

인터넷 정보

신재생에너지기술 경제성 평가 도구 RETscreen web 소개

이 의 준

(에너지기술연구원 책임연구원)

1. 서 론

RETScreen은 캐나다에서 개발된 프로그램으로 간단하게 정의한다면, 국제 기후 협약 대처용 지속가능한 에너지기술 (RET : Renewable Energy Technology)프로젝트나, 신재생에너지를 에너지원으로 하는 특정 요소기술 설비의 시행 타당성 분석을 위한 시장조사, 정책분석을 통한 사업 예비 가

능성 평가를 주 목적으로 사업 타당성이 확보된 요소설비 시스템의 정보공유에서부터 관측, 및 서비스와 관련된 프로젝트 연구개발 목적으로 배포되어 사용되는 시스템 타당성 평가 도구이다.

RETScreen은 캐나다의 정부기관과 해당 관련 산업체의 전문가들로 구성된 CEDRL(CANMET Energy Diversification Research Laboratory)에 의해 개발되었으며, 다양한 신재생



그림 1 RETscreen 홈페이지

에너지 이용 요소기술 설비개발 및 보급 프로젝트를 통하여 검증된 프로그램으로써, 신재생에너지관련 프로젝트의 표준 통합 분석용 도구라 할 수 있다. 현재까지 개발되어 활용되고 있는 프로젝트 종류는 10개로 태양광, 소수력, 풍력 발전에 관한 것과, Heat Pump 및 난방 관련 분석 프로그램들이 있다. 그리고 이렇게 개발된 프로그램 이외의 기타 요소기술에 대한 성능평가 도구의 개발연구가 진행 중이다.

현재 222개 국가 및 지역에서 30여만명 이상의 사용자와 35개국의 언어를 제공하고 있으며, 전세계 270개 이상의 종합대학 및 단과대학의 교과 과정에 포함되어지고 있다.

2. 본론

이렇게 구성된 RETScreen 프로그램은 Excel 프로그램을 기초로 제작되어 있으며 시스템 성능평가과정은 크게 다섯

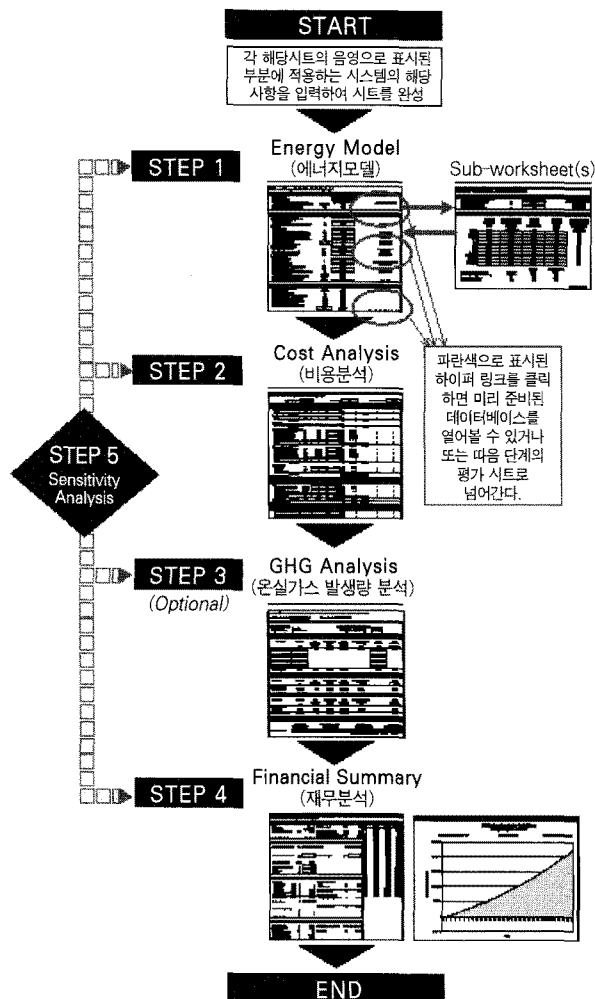


그림 2 RETScreen 프로그램 활용 Flow-Chart

단계로 구분하여 진행되도록 이루어져 있는데 각 단계마다 독립적인 Worksheet로 구성되어 있다. 또한 각각의 단계마다 성능평가에 필요한 변수들의 입력으로 해당 단계에서 평가할 수 있는 내용에 대한 결과를 얻을 수 있으나, 각 Worksheet가 독립적으로 평가되기 보다는 매크로로 연결되어 다음단계, 또는 그 다음 단계의 결과를 도출하는데 변인으로 작용하도록 구성되어 있다.

그림 2은 RETScreen을 통한 시스템 성능평가 과정을 보여주는 Flow-Chart 이다. 그림에서 보는 바와 같이 시스템 성능 평가를 위해서는 사용자가 각 단계별로 지원되는 Worksheet의 음영으로 처리된 부분에 평가하고자 하는 시스템의 상세 내용을 적는 것만으로 결과를 도출 할 수 있도록 구성하였다. 또한 각 단계마다 Worksheet 내에는 파란색 글씨로 하이퍼링크(Hyper-Link)된 부분을 찾아볼 수 있는데, 이는 각 단계마다 부가적으로 요구되는 Sub-Worksheet 라든지 시스템의 상세한 내용, 또는 정확하게 판단할 수 없는 내용에 대해서 필요한 참고자료를 찾아볼 수 있도록 프로그램 자체 내에 Data-Base를 포함하고 있다. 여기서는 태양광 발전을 중심으로 프로그램의 구성 및 각 Worksheet에 제시된 내용을 중심으로 상세한 소개와 각 단계별 성능평가 과정을 설명하고자 한다.

2.1 1단계 : ENERGY MODEL Worksheet

그림 3은 PV 시스템을 적용하고자 하는 건물 입력값과 PV 시스템 입력값에 대하여 연간에너지 절감량 즉, 에너지 절감에 관계된 신재생에너지 획득량(Renewable Energy

RETScreen Energy Model - Power project

Renewable energy powered system

Technology: Photovoltaic

Analysis type: Method 1 Method 2

Resource measurement: Solar tracking mode: Fixed, Step: 36.0, Azimuth: 0.0

Show data

| Month | Daily solar radiation - horizontal (kWh/m ² /d) | Daily solar radiation - tilted (kWh/m ² /d) | Electricity export rate (kWh) | Electricity exported to grid (kWh) |
|-----------|--|--|-------------------------------|------------------------------------|
| January | 1.64 | 2.28 | 852.0 | 5221 |
| February | 2.22 | 3.13 | 852.0 | 6242 |
| March | 3.26 | 4.63 | 852.0 | 8851 |
| April | 4.56 | 6.62 | 852.0 | 11984 |
| May | 5.47 | 8.43 | 852.0 | 16135 |
| June | 6.20 | 9.71 | 852.0 | 19142 |
| July | 6.14 | 9.94 | 852.0 | 19785 |
| August | 5.14 | 7.22 | 852.0 | 16029 |
| September | 3.75 | 4.29 | 852.0 | 8485 |
| October | 2.47 | 3.23 | 852.0 | 6823 |
| November | 1.21 | 1.81 | 852.0 | 3465 |
| December | 1.00 | 1.48 | 852.0 | 3220 |
| Annual | 3.57 | 5.08 | 852.0 | 97405 |

Annual solar radiation - horizontal: 132 kWh/m², Annual solar radiation - tilted: 145 kWh/m²

Photovoltaic Type: mono-Si, Power capacity: 500 Wp, Manufacturer: Model: mono-Si (JK-120) (507 units), Efficiency: 17.2%, Nominal operating cell temperature: 45 °C, Temperature coefficient: 0.49% /°C, Solar collector area: 850 m², Miscellaneous losses: 5.2%

Overall Efficiency: 50.9%, Capacity: 72.0 kW, Maximum power: 0.2%

그림 3 에너지 모델 워크시트(1단계)

Delivered)을 계산하는데 이용된다.

시스템의 에너지 성능에 대한 정량적인 결과를 얻어내기 위해서는 Start Worksheet에서 그 지역의 위도, 집열판의 기울기와 방위, 그리고 연간 월평균 일사량과 월평균 온도, 그리고 월평균 풍속을 입력해야 하는데, 이런 기상요소에 대한 신뢰성이 확보된 데이터를 입력하기 위해서는 선처리 과정을 필요로 하는데 이런 표준화 데이터는 NASA (<http://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/retscreen.cgi>)에서 제공하는 월일평균데이터를 사용한다.

2.2 2단계 : COST ANALYSIS Worksheet

두 번째 단계로 Cost Analysis Worksheet에서는 적용된 시스템의 초기 설치비용 및 유지, 관리비용 등 시스템의 경제성 부분을 산출하는 것이다. 여기서 얻어진 결과 값과 Energy Model Worksheet에서 얻은 에너지 절감액과 비교하여 최종 단계인 Financial Analysis Worksheet의 투자 회수년에 대한 평가를 도출하게 된다(그림 4).

여기서는 초기투자 비용과 연간 운영비용을 모두 포함하여 산출하도록 구성되어 있는데, 신재생 에너지 관련 대부분의 요소기술들이 그렇듯이 설비 시스템의 개발 및 초기 투자비용이 타 설비 시스템에 비교하여 많이 소요되므로 개발된 시스템의 정확한 경제성 분석을 위해서는 초기 투자 비용에 대한 상세한 분석을 필요로 한다. 따라서 해당 Worksheet의 초기투자 비용부분을 판단하는 Initial Cost 부분도 상세한 입력 조건을 요구하고 있으며 다양한 유형으로 입력조건을 제시하고 있다.

RETScreen Cost Analysis - Power project

| Unit | Quantity | Unit cost | Amount | Relative costs |
|-----------|----------|------------|------------|----------------|
| cost | 1 | \$ 10,000 | \$ 10,000 | |
| Sub-total | | | \$ 10,000 | 1.2% |
| cost | 1 | \$ 15,000 | \$ 15,000 | |
| Sub-total | | | \$ 15,000 | 1.6% |
| cost | 1 | \$ 55,000 | \$ 55,000 | |
| Sub-total | | | \$ 55,000 | 6.6% |
| kw | 80.04 | \$ 5,750 | \$ 460,236 | |
| Sub-total | | | \$ 460,236 | |
| km | | \$ | \$ | |
| project | | \$ | \$ | |
| project | | \$ | \$ | |
| cost | 1 | \$ 257,133 | \$ 257,133 | |
| Sub-total | | | \$ 257,133 | |
| | | | \$ 717,263 | 85.6% |
| % | | \$ | \$ | |
| project | | \$ | \$ | |
| and | 6 | \$ 63 | \$ 396 | |
| cost | | \$ | \$ | |
| % | 5.0% | \$ 797,753 | \$ 39,886 | |
| 6 months | | \$ 837,641 | \$ | |
| Sub-total | | | \$ 40,278 | 4.2% |
| Sub-total | | | \$ 837,641 | 100.0% |

그림 4 비용 분석 워크시트(2단계)

2.3 3단계 : GREEN-HOUSE GAS(GHS) EMISSION REDURTION ANALYSIS Worksheet

다음은 세 번째 단계로 Green-House Gas(GHG) Emission Reduction Analysis Worksheet로 여기에서는 해당시스템의 설치 및 유지, 운영상 발생하는 온실가스의 발생량과, 신재생에너지 이용 설비가 아닌 시스템의 운영상 발생하는 온실가스 발생량을 비교하여 해당 설비의 적용 및 운영으로 절감되는 온실가스의 절감량을 평가하는 Worksheet이다(그림 5).

Worksheet는 크게 네부분으로 구성되어 있는데, Base Case System(일반적인 형태의 시스템)과 Proposed Case System(제안하는 설비 시스템)으로 구분하여 비교 할 수 있도록 구성되어 있으며, 또한 Base Case System은 다시 전기 난방 방식과 기름 난방 방식으로 구분하여 보여 주고 있다. 이런 사례를 대상으로 동일한 난방 능력을 가진 시스템으로 가정하고 각각의 시스템에서 운영을 위해 연간 사용되는 전기 및 기름을 사용량을 기준으로 각각의 시스템에서 발생하는 따른 온실가스 발생량을 계산할 수 있도록 구성되어 있다.

온실가스 발생에 관한 주요 항목으로 CO₂, CH₄, N₂O 등으로 나누어 발생량을 평가하며 종합적으로는 각각의 항목을 CO₂ 항목으로 변환하여 총에너지 사용량에 대한 CO₂가스의 배출량으로 평가하도록 구성되어 있다.

2.4 4단계 : FINANCIAL SUMMARY Worksheet

네 번째 단계로는 Financial Summary Worksheet로

RETScreen Emission Reduction Analysis - Power project

| Fuel type | Fuel mix % | CO2 emission factor kg/GJ | CH4 emission factor kg/GJ | N2O emission factor kg/GJ | Electricity generation efficiency % | T&D losses % | GHG emission factor kgCO2e/MWh |
|-----------------|------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|--------------|--------------------------------|
| Natural gas | 100.0% | 49.4 | 0.0036 | 0.0009 | 38.9% | 8.0% | 0.491 |
| Electricity mWh | 100.0% | 135.5 | 0.0160 | 0.0025 | | 8.0% | 0.491 |

| Fuel type | Fuel mix % | CO2 emission factor kg/GJ | CH4 emission factor kg/GJ | N2O emission factor kg/GJ | Fuel consumption MWh | GHG emission factor kgCO2e/MWh | GHG emission kgCO2e |
|-------------|------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------|--------------------------------|---------------------|
| Natural gas | 100.0% | 135.5 | 0.0160 | 0.0025 | 97 | 0.491 | 47.9 |
| Electricity | 100.0% | 135.5 | 0.0160 | 0.0025 | 97 | 0.491 | 47.9 |
| Total | 100.0% | 135.5 | 0.0160 | 0.0025 | 97 | 0.491 | 47.9 |

| Fuel type | Fuel mix % | CO2 emission factor kg/GJ | CH4 emission factor kg/GJ | N2O emission factor kg/GJ | Fuel consumption MWh | GHG emission factor kgCO2e/MWh | GHG emission kgCO2e |
|-------------|------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------|--------------------------------|---------------------|
| Solar | 100.0% | 0.0 | 0.0000 | 0.0000 | 97 | 0.000 | 0.0 |
| Electricity | 100.0% | 0.0 | 0.0000 | 0.0000 | 97 | 0.000 | 0.0 |
| Total | 100.0% | 0.0 | 0.0000 | 0.0000 | 97 | 0.000 | 0.0 |

그림 5 지구온난화가스 배출 및 감축량 분석 워크시트(3단계)

| Financial Parameters - Power project | | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|-----------|---------|
| Financial parameters | Power costs and tax credit summary | Cash flow | |
| General | Initial costs | Year | Pre-tax |
| Fuel cost escalation rate | 1.2% | | |
| Inflation rate | 1.2% | | |
| Discount rate | 6.5% | | |
| Project life | 25 | | |
| Finance | Balance of system S rate | | |
| Interest and grants | 100.0% | | |
| Debt ratio | | | |
| Debt | | | |
| Debt interest rate | | | |
| Debt term | | | |
| Debt payments | | | |
| Income tax analysis | | | |
| Annual income | | | |
| Electricity export price | | | |
| Electricity export rate | | | |
| Electricity export income | | | |
| Electricity export escalation rate | | | |
| GHG reduction income | | | |
| Net GHG reduction | | | |
| Net GHG reduction - 25 yrs | | | |
| GHG reduction credit rate | | | |
| GHG reduction income | | | |
| GHG reduction credit duration | | | |
| Net GHG reduction - 25 yrs | | | |
| GHG reduction credit escalation rate | | | |
| Customer premium income (value) | | | |

그림 6 재무 개요 워크시트(4단계)

Energy Model Worksheet에서의 Renewable Energy Delivered 와 Cost Analysis Worksheet에서의 투자비용을 근거로 하여 투자 회수년을 산출하게 된다(그림 6).

즉, Energy Model Worksheet에서 얻어진 신재생에너지 산출량과 Cost Analysis Worksheet에서 얻어진 초기투자 비용 및 연간 운영비용 등은 자동적으로 Financial Summary Worksheet에 입력되므로 추가적인 입력 사항 없이 단순 Payback을 계산할 수 있다. 그러나 시스템 설치 및 운영에 따른 상세한 경제성 분석이나, 해당 국가의 경제현실에 따른 상세한 분석을 수행하고자 할 경우에는 재무변수(Financial Parameters) 부분에 각 국가나 상황에 따른 이자율, 통화 상승률, 세금감면 혜택, 할인을, 온실가스 저감에 대한 혜택 등 추가적인 적용 가능한 여러 변수에 대한 입력을 통하여 상세한 경제성 분석이 가능하도록 구성 되어있다.

3. 결론

캐나다에서 개발되어 신재생에너지 자원의 활용 및 이에 따른 에너지 저감효과 분석 및 환경부하 감소, 그리고 신재생에너지 설비의 설치에 따른 경제성 분석까지 손쉽게 평가할 수 있도록 RETScreen 프로그램은 현재 222개국에서 30여만명이 넘는 사용자를 확보하고 있는 국제적 신재생에너지 경제성 평가 프로그램이라 할 수 있다. 이 프로그램에 포함된 Energy Model 워크시트에서는 건물과 시스템의 자료를 근거로 하여 설치된 신재생에너지 시스템에서 획득 가능한 에너지를 renewable energy delivered의 값으로 얻어질 수 있으며, 시스템이 가지는 경제성 분석에 관한 자료는 Financial Summary 워크시트에서 투자회수년도(simple payback) 형태로 제시해 주고 있다. 신재생에너지 관련 연구자 또는 사업자가 고객에게 사업을 제안할 때 신재생에너지 활용 설비에 대한 정량적인 성능평가를 통해 시스템 자체의 신재생에너지 활용 능력을 정확하게 분석하고, 이에 따른 체계적인 인센티브를 계산하여 소비자에게 돌려줌으로써 신뢰성 확보에 도움을 주어, 해당 시스템의 사업을 추진함에 있어 유용하게 활용될 수 있는 프로그램으로 판단된다. 국내에서는 한국에너지기술연구원이 캐나다 에너지기술연구원과 공동 개발 보급 연구를 수행 중이고 또한 예정이다. 이러한 RETScreen 방안과 결과를 활용하여 교토 기후 협약 대비 화석 연료를 대체하는 신재생에너지 발전 시스템 (풍력, 태양광 및 소수력)에 대한 지역 기후 및 시스템 별 사업 초기 예비 타당성 분석이 가능하다.

〈 필 자 소 개 〉



이의준(李義駿)

1958년 10월 29일생. 1981년 연세대 기계공학과 졸업. 1983년 Oklahoma 주립대(OSU) 기계공학과 졸업(석사/공학). 에너지기술연구원, 신재생에너지연구본부 책임연구원.