

에너지 성능·공정 최적화를 통한 기숙사 ZEB 리모델링

Dormitory ZEB Remodeling: Optimizing Energy Performance & Process

I. 사전 배경

[개요]

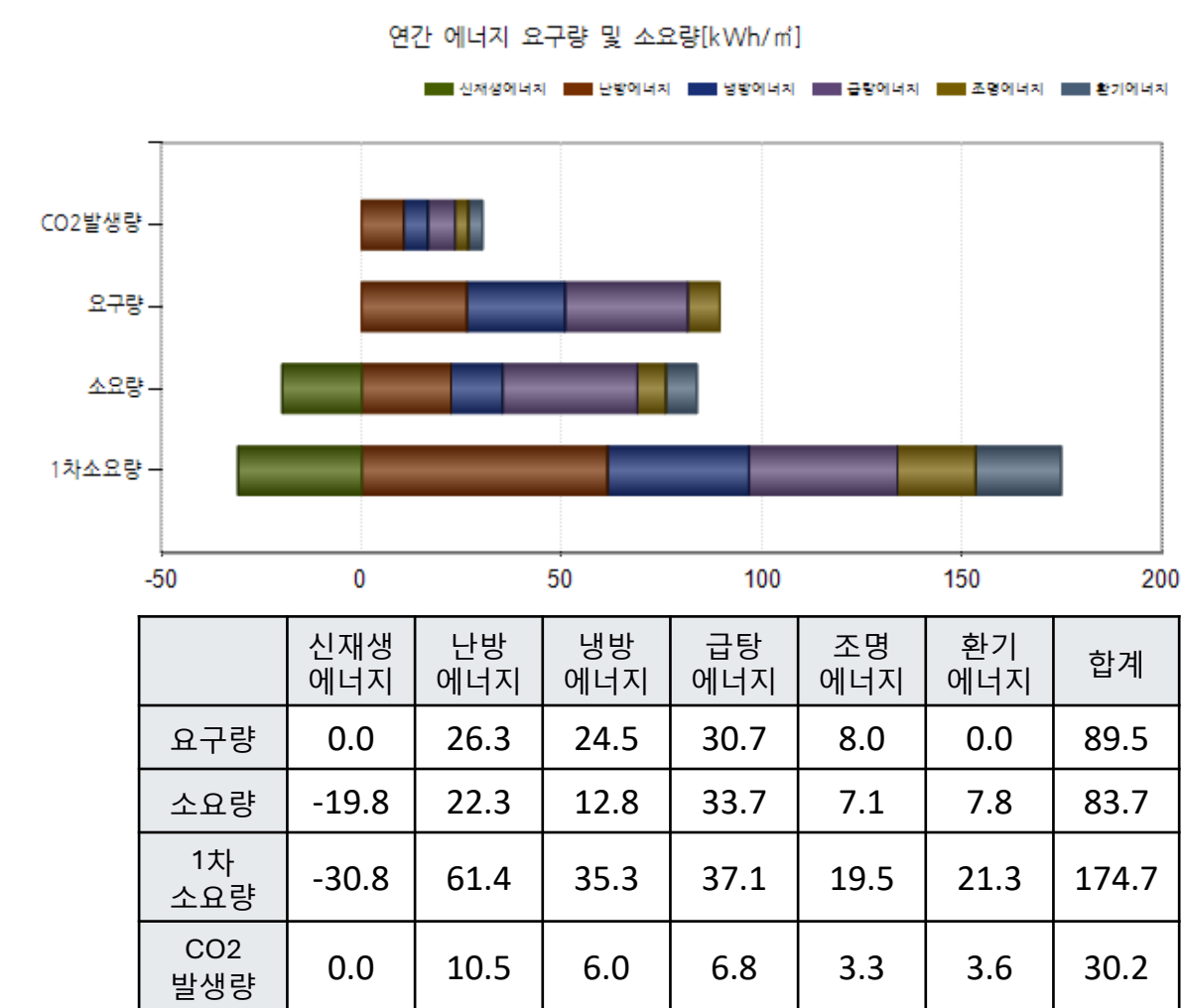
탄소중립 실현과 ZEB 규정 강화에 따라, 기존 건축물의 에너지 성능 개선과 신재생 에너지 적용이 중요한 과제로 대두되고 있다. 건축물은 지속적인 에너지 소비가 발생하며, 탄소중립 실현을 위해 에너지 절감이 필요하다. 공공건축물을 중심으로 ZEB 기준 적용이 확대되고 있으며, 에너지 자립률 확보가 중요한 성능 평가 요소로 적용한다. 이에 본 팀은 기존 건축물의 외피 열관류율 개선과 신재생 에너지 사용률 증가를 통해 ZEB 등급을 올리고자 한다.

[연구 목표]

- 학교 기숙사 건물의 현황을 분석하여 최소등급 ZEB 5등급 이상을 목표로 함.
- 학교 기숙사 건물 특성상 방학기간의 정해진 기간에만 리모델링 가능성을 고려하여 공정계획 수립을 목표로 함

[대상 건물 현황]

군산대학교 기숙사 황룡관, 나래관 대상으로 분석
현재 대상 기숙사 에너지 자립률 17.63% ZEB 5등급 미달성

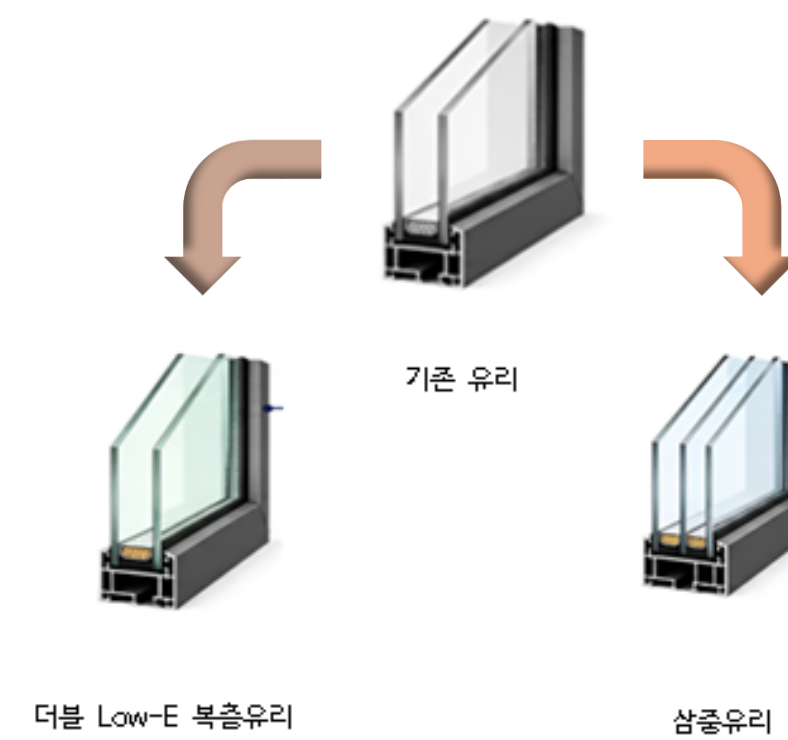


II. 창호 대안별 에너지 자립률 분석

에너지 소비 절감 계획을 위한 창호 교체 대안들을 선정 Eco2 프로그램을 사용한 에너지 자립률 비교/분석

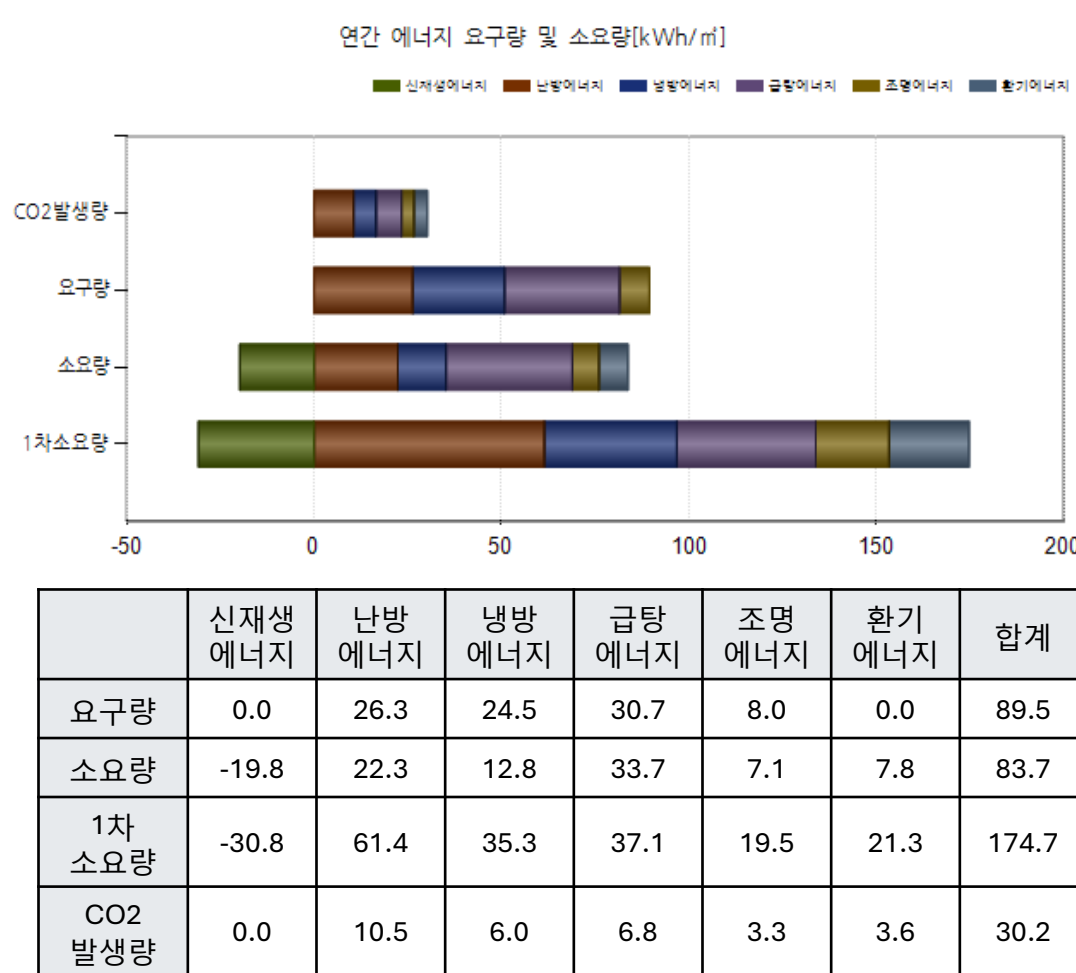
[대안 선정]

구분	열관류율(W/m²·K)	일사투과율
기존 T24 Low-E 복층유리	1.3	1.32
대안 1 더블 Low-E 복층유리	1.0~1.1	0.8
대안 2 삼중유리	0.6~0.7	0.6

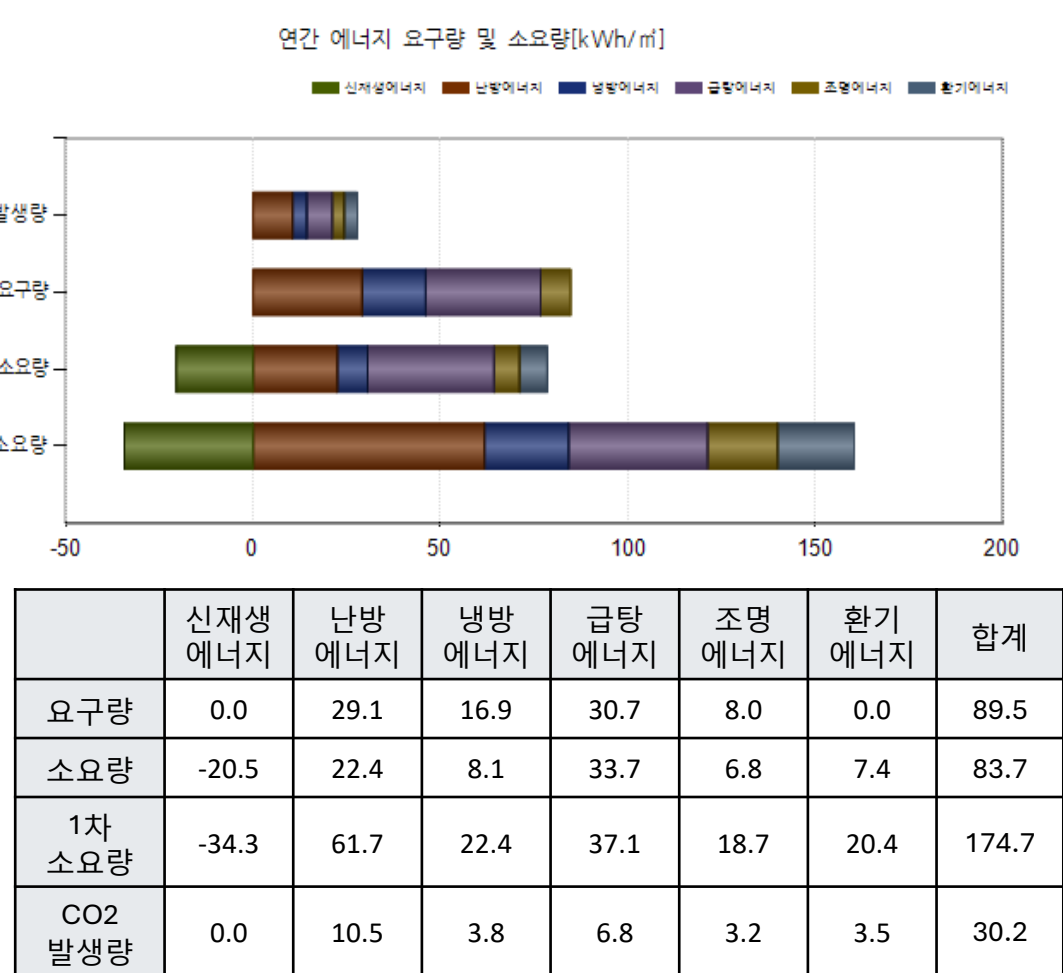


['Eco2' 시뮬레이션 결과]

대안 1 에너지 자립률 18.15% 기존 대비 0.53% 증가



대안 2 에너지 자립률 18.61% 기존 대비 0.98% 증가



[분석결과]

기존 유리에서 대안 1 더블 Low-E 복층유리, 대안 2 삼중유리로 교체 대안을 선정함
Eco2 프로그램으로 대안 1 에너지 자립률 0.53% 상승 18.15%를 달성, 대안 2 0.98% 상승 18.61% 달성함을 보여줌

III. 창호 대안별 공정 분석

경제성 & 효율성을 고려한 리모델링 공정 비교

[공법 선정]

구분	공법	방식
대안 1 더블 Low-E 복층유리	프레임 유지 개보수 공법	정착된 프레임에 절거하지 않고 내부 창짝과 유리만 고성능 자재로 교체 및 설치하는 개보수 방식
대안 2 삼중유리	프레임 철거, 신규 설치 공법	기존의 프레임과 유리를 철거 후 신규 프레임 설치, 단열·기밀 보강, 신규 창호를 고정하는 방식

[대안별 인력 투입 계획]

대안 1	
투입 인력	총 13명 (작업반장 1명, 창호공 4명, 유리공 2명, 보통인부 4명, 실링기밀 2명)
공정 단계	6단계 (보양→유리 탈거→점검/실측→창호 설치→기밀 처리→작동 확인/정리)
1일 작업량	약 13호
작업기간	순수 작업일 13일, 총 공사기간 약 17~20일 (약 2~3주)

[노무비 산정]

직종	일일 투입 인원	투입 일수	작업량 (인·일)	단가 (원/일)	직종별 노무비(원)
창호공	6명	10일	60	250,287	15,017,220
유리공	2명	5일	10	250,389	2,503,890
보통인부	4명	8일	32	172,068	5,506,176
실링기밀	2명	2일	4	265,000	1,060,000
작업반장/관리	1명	13일	13	215,907	2,806,791
합계	-	-	119	-	26,894,077

[비교결과]

대안 1: 프레임 유지 개보수 공법으로 13명 인부, 노무비 약 2700만원 작업기간 13일 기간 내로 리모델링 가능
대안 2: 프레임 교체, 신규 설치 공법으로 18명 인부, 노무비 약 3830만원 작업기간 18일 기간 내로 리모델링 가능

IV. BAPV 설치 에너지 자립률 분석

에너지 생산 증가 계획을 위한 벽면 부착형 태양광 설비 선정 Eco2 프로그램을 사용한 에너지 자립률 분석

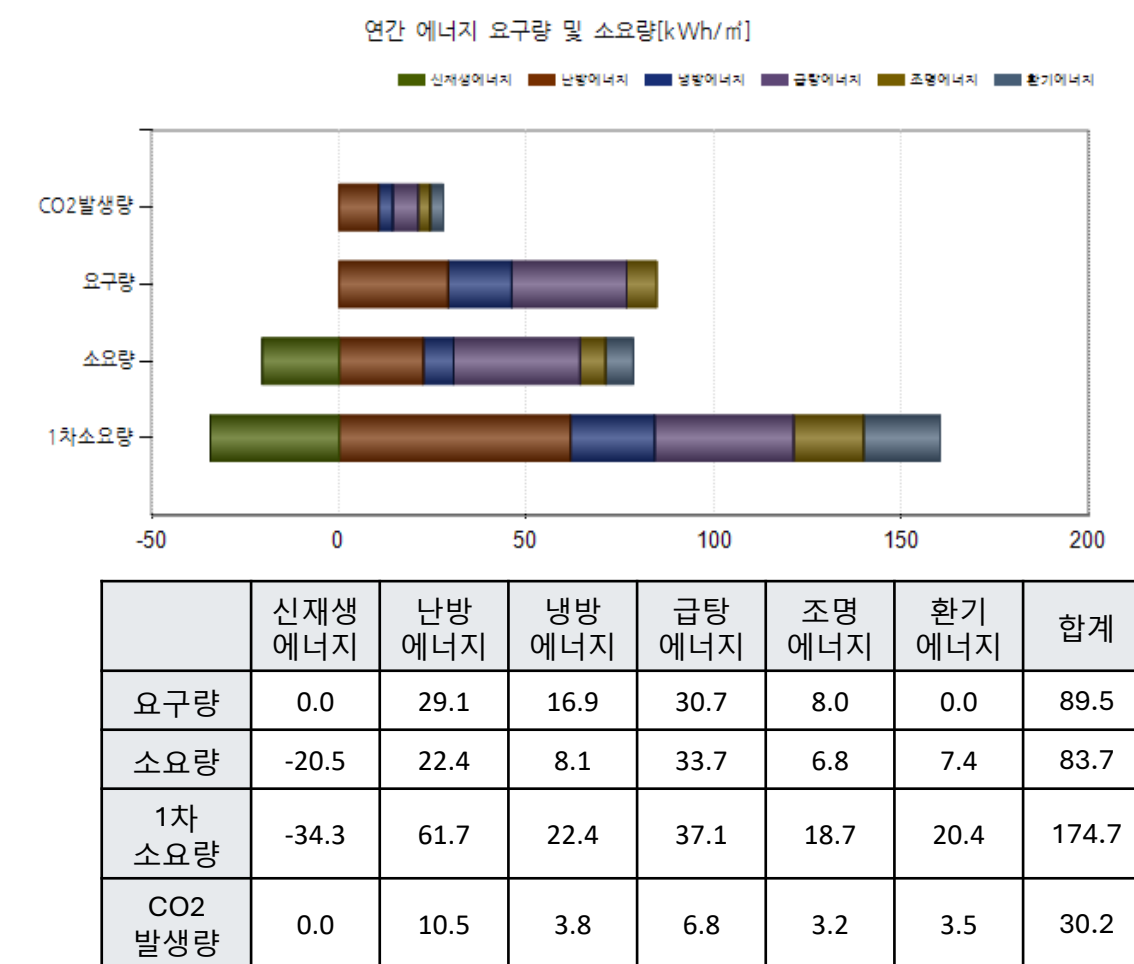
[태양광 패널 설비용량 산정]

태양광 개요	
모델명	Q.PEAK DUO ML-G11S.2
모델 크기	2.092*1.134*35 [mm]
모델 효율	21.1%
최대 출력	500 [Wp]
패널 용량	192장, 96kW



['Eco2' 시뮬레이션 결과]

BAPV 설치 에너지 자립률 21.42% 기존 대비 3.79% 증가



[분석결과]

황룡관 나래관 남측 벽면에 태양광 패널 192장을 부착해 92kW 설계용량을 확보
기존 에너지 자립률 17.63%에서 3.79% 상승한 21.42% 달성

V. BAPV 설치 공정 분석

경제성 & 효율성을 고려한 리모델링 공정 분석

[설치 개요 및 기간]

적용 건물	황룡, 나래관 남측 벽면
설치 방식	BAPV(외벽 부착형 태양광 패널)



[인력 투입 계획]

투입 인력	총 88품 (황룡관 58품, 나래관 30품) (작업반장 15품, 비계공 11품, 내선전공 7품, 조력공 18품, 보통인부 22품, 교통정리원 15품)
공정 단계	7단계 (외벽 마킹→앵커 공사→프레임 용접/조립→태양광 구조 레일 설치→태양광 패널 설치→전기 배선/레이 절선→시운전 검사/정리)
1일 작업량	황룡관: 120장 설치 시 1일 작업량 12장/일 나래관: 72장 설치 시 1일 작업량 약 14.4장/일
작업기간	황룡관 10일, 나래관 5일

[직접 공사비 산정]

항목	황룡관	나래관	합계
자재비	21,120,000원	12,672,000원	33,792,000원
장비비	16,000,000원	3,500,000원	19,500,000원
직접노무비	12,739,840원	6,317,246원	19,057,086원
합계	49,859,840원	22,489,246원	72,349,086원

[분석결과]

BAPV(외벽 부착형 태양광 패널)으로 투입인력 88품 작업기간 총 15일
자재비 약 3380만원, 장비비 1950만원, 직접노무비 약 1900만원으로 직접공사비 총 약 7235만원 산정

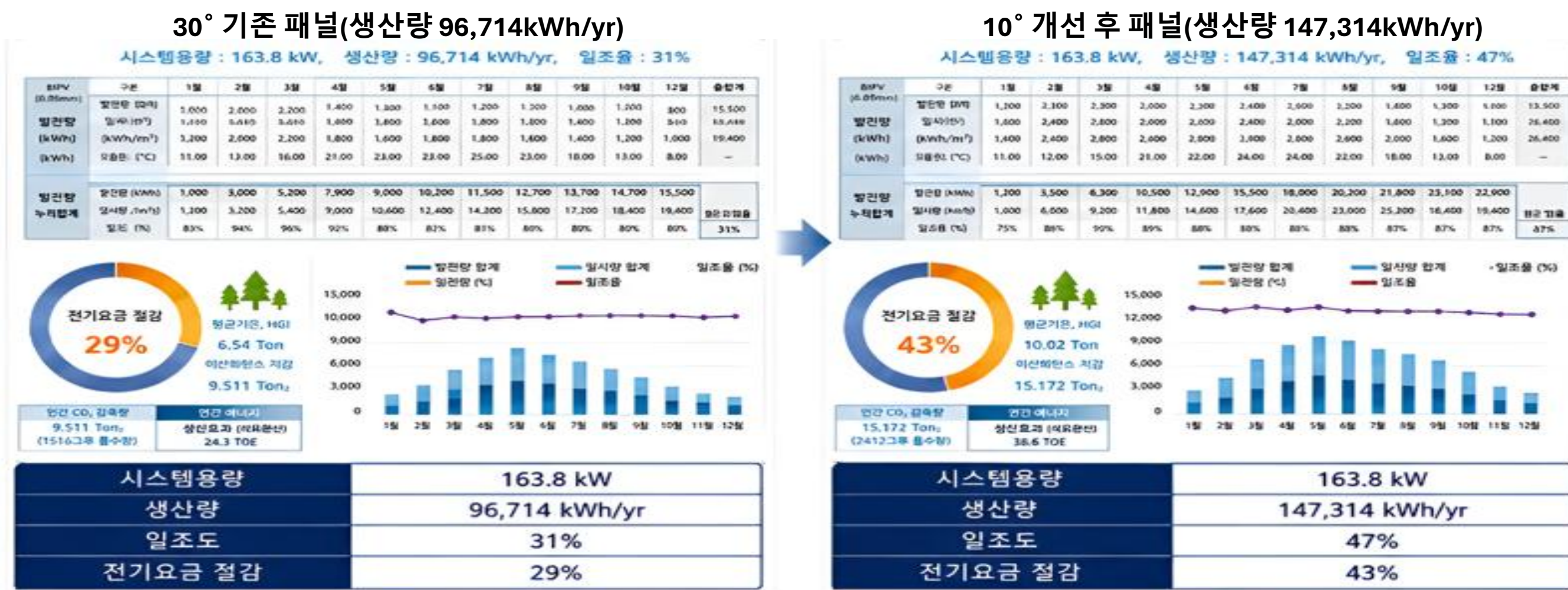
VI. 기존 PV 각도 조정에 따른 에너지 자립률 분석

기존 태양광 패널 각도 최적화 분석

'Energy#' 프로그램을 사용한 에너지 생산량 분석

['Energy#' 시뮬레이션]

기존 30°로 설치된 패널 각도를 최적 각도인 10°로 개선



[분석결과]

기존 각도 30°의 태양광 설비의 각도 최적화 적용, 개선 각도 10°변경시 태양광 발전량 약 1.5배 상승

VII. 최종 설계안

최종 에너지 자립률 도출 및 공정 수립

[연구 목표 1 ZEB 5등급 달성 결과]

Eco2 프로그램을 사용해 창호 교체와 BAPV 설치로 에너지 자립률 17.63% 삼중유리 교체 18.61% BAPV 설치 에너지 자립률 22.40% 달성하여 목표 ZEB 5등급으로 향상되었음을 확인 하였다.

창호 대안 2 삼중유리+BAPV 설치 후
에너지 자립률 22.399% 달성

[연구 목표 2 방학기간 리모델링 공정 결과]

최종 창호 대안2 삼중유리 교체, BAPV 설치하며, 총 예산 약 2억원, 총 공사기간 71일을 확보함으로써 방학기간 공정 수립을 완료하였다

	창호공사	BAPV 공사
적용	대안 2 삼중유리	BAPV(외벽 부착형 패널)
작업량	168인 일	88품
공사기간	순수 작업일 18일	황룡관 10일 + 나래관 5일 (총 15일)
산정비용	129,299,118원	72,349,086원