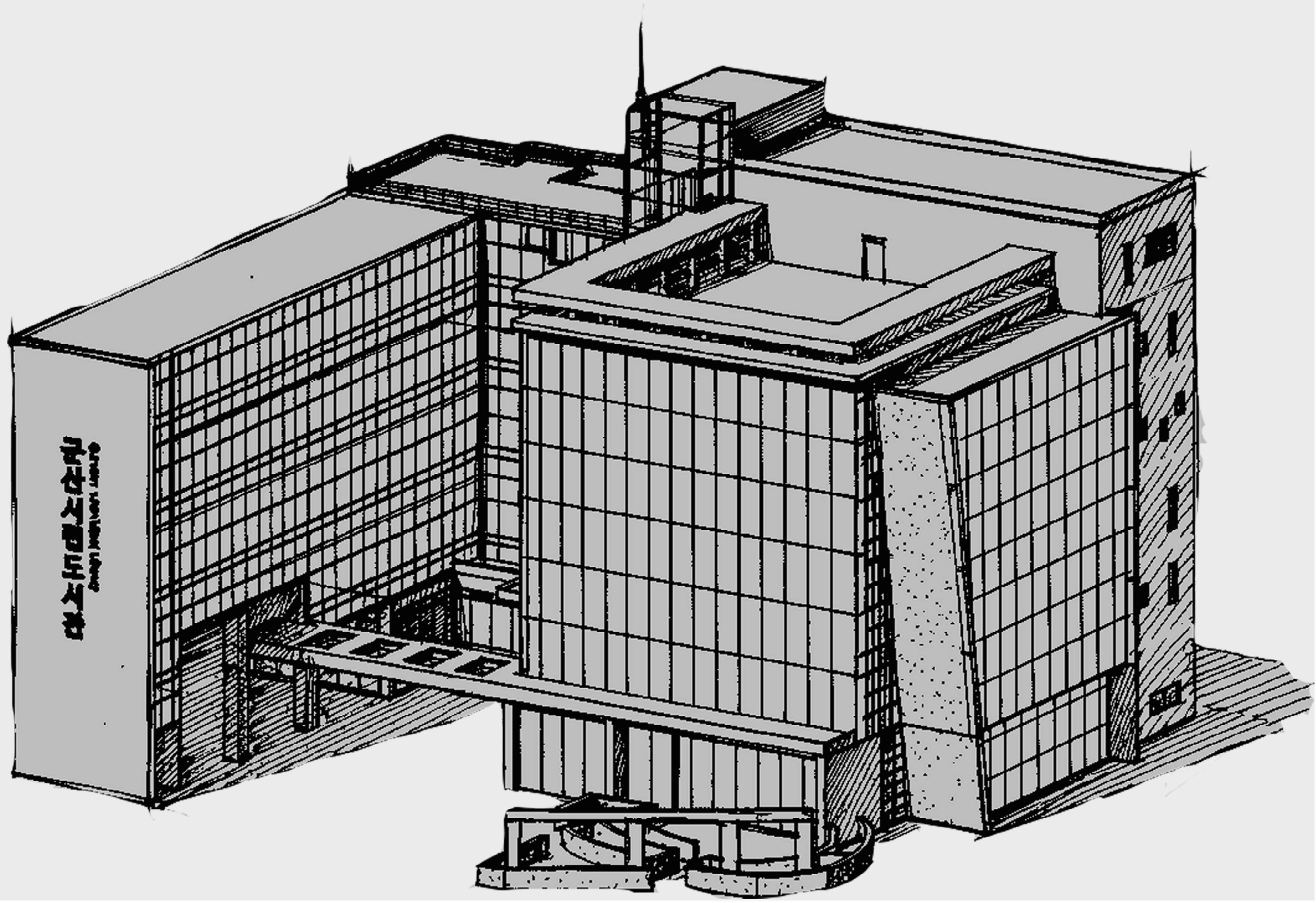


노후건축물의 ZEB인증을 위한 그린 리모델링

Green Remodeling for ZEB Certification of Existing Building

현재 기후는 '지구온난화'를 넘어 '지구열대화(Global Boiling)' 시대에 진입했다. 이러한 기후변화에 대응하고자 온실가스 배출량이 많은 건물 부문에서는 제로 에너지 건축이나 기존 건축물의 성능개선에 대한 관심이 높아지고 있다. 우리는 군산시립도서관의 그린 리모델링 계획안을 제시하여 지속 가능한 건축을 실현하고자 한다.



건축개요



건 물 명 : 군산시립도서관
주 소 : 전북 군산시 촉동로 72
연 면 적 : 5736.72m²
층 수 : 지하1층 / 지상 6층
준공 연도 : 2008.12.29

설계목표



ZEB 4등급
1차 에너지소요량 90kWh/m²년 미만
에너지자립률 40% 이상



법규와 경제성 고려
법의 기준을 준수하며, 투자 회수기간 등 경제성을 고려한 대안

ZEB 인증

건축물 에너지 성능을 극대화하고, 신재생에너지를 활용한 건축물을 에너지 소요량, 에너지 자립수준을 평가하여 등급을 부여

구분	항목별 세부 내용	기준
연간 단위면적당 1차 에너지소요량	건물에너지 해석프로그램(ECO2) 평가 ▶ 냉방/난방/급탕/조명/환기 소요량 및 신재생에너지 생산량 평가 ▶ 1차 에너지소요량(kWh/m ² 년) = 총도달 에너지소요량 X 1차에너지환산계수	추가량 > 90kWh/m ² 년 미만 환수가능 > 130kWh/m ² 년 미만
에너지 자립률	건물에너지 해석프로그램(ECO2) 평가 ▶ 건물에서 소비하는 에너지 중 신재생에너지 생산량 비율 ▶ 에너지 자립률 = 단위면적당 1차에너지생산량 / 단위면적당 1차에너지소요량 X 100	20% 이상
건축물에너지 관리시스템	체크리스트 평가항목별 적용여부 판단 ▶ 에너지 소비량을 계속, 실시간으로 관리하는 시스템	데이터 수집 및 표시, 정보관리, 데이터 조회 등 13개 항목 평가

설계대안

단열재

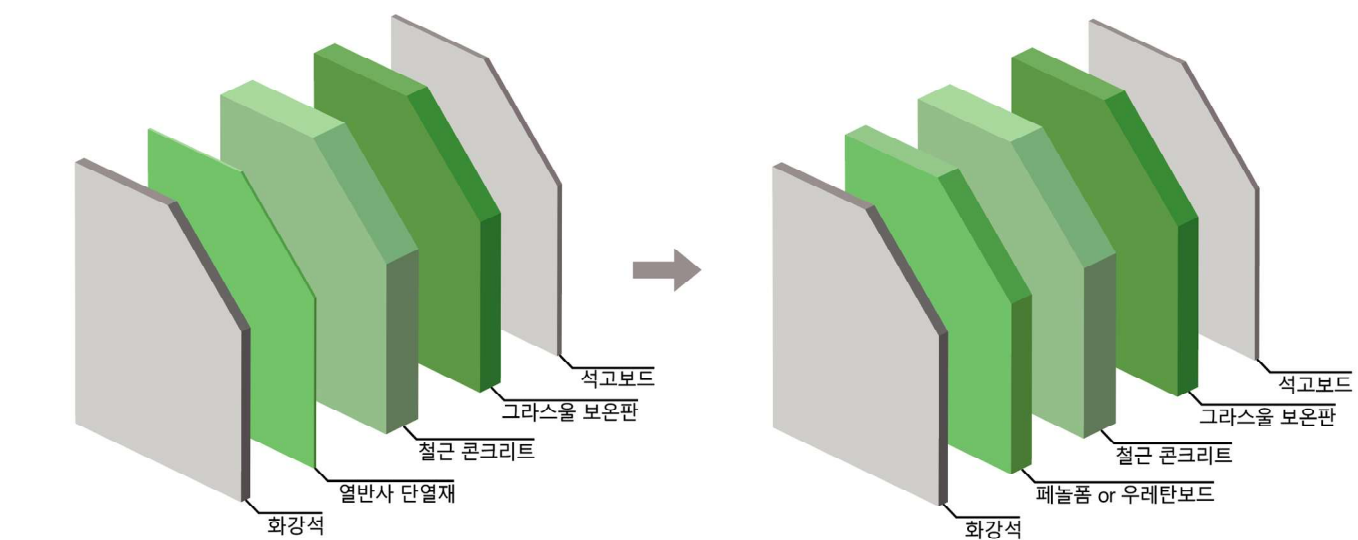
준공 당시 단열재 허용두께

거실의 외벽	건축물의 부위	단열재 허용 두께 (mm)
	외기에 직접 면하는 경우	50 이상
	외기에 간접 면하는 경우	30 이상

현재 단열재 허용 두께와 벽체의 열관류율

거실의 외벽	건축물의 부위	단열재 허용 두께 (mm)	열관류율 (W/m ² ·K)
	외기에 직접 면하는 경우	135 이상	0.240 이하
	외기에 간접 면하는 경우	90 이상	0.340 이하

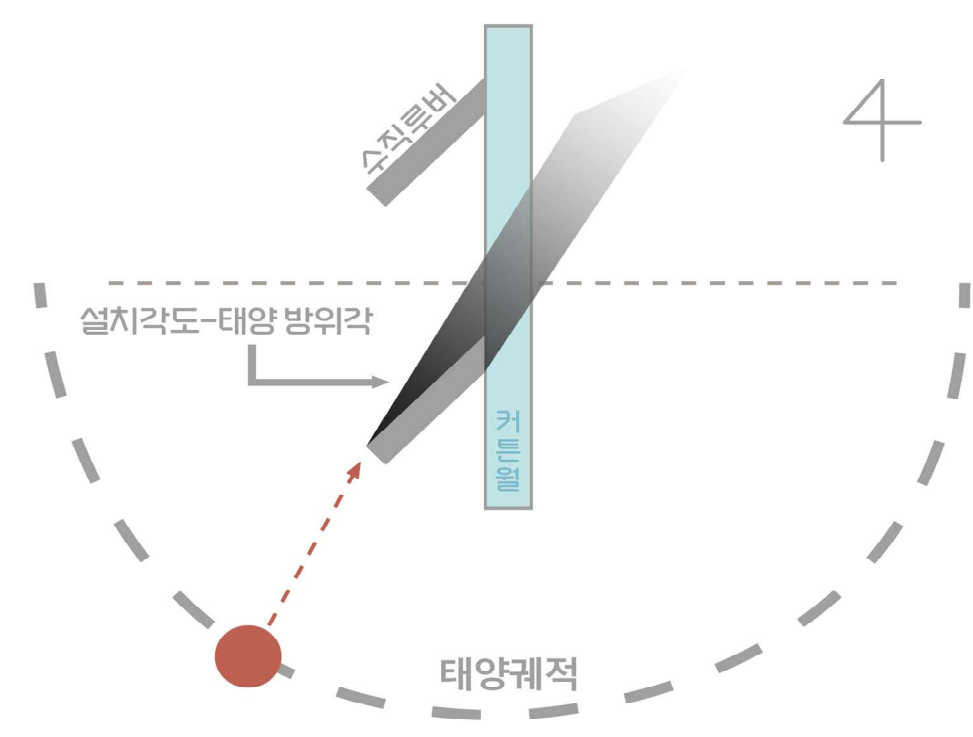
기존 그라스볼 보온판(열전도율 0.031W/m·K, 벽체 열관류율 0.437W/m²·K)에서 페넬폴(열전도율 0.020W/m·K, 경질우레탄보드(0.023W/m·K)로 교체



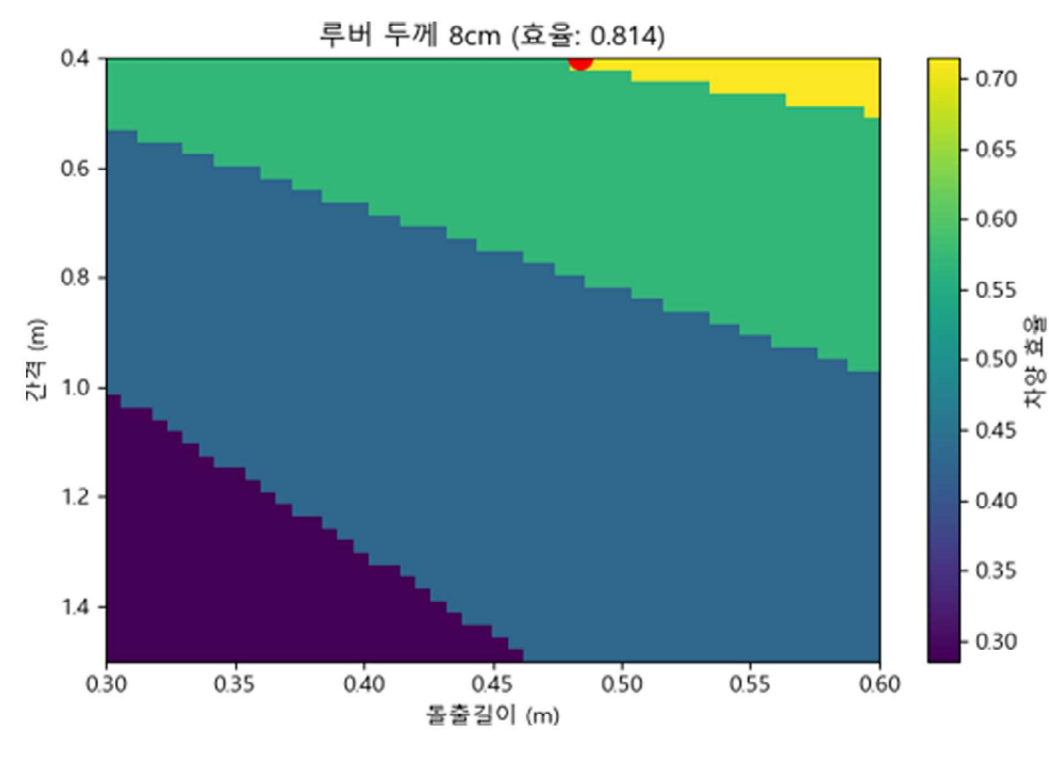
수직루버

일사 영향이 큰 서측면에 수직루버를 설치하여 일사 유입 감소. 냉방기간(6/1)~9/31)의 태양방위각과 설치각도, 간격, 돌출길이를 Python 코딩을 통해 최적점 계산

$$\text{설치간격 } S \leq \frac{\text{돌출길이 } D}{\tan(\text{설치각도} - \text{태양방위각})}$$
$$\text{차양효율} = \frac{\text{차양효과가 발생한 시간의 수}}{\text{평가 시간의 수}}$$



수직루버 설계	
설치 각도	45°
루버 두께	8cm
설치 간격	0.6m
돌출 길이	0.4m



신재생에너지

기존의 지열히트펌프와 더불어 태양광 패널을 추가 설치하여 에너지자립률 목표달성에 기여



태양광 개요	
모델명	LR8-66HYD-650M
모듈크기	2282mmX1134mmX30mm
모듈효율	24.1%
패널면적	640m ²
용량	202kW
패널량	남

일조 시뮬레이션

시뮬레이션을 통하여 태양광 패널 설치 위치의 적합성 판단



하지(6/21)



동지(12/21)

창호

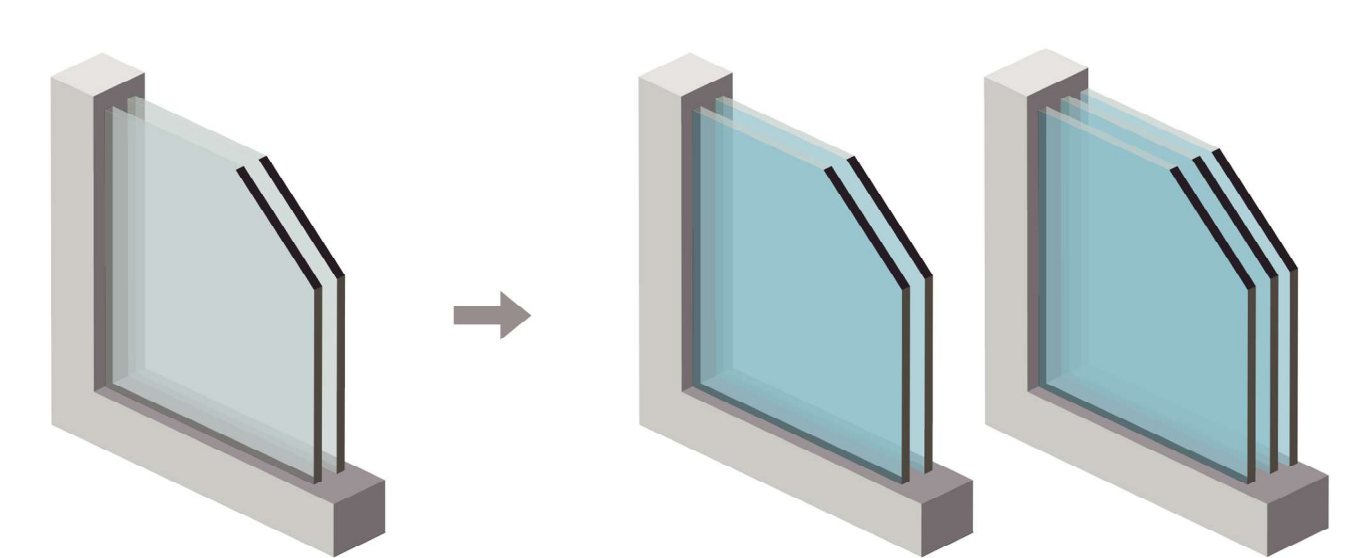
기존 창호의 열관류율이 현행 법령의 기준 미달이므로 창호 교체 필요

그린 리모델링 전

	열관류율 (W/m ² ·K)	일사투과율
파스텔 복층유리	3.30	0.5

그린 리모델링 후

	열관류율 (W/m ² ·K)	일사투과율
로이유리 이중창	0.970	0.21
로이유리 삼중창	0.645	0.21



설계대안 비교

이중외피+단열재+창호 조합	연간 1차에너지소요량(kWh/m ²)	공사비
페넬폴 180T + 로이 삼중창	87	₩ 859,509,608
우레탄보드 180T + 로이 삼중창	87.3	₩ 807,043,188
페넬폴 150T + 로이 삼중창	87.6	₩ 831,717,132
우레탄보드 150T + 로이 삼중창	88.2	₩ 781,632,924
페넬폴 120T + 로이 삼중창	88.5	₩ 803,924,656
페넬폴 180T + 로이 이중창	88.8	₩ 513,161,108
우레탄보드 180T + 로이 이중창	89	₩ 460,694,688
페넬폴 150T + 로이 이중창	91	₩ 485,368,632
우레탄보드 120T + 로이 이중창	91.1	₩ 767,816,093
우레탄보드 150T + 로이 이중창	92.4	₩ 435,284,424
페넬폴 120T + 로이 이중창	92.7	₩ 457,576,156
우레탄보드 120T + 로이 이중창	93	₩ 421,467,593

수직루버+단열재+창호 조합	연간 1차에너지소요량(kWh/m ²)	공사비
페넬폴 180T + 로이 삼중창	82.4	₩ 1,128,866,351
우레탄보드 180T + 로이 삼중창	83.7	₩ 1,058,399,931
페넬폴 150T + 로이 삼중창	84.6	₩ 1,101,073,875
우레탄보드 150T + 로이 삼중창	86	₩ 1,050,989,667
페넬폴 120T + 로이 삼중창	86.8	₩ 1,073,281,399
페넬폴 180T + 로이 이중창	87.6	₩ 782,617,851
우레탄보드 180T + 로이 이중창	88.8	₩ 712,151,431
우레탄보드 120T + 로이 삼중창	89.2	₩ 1,037,172,836
페넬폴 150T + 로이 이중창	89.8	₩ 754,825,375
우레탄보드 150T + 로이 이중창	91.1	₩ 704,741,167
페넬폴 120T + 로이 이중창	91.5	₩ 727,032,899
우레탄보드 120T + 로이 이중창	92.3	₩ 690,924,336

단열재(종류/두께) + 로이 복층창(2/3중) 조합으로 평가하여 경제적으로 목표 달성이 가능한 '수직루버 + 경질우레탄보드 180T + 로이유리 이중창' 으로 선정

경제성 평가

구분	내역	수량(m ²)	단가(원/m ²)	재료비(원)	노무비(원)	경비(원)	총 금액(원)	
단열재	우레탄보드 180T	2,887.50	57,770	166,812,608	54,935,662	17,102,436	238,850,706	
구분	모듈명	수량(m ²)	단가(원/m ²)	재료비(원)	노무비(원)	경비(원)	총 금액(원)	
		HY-FIX-172	2308.99	300,000	761,866,700	80,814,650	47,334,295	890,015,645
구분	-	수량(m ²)	단가(원/m ²)	재료비(원)	노무비(원)	경비(원)	총 금액(원)	
		-	334.3	322,974	107,970,525	41,527,125	16,610,850	166,108,500
대양광 패널	LR8-66HYD-650M	수량(개)	단가(원/개)	재료비(원)	노무비(원)	경비(원)	총 금액(원)	
		319	227,315	72,513,800	198,191,783	30,000,000	300,705,583	
조명	항목	수량(개)	단가(원/개)	재료비(원)	노무비(원)	경비(원)	총 금액(원)	
		면조명(50W)	149	18,900	2,816,100	219,261	153,656	
		평판조명(50W)	323	14,500	4,683,500	372,059	259,295	9,788,468
구분	모듈명	수량(개)	단가(원/개)	재료비(원)	노무비(원)	경비(원)	총 금액(원)	
		전구(8W)	749	1,500	1,123,500	93,872	67,225	
보일러	BOV-400EX	465	-	8,314,020	3,197,700	1,279,080		
지열히트펌프 공기조화기	ACGRQ259BA3	80	-	7,800,000	3,000,000	1,200,000	128,790,800	
EHP	RPUW200X9S	65	-	72,800,000	20,800,000	10,400,000		

공공건축물 그린리모델링 지원사업

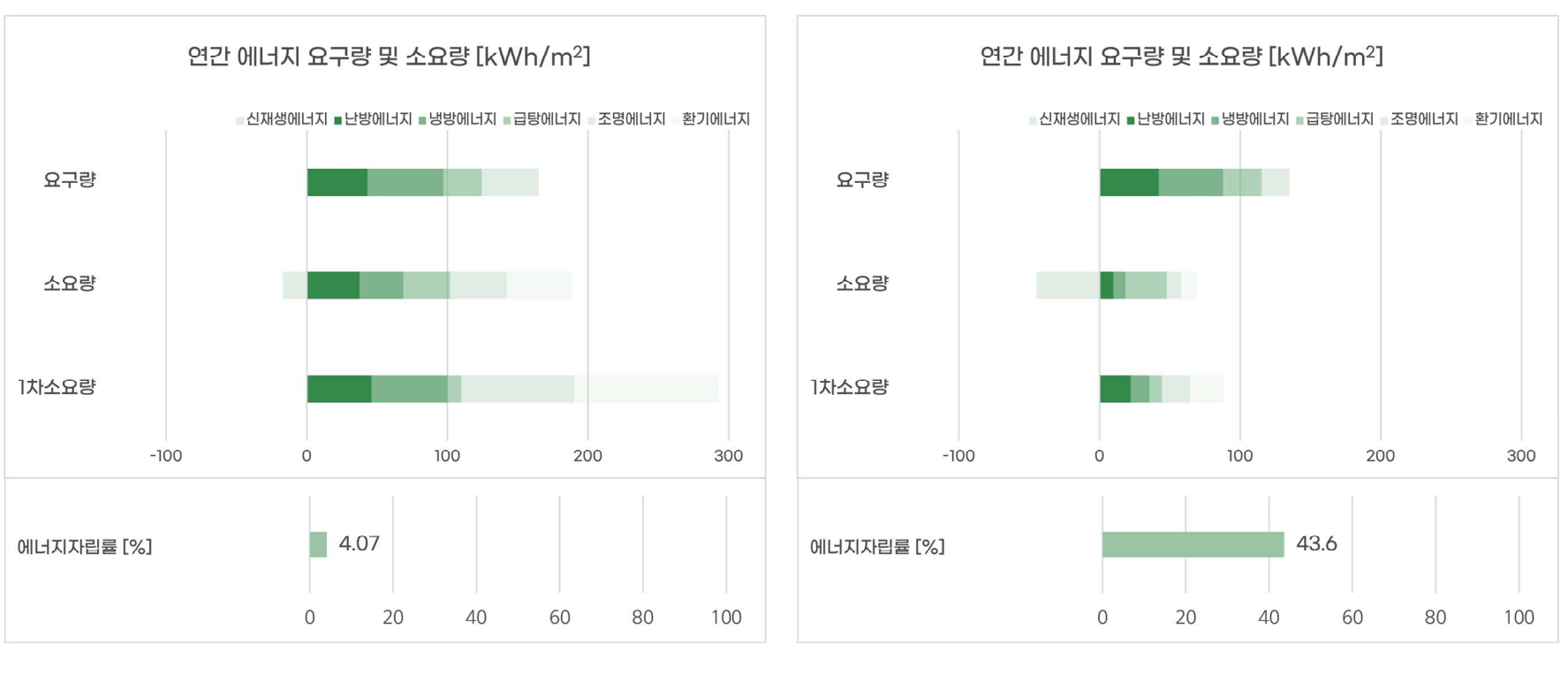
군산시립도서관의 경우 3.3m² 당 266만 원 한도 내 70% 연면적 5736.72m² / 3.3m² * 266만 원 = 46억 원 이내에서 공사비의 최대 70%까지 보조금 지원 가능

총 공사비 = 1,734,259,702 원

연간 에너지비용 절감액 = 127,090,240 원 - 41,406,055 원 = 85,684,185 원
투자비용 회수 기간 = 총 공사비 17.3억 원/연간 에너지비용 절감액 0.85억 원 = 20.2년

공공건축물 그린 리모델링 사업비 지원(공사비 70%) 시 6년

에너지소요량 전후 비교



그린리모델링 전

그린리모델링 후

그린 리모델링 결과

1차 에너지소요량 203.0kWh/m²·년에서 88.8kWh/m²·년으로 57% 절감
에너지자립률 4.07%에서 43.6%로 39.53%p 상승하여
설계목표인 ZEB 4등급 달성

