

Meteonorm, PVsyst 와 SketchUp을 활용한 태양광발전소 발전 시간 예측 및 발전량 분석

정수영*, 정미란, 윤용태**

한미이앤씨 주식회사* 서울대학교 전력연구소**

Net Energy Analysis and Generation Time Prediction of Photovoltaic Station Using Meteonorm, PVsyst and SketchUp

Sooyoung Jung*, Miran Jung*, Yongtae Yoon**

Hanmienc Inc.*, Electric Power Research Institute, Seoul National University**

Abstract - 본 논문에서는 태양광발전소 발전 시간 예측 및 발전량 분석을 통한 발전 효율 향상을 위해, SketchUp을 통한 건축물 및 태양광 모듈 배치도 3D 설계를 기반으로 Meteonorm 프로그램을 통해 일사량과 주변 온도 데이터를 산출하여 PVsyst 프로그램 시뮬레이션에 일사량 일간 변동 값을 적용하고, 이를 통해 음영으로 인한 손실과 이에 따른 발전 시간 예측 및 발전량을 분석한다[1]. 상기 내용을 바탕으로 PVsyst 시뮬레이션 실행에 따른 성능비를 고려하여 A 태양광발전소 발전량을 분석한 결과, 음영이 지게 되어 발전 효율이 떨어질 수도 있다는 문제를 파악하고, 이에 따른 설계 및 시뮬레이션을 통해 효율적인 태양광발전소 운용 전략을 제시한다.

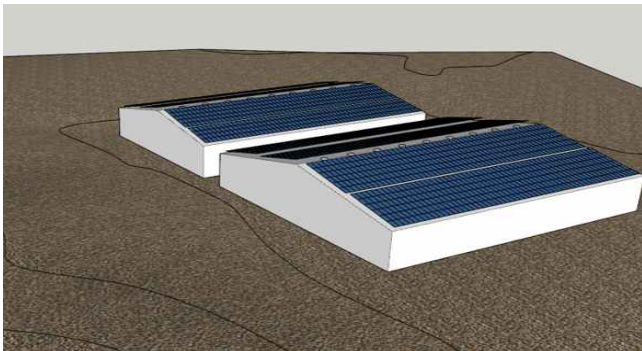
1. 서 론

태양광발전소 발전 효율을 높이기 위해 태양광 입사각, 태양광 패널의 온도, 발전시설, 특히 모듈의 음영 등 많은 조건이 요구되고 있다. 본 논문에서는 태양광 발전 효율 향상을 위해 SketchUp을 통해 건축물과 태양광 모듈을 3D 설계 및 배치하고, Meteonorm을 활용하여 태양광발전소 대상지에 대한 온도 계수를 출력해 최저온도, 봄·가을 평균온도, 최고온도를 구하고, 이를 바탕으로 PVsyst 프로그램 시뮬레이션에 일사량 일간 변동 값을 적용하여 3D 설계한 태양광발전소의 음영으로 인한 손실과 이에 따른 발전량을 분석한다. 상기 내용을 바탕으로 PVsyst 시뮬레이션 실행에 따른 성능비를 고려하여 태양광발전소 발전량을 분석한 결과, 음영이 지게 되어 발전 효율이 떨어지는 문제를 파악하고, 이를 해결하기 위한 설계 및 시뮬레이션을 통해 더욱 효율적인 태양광발전소 운용 전략을 제시한다.

2. 본 론

2.1 태양광발전소 효율성을 고려한 SketchUp 3D 설계

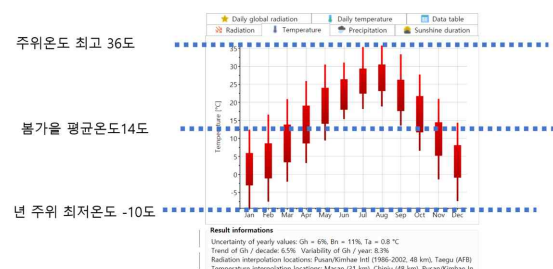
태양광발전소 발전 효율을 높이기 위해 태양광 입사각, 태양광 패널의 온도, 발전시설, 특히, 모듈의 음영 등 많은 조건이 요구된다. 아래 <그림 1>은 SketchUp을 통해 상기 조건 중 태양광 입사각과 모듈의 음영 문제를 파악하고, 이를 해결하기 위해 지형도와 건축물의 태양광 모듈 설치 각도와 위치를 조정하여, A 발전소의 발전 효율을 높일 수 있도록 설계한 것이다.



<그림 1> SketchUp을 통한 A 태양광발전소 3D 설계

2.2 Meteonorm 온도 계수 출력

아래 <그림 2>는 A 태양광발전소의 온도 계수를 보여준다. PVsyst 프로젝트에 A 발전소 온도 데이터베이스 입력을 위해 Meteonorm 프로그램에 대상지의 좌표를 입력하여 온도 계수를 출력하고, 이를 통해 최저온도, 봄·가을 평균온도, 최고온도를 파악한 뒤, PVsyst 시뮬레이션에 적용하기 위한 모듈의 NOCT값과 셀의 Voc 온도 계수에 의한 모듈의 온도를 아래 <표 1>과 같이 작성한다.



<그림 2> Meteonorm을 통해 출력한 온도 계수

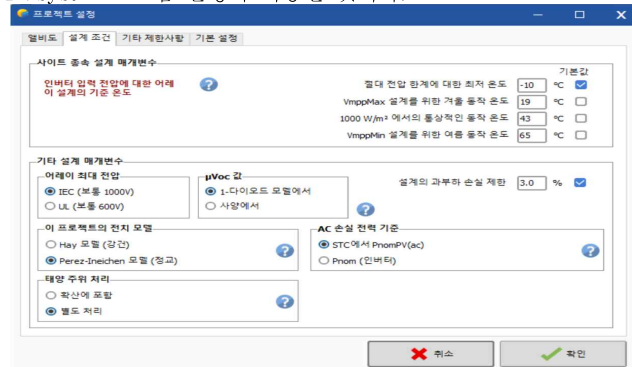
<표 1> 시뮬레이션에 적용하기 위한 온도 계산

	온도	계산식	온도 계산서
최저온도	-10	$-10 + \frac{43 - 20}{800} \times 1000$	19
봄·가을 평균온도	14	$14 + \frac{43 - 20}{800} \times 1000$	43
최고온도	36	$36 + \frac{43 - 20}{800} \times 1000$	65

2.3 PVsyst를 활용한 태양광발전소 운용전략

2.3.1 온도 계수 적용

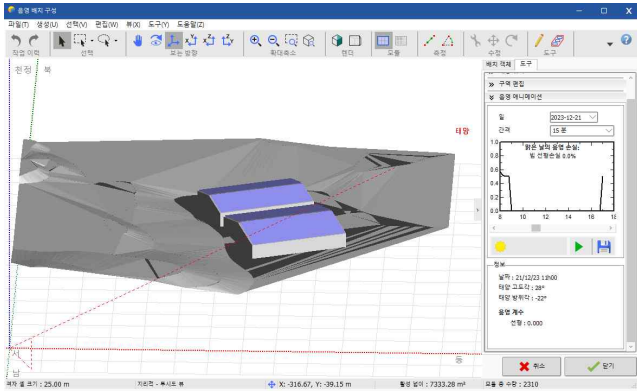
아래 <그림 3>은 Meteonorm을 통해 출력한 온도 계수를 PVsyst 프로그램 설정에 적용한 것이다.



<그림 3> PVsyst에 A 발전소 주변 온도 계수 적용

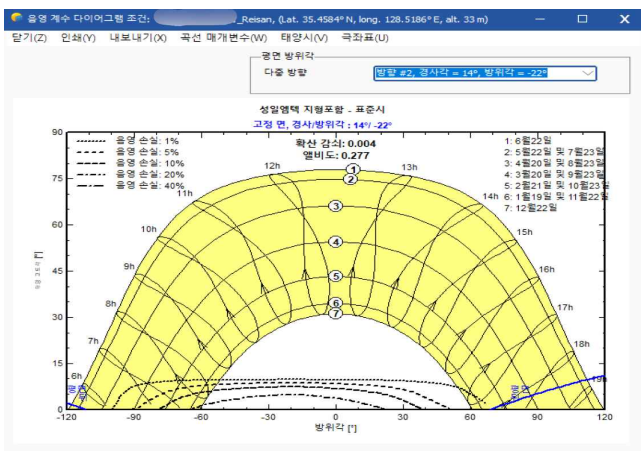
2.3.2 PVsyst를 통한 발전 시간 예측

태양광발전소의 발전 효율은 09시 ~ 15시까지의 음영 손실 여부도 크게 작용한다. 따라서, 앞서 적용한 온도 계수와 A 발전소 위치 좌표를 바탕으로 아래 <그림 4>와 같이 PVsyst 프로그램의 음영 애니메이션에 적용하여 날짜 및 시간대별 음영으로 인한 손실을 예측해줌으로써, 이에 따른 발전시간을 예측할 수 있게 된다. 해당 결과를 바탕으로 태양광 모듈 각도 및 위치를 조정해주면 가장 효율적인 발전이 되도록 설계할 수 있다.



<그림 4> PVsyst 음영 손실 및 발전시간 애니메이션

아래 <그림 5>는 PVsyst 프로그램의 음영 애니메이션 작업을 통해 출력한 음영 계수 다이어그램으로, 하지부터 동지까지 날짜 및 시간대별 음영 손실 여부와 발전 시간을 파악할 수 있다. 아래 <그림 5>에서 ⑦의 날짜를 확인해보면 12월 22일로, 동지라고 볼 수 있다. 동지 기준으로 09시 ~ 15시까지의 음영 손실이 없는 것이 확인되어 해당 A 발전소의 발전 효율은 우수하다고 볼 수 있다.



<그림 5> PVsyst 음영 계수 다이어그램

2.3.3 PVsyst를 통한 발전량 분석 결과

아래 <그림 6>에서 볼 수 있듯이 PVsyst 프로그램에서 앞선 자료들을 바탕으로 시뮬레이션을 실행하고, 시뮬레이션 결과값으로 발전량, 성능비, 손실 등 태양광발전소 설계 시 필요한 정보를 출력해준다. 이를 바탕으로 태양광 모듈의 각도와 위치를 조정하여 효율적인 태양광 입사각을 찾고, 모듈의 음영으로 인한 손실을 줄이면서 가장 이상적인 태양광발전소의 모습을 찾을 수 있게 된다. 또, 아래 <그림 6> PVsyst 하단 시뮬레이션에서 A 태양광발전소 프로젝트에 대한 음영 다이어그램 및 손실 다이어그램과 발전량을 정리한 보고서를 받아볼 수 있다.



<그림 6> PVsyst 발전량 분석 결과

3. 결 론

본 논문에서는 태양광발전소의 발전 효율을 높이기 위한 조건을 충족시키기 위해, SketchUp, Meteororm 8.2와 PVsyst 7.4를 활용하여 발전 시간 예측 및 발전량 분석을 수행하였고, 이를 통해 이상적인 태양광발전소가 될 수 있도록 설계하였다. 하지만 프로그램 시뮬레이션을 바탕으로 제작되었기에 신뢰성이 떨어진다는 단점이 있다는 것도 사실이다. 프로그램 시뮬레이션이 좀 더 정밀한 작업을 할 수 있도록 연구하고, 이를 통해 태양광발전소의 발전 시간 예측 및 발전량 분석이 더욱 정밀하게 측정될 수 있도록 하는 연구가 필요하다고 생각한다.

[참 고 문 헌]

[1] 유철수, “태양광 발전 설계를 위한 SketchUp과 PVsyst”, 기사, 260-347, 2021