

국내 최초 제로에너지주택단지 실현 및 향후 정책제안

Implementation of the first Zero Energy Housing Complex in Korea
and policy proposal for the future

Prof. Myoungju LEE (Myongji University) 2015.05.08

HUMAN WELFARE 01
행복한 서민

02 ENVIRONMENTAL WELFARE
쾌적한 환경

03 ENERGY WELFARE
따뜻한 건물

04 SOCIAL WELFARE
함께하는 마을

4 PHILOSOPHIES

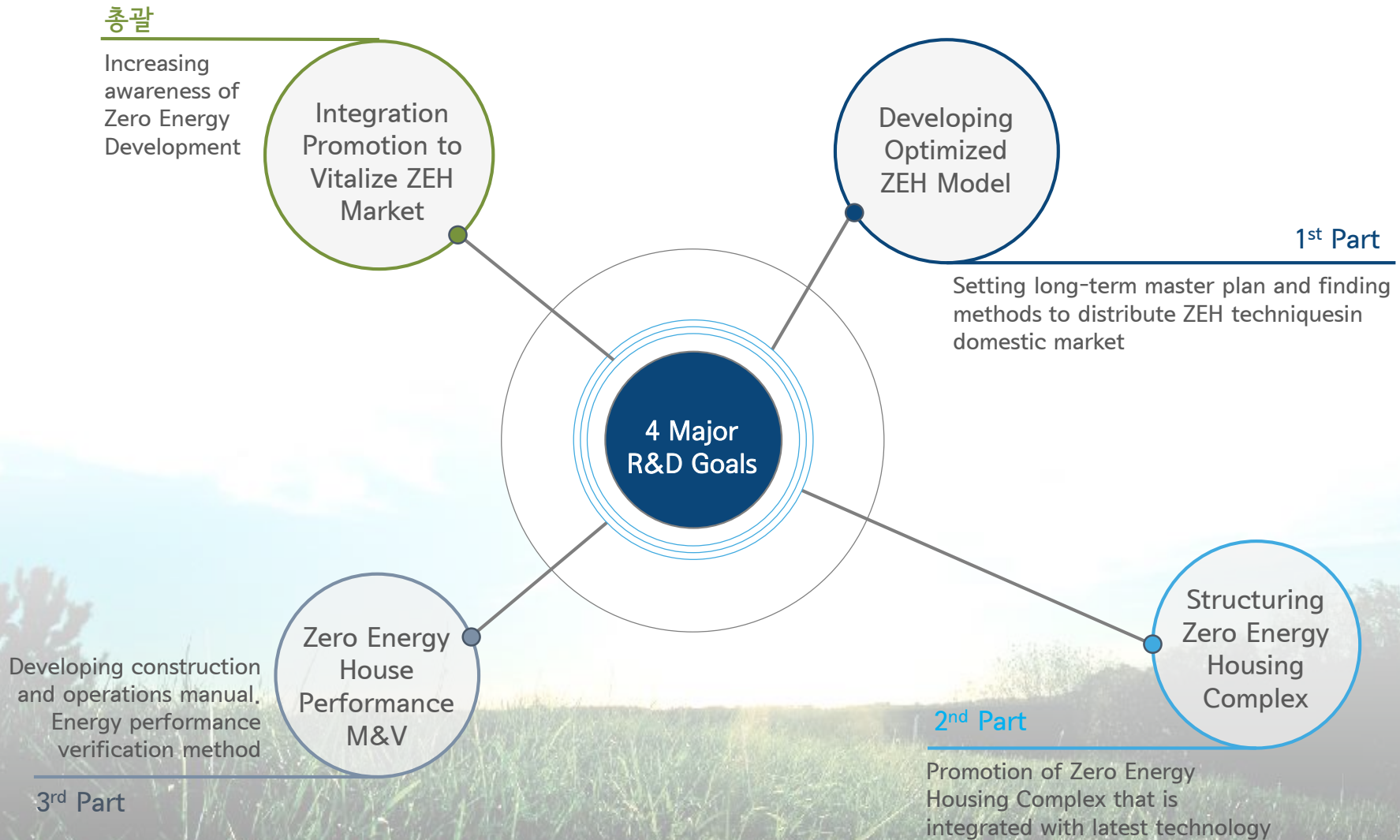


Introduction

- Research: Optimized Zero Energy Housing Complex Model Development and Construction
- Budget: 44.2 Million USD (Cost of Design and Construction 20.2 Million USD, R&D 24 Million USD)
- Duration: 2013.10.~2017.09.(4 Years)
- Research Management Agency: Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement

Construction Intro

- Site: 251-9 Hagyedong, Nowongu
- Building Area: 11,344.8m² Zero Energy Housing Complex for Low-Income Citizens
- Scale of the Project: 121 Housing Units(Mid-Rise Apartment 106, Detached House 2, Duplex 4, Low-Rise Apartment 9), Prototype House 1



What is Zero Energy Housing Complex

NZEB Definitions

Reference: Torcellini, 2006 (NREL) Department of Energy

01 Net-Zero Site Energy

- Annual Consumed Fossil Fuel Energy is Offset by Renewable Energy Production on Site.

02 Net-Zero Source Energy

- Annual Consumed Fossil Fuel Energy Converted to Primary Energy is Offset by Renewable Energy Production

03 Net-Zero Energy Emissions

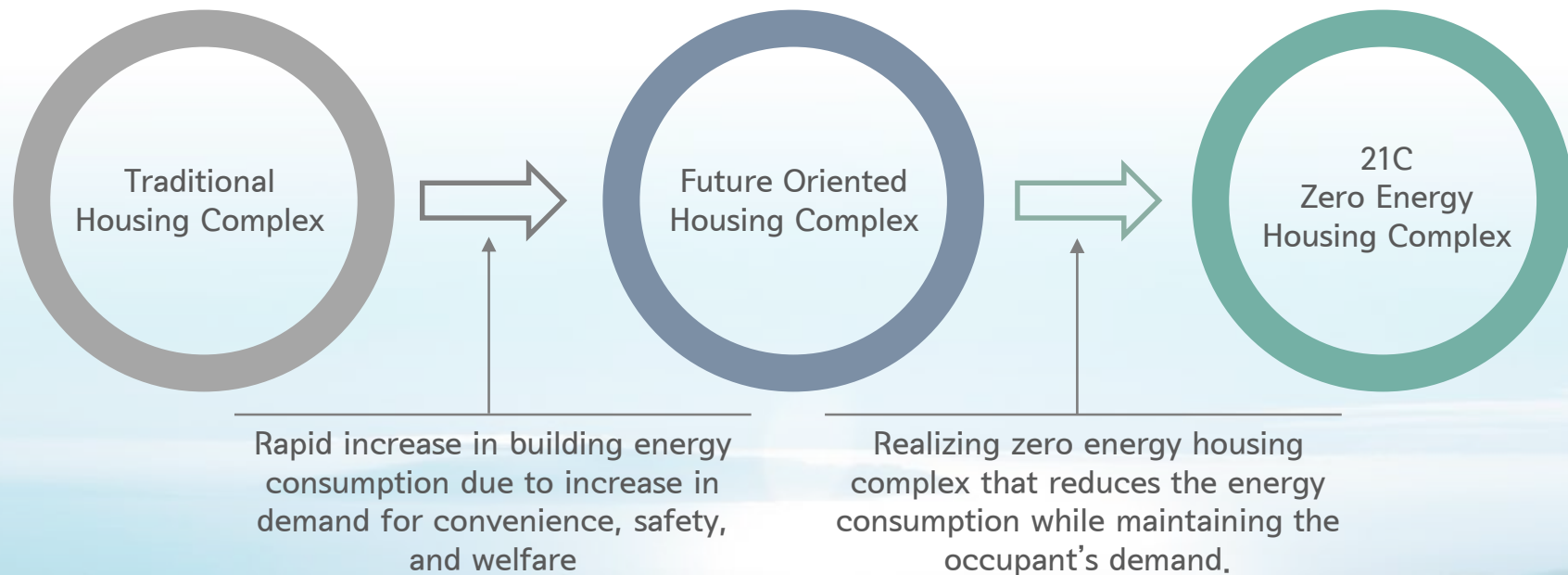
- Annual Carbon Emission (Fossil Fuel Energy Consumed - Renewable Energy Produced) is Offset to Zero

04 Net-Zero Energy Costs

- Annual Energy Cost (Utility Use - Renewable Energy Production) is Offset to Zero.
- 세계적으로 위의 네가지 분류를 참고하나 대부분의 국가가 일차에너지로 계산한 연간 넷 제로 에너지를 정의로 함
- 본 연구에서는 01, 02의 두 가지 넷 제로 에너지의 정의를 적용시킴

What is Zero Energy Housing Complex

21C Zero Energy Housing Complex Development





대지 현황 사진



<p>Happy People</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Renovation Ready / South Facing Living Space ■ Universal Design / Barrier Free Design for Physically Disabled and Elderly ■ CPTED: Spatial Design Consideration to Prevent Crime, Reducing Blind Spots ■ Original Façade Design that Integrates with the Environment <p>인간 복지(Human Welfare)</p>
<p>Integrated Village</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Building Structure Parallel to the Streetscape. ■ Universal Design / Barrier Free Design for Physically Disabled and Elderly ■ CPTED: Spatial Design Consideration to Prevent Crime, Reducing Blind Spots <p>사회 복지(Social Welfare)</p>
<p>Pleasant Environment</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Energy efficient design to reduce energy consumption in buildings ■ Energy usage and balanced renewable energy utilization ■ Low energy cost for low-income families <p>에너지 복지(Energy Welfare)</p>
<p>Warm Buildings</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Fossil fuel zero to cope with climate change and depletion in energy resources ■ Consideration towards ecology within the housing complex ■ Energy saving and environmental friendly building material use <p>환경 복지(Environmental Welfare)</p>

“대한민국 공동주택 목표 – 21세기 선진국형 제로에너지 국민임대주택 실증단지 구현”





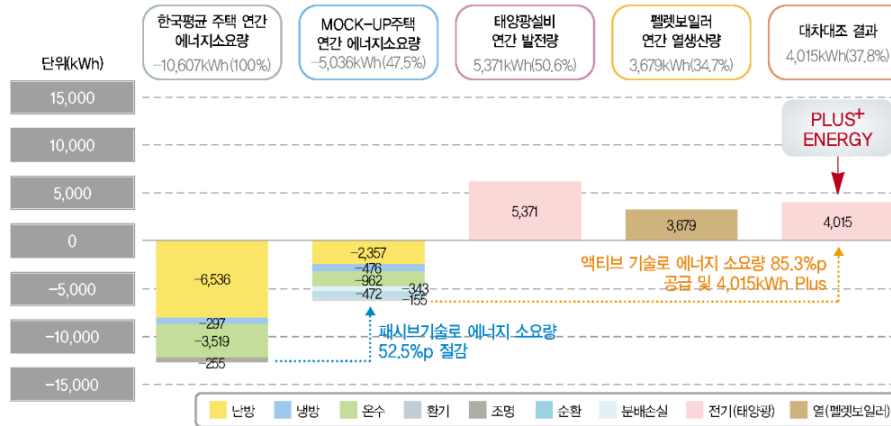


한국 평균주택과 제로에너지 MOCK-UP주택 에너지 밸런스 - 설계 단계

입력조건 (2014년 11월 21일 기준)

외벽 열관류율	0.10W/m ² · K	문 열관류율	0.75W/m ² · K
바닥 열관류율	0.12W/m ² · K	열 교	0.03W/m ² · K
지붕 열관류율	0.07W/m ² · K	폐열회수환기장치 효율	87.5 %
창문 열관류율	1.16W/m ² · K	기밀성	0.5 h ⁻¹

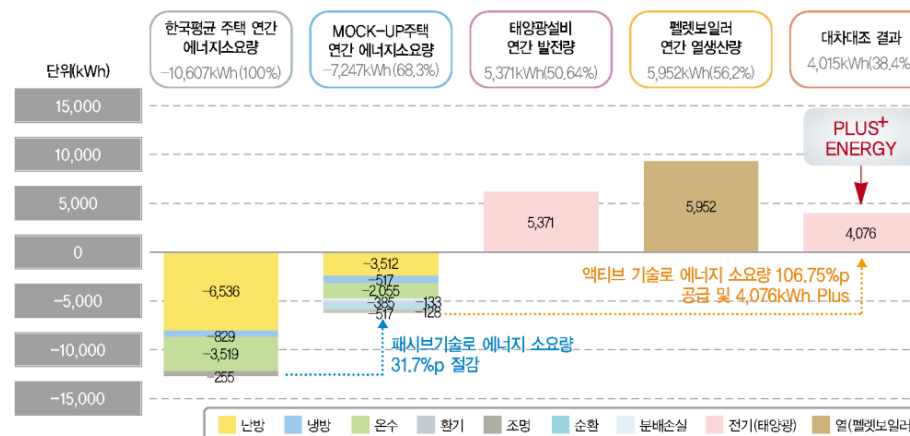
ZE^{RO}ENERGY



한국 평균주택과 제로에너지 MOCK-UP주택 에너지 밸런스 - 시공 · 기술관리 단계

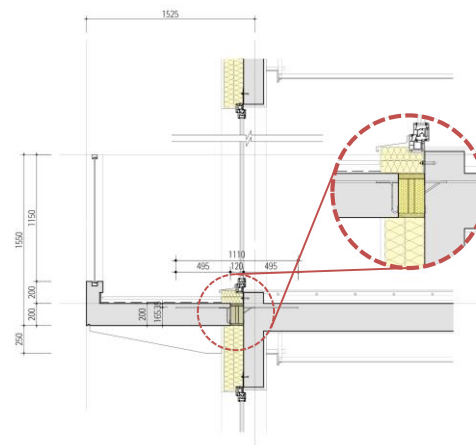
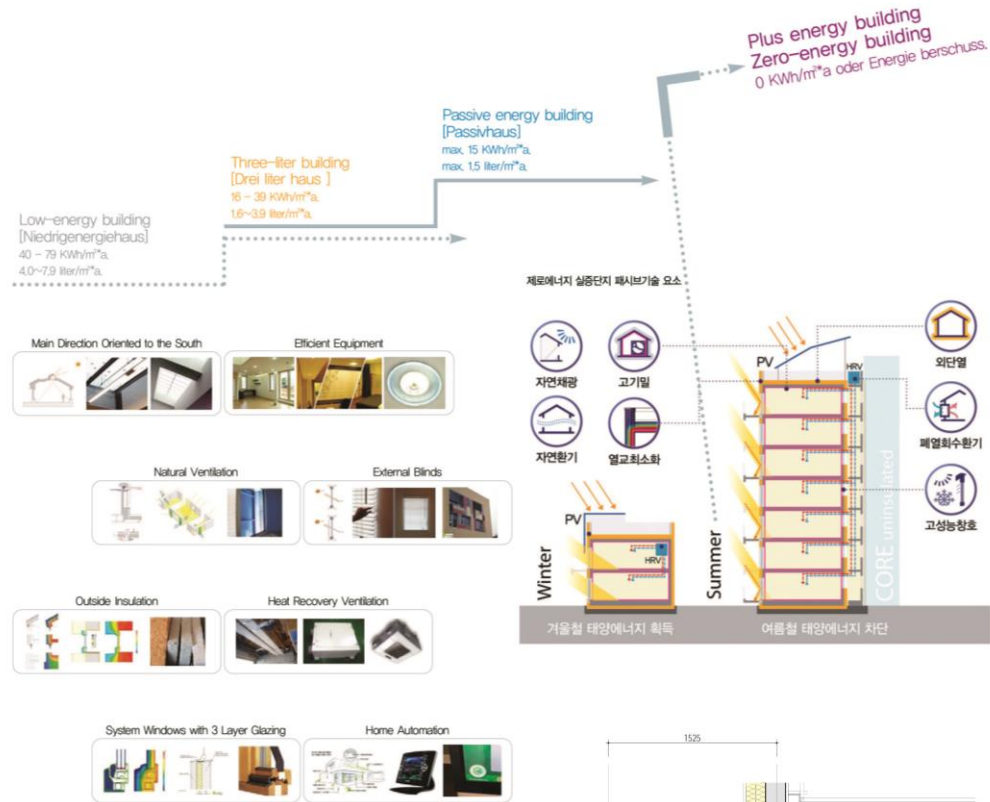
입력조건 (2015년 4월 30일 기준)

외벽 열관류율	0.10W/m ² · K	문 열관류율	4.0W/m ² · K
바닥 열관류율	0.12W/m ² · K	열 교	0.03W/m ² · K
지붕 열관류율	0.07W/m ² · K	폐열회수환기장치 효율	72.8%
창문 열관류율	1.16W/m ² · K	기밀성	1.4 h ⁻¹

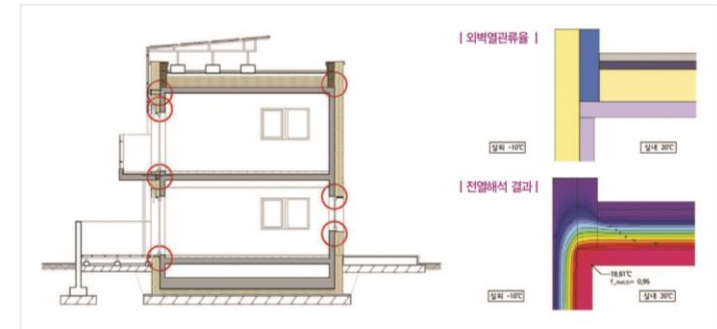


- Nation's first multi-typology housing complex
- Landscape design for rental housing above ground with underground parking
- 3 Dimensional spatial planning without





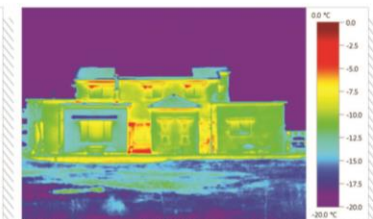
3) 전도에 의한 열 손실 최소화



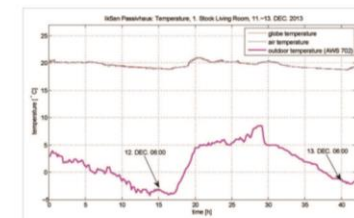
- 외벽열관류율: 외단열시스템 외벽 0.11W/m²K
- 전열해석 결과:
 - 선형열관류율(Ψ): -0.04W/mK
 - 실내표면온도계수($f_{\text{res}}=0.25$): 0.95
 - 실내표면온도: ($t_{\text{si,min}}$): 18.6°C
- 평가: PHE에서 권장하는 선형열관류율 0.01W/mK를 만족하며 실내 표면온도계수가 0.7을 상회하여 결로 및 곰팡이 발생가능성 없음



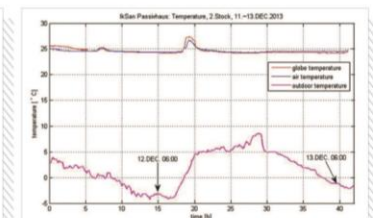
익산 패시브하우스 2014. 02. 05 새벽 3시



인접 일반주택 2014. 02. 05 새벽 3시



익산패시브하우스 1층 거실의 실내온도 변화



익산패시브하우스 2층 거실의 실내 온도 변화

1st Year Research Outcome

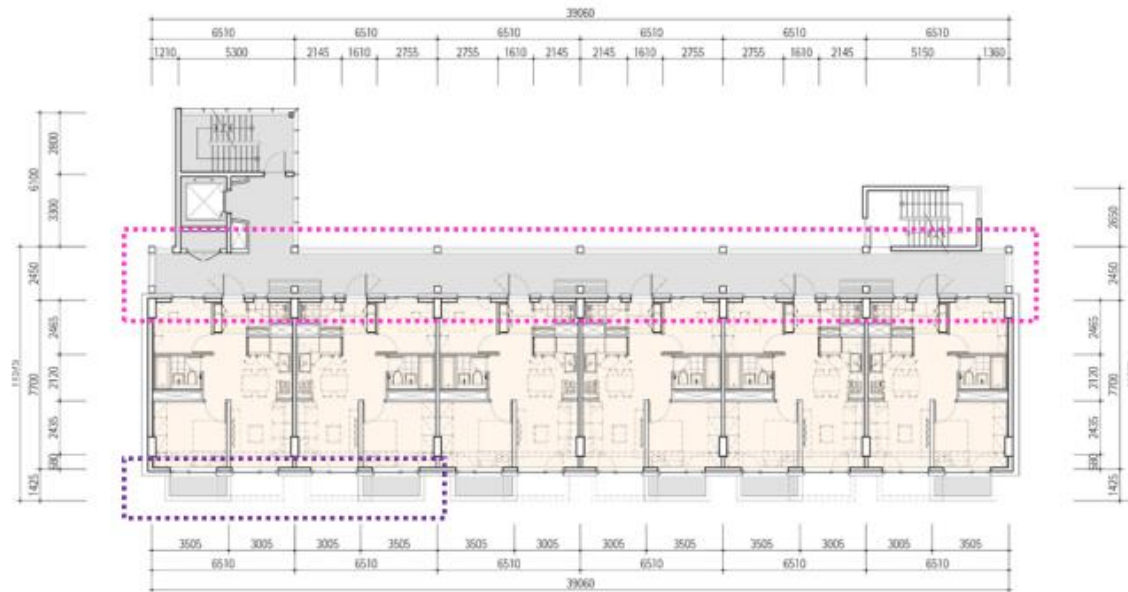
03 Zero Energy Housing Complex Planning and Working Design

- Elevation Plan (Façade: Apartment Building 101)

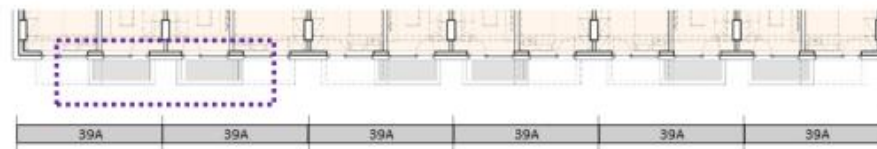


- Plan (Building Number 101: Apartment)

- Plan area for 60m² or less
- 2 to 3 bay plan to maximize southern sunlight
- Long-lasting housing
- 1.8m hallway
- Mechanical room separate from living are
- Plan to allow cross-ventilation

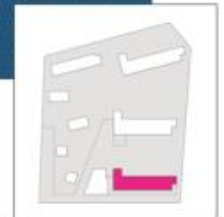


2, 4, 6층 평면도

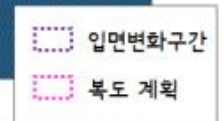


3, 5, 7층 평면도

KEY MAP



INDEX



발코니계획



복도 계획



03 실증단지 기획 및 실시 설계

- 입면계획 (102, 103동 아파트형 공동주택)

KEY MAP

KEY PLAN

입면 디자인

강조색

Orange Yellow Green

장소적 특수성을 고려하여 도시의 새로운 경관을 만들 수 있는 색채군 선정
행복과 즐거움을 주는 색으로 창조성과 감수성을 높여주는 색인 YR-G 계열의 컬러를 강조컬러로 선정

선정 배색

Color Palette

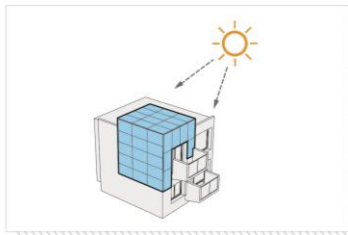
주조색	1	3.3GY 9.3/0.3	스튜디오
강조색	2	9.9R 5.3/9.6	수심재인도/스타코
저층부	3		화산석타일
	4	F3115	불소수지도료/코푸럭스
저층부	5	7.8GY 6.2/0.4	스튜디오
	6		목재루버
	7	F3335	불소수지도료/코푸럭스
PV 패널			



4) 입면디자인계획

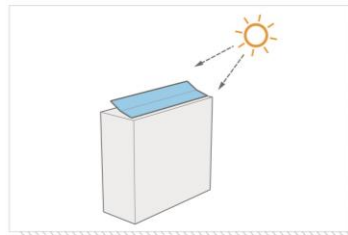


① BIPV



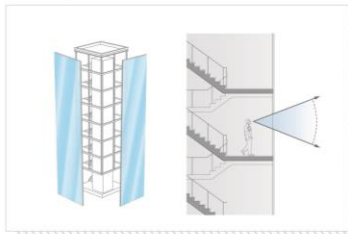
Solar Cube를 통해 전기를 생산하고 BIPV를 디자인의 중요요소로 반영

② PV



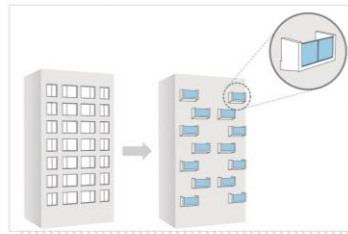
지붕의 PV를 통해 박스 형태의 확립적 매스 디자인 탈피

③ Crystal Core



수직동선을 커튼월로 디자인하여 단조로함 확보

④ Balcony



확립적 빌코니 디자인에서 탈피, 리듬감있는 입면디자인 구현

5) 발전하는 단지 계획을 위한 일조시뮬레이션



09시: 주동 4, 5, 6열 전 층 일조 확보



10시: 주동 5, 6열 전 층 일조 확보



13시: 주동 1, 2, 3열 전 층 일조 확보



14시: 주동 1, 2, 3, 4열 전 층 일조 확보

PV패널



방 향	효 율
벽 남쪽/수직	68%
지붕 수평: 각도없음	98%

Solar Block



방 향	효 율
벽 남쪽/수직	61~67%
서쪽/수직	40~51%
지붕 수평: 각도없음	87%

121세대 난방, 냉방, 환기, 조명 (전기) + 급탕 (열)



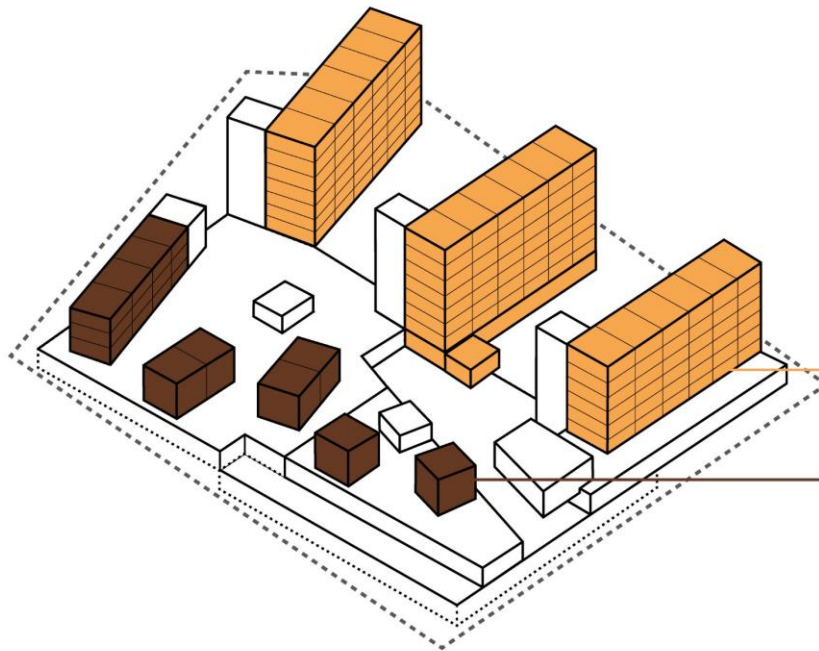
Solar PV for ventilation, lighting, and auxiliary electricity



Geothermal heat pump for heating, cooling and DHW



Grid connected electricity

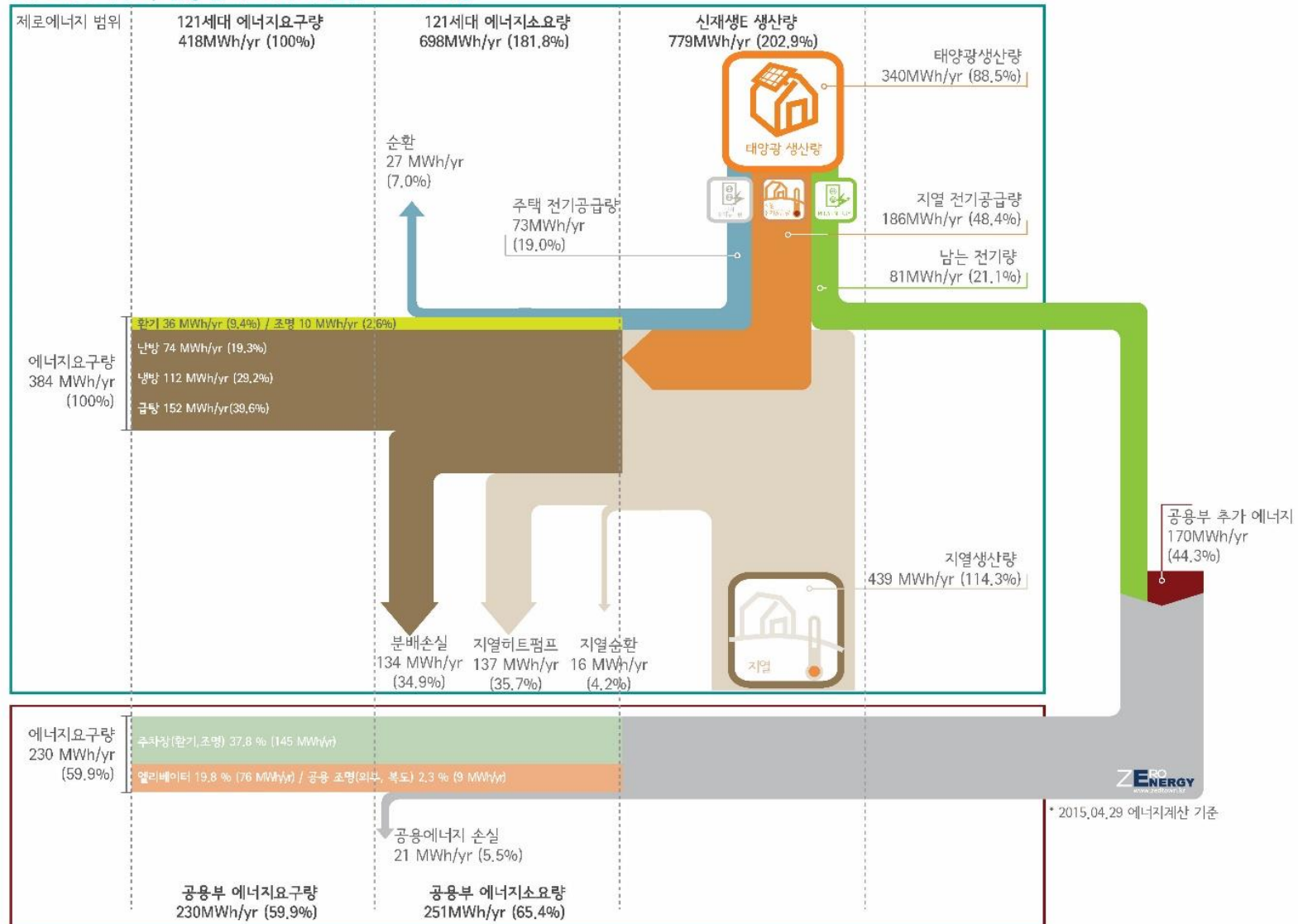


1. 아파트 (101-103동), 부대시설

- 2. 합벽형주택 (201-202동)
- 3. 연립주택 (203동)
- 4. 단독주택 (301-302동)

* 마을회관, 교육관(홍보관), 근린생활시설은 계통전력 연계

제로에너지주택 실증단지 에너지 밸런스 3차 계산



정책제안 (mylovezed@gmail.com)

- 국내최초 제로에너지주택 실증단지 홍보영상 <http://youtu.be/cnMIZVbPuF8>
- 서울특별시고시 제2013-256호
문정도시개발구역 실시계획 변경인가(특별계획구역 2, 6) 고시
- 건축물 에너지 소비증명에 관한 기준
[시행 2013.4.15.] [국토교통부고시 제2013-38호, 2013.4.15., 일부개정]
- (국토교통부) 건축물 에너지효율등급 인증기준
[시행 2013.5.20.] [국토교통부고시 제2013-248호, 2013.5.20., 폐지제정]
- 이명주, (주)제드건축사사무소 부설 제로에너지기술연구소, [문정지구 에너지최적화 기준 연구]와 [문정지구 신재생에너지 특화 연구, 2014.05 SH공사+서울시 도시정비과]
- 이명주, 국내 최초 제로에너지주택실증단지 계획 및 실현, 대한건축학회 제58권 제 03호
- 이명주, 김원석, 이우주, 건축물에너지절약요소기술 적용에 따른 단독주택 에너지요구량 절감률 변화에 따른 연구, 대한건축학회 제 28권 제5호 2012년 5월
- 추소연, 차지원, 이명주, 패시브주택 초기설계단계에서의 건축설계요소 분석연구, 대한건축학회 제29권 제6호 2013년 6월
- 추소연, 김정운, 이명주, 전열해석 시뮬레이션을 통한 패시브주택의 단열외피 열교 최소화 상세 개발 연구, 대한건축학회논문집 계획계:v.30 n.5 (2014-05)
- 김정운, 이명주, 단독주택 에너지절약형 입면디자인 보급화 방안 연구, 대한건축학회 대한건축학회논문집 계획계:v.30 n.9 (2014-09)
- 임인혁, 이웅신, 이명주, 노원에코센터(제로에너지건물) 연간 에너지모니터링 결과 분석 연구, 대한건축학회논문집 계획계:v.30 n.10 (2014-10)
- 김원석, 이명주, 저소득층 장애인 주택 주거환경 및 에너지 효율 개선을 위한 개·보수 사례 연구, 대한건축학회 2015년 1월
- 이명주, 김정운, 제로에너지건축물 계획을 위한 국내외 에너지성능관련 제도분석 및 개선방안 연구, 대한건축학회논문집 계획계:v.31 n.04 (2015-04)
- 이명주, 김원석, 김현아, 용적률이 패시브 공동주택 난방 에너지요구량에 미치는 영향 분석, 대한건축학회논문집 계획계:v.31 n.05 (2015-05)
- 전의찬외 25인, 기후변화 25인의 전문가가 답하다.- 이명주, 에너지절약형 건축물 구현방법, P374~P389, 지오북, 2012