

독립운전 지역에서 HOMER 프로그램을 이용한 발전원의 적정 규모 선정

박종훈, 한상훈, 최재호
충북대학교

Energy Power Source Design for Off-Grid Using HOMER Program

Jonghoon Park, Sanghoon Han, Jaeho Choi

School of Electrical Engineering, Chungbuk National University, Chungbuk, Korea

ABSTRACT

최근 계통연계가 어려운 도서산간지역의 전력문제 해결방안으로 마이크로그리드가 해법으로 제시되고 있다. 신재생에너지 및 디젤발전으로 구성되는 마이크로그리드는 신재생자원의 간헐적인 출력 때문에 적정규모를 선정하는데 어려움이 있다.

본 논문에서는 신재생 에너지의 간헐적인 출력을 고려하여 HOMER 프로그램을 이용하여 적정 규모를 선정하고 감도 분석을 통하여 최적점을 설계하고 실제로 운영되는 마이크로 그리드와 비교하여 한계점을 파악하고 이를 토대로 개선하는 방향으로 연구를 진행한다.

1. 서론

전 세계 인구 중 19%에 달하는 13억명은 전기 없이 생활하고 있고 39%에 달하는 27억명은 거의 전기의 사용을 못하고 살고 있다. 이렇게 전기혜택을 받지 못하는 지역에 전력을 공급하기 위한 방법으로 마이크로그리드가 있으며 대표 적인 예로 인도네시아와 에티오피아 등이 있다.[1],[2] 현재 우리나라는 선진화 되면서 곧 다른 선진국들과 마찬가지로 일인당 에너지 수요가 줄어들어 전력망의 건설이 둔화될 것이며 이에 따라 떠오르는 대안이 마이크로그리드 사업을 해외에 수출하는 것이다. 또한 기후변화협약에 따라서 지속가능한 에너지 이용이 장려되고 환경파괴에 영향이 거의 없는 신재생 에너지원에 대한 정부의 기대가 커져서 각종 지원이 확장되고 있는 실정이다.

국내에는 한전에서 주관한 가파도 마이크로그리드사업, 가사도에 준공한 에너지 자립섬, 마지막으로 본 논문에서 다루어질 우진산전의 백아도 마이크로 그리드 실증사업이 있다.

신재생에너지원의 간헐적인 요소는 공급에서의 정확한 용량을 산정하는데 어려움이 있다. 따라서 off-Grid 지역의 부하 수요에 대하여 적절한 규모의 발전설비를 설치하여야 가장 경제적이고 합리적인지를 결정할 방법이 필수적이다.

그에 따라 본 논문은 HOMER 프로그램을 이용하여 적정 규모를 선정하고 감도 분석을 통하여 최적점을 설계하고 실제로 운영되는 마이크로 그리드와 비교하여 한계점을 파악하고 이를 토대로 개선하는 방향으로 연구를 진행한다.

2. HOMER 프로그램을 이용한 적정 규모 선정

2.1 풍속 및 일사량 데이터

풍속데이터는 ㈜우진산전의 신재생발전소의 데이터를 바탕으로 20[m]의 높이에서 백아도의 풍속을 웨이블 분포에 따라 그림에 나타낸다. 백아도지역의 웨이블 분포의 척도계수와 형상계수는 각각 $c=1.93$, $k=2.93m/s$ 이다

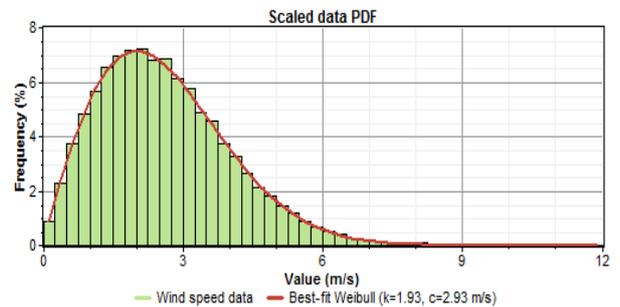


그림1. 백아도의 풍속 분포
Fig. 1 wind speed data of Baegado.

일사량은 NSASA Surface Meteorology and Solar Energy 홈페이지와 ㈜우진산전의 데이터를 바탕으로 1년동안 동경 125°58. 북위 37°5의 백아도 데이터를 사용하였다.

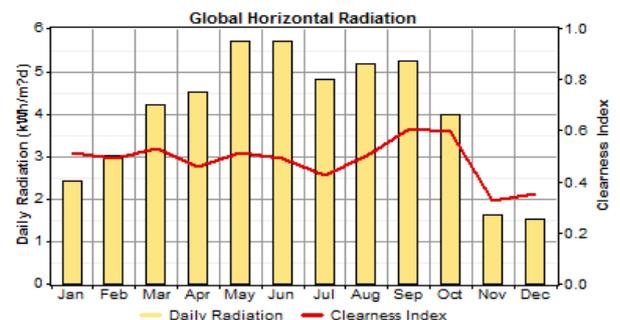


그림2. 백아도의 일사량 분포와 청명지수
Fig 2. solar radiation and clearness index of Baegado

2.2 부하 프로파일

평균 30~40kW/h의 부하 모델은 실제 백아도에 공급하는 발전소에 걸리는 부하를 바탕으로 낮 시간에는 공급이 조금 더 많고 저녁이나 새벽시간에는 공급이 조금 낮아지는 형태로 부하 프로파일을 작성하였다.

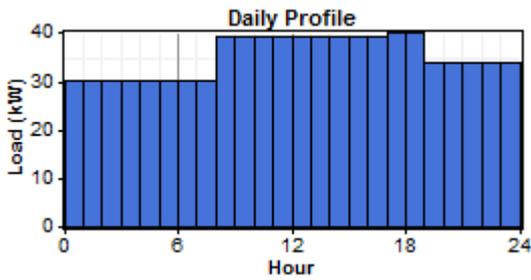


그림3. 백아도의 부하 프로파일
Fig 3. Load profile of Baegado

2.3 발전 시스템 비용

HOMER 프로그램에서 경제성을 평가하기 위하여 프로젝트 기간동안 초기투자비용과 교체비용 그리고 운영 유지비를 계산하여 경제성을 평가한다. 시뮬레이션을 위하여 각 발전기별 용량에 따른 비용을 표1로 나타내었다.

표 1. 발전기별 용량에 따른 비용
Table1. Cost of selected generator

| 발전기 | 용량 kW | 초기 투자비 \$ | 교체비용 \$ | 운영 유지비 \$/yr |
|-----|-------|-----------|---------|--------------|
| 디젤 | 5.5 | 230 | 230 | 0.5 |
| 태양광 | 5 | 12500 | 12500 | |
| 풍력 | 10 | 6760 | 4595 | 25 |
| 배터리 | 2.16 | 174 | 174 | 5 |

2.4 발전기별 시뮬레이션을 위해 고려된 용량

신재생 에너지원의 비율에 따라 경제성을 알아보기 위하여 표2와 같이 용량변화를 주었다.

표 2. 발전기별 시뮬레이션을 위해 고려된 용량
Table2. The rating of generator for the simulation

| 발전기 종류 | 용량 kW |
|--------|----------------------------------|
| 풍력 | 10, 20, 30, 40 |
| 태양광 | 100, 150, 200, 250 |
| 디젤 | 30, 50, 80 |
| 배터리 | 320 400 480 560 620 700 ... 1250 |

2.5 시뮬레이션 결과

HOMER 프로그램을 이용하여 경제성 측면에서 3가지 경우(PV+Wind, PV+Wind+ Diesel, only Diesel)로 나누고 그때의 초기 투자비, 연간 운영비, 순 비용의 최적의 지점을 표3에 나타내었다.

표3. HOMER 시뮬레이션 결과 및 용량선정
Table3. Simulation result

| (단위 kW) | PV+Wind | PV+Wind+ Diesel | only Diesel |
|---------|---------|-----------------|-------------|
| 디젤 | | 30 | 50 |
| 태양광 | 200 | 100 | |
| 풍력 | 30 | 10 | |
| 배터리 | 1250 | 500 | |

| | 초기 투자비 \$ | 연간 운영비 \$/yr | 순 비용 \$ |
|-----------------|-----------|--------------|-----------|
| PV+Wind | 740,248 | 24,878 | 1,580,268 |
| PV+Wind+ Diesel | 347,482 | 19,018 | 590,595 |
| only Diesel | 61,883 | 81,699 | 1,106,275 |

3. 실제 운영 데이터와 비교 분석

실제 백아도에서 운영되는 발전기의 용량은 디젤 80kW, 태양광 50kW 5개 250kW, 풍력 10kW 4개 40kW 신재생 에너지의 총합은 290kW 배터리는 1129kWh 순시부하는 대략 30~40kW 태양광 buck 컨버터 50kW 컨버터 5개 10kW boost 컨버터 4개 dc link단 dc-dc컨버터 250kW, 계통송전 인버터 120kW로 구성되어있다. 백아도 마이크로그리드는 기존 80kW 디젤발전기를 신재생 에너지원으로 대체 하려고 만든 그리드이다. 기본적으로 신재생 발전으로 일차적으로 공급을 하고 간헐적인 출력 때문에 부족한 부분을 디젤발전기가 공급하는 시스템인 기존 시스템을 이어받아서 디젤 발전기가 매우 큰 용량을 차지하고 있다. HOMER를 이용해서 최적의 디젤 발전기 용량을 선정해보면 표4에 나타난다.

표4. 기존의 디젤발전기를 대체가능한 최적점
Table4. Optimal point of diesel generator compared with operating generator

| 발전기 | 용량 kW | 초기 투자비 \$ | 연간운영비 \$/yr | 순 비용 \$ |
|-----|-------|-----------|-------------|---------|
| 디젤 | 14 | 710,773 | 18,168 | 943,024 |

4. 결론

본 논문은 현재 운영되고 있는 백아도의 마이크로그리드 시스템을 대상으로 최적의 발전 비용을 선정하였고 기존의 디젤 발전기의 용량을 줄여도 발전에 지장이 없는 최적점을 제안하였다. 하지만 이는 프로그램상의 최적점일 뿐 실제와는 다를 수 있다. 차후 이를 검증하기 위하여 실제 운영비용과 비교하여 타당성을 검증해 보고 이를 토대로 호머에 대하여 한계점이 무엇인지 연구해 보겠다.

참고 문헌

- [1] MS Ismail, M Moghavvemi, TMI Mahlia "Techno-economic analysis of an optimized photovoltaic and diesel generator hybrid power system for remote houses in a tropical climate" ELSEVIER Energy Conversion and Management Vol.69, pp. 163 - 173, 2013
- [2] G Bekele, G Tadesse "Feasibility study of small Hydro/PV/Wind hybrid system for off-grid rural electrification in Ethiopia" ELSEVIER Applied Energy Vol. 97 pp. 5 - 15, 2012