으로 로이복층유리가 많이 사용되고 있다. 로이복층유리와 로이삼중유리의 가장 큰 물성 차이는 공기층에 따른 열관류율이다. 창호의 구성 조건에 따라 열관류율이 다양하나, 로이복층유리의 열관류율은 1.394 W/m²K, 로이삼중유리의 열관류율은 0.889 W/m²K를 기준으로 분석하였다.

(2) ECO2 시뮬레이션 분석

구분	1차 에너지 소요량(kWh/m ² ·y)							증감량	등급
	난방	냉방	급탕	조명	환기	합계			
C 병원	로이복층유리	54.9	27.7	46.4	21.9	28.1	179.0		1+등급
	로이3중유리	44.7	26.0	46.3	20.3	24.0	161.3	▼ -17.7 (-9.9%)	1+등급
D 병원	로이복층유리	51.7	77.8	14.0	40.2	58.8	242.5		1등급
	로이3중유리	41.7	74.8	14.0	40.2	58.1	228.8	▼ -13.7 (-5.6%)	1등급

커튼월 등 건축물의 창면적비가 높을수록 로이삼중유리를 적용하는 것이 창호 단열 측면에서 유리하며, 단열재의 열관류율 30% 개선안보다 창문 열관류율을 30% 개선하는 것이 에너지측면에서 더 효과적인 것으로 분석된다.

3) 태양열 취득률(SHGC) 성능

(1) 태양열 취득률(SHGC)³⁾과 실내 냉방부하의 관계

SHGC는 건축물의 냉난방 부하를 산출할 때 사용되고, (일사량) X (유리창 면적) X (태양열 취득률)을 통해 실내 열취득량을 계산한다. 이 계산식에 따라 SHGC값에 비례하여 냉난방 부하가 결정된다.

일사량	유리	SHGC	실내 열 취득량
200 W/m ²	단창유리	0.774	154.8
200 W/m ²	복층유리	0.688	137.6
200 W/m ²	Low-E 단창유리	0.576	115.2
200 W/m ²	Low-E 복층유리	0.516	103.2

[그림 3] SHGC에 따른 실내 열 차단 효과

(2) ECO2 시뮬레이션 분석

구분	1차 에너지 소요량(kWh/m ² ·y)							증감량	등급
	난방	냉방	급탕	조명	환기	합계			
A 병원	원안(SHGC 0.516)	39.9	52.1	18.2	20.1	13.3	143.6		1+등급
	SHGC 30% 개선안	45.7	38.2	18.2	21.0	13.5	136.6	▼ 7.0 (-4.9%)	1++등급
B 병원	원안(SHGC 0.516)	57.5	84.3	14.5	27.9	44.9	229.1		1등급
	SHGC 30% 개선안	61.2	62.2	14.5	27.9	41.3	207.1	▼ 22.0 (-9.6%)	1등급

3) SHGC는 유리창이 일사량으로부터 얼마나 많은 열을 차단하는지 측정할 수 있는 기준이다.

본 연구에서는 SHGC 값의 변화만 비교하였지만, [그림 3]과 같이 창문의 유리구성이 증가될수록 SHGC 값이 낮아지는데, SHGC를 개선하면 열관류율도 같이 개선되어 1차 에너지 소요량이 분석된 증감보다 더 높게 나타날 것이다.

4) 창면적비(%)

(1) 방위별 창면적비 관계

우리나라는 지리적 특성으로 인해 방위별 실내로 유입되는 일사량의 차이가 발생한다. 예를 들어, 태양 고도가 낮은 동·서향은 일사량이 실내로 깊게 유입되며, 남향은 자연채광을 위한 양질의 일사량이 유입된다. 반면에, 북향은 태양을 등지게 되어 반사광과 확산광에 의해 일사가 유입되어 자연채광 또는 일사량 확보 측면에서 매우 불리하다.



[그림 4] 방위별 적정 창면적비율 / 한국에너지공단

(2) ECO2 시뮬레이션 분석

구분	창면적비(%)	1차 에너지 소요량(kWh/m ² ·y)						증감량	등급
		난방	냉방	급탕	조명	환기	합계		
B 병원	창면적비 40%	58.4	95.1	14.5	27.9	44.9	240.8		1등급
	창면적비 35%	57.5	86.1	14.5	27.9	44.9	230.9	▼ 9.9 (-4.1%)	1등급
	창면적비 25%	58.8	81.1	14.5	27.9	42.5	224.8	▼ 16.0 (-6.6%)	1등급
C 병원	창면적비 40%	81.7	54.2	46.5	29.0	64.3	275.8		2등급
	창면적비 35%	74.0	47.6	46.5	29.0	64.3	261.4	▼ 14.3 (-5.2%)	2등급
	창면적비 25%	73.6	41.5	46.4	29.0	62.1	252.6	▼ 23.1 (-8.4%)	2등급

창면적비율은 건축물에 유입되는 일사량과 관계가 있는데, 창문으로 유입되는 일사량이 여름철에는 냉방부하를 증가시키고, 겨울철에는 난방부하를 감소시키고, 냉방부하의 증가량이 난방부하의 감소량보다 높게 나타나 냉방부하에 가장 큰 영향을 미치는 것을 볼 수 있다. 즉, 건축물의 냉방부하를 줄이기 위해 방위별 적절한 창면적비율을 고려해야 한다.

5) ECO2 용도프로필

(1) 건축물 용도와 용도프로필 관계

용도프로필은 ECO2 프로그램의 평가요소 중 가장 중요한 요인 중 하나이며, 해당공간의 용도별 특징을 고려하여 사용시간과 운전시간, 최소 도입외기량, 급탕요구량, 조명시간, 내부 발열량, 월간 사용일수, 용도별 가중치 등이 기본 데이터로 설정되어 있으며, 각 실별 냉방, 난방, 급탕, 조명, 환기부분의 에너지요구량을 산출하기 위한 기초 데이터로 사용된다.

구분	단위	업무시설			병원 병실
		사무실	회의실	교실	
운전시작시간	[Uhr]	09:00	07:00	08:00	00:00
운전종료시간	[Uhr]	18:00	18:00	15:00	24:00
가동시간	-	9H	11H	7H	24H
최소 도입외기량	[m ³ /(h·m ²)]	4	15	10	4
급탕요구량	[Wh/m ² ·d]	30	30	30	82
조명시간	[h]	6	11	6	12

[그림 5] ECO2 용도프로필 비교

[그림 5]와 같이 의료시설(병원)의 병실 용도프로필 설정 데이터에 대해 업무시설의 사무실, 회의실과 교육연구시설의 교실과 비교하였다. 의료시설(병원)의 평면계획은 크게 병동, 관리부, 서비스부로 구분되는데, 병동 대부분의 실은 24시간 가동되는 병실 용도프로필이 적용된다. 따라서, 병실 용도프로필의 설정 데이터가 다른 용도프로필의 설정 데이터보다 높아 용도프로필을 기준으로 산출되는 등급 산정용 1차 에너지소요량이 다른 용도의 건축물보다 높게 나타나게 된다.

(2) ECO2 시뮬레이션 분석

구분	1차 에너지 소요량(kWh/m ² ·y)							증감량	등급
	난방	냉방	급탕	조명	환기	합계			
C 병원	병원 24H	54.9	27.7	46.4	21.9	28.1	179.0		1등급
	업무시설 9H	24.7	44.3	17.0	31.0	16.6	133.6	▼ 45.4 (-25.4%)	1++등급
	교육연구시설 7H	20.7	17.8	29.2	14.4	10.1	92.2	▼ 86.8(-48.5%)	1++등급
D 병원	병원 24H	51.7	77.8	14.0	40.2	58.8	242.5		1등급
	업무시설 9H	62.4	33.9	17.3	18.0	24.7	156.3	▼ 86.2 (-35.54%)	1++등급
	교육연구시설 7H	21.8	42.2	9.4	23.6	16.1	113.1	▼ 129.4 (-53.36%)	1++등급

본 연구에서는 건축물의 규모와 용도프로필에 대해 단순 비교한 것으로, 기계설비 시스템은 미고려하였다.

의료시설(병원)은 병실 용도프로필 설정 데이터에 의해 1차 에너지 소요량이 기본적으로 높게 산출되고, 병원규모에 따라 1차 에너지 소요량의 차이가 많이 발생하게 된다. 따라서 의료시설(병원)이 다른 용도의 건축물과 비교해서 제로에너지건축물을 확보하기 어려운 것으로 분석된다.

3.2 액티브 기술⁴⁾

1) 냉난방설비 효율(COP) 및 인버터(회전수) 제어

(1) 흡수식냉온수기의 효율(COP)과 인버터(회전수) 제어의 의미

의료시설(병원)은 24시간 실내를 쾌적하게 유지하기 위해서 일반적으로 흡수식냉온수기를 이용한 냉난방방식을 사용하고 있다. 흡수식냉온수기의 효율은 (COP) = (보일러 용량) / (연료소비량 X 고위발열량) 로 산출되며, 연가스, 기름류 등 1차 에너지 환산계수⁵⁾가 낮은 연료를 사용하여 운전효율을 높일 수 있다.

흡수식냉온수기는 공급실까지 열매체(냉각수, 냉온수 등)를 운송하기 위해 냉각수 순환펌프와 냉온수 순환펌프가 사용되는데, 펌프의 성능 향상을 위한 방법 중 가장 효율적인 방법은 인버터(회전수) 제어⁶⁾이다.

(2) ECO2 시뮬레이션 분석

구분	1차 에너지 소요량(kWh/m ² ·y)							증감량	등급
	난방	냉방	급탕	조명	환기	합계			
A 병원	COP 1,379	41,8	152,3	18,3	26,6	17,6	256,6		2등급
	COP 35% 개선	41,8	144,9	18,3	26,6	17,6	249,2	▼ 7.4 (-2.9%)	1등급
	펌프 인버터 제어	39,9	52,1	18,2	20,1	13,3	143,6	▼ 113.0 (-44.0%)	1+등급
	COP 35% + 인버터	39,9	44,9	18,2	20,0	13,3	136,3	▼ 120.3 (-46.9%)	1++등급
B 병원	COP 1,200	58,9	135,6	14,5	28,0	45,8	282,8		2등급
	COP 35% 개선	58,9	128,1	14,5	28,0	45,8	275,3	▼ 7.5 (-2.7%)	2등급
	펌프 인버터 제어	58,8	52,2	14,4	27,8	45,6	198,8	▼ 84.0 (-29.7%)	1+등급
	COP 35% + 인버터	58,8	44,8	14,4	27,8	45,6	191,4	▼ 91.4 (-32.3%)	1++등급

흡수식냉동기를 주 열원으로 사용하는 의료시설(병원)의 경우 1차 에너지 소요량을 절감하기 위해 인버터 제어는 필수적으로 적용되어야 하며, 연료소비량을 낮출 수 있는 에너지원을 사용하여 효율(COP) 개선을 수반한다면 1차 에너지 소요량의 절감효과는 더 증가할 것이다.

4) 액티브 기술은 고효율 설비 등 기계장치를 사용하여 에너지를 사용하면서 높은 성능으로 에너지소비량을 최소화하는 기술이다.
 5) 1차 에너지 환산계수는 전력생산 및 연료의 운송 등에서 손실되는 손실분을 고려하기 위해 적용하는 계수이다.
 6) 펌프를 구동하는 전동기의 속도는 주파수에 의해 결정되고, 펌프에서 배출되는 유량을 조정하여 펌프 모터의 분당 회전수를 조절하게 되는데, 이러한 과정을 인버터(회전수) 제어라고 한다.

2) 가변풍량방식(VAV)

(1) CAV(Constant Air Volume system)와 VAV(Variable Air Volume system) 차이

정풍량방식(CAV)과 가변풍량방식(VAV)의 차이는 CAV의 경우 일반적으로 에어컨처럼 풍량은 일정한 상태로 토출온도를 제어하는 방식이고, VAV는 토출온도는 일정한 상태로 풍량을 조절하는 방식이다. VAV는 실내 덕트 내 정압을 감지하여 팬의 회전률을 제어하게 되며, 가변풍량방식을 갖추기 위해 VAV유닛과 정압감지센서가 반드시 구성되어야 한다.

(2) ECO2 시뮬레이션 분석

구분		등급용 에너지 소요량(kWh/m ² ·y)							등급
		난방	냉방	급탕	조명	환기	합계	증감량	
A 병원	CAV 적용	40,1	50,5	18,2	22,0	30,0	160,8		1+등급
	VAV 적용	39,9	52,1	18,2	20,1	13,3	143,6	▼ 17,2 (-10,7%)	1+등급
B 병원	CAV 적용	57,5	84,3	14,5	27,9	44,9	229,1		1등급
	VAV 적용	58,7	86,3	14,5	27,9	24,5	211,9	▼ 17,2 (-7,5%)	1등급

환기부분 외 냉난방부문에서 다소 변화량이 나타나는데, CAV는 온도를 직접적으로 제어하기 때문에 부하에 즉각적으로 대응할 수 있는 반면, VAV는 일정한 온도로 풍량을 제어하기 때문에 실 내부 부하변동에 시간적으로 지연 대응하기 때문으로 분석된다.

의료시설(병원)은 실내 청정도를 유지하기 위해 정교한 공기조화시스템을 많이 사용하며, 실내 공기 질을 적정 수준으로 유지하기 위해 환기부하가 많이 발생하게 되는데, VAV를 적용하여 환기부문의 1차 에너지 소요량을 크게 절감할 수 있다.

3) 열회수 환기장치(ERV: Energy Recovery Ventilator)

(1) 열회수 환기장치의 효과

의료시설 같이 대량의 급기량이 필요한 공기방식의 중앙공조시스템에서 환기를 통한 에너지 회수방식이 많이 사용된다.

열교환 효율은 (외기엔탈피-급기엔탈피)/(외기 엔탈피-실내엔탈피)로 계산된다. 계산식에 따라 외부 공기를 기준으로 실내공기는 높고, 실내에 공급되는 공기는 낮을수록 열교환 효율이 높아진다. 일반적으로 열교환 효율은 제품별 공개된 표준 데이터를 사용하고 있으나, 외기 엔탈피 값인 건축물의 해당 지역 기상조건을 반영해 시뮬레이션을 구현하면 열교환 효율을 개선할 수 있다.

(2) ECO2 시뮬레이션 분석

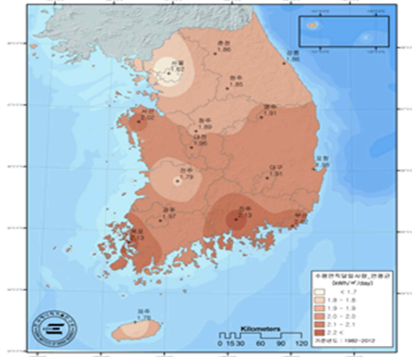
구분		1차 에너지 소요량(kWh/m ² ·y)						등급	
		난방	냉방	급탕	조명	환기	합계		증감량
A 병원	원안(열회수 미적용)	39,9	52,1	18,2	20,1	13,3	143,6		1+등급
	배열회수기 효율 40%	26,0	47,7	18,2	19,9	13,2	125,0	▼ 18,6 (-13,0%)	1++등급
B 병원	원안(열회수 미적용)	57,5	84,3	14,5	27,9	44,9	229,1		1등급
	배열회수기 효율 40%	40,1	83,4	14,5	27,9	45,7	211,6	▼ 17,5 (-7,6%)	1등급

열회수 환기장치로 외기와 실내공기의 열교환을 통해 에너지를 회수한 결과, 1차 에너지 소요량 감소량의 대부분이 냉난방부문에서 발생하였다. 앞서 언급한 분석자료와 비교하면, 같은 공기조화기 설비를 대상으로 VAV를 적용할 경우 환기부문에서 1차 에너지 소요량 감소량이 발생하는 것과 대조된다.

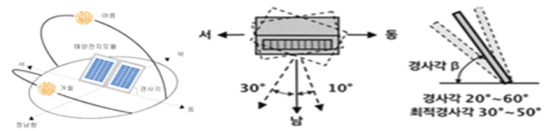
의료시설(병원) 같이 실내의 쾌적한 환경을 24시간 유지하고, 중앙공조시스템을 운영하는 경우 열회수 환기장치가 적용된 공조시스템을 통해 냉난방부문의 1차 에너지 소요량을 절감할 수 있다. 특히, 지리적 기후 특성으로 실내외 온도차이가 큰 지역일 경우 열교환 효율의 표준 데이터가 아닌 시뮬레이션 결과값을 적용하여 열교환 효율의 개선을 유도할 수 있다.

4) 태양광설비

(1) 태양광설비 설치조건 고려사항



[그림 6] 전국 연평균 수평면직달일사량 / 신재생에너지 데이터 센터



방향	경사각																		
	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
서울	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
경북	85	86	88	89	90	91	92	92	92	91	91	90	89	88	86	85	84	83	81
충청	84	87	90	92	94	96	97	97	97	96	94	92	89	87	84	81	77	74	70
강원	80	85	89	92	95	98	99	100	100	99	97	95	92	89	85	80	75	70	67
경상	75	81	86	90	94	97	99	100	100	99	98	96	93	90	85	81	76	71	67
전라	69	75	81	86	90	93	95	96	96	95	92	89	85	80	75	69	67	62	57
경남	62	68	74	79	83	87	89	90	90	88	86	82	78	72	67	61	59	54	49
제주	54	60	66	71	75	78	80	81	81	79	76	73	68	64	58	53	50	41	36
평균	45	51	56	61	65	68	69	70	69	68	65	62	58	53	49	44	41	34	28
최적	37	42	46	50	53	56	57	57	56	55	52	49	46	42	39	34	32	26	22

[그림 7] 서울시 설치 방향 및 각도에 따른 일사 효율 / 서울시 햇빛지도

우리나라는 국토면적이 작지만 지형이 남북으로 길게 분포하여 [그림 6]과 같이 지역별 직달일사량의 편차가 발생하게 된다. 서울과 경기도의 직달일사량이 가장 작고, 강원도, 충청도, 경상도, 전라남도, 경상남도 순으로 직달일사량이 높아진다.

직달일사량의 차이에서 볼 수 있듯이 우리나라는 지역별 위도와 경도가 다르게 분포하여 지역별 태양광설비 최적 설치조건이 다를 수 있다. 이에, 태양광 모듈의 운전 효율을 높이기 위해 건축물의 해당 지역의 일사 효율에 따라 태양광설비의 방위 및 각도 설정이 필요하다.

(2) ECO2 시뮬레이션 분석

구분	1차 에너지 소요량(kWh/m ² ·y)						증감량	등급	
	난방	냉방	급탕	조명	환기	합계			
A 병원	인증서 미반영	41.2	57.3	18.3	24.8	16.4	158.0	▲ 14.4 (+10.0%)	1+등급
	원안 수평	39.9	52.1	18.2	20.1	13.3	143.6		1+등급
	남향 45도	39.3	49.8	18.1	18.2	12.0	137.4	▼ 6.2 (-4.3%)	1++등급
C 병원	인증서 미반영	60.5	33.1	46.6	40.6	52.1	232.9	▲ 53.9 (+30.1%)	1등급
	원안 수평	54.9	27.7	46.4	21.9	28.1	179.0		1+등급
	남향 45도	54.1	26.8	46.3	19.0	24.3	170.5	▼ 8.5 (-4.7%)	1+등급

제로에너지건축물에서 태양광설비를 적용하기 위해 신재생에너지 인증서가 반드시 요구되며, 본 연구에서는 고려되지 않았지만, 일사 효율에 따른 태양광설비의 방위 및 각도 설정까지 고려된다면 1차 에너지 소요량 절감효과가 더욱 두드러질 것이다.

4. 결론

지금까지 제로에너지건축물 인증기관인 (사)한국환경건축연구원의 인증사례를 바탕으로 의료시설(병원)에서 제로에너지건축물에 영향을 미칠 수 있는 패시브 적용기술, 액티브 적용기술을 살펴보았다. 또한, 제로에너지건축물 인증을 받기 위해 시뮬레이션을 통해 주요 설계인자에 따른 에너지소비량을 분석하여 의료시설(병원)에 적용 가능한 간이 지표를 도출하였다. 또한 획일적인 적용이 아닌 건축물의 특성, 용도, 열원설비 시스템의 구성 등을 고려하여 기술요소의 선택 적용이 필요하리라 생각된다.