

재생에너지 및 고효율 설비 평가 프로그램 RETScreen 사용사례 소개

신영기

세종대학교 기계공학과 교수

1. 서론

RETScreen 청정 에너지 프로젝트 프로그램은 정부, 산업 및 학계의 다양한 전문가들이 공조하여 개발한 유일한 의사결정 보조수단이다. 이 프로그램은 무료로 전세계에 제공되는 것으로서 다양한 형태의 재생에너지 및 고효율 기술(RETs; Renewable-energy and Energy-efficient Technologies) 프로젝트에 대한 에너지 생산, 절약, 비용, 공해절감, 재정적 타당성과 위험도를 평가할 수 있다. 다양한 언어로 작성된 이 프로그램은 설비 제품, 기존 프로젝트, 수문학(hydrology) 및 기후에 대한 데이터베이스, 사용자 매뉴얼, 엔지니어링 전자서적(e-textbook) 및 대학 수준의 훈련과정에 기반을 둔 사례연구를 포함하고 있다.

이 프로그램은 www.etscreen.net에서 다운로드 받을 수 있으며 청정자원 사용을 활성화하고자 하는 캐나다 정부의 지원으로 운영되고 있다.

RETScreen® 프로그램은 마이크로소프트 엑셀 2000 이상 버전에서 운용된다. 무료이면서 재생에너지 및 고효율 설비의 에너지 절약 및 경제성 평가를 손쉽게 수행할 수 있으므로 이용 사례를 소개하여 유용성을 판단하고자 한다.

2. 프로그램 데이터 입력방법

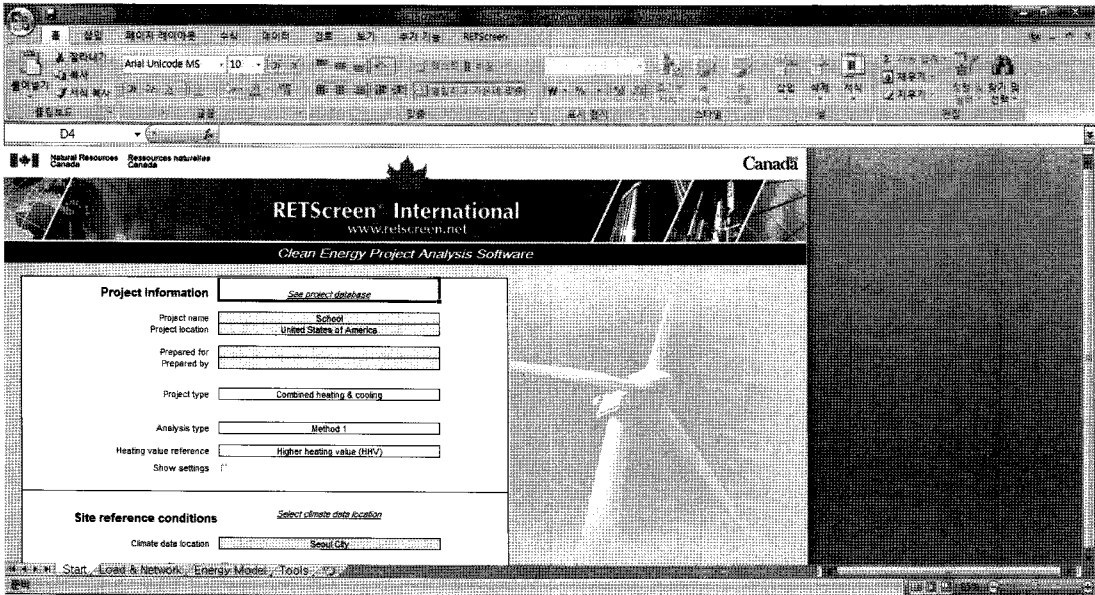
그림 1은 실행한 프로그램의 초기화면이다. Project information 부분을 클릭하면 그림 2의 창이 뜨고 이 창은 각종 프로젝트 template와 사례연구로 구성된 데이터베이스이므로 관심있는 프로젝트와 가장 근접한 프로젝트를 선택한다. 본고에서는 지열 열펌프 시스템을 설계하고자 하는 것이므로 사례연구에서 미국 Bristol 시의 학교건물에 지열 열펌프 냉난방 시스템을 적용한 프로젝트를 선택하였다. 서울 기후에 대한 분석을하고자 하므로 그림 1의 아래 화면에 있는 'Climate data location' 을 클릭하여 'Seoul city'를 선택한다. 이 프로그램의 데이터베이스에는 전세계 주요 지역의 기후정보가 구축되어 있다.

그림 1의 하단을 보면 'Start', 'Load & Network', 'Energy Model' 및 'Tools'라는 4개의 데이터시트 탭이 있다. 이번에는 'Load & Network' 탭을 활성화하여 필요한 입력자료를 기입한다. 이 탭은 기존 설비에 대한 입력사항으로서 'Energy Model'에서 적용하게 될 신재생설비와의 경제성 비교를 위해 사용된다. 그림 3은 그 예를 나타내며, 난방은 도시가스 보일러, 냉방은 전기 에어컨디셔너를 적용하는 것으로 가정하였다.

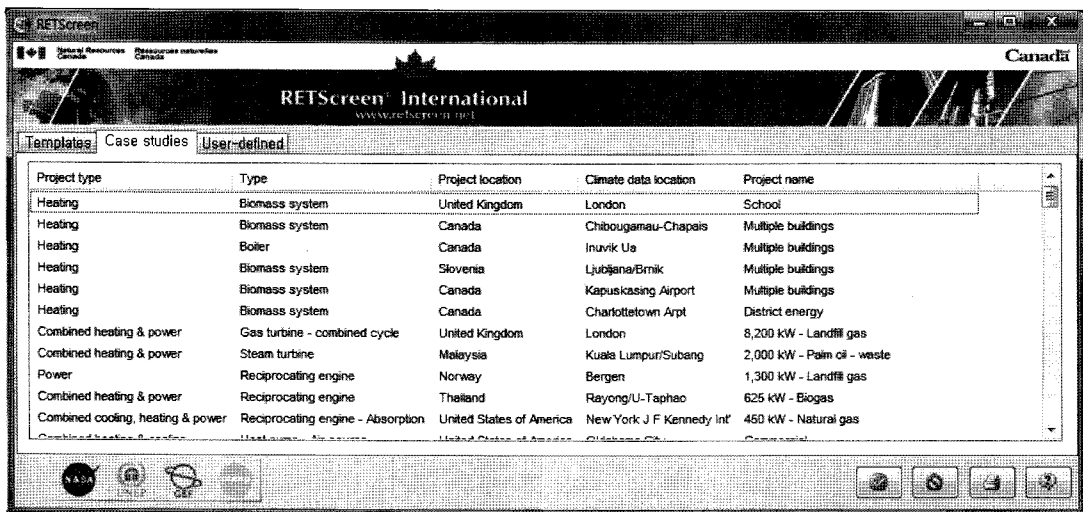
그림에서 음영으로 표시된 셀들은 입력이 요구되는 자료이다. 입력과 관련된 용어들에 대해서는 프로그램의 help 기능을 검색하면 해당 용어의 정의와 값의 범위가 잘 나와 있으며 이미 선택한 유사 프로젝트에서 유사한 값들이 설정되어 있으므로 현재의 연구목적에 맞게 일부만 수정하면 된다.

본고에서는 난방 보일러 효율은 80%, 난방 COP는 3으로 가정하였다. 연료비용은 도시가스의 경우 일반가정의 사용요금을 근거로 0.696 \$/m³, 전력요금은 학교에 적용되는 74.6W/kWh를 설정하였다.

그림 4는 help 문서에 있는 그래프를 나타낸다.



[그림 1] RETScreen 초기화면



[그림 2] 프로젝트 데이터베이스 창

본고에서는 단열이 잘된 건물이고 외기설계온도를 -10°C 로 가정하여 47°C 로 정하였다. 냉방의 경우도 비슷한 과정을 거쳐 데이터 입력을 완료한다. 이렇게 해서 얻어진 월간 부하는 그림 5와 같다.

그림 6은 기존 설비를 대체하기 위한 지열 열펌프 시스템 제원 선택창을 나타낸다. 본고에서는 용량을 맞추기 위해 프로그램에 내장된 설비 데이터베이스에서 Climatemaster 사의 VS/VL 080 모델을 20대 선정하였다. 해당 설비비용은 인터넷 상의 유사용량 가격을 기준으로 81,000달러로 산정하였다. 신재생 열원설비로 전기 구동

지열 열펌프를 사용하므로 Fuel type은 electricity이다. 냉방 seasonal COP는 3.2로 설정하였고, 난방시 seasonal efficiency는 250 ~ 350%의 범위이므로 평균값인 300%로 설정하였다. seasonal efficiency는 난방을 위한 연간 소비전력에 대한 공급 난방열량의 백분율이다.

그림 7은 'Tools' 탭에서 ground heat exchanger를 선택한 경우 뜨는 입력창이며 앞서 선택한 냉난방 용량에 대하여 이전에 선택한 동일한 지열 열펌프 모델과 수량을 선택한다. 토양의 경우 해당지역에 적합한 유형을 선택할 수 있으며 아직은 이 유형에 대한 사전정보가 부족하여 'light soil-damp' 유형을 선택하였다. 이 경우 해당 토질 유형과 서울의 기후조건, 월별 냉난방 부하를

RETScreen Load & Network Design - Combined heating & cooling project

Heating project

Base case heating system

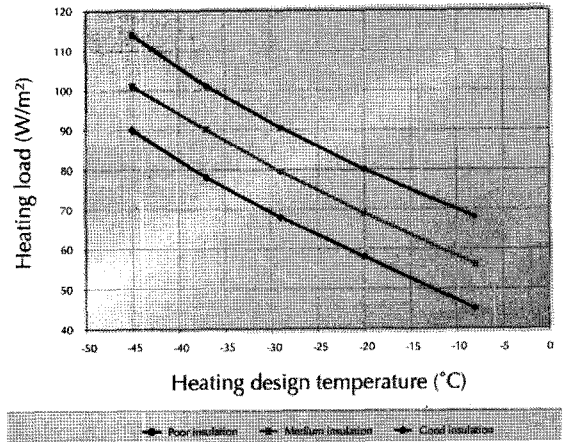
Single building - space heating	
Heated floor area for building	m ² 10,000
Fuel type	Natural gas - m ³
Seasonal efficiency	% 80%
Heating load calculation	
Heating load for building	W/m ² 47.0
Domestic hot water heating base demand	% 10%
Total heating	MWh 1.019
Total peak heating load	kW 470.0
Fuel consumption - annual	m ³ 122,270
Fuel rate	\$/m ³ 0.696
Fuel cost	\$ 85,100
Proposed case energy efficiency measures	
End-use energy efficiency measures	% 0%
Net peak heating load	kW 470.0
Net heating	MWh 1.019

Cooling project

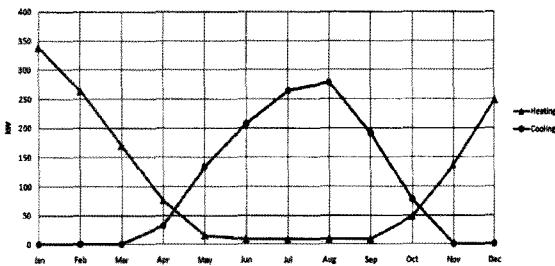
Base case cooling system

Single building - space cooling	
Cooled floor area for building	m ² 10,000
Fuel type	Electricity
Coefficient of performance - seasonal	3.00
Cooling load calculation	
Cooling load for building	W/m ² 37.5
Non-weather dependent cooling	% 0%
Total cooling	MWh 909
Total peak cooling load	kW 375.0
Fuel consumption - annual	MWh 303
Fuel rate	\$/kWh 0.065
Fuel cost	\$ 19,695
Proposed case energy efficiency measures	
End-use energy efficiency measures	% 0%
Net peak cooling load	kW 375.0
Net cooling	MWh 909

[그림 3] 기존 냉난방 설비 입력사항



[그림 4] 단열상태와 설계외기온도에 따른 난방부하



[그림 5] 월별 냉난방 부하

RETScreen Energy Model - Combined heating & cooling project

Base case cooling system

Technology	Heat pump
Fuel type	Electricity
Fuel rate	\$/kWh 0.065
Capacity	116.0%
Coefficient of performance - seasonal	3.2
Manufacturer	
Model	
Cooling difference	100.0%
Peak load cooling system	100.0%
Technology	Heat exchanger

Base load heating system

Technology	Heat pump
Fuel selection method	Single fuel
Fuel type	Electricity
Fuel rate	\$/kWh 0.065

Heat pump

Capacity	116.0%
Heating difference	100.0%
Manufacturer	
Model	
Disposal efficiency	30%
Fuel input	3.1

[그림 6] 신재생 대체 설비 입력창

Horizontal heat exchanger			
Heat pump	Unit	Heating	Cooling
Capacity	kW	498.4	433.8
Average load	kW	111.1	98.6
Manufacturer	ClimateMaster		
Model	VSRV_080		
Efficiency	User-defined		
Coefficient of performance - design			
		4.2	4.1
Site conditions	Unit	Project location	Climate data location
Soil type		Light soil - damp	
Earth temperature	°C	16.1	12.5
Earth temperature amplitude	°C	11.7	19.9
Measured at	m	0.0	0.0
Ground heat exchanger	Type		
	Vertical closed-loop		
Design criteria			
Land area	m ²	2,000	1,418
Layout	Compact		
Borehole length	m	13,500	
Specific project costs	Quantity	Unit cost \$	Amount \$
Circulating pump	kW	7.5	\$ 300 \$ 2,254
Circulating fluid	m ³	2.98	\$ 3,000 \$ 7,157
Drilling & grouting	m	13,500	\$ 15 \$ 202,502
Loop pipe	m	27,000	\$ 2 \$ 54,000
Fittings & valves	kW	442.0	\$ 18 \$ 7,956
Total			\$ 273,869

[그림 7] 지열 열교환기 설계 및 시공비용 계산

감안하여 지중 평균온도와 변동폭이 자동 계산된다. 그리고 지중 열교환기를 수직 폐회로 (vertical closed-loop) 방식을 선택하고 가용 부지면적을 입력하면(본고에서는 2,000m²) 우측에 용량처리에 필요한 열교환기 설치 면적(본고에서는 compact 방식 열교환기에 대해 1,418 m²)이 계산되어 나온다. 그리고 설치해야 할 보어홀의 총길이는 13,500m이다.

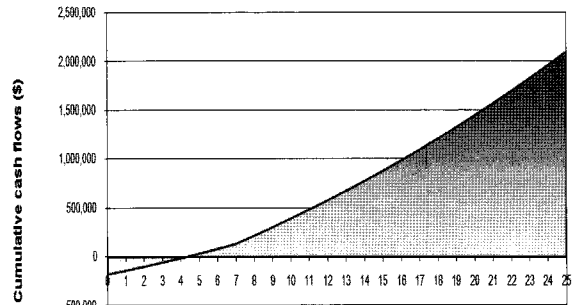
3. 공사비 산정 및 경제성 분석

이렇게 계산된 부지 공사규모에 대하여 공사비 계산 금액이 그림 7과 같이 계산된다. 결과에 의하면 총금액은 273,869 달러이고 시추와 그라우팅이 대부분을 차지함을 알 수 있다.

그림 8은 계획된 프로젝트에 대한 경제성 분석을 나타낸다. 총 공사비 354,869달러(약 4억 8백만원) 중 50%는 정부지원 용자를 받는 것으로 가정하였다. 물가상승율 3%, 열펌프 시스템 수명 25년, 부채상환 7년을 설정하였다. 초기비용은 그림 8에서 보는 바와 같다. 별도의 무상 정부지원금은 없는 것으로 하였으며, 연간 보수유지비용(O&M costs)은 보수적으로 설정하여 기존설비보다 연간 1,000달러정도 더 소요되는 것으로 하였다. 그림 8에 의하면 신재생 설비사용에 따른

Financial Analysis			
Financial parameters			
Inflation rate	%		3.0%
Project life	yr		25
Debt ratio	%		50%
Debt interest rate	%		5.00%
Debt term	yr		7
Initial costs	\$		0
Heating system	\$		91,000
Cooling system	\$		273,869
Other	\$		
Total initial costs	\$		354,869
Incentives and grants	\$		0
Annual costs and debt payments	\$		1,000
Debt (\$-savings) costs	\$		37,416
Fuel cost - proposed case	\$		
Debt payments - 7 yrs	\$		30,584
Total annual costs	\$		69,000
Annual savings and income	\$		104,795
Fuel cost - base case	\$		
Total annual savings and income	\$		104,795

[그림 8] 경제성 분석



[그림 9] 누적 현금흐름 그래프

연간 에너지 비용은 37,416달러인 반면 동일 기존설비(base case)의 경우 104,795 달러이다.

이러한 계산근거를 토대로 25년간의 누적 현금흐름을 분석한 결과가 그림 9이다. 결과에 의하면 payback 기간은 4년이다. 이 기간은 위에서 가정한 조건들에 의해 계산된 것이므로 연료비, 공사비, 설비비 등 다양한 조건이 변경됨에 따른 누적 현금흐름표는 달라질 것이다. 소개한 RETScreen 프로그램의 장점은 이와 같이 신재생설비의 사용에 따른 경제성 분석이 상당한 신뢰도로 도출될 수 있다는 것이다.

4. 결론

RETScreen® 프로그램을 사용하여 지열 냉난방

시스템의 열펌프 선정, 지중 열교환기 크기 설계를 수행하였고, 월별 부하에 근거하여 프로젝트 경제성 분석이 가능하였다. 본고에서는 지열 열펌프 시스템 설치에 따른 타당성을 검토하였으나 RETScreen® 프로그램에는 태양열 시스템, 풍력 시스템, biomass 에너지 이용설비와 일반 가정, 상업용 및 산업용 건물에 대한 다양한 프로젝트

사례가 있으므로 해당 프로젝트를 template로 하여 설계목적에 맞게 수정하면 적은 시간을 들여 손쉽게 신재생 설비 프로젝트 타당성을 평가할 수 있으므로 앞으로 많은 활용이 기대된다. 캐나다 정부도 신재생 에너지 활용 프로젝트 활성화를 위한 이러한 목적으로 무료 프로그램을 배부하고 있다고 판단된다. ●