

에너지 줄이는  
건물 만들기  
실증 사업

최종 과업 완료 보고

2 0 1 8 0 7 2 0

# 에너지 줄이는 건물 만들기 실증사업

1 연구범위와 주요내용

p.03

2 과업 수행 일정

p.06

3 과업 수행 내용

A. 공사대상 최종 선정지

p.08

B. 목표 성능 설정

p.09

C. 성능 구현을 위한 자재 선정

p.10

D. 공사내용

01 (창호) 서대문구 홍은중앙로7길 44

p.11

02 (창호+외단열) 성북구 장위로 11가길 15

p.14

03 (일부개선) 서대문구 홍은중앙로5길 24-7

p.19

04 (일부개선) 성북구 화랑로18다길 4

p.22

4 건물 에너지 개선 효과 검증

A. 온습도 모니터링

p.26

B. 에너지 시뮬레이션 분석

p.31

C. 에너지 사용량 분석

p.33

5 과업 수행 결과

p.35

6 건물 에너지 개선사업 고려사항

p.37

## 1. 연구범위와 주요내용

### 사례조사 및 대상선정 기준마련

- 방향설정을 위한 국내외 유사사례 조사 및 분석
- 현황 파악 및 기초자료 수집·분석을 통한 대상 선정기준 마련

### 시행 방안 제시

- 경제적이고 효율적인 에너지 효율화 모델 제시
- 서울시 대상가구 선정 및 기준 마련
- 노후가구 에너지 성능개선 목표수립 및 에너지성능개선 요소 선정

### 성능검증 방안 제시

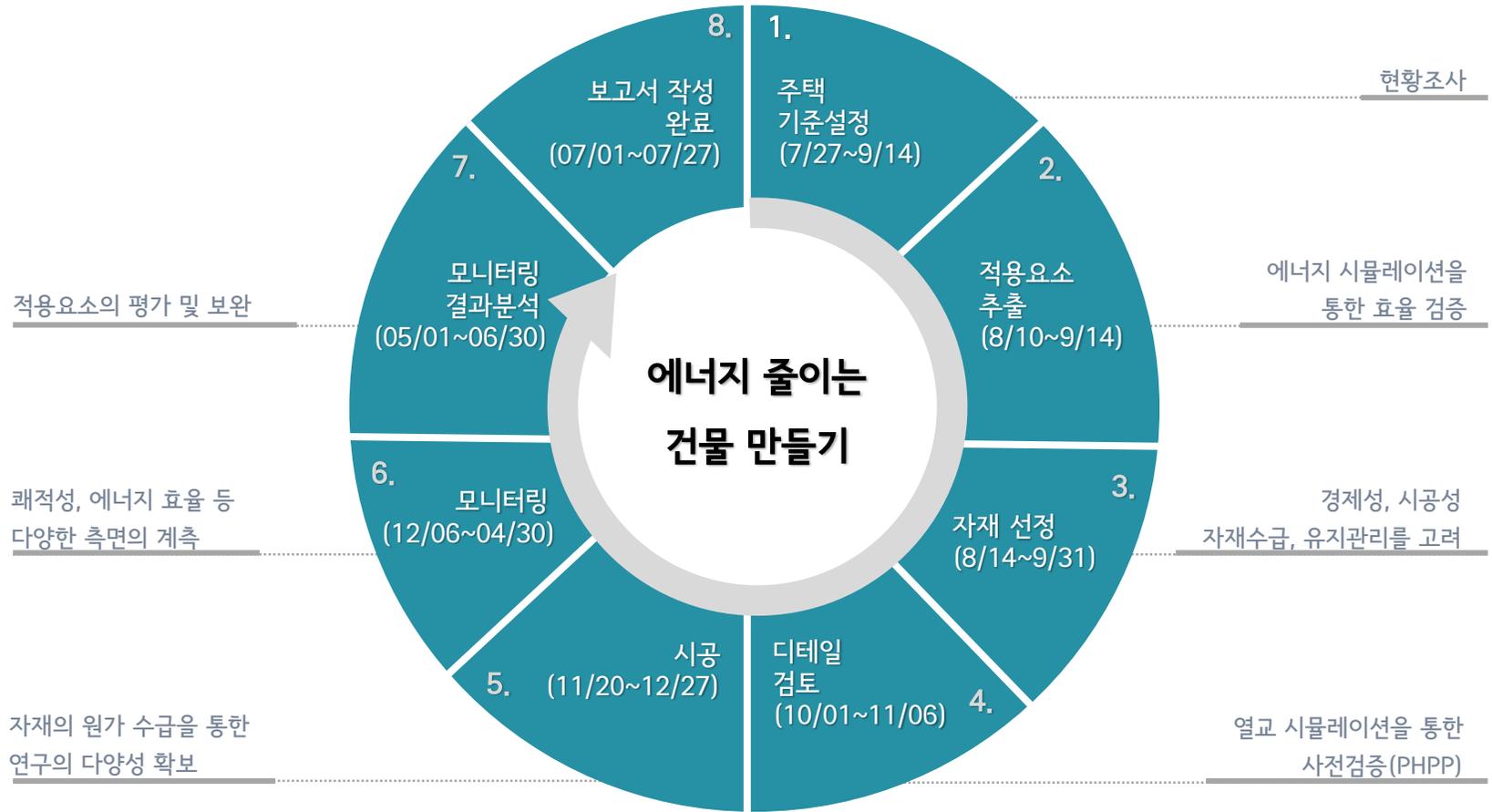
- 시공 후 에너지성능 검증을 통한 에너지 효율화 효과 확인 및 문제점 보완
- 경제적 효과 분석
- 노후가구 에너지 효율화 사업 평가방법 마련
- 노후가구 에너지 효율화 사업 관리·감독 수행 및 검증체계 수립

### 활성화 방안 제시

- 효과 분석 및 홍보를 통해 자발적 참여유도
- 지자체 주도의 노후 가구 에너지 효율화 활성화 방안 유도

1. 연구범위와 주요내용

# 과업수행 프로세스



## 1. 연구범위와 주요내용

## 기대효과와 전망

에너지 줄이는  
건물 만들기  
실증사업

## 에너지와 온실가스저감

- 기존주택의 에너지 효율성 개선
- 기존 주택 대비 에너지 비용감소
- 신재생에너지와 결합하여 에너지 자립화 기초마련
- 노후 주택의 실내 쾌적성 확보
- 저소득 에너지 빈곤층 복지 향상

## 그린리모델링 모델 제시

- 그린리모델링 사업의 방향 제시
- 경제성 및 시공성을 확보한 정량화 모델 제시

## 새로운 성장동력 발굴

- 침체된 국내건축건설경기 활성화
- 에너지 효율화 분야의 글로벌 기술 경쟁력 확보로 일자리 창출에 기여

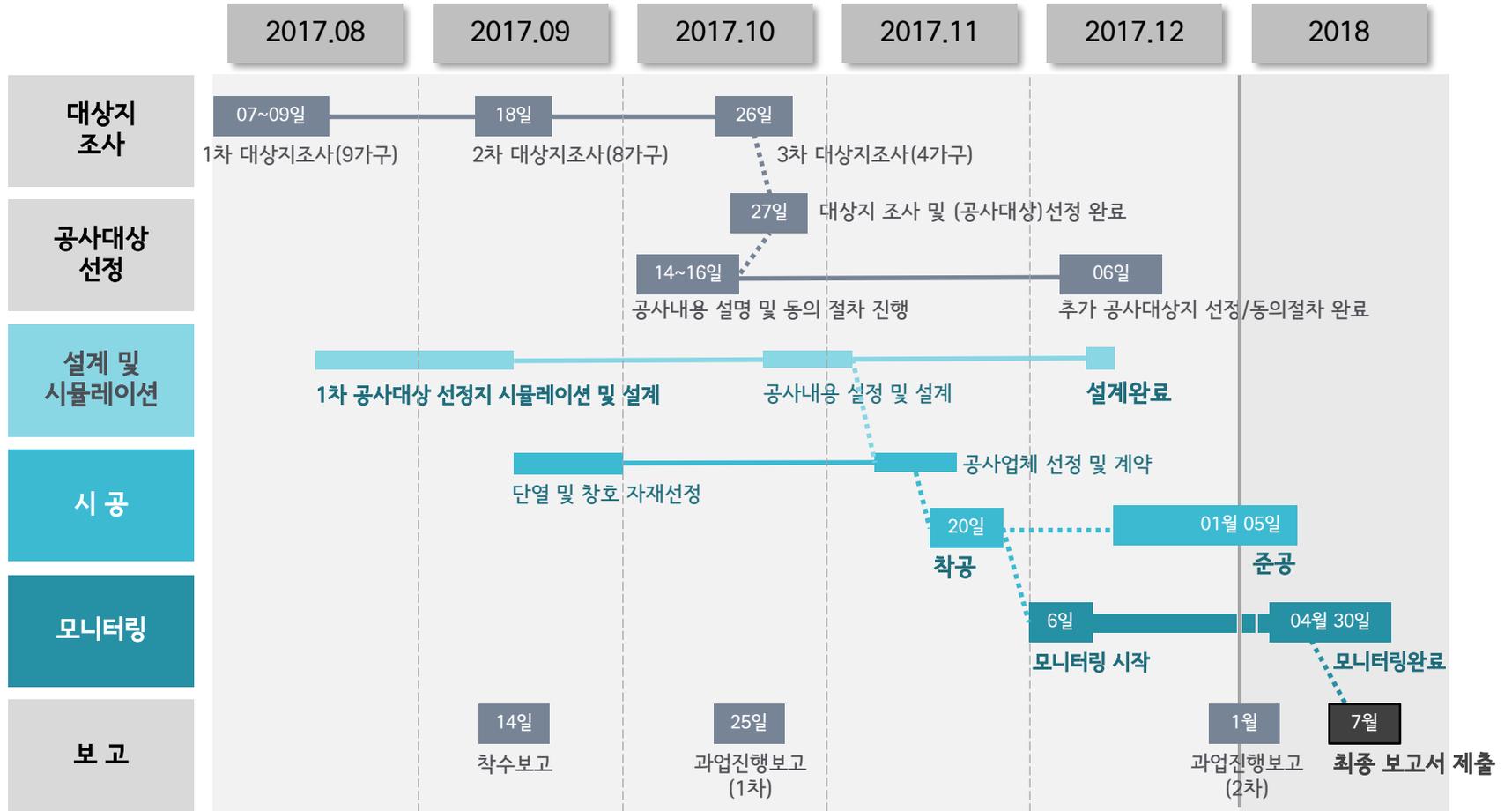
## 2. 과업 수행 일정

(주요일정 진행현황)

2017. 07. 27.	착수
2017. 08. 07. ~ 11. 07.	대상지 조사 완료 (4가구선정)
2017. 09. 14.	착수 보고회
2017. 09. 30.	성능 기준 설정 및 자재 선정 완료
2017. 10. 14. ~ 12. 06.	공사 내용 설명 및 동의 절차 진행
2017. 10. 18. ~ 11. 20.	설계 및 시공업체 선정
2017. 11. 20.	착공 (12월 22일 완공 예정)
2018. 01. 03.	전체 공정의 99% 진행 (잔여공정 : 선홈통 보수 및 창호주위 코킹마감)
2017. 12. 06. ~ 2018. 04. 30.	모니터링
<b>2018. 07.</b>	<b>과업 수행 완료 및 보고서 제출</b>

2. 과업수행일정

# 과업진행 세부일정표



### 3. 과업수행내용

(A. 공사대상 최종선정지 - 선정지 4개소 / 22개소 조사)

주소	01 서대문구 홍은중앙로7길 44-11 (창호 교체)	02 성북구 장위로11가길 15 (전면 개선 - 창호+단열)	03 서대문구 홍은중앙로5길 24-7 (방1개소 개선 - 창호+단열)	04 성북구 화랑로18다길 4 (방1개소 개선 - 단열)
현장사진				
주거형태	다가구	단독주택	단독주택	단독주택
준공연도	1992년	1971년	1969년	1968년
공사내용	외기에 면한 창호교체	외기에 면한 창호교체 외벽 외단열공사 내부 천장 단열공사	방1개소 단열공사 창호교체	방1개소 단열공사 창호교체 (별도)

### 3. 과업수행내용

(B. 목표 성능 설정)

(현행법규 기준 ; 에너지절약 설계기준, 2017년 6월 20일 시행)

현행법규	외 벽			지붕			창호		
	0.260 W/m <sup>2</sup> ·K			0.150 W/m <sup>2</sup> ·K			1.50 W/m <sup>2</sup> ·K		
변경전	79년 이전 준공 주택	②③④	1,391 W/m <sup>2</sup> ·K	79년 이전 준공 주택	② ③ ④	3.823 W/m <sup>2</sup> ·K	금속창	①	6.60 W/m <sup>2</sup> ·K
	80~92년 준공주택	①	0.591 W/m <sup>2</sup> ·K				목재창	②	5.30 W/m <sup>2</sup> ·K
							PVC창	③	3.10 W/m <sup>2</sup> ·K
변경후	외기직접	②③④	0.260 W/m <sup>2</sup> ·K	내단열 시공하는 모든 주택	② ③ ④	0.215 W/m <sup>2</sup> ·K	PVC 이중창	④	1.44 W/m <sup>2</sup> ·K
	외기간접		0.360 W/m <sup>2</sup> ·K				PVC 시스템창	①②③	0.89 W/m <sup>2</sup> ·K
							PVC 프로젝트창	③	1.84 W/m <sup>2</sup> ·K

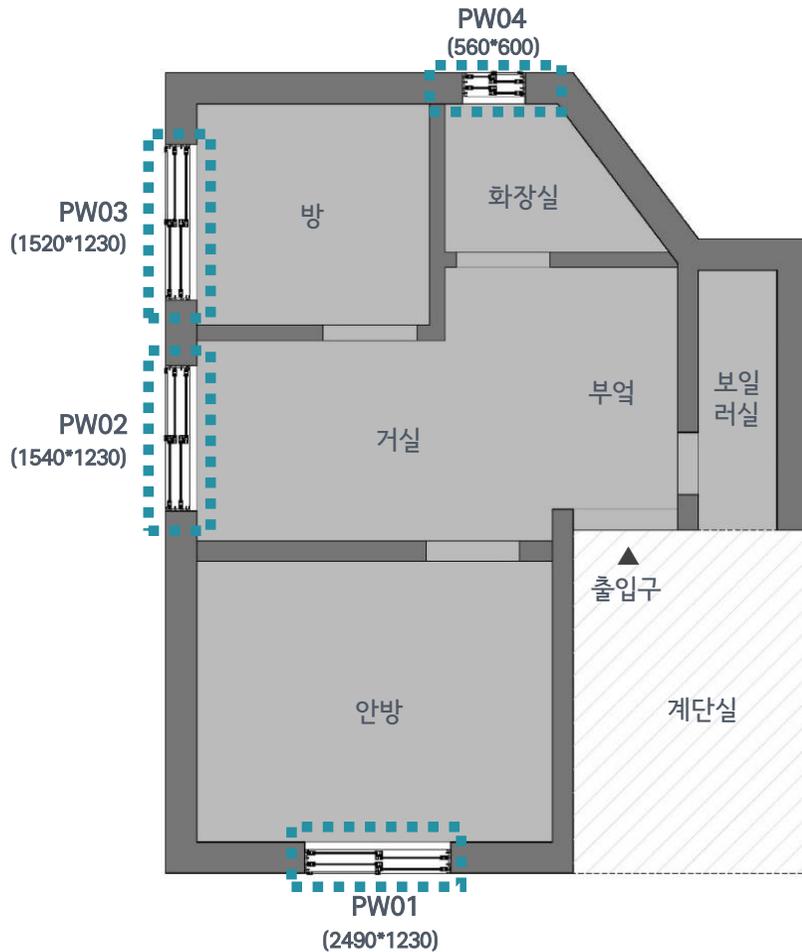
①	②	③	④
서대문구 홍은중앙로7길 44-11	성북구 장위로11가길 15	서대문구 홍은중앙로5길 24-7	성북구 화랑로18다길 4
다가구	단독주택	단독주택	단독주택
1992년	1971년	1969년	1968년
외기에 면한 창호교체	외기에 면한 창호교체 외벽 외단열공사 내부 천장 단열공사	방1개소 단열공사, 창호교체	방1개소 단열공사 창호교체(별도)

### 3. 과업수행내용

(C. 성능 구현을 위한 자재 선정)

단열공사		창호공사		기밀	열교차단
외단열 (비드법보온판)	내단열 (열반사단열재)	이중 슬라이드 창호	시스템 창호	기밀테이프 (윈도우랩)	연질 우레탄폼
					
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 장점               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 단열성능 뛰어남.</li> <li>- 실내공간에 영향없음</li> <li>- 마감재 시공으로 외관 미관개선 효과.</li> </ul> </li> <li>▶ 단점               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 외부공사 특성상 주변환경에 의해 공사불가의 가능성이 있음.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 장점               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 복사열 차단</li> <li>- 단열로 인한 내부공간 축소 최소화</li> <li>- 방습층 형성</li> </ul> </li> <li>▶ 단점               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 내부공간의 축소</li> <li>- 외단열에 비해 열교발생 가능성 높고 성능 떨어짐</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 장점               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존 창호와 비슷한 두께</li> <li>- 저렴한 가격</li> </ul> </li> <li>▶ 단점               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 작은 사이즈 제작불가</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 장점               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 얇은 두께</li> <li>- 뛰어난 단열성능</li> </ul> </li> <li>▶ 단점               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 경제성 떨어짐</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 장점               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 창호프레임과 외벽단면 사이에 시공</li> <li>- 높은 기밀성 확보</li> </ul> </li> <li>▶ 단점               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 벽면이 불규칙할 경우 접착력 확보 어려움.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 장점               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 창호프레임과 외벽단면 사이에 공극을 채워줌</li> <li>- 창호주변 열교차단</li> </ul> </li> <li>▶ 단점               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기밀성 확보가 어려움</li> </ul> </li> </ul>

# 01 서대문구 홍은중앙로 7길 44-11 (창호교체)



## ■ 개요

주거형태	다가구 주택
층수	지하 1층
준공년도	1992년
면적	40.93 m <sup>2</sup>
주요구조	연와조
방개수	2개 (화장실 1개)
거주인원	3명

## ■ 위치



■ 공사기간 : 11/20 ~ 11/24

■ 공사범위 : 외기에 면한 창호 교체

## 01 서대문구 홍은중앙로 7길 44-11 (창호교체)

## 공사진행과정

①

안방 창호 교체



기존창호철거



폼 충전



창호 설치



②

화장실 창호 교체



창호 시공



창호 주위 마감



3. 과업수행내용 - D. 공사내용

# 01 서대문구 홍은중앙로 7길 44-11 (창호교체)

## 공사금액

 : 에너지개선 공사 제외 범위

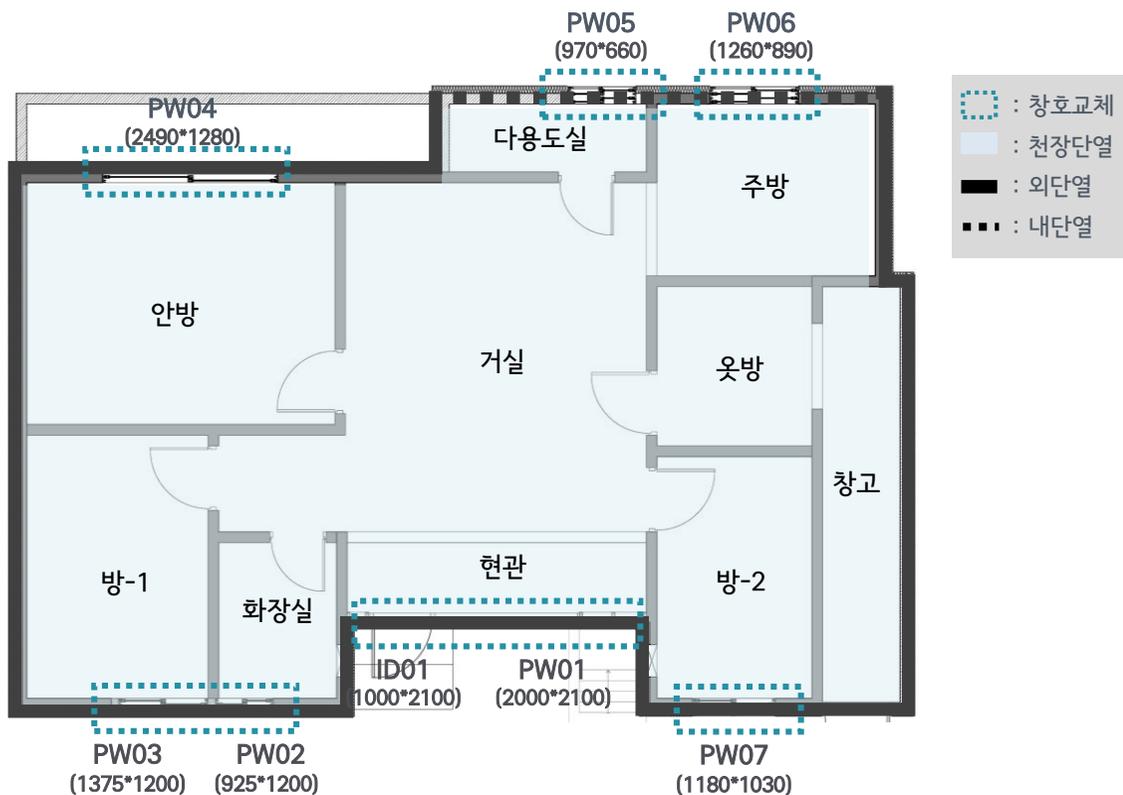
수장공사	단위	수량	금액
창호 주위 보수	식	1	300,000
수장공사 금액 합계			300,000

창호공사	규격	단위	수량	금액
PW1	PVC 이중창	EA	1	778,700
PW2	PVC 이중창	EA	1	613,900
PW3	PVC 이중창	EA	1	616,700
PW4	PVC 프로젝트창	EA	1	136,700
기타	 방범창	개소	4	 170,000
	철거	식	1	100,000
	코킹			150,000
	폐기물 처리	식	1	50,000
창호공사 금액 합계				2,616,000

총 공사금액 **3,207,600** 원  
(VAT 포함)

에너지개선 공사금액 **3,020,600** 원  
(VAT 포함)

## 02 성북구 장위로 11가길 15 (전면 개선 - 창호+단열)



※ 주거환경개선사업 용자신청가구모델 개발 실증세대

## ■ 개요

주거형태	단독주택
층수	지상 1층
준공년도	1968년
면적	98.52 m <sup>2</sup>
주요구조	연와조
방개수	5개 (화장실 1개)
거주인원	3명

## ■ 위치



■ 공사기간 : 12/04 ~ 12/22

■ 공사범위 : 전체 내천장 단열공사  
 전체 외벽 외단열공사  
 전체 외기에 면한 창호교체

## 02 성북구 장위로 11가길 15 (전면 개선 - 창호+단열)

## 공사진행과정

①

출입문 교체



철거후 목재틀 시공



시스템창호 시공



②

방-1 창호교체



창틀시공 후 폼 충전

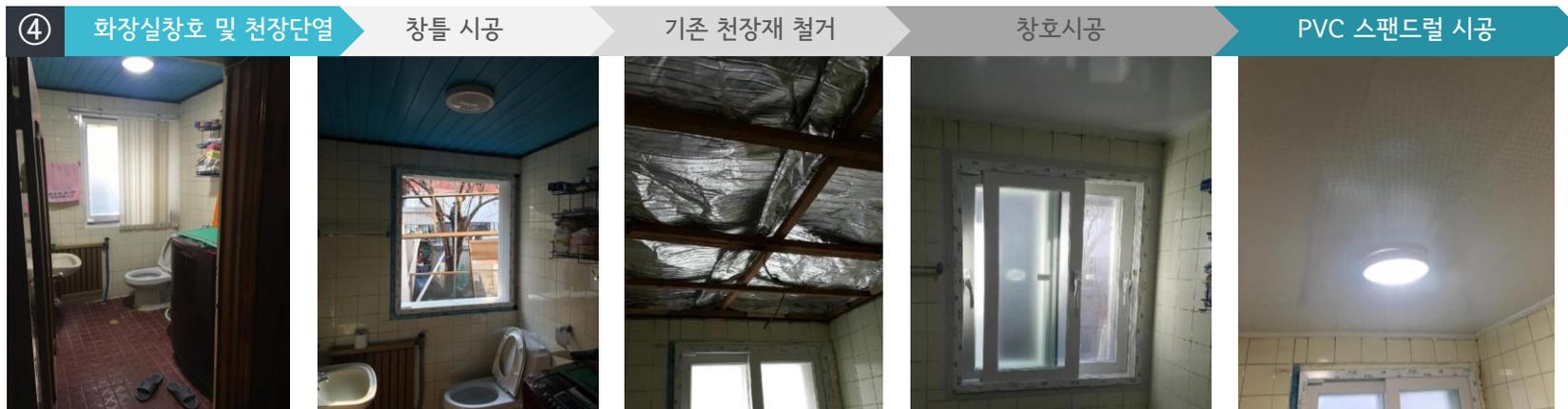


창호 시공



# 02 성북구 장위로 11가길 15 (전면 개선 - 창호+단열)

## 공사진행과정



# 02 성북구 장위로 11가길 15 (전면 개선 - 창호+단열)

## 공사진행과정



⑤ 주방 기존 싱크대 절거

단열재 시공

마감재 시공

마감재 시공 후 싱크대 설치

※ 싱크대 세대주 부담



⑥ 외단열 시공 전

단열재 시공

마감재 시공

3. 과업수행내용 - D. 공사내용

# 02 성북구 장위로 11가길 15 (전면 개선 - 창호+단열)

## 공사금액

 : 에너지개선 공사 제외 범위

수장공사	단위	수량	금액
철거공사	식	1	550,000
목공공사	식	1	4,564,000
도배공사	식	1	611,000
보양작업	식	1	250,000
공과잡비	식	1	400,000
폐기물처리	식	1	250,000
이윤 및 기타	식	1	1,000,000
목공공사 금액 합계			7,625,000

창호공사	단위	수량	금액 (원)
ID1 시스템 도어	EA	1	1,494,500
PW1 시스템 창호 T/T	EA	1	1,727,900
PW2 ~PW7 PVC 이중창	EA	6	2,961,700
기타	철거	식	200,000
	코킹	식	400,000
	폐기물 처리	식	150,000
창호공사 금액 합계			6,934,100

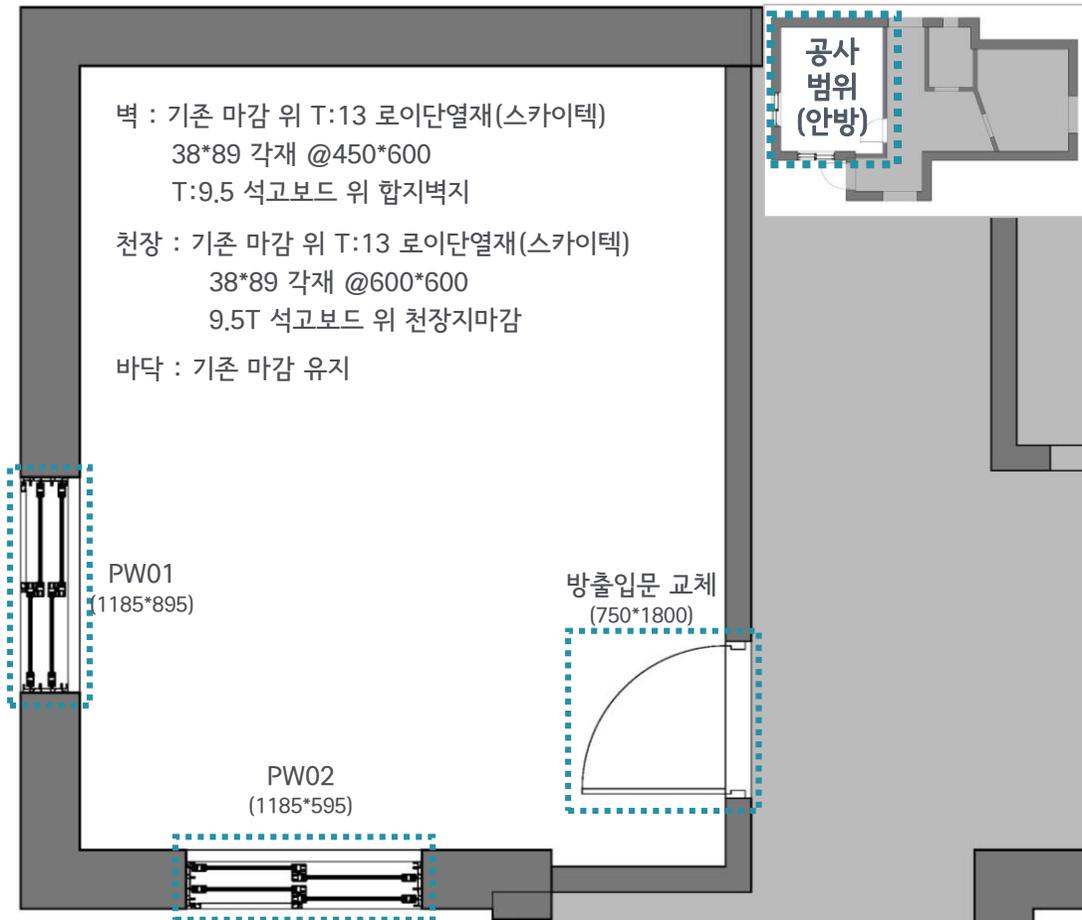
외단열 공사	규격	단위	수량	금액 (원)
외벽단열 시스템	비드법2종3호 100T	m <sup>2</sup>	160	9,920,000
외벽단열 시스템	압출50T + 비드법100T	m <sup>2</sup>	10	730,000
가스관 재설치		식	1	1,500,000
선홈통 재설치		식	1	700,000
폐기물 처리		식	1	700,000
외단열공사 금액 합계				13,550,000

총 공사금액 **30,920,010 원**  
(VAT 포함)

에너지 개선 **28,500,010 원**  
공사금액 (VAT 포함)

※ 이외 건물주 개인 부담 비용  
주방 싱크대(상부장 일부 재사용) 150만원, 일부 등기구 교체(거실, 안방, 방1, 화장실, 현관, 주방) 20만원  
총 170만원

## 03 서대문구 홍은중앙로5길 24-7 (방1개소 개선 - 창호+단열)



### ■ 개요

주거형태	다가구주택
층수	지하 1층
준공년도	1968년
면적	56.23 m <sup>2</sup>
공사면적	15.05 m <sup>2</sup>
주요구조	연와조
방개수	2개 (화장실 1개)
거주인원	2명

### ■ 위치



■ 공사기간 : 12/15~12/20

■ 공사범위 : 방 1개소 단열 및 창호공사

# 03 서대문구 홍은중앙로5길 24-7 (방1개소 개선 - 창호+단열)

## 공사진행과정



3. 과업수행내용 - D. 공사내용

# 03 서대문구 홍은중앙로5길 24-7 (방1개소 개선 - 창호+단열)

## 공사금액

 : 에너지개선 공사 제외 범위

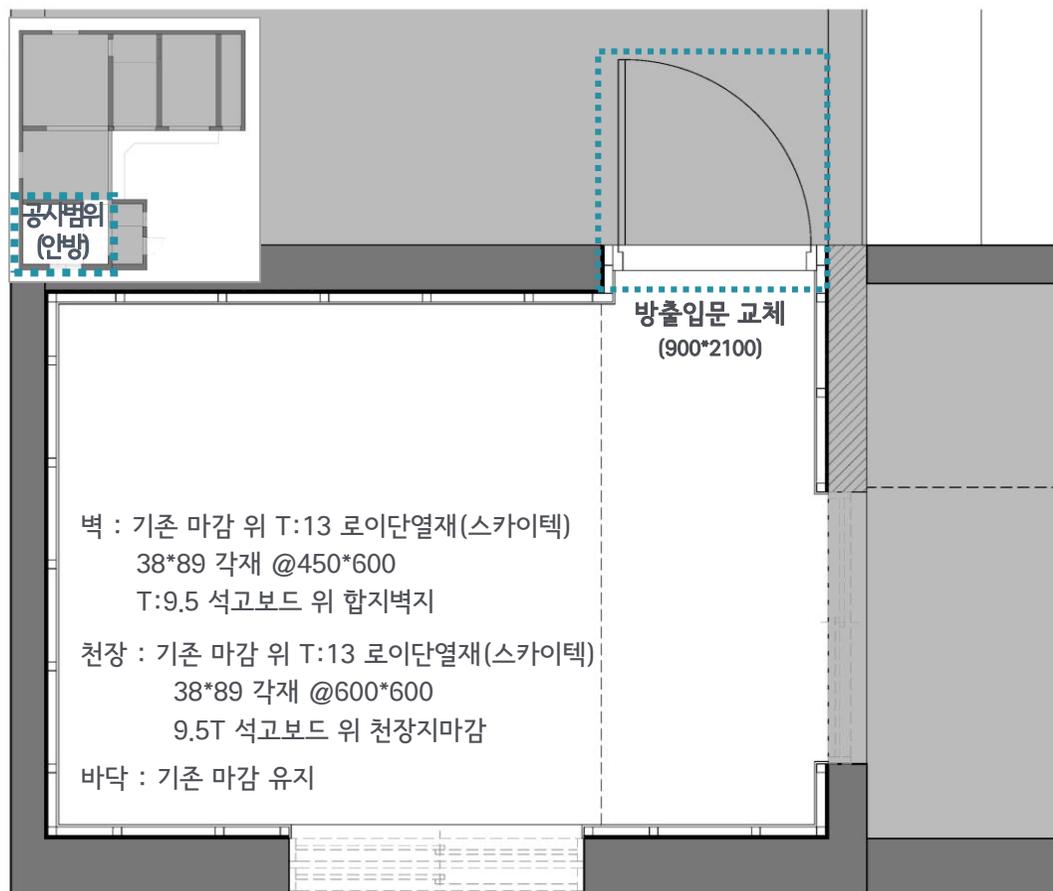
공사 내용	단위	수량	금액
목재틀/ABS 도어	EA	1	500,000
목공공사 자재비	식	1	1,060,000
노무비	식	1	1,000,000
목공공사 금액 합계			2,560,000 원
도배공사	식	1	319,000
보양작업	식	1	100,000
공과잡비	식	1	300,000
폐기물처리	식	1	200,000
이윤 및 기타	식	1	300,000
기타 금액 합계			1,224,000 원

창호공사	규격	단위	수량	금액	
AW1	PVC 이중창	1185 * 1185	EA	1	482,100
AW4	PVC 이중창	1185 * 1185	EA	1	513,300
기타	철거		식	1	100,000
	코킹		식	1	150,000
	폐기물 처리		식	1	50,000
창호공사 금액 합계				1,295,400 원	

총 공사금액 **5,587,340 원**  
(VAT 포함)

에너지개선  
공사금액 **5,037,340 원**  
(VAT 포함)

## 04 성북구 화랑로18다길 4 (방1개소 개선 - 단열)



### ■ 개요

주거형태	단독주택
층수	지상 1층
준공년도	1968년
면적	44.93 m <sup>2</sup>
공사면적	9.88 m <sup>2</sup>
주요구조	연와조
방개수	3개 (화장실 1개)
거주인원	4명

### ■ 위치

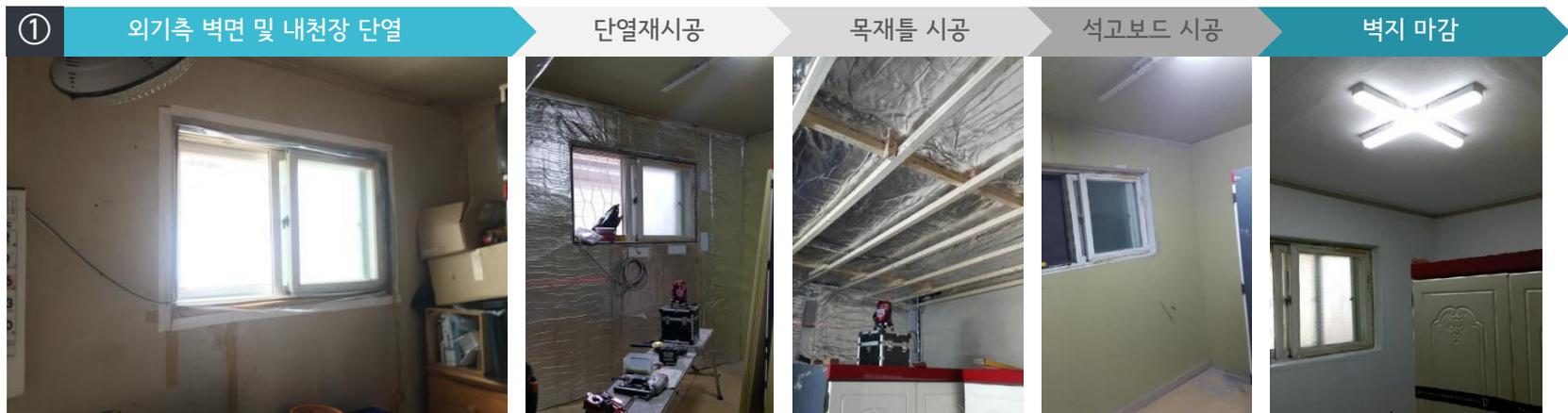


■ 공사기간 : 11/27 ~ 11/29

■ 공사범위 : 방 1개소 단열공사 (내단열)

# 04 성북구 화랑로18다길 4 (방1개소 개선 - 단열)

## 공사진행과정



# 04 성북구 화랑로18다길 4 (방1개소 개선 - 단열)

## 공사금액

 : 에너지개선 공사 제외 범위

목공공사	단위	수량	금 액
목재틀/ ABS 도어	EA	1	500,000
목재 포함 재료비	식	1	802,000
노무비	식	1	790,000
목공공사 금액 합계			2,092,000

목공공사	단위	수량	금 액
합지도배지	롤	3	69,000
부자재	식	1	50,000
인건비	식	1	200,000
도배공사 금액 합계			319,000

목공공사	단위	수량	금 액
보양작업	식	1	100,000
공과잡비	식	1	150,000
폐기물처리	식	1	200,000
이윤 및 기타	식	1	240,000
기타 금액 합계			690,000

총 공사금액 **3,411,100** 원  
(VAT 포함)

에너지개선  
공사금액 **2,861,100** 원  
(VAT 포함)

## 4. 건물 에너지 개선 효과 검증

(모니터링/에너지사용량/시뮬레이션 분석)

**A 온습도 모니터링**

공사후 시간별  
온습도기록  
외부 공간  
내부 공간  
개선된 공간  
개선되지 않은 공간



온습도계  
설치

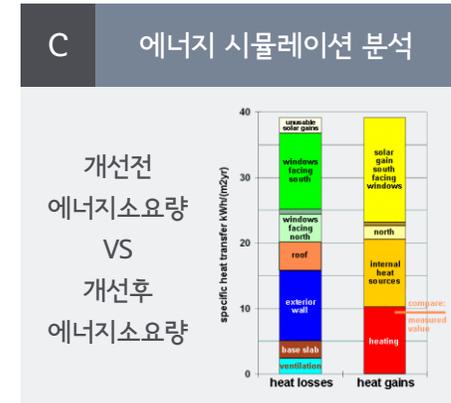
- ① 공사내용이 각기 다른 건물의 외부 온도에 따른 내부 온습도 변화를 비교 분석
- ② 개선된 공간과 개선되지 않은 공간의 데이터를 비교 분석

**B 에너지사용량 분석**

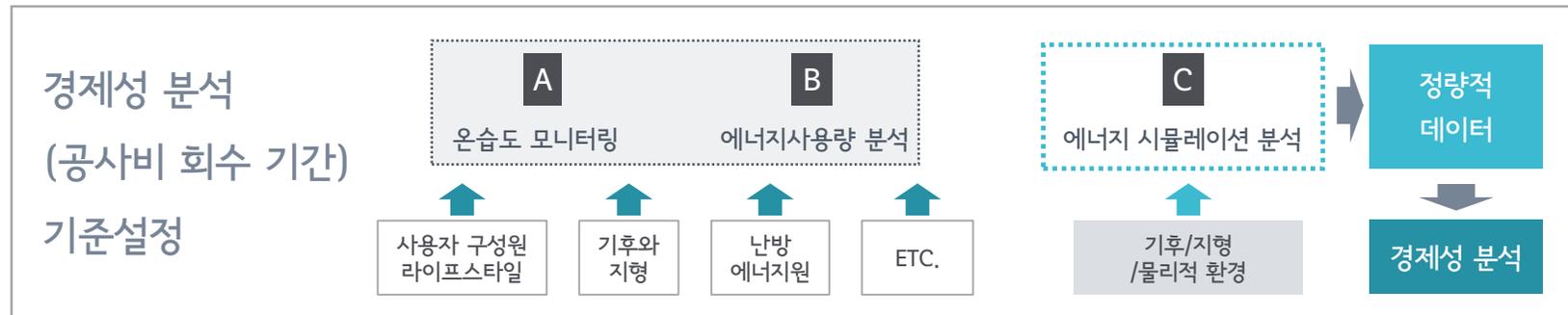
개선전 (2017)  
에너지사용량  
VS  
개선후 (2018)  
에너지사용량



전기 가스 고지서에 명기된 사용량 및 사용요금을 기준으로 에너지 개선에 따른 실질적 에너지 절감량 및 절감 비용 분석



건축물 에너지 분석 프로그램 (ENERGY#)을 사용하여 개선전후의 에너지 소요량을 비교 분석



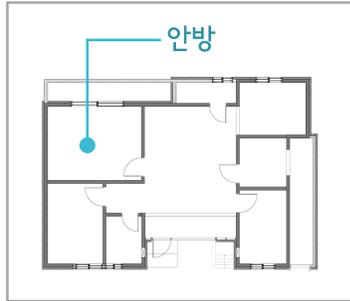
4. 건물 에너지 개선 효과 검증

# 모니터링 결과 분석

온습도계  
설치위치

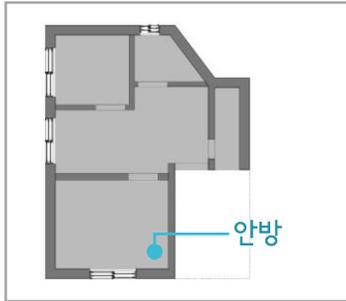
## 외단열+창호개선

성북구 장위로11가길 15



## 창호개선

서대문구 홍은중앙로7길44-11



## 모니터링 개요

수집 데이터 종류 : 온도(°C), 습도(%RH)  
수집 데이터 장비 : TESTO 174H  
데이터 수집 기간 : 2017.12.06. ~ 2018.05.20.  
데이터 분석 기간 : 2018.01.02. ~ 2018.04.30.  
(현장별 상이한 데이터 수집 기간 통일)  
데이터 기록 간격 : 30분 (1시간당 2회)

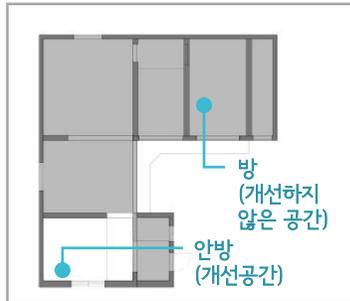
## 외부온습도

성북구 장위로11가길 15



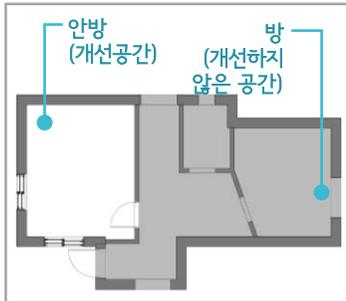
## 방1개소 개선

성북구 화랑로18다길 4



## 방1개소 개선

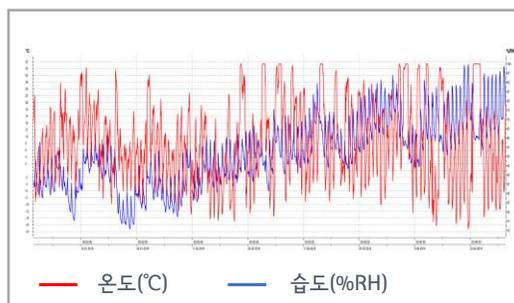
서대문구 홍은중앙로5길 24-7



## 4. 건물 에너지 개선 효과 검증

## 모니터링 결과 분석

## 외부온습도



최소 온도 **-17.3 °C**      평균온도

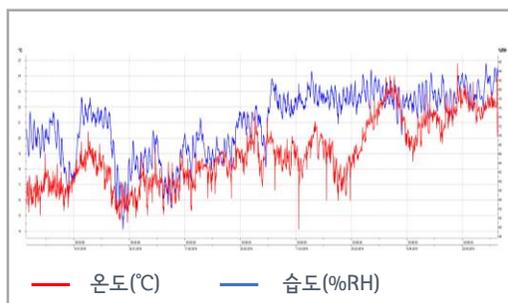
최고 온도 **31.3 °C**      **4.88 °C**

최소 습도 **10.7%RH**      평균습도

최고 습도 **99.9%RH**      **57.19%RH**

## 창호교체

서대문구 홍은중앙로7길44-11



최소 온도 **14.1 °C**      평균온도

최고 온도 **24.8 °C**      **21.01 °C**

최소 습도 **49.5%RH**      평균습도

최고 습도 **85.7%RH**      **65.95%RH**

## 모니터링 결과

-2.39 °C

24.49 °C 이상

53.92 %RH

32.28 %RH

1~2월  
평균 외부온습도1~2월  
평균 내부온습도

## 사용자 의견

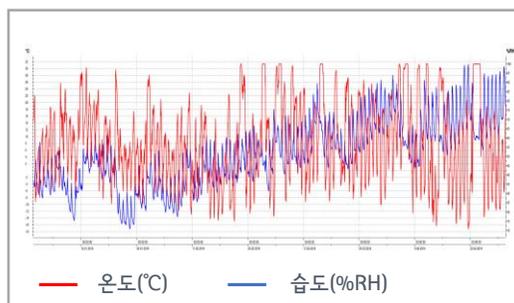
- 전년도(공사전) 대비 실내 평균 온도가 매우 상승하여 전기 난방(전기장판) 대신 가스보일러를 사용하기 시작함. 난방 비용은 상승하였으나 만족도는 높음.
- 창호시공 이후 환기부족으로 인해 내벽 일부에 곰팡이 발생이 심해졌음.



## 4. 건물 에너지 개선 효과 검증

## 모니터링 결과 분석

## 외부온습도

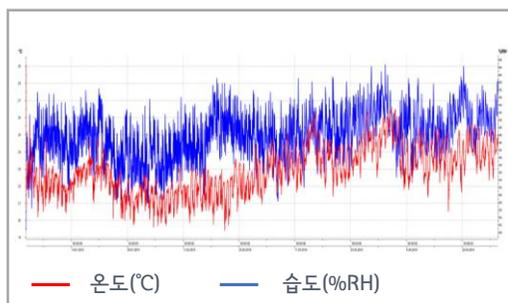


최소 온도	-17.3 °C	평균온도	4.88 °C
최고 온도	31.3 °C		

최소 습도	10.7%RH	평균습도	57.19%RH
최고 습도	99.9%RH		

## 외단열+창호교체

성북구 장위로11가길 15



최소 온도	19.4 °C	평균온도	24.98 °C
최고 온도	29.1 °C		

최소 습도	20.5%RH	평균습도	36.82%RH
최고 습도	64.8%RH		

## 모니터링 결과

-2.39 °C

19.34 °C 이상

53.92 %RH

60.94 %RH

1~2월  
평균 외부온습도1~2월  
평균 내부온습도

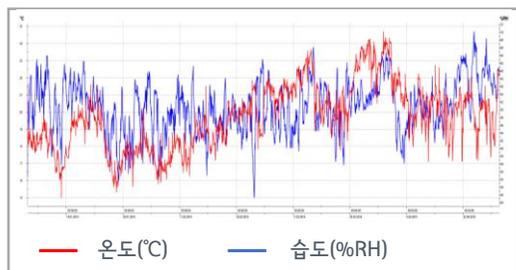
## 사용자 의견

- 외단열 공사 이후 외풍, 외벽으로부터의 한기가 사라져 실내 온도와 별개로 체감온도 및 실내 쾌적도는 매우 상승
- 습도 유지를 위해 주기적인 환기 필요



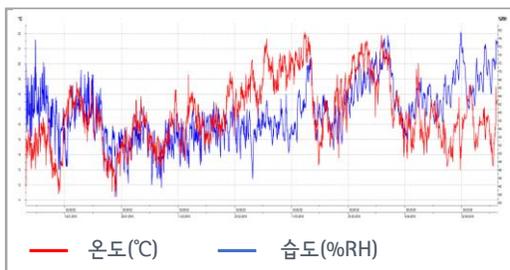
## 4. 건물 에너지 개선 효과 검증

## 모니터링 결과 분석

방1개소 개선A (단열+창호)  
(개선O) 서대문구 홍은중앙로5길 24-7

최소 온도	15.0 °C	평균온도	
		<b>20.33 °C</b>	
최고 온도	24.7 °C		

최소 습도	27.3%RH	평균습도	
		<b>48.13%RH</b>	
최고 습도	70.2%RH		

방1개소 개선A (단열+창호)  
(개선X) 서대문구 홍은중앙로5길 24-7

최소 온도	11.2 °C	평균온도	
		<b>16.72 °C</b>	
최고 온도	22.1 °C		

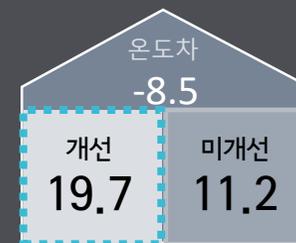
최소 습도	39.4%RH	평균습도	
		<b>59.73%RH</b>	
최고 습도	79.6%RH		

## 모니터링 결과

- 가장 온도가 낮은 순간의 실내 온도차

01/26  
오전 7시  
10~20분경

외부  
-17.3



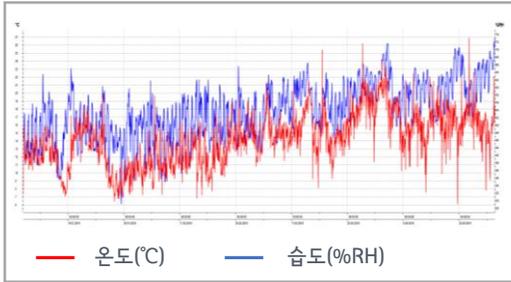
## 사용자 의견

- 개선된 방은 다른 방과 달리 외풍이 느껴지지 않으며 창호공사로 인해 기밀해진 방의 특성으로 수면 중 답답함을 느껴 취침 전 개선된 방의 출입문을 항상 열고 있음.
- 개선된 방의 습도 조절 (환기)에 신경을 많이 쓰고 있음.

4. 건물 에너지 개선 효과 검증

# 모니터링 결과 분석

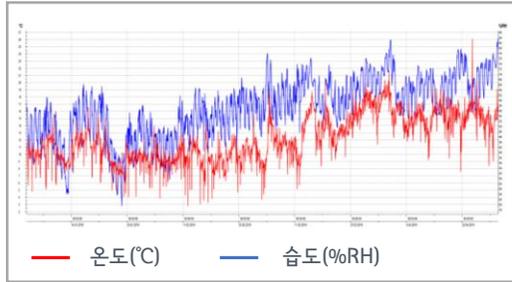
### 방1개소 개선B (단열) (개선O) 성북구 화랑로18다길 4



최소 온도	6.1 °C	평균온도	
최고 온도	26.9 °C	17.87 °C	

최소 습도	29.1%RH	평균습도	
최고 습도	73.1%RH	46.52%RH	

### 방1개소 개선B (단열) (개선X) 성북구 화랑로18다길 4



최소 온도	2.8 °C	평균온도	
최고 온도	26.1 °C	16.52 °C	

최소 습도	19.5%RH	평균습도	
최고 습도	83.6%RH	45.62%RH	

## 모니터링 결과

- 가장 온도가 낮은 순간의 실내 온도차

01/26  
오전 7시  
10~20분경



외부  
-17.3

## 사용자 의견

- 공사전 외풍이 심했던 현상이 많이 완화됨을 느낌. 개선된 방의 온기가 대체로 일정하게 유지되어 아늑함을 느낌.
- 천장 내단열 공사로 인해 낮아진 천장고로 인한 불편함이 조금 있음.

## 4. 건물 에너지 개선 효과 검증

## 시뮬레이션 결과 분석

## 창호교체

서대문구 홍은중앙로7길44-11

에너지효율화 공사비	연간 절감 에너지(m <sup>2</sup> )	유효난방 면적	전기요금 (주택용, 400kWh)	에너지개선비용 회수기간
3,037 천원	62.4 kWh/m <sup>2</sup> ·K	31.7 m <sup>2</sup>	124.8 원	
				<b>12년</b>

구 분	개선전	개선후	절감량	절감률
에너지 요구량	247.91 kWh/m <sup>2</sup> ·K	195.33 kWh/m <sup>2</sup> ·K	52.58 kWh/m <sup>2</sup> ·K	21.21 %
에너지 소요량	362.9	300.5	<b>62.4</b>	<b>17.19 %</b>
1차에너지 소요량	472	402	70	14.83 %

구 분	전체 공사비	에너지효율화 공사비
총공사비	3,207,600 원	3,037,600 원
단위면적당 공사비	101,186 원/m <sup>2</sup>	95,823 원/m <sup>2</sup>

## 외단열+창호교체

성북구 장위로11가길 15

에너지효율화 공사비	연간 절감 에너지 (m <sup>2</sup> )	유효난방 면적	전기요금 (주택용, 400kWh)	에너지개선비용 회수기간
28,720 천원	213.9 kWh/m <sup>2</sup> ·K	76.3 m <sup>2</sup>	124.8 원	
				<b>15년</b>

구 분	개선전	개선후	절감량	절감률
에너지 요구량	296.07 kWh/m <sup>2</sup> ·K	106.19 kWh/m <sup>2</sup> ·K	189.88 kWh/m <sup>2</sup> ·K	64.13 %
에너지 소요량	428.2	214.3	<b>213.9</b>	<b>49.95 %</b>
1차에너지 소요량	546	306	240	43.96 %

구 분	전체 공사비	에너지효율화 공사비
총공사비	30,920,010 원	28,720,010 원
단위면적당 공사비	405,243 원/m <sup>2</sup>	376,409 원/m <sup>2</sup>

## 4. 건물 에너지 개선 효과 검증

## 시뮬레이션 결과 분석

## 방1개소 개선A (단열+창호)

서대문구 홍은중앙로5길 24-7

에너지효율화 공사비	연간 절감 에너지 (m <sup>2</sup> )	유효난방 면적	전기요금 (주택용, 400kWh)	에너지개선비용 회수기간
5,037 천원	169.9 kWh/m <sup>2</sup> ·K	15.18 m <sup>2</sup>	124.8 원	
				<b>15년</b>

구 분	개선전	개선후	절감량	절감률
에너지 요구량	327.43 kWh/m <sup>2</sup> ·K	176.44 kWh/m <sup>2</sup> ·K	150.99 kWh/m <sup>2</sup> ·K	46.11 %
에너지 소요량	471.2	301.3	<b>169.9</b>	<b>36.06 %</b>
1차에너지 소요량	607	417	190	31.30 %

구 분	전체 공사비	에너지효율화 공사비
총공사비	5,587,340 원	5,037,340 원
단위면적당 공사비	369,072 원/m <sup>2</sup>	331,840 원/m <sup>2</sup>

## 방1개소 개선B (단열) 성북구

화랑로18다길 4

에너지효율화 공사비	연간 절감 에너지 (m <sup>2</sup> )	유효난방 면적	전기요금 (주택용, 400kWh)	에너지개선비용 회수기간
2,861 천원	207.1 kWh/m <sup>2</sup> ·K	8.71 m <sup>2</sup>	124.8 원	
				<b>12년</b>

구 분	개선전	개선후	절감량	절감률
에너지 요구량	369.27 kWh/m <sup>2</sup> ·K	194.97 kWh/m <sup>2</sup> ·K	174.3 kWh/m <sup>2</sup> ·K	47.20 %
에너지 소요량	547.4	340.3	<b>207.1</b>	<b>37.83 %</b>
1차에너지 소요량	694	463	231	33.29 %

구 분	전체 공사비	에너지효율화 공사비
총공사비	3,411,100 원	2,861,100 원
단위면적당 공사비	391,630 원/m <sup>2</sup>	328,484 원/m <sup>2</sup>

4. 건물 에너지 개선 효과 검증

# 에너지사용량 (전기/가스사용량) 결과 분석

## 창호개선

서대문구 홍은중앙로7길44-11



3인 가족



도시가스



지하세대

가스	2017		2018	
	사용량	요금	사용량	요금
JAN	0	935	150	118,611
FEB	0	935	182	143,904
MAR	0	935	160	126,515
APR	143	113,078	133	105,174

가스

480 m<sup>3</sup> 증가  
378,321 원 증가

전기	2017		2018	
	사용량	요금	사용량	요금
JAN	478	97,130	344	53,800
FEB	546	118,810	370	59,350
MAR	478	97,130	330	50,800
APR	473	95,520	361	57,420

전기

570 kWh 절감  
187,220 원 절감

## 외단열+창호개선

성북구 장위로11가길 15



노부부 + 아들



도시가스

24 hrs.

24시간 난방



지하 연탄창고

가스	2017		2018	
	사용량	요금	사용량	요금
JAN	293	231,639	326	257,722
FEB	265	209,507	320	252,980
MAR	441	348,619	294	232,429
APR	277	218,992	247	195,280

가스

89 m<sup>3</sup> 절감  
70,346 원 절감

전기	2017		2018	
	사용량	요금	사용량	요금
JAN	493	101,910	405	73,830
FEB	406	74,150	459	91,060
MAR	321	48,880	327	50,160
APR	348	54,640	318	48,230

전기

59 kWh 절감  
16,300 원 절감

4. 건물 에너지 개선 효과 검증

# 에너지사용량 (전기/가스사용량) 결과 분석

## 방1개소 개선A (단열+창호)

서대문구 홍은중앙로5길 24-7



2인 가족



도시가스



맞닿은 옆집과 계량기를 공유

가스	2017		2018	
	사용량	요금	사용량	요금
JAN	142	112,288	188	148,646
FEB	234	185,005	167	132,048
MAR	147	116,240	141	111,497
APR	143	113,078	108	85,402

가스
62㎡ 절감 49,018 원 절감

전기	2017		2018	
	사용량	요금	사용량	요금
JAN	571	126,790	532	114,350
FEB	635	147,210	565	124,880
MAR	480	97,760	427	80,850
APR	425	80,220	427	80,850

전기
160 kWh 절감 51,050 원 절감

## 방1개소 개선B (단열)

성북구 화랑로18다길 4



3인 가족 + 세입자



등유난방



별도공사



개량한옥구조

등유	2017		2018	
	사용량	요금	사용량	요금
JAN	1식	1,000 천원	1식	700 천원
FEB				
MAR				
APR				

등유
300,000 원 절감

전기	2017		2018	
	사용량	요금	사용량	요금
JAN	481	98,080	450	88,190
FEB	478	97,130	466	93,290
MAR	443	85,950	421	78,930
APR	471	94,880	446	86,910

전기
90 kWh 절감 28,720 원 절감

## 5. 데이터 분석 결과

연구결과에 따른 항목별 비교표

구 분	창호 +외단열		창호 +내단열		창호개선
공사비용	376 천원/㎡	>	331 천원/㎡	>	96 천원/㎡
공사비 회수기간	15 Yrs	=	15 yrs	<	12 yrs
절감 에너지량	214 kWh/㎡·K,a	>	170 kWh/㎡·K,a	>	62 kWh/㎡·K,a
에너지 절감률	50 %	>	36 %	>	17 %
경제성및 에너지 효율고려시	3rd	<	2nd	<	1st

## 5. 데이터 분석 결과

### 연구결과 적용방안

구 분	에너지 절감량	경제성	비 고
1979년 이전 건축물	전면개보수 (단열+창호)	방1개 개선 (단열+창호)	기존 건축물의 단열성능이 현저히 떨어져 창호만 교체시 결로, 곰팡이 발생 가능성 상승
1980~2001년 건축물	전면개보수 (단열+창호)	창호교체 방1개 개선 (단열+창호)	기본적인 단열성능을 갖추고 있음 (0.5w/m <sup>2</sup> ·K,a)

### 노후주택 에너지 개선 사업 공사비 예측

구 분	전면 개보수 창호+외단열	방1개소 개선 창호+내단열	창호개선
면적당 공사비용	≒ 380,000 원/m <sup>2</sup>	≒ 330,000 원/m <sup>2</sup>	≒ 96,000 원/m <sup>2</sup>
면적	30~60m <sup>2</sup>	10~15m <sup>2</sup>	30~60m <sup>2</sup>
예상 공사비	11,400 ~ 22,800 천원	3,300 ~ 4,950 천원	2,880 ~ 5,760 천원

⇒ 향후 에너지 개선 사업 예산 산정시 기본자료로 활용

#### 이 외 연구결과

- 온습도 모니터링 결과 공사전후 효과는 가시적이고 분명하나 시뮬레이션 결과(절감에너지량)와 실질적 에너지사용량 감소 수치는 많은 차이를 보였음. (외부요인들에 따른 변수)
- 단열기준이 강화된 2001년 이후 주택들의 경우 부분적인 수리 (단열, 창호 개선)로 전면 수리 방식보다 나은 효과를 보일 가능성이 있음.
- 보다 확실한 성능구현과 시공성 확보를 위해서는 내단열 보다는 외단열을 지향해야함. (열교 발생가능성 상능, 열반사단열재의 성능)

## 6. 건물 에너지 개선사업 고려사항

<p>현장 조사 고려사항</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 열악한 주거환경으로인해 대상지 선정 불가능한 주택이 다수 (누수, 구조안전성 등)</li> <li>② 무분별한 증축으로 인한 문제 발생 (주거공간의 범위 설정에 어려움, 불안정한 벽체 구조 등)</li> <li>③ 직장이 있는 세대주와의 일정조정</li> <li>④ (다가구, 다세대 주택의 단열공사의 경우) 세대 전체의 동의 및 협조 필요</li> <li>⑤ 타기관과의 사업내용 중복 (기초생활수급자의 경우 중복혜택의 가능성 발생)</li> <li>⑥ 고령의 세대주와의 소통 (기존에너지사용량 파악 등 조사 데이터 수집의 어려움)</li> </ul>
<p>공사 동의절차 진행시 고려사항</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 세대주와 주택 소유주간의 불화로 인해 공사 미동의</li> <li>② 세대주가 필요로하는 공사 내용과 불일치하는 경우 발생 (기관 : 에너지 개선 공사 v/s 세대주 : 싱크대 교체, 방수공사 등)</li> </ul>
<p>설계 및 시공 고려사항</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 주변 여건 (인접 건물과의 간격, 낮은 지대 등)으로 인해 공사 불가능</li> <li>② 직장이 있는 세대주와의 일정조정 (공사기간 장기화)</li> <li>③ (인근 주민과 세대주와의 갈등으로) 인근 주민들의 공사 비협조</li> </ul>
<p>유지관리 고려사항</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 건물의 기밀 성능이 개선됨에 따라 적절한 실내 습도 조절 (환기)에 관한 사용자의 사전 의식이 필요</li> <li>② 건물에너지 개선사업 효과를 최대화 하기 위해 적절한 난방시스템 (보일러) 가동 패턴에 관한 사전 지식 필요 (기존 : 시간대별 가동 -&gt; 변경 : 실내온도 20℃ 유지)</li> <li>③ 낮은 에너지 비용 (가스비, 전기세)으로 인한 사용자의 에너지 절감 의지 부족</li> </ul>