

ISSN 2733-9696(온라인)
ISSN 2733-9572(인쇄본)

2022
Vol.3 No.16



GTC BRIEF

탄소중립 기술시나리오 모형(CATAS)의
태양광 및 풍력 발전량 산정 방안

이민아 / 최유영 / 박신영

탄소중립 기술시나리오 모형(CATAS)의 태양광 및 풍력 발전량 산정 방안

이민아 선임연구원 / 기술총괄부 minalee@gtck.re.kr
최유영 연구원 / 기술총괄부 ychoi@gtck.re.kr
박신영 연구원 / 기술총괄부 emmasypark@gtck.re.kr

하이라이트

- 탄소중립 기술시나리오 모형(CATAS)은 공간단위 탄소중립 기술적용 평가 및 단계별 기술 도입 전략을 위한 분석정보를 제공하는 모형으로, 공간별 환경특성을 고려하여 탄소중립 기술 적용 시 탄소감축량 및 탄소중립에 기여하는 정도를 정량적으로 산정
- 기후조건에 영향을 크게 받는 신재생에너지 도입 시 효과 평가를 위해 일사량, 풍속 등 기후정보를 연계하여 태양광과 풍력발전량을 산정하였으며, 이 때 기후정보는 KMAPP(Korea Meteorological Administration Post Processing, 고해상도 규모 상세화 수치자료 산출체계)를 활용한 국립기상과학원의 기상자원지도와 연계함
- 향후 보다 다양한 기후정보 연계, 기술개발 방향 등을 고려한 지속적인 산정식 고도화를 통하여 분석결과에 대한 신뢰성 제고가 필요

키워드

- 탄소중립 기술시나리오 모형(CATAS), 탄소중립(Carbon neutral), 기상자원지도 (Meteorological resource map), 태양광(Photovoltaic), 풍력(Wind energy)

개요

녹색기술센터 탄소중립기술 시나리오모형(CATAS)

- 탄소중립 기술시나리오 모형(CATAS)은 탄소중립 기술 적용이 공간의 탄소배출량 감축에 주는 영향을 정량적으로 산정
- 프로그램 사용자의 목적에 따라 CATAS-Basic 과 CATAS-Pro로 구분하여 개발 예정
- CATAS는 일정 공간에 대한 탄소중립의 정도를 나타내는 지표로 '탄소중립률'을 산정하여 제공하며 탄소중립률은 이산화탄소 배출현황 분석, 기후기술 도입에 따른 에너지 생산량 예측, 이에 따른 탄소배출 감축량 산정 및 탄소중립률 산정을 포함한 4가지 단계로 구성

CATAS에 대한 국립기상과학원 기상자원지도 활용방안

- 기상자원지도는 바둑판의 선과 같이 우리나라를 일정한 간격으로 나누어 각 간격마다 바람정보와 일사량 정보 포함하며, 국립기상과학원 기상자원지도는 수치적으로 묘사할 수 있는 고해상도(100m)의 수치모델인 KMAPP을 이용하여 기상자원지도 생산

녹색기술센터
탄소중립기술
시나리오모형
(CATAS)

- CATAS의 태양광 및 풍력발전량 예측을 위한 기후정보로서 일사량, 풍속 등을 활용하며 이 때 국립기상과학원의 기상자원지도를 활용함

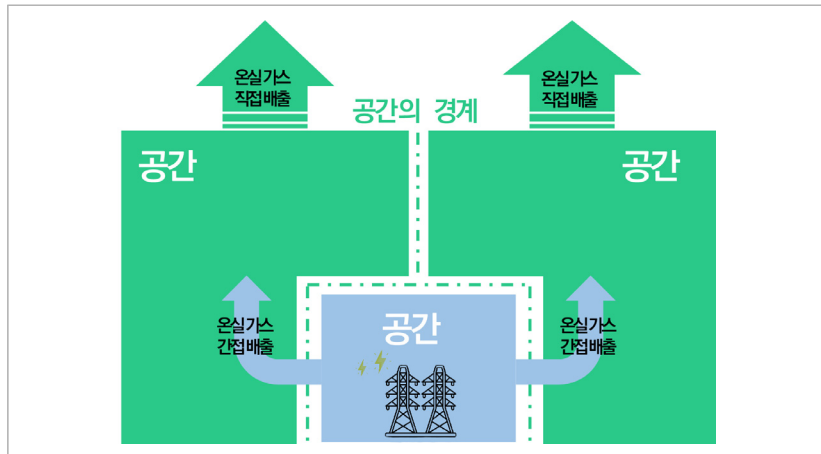
향후 개선방안

- 태양광 발전량 산정의 경우, 현재 활용한 일사량 외에 일조량, 설치 각도에 따른 효율 등을 포함하고, 적용 기술도 태양광 추적형과 고정형에 따른 발전량 고려 등을 통한 산정식 고도화 예정
- 풍력발전의 경우, 지점별 풍속 및 실제 풍력발전 가능 지역, 손실률을 고려한 발전량 산정과 대형화되는 풍력발전의 추세를 반영하여 100m, 120m 허브 높이의 풍속을 반영할 수 있는 방법론으로 고도화 예정

탄소중립 기술시나리오 모형(CATAS)이란?

- 탄소중립 기술시나리오 모형(CATAS, Carbon-neutrality Assessment based on Technology Application Scenario)은 공간단위 탄소중립 기술적용 평가 및 단계별 기술 도입 전략을 위한 분석정보를 제공하는 모형임
- CATAS는 탄소중립 기술 적용이 공간의 탄소배출량 감축에 주는 영향을 정량적으로 산정
 - 여기서 공간이란, 탄소중립 전략 수립이 필요한 물리적·지역적 공간을 뜻함
 - 온실가스 배출원(직접 및 간접배출원)을 기준으로 구역이나 경계를 나눌 수 있는 건물, 마을, 지자체 등이 공간적 범위의 예시라고 할 수 있음

그림 1 CATAS의 공간적 범위



출처: 이민아·박신영·최유영(2022), 「공간 단위 탄소중립 기술적용 시나리오 모형 연구: 에너지전환 기술 중심으로」

- 2050년 기준 탄소중립 기술 시나리오를 이루는 10개 부문의 직접배출원 기준 배출량이 가장 높은 전환 부문을 시작으로 수송, 건물, 폐기물 등 부문으로 순차적 적용 및 추후 간접배출원으로 범위 확대 예정

- 온실가스 배출량이 가장 높은 전한 부문에 대한 기술적 범위로 태양광, 풍력, 바이오에너지, 수력, 해양에너지, 수소연료전지, 태양열, 지열, 그리고 산림흡수원을 포함
- 프로그램 사용자의 목적에 따라 CATAS-Basic과 CATAS-Pro로 구분하여 개발 예정
 - CATAS-Basic의 경우 일반 국민 및 지자체 탄소중립 관련 의사결정자들의 정책수립 등에 활용되는 것이 주목표이며 CATAS-Pro의 경우 탄소중립 관련 기술전문가를 위한 고도화된 가능성을 구비하여 개발 예정

표 1 CATAS-Basic과 CATAS-Pro

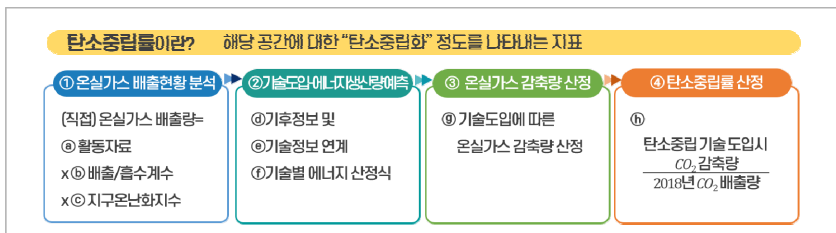
구분	CATAS-Basic	CATAS-Pro
주 사용자	일반 국민 및 지자체 탄소중립 관련 담당자 등	탄소중립 관련 기술전문가
개발 시기	'22~'24년	'25~'28년
개발 형태	웹 형식	프로그램 다운로드 형식
주 제공정보	온실가스 배출 및 탄소중립 기술정보	기후기술 별 발전전망에 따른 온실가스 감축 효과 분석 등

출처: 이민아·박신영·최유영(2022), 「공간 단위 탄소중립 기술적용 시나리오 모형 연구: 에너지전환 기술 중심으로」

탄소중립률 산정

- CATAS는 일정 공간에 대한 탄소중립의 정도를 나타내는 지표로 '탄소중립률'을 산정하여 제공
- 탄소중립률은 이산화탄소 배출현황 분석, 기후기술 도입에 따른 에너지 생산량 예측, 이에 따른 탄소배출 감축량 산정 및 탄소중립률 산정을 포함한 4가지 단계로 구성
 - 온실가스 배출량의 경우 직접 배출을 기준으로 활동자료, 배출 및 흡수 계수, 그리고 지구온난화 지수를 활용하여 분석. 이때 활동자료란 온실가스 배출의 원인이 되는 인간활동의 정량적 수치를 가리키며, 배출계수의 경우 단위 활동 당 배출되는 온실가스의 양을 나타내는 계수임
 - 기후정보, 탄소중립 관련 기술 정보 그리고 기술별 에너지 산정식을 기반으로 기술도입에 따른 에너지 생산량 예측
 - 탄소중립 관련 기술도입에 따른 온실가스 감축효과의 정량적 산정. 사용 연료별 배출계수가 높은 순서로 신재생에너지 발전량으로 우선 대체를 가정하며 공간별 2018년 온실가스 배출 현황 통계를 기반으로 기술도입에 따른 온실가스 감축량 산정
 - 기술 도입시 2018년 이산화탄소 배출량 대비 현재 또는 예상되는 탄소배출 감축량 산정

그림 2 탄소중립률 산정 단계



프로그램의 구성

- CATAS는 공간선정, 공간정보, 기술선정, 온실가스 배출량, 경제성 분석 그리고 리포트를 포함한 총 6개의 메뉴로 구성
 - 공간선정 화면에서 사용자가 분석을 원하는 공간을 선택, 해당 공간의 현재 탄소배출 및 탄소중립률 현황 정보 제공
 - 공간정보 화면에서 사용자가 지정한 분석대상 공간에 대한 지역정보, 기후정보, 온실가스 배출량, 에너지 정보 등 일반 정보 제공
 - 기술선정 화면에서 분석대상공간에 탄소중립 기술을 적용, 각 기술의 에너지 생산량 분석 정보 제공. 기술별 예측 에너지 생산량 산정을 위해 관련 기후정보를 추출하고 도입 기술의 상세 제품정보 데이터베이스를 제공하여 이를 기반으로 기술별 산정식을 적용해 연간 발전량을 산정
 - 온실가스 배출량 화면에서 분석대상공간에 선택 대체기술 적용 시 예측 에너지 생산량과 이를 기반으로 한 온실가스 예상 감축효과와 탄소중립률을 산정. 이때 신재생에너지 기술별 전과정평가(LCA, Life Cycle Assessment)를 기반으로 기술별 온실가스 배출계수를 도출하여 LCA고려, 미고려 시 온실가스 감축량을 각각 제시
 - 경제성 화면에서 대체기술을 적용한 경우의 에너지 균등화 발전비용(LCOE, Levelized Cost of Energy)를 산정하기 위해 도입기술의 초기투자비(CAPEX, Capital Expenditures), 운영유지비(OPEX, Operating Expenditure)등 주요 지표 활용
 - 리포트 화면에서 분석과정 및 결과를 다운로드 가능한 형태의 문서(PDF, 그림파일)로 제공

그림 3 CATAS-Basic 화면구성

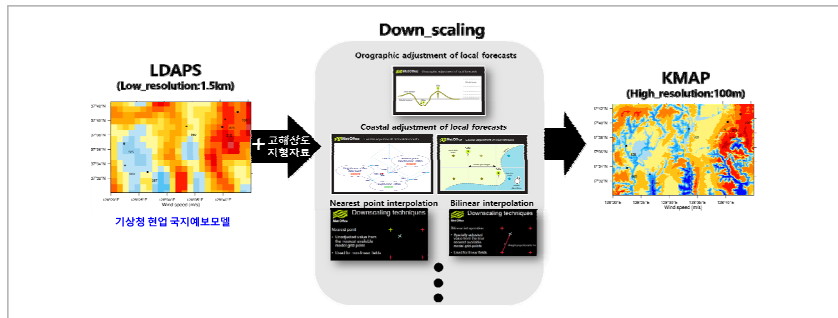


출처: 이민아·박신영·최유영(2022), 「공간 단위 탄소중립 기술적용 시나리오 모형 연구: 에너지전환 기술 중심으로」

기상자원지도란 무엇인가?

- 기상자원지도는 바둑판의 선과 같이 우리나라를 일정한 간격으로 나누어 각 간격마다 바람정보와 일사량 정보 포함함
- 관측장비로 우리나라 전역을 정밀하게 측정하기에는 현실적으로 어렵기 때문에 기상현상을 수치적으로 묘사할 수 있는 고해상도의 수치모델을 이용하여 기상자원지도 생산
- KMAPP(Korea Meteorological Administration Post Processing, 고해상도 규모 상세화 수치자료 산출체계)
 - 우리나라 복잡한 지형특성을 고려하여 고해상도 수치자료를 만들어낼 수 있는 상세화 기법과 인공지능을 활용한 기상요소 보정기법을 수년간 개발하고 적용

그림 4 KMAPP(Korea Meteorological Administration Post Processing, 고해상도 규모 상세화 수치자료 산출체계)

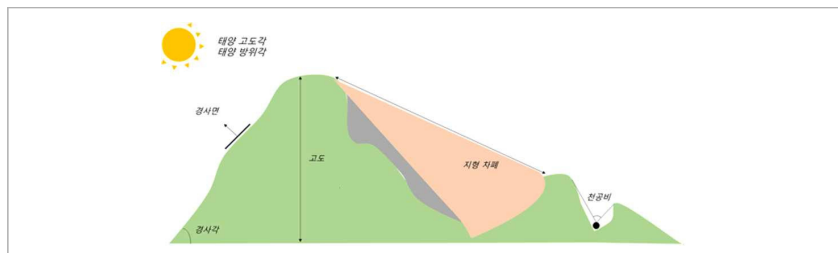


출처: 윤진아 (2022) 기상자원지도 활용 세미나 발표자료

태양광 기상자원지도

- 고해상도 태양광 기상자원 규모 상세화 기법
 - 저해상도(1.5km) 기상청 현업 국지예보모델(LDAPS, Local Data Assimilation and Prediction System)의 일사량 자료와 상세지형 정보를 이용하여 경사각 및 방위각, 고도, 천공비 보정과 지형 차폐효과를 고려하여 실제와 유사한 태양복사량을 산출하고, 초고해상도(100m)의 태양광 자원지도 생산

그림 5 태양광 자원지도 보정 개념도(경사각, 방위각, 고도, 천공비)



출처: 국립기상과학원 (2021) 고해상도 태양광 기상자원지도 설명자료

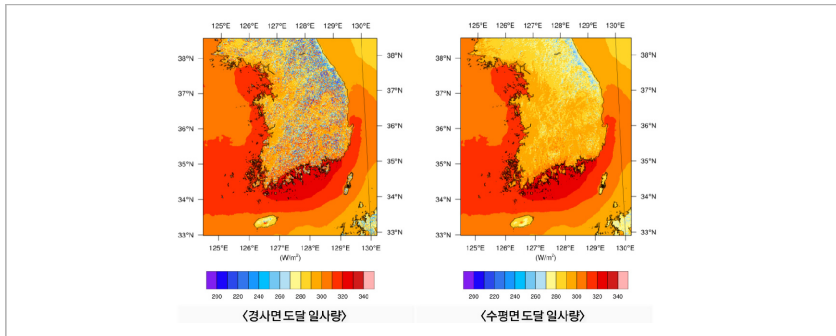
- 태양광 기상자원지도 검증

- 모형을 통해 생성된 태양광기상자원지도는 42개의 종관기상관측(ASOS, Automated Synoptic Observing System) 지점 관측자료와의 비교를 통해 검증(2016.07.01~2021.6.30.) 수행
- 일 5회 분석장(00, 03, 06, 09, 21 UTC)에 대해 검증을 실시한 결과, 검증 기간 동안 고도 100m에서 남한 전역 격자점의 수평면 도달 일사량의 평균은 $298.2W/m^2$, 표준편차는 $13.09W/m^2$ 를 나타냈으며, 관측자료와의 MBS는 $42.9W/m^2$, RMSE는 $128.6W/m^2$ 로 분석

- 태양광 기상자원지도

- 상세화 기법 적용을 통해 생산된 경사면 도달 일사량과 수평면 도달 일사량은 다음 그림 6과 같음
- 육상보다는 해상지역의 태양광이 풍부하며, 산지보다는 고도가 낮은 저지대 및 중·남부지역에서 풍부한 일사량을 나타냄

그림 6 태양광 자원지도(경사면 도달 일사량, 수평면 도달 일사량)



출처: 국립기상과학원 (2021) 고해상도 태양광 기상자원지도 설명자료

풍력 기상자원지도

- 고해상도 풍력 기상자원 규모 상세화 기법

- 저해상도(1.5km) 기상청 현업 국지예보모델(LDAPS)의 예측·분석자료와 상세지형 정보(30m 해상도의 Shuttle Radar Topography Mission(SRTM))를 KMAPP의 입력자료로 활용하여 초고해상도(100m)의 풍력 관련 상세 예측·분석 정보 생산
- 풍속에 미치는 여러 인자 중 거칠기에 대해서는 환경부 중분류 토지피복자료(30m 해상도)를 이용하여 거칠기 길이 보정 실시
- 고도의 경우, 실제 고도에 비해 모델에서 예측한 고도가 낮을 경우, 실제 풍속 대비 과소 모의 가능성이 존재하므로 보정을 통해 풍속을 인위적으로 강화하고, 실제 고도에 비해 모델 고도가 높을 경우, 실제 풍속 대비 과대 모의 가능성이 존재하므로 인위적 약화 보정 실시
- 해안선 복잡지형에서는 가장 가까운 격자점이 규모상세화 지점을 대표하지 못하기 때문에 IGPS(Intelligent Grid-Point Selection 방식)으로 주변 9개 격자점을 대상 가장 적절한 격자점을 선택하여 보정

- 풍향과 풍속의 경우, 육상과 해상 중 지점과 특성 비교를 통해 유사한 특성을 가진 격자에 더 큰 가중치를 부여하여 풍향과 풍속 보정

• 풍력 기상자원지도 검증

- 모형을 통해 생성된 풍력기상자원지도는 10m 풍속자료의 경우, 종관기상관측(ASOS) 자료와 자동기상관측소(AWS) 총 258개 지점의 관측자료(2016.07.01.~2021.6.30.)와 80m 풍속자료의 경우, 보성, 봉개, 행원 3개 지점에서의 관측자료(2019.07.01.~2020.6.30.)와의 비교를 통해 검증 수행

- 일 8회 분석장(00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21 UTC)에 대해 평균(Mean), 표준편차(Standard Deviation), 편균편향오차(Mean Bias Error, 이하 MBE), 평균제곱근 오차(Root Mean Square Error, 이하 RMSE)를 활용하여 검증 실시한 결과 검증 기간 동안 남한 전역 격자점의 10m 고도 평균 풍속은 4.95m/s이며, 표준편차는 1.98m/s를 나타냈으며, 80m 고도의 평균풍속은 6.10m/s, 표준편차는 1.79m/s를 나타냄

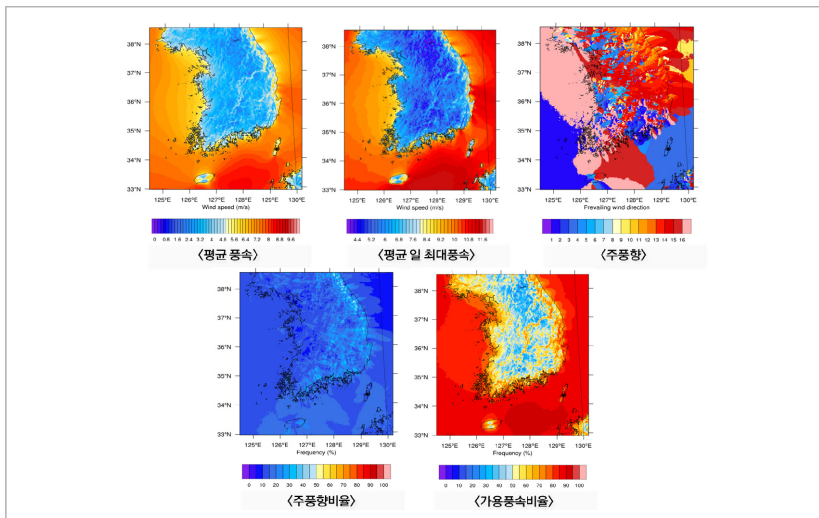
- 10m 고도 풍속의 검증 결과 관측자료와의 MBE는 0.35m/s, RMSE는 1.97m/s로 나타났으며, 80m 고도 풍속의 검증 결과는 보성 관측소의 경우 MBE 0.55m/s, RMSE 2.17m/s로, 봉개 관측소와는 MBE 1.33m/s, RMSE 3.15m/s, 행원 관측소와는 MBE 0.6m/s, RMSE 1.89m/s로 분석

• 풍력 기상자원지도

- 상세화 기법 적용을 통해 생산된 평균풍속, 평균 일 최대풍속, 주풍향, 주풍향비율, 가용풍속 비율은 다음 그림 7과 같음

- 육상보다는 해상 풍속이 강하고, 육상에서는 고지대 및 해발고도가 높은 태백, 소백산맥과 제주도 지역에서 월등히 높은 풍속 분포를 나타냄

그림 7 풍력 기상자원지도(평균풍속, 평균일최대 풍속, 주풍향, 주풍향비율, 가용풍속 비율)



출처: 국립기상과학원 (2021) 고해상도 태양광 기상자원지도 설명자료

CATAS에 대한
기상자원지도
활용 방안

- 탄소중립 기술시나리오 모형(CATAS)은 국립기상과학원에서 제공하는 태양광과 풍력 기상자원지도를 활용하여 에너지 발전량을 예측함

태양광 발전

- 태양광 발전은 태양광 모듈을 이용하여 태양광을 직접 전기에너지로 변환시키는 발전 방식이며, 태양광 모듈은 빛을 전기로 변환하는 반도체 소자인 셀을 여러 장 직렬로 연결하여 패널 형태로 제작함
- 일사량 데이터를 활용한 태양광 발전 생산량 산식은 다음과 같음

$$\text{태양광 발전량}(kWh/Month) = \text{설치면적(모듈면적, m}^2) \times \text{정격효율(\%)} \times \text{일사량}(kWh/m^2/day) \times \text{월별일수}$$

- CATAS에서는 100m 해상도의 격자형태로 제공받은 국립기상과학원 태양광 기상자원지도의 평균 경사면 일사량 자료를 바탕으로 표 2와 같이 지자체별·월별 일사량 평균값을 생성하여 태양광 발전 생산량을 예측함

표 2 지자체별·월별 평균 일사량 (단위: kWh/m²/day)

월	강원도	경기도	경상남도	경상북도	광주	대구	대전	부산
1월	1.5	1.6	1.8	1.7	1.7	1.8	1.6	1.9
2월	2.4	2.4	2.6	2.5	2.5	2.6	2.5	2.7
3월	2.7	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
4월	3.3	3.5	3.5	3.5	3.6	3.5	3.5	3.6
5월	3.5	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
6월	3.6	3.8	3.6	3.7	3.7	3.7	3.8	3.7
7월	2.7	2.9	2.8	2.8	2.9	2.8	2.8	2.9
8월	2.6	2.8	3.0	2.8	3.0	3.0	2.9	3.1
9월	2.4	2.6	2.4	2.3	2.6	2.3	2.5	2.3
10월	2.0	2.2	2.2	2.1	2.2	2.1	2.1	2.2
11월	1.6	1.7	2.0	1.8	1.9	1.9	1.8	2.0
12월	1.4	1.4	1.6	1.6	1.5	1.6	1.4	1.7

월	서울	세종	울산	인천	전라남도	전라북도	제주도	충청남도	충청북도
1월	1.6	1.6	1.8	1.6	1.7	1.6	1.5	1.6	1.6
2월	2.5	2.5	2.6	2.5	2.5	2.4	2.4	2.5	2.4
3월	2.9	2.9	2.9	3.0	3.0	2.9	2.9	3.0	2.8
4월	3.6	3.6	3.5	3.7	3.6	3.5	3.5	3.6	3.4
5월	3.6	3.6	3.6	3.7	3.6	3.6	3.6	3.7	3.6
6월	3.9	3.8	3.6	4.0	3.7	3.6	3.4	3.8	3.8
7월	3.0	2.8	2.8	3.2	3.0	2.8	2.9	2.9	2.8
8월	2.9	2.9	2.9	3.1	3.2	3.0	3.0	2.9	2.8
9월	2.7	2.5	2.2	2.8	2.6	2.5	2.3	2.6	2.5
10월	2.2	2.1	2.1	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.1
11월	1.7	1.7	2.0	1.7	2.0	1.8	1.9	1.7	1.7
12월	1.4	1.4	1.7	1.4	1.6	1.5	1.4	1.4	1.4

출처: 이민아·박신영·최유영(2022), 「공간 단위 탄소중립 기술적용 시나리오 모형 연구: 에너지전환 기술 중심으로」

- 정격효율 및 설치면적의 경우에는 한국에너지공단에서 제공하는 KS 인증 제품별* 태양광 패널의 셀 사양, 모듈크기, 정격효율 및 정격출력 등 기술 세부사항을 활용함
- * 단결정(1,654개), 다결정(82개), 박막/CIGS(1개)에 대한 제품정보

풍력 발전

- 풍력발전은 바람의 운동에너지를 로터의 블레이드에서 회전을 통해 흡수하고, 기계적 에너지로 변환하여 전력을 생산하는 발전기술이며, 풍속이 강할수록 로터의 회전면적이 넓을수록 높은 전력을 얻을 수 있음
- 풍속 데이터를 활용한 연간 풍력발전 생산량(AEP, Annual Energy Production) 산식은 다음과 같음
 - 빈(N)은 풍속을 0.5m/s 간격으로 구분한 것을 의미하며, F(V)는 풍속 확률분포를, P는 풍속에 따른 출력값을 나타냄

$$AEP = N_h \sum_{i=1}^N [F(V_i) - F(V_{i-1})] \left(\frac{P_{i-1} + P_i}{2} \right)$$

N_h : 8760(1년 총 시간)

N : 빈(bin)의 개수

V_i : 빈 i 에서의 평균 풍속

P_i : 빈 i 에서의 평균 출력

$F(V)$: 풍속에 대한 와이블(또는 레일리) 누적 확률분포

- CATAS-Basic에서는 국립기상과학원 고해상도(100m) 풍력 기상자원지의 풍력발전기 높이와 근접한 80m 고도의 평균풍속 자료를 활용함
 - 풍력발전기는 시동풍속(Cut-in speed) 이상에서 전력생산을 시작하기 때문에 수집한 KS 제품들의 시동풍속을 고려하여 평균풍속이 3m/s 이상인 지역들을 추출하고, 추출된 지역의 평균 풍속을 표 3과 같이 지자체별 평균값으로 적용함

표 3 지자체별 평균풍속, 평균기압 및 연평균기온

광역지자체	평균 풍속(m/s)	평균기압(kPa)	연평균기온(°C)
제주도	5.25	101.2	15.34
경상남도	3.69	100.8	12.97
경상북도	3.99	100.2	11.66
전라남도	4.36	100.9	13.05
전라북도	3.63	100.2	11.78
충청남도	3.89	101.2	11.83
충청북도	3.43	100.0	10.91
강원도	3.98	98.8	10.07
경기도	3.62	100.6	10.73
세종특별자치시	3.35	100.8	12.39
울산광역시	4.40	101.3	13.36
대전광역시	3.33	100.7	12.07
광주광역시	3.60	101.1	12.94
인천광역시	4.50	101.1	10.77
대구광역시	3.63	101.3	12.67
부산광역시	4.52	101.3	14.22
서울특별시	3.67	99.6	10.45

출처: 이민아·박신영·최유영(2022), 「공간 단위 탄소중립 기술적용 시나리오 모형 연구: 에너지전환 기술 중심으로」

- 풍속 측정기에서 측정되는 풍속을 발전기의 허브높이(hub height)에서의 풍속으로 변환하기 위하여 고도 80m 풍속을 허브높이 풍속으로 외삽하여 적용하였으며, 이 때 적용되는 윈드시어(α)의 경우, 표면의 거칠기 정보를 반영하는 계수로 본 연구에서는 안정화된 상태에서 널리 적용되는 1/7을 적용함

$$\frac{\bar{V}}{V_0} = \left(\frac{H}{H_0}\right)^\alpha$$

\bar{V} : 허브높이 H 에서의 평균풍속

V_0 : 풍속측정기 H_0 에서의 평균풍속 (80m)

α : 윈드시어(wind shear exponent)

- 풍속은 시간에 따라 계속적으로 변화하므로 풍속빈도 곡선을 연속함수로 모델링 한 확률밀도 함수를 사용하여 발전량 산정에 활용함

- 흔히 Weibull 확률밀도함수와 Rayleigh 확률밀도함수를 사용하며, 본 연구에서는 지역별 기상 측정자료가 아닌 국립기상과학원에서 제공하는 풍력 자원지도를 통해 도출된 지자체별 평균풍속 정보를 활용하였으므로, 아래 식과 같이 레일리 누적분포함수를 적용함

$$F(V) = 1 - \exp\left[-\frac{\pi}{4}\left(\frac{V}{V_{ave}}\right)^2\right]$$

- 이렇게 도출된 풍력에너지 생산량은 지역별 평균기압과 온도를 기반으로 보정하여 총 에너지 생산량(Gross energy production)으로 산정

- 또한, 에너지 공급 시 발생할 수 있는 여러 손실을 고려하여, 단일 터빈 설치 시에는 10% 손실을, 복수터빈 설치 시에는 후류손실(Wake loss)을 고려하여 15% 손실률을 적용하여, 최종 발전량을 산정

$$E_G = E_U c_H c_T$$

$$c_H = \frac{P}{P_0}, c_T = \frac{T_0}{T}$$

E_U : 보정 전 에너지 생산량

P : 그 지역의 연평균 기압

P_0 : 표준기압 101.3kPa

T : 그 지역의 연 평균 절대온도

T_0 : 평균절대온도 288.1K

태양광 발전

- 현재 태양광 발전량 산정식은 기후정보로서 '일사량'만 활용하고 있으며, '일조량', '각도에 따른 효율' 등 포함하여 고도화 가능
- 기상청의 기상자원지도의 일사량은 '경사면 도달 일사량'과 '수평면 도달 일사량'으로 구분하여 제공하고 있으며, 향후에는 사용자가 두 일사량 중 하나를 선택하여 발전량을 예측할 수 있도록 할 수 있음
 - (경사면 도달 일사량) 우리나라 지형특성(고도, 경사각, 방위각, 하늘시계요소)를 고려하였을 때 주변지형에 의한 차폐효과가 반영된 일사량
 - (수평면 도달 일사량) 해당 지점을 평탄하다고 가정하였을 때의 일사량
- 태양광 추적형과 고정형에 따른 발전량 산식 변화에 대한 고려 또한 포함하여 산식 고도화 예정

풍력 발전

- 현재 풍력발전 산정식은 손실(Loss)이 적용되지 않은 Gross AEP이므로 실제 손실을 고려한 "Net AEP"로 산출할 수 있음
 - Net AEP는 총 Gross AEP에 손실계수를 곱하여 계산하며, CATAS에 손실계수 입력창 구현을 통하여 실질적인 AEP 산출하는 방안 고려 중
- 현재 풍력 발전 산식은 지자체별 평균 풍속을 활용하고 있어 발전 불가능 지역까지 포함하여 평균값을 산출하는 문제점을 가지고 있음
 - 주된 발전 가능 지역인 연안/해상의 평균 풍속 값을 사용해야 하는 상황에서, 육상 지역이 포함되어 풍속을 평균화하기 때문에 낮은 풍속을 활용하는 상황이 발생함
 - 따라서, 지자체 전체가 아니라 다수의 타겟 지역(Area)을 선택할 수 있는 기능, 선택된 지역의 풍속 평균값을 활용할 수 있는 기능이 있다면, 보다 현실적인 결과물 산출이 가능
- 풍력터빈이 대형화 추세이기에 허브높이 또한 80m뿐만이 아니라 100m, 120m도 지원한다면 보다 유용할 것으로 판단되므로, 풍속을 외삽하는 과정에서 윈드시어 계수도 고정값(1/7)이 아닌 선택적으로 적용할 수 있다면 보다 세분화된 분석이 가능

Reference

- 1) 이민아·박신영·최유영(2022), 「공간 단위 탄소중립 기술적용 시나리오 모형 연구: 에너지전환 기술 중심으로」
- 2) 국립기상과학원 (2021) 고해상도 태양광 기상자원지도 설명자료
- 3) 국립기상과학원 (2021) 고해상도 풍력 기상자원지도 설명자료
- 4) 윤진아 (2022) 기상자원지도 활용 세미나 발표자료

본 내용은 녹색기술센터(GTC)의 주요사업(이민아·박신영·최유영·최지혁 「(R2210501) 공간단위 탄소중립 기술적용 시나리오 모형연구」)으로 수행한 일부 내용을 요약하고, 기술총괄부의 “부서원의 기술전문성 강화를 위한 연구현장 방문”의 일환으로 국립기상과학원을 방문한 내용을 정리하였습니다.



04554 서울특별시 중구 퇴계로173
남산스퀘어 빌딩 17층
Tel. 02.3393.3900
Fax. 02.3393.3919~20
www.gtck.re.kr

* 본 GTC BRIEF의 내용은 필자의 개인적 견해이며, 센터의 공식적인 의견이 아님을 알려드립니다.