자연을 에너지로 바꾸는 기술

신·재생에너지 제도와 지열시스템 특성

2019. 01

주식회사 지지케이
대표전화 1544-0006

목 차


신·재생에너지 관련 제도


주요 신·재생에너지설비 특성 비교



지열시스템의 유형별 특성 비교


300RT 설치기준, 지열시스템 구성 및 투자비


건설신기술(제772호) 적용 시스템 및 보급 현황


제 언



신·재생에너지 관련 제도

❶ 공공기관, 신・재생에너지설비 설치의무화

- 「신에너지 및 재생에너지 개발・이용・보급 촉진법」제12조제2항 및 동법 시행령 제15조에서 신・재생에너지설비의 공공기관 설치의무화를 규정

  ☞ 신・증・개축하는 연면적이 1,000㎡(약300평)이상의 건축물에 대해 일정비율 이상을 신・재생에너지설비로 설치.

- 「에너지이용 합리화법」에서 공공기관 에너지이용 합리화 추진에 관한 규정' 개정・고시(제2017-154호)

❷ 민간부문, 신・재생에너지설비 설치의무화 (서울특별시)

- 서울시는 2014. 9. 1.부터 민간건축물을 대상으로 신・재생에너지설비 설치 의무화를 확대・시행하는 한편,
- 「서울특별시 녹색건축물 설계기준」을 제정・고시(제2017-352호)하여 민간부문 건축물의 년도별 신재생에너지설비 설치비율(%)을 규정.

< 년도별, 신·재생에너지설비 설치의무 비율표 >

구 분		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
공공건축물		18%	21%	24%	27%	30%	-	-	-
민간 건축물	주거	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
	비주거	7%	9%	9%	11%	11%	12%	12%	14%

❸ 민간부문, 신・재생에너지설비 설치의무화 (기타 지역)

- 국토교통부에서는「건축물의 에너지절약 설계기준」적용대상 건축물을 고시하고 「녹색건축물 조성 지원법」 제14조에서도 “에너지절약계획서 제출대상 건축물”을 규정하여 신・재생에너지 이용을 촉진.

- 그 밖에「에너지절약형 친환경주택의 건설기준(국토교통부고시 제2017-442호, ‘17.07.05)」제7조(설계조건) 및 제11조(신・재생에너지의 설치)에서도 신・재생에너지 설치를 규정

친환경주택의 건설기준 관련 규정

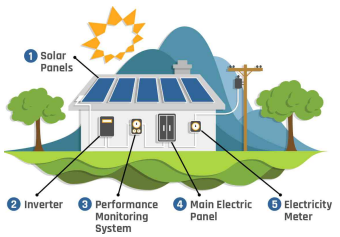
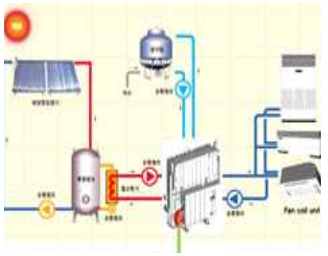
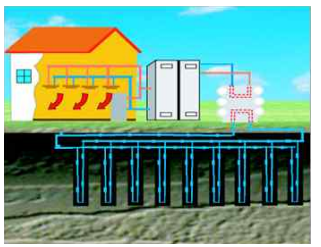
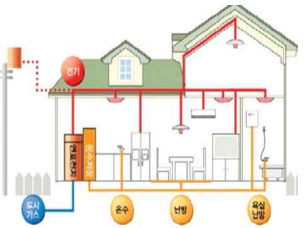
제7조(설계조건) 제2항 제9호 신・재생에너지설비 설치 등 신・재생에너지설비, 외단열공법에 대하여 **별표 7**에 따른 각 항목별 평가지표의 합계가 **10점이상을 충족하도록 설계**하여야 한다.

제11조(신・재생에너지의 설치) 단지내에는 태양열, 태양광, 풍력, 연료전지 및 **지열시스템 설치**를 권장한다.

[별표 7] 신・재생에너지설비 설치 및 에너지절약요소 반영

구분	항목	기준	배점
신재생 부문	난방에너지 신재생 비율	전체난방설비용량에 대한 신・재생에너지 용량비율	0.1%당 1점
	냉방에너지 신재생 비율	전체냉방설비용량에 대한 신・재생에너지 용량비율	0.1%당 1점
	급탕에너지 신재생 비율	전체급탕설비용량에 대한 신・재생에너지 용량비율	0.5%당 1점

주요 신·재생에너지설비 특성 비교

구 분		태양광	태양열	지 열	연료전지
개념도 (시스템)					
용도		전기에너지 (발전)	열에너지 (냉방·난방·급탕)	열에너지 (냉방·난방·급탕)	전기, 열에너지 (발전·급탕)
장·단점	장점	설치시공 용이	장비연계 가능	·연중 일정한 성능 ·에너지효율 높음	연중 일정한 성능
	단점	·초기투자비 높음 ·계절·날씨 영향 큼 ·ESS(전력저장장치)불안정	·하절기(냉방) 비효율적 ·계절·날씨 영향 큼	지중설비 구성으로 천공면적 필요	·초기투자비 과다 ·유지관리비 과다
입지조건		일조량 많은 지역	일조량 많은 지역	제한 없음	도시가스공급지역
수명(년)		20~25	20~25	30~50	8~10

❶ 한국에너지공단 공고(2012. 2. 17), 신재생에너지원 별 기준단가

구 분	태양광(BIPV)	태양광(고정식)	연료전지	지열(밀폐형)	지열(개방형)
kW기준	9,553,000원	4,972,000원	51,100,000원	1,260,000원	1,160,000원
백분율	823%	428%	4,405%	108%	100%

❷ 농식품부 농업에너지이용효율화사업 기준 냉난방설비 설치단가 비교(2018. 3. 14)

지열설비 규모 및 형식		적용단가(원/kW)	설치비용(원/ha)	비 고
300RT(1,050kW) 설치기준	수직밀폐형	1,638,000	1,736,000,000	-
	개방형(SCW)	1,508,000	1,600,000,000	밀폐형 대비 8% 절감

❸ 한국에너지공단 「신·재생에너지설비의 지원 등에 관한 지침」에서의 에너지원 별 보정계수

에너지원	태양광(BIPV)	태양광(고정식)	연료전지	지열(밀폐형)	지열(개방형)
보정계수	5.48	1.56	2.84	1.09	1

※ 보정계수란? 공공기관 '설치의무화사업' 에서 투자대비 효율성이 떨어지는 이유로 기피하게 되는 설비에 대해 가점을 부여하여 신재생에너지설비의 균형적 보급을 도모하기 위해 마련된 제도임 ☞ 지열(개방형)이 우수한 설비임을 입증.

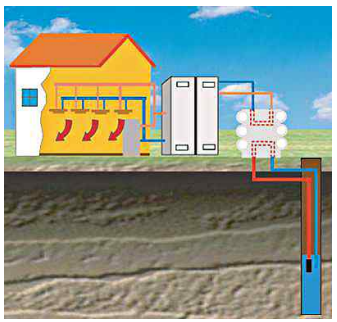
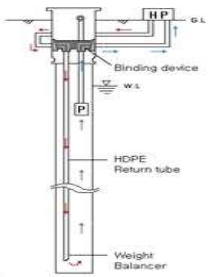
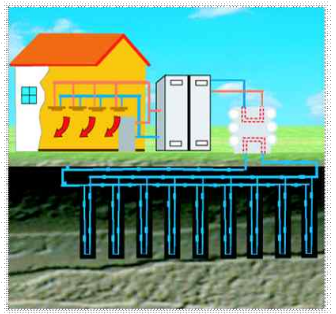
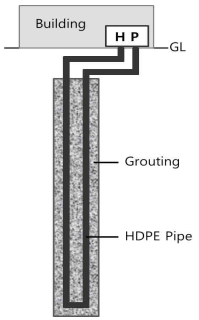
❹ 보정계수를 적용한 신재생에너지원 별 설치용량 및 기준단가 적용 사업비

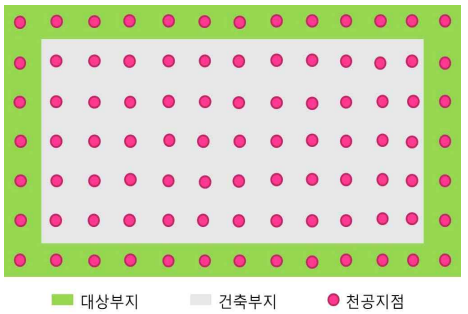
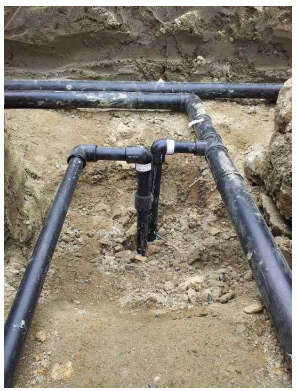
구 분	태양광 (BIPV)	태양광(고정식)	지열(개방형)	비고
의무용량	1,050 kW	1,050 kW	1,050 kW	설치의무비율 면적이 10,000㎡(3,000평)인 조건에서 보정계수를 적용하는 경우, 실제 설치(생산)용량과 설치비용을 비교한 결과, 태양광이 지열설비 대비 생산용량은 18%와 64%로 작아지면서, 설치비용은 150%와 274%로 늘어남 **☞지열설비가 절대적으로 유리**
적용 보정계수	5.48	1.56	1	
실제 설치용량	192 kW	673 kW	1,050 kW	
	약 18%	64%	100%	
설치비용	18억3천만원	33억4천6백만원	12억1천1백만원	
	150%	274%	100%	

☞ 보정계수를 적용하는 경우, 개방형 지열설비는 100%로 할 때 고정식 태양광설비와 BIPV식 태양광설비 설치용량이 각각 64%와 18%로 작아져, 신재생에너지 생산설비는 줄어드는 상태임에도,

☞ 오히려 설치비용은 개방형 지열설비를 100%로 볼 때, 고정식 태양광설비와 BIPV식 태양광설비 비용이 각각 274%와 150%로 높아지게 되므로, 결국 투자대비 효율성(경제성) 측면에서 지열설비가 태양광설비에 비해 절대적으로 우수한 조건을 가진 것을 알 수 있음.

지열시스템의 유형별 특성 비교

구 분	개방형(건설신기술)	수직밀폐형	차 별 성
(30RT 기준) 지중열교환기 설치단면도	 	 	◎30RT, 동일용량 시 * 개방형은 1개소 설치 * 밀폐형은 10개소 설치 ◎천공 소요기간 * 개방형 : 5일(1개소) * 밀폐형 : 20일(10개소)
지중열교환기 구조특성	- 관경 Ø200mm, 깊이 500m이내 천공으로 지열우물공 개발 - 지열우물공에 수중펌프와 회수관을 설치하고, - 지하수를 순환시켜서 지중과 직접 열교환 - 개소당 최대 **30 RT(105kW) 열에너지 생산**	- 관경 Ø150mm, 깊이 200m내외 지열공 개발 - 천공구간 전체에 U자형 PE Pipe(지열관) 설치 - 천공구간 전체를 다시 되메움(벤토나이트) - 설치된 지열관으로 부동액 등을 순환시켜서 지중과 간접적으로 열교환하는 방식 - 개소당 최대 **3 RT(약 10kW) 열에너지 생산**	
현장 적용 장·단점	- 천공 축소로 소요 면적이 적고, 시공기간 단축 - 시스템 성능효율이 우수함 - 지중열교환기 유지관리 및 재생 · 정비 가능 - 지하수를 용수로 활용 가능(필요시) * 지하수 부존여부 검토 및 행정절차 추가 (시험천공과 지하수영향조사로 확인)	- 보편화된 기술임 * 다량 천공이 필요한 경우, 부지 확보에 어려움 * 배관작업시 전체부지 터파기로 건축공정과 중복 * 순환유체(부동액) 누수시, 지하 환경오염 유발 * 지중열교환기 유지관리 및 재생·정비 불가능	◎시공 용이성 등 천공수, 공사비, 공사기간, 소음에 따른 민원발생, 지중열교환기 유지관리 등 측면에서 개방형이 유리

구 분	개방형(건설신기술)	수직밀폐형	차 별 성
(300RT 기준) 지중열교환기 천공 배치도와 지중열교환기 트렌치배관			◎지중열교환기 유지관리 *개방형은 가동상태 등을 손쉽게 확인할 수 있으며, 필요시 재생·정비 가능 *반면, 건물하부에 매설되는 밀폐형은 지열공에서 문제 발생시 재생·정비 불가능 (지중열교환기 폐쇄 원인)
	10개소의 지열우물공 설치로, 건축부지를 피한 공간에 설치할 수 있으며, 시설간 이격거리가 충분, 열간섭이 발생할 우려가 없음	100개소의 지열공 설치로, 대부분 건축물 하부에 매설(유지관리 불가)되며, 시설간 이격거리가 좁아서 상호 열간섭이 발생할 우려가 큼	
		  	◎지중 트렌치 배관 *개방형은 10개소의 공급 및 회수배관이 전부인 반면, *밀폐형은 100개소에서 각각 올라오는 유입 및 유출배관 등을 지중에서 집단적으로 연결(600회 이상)하는 방식으로 누수 등 하자원인 상존 *밀폐형 지중열교환기에서 부동액이 누수되는 경우에 심각한 환경오염 발생
	10개소의 지열우물공에서 올라오는 공급 및 회수배관 연결작업으로, 시공이 간편하고 누수 등 하자발생 원인이 없음	100개소의 지열공에서 올라오는 유입·유출 지열관(PE Pipe)을 지중에서 집단적으로 연결하기 때문에 연결작업이 복잡하고, 순환유체 누수 등 하자발생 가능성이 높음	

300RT 설치기준, 지열시스템 구성 및 투자비

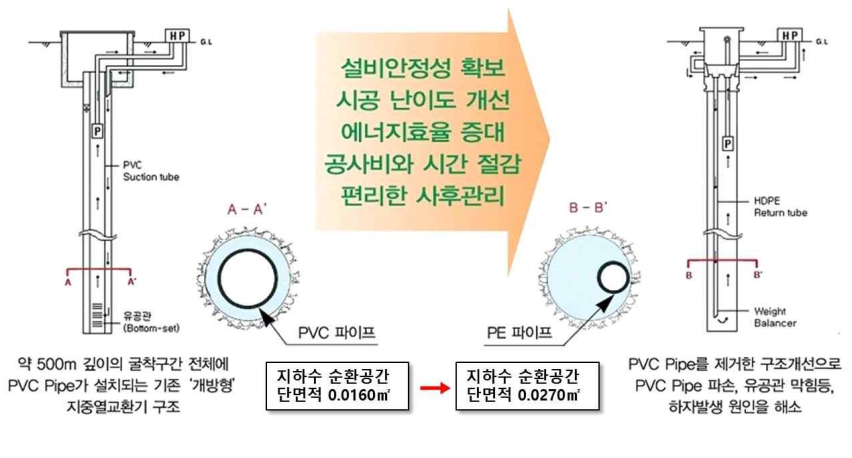
구 분	개방형 RTS(건설신기술)	개방형 SCW(기존기술)	수직 밀폐형
지열시스템 구성내용	- 지열히트펌프(물-공기) : 20RT × 15대 - 지열헤더, 순환펌프, 팽창탱크, - 2nd 열교환기, 수중펌프 - 지중열교환기(환수배관 설치방식) 65A × 500m × 10공 - 트렌치 배관공사 - 자동제어 및 전기공사	- 지열히트펌프(물-공기) : 20RT × 15대 - 지열헤더, 순환펌프, 팽창탱크, - 2nd 열교환기, 수중펌프 - 지중열교환기(내부케이싱 설치방식) 125A × 500m × 10공 - 트렌치 배관공사 - 자동제어 및 전기공사	- 지열히트펌프(물-공기) : 20RT × 15대 - 지열헤더, 순환펌프, 팽창탱크, - 지중열교환기(지열관 설치방식) 50A × 200m × 100공 - 그라우팅 : 150A × 200m × 100공 - 트렌치 배관공사 - 자동제어 및 전기공사
지중열교환기 설치내용 ※ 천공기 1대 기준	공사기간 : 50일	공사기간 : 60일	공사기간 : 200일
	- 천공기간 : 40일(10공 x 500m/4일) - 쌍방향게이트, 트렌치배관 설치 : 10일 (단위 설치기간 : 1일)	- 천공기간 : 40일(10공 x 500m/4일) - 내부케이싱 및 트렌치배관 설치 : 20일 (단위 설치기간 : 2일)	- 천공기간 : 150일(100공 x 200m/1.5일) - 지열관 설치 및 그라우팅 작업 : 50일 (단위 작업기간 : 0.5일)
설비투자 비용 ※ 2018년 농식품부 에너지이용효율화사업 설치단가 적용	1,547,900,000원(약 90%)	1,599,500,000원(약 93%)	1,719,900,000원(100%)
	* 지열히트펌프 및 기계설비 : 300RT * 지중열교환기 - 천공수량 : 500m × 10공 - 전체 굴착길이 : 5,000m * 트렌치 배관 : 10공 연결	* 지열히트펌프 및 기계설비 : 500RT * 지중열교환기 - 천공수량 : 500m × 10공 - 전체 굴착길이 : 5,000m * 트렌치 배관 : 10공 연결	* 지열히트펌프 및 기계설비 : 500RT * 지중열교환기 - 천공수량 : 200m ×100공 - 전체 굴착길이 : 20,000m * 트렌치 배관 : 100공 연결

건설신기술(제772호) 적용 시스템 및 보급 현황

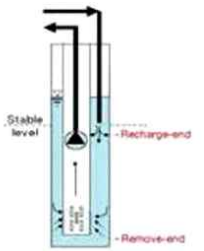
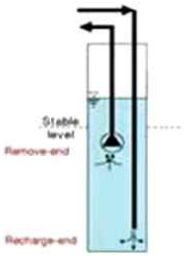
상향순환 체계를 갖는 열교환시스템과 쌍방향 게이트에 의해 공급 및 환수배관 결속구조를 가진 지열우물공 시공기술을 적용한 지열냉난방시스템 (일명: 상향순환식 지열냉난방시스템)

❶ 기술(공법) 특징 : 기존 공법의 시공성 및 안전성 문제를 해소하기 위한 맞춤형 공법

[지중열교환기 구조개선]

기존 공법	신기술 공법


[유체 순환체계 개선]

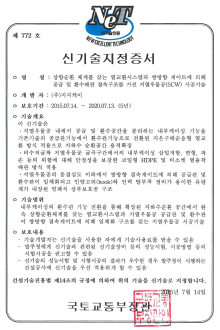
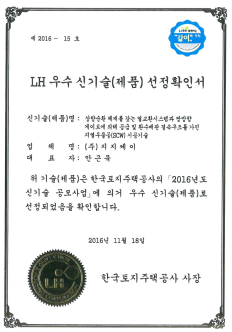
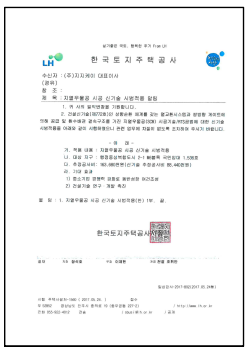
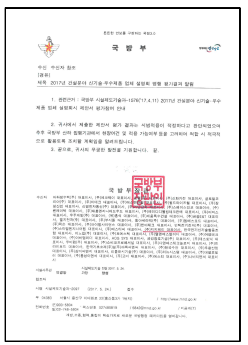
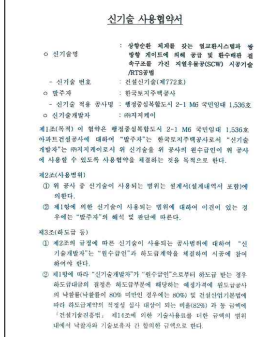
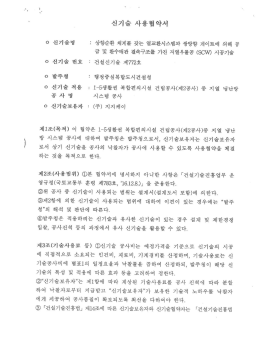
기존 공법	신기술 공법
Top-Down 순환방식 	Bottom-Up 순환방식 
지표이하 30-40m 깊이(PVC Pipe 내부)에 위치한 수중펌프에서 공급되는 지하수가 지상의 지열히트펌프를 돌아나와 **지열우물공의 상부측(PVC Pipe 외부)으로 회수되어 하부로 이동**하는 과정에서 열교환	지표이하 30-40m 깊이(나공 상태)에 위치한 수중펌프에서 공급되는 지하수가 지상의 지열히트펌프를 돌아나와 **지열우물공 하부측으로 회수되어 상부로 이동**하는 과정에서 열교환

※ PVC Pipe가 없는 나공상태의 지열우물공에 지하수 순환설비가 최적화 된 **지중열교환기를 구축**함으로서,

- 지중열교환기 내부설비 **시공난이도를 개선**하는 한편, 자재의 변형·파손 등 **하자발생 요인 해소**
- 지하수 순환경로 개선에 따른 열교환 면적 및 지하수 이동시간 확대로 **시스템 성능효율 향상**
- 내부설비 상시 인발 및 재생정비가 용이한 구조로 지중열교환기의 **기능적 수명 연장과 유지관리 편리성 확보.**

❶ 신기술 인증 및 보급

- 국가 R&D, 실증연구과제 ‘성공’ 기술로 지열분야 국내 최초의 건설신기술(제772호) 지정
- 한국토지주택공사(LH) 우수신기술 선정, 국방부 및 인천도시공사 시범적용 신기술 선정
- 국토교통부 행정중심복합도시건설청, 한국토지주택공사(LH), 순천대학교, 지방자치단체(충북 청주시, 경기 화성시 등)와 신기술사용협약서 체결
- 대구광역시, 경북 경주시, 경기 화성시, 강원 횡성군 등 지자체와 전북대학교 지열설비 수의계약 체결.
- 건설기술진흥법 제14조(신기술의 지정·활용 등) 및 서울특별시, 충청북도 등 광역자치단체의 ‘건설신기술 활용촉진에 관한 조례’에 따라 다수(45개 사업)의 공공기관 지열설비 설계에 우선 적용.

건설신기술지정증서	LH우수신기술 선정확인서	LH공사, 시범적용알림	국방부, 시범적용기술	신기술사용협약(LH공사)	신기술사용협약(행복청)
					

❷ 설계적용 및 납품 실적

No	사 업 명	발주처	용량	비 고
1	충주권역 농어업에너지 효율화사업	한국농어촌공사, 충북지역본부	100RT	설계적용
2	청원괴정지구 농어업에너지 효율화사업	한국농어촌공사, 충북지역본부	30RT	설계적용, 시공
3	농심 아산공장, 지열냉난방설비 구축	㈜농심	120RT	설계적용, 시공
4	한국자산관리공사 경기사옥, 지열시스템	한국자산관리공사	130RT	설계적용, 시공
5	청주시 국민체육센터, 지열설비 공사	청주시	120RT	설계적용, 신기술협약, 시공
6	행정중심복합도시건설청, 제2공사(복합민원센터) 지열시스템	행정중심복합도시건설청	280RT	설계적용, 신기술협약
7	나라키움정책연수원, 지열설비	한국자산관리공사	400RT	설계적용
8	한국식품연구원, 지열시스템	한국식품연구원	100RT	설계적용
9	경주시 평생학습 및 가족센터, 지열설비 설치	경상북도 경주시	80RT	설계적용, 수의계약, 납품설치
10	세종시 2-1, 임대주택(1,536세대), 지열시스템 시범사업	LH공사	40RT	설계적용, 신기술협약, 시공
11	대전지방국세청 청사신축사업, 지열설비 설치	국세청	380RT	설계적용
12	삼육대학교 중앙도서관, 지열냉난방시스템 구축사업	삼육대학교	50RT	설계적용, 시공
13	화성시 송산그린시티 주민센터, 지열설비 설치	경기도 화성시	80RT	설계적용, 기술협약, 수의계약
14	전북대학교 국제컨벤션센터, 지열설비 설치	전북대학교	100RT	설계적용, 수의계약
15	횡성읍사무소 증축공사, 지열설비(수축열 포함) 설치	강원도 횡성군	45RT	설계적용, 수의계약, 납품설치

No	사 업 명	발주처	용량	비 고
16	순천대학교 산학협력관 신축공사, 지열설비 설치공사	순천대학교	128RT	설계적용, 신기술협약, 시공
17	전남대학교 동물의료센터 및 임상교육관 신축공사, 지열설비	전남대학교	120RT	설계적용, 기술협약, 수의계약
18	한국자산관리공사 인천사옥, 지열시스템	한국자산관리공사	100RT	설계적용, 시공
19	순천대학교 체육관 신축공사, 지열설비 설치공사	순천대학교	150RT	설계적용, 신기술협약
20	동대구 벤처밸리 신축공사, 지열시스템	대구시 건설본부	400RT	설계적용, 수의계약
21	강원연구원 신축공사, 지열설비	강원도개발공사	190RT	설계적용, 수의계약
22	고려대학교 지구환경과학관 신축, 지열시스템 설치	고려대학교	70RT	설계적용
23	진접농협 연평지구 종합시설 신축공사, 지열설비	농협	100RT	설계적용

화성시 송산그린시티 주민센터, 지열냉난방시스템	한국자산관리공사 경기사옥 지열냉난방시스템	나라키움정책연수원 지열냉난방시스템	청주시, 국민체육센터 지열냉난방시스템	대전지방국세청 신축사옥 지열냉난방시스템	삼육대학교 중앙도서관 지열냉난방시스템
					 



제 언

❶ 우리나라 에너지 이용 특성

- 우리나라는 총 에너지이용량의 30%이상을 냉·난방에너지로 사용하고 있으며,
- 일반 생활 또는 업무시설에서 사용되는 전기 사용량의 30%이상이 역시 냉·난방에너지로 소비되고,
- 이 같은 이유로 계절적으로 냉·난방 전력수요가 급격하게 증가하는 시점에 전력대란이 발생하고 있음.

❷ 효율적인 신·재생에너지설비 선택

- 현재 관련 법률에 근거한 공공기관 신·재생에너지설비 설치 의무비율을 충족시키기 위한 수단으로 공공기관에서는 태양광 설비의 도입을 적극적으로 추진하는 추세이나,
- 앞의 자료에서 볼 수 있듯이 보정계수를 적용하여 설치하는 태양광설비의 설치용량(에너지 생산설비)은 개방형 지열시스템 대비 최소 18%에서 최대 64%에 불과하면서도 비용은 150%에서 274%로 높아지게 됨.
- 따라서 동일한 투자비용으로 보다 많은 신·재생에너지 생산설비를 목표로 하다면 지열시스템 도입이 타당함.

❸ 정부정책 부응 및 경제적 이익 극대화

- 지열시스템 도입은 기존 냉·난방설비에 비해 에너지비용(전기요금)을 50%이상 절감하게 되며,
- 계절적으로 냉·난방에 소요되는 전력수요를 담당함으로서, 탈 원전시대의 전력난 해소와 함께 이산화탄소 배출 저감을 위한 정부정책에 부응하는 방안이 될 것임.
- 또한, 일정량의 지하수를 용수로 이용하는 경우, 상하수도 요금 절감에 따른 경제적 부가 이익을 실현하게 됨.