

수시
연구 보고서
22-03

풍력보급 활성화를 위한 해외 경매사례 연구

KOREA ENERGY ECONOMICS INSTITUTE

● 이승문



에너지경제연구원
Korea Energy Economics Institute



수시연구보고서 2022-03

풍력보급 활성화를 위한 해외 경매사례 연구

Study on Auction Cases in Major Countries for Deployment
Wind Power

이승문



에너지경제연구원
Korea Energy Economics Institute

저 자 이승문

연 구 진

연구책임자 이승문(에너지경제연구원 연구위원)

연구참여자 조일현(에너지경제연구원 연구위원)

이재석(에너지경제연구원 연구위원)

공지영(에너지경제연구원 부연구위원)

장연재(에너지경제연구원 부연구위원)

장희찬(에너지경제연구원 위촉연구원)

기타기여자

자문위원 이우남(한국전기연구원 책임연구원)

김민수(한국에너지공단 팀장)

김기환(GS풍력발전 대표이사)

하정림(법무법인 태림 변호사)

목 차

요약

vii

제1장 서론

1

1. 연구의 필요성

1

2. 연구의 목적

3

제2장 세계 풍력 보급 및 경매 동향

5

1. 세계 풍력 보급 동향

5

2. 세계 풍력 경매 시장

8

2.1. 세계 풍력 경매 시장 동향

8

2.2. 경매 도입에 따른 재생에너지 지원제도 성격의 변화

11

제3장 주요국 풍력 경매제도

15

1. 독일

15

1.1. 육상풍력 경매

17

1.2. 해상풍력 경매

20

2. 영국

24

2.1. 육상풍력 경매

27

2.2. 해상풍력 경매

31

3. 덴마크

35

4. 네덜란드

39

5. 일본

43

5.1. 육상풍력 경매

44

5.2. 해상풍력 경매

46

6. 대만

49

7. 미국

55

8. 소결

61

제4장 국내 풍력 보급의 현황과 문제점	65
1. 국내 풍력 보급 현황	65
1.1. 국내 풍력 보급 현황	65
1.2. 풍력 발전 비용	68
1.3. 국내 풍력 보급 문제점	68
제5장 국내 풍력 경매 활성화를 위한 정책적 시사점	73
1. 경쟁입찰의 경쟁률 제고를 통한 비용하락	73
2. 풍력 보급과 풍력 공급망 구축 연계 정책	76
3. 유연한 경쟁입찰 운영	78
제6장 결론	81
참고문헌	83

표 목차

<표 3-1> 독일의 육상풍력 경매 제도	19
<표 3-2> 독일의 해상풍력 경매 제도	21
<표 3-3> 독일 정부주도 경매 도입 주요 타임라인	22
<표 3-4> 독일 해상풍력 경매 결과	24
<표 3-5> 영국 AR1 경매시장 입찰 결과	25
<표 3-6> 영국의 풍력경매 제도	28
<표 3-7> 영국, AR4 예산 공지	29
<표 3-8> 육상풍력 경매 결과	30
<표 3-9> 해상풍력 경매 결과	32
<표 3-10> 영국 공급망 계획 체크리스트	34
<표 3-11> 입찰절차(government tender)와 공개절차(open-door) 비교	38
<표 3-12> 네덜란드 해상풍력 발전 단지 프로젝트 경매 및 시운전 일정	41
<표 3-13> 보조금 입찰(Tender with Subsidy)과 무보조금 입찰 (Subsidy-free Tender) 비교	42
<표 3-14> 일본 상한가격 설정 기준	46
<표 3-15> 일본의 육상풍력 경매 제도	46
<표 3-16> 일본 해상풍력 평가지표 중 LCR 및 공급망 평가	48
<표 3-17> 일본의 '재생에너지 해역이용법'에 따른 해상풍력 경매 제도	48
<표 3-18> 대만 3단계 해상풍력 추진 계획	49
<표 3-19> 2018년 대만 해상풍력 경매 결과	50
<표 3-20> 대만 해상풍력 국산화 항목(2021~2025년)	52
<표 3-21> 대만 1차 자격평가 기준	53
<표 3-22> 대만 1차 자격평가 기준 - 산업기준 26개 중요 개발 항목	54
<표 3-23> 미국 주별, 해상풍력 보급 목표 및 계약 형태	56
<표 3-24> 미국 주별, 정성적 평가 기준	60
<표 3-25> 주요국 해상풍력 경매 현황	63

<표 4-1> 사업자별 설비용량 및 점유율	66
<표 4-2> 풍력 발전사업허가 및 환경영향평가 현황	70
<표 4-3> 국내 풍력 규제 사항 리스트	71
<표 5-1> 주요국 풍력 경매에서 공급망 구축 평가요소 도입 사례	77

그림 목차

[그림 2-1] 풍력 누적 및 신규 설비용량 추이 및 전망	6
[그림 2-2] '11~'21, FiT/FiP 및 경매제도 도입 국가 수 추이	8
[그림 2-3] 세계 재생에너지 경매 물량 추이	9
[그림 2-4] 지역별, 국가별 누적 풍력 경매 물량	9
[그림 2-5] 세계 주요국 육상풍력 발전단가 추이	10
[그림 2-6] 세계 주요국 해상풍력 발전단가 추이	10
[그림 2-7] 재생에너지 보급 제도 특징 분류	12
[그림 2-8] 경매 도입에 따른 FiT 제도의 특징 변화	12
[그림 3-1] EEG 2021과 Easter Package의 '30년 태양광, 풍력 보급 목표 비교	16
[그림 3-2] 독일의 경매제도 구조	18
[그림 3-3] 독일 육상풍력 경매 결과 (가중평균 가격)	20
[그림 3-4] Step-in 권리 개념	23
[그림 3-5] 영국의 경매제도 구조	27
[그림 3-6] 권리행사가격 설정 시 고려요소	28
[그림 3-7] 덴마크 해상풍력 프로젝트(1991-2030)	36
[그림 3-8] 덴마크 해상풍력 낙찰가격 하락 정도	39
[그림 3-9] 네덜란드 해상풍력 낙찰가격 하락 정도	43
[그림 3-10] 일본의 경매제도 구조	45
[그림 3-11] 3단계 해상풍력 개발 계획	51
[그림 3-12] 미국 주별 해상풍력 조달 정책, 경매(Solicitations), 낙찰 (awards)	55
[그림 3-13] 일반적 PPA 구조	57
[그림 3-14] 일반적 OREC 구조	58
[그림 3-15] 매사추세츠주와 뉴욕주의 해상풍력 조달을 위한 법적 절차	59
[그림 3-16] 주요국 해상풍력 절차 및 주체	62
[그림 4-1] 국내 풍력발전설비 용량 추이	66

[그림 4-2] 국내 풍력발전 단지 건설현황	67
[그림 4-3] 주요국 육상풍력 LCOE 비교	68
[그림 4-4] 신재생에너지 발전소 건설 반대 이유	69
[그림 4-5] 연도별 풍력 발전사업 허가물량	70
[그림 5-1] 국내외 터빈 개발 현황	76

요약

1. 연구의 필요성 및 목적

■ 연구의 필요성

- 비용하락이 정체된 모습을 보이는 국내 풍력 보급에서 비용하락을 유도하기 위해 경쟁입찰 도입이 필요
 - 우리나라는 2022년 9월 7일 ‘2022년 풍력 고정가격계약 경쟁입찰’을 공고
 - 재생에너지 보급의 비용하락을 유도하기 위해서 경쟁입찰을 도입하는 것은 세계적인 추세
 - 정부의 재정부담을 증대시키거나 전력가격을 급등시키는 등의 FiT 제도의 약점을 보완하기 위해서 많은 국가에서 재생에너지 전력 매입가격을 정부가 정하지 않고 시장 경쟁원리에 의해 정하는 경매를 도입
- 태양광, 육상 풍력과 해상 풍력의 경매는 다른 특징을 가지고, 각 원의 특징에 맞는 경매가 시행
 - 태양광과 육상 풍력의 경우 민간 개발사들이 개발한 여러 프로젝트가 경매에 입찰하는 형식으로 진행
 - 해상 풍력은 하나의 부지에 풍력 개발권을 획득하기 위해 여러 발전사업자가 경매에 입찰하는 형식으로 진행
- 풍력 경매는 단순히 비용하락의 목적뿐만 아니라 새로운 성장동력으로서의 풍력 공급망 구축이라는 목적을 가진.
 - 풍력 보급과 풍력 공급망 구축을 연계하기 위해 많은 국가에서 경매를 활용
 - 영국, 미국 등 주요국들은 풍력 보급과 풍력 공급망 구축을 서로 연계하는 정책을 시행

■ 연구의 목적

- 풍력 경매를 통해 비용 하락과 공급망 구축이라는 두 가지 목표 달성을 통해 풍력 보급을 활성화하기 위한 정책적 시사점을 제공
 - 해외 풍력 경매사례 분석의 요구가 증가하는 현실에서 해외 사례를 종합적으로 비교 분석
 - 주요국들의 풍력 경매를 육상과 해상으로 분리해서 살펴본 후 풍력 경매의 특징을 분석하고 풍력 공급망을 구축하기 위해서 경매가 어떻게 활용되는지를 비교 분석

2. 연구내용 및 주요 분석 결과

■ 세계 풍력 보급 및 경매 동향

- 세계 풍력설비 용량은 '10년 198.7GW에서 '21년 846.0GW로 연평균 14.1% 증가
 - 육상풍력은 동일기간 198.7GW에서 793.2GW로 연평균 13.6%, 해상풍력은 3.1GW에서 52.8GW로 연평균 29.4% 증가
- 세계적으로 경매를 도입하는 국가 수와 경매를 통한 재생에너지 보급 물량이 크게 증가
 - 재생에너지 보급 정책이 보급 촉진에서 경쟁을 통한 시장 효율성 증시로 전환되는 것을 의미
 - 재생에너지 경매물량은 '10년 8.7GW에서 '21년 509.7GW로 급속히 증가
 - 경매가 예정된 물량은 약 152GW로 추정되고, 풍력이 56GW로 추정
 - 풍력 경매시장은 '10년 7.3GW에서 '21년 202.7GW로 증가하였고, 경매 건수는 229회에 이룸.
- 경매의 도입은 FiT/FiP 제도 성격을 가격기반 제도에서 수량기반 제도로 전환

- 가격기반 제도인 FiT에서는 시행 초기에 정부가 구매하는 재생에너지 전력 가격을 행정적으로 정함.
 - 행정적 가격 결정은 정부 재정의 부담 증가와 높은 고정가격 책정에 따른 전력가격 상승 등으로 많은 문제를 발생시킴.
 - 이를 해결하기 위해 경매가 많은 국가에서 시행
 - 즉, FiT 계약가격을 정부가 정하는 것이 아니라, 정부가 경매를 열어 낮은 FiT 계약가격을 제시하는 프로젝트에 대해 보조금을 지원
 - FiT/FiP를 도입한다고 해도 경매를 시행함에 따라, 정부의 정책 수단은 가격 이 아닌 수량이 됨.
- 경매기반 FiT/FiP 제도가 갖는 RPS와 가장 큰 차이는 의무공급사의 존재 여부
- 경매기반 FiT/FiP 제도에서는 의무공급사의 역할은 사라지고, 정부의 정책 목표는 공급의무비율 달성에서 전원믹스에서 재생에너지 목표 비중 달성으로 변화될 것임.
 - RPS 제도에서도 경매 또는 경쟁입찰은 시행될 수 있음.
 - 우리나라의 경우 경쟁입찰을 통해 고정가격으로 재생에너지를 보급하지만, 경매기반 FiT/FiP 제도와 달리 복잡한 가중치 체계를 유지한다는 점에서 또 다른 차이를 보임.

■ 해외 풍력 경매제도 사례 및 특징 비교 분석

- 독일: 2016년 6월 재생에너지법(EEG 2017)을 개정하여 2015년 태양광 시범 경매 도입을 시작으로, 2017년 육상풍력과 해상풍력까지 그 범위를 확대하면서 본격적으로 시행
- 경매제도를 통하여, i) 발전사업자들 간 경쟁을 통해 발전설비에 대한 지원 수준 결정, ii) 보급 목표 달성을 위한 발전용량 확대, iii) 경매 참여자의 다양성 확대라는 목표를 달성하고자 함.
 - 독일의 풍력 경매물량은 법령으로 정함.
 - 연방네트워크규제청(BNetzA)은 재생에너지 발전설비의 승인 및 가동이 모두 보고되는 발전시장관리시스템(Marktstammdatenregister)을 관리

- 배전망운영자(DSO)는 낙찰자를 위한 계약상 상대방 역할을 함.
 - 경매에 낙찰된 풍력의 계약은 20년이고, 지원체계는 변동형 FiP 제도임.
 - 해상풍력의 개발주체는 육상풍력과 달리 민간주도가 아니라 정부주도임.
 - 연방해양수로국(Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie)에서 부지선정을 위한 전체적인 절차를 주관
 - 해상풍력의 경우, 낙찰받을 시 CfD 형태로 계약함.
 - 독일 정부는 정부주도의 해상풍력 경매를 도입하기에 앞서 기존 사업자의 반발을 고려하여 ‘과도기 경매(transitional auction)’를 시행하였고 ‘step-in 권리’ 제도를 운영하는 것이 특징
 - ‘Step-in 권리’는 정부주도 경매 아래에서 입찰부지를 개발하던 기존의 개발자가 낙찰자의 입찰가를 제시하여 낙찰권을 가지고 올 수 있는 권리를 의미
 - 현재 ‘Step-in 권리’가 보장된 인정되는 경매 부지는 6개 부지, 3.2GW 규모로 한정
- 영국: 2011년 전력시장개혁(EMR)를 통해 발전시장의 탈탄소화를 촉진하기 위하여 RO(Renewables Obligation)를 2017년에 종료하고 발전차액계약제도(Contract for Difference: CfD)를 한다고 발표
- 기업·에너지·산업전략부((Department for Business, Energy and Industrial Strategy, BEIS)가 경매제도의 설계와 책임을 짐.
 - 경매의 주관과 진행은 국영전력회사(National Grid)가 담당하고, BEIS 산하의 저탄소계약회사(Low Carbon Contract Company; LCCC)가 저탄소 발전사업자(재생에너지 및 원자력)와 계약
 - CfD 관련 비용은 영국의 전력판매사에게 지불받으며, 전기판매사는 LCCC의 운영비용도 지불
 - CfD 계약은 전력요금을 통해 재원을 마련하기 때문에 재무부가 재생에너지 발전에 지원되는 금액이 일정 금액을 초과하지 않도록 규제하는 부담금 조정 프레임워크(Levy Control Framework; LCF)를 적용
 - 영국의 경매 입찰물량은 예산계약으로 설정되고, 기술군별로 상이한 예산이 배정되고, 경매에서 다양한 기술이 공정한 기회를 보장받기 위해 특정 기술에 대한 용량의 최소, 최대치가 설정

- 경매에 낙찰된 사업자는 15년간의 CfD 계약을 체결
 - 영국의 해상풍력의 입지선정은 영국의 대륙붕의 소유권은 영국 왕실에 있기 때문에 영국왕립토지위원회에 의해 이루어짐.
 - 영국왕립토지위원회가 해상풍력단지 조성계획을 발표하고 경쟁입찰 방식으로 해상풍력 사업자에게 대륙붕 사용권과 개발권을 임대
 - 영국의 경매 시스템은 영국의 산업전략, 특히 전략의 핵심 부분인 해상풍력에 중점을 둔 산업전략과 밀접하게 연계
 - 영국의 해상풍력 경매에 참여하기 위해서는 먼저 정부가 제시하는 자격 요건인 공급망 계획(Supply Chain Plan)을 만족하여야 함.
 - 공급망 계획에서는 녹색성장(Green Growth), 숙련된 노동자(Skills) 부문에서 영국의 부품 사용과 고용창출을 고려해야 함.
 - 영국 정부는 공급망 계획의 각 질의에 대한 점수 배점표를 제공하지만, 정성적으로 평가
 - 해상풍력 사업자들은 영국의 공급망 계획을 만족해야지만 영국의 해상풍력 경매에 참여 가능
- 덴마크: 마크는 유럽 해상풍력 시장의 40%를 점유하고 있으며, 유럽 해상풍력 산업을 이끌고 있는 국가로써, 현재 세계에서 가장 오랜 해상풍력 입찰 경험을 보유
- 국가 최초이자 세계 최초의 해상풍력 단지인 Vindeby offshore wind farm (4.95MW, 2017년 해체)을 1991년에 Vindeby 해안에 설립
 - 재생에너지법에 의해 해상풍력 입지계획위원회(spatial planning committee for offshore wind)를 구성하고 해상풍력 발전단지 공간계획을 세움.
 - 입지계획위원회는 환경, 항로 등을 고려하여 해상풍력 부지를 선정하고 DEA가 해상풍력 발전사업의 입찰을 진행
 - DEA의 역할은 입찰공모, 계약, 윈스탑 샵, 풍력발전단지계획 등 풍력발전단지 계획부터 인허가 입찰 계약을 전담
 - 해상풍력 입지 후보가 선정되면, DEA는 민간기업을 통해 5가지 지역 조건 (local site conditions: 해저조건, 환경 및 사회적 조건, 풍향 조건, 전력망 조건, 비용)을 조사하여 해상풍력 발전단지 설립 가능성을 검토

- 해상풍력은 정부주도와 민간주도 개발이 같이 행해지며, 정부주도 개발은 입찰절차(government tender)를 통해서 사업이 진행되고, 민간주도 개발은 공개절차(open-door)를 통해서 사업이 진행
 - 경매를 통한 계약기간은 20년 CfD 계약을 기본으로 하며, 풍력자원 이용 면허기간은 30+5년으로 연장 가능
- 네덜란드: 2011년 SDE+라는 제도를 통해서 대규모 기술중립 경매제도를 유럽에서 처음 도입한 국가
- 2014년에는 ‘해상풍력 국가 로드맵 2023(Offshore Wind Energy Roadmap 2030)’을 발표하고, 이어 2015년에는 해상풍력에너지법(Offshore Wind Energy Act)을 제정하여 정부주도의 해상풍력 추진을 위한 기반을 조성
 - 5년마다 수립되는 국가 수자원 계획(National Water Plan, NWP)에서 네덜란드 해상풍력단지 입지를 지정하는데, 네덜란드 정부는 NWP에서 지정하는 풍력발전지역 이외의 지역에서 민간의 풍력발전사업을 불허
 - 경매 도입 초기 대규모 재생에너지 경매시장 기반 조성 및 촉진을 위하여 SDE+라는 제도를 시행
 - 경매는 다중항목(multi-item) 봉인 입찰경매에서 모든 예산이 소진될 때까지 진행되며, SDE+를 통한 네덜란드 재생에너지 보조금 규모는 11년 17억 유로에서 18년 120억 유로로 증가
- 일본: 재생에너지 보급과 가격 하락을 위해 2017년부터 대규모 태양광 부문에 경매제도를 먼저 도입하였고, 육상풍력 경매는 2021년부터, 재생에너지 해역 이용법이 적용되는 해상풍력 경매는 2020년, 미적용 해상풍력 경매는 2023년부터 도입 예정
- 일본의 경매 주체는 저탄소투자촉진기구이며, 재생에너지 발전사는 경매에서 결정된 가격을 전력회사와 가격을 체결
 - 비용부담은 소비자가 경매산업성이 매년 정한 kWh당 재생에너지 부담금 부담으로 결정되며, 전력회사는 부과된 재생에너지 부담금을 저탄소투자촉진 기구에 납부하고 비용을 정산받음.
 - 육상풍력의 계약 기간은 20년으로 계약방법은 변동형 FiP이다. 다만, 지역 활용요건을 조건으로 FiT로도 계약이 가능

- 일본의 육상풍력 경매의 특징은 상한가격을 사전 공표
 - 해상풍력 경매제도는 ‘해양재생에너지발전설비 정비 관련 해역이용촉진에 관한 법률(이하 재생에너지 해역이용법)’이 적용되는 정부주도의 경매와 해당 법이 적용되지 않는 일반 경매로 구분
 - 정부 주도 경매를 도입하기 위해 재생에너지 해역이용법을 제정
 - 해상풍력에서 낙찰은 받은 사업자에게는 20년 동안 FiT로 보조금이 지급, 일본 정부의 해상풍력 위원회에서는 2024년 4월부터 보조금을 FiT에서 FiP로 전환하는 것을 제안하였고, 이에 따라 앞으로는 해상풍력에 대해서도 FiP 보조금을 받는 경매가 시행될 예정
 - 향후 정부주도로 변경될 경우 정부가 풍량 및 지질 조사뿐만 아니라 환경 영향평가를 완료하고 송전망 용량을 확보하여 경매를 개시
- 대만: 2012년 ‘1000개 풍력터빈 프로젝트(Thousand Wind Turbine Project)’를 발표하였으며, 안정적인 재생에너지 보급을 위해 아시아 타 국가 대비 해상풍력 발전단지 개발을 더욱 적극적으로 추진
- 대만 정부는 해상풍력 산업 육성을 목표로 3단계(2015~2020년, 2021~2025년, 2025년~)에 걸쳐 해상풍력 프로젝트를 추진할 예정
 - 해상풍력에 대한 보조금 기간은 20년이며, 상한가격은 대만의 송전사업자인 대만전력 (Taiwan Power Company)의 비화석 전력 조달 비용으로 설정
 - 현재 진행 중인 3단계 개발은 기존의 계획 10GW에서 15GW로 증가
 - 해상풍력에서 자국산 부품요건을 강조하며 향후 대만 해상풍력 국산화 항목을 명시적으로 제시한 특징
 - 이러한 국산화에 대한 노력은 3단계 진행 중인 해상풍력의 경매의 자격평가에 평가 기준으로도 작용
 - 기본적으로 대만 해상풍력은 정부 주도이지만, 민간 개발도 허용하고 있으며, 3단계 구역 지정 개발(3단계, 2026~2035) 경매에서는 정부가 정해진 부지에 대한 경매가 아닌, 정부 가이드라인에 따라 민간 사업자가 준비한 사이트에 서의 경매 참여도 가능
 - 경매 평가지표는 1단계 자격평가(qualification review)와 2단계 가격평가(price comparison)로 이루어짐.

- 1단계 자격평가에서 프로젝트 사업자는 기술적(technical) 측면과 재정적(financial)면에서 평균 70점 이상을 받아야 함.
 - 산업기준(industrial relevance)에서 26개 주요 품목의 60% 이상을 현지화(LCR)해야 하며, 기타 옵션에서 현지화에 따라 10점 이상을 받아야 함.
 - LCR 규정과 항목이 세분화되고 구체적으로 제시된 것이 특징임.
- 미국: 해상풍력 에너지 보급 목표는 주의회에서 결정되며, 최근 경매가 성공적으로 시행되면서 보급 목표가 증가, 해상풍력은 민간주도로 이루어짐.
- 선정된 사업자와 배전사업자(offtaker: 재생에너지 판매의 상대 계약자) 사이 PPA(Power Purchase Agreements) 또는 OREC(Offshore Renewable Energy Credit) 형태로 20~25년의 장기계약을 체결
 - 미국 해상풍력 절차는 주의회의 행정명령에 따라, 각 주의 EDC (Electric distribution companies), PUC, 에너지 기관에 의해 진행
 - 해상풍력의 평가지표는 주마다 다르며, 보통 정량적 기준(가격)과 정성적 기준으로 분리
 - 정성적 기준에는 최종소비자에게 미치는 영향, 경제적 혜택 등이 포함되며, 이러한 정성적 기준을 통해서 미국 풍력의 공급망 구축을 목표
- 소결: 풍력 경매는 육상과 해상이 구분되며, 다음과 같은 특징이 있음.
- 풍력 경매를 시행하는 국가들은 풍력을 탄소중립 실현을 위한 중요한 정책 수단으로 삼고 있으며, 차기 신성장 동력으로서 풍력을 보급하기 위한 정부의 정책적 의지가 강함.
 - 풍력의 적기 보급을 위해 계통 확보가 중요하며, 정부주도로 해상풍력을 개발할 시에는 정부가 전력계통 연계 문제를 적극적으로 해결하기 위해 노력
 - 정부 주도 개발의 경우, 정부가 부지를 선정하고 개발을 위한 기초 데이터를 제공하고 각종 인허가 및 계통 문제를 해결

[요약 그림 1] 주요국 해상풍력 절차 및 주체



자료: 박재희·김범석(2019, p.15)

덴마크 저자 업데이트

BSH: Germany Federal Maritime Hydro-graphic Agency

RVO : NetherlandEnterpriseAgency

DEA : Denmark Energy Agency

PINS : Planning Inspectorate

〈요약 표 1〉 주요국 해상풍력 경매 현황

구분	독일	네덜란드	덴마크	영국	일본	대만
해상풍력 단지 및 입찰물량 설정	법률	국가 로드맵	국가 로드맵	정부 행정명령	정부 계획	1,000개 풍력터빈 프로젝트
개발주체	정부 (BSH)	정부 (RVO)	정부 (DEA)	부지 : Crown Estate 개발 : 민간개발자	민간중심에서 정부주도로 변경 예정	정부
계약기간 (보조금 지급)	20년	35년	20년(보조금) 30년 + 5년(면허)	15년	20년	20년
계통연계 책임	정부	정부	정부	민간개발자 건설 후 O FTO에 위임 등	정부주도 후 정부가 계통문제 해결	대만전력
평가지표	최저가 (사전자격 심사 있음)	총점수제	최저가 (사전자격 심사 있음)	최저가 (사전자격 심사 있음)	총점수제	1단계: 자격평가 2단계: 가격평가
미준공 패널티	○	○	○	○	○	○
입찰주기	연 1회	필요시	필요시	2년마다	연 1회	

자료: 저자 작성

■ 국내 풍력 보급 현황과 문제점

- 국내 풍력 발전설비 용량은 '10년 362MW에서 '21년 1.7GW로 소폭 증가하는데 그침.
 - '21년 풍력 발전설비가 전체 발전설비에서 차지하는 비중은 1.3%이고, 신재생에너지 발전설비에서는 7.0%

- 사업자별 풍력 발전설비 현황을 살펴보면, 민간발전사가 53개소, 403기, 967MW의 풍력 발전설비를 운영하면서 전체 풍력 발전설비 중 56.8%를 차지
- 국내 육상풍력의 발전비용은 일본을 제외한 다른 주요국 대비 아주 높은 수준으로 '21년 \$148/MWh 수준
 - 국내 발전비용이 주요국 대비 높은 이유는 높은 CAPEX·OPEX·금융 비용과 낮은 이용률 때문으로 평가
- 국내 풍력 보급의 장애요인
 - 풍력과 같은 대규모 재생에너지 보급에서 주민수용성은 중요한 문제로 인식
 - 현재 발전사업허가를 받은 물량은 상당히 많지만, 환경영향평가를 통과한 물량은 많지 않으며, 이는 주민수용성과 인허가 및 규제 문제로 인한 것으로 평가
 - 풍력 보급을 어렵게 하는 요인으로 전력계통 연계 문제를 뽑을 수 있으며, 전력계통 연계가 지연되는 주요 원인으로 송전망 건설 관련 인허가 절차와 주민수용성 문제 등이 꼽힘.
 - 풍력 보급의 주요 장애요인으로 풍황계측기 문제가 있으며, 발전사업을 위해 허가 설치된 풍황계측기가 발전사업에 사용되지 않고 거래의 대상이 되고 있음.

3. 결론 및 정책제언

■ 경쟁입찰의 경쟁률 제고를 통한 비용하락

- 경쟁입찰이 갖는 주목적인 비용을 하락시키기 위해서는 입찰에 참여하는 사업자의 수가 많아야 함.
 - 잠재적 입찰자 풀을 확대하는 방안은 신규 프로젝트를 발굴하는 것과 기존의 발전사업허가를 받은 사업들이 빠르게 환경영향평가를 받게 하는 두 가지 측면에서 고려

- 신규 프로젝트를 발굴하기 위해서는, 먼저 정부 부처 간 의견을 수렴할 수 있는 컨트롤 타워가 마련되고, 풍력개발 컨트롤 타워를 통해 정부 주도의 부지 개발이 이루어져야 함.
- 인허가 절차를 단순화하여 발전허가를 받은 프로젝트들이 빠른 시간 안에 환경영향평가를 완료할 수 있도록 정책적 지원이 필요
- 전력망사업과 재생에너지 발전사업의 이익공유를 통한 주민수용성 향상을 고려

■ 풍력 보급과 풍력 공급망 구축 연계 정책

- 국내 풍력 산업을 살리기 위해서는 국내 풍력 보급을 통한 국내 기업의 경쟁력을 향상시키는 정책이 요구
 - 공급망 구축 관련 요소로는 지역 및 국내 기업과의 협력, 국내 공급망 구축 계획, 지역경제 활성화 계획, 지역주민 고용 계획, 혁신과 신기술 사용 계획, 전문가 양성 계획, 저탄소 감축 계획, 국내 공장 및 인프라 건설, 투자 등 국내 경제 파급효과, 안정적 전력공급 계획, LCR(Local Contents Requirement), 자금 조달계획 등이 포함.
 - 정부가 추진하는 공급망 구축 계획을 보다 구체적으로 설정하고, 구체적 공급망 구축의 요소들을 국내 경쟁입찰의 평가 요소로 도입하는 방안을 고려

■ 유연한 경쟁입찰 운영

- 우리나라 풍력 보급 현실에서 육상풍력과 해상풍력을 분리해서 경쟁입찰을 시행하기는 쉽지 않을 것으로 평가
 - 육상풍력과 해상풍력의 동시 경매는 잠재적 풍력 발전 프로젝트 풀이 적은 우리나라의 약점을 어느 정도 보완하지만, 장기적으로는 해상풍력과 육상풍력의 경쟁입찰을 분리해야 할 것임.
 - 국내 풍력 발전 프로젝트 풀이 적은 상황에서, 모든 지원사업을 경쟁입찰로 선정할 필요는 없을 것으로 판단하며, 우리나라의 풍력 보급 상황, 정부의 보급 목표 달성, 정부 정책 등을 고려하여 수의계약에 의한 풍력 보급도 병행하는 것을 고려

- 풍황계측기 거래, 부지 중복, 개발 우선권 등의 문제가 해상풍력 정부 주도 개발의 발목을 잡고 있는 상황에서, 민간주도 개발의 경매와 집적화 제도를 비롯한 정부주도 개발의 경매가 유연하게 동시에 수행될 필요가 있음.

제1장

서론

1. 연구의 필요성

우리나라 정부는 풍력발전을 비용효율적으로 보급 활성화하기 위해서 2022년 9월 7일 ‘2022년 풍력 고정가격계약 경쟁입찰’을 공고하였다. 우리나라는 2017년 이후 태양광 시장에서만 고정가격계약 경쟁입찰을 시행하면서 태양광 보급 비용을 낮춰왔다.¹⁾ 많은 재생에너지 전문가는 비용하락이 정체된 모습을 보이는 국내 풍력 보급에서 비용하락을 유도하기 위해 경쟁입찰 도입을 주장하였다. 그리고 정부는 태양광 경쟁입찰 시장에서 얻은 비용하락의 경험을 풍력 보급으로 확대 적용하려는 취지로 풍력 고정가격계약 경쟁입찰을 도입하였다.

재생에너지 보급의 비용하락을 유도하기 위해서 경쟁입찰을 도입하는 것은 세계적인 추세이다. 초기의 재생에너지는 타 발전원 대비 높은 비용으로 정부의 지원금을 받는 발전원이었다. 정부가 재생에너지 전원에 지원금을 제공하는 가장 일반적인 방법은 FiT(Feed-in-Tariff)이다. FiT란 정부가 재생에너지 발전사업자가 생산한 전력을 고정된 가격으로 매입하는 제도를 말한다. 재생에너지 보급 초기에는 정부의

1) 산업통상자원부 보도자료(2022.9.6), 풍력발전 경쟁입찰제도 도입
[http://www.motie.go.kr/motie/ne/presse/press2/bbs/bbsView.do?bbs_cd_n=81&cate_n=1&bbs_seq_n=165990#:~:text=%E3%85%87%20%EA%B2%BD%EC%9F%81%EC%9E%85%EC%B0%B0%EC%A0%9C%EB%8F%84%EB%8A%94,%EC%A4%91\('17~\)%EC%9D%B4%EC%97%88%EB%8B%A4.](http://www.motie.go.kr/motie/ne/presse/press2/bbs/bbsView.do?bbs_cd_n=81&cate_n=1&bbs_seq_n=165990#:~:text=%E3%85%87%20%EA%B2%BD%EC%9F%81%EC%9E%85%EC%B0%B0%EC%A0%9C%EB%8F%84%EB%8A%94,%EC%A4%91('17~)%EC%9D%B4%EC%97%88%EB%8B%A4.) (최종접속일: 2022.10.20).

매입가격(tariff)은 시장에서 정해지지 않고 정부에 의해 정해졌다. 정부의 전력 매입 가격이 행정적으로 정해졌으며, 그 가격은 시장 수급에 의해 정해지는 시장가격과는 다를 수밖에 없다. 이렇게 정부에 의해 가격이 결정되는 초기의 FiT 제도는 정부의 재정부담을 증대시키거나 전력가격을 급등시켰다. 이러한 FiT 제도의 약점을 보완하기 위해서 많은 국가에서 재생에너지 전력 매입가격을 정부가 정하지 않고 시장 경쟁원리에 의해 정하는 경매를 도입하게 되었다. 그리고 경매의 도입으로 재생에너지의 비용은 빠르게 하락하였으며, 지금은 유럽 및 북미 등에서는 발전단가가 가장 낮은 에너지원으로 등극하였다.

재생에너지는 탄소중립을 실현하기 위해 가장 중요한 정책 수단으로 활용되고 있으며, 많은 재생에너지 종류 중에서 태양광과 풍력이 가장 중요한 정책 수단으로 인식되고 있다. 많은 국가에서 태양광과 풍력이 재생에너지 보급의 중심에 있으며 경매를 통해서 보급되고 있다. 하지만 태양광, 육상 풍력과 해상 풍력의 경매는 다른 특징을 가지고, 각 원의 특징에 맞는 경매가 시행되고 있다. 태양광과 육상 풍력의 경우 민간 개발사들이 개발한 여러 프로젝트가 경매에 입찰하는 형식으로 진행되는 반면, 많은 국가에서 해상 풍력은 하나의 부지에 풍력 개발권을 획득하기 위해 여러 발전사업자가 경매에 입찰하는 형식으로 진행된다. 또한, 풍력은 탄소중립 시대에서 새로운 성장동력으로 인식되고 있다. 영국, 미국 등 주요국들은 풍력 보급과 풍력 공급망 구축을 서로 연계하는 정책을 시행하고 있으며, 그 정책의 중심에 경매가 있다.

풍력 경매는 단순히 비용하락의 목적뿐만 아니라 새로운 성장동력으로서의 풍력 공급망 구축이라는 목적을 갖는다. 많은 국가에서 이 두 마리 토끼를 잡기위해 풍력 경매를 설계 시행하고 있다. 우리나라 역시 풍력 산업을 새로운 신성장동력으로 삼고 있다. 그리고 풍력 전문가들과 사업자들은 풍력 보급과 산업생태계 구축이 서로 연계될 수 있어야 한다고 주장한다. 풍력 보급과 풍력 공급망 구축을 연계하기 위해 많은 국가에서 경매를 활용하고 있는 현실에서, 우리나라도 지금 풍력 보급에 경쟁 입찰을 도입하였다. 그리고 우리나라도 풍력 경쟁입찰을 통해서 풍력의 보급 비용하락과 풍력 공급망 구축이라는 두 가지 목표를 달성해야 한다. 이 두 가지 목표를 달성하기 위해, 주요 국가들의 풍력 경매시장을 살펴보는 것은 의미 있는 작업일 것이다. 하지만, 주요 국가들의 풍력 경매시장을 종합적으로 비교 분석한 국내 연구는 찾기 힘들고 해외 풍력 경매사례 분석의 요구는 증가하는 상황이다.

2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 해외 풍력 경매사례 분석의 요구가 증가하는 현실에서 해외 사례를 종합적으로 비교 분석하여, 풍력 경매를 통해 비용 하락과 공급망 구축이라는 두 가지 목표 달성을 통해 풍력 보급을 활성화하기 위한 정책적 시사점을 제공하는 것이다. 본 연구는 주요국들의 풍력 경매를 육상과 해상으로 분리해서 살펴본 후 풍력 경매의 특징을 분석하고 풍력 공급망을 구축하기 위해서 경매가 어떻게 활용되는지를 비교 분석하여 정책적 시사점을 도출할 예정이다. 또한 본 연구는 우리나라 풍력 보급의 현실과 문제점을 살펴보고, 이 문제점을 해결하기 위해 해외 풍력 경매 사례 분석에서 도출된 시사점을 적용할 수 있는 방안을 연구할 계획이다.

본 연구의 목적을 달성하기 위해서 다음 장에서 국외 풍력 보급 및 경매 동향을 살펴보고, 3장에서 주요국 풍력 경매제도를 분석하고, 4장에서 국내 풍력 보급 현황 및 문제점을 진단하고, 5장에서 국내 풍력 경매 활성화를 위한 정책적 방향을 제시하고 6장에서 이 보고서를 마무리할 계획이다.

제2장

세계 풍력 보급 및 경매 동향

1. 세계 풍력 보급 동향

세계 풍력설비 용량은 '10년 198.7GW에서 '21년 846.0GW로 연평균 14.1% 증가였다. 육상풍력은 동일기간 198.7GW에서 793.2GW로 연평균 13.6%, 해상풍력은 3.1GW에서 52.8GW로 연평균 29.4% 증가하였다.²⁾ 신규 풍력설비 용량은 동일 기간 37.6GW에서 연평균 9.3% 증가하면서 100.3GW를 기록하였다. 미국 재생에너지 투자세액공제 및 중국의 FiT 지원 만료 등으로 '20년 신규 육상풍력 설치 는 전년 대비 67.6% 증가하여 92.1GW가 설치되었지만, '21년에는 제도의 만료와 코로나 등으로 9.5% 감소하여 83.4GW가 설치되었다. 하지만, 육상풍력의 신규설 비 감소에도 불구하고 중국에서 해상풍력이 14.3GW 증가하면서 전체 신규 풍력설 비는 100GW 넘게 설치되었다.³⁾ 이러한 추세는 공급망 위기에 따른 원자재 비용 상승, 에너지 대란에 따른 물류 비용 상승 그리고 인건비 상승에도 불구하고 '22년 에도 이어져 100GW 넘게 설치될 것으로 전망된다.⁴⁾

세계 풍력 보급은 2010년대에 많이 증가하였으며, 미국과 중국을 비롯한 20여 개 국가가 풍력 보급을 주도하였으며, 신규 육상풍력의 경우 미국과 중국 두 국가가

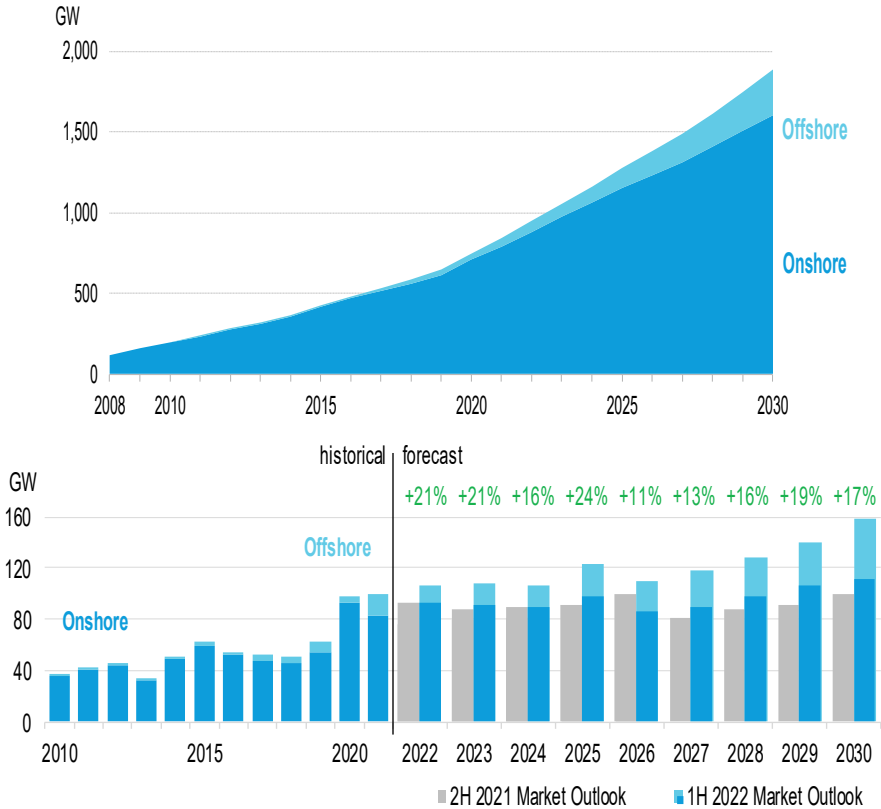
2) BNEF Wind Data, <https://www.bnef.com/interactive-datasets/2d5d59acd9000010?data-hub=23>, (최종접속일: 2022.9.24.)

3) BNEF(2022a) Data Set(Excel 자료), BNEF(2021a, p. 1)

4) BNEF(2022a) Data Set(Excel 자료), BNEF(2022a, p. 2)

차지하는 비중이 약 60%인 것으로 평가된다.5)

[그림 2-1] 풍력 누적 및 신규 설비용량 추이 및 전망 (단위: GW)



자료: BNEF(2022a, p. 1, 2)

유럽의 신규 풍력설비는 '21년 전년대비 약 18% 증가하여 17.4GW가 설치되었다. 유럽연합 27개 회원국(이하 EU)은 약 11GW를 설치하였는데, 신규 풍력설비의 81%는 독일과 터키의 육상풍력이었으며, 신규 해상풍력 설비는 영국이 주도하였다. '21년 기준, 유럽의 누적 풍력발전 설비규모는 236GW(육상: 207GW/해상: 28GW)이며, EU는 189GW(육상: 173GW / 해상: 16GW) 이다.6)

BNEF(2022a, p.1)는 풍력의 누적설비용량은 '23년에 1TW를 넘어 '30년에

5) BNEF(2021a, p.1)

6) WindEurope(2022) 2021 Statistics and the outlook for 2022-2026(p.12~17)

1.9TW까지 증가할 것으로 전망하였다. 육상풍력에서는 중국이 성장세를 주도할 것이고, 해상풍력은 빠른 증가세를 보이면서 '30년에는 누적설비 기준 비중이 '21년 6.2%에서 29%로 크게 상승할 것으로 전망된다.⁷⁾

윈드유럽은 '22년~'26년까지 유럽에서 신규 풍력설비가 116GW가 보급되고, 이 중 육상풍력은 4분의 3수준인 88GW가 보급될 것으로 전망하였다. 해상풍력의 경우 27.9GW가 신규 보급될 전망인데, 이는 신규 설비규모가 '21년 3GW 수준에서 5년간 매년 5.6GW씩 거의 두 배로 증가하는 것을 의미한다. 윈드유럽은 동일기간 독일에서 육상풍력(19.7GW)을 중심으로 총 25.1GW가 보급되고, 영국은 해상풍력(10.8GW)를 중심으로 총 15.2GW가 보급될 것으로 전망하였다.⁸⁾ 하지만, 유럽의 경우 길고 까다로운 인허가 절차와 사업 승인 문제 등으로 인해 풍력보급에 문제가 있을 것으로 예상된다. 인허가 문제로 풍력 사업이 8년 이상 소요될 수 있으며, 환경 및 사회 영향평가, 전력망 연계 승인, 이해당사자들 간의 분쟁 해결, 여러 지자체로부터의 승인 획득 등으로 풍력 발전 승인에 5년 이상 소요될 수도 있다. 또한, 유럽은 에너지전환을 달성하기 위해서 '30년까지 360GW 규모의 육상풍력 신규 설비가 요구되고 풍력시장이 빠르게 확대되면서 입지 조건이 좋지 않은 지역에 프로젝트가 추진되었고, 관련 규제 등 승인 절차가 강화되었으며, 특히 법적 분쟁 발생시 프로젝트가 수년 이상 소요될 것으로 예상되면서 유럽의 목표달성이 어려울 수 있다는 우려도 제기되고 있다.⁹⁾ 이러한 문제를 해결하기 위해서 유럽은 EU-REpowerEU Plan¹⁰⁾에서, 독일은 Easter Package¹¹⁾에서, 영국은 British Energy Security Strategy¹²⁾에서 재생에너지 확대를 위한 인허가 절차를 단축할 계획을 발표하였다.

7) BNEF(2022a) Data Set(Excel 자료), BNEF(2022a, p.1)

8) Wind Europe(2022) 2021 Statistics and the outlook for 2022-2026(p.27~34)

9) BNEF(2021a, p.3), BNEF(2022a, p.2)

10) European Commission, 보도자료(2022.5.18.), REpowerEU: A plan to rapidly reduce dependence on Russian fossil fuels and fast forward the green transition, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_22_3131 (최종 접속일: 2022.11.18.)

11) Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action 보도자료(Federal Minister Robert Habeck says Easter package is accelerator for renewable energy as the Federal Cabinet adopts key amendment to accelerate the expansion of renewables), <https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Pressemitteilungen/2022/04/20220406-federal-minister-robert-habeck-says-easter-package-is-accelerator-for-renewable-energy.html> (최종접속일: 2022.4.6.)

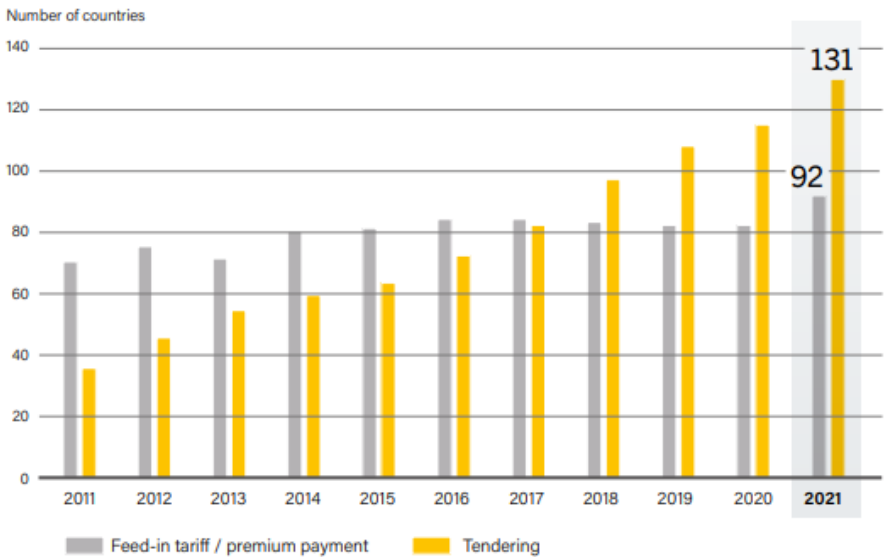
12) gov.uk 보도자료(British energy security strategy), <https://www.gov.uk/government/publications/british-energy-security-strategy/british-energy-security-strategy> (최종접속일: 2022.4.7.)

2. 세계 풍력 경매 시장

2.1. 세계 풍력 경매 시장 동향

세계적으로 경매를 도입하는 국가 수와 경매를 통한 재생에너지 보급 물량이 크게 증가하고 있다. '21년 경매를 도입한 국가는 131개국에 이른다. 이는 재생에너지 보급 정책이 보급 촉진에서 경쟁을 통한 시장 효율성 중시로 전환되는 것을 의미한다.

[그림 2-2] '11~'21, FiT/FiP 및 경매제도 도입 국가 수 추이

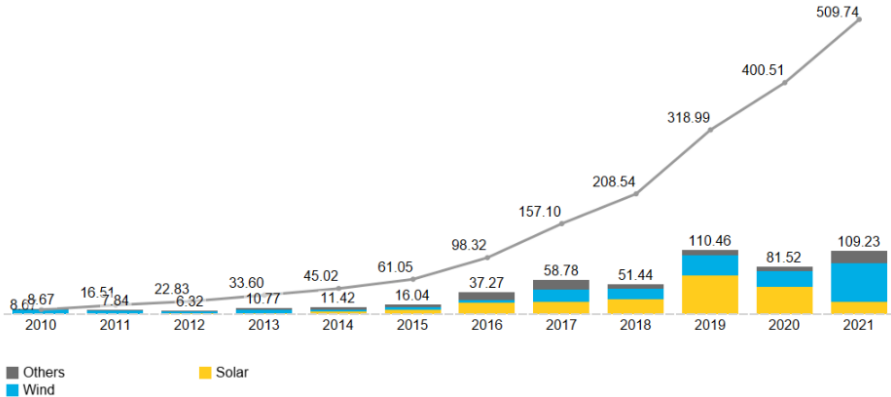


자료: REN21(2022, p.85)

재생에너지 경매물량은 '10년 8.7GW에서 '21년 509.7GW로 급속히 증가하였으며, 경매 건수는 1,142건에 이른다. 19년 이후 태양광 경매시장이 축소되는 모습을 보이고 있지만, 풍력 경매시장은 성장하는 모습을 보인다. '22년 8월 현재, 경매를 통해 누적 보급된 용량은 607GW이고 중국이 이 중 37%를 차지하고 있다. 경매가 예정된 물량은 약 152GW로 추정되고, 풍력이 56GW로 추정된다.¹³⁾

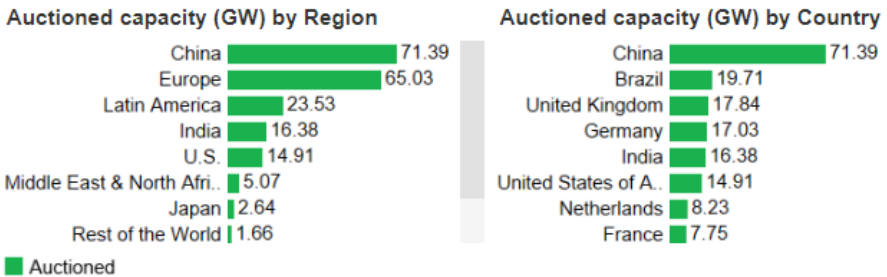
13) BNEF Wind Data, <https://www.bnef.com/interactive-datasets/2d5d59acd9000010?data-hub=23>, (최종접속일: 2022.9.24.)

[그림 2-3] 세계 재생에너지 경매 물량 추이 (단위: GW)



자료: BNEF Wind Data, <https://www.bnef.com/interactive-datasets/2d5d59acd9000023?data-hub=23>
(최종접속일: 2022.9.24.)

[그림 2-4] 지역별, 국가별 누적 풍력 경매 물량 (단위: GW)

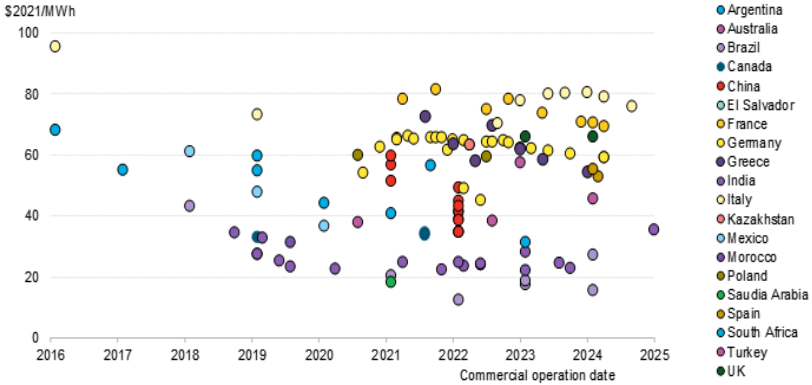


자료: BNEF Wind Data, <https://www.bnef.com/interactive-datasets/2d5d59acd9000010?data-hub=23>
(최종접속일: 2022.9.24.)

풍력 경매시장은 '10년 7.3GW에서 '21년 202.7GW로 증가하였고, 경매 건수는 229회에 이른다. '21년에는 67.1GW의 풍력이 경매를 통해서 보급되었다. 국가별로는 중국이 71.4GW를 경매를 통해서 풍력을 보급하였으며, 브라질(19.7GW), 영국(17.8GW), 독일(17.0GW), 인도(16.4GW), 미국(14.9GW) 순으로 풍력 경매시장을 열었다.¹⁴⁾

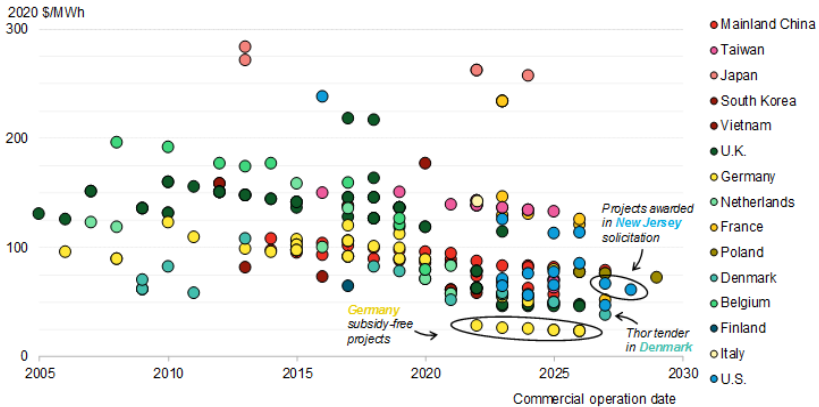
14) BNEF Wind Data, <https://www.bnef.com/interactive-datasets/2d5d59acd9000010?data-hub=23>, (최종접속일: 22.9.24.)

[그림 2-5] 세계 주요국 육상풍력 발전단가 추이



자료: BNEF(2022a, p.22)

[그림 2-6] 세계 주요국 해상풍력 발전단가 추이



자료: BNEF(2022b, p.4)

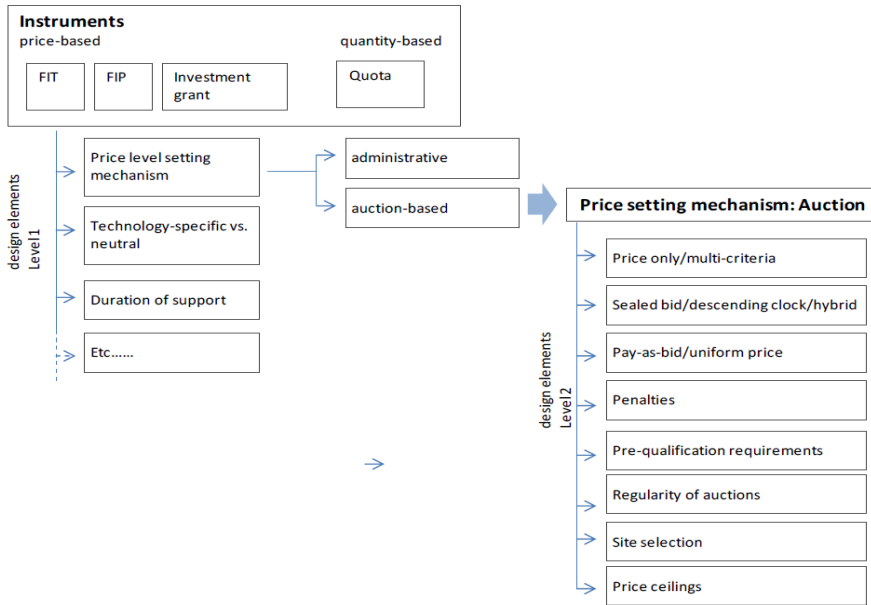
[그림 2-5]와 [그림 2-6]에 따르면, 지난 5년간, 경매시장을 통해 육상풍력의 발전단가는 하락하는 모습을 보였지만, 향후 5년에는 인플레이션, 원자재 가격상승, 부지확보, 전력망 연계 문제 등으로 육상풍력의 발전단가가 정체되는 모습을 보일 전망이다. 또한, 브라질에서는 경매보다 높은 가격을 받을 수 있는 PPA를 선호하면서 경매의 참여율이 하락하였다. 하지만, 해상풍력 발전단가는 해상풍력 개발이 증가하면서 규모의 경제 효과 등으로 향후 10년 동안에도 꾸준히 감소할 것으로 기대된다.

2.2. 경매 도입에 따른 재생에너지 지원제도 성격의 변화

재생에너지를 지원하는 제도는 크게 FiT/FiP(Feed-in-Premium)와 같은 가격기반 제도와 RPS(Renewable Portfolio Standard)와 같은 수량기반 제도로 나눌 수 있다. 가격기반 제도는 정부가 가격을 정하면, 시장에서 그 가격에 맞는 공급 수량이 정해지는 제도이다. 수량기반 제도는 정부가 수량을 정하면, 시장에서 그 수량에 맞는 가격이 정해지는 제도이다. 가격기반과 수량기반 제도 모두 재생에너지 보조금을 지원해주는 제도이다. FiT는 고정가격으로 재생에너지를 구매하는 제도이고, FiP는 전력판매가격에 더해 프리미엄을 제공하는 제도이다. RPS는 REC를 통해 재생에너지 전력에 보조금을 지원해주는 제도이다.

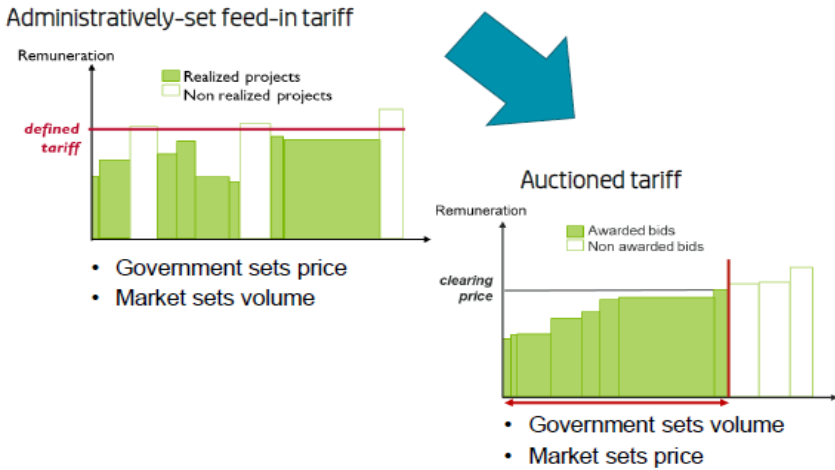
가격기반 제도인 FiT에서는 시행 초기에 정부가 구매하는 재생에너지 전력가격을 행정적으로 정했다. 하지만, 행정적 가격 결정은 정부 재정의 부담 증가와 높은 고정가격 책정에 따른 전력가격 상승 등으로 많은 문제를 발생시켰다. 이를 해결하기 위해 경매가 많은 국가에서 시행되었다. 즉, FiT 계약가격을 정부가 정하는 것이 아니라, 정부가 경매를 열어 낮은 FiT 계약가격을 제시하는 프로젝트에 대해 보조금을 지원하게 되었다. 경매에서 떨어진 프로젝트는 보조금을 지원받을 수 없게 된다. 경매의 도입은 FiT/FiP 제도 성격을 가격기반 제도에서 수량기반 제도로 전환한다. FiT/FiP를 도입한다고 해도 경매를 시행함에 따라, 정부의 정책 수단은 가격이 아닌 수량이 된다. 정부는 보급할 수량을 정하면 가격은 시장이 정해지는 수단으로 변하게 된다. RPS와 비슷한 보급제도로 변하게 된다.

[그림 2-7] 재생에너지 보급 제도 특징 분류



자료: AURES(2015, p.9)

[그림 2-8] 경매 도입에 따른 FIT 제도의 특징 변화



자료: Fabian Wigand(2020, p.8)

이러한 경매기반 FiT/FiP 제도가 갖는 RPS와 가장 큰 차이는 의무공급사의 존재 여부이다. 경매기반 FiT/FiP 제도에서는 의무공급자의 역할은 사라지고, 정부의 정책 목표는 공급의무비율 달성에서 전원믹스에서 재생에너지 목표 비중 달성으로 변화될 것이다. RPS 제도에서도 경매 또는 경쟁입찰은 시행될 수 있다. 미국도 RPS 제도 아래에서 해상풍력에 경쟁입찰을 도입하였고, 우리나라도 태양광과 풍력 보급에 경쟁입찰을 도입하고 있다. 우리나라의 경우 경쟁입찰을 통해 고정가격으로 재생 에너지를 보급하지만, 경매기반 FiT/FiP 제도와 달리 복잡한 가중치 체계를 유지한다는 점에서 또 다른 차이를 보인다.

제3장



주요국 풍력 경매제도

이 장에서는 주요 국가의 풍력 경매제도를 살펴볼 예정이다. 각 국가에서 육상풍력과 해상풍력은 자국 실정에 맞는 경매제도를 통해 보급된다. 한 국가 내에서도 육상과 해상 풍력 경매는 각기 다른 조건과 기준으로 시행되기도 한다.¹⁵⁾ 이 장에서는 국가 간, 육상과 해상 경매 간 비교 분석을 통해 풍력 경매제도의 특징을 비교 분석하여 주요 특징의 시사점을 도출할 것이다.

1. 독일

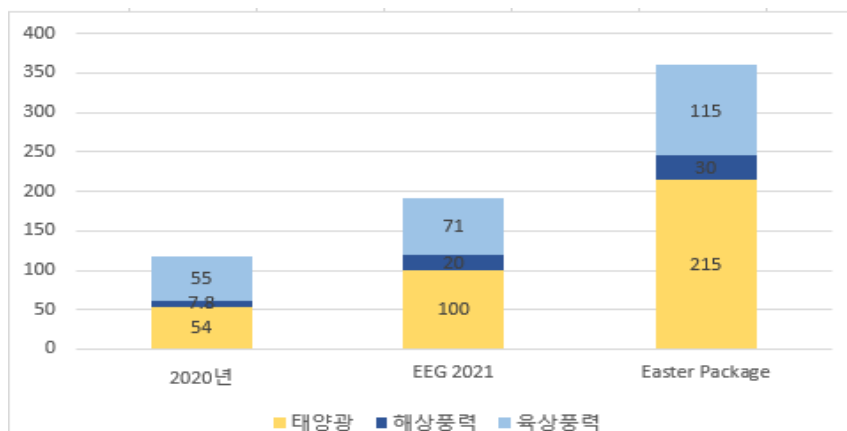
독일은 2000년 재생에너지법(Erneuerbare-Energien-Gesetz; EEG)을 통해

15) 이 장에 들어가기 앞서, 중요한 용어 정리가 필요하다. 민간주도 개발과 정부주도 개발, 다수경매와 단일경매에 대한 정의가 필요하다. 민간주도 개발이란 민간 재생에너지 발전사업자가 부지 선정에서부터 발전소 건설까지 민간주도로 개발하고 사업하는 형태이고, 일반적으로 다수경매(multi-unit)로 이루어진다. 정부주도 개발이란 정부가 부지선정, 사업을 위한 부지 자료제공, 인허가와 계통연계 문제 등을 해결하고 그 이후 발전소 건설까지는 민간이 개발하는 형태로, 일반적으로 단일경매(single-unit)가 이루어진다. 다수경매란 정부가 경매로 공급할 용량을 설정하면, 많은 사업자들이 경매에 참여하고, 정부는 가장 낮은 비용을 제시한 프로젝트 순서대로 공모한 용량만큼 프로젝트를 선정하는 경매제도이다. 단일경매란 정부가 경매를 통해 설비 용량에 맞는 프로젝트를 뽑는 것이 아니라, 정부가 선정한 부지의 사업권을 경매하는 것이다. 단일경매에서는 가장 낮은 비용을 제시한 단 하나의 사업자가 그 부지의 개발권을 갖는다.

FiT를 도입하면서 재생에너지 보급 확대를 도모하였다.¹⁶⁾ 독일은 FiT의 도입으로 전기요금 상승과 그에 따른 일반 가정의 경제적 부담 증가와 기업의 경쟁력 저하를 경험하였다.¹⁷⁾ 초기의 FiT 제도 도입에 따른 부작용을 줄이기 위해, 독일의 경매 제도는 2016년 6월 재생에너지법(EEG 2017)을 개정하여 2015년 태양광 시범 경매 도입을 시작으로, 2017년 육상풍력과 해상풍력까지 그 범위를 확대하면서 본격적으로 시행하였다.¹⁸⁾ 독일은 경매제도를 통하여, i) 발전사업자들 간 경쟁을 통해 발전설비에 대한 지원수준 결정, ii) 보급 목표 달성을 위한 발전용량 확대, iii) 경매 참여자의 다양성 확대라는 목표를 달성하고자 하였다.¹⁹⁾

독일은 자국의 재생에너지 목표를 달성하기 위해 경매물량을 법으로 정하였다. 최근 러시아-우크라이나 사태에 대응하고자 2022년 4월 발표된 에너지법 개정안(Easter Package)을 발표하면서 재생에너지 목표를 상향 조정하였다.

[그림 3-1] EEG 2021과 Easter Package의 '30년 태양광, 풍력 보급 목표 비교



자료: Kerstine Appunn(2021.12.08.) What does the coalition deal mean for renewables, coal and the power market in Germany?, <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/what-does-coalition-treaty-mean-renewables-coal-and-power-market-germany>, (최종접속일: 22.9.14.)

16) Futurepolicy.org 홈페이지

<https://www.futurepolicy.org/climate-stability/renewable-energies/the-german-feed-in-tariff/> (최종접속일: 2022.9.27.)

17) 이상호(2019.03.08.) 주요국의 신재생에너지 지원 정책 동향, 전기저널,

<http://www.keaj.kr/news/articleView.html?idxno=2628> (최종접속일: 2022.9.27.)

18) 조상민(2020.05) RPS 정책평가 및 제도개선 방안 연구, 산업통상자원부, P.11

19) 조상민(2020.05) RPS 정책평가 및 제도개선 방안 연구, 산업통상자원부, P.11

Easter Package에서는 2030년 총 전력 소비의 80% 2035년 총 전력 소비의 대부분을 재생에너지로 공급하겠다는 정책 목표를 제시하였다. 육상풍력은 매년 10GW씩 2030년까지 115GW를 보급하고, 특히 해상풍력은 발전시설 신규 공모 확대, 규제 완화, 차액결제 계약 도입 등을 통해 2030년 30GW, 2045년 70GW로 보급을 확대하기로 하였다. 이러한 Easter Package 발표로 독일 풍력의 매년 경매 물량도 조정될 것으로 보인다.²⁰⁾

1.1. 육상풍력 경매

독일의 풍력 경매물량은 법령으로 정한다. 또한, 풍력 생산과 전력 소비 지역의 불일치를 해결하기 위해 풍력자원이 적은 남부 독일에서 풍력 확대를 장려한다. 중부 지역의 전력공급 병목 현상을 완화하기 위하여 개정된 EEG에서는 “남부 할당량”을 도입하였으며 육상풍력 입찰에서는 2022년에서 2023년까지 전체물량의 15%, 2024년부터는 전체의 20%를 남부 지역에 할당하였다.²¹⁾

연방네트워크규제청(BNetzA)은 재생에너지 발전설비의 승인 및 가동이 모두 보고 되는 발전시장관리시스템(Marktstammdatenregister)을²²⁾ 관리하며, 배전망운영자(distribution system operator; DSO)는 낙찰자를 위한 계약상 상대방 역할 즉, 재생에너지 발전사업자와 계약을 체결하고 지원 비용을 지불하는 상대방이 된다.

경매에 낙찰된 육상풍력의 계약은 20년이고, 지원체계는 변동형 FiP 제도이다.²³⁾ 모든 입찰설비들은 입찰 기간 4주 전에 허가관청으로부터 연방환경오염방지법에 따른 허가를 받아야 하고, 발전시설의 구체적인 위치뿐만 아니라 입찰채권, (예비) 구역 설정 승인 등 프로젝트 실현가능성에 대한 증빙도 제공해야 한다.²⁴⁾ 독일의 연방네트워크규제청(Bundesnetzagentur; BNetzA)은 입찰자의 사전자격 요건 충족 여부를 확인하고 상한가격을 초과하거나 첫 번째 입찰보증금(1kW당 30유로)을 제출하지 않은 입찰자를 탈락시킨다.²⁵⁾

20) Kerstine Appunn(2021.12.08.) What does the coalition deal mean for renewables, coal and the power market in Germany?, Clean Energy Wire(최종접속일: 22.9.14.)

21) Kerstine Appunn(2021.04.23.) What's new in Germany's Renewable Energy Act 2021, Clean Energy Wire, <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/whats-new-germanys-renewable-energy-act-2021> (최종접속일: 2022.9.27.)

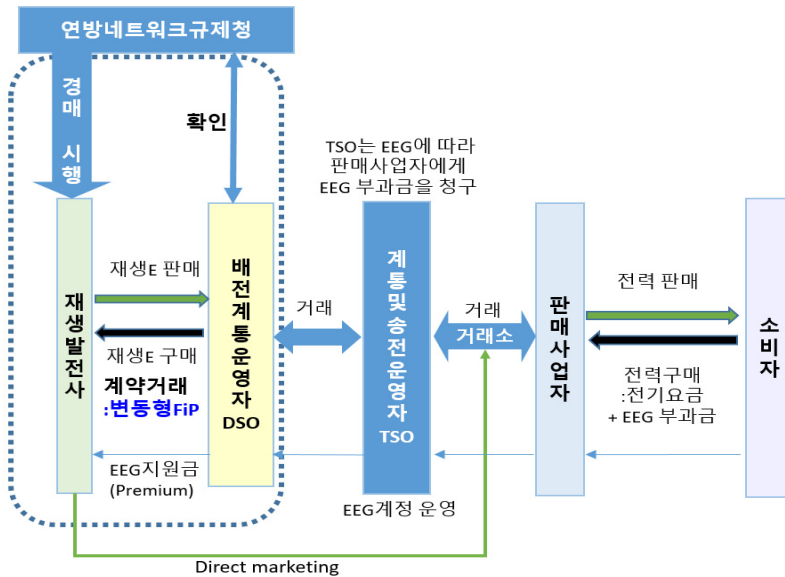
22) 소위 Marktstammdatenregister

23) AURES(2015b) Auctions for Renewable Energy Systems in Germany: Pilot scheme for ground-mounted PV, p.6,

24) 독일의 Renewable Energy Ordinance 3절 공개입찰 내용 참조

25) 조상민(2020.05) RPS 정책평가 및 제도개선 방안 연구, 산업통상자원부, P.13

[그림 3-2] 독일의 경매제도 구조



자료: 조상민(2021, p.28)

연방네트워크규제청은 입찰된 권리행사가격을 낮은 가격에서 높은 가격 순으로 배열하여 입찰을 시작하고 동일한 입찰값에 대해서는 입찰량에 따라 오름차순으로 배열한다. 가격순으로 배열된 입찰물량의 합이 정부의 공고된 경매물량과 같아지는 점에서 청산가격(clearing price)이 정해진다. 입찰값과 입찰량이 둘 다 동일할 경우, 낙찰을 결정하기 위해 제비뽑기를 한다.²⁶⁾ 연방네트워크규제청은 지역에 따라 바람의 품질이 다른 점을 고려하여 다양한 지역에서 육상풍력을 보급하기 위해 프로젝트별 입찰가에 조정계수를 적용하는 방식을 사용한다.²⁷⁾

육상풍력의 상한가격은 2021년 기준 €60/MWh로, 해당 가격은 2022년부터 전년도의 최대값 대비 매년 2%씩 감소하고 소수점 두 자리로 반올림한다고 재생에너지법에 명시되어 있다.²⁸⁾

26) 조상민(2020.05) RPS 정책평가 및 제도개선 방안 연구, 산업통상자원부, P.13

27) BNEF 홈페이지, <https://www.bnef.com/policy/5439> (최종접속일: 2022.9.24.)

28) Craig Richard(2021.06.15.) German wind auction reaches 1GW for first time since 2017, WINDPOWER MONTHLY, <https://www.windpowermonthly.com/article/1719222/german-wind-auction-reaches-1gw-first-time-2017> (최종접속일: 2022.2.12.)

낙찰이 공지되고 30개월까지 해당 설비가 운영되지 않으면 그 효력이 상실되지 만, 기한이 지나기 전에 18개월 내에서 기한 연장 신청을 할 수 있다.²⁹⁾ 육상풍력 의 입찰주기는 2월, 5월, 9월에 시행될 예정이다.³⁰⁾

〈표 3-1〉 독일의 육상풍력 경매 제도

구분	내용	구분	내용
입찰물량 설정방법	법령으로 설정	평가지표	가격
계약기간	20년	입찰주기	연 3 회 (2월, 5월 9월 개최 예정)
계약방법	변동형 FiP*	실현 기간	낙찰 공지후 30개월 이내
입찰방식	봉인입찰	미준공 패널티	○

자료: 저자 작성

* 변동형 FiP: 재생에너지 발전사업자는 전력판매가격+프리미엄을 받으며, 프리미엄이 변동하는 제도임. 프리미엄은 발전사업자와 정부 간 체결되는 계약가격과 정부가 정하는 참조가격의 차로 정해짐.

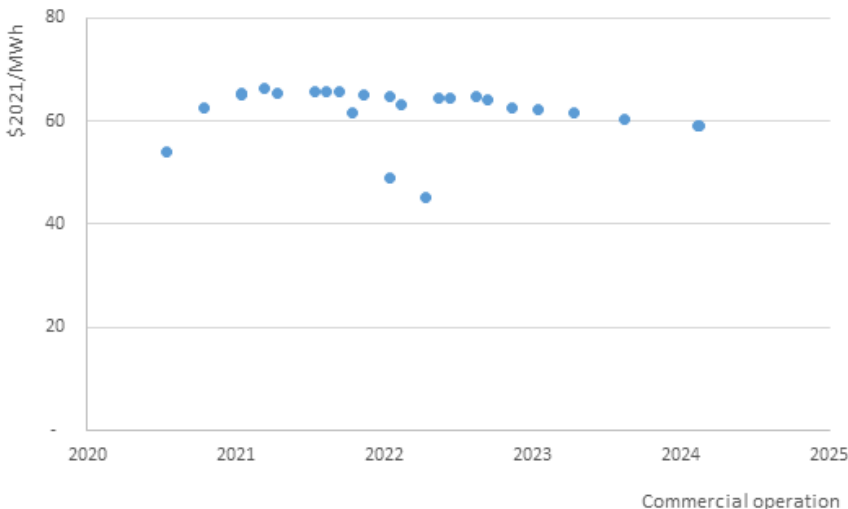
[그림 3-3]은 독일 육상풍력 경매 결과로 상업일 기준 가중평균 낙찰가격을 나타 낸다. 그림을 보면 육상풍력 경매 결과는 꾸준히 하락하는 추세를 보인다. 다만 2020년 8월, 2022년 2월과 5월에 상업운영 개시되는 경매의 결과가 각각 54.1달 러/MWh, 49.0달러/MWh, 45.2달러/MWh로 추세보다 낮은 낙찰가격을 보이는데, 이는 독일의 2~4회차 육상풍력 경매 결과이다. 이후 경매 낙찰가격이 상승한 이유 중 하나는 좋은 부지 부족으로, 최근 들어 유럽의 육상풍력 설비는 저풍속 소규모 단지에 설치되는 경향이 있어서 낙찰가격이 상승한 것으로 보인다.³¹⁾

29) 독일의 Renewable Energy Ordinance 3절 공개입찰 내용 참조

30) BNEF홈페이지, <https://www.bnef.com/Policy/5439/> (최종접속일: 2022.2.12.)

31) BNEF(2022a) 1H 2022 Global Wind Market Outlook 내용 참고하여 저자 작성

[그림 3-3] 독일 육상풍력 경매 결과 (가중평균 가격)



자료: BNEF(2022b) 1H 2022 Global Wind Market Outlook Data 활용하여 저자 작성

1.2. 해상풍력 경매³²⁾

해상풍력의 경매 입찰물량은 육상풍력 경매와 마찬가지로 법령으로 정해져 있다. 해상풍력 입찰물량은 2021~2022년에 연간 940MW, 2023년 900MW, 2024년 2,900MW, 2025년 4,000MW로 법령에 정해져 있으나 Easter Package 발표로 수정될 것으로 보인다.³³⁾

해상풍력의 개발주체는 육상풍력과 달리 민간주도가 아니라 정부주도이다. 법령에 의해 '연방해양수로국(Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie)'에서 부지선정을 위한 전체적인 절차를 주관한다. 연방해양수로국은 부지에 대한 예비조사를 시행하고 청문회를 개최한 뒤 최종 부지를 확정한다. 예비조사 과정에서 지질조사와 풍황조사 등은 입찰을 통해 외부 업체가 맡는다. 최종부지가 확정되면, 정부에서는 부지 및 프로젝트 용량 선택, 전력망 연계, 입찰자에게 사전개발 정보 등을 제공하고 해당 부지를 경매에 부친다. 개발자들은 사전조사된 부지를 개발할 수 있는 권리를 입찰하고, 입찰에 성공하면 개발 허가권 및 해안에 대한 계통연계 허가권을

32) 해당 내용은 BNEF(2021b) The Offshore Wind Auction Boom 보고서 내용을 바탕으로 작성되었음.

33) BNEF(2021b, p.15)

획득함과 동시에 보조금을 받을 수 있다.

해상풍력의 계약기간은 육상풍력과 동일한 20년으로 환경허가권을 획득하여야 경매에 참여할 수 있으며, 낙찰받을 시 변동형 FiP 형태로 계약한다.³⁴⁾ 경매 낙찰 평가지표는 최저가격이며, 국산부품 사용요건을 따로 정하지 않는다.³⁵⁾ 해상풍력의 최대 입찰 상한가격은 2021년 7.3유로센트/kWh이며, 2022년 6.4유로센트/kWh, 2023년 6.2유로센트/kWh로 매년 감소할 예정이다.³⁶⁾ 2017년에 시행된 과도기 경매에서는 최저 낙찰가격을 정하였다.³⁷⁾ 독일의 계통연계 책임은 정부에게 있으며, 개발자의 프로젝트 범위는 발전시설까지이다.

경매에서 낙찰된 사업은 5년 이내에 해상풍력 운영을 시작해야 하며, 중요 단계에서 진행이 되지 않으면 낙찰 및 재정보증이 철회된다. 입찰주기는 연간 1회로 9월에 개최된다.³⁸⁾

〈표 3-2〉 독일의 해상풍력 경매 제도

구분	내용	구분	내용
입찰물량 설정방법	법령으로 설정	계통연계 책임	정부
개발주체	정부	평가지표	가격
계약기간	20년	미준공 패널티	○
계약방법	변동형 FiP	입찰주기	연 1회 (9월 개최)

자료: 저자 작성

독일 정부는 정부주도의 해상풍력 경매를 도입하기에 앞서 기존 사업자의 반발을 고려하여 ‘과도기 경매(transitional auction)’를 시행하였고 ‘step-in 권리’ 제도를 운영하는 것이 특징이다.

34) Ascherfeld 외(2022) CFD regime for offshore wind in Germany, Allen and Overy, p.1

35) 독일의 해상풍력발전 및 진흥에 관한 법률(해상풍력법-WindSeeG) 제 34조
(<https://www.gesetze-im-internet.de/windseeg/BJNR231000016.html#BJNR231000016BJNG000700000>)

36) Montel(2021.04.19.) Auction rule may hinder German offshore competition - expert,
<https://www.montelnews.com/news/1212844/auction-rule-may-hinder-german-offshore-competition-expert>
(최종접속일: 2022.9.27.)

37) BNEF 홈페이지, <https://www.bnef.com/Policy/4793/> (최종접속일: 2022.2.12.)

38) BNEF 홈페이지, <https://www.bnef.com/Policy/4793/> (최종접속일: 2022.2.12.)

과도기 경매란 민간주도로 개발된 해상풍력으로 사업 승인을 받았으나 가동개시 이전의 프로젝트를 대상으로 2017년 상반기와 하반기에 각각 1.55GW의 경쟁입찰을 시행한 경매이다. 처음에는 각각 1.46GW 경매를 운영할 예정이었으나, 추가 논의 후에 1.55GW로 상향되었다. 경매에서 낙찰된 프로젝트는 20년 동안 보조금을 받으면, 처음 12년 동안은 낙찰된 가격(winning bid)으로 계약하고, 남은 8년 동안은 39유로/MWh를 지원받는다. 과도기 경매에서 낙찰된 프로젝트는 2025년 이전에 시운전을 완료해야 한다.³⁹⁾

〈표 3-3〉 독일 정부주도 경매 도입 주요 타임라인

날짜	주요 내용
2015년 7월	독일연방경제에너지부(Federal Ministry for Economic Affairs and Energy)는 정부주도 경매 시행 가능성 발표하면서, 해당 경매 방식이 승인되면 2016년 말부터 정부주도 경매 시행 가능성 시사
2016년 4월	독일연방경제에너지부는 과도기 경매(2회, 각 1.46GW) 시행 예정 발표
2016년 7월	해상풍력법의 최종 변경으로 과도기 경매 규모 각각 1.55GW로 수정
2016년 8월	과도기 경매에서 입찰 조건을 갖춘 신규 프로젝트 선정 마감
2016년 11월	연방해양수로국(Federal Maritime and Hydrographic Agency)은 입찰 조건을 갖추어 과도기 경매에 참여 가능한 프로젝트 이름과 장소 공시
2017년 4월, 2018년 3월	1차와 2차 과도기 경매 시행, 결과발표
2021년 9월	최초의 정부주도 경매 시행 *경매 진행은 Federal Network Agency 주관

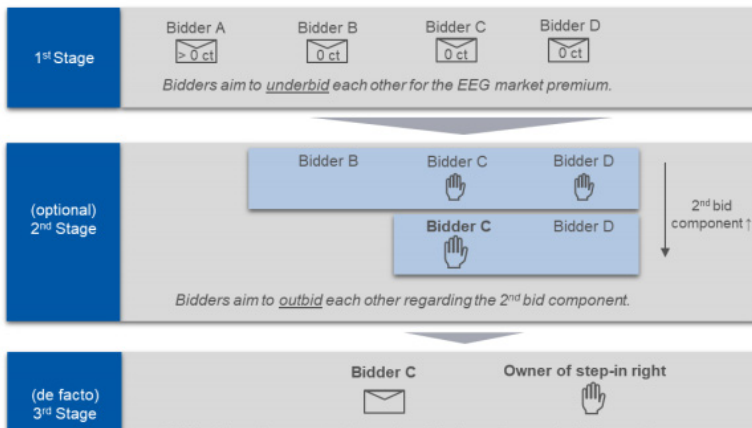
자료: 저자작성

‘Step-in 권리’는 정부주도 경매 아래에서 입찰부지를 개발하던 기존의 개발자가 낙찰자의 입찰가를 제시하여 낙찰권을 가지고 올 수 있는 권리를 의미한다. 독일은 정부주도 해상경매를 도입하면서 부지를 선정하였는데, 이 과정에서 민간사업자가 개발허가권을 받은 부지가 포함되었다. 정부는 이러한 부지의 해상풍력 경매를 시행할 경우, 경매를 통해 가장 최저가를 제출한 발전사업자를 선정하고, 이후 해당 부지에 대한 개발권을 가진 사업자에게 낙찰가에 사업을 할지 문의하게 되는데, 만약

39) BNEF 홈페이지, <https://www.bnef.com/Policy/4793/> (최종접속일: 2022.2.12.)

기개발권을 가진 사업자가 낙찰가를 받고 사업을 하겠다고 하면 해당 부지의 사업 권은 기개발권을 가진 사업자에게 넘어간다. 독일 정부는 기존 사업구역을 포함하여 입찰지역을 선정함과 동시에, 기존 사업자가 해당 입지에 대해 수집한 데이터를 제공해야 하므로 이에 대한 보상으로 Step-in 권리를 도입하였다. 해당 권리는 독일 해상풍력발전 및 진흥에 관한 법률에 따라 2030년 12월 31일까지 보장되며, 기개발권을 가진 사업자는 해당 부지 관련 문서 및 정보를 정부에 제공해야 한다. 낙찰 예정자 발표 후 해당 월말까지 기존 사업자는 Federal Network Agency에 Step-in 권리를 통지해야 한다. 현재 ‘Step-in 권리’가 보장된 인정되는 경매 부지는 6개부지, 3.2GW 규모로 한정되어 있으며, 2023년까지 순차적으로 경매를 진행할 예정이다.⁴⁰⁾⁴¹⁾⁴²⁾

[그림 3-4] Step-in 권리 개념



자료: AURES //(2020) Auctions for Renewable Energy Support //(Regional Workshop 4) ppt 자료, p.60, https://www.strommarkttreffen.org/2020-06-26_Strommarkttreffen-AURES_4th_Regional_Workshop-Renewable_Energy_Auctions.pdf (최종접속일: 2022.9.27.)

독일 해상풍력 경매 결과는 <표 3-4>와 같다. 2022년 상반기 기준 2번의 과도기 경매와 1번의 중앙 경매가 이루어졌으며, 낙찰가는 부지에 따라서 23.52달러/MWh~54.63달러/MWh로 차이가 있다.⁴³⁾ 해상풍력은 부지의 특성이 다양하여 해

40) BNEF 홈페이지 (<https://www.bnef.com/policy/4793>)

41) 독일 해상에너지법 Section4, 39번 참고

42) Koch, Neumann and Lovells(2021.05.04.) 2021 Offshore Wind Auction in Germany, JDSUPRA, <https://www.jdsupra.com/legalnews/2021-offshore-wind-auction-in-germany-9129239/> (최종접속일: 2022.2.28.)

당 경매 결과만을 가지고 가격을 추이를 설명하기는 어렵다. 다만, 독일 정부의 의지와 기술개발 등을 고려할 때 앞으로 가격 하락 가능성은 충분한 것으로 보인다.

〈표 3-4〉 독일 해상풍력 경매 결과

프로젝트 이름	낙찰가 (USD/MWh)	운영개시일(예정)	경매 구분
Orsted Gode Wind III Offshore Wind Farm	51.45	2024	DE_Transitional Auction I
Orsted Borkum Riffgrund III Offshore Wind Farm	24.51	2025	DE_Transitional Auction I
EnBW He Dreiht Offshore Wind Farm	24.51	2025	DE_Transitional Auction I
Iberdrola Baltic Eagle Offshore Wind Farm	54.63	2024	DE_Transitional Auction II
Veja Mate Offshore Wind	25.93	2024	DE_Transitional Auction II
RWE North Sea Offshore Wind Farm	23.52	2026	DE_Centralized Auctions
Northland Nordsee II Offshore Wind Farm	23.52	2026	DE_Centralized Auctions
Iberdrola Windanker Offshore Wind Farm	23.52	2026	DE_Centralized Auctions

자료: BNEF(2022a) 1H 2022 Global Offshore Wind Market Outlook Data

2. 영국

영국은 2011년 전력시장개혁(EMR)을 통해 발전시장의 탈탄소화를 촉진하기 위하여 RO(Renewables Obligation)를 2017년에 종료하고 발전차액계약제도(Contract for Difference; CfD)를 한다고 발표하였다.⁴⁴⁾ 제도 전환을 통해 대규모 태양광(>5MW)은 2015년 4월부터 RO 지원제도에서 제외되며, 육상풍력은 2016년 제외되었다. 영국은 2017년 CfD 시행을 앞두고, 2014년 말 제1차 재생에너지 경매

43) BNEF(2022a) 1H 2022 Global Offshore Wind Market Outlook Data

44) Department of Energy & Climate Change(2012, p.8, p.34)

(AR1)가 진행하였으며, 육상풍력 482MW와 해상풍력 1,162MW가 낙찰되었다.⁴⁵⁾

〈표 3-5〉 영국 AR1 경매시장 입찰 결과

기술구분	프로젝트	개발자	낙찰용량	입찰가	가동 연도
ACT	BHEG Walsall	BH EnergyGap (Walsall) Ltd	26	114.39	2018-2019
	Energy Works (Hull)	Energy Works (Hull) Limited	25	119.89	2017-2018
	Enviroparks Hirwaun Generation Site	Enviroparks Operations Ltd	11	119.89	2017-2018
폐기물 CHP	Wren Power and Pulp	Gent Fairhead & Co. Ltd	49.75	80	2018-2019
	K3 CHP Facility	Wheelabrator Technologies	45	80	2018-2019
해상풍력	EA 1	Scottishpower Renewables (UK)	714	119.89	2017-2018
	Near na Gaoithe	Mainstream Renewable Power	448	114.39	2018-2019
육상풍력	Dorenell Wind Farm	Infinergy	177	82.5	2018-2019
	Kype Muir Wind Farm	Banks Renewables	104	82.5	2018-2019
	Clocaenog Forest Wind Farm	RWE Innogy UK Limited	96	82.5	2018-2019
	Middle Muir Wind Farm	Banks Renewables	60	82.5	2018-2019
	Brenig Wind Farm - Brenig Wind	Brenig Wind Limited	45	79.23	2016-2017

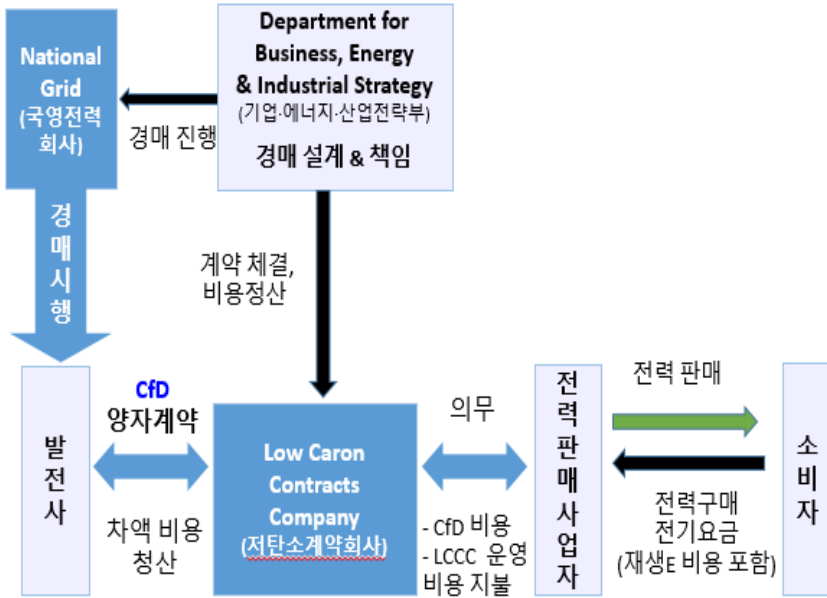
자료: 1) AURES(2019, UK, p.20~21)

45) AURES(2019, UK, p.6, pp.20~21.)

영국은 기업·에너지·산업전략부(Department for Business, Energy and Industrial Strategy, BEIS)가 경매제도의 설계와 책임을 지닌다. 경매의 주관과 진행은 국영전력회사(National Grid)가 담당하고, BEIS 산하의 저탄소계약회사(Low Carbon Contract Company; LCCC)가 저탄소 발전사업자(재생에너지 및 원자력)와 계약한다. 영국의 재생에너지 지원체제는 CfD(Contract for Difference)계약이다. CfD란 전력판매가격이 계약한 가격보다 낮을 시, 그 차액을 지원해주는 제도로, 만약 전력판매가격이 계약가격보다 높을 경우에는 추가 이득을 정부에 반납해야 한다. 영국의 CfD 제도는 자격요건을 갖춘 재생에너지 발전사업자가 LCCC와 민간계약으로 차액결제 계약을 체결하는 제도이다. CfD 관련 비용은 영국의 전력판매사에게 지불 받으며, 전기판매사는 LCCC의 운영비용도 지불한다. CfD 계약은 전력요금을 통해 재원을 마련하기 때문에 재무부가 재생에너지 발전에 지원되는 금액이 일정 금액을 초과하지 않도록 규제하는 부담금 조정 프레임워크(Levy Control Framework; LCF)를 적용하여 제어한다.⁴⁶⁾

46) 영국경제에너지산업부(Department for Business, Energy & Industrial Strategy) 정책자료. 2022.05.13. Contracts for Difference,. <https://www.gov.uk/government/publications/contracts-for-difference/contract-for-difference>, (최종 접속일: 2021.08.03.)

[그림 3-5] 영국의 경매제도 구조



자료: 조상민(2021, p.29)

2.1. 육상풍력 경매

영국의 경매 입찰물량은 예산계약으로 설정된다. 경매에 대한 엄격한 예산 제약이 주어져 기술군별로 상이한 예산이 배정되고, 경매에서 다양한 기술이 공정한 기회를 보장받기 위해 특정 기술에 대한 용량의 최소, 최대치가 설정된다. '21년 경매 4차 라운드에서는 해상 풍력의 경우 제한이 없었지만, 육상 풍력 및 태양광 입찰은 최대 낙찰 용량 3.5GW로 제한되었다.⁴⁷⁾ 경매 대상은 용량(MW)으로 모든 재생에너지원이 대상 기술이고 기술 차별은 기술의 성숙도에 따라 성숙 기술(Pot1)과 미성숙 기술(Pot2)로 분류된다. 해상풍력은 Pot3에 속한다.⁴⁸⁾

47) WindEurope, <https://windeurope.org/newsroom/news/uk-launches-largest-ever-renewable-energy-auction/> (최종접속일: 2022. 2. 12.)

48) Pot1에는 태양광(5MW 초과), 육상풍력(5MW 초과), 폐기물에너지(CHP), 매립지가스, 수력(5MW 초과, 50MW 미만), 하수가스가 포함되고, Pot2에는 ACT, AD, 바이오매스(CHP), 부력식 해상풍력, 원거리 섬에 설치한 풍력(remote Island Wind, 5MW 초과), 파력, 조력 등이 포함됨.

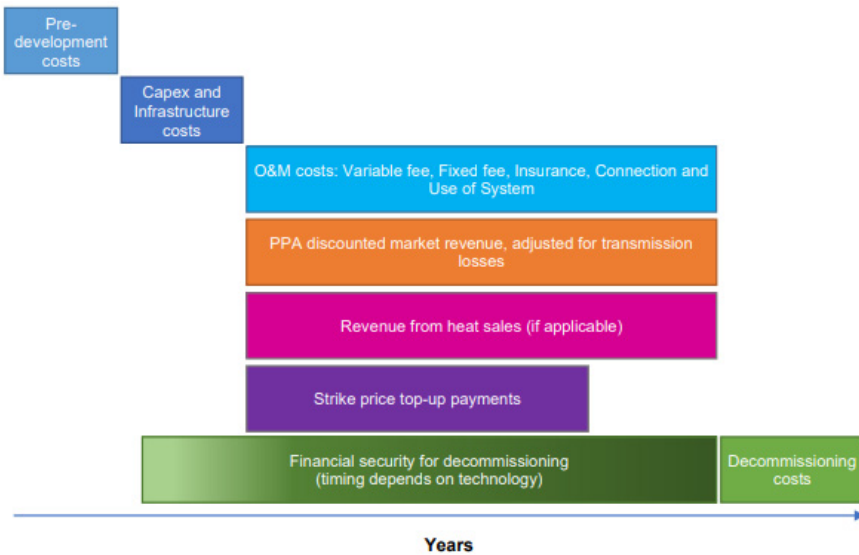
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1036438/cfd4-allocation-budget-notice.pdf

〈표 3-6〉 영국의 풍력경매 제도

구분	내용	구분	내용
입찰물량 설정방법	법령으로 설정	평가지표	가격 및 비가격
계약기간	15년	입찰주기	2년 마다
계약방법	CfD	실현 기간	낙찰 공지후 2~3년 이내
입찰방식	봉인입찰	미준공 패널티	0

자료: 저자 작성

[그림 3-6] 권리행사가격 설정 시 고려요소



자료: 영국경제에너지산업부(Department for Business, Energy & Industrial Strategy) 정책자료, 2021.09, Contracts for Difference.

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1016681/cfd-ar4-asp.pdf, (최종접속일: 2022.2.12.)

원별 기술에 대한 최소 예산, 용량과 행정상 권리행사가격이 발표되면 입찰자는 용량, 권리행사가격과 실현 시기의 정보를 담은 입찰서를 제출한다. 특정 기술에 대하여 최소용량이 배정되었을 경우, 입찰한 권리행사 가격에 따라 순위가 결정되고 최소 용량까지 계약이 체결된다. 최소 용량을 넘어서는 입찰 사업자들은 기술 중립적으로 해당 기술군에서 낮은 가격 순으로 순위가 매겨지고 각 해당 연도의 예산이 허용하는 수준까지 계약이 체결된다.

〈표 3-7〉 영국, AR4 예산 공지

	년도					
	23/24	24/25	25/26	26/27	27/28	28/29
총 예산 (백만£, 11/12 가격)	10	10	285	285	275	275
Pot 1	10	10	10	10	-	-
Pot 2			75	75	75	75
부유식 해상 풍력 최소액			24	24	24	24
조력 최소액			20	20	20	20
Pot 3			200	200	200	200

자료: 영국경제에너지산업부(Department for Business, Energy & Industrial Strategy) 정책자료, 2021.11.25. Contracts for Difference (CfD)
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1036438/cfd4-allocation-budget-notice.pdf, (최종접속일: 2022.8.3.)

육상풍력 경매의 상한가격은 '21년 4차 라운드 5MW 기준, £53/MWh이다.⁴⁹⁾ 육상풍력의 경매주기는 연간 1회이다.⁵⁰⁾

경매에 낙찰된 사업자는 15년간의 CfD 계약을 체결한다. CfD의 가격결정방식은 균등가격 방식을 따르기 때문에 각 연도에 낙찰된 입찰가격 중 가장 높은 가격이 모든 프로젝트에 적용된다.⁵¹⁾ 경매에 낙찰되었으나 계약을 체결하지 않을 경우, 혹은 계약이 체결되었으나 프로젝트를 적시에 이행하지 못하거나 계획된 단계별 이정표(계획)를 충족시키지 못했을 경우, 해당 사업자는 경매 참여가 제한된다.

49) https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1016681/cfd-ar4-asp.pdf (최종접속일: 2022.2.12.)

50) <https://www.bnef.com/policy/1069> (최종접속일: 2022.2.13.)

51) AURES(2019, UK, p.17)

〈표 3-8〉 육상풍력 경매 결과

라운드	프로젝트	개발자	낙찰 용량	입찰가 2012년 가격	가동 연도
AR1 (14.10~ 15.3)	Dorenell Wind Farm	Infinergy	177	82.5	2018-2019
	Kype Muir Wind Farm	Banks Renewables	104	82.5	2018-2019
	Clocaenog Forest Wind Farm	RWE Innogy UK Limited	96	82.5	2018-2019
	Middle Muir Wind Farm	Banks Renewables	60	82.5	2018-2019
	Brenig Wind Farm - Brenig Wind	Brenig Wind Limited	45	79.23	2016-2017
AR4* (21.12~ 22.7)	Cumberhead West	CUMBERHEAD WEST WIND FARM LTD.	119.70	42.47	2024/25
	Arecleoch Wind Farm Extension	SCOTTISHPOWER RENEWABLES (UK) LIMITED	74.10	42.47	2024/25
	Kilgallioch windfarm extension	SCOTTISHPOWER RENEWABLES (UK) LIMITED	51.30	42.47	2024/25
	Stranoch Wind Farm	STRANOCH WINDFARM LIMITED	99.96	42.47	2024/25
	North Kyle Energy Project	NORTH KYLE WIND FARM LIMITED	212.00	42.47	2024/25
	Hagshaw Hill Repowering	HAGSHAW HILL REPOWERING LTD	79.80	42.47	2024/25
	Broken Cross Wind Farm	BROKEN CROSS WIND FARM LIMITED	48.00	42.47	2024/25
	Douglas West Extension	DOUGLAS WEST EXTENSION LTD	71.50	42.47	2024/25
	High Constellation Wind Farm	HIGH CONSTELLATION WINDFARM LIMITED	50.00	42.47	2024/25
	Chirmorie Wind Farm	CHIRMORIE WIND FARM LIMITED	81.60	42.47	2024/25

자료: 영국 육상 풍력 경매 결과,

<https://www.gov.uk/government/publications/contracts-for-difference/contract-for-difference#the-second-cfd-allocation-round-ar2>, AR 4 육상풍력은 모두 스코틀랜드 지역에서 낙찰(정책적 목적) (최종접속일: 2022.9.15.)

2.2. 해상풍력 경매

영국은 해상풍력을 '30년까지 30GW 보급하려고 하였지만, 러시아-우크라이나 사태 이후, '22년 4월, 영국에너지안보전략(British Energy Security Strategy)을 발표하면서 '30년까지 50GW 보급 확대하기로 하였다. 이 중 5GW는 부유식으로 보급할 계획을 세웠다.⁵²⁾

일반적인 풍력경매 절차는 육상풍력과 동일하다. 하지만, 영국의 해상풍력의 입지 선정은 영국의 대륙붕의 소유권은 영국 왕실에 있기 때문에 영국왕립토지위원회에 의해 이루어진다. 영국왕립토지위원회가 해상풍력단지 조성계획을 발표하고 경쟁 입찰 방식으로 해상풍력 사업자에게 대륙붕 사용권과 개발권을 임대한다. 해상풍력 발전기업은 자체 그리드 디자인한 다음 이를 스스로 건설하여 OFTO(Offshore Transmission Operator)로 이전하거나, OFTO가 자산을 구축하도록 허용할 수 있다.

영국의 경매 시스템은 영국의 산업전략, 특히 전략의 핵심 부분인 해상풍력에 중점을 둔 산업전략과 밀접하게 연계되어 있다. 영국의 해상풍력 경매에 참여하기 위해서는 먼저 정부가 제시하는 자격요건인 공급망 계획(Supply Chain Plan)을 만족하여야 한다. 공급망 계획에서는 녹색성장(Green Growth), 숙련된 노동자(Skills) 부문에서 영국의 부품 사용과 고용창출을 고려해야 한다. 영국은 30년까지 UK content 비율을 60%로 증가 계획을 세웠지만, WTO의 제소를 받은 상황이다.⁵³⁾

52) HM Government(2022, p.16.)

53) Financial Times 보도자료. 2022.03.28. EU confronts UK on wind turbines in first WTO dispute since Brexit, <https://www.ft.com/content/13a158ec-0664-431d-952b-d50e5eaa3cfc>, (최종접속일: 2022.8.15.)

〈표 3-9〉 해상풍력 경매 결과

라운드	프로젝트	개발자	낙찰 용량	입찰가 2012년 가격	가동 연도
AR1 (14.10~ 15.3)	EA1	Scottishpower Renewables(UK) Limited	714	119.89	2017-2018
	Nearat na Gaoithe	Nearat na Gaoithe Offshore Wind Limited	448	114.39	2018-2019
AR2 (17.3~ 17.9)	Triton Knoll Offshore Wind Farm	Triton Knoll Offshore Wind Farm Limited	860	74.75	2021-2022
	Hornsea Project 2	Breesea Limited	1,386	57.50	2022-2023
	Moray Offshore Windfarm(East)	Moray Offshore Windfarm(East) Limited	950	57.50	2022-2023
AR3 (19.5~ 19.9)	Doggerbank Creyke Beck A P1	Doggerbank Offshore Wind Farm Project1 Projco Limited	1,200	39.650	2023-2024
	Doggerbank Creyke Beck B P1	Doggerbank Offshore Wind Farm Project2 Projco Limited	1,200	41.611	2024-2025
	Doggerbank Teeside A P1	Doggerbank Offshore Wind Farm Project3 Projco Limited	1,200	41.611	2024-2025
	Forthwind	Forthwind Limited	12	39.650	2023-2024
	Seagreen Phase 1	Seagreen Wind Energy Limited	454	41.611	2024-2025
	Sofia Offshore Wind Farm Phase 1	Sofia Offshore Wind Farm Limited	1,400	39.650	2023-2024
AR4 (21.12~ 22.7)	Inch Cape Phase 1	INCH CAPE OFFSHORE LIMITED	1080	37.35	2026-2027
	EA3, Phase 1	EAST ANGLIA THREE LIMITED	1372	37.35	2026-2027
	Norfolk Boreas (Phase 1)	NORFOLK BOREAS LIMITED	1396	37.35	2026-2027
	Hornsea Project Three Offshore Wind Farm	ORSTED HORNSEA PROJECT THREE (UK) LIMITED	2852	37.35	2026-2027
	Moray West Offshore Wind Farm	MORAY OFFSHORE WINDFARM (WEST) LIMITED	294	37.35	2026-2027

자료: 영국 해상풍력 경매결과

<https://www.gov.uk/government/publications/contracts-for-difference/contract-for-difference#the-second-cfd-allocation-round-ar2> (최종접속일: 2022.9.15.)

영국 공급망 계획 목표는 '19년에 발표한 산업전략 해상풍력 섹터 딜(Industrial Strategy, Offshore Wind Sector deal)에 잘 나타난다. 영국은 해상풍력을 통해 녹색성장(Green Growth)를 달성하고자 한다. 녹색성장이란 탄소중립을 통해 경제 성장을 유도하는 것이다. 탄소중립을 위해서는 재생에너지 발전에 대한 대대적인 투자가 필요하고 재생에너지 투자로 경제성장, 새로운 사업 창출, 지역 투자 및 일자리 창출, 산업 탈탄소를 이끄는 것이 녹색성장의 핵심이다. 해상풍력 섹터 딜은 영국이 해상풍력에서 글로벌 리더십을 구축하는 것이고, 이를 위해 다섯 가지 구체적인 목표를 세웠다. 첫째, CfD 라운드 시행을 위해 5억 5,700만 파운드를 지원한다. 둘째, '30년까지 해상풍력 사업에서 영국의 부품(Contents) 사용을 60%까지 확대한다. 셋째, '30년까지 해상풍력으로부터의 일자리 창출에서 여성 대표자를 최소 1/3 증가시킨다. 넷째, 해상풍력 관련 수출을 '30년까지 26억 파운드로 증가시킨다. 다섯째, 해상풍력 공급망 구축을 위해 2억 5천만 파운드를 투자한다. 영국은 해상풍력 섹터 딜을 구체화하기 위해 해상풍력 경매에 참여하는 사업자들이 공급망 계획을 제출하도록 하고 있다. 해상풍력 사업자들은 공급망 계획을 통해 자신들의 사업이 어떻게 영국 해상풍력 공급망 구축, 일자리 및 경제 성장에 도움이 될 수 있는지에 대한 서술형 답변을 영국 정부에 제출한다. 영국 정부는 공급망 계획의 각 질의에 대한 점수 배점표를 제공하지만, 영국 정부는 정성적으로 평가한다. 해상풍력 사업자들은 영국의 공급망 계획을 만족해야지만 영국의 해상풍력 경매에 참여할 수 있다.⁵⁴⁾

54) HM Government(2019, p.4)

〈표 3-10〉 영국 공급망 계획 체크리스트

기준	점수	질의 내용
프로젝트 요약		
S1		프로젝트 크기 및 위치
S2		지분 구조
S3		프로젝트 이정표
S4		관리 요소
S5		요약
녹색 성장	500	
1.1	175	% UK 부품
1.2	75	공급망 저탄소 감축
1.3	50	공급망 개발
1.4	75	공급업체에 대한 기회
1.5	25	계약 전략 및 구매 절차
1.6	100	새로운 기업 및 중소기업 촉진책
인프라	500	
2.1	125	협동적인 공급망 활동
2.2	225	공급망 인프라
2.3	100	지역경제 전략과의 정합성
2.4	50	지역공동체 참여
혁신	500	
3.1	135	개발업자의 R&D 투자
3.2	135	공급망 파트너의 R&D 투자
3.3	135	혁신과 신기술
3.4	95	혁신적인 사업 과정과 방법
숙련도	500	
4.1	50	숙련된 기술(노동)에 대한 시장 정보
4.2	50	프로젝트 채용 전략
4.3	125	견습생, 연수생, 장학금
4.4	175	UK, RoW: 직업수
4.5	50	평등한 노동 기회
4.6	25	보건과 안전 기준
4.7	25	현대적 노동 기준 및 노동 착취

자료: Supply Chain Plan Questionnaire, submission Template Allocation Round 4
<https://www.gov.uk/government/publications/contracts-for-difference-cfd-allocation-round-4-supply-chain-plan-questionnaire-and-guidance>, (최종접속일: 2022.9.15.)

3. 덴마크⁵⁵⁾

1970년 초, Oil Crisis 이후 덴마크 정부는 에너지 시스템을 재생에너지로의 전환에 관심을 가지기 시작하였으며,⁵⁶⁾ 이후, 석탄 및 가스와 같은 지역 열병합 발전의 총 발전량은 빠르게 감소하였고, 재생에너지 특히 풍력이 전체 발전량에서 차지하는 비중은 크게 증가하였다.⁵⁷⁾ 특히, 덴마크는 유럽 해상풍력 시장의 40%를 점유하고 있으며,⁵⁸⁾ 유럽 해상풍력 산업을 이끌고 있는 국가로써, 현재 세계에서 가장 오랜 해상풍력 입찰 경험을 보유하고 있다.⁵⁹⁾

덴마크는 국가 최초이자 세계 최초의 해상풍력 단지인 Vindeby offshore wind farm(4.95MW, 2017년 해체)을 1991년에 Vindeby 해안에 설립하였다. 이후, 2003년 최초의 대규모 해상풍력발전단지 Horns Rev I(160MW)과 Nysted (165MW)를 건설하는 등 해상풍력 발전단지를 지속적으로 건설해왔다.⁶⁰⁾ 덴마크의 해상풍력 경매는 2004년 7월 덴마크 에너지 당국(Danish Energy Authority; DEA)이 Horns Rev 해상풍력단지에 대해서 입찰 초대장(invitation to tender)을 발행하고, 2004년부터 대규모 해상풍력발전단지에 대해 개방형 입찰과정을 추진한 것을 그 시작으로 볼 수 있다.⁶¹⁾

덴마크는 재생에너지법에 의해 해상풍력 입지계획위원회(spatial planning committee for offshore wind)를 구성하고 해상풍력 발전단지 공간계획을 세운다. 입지계획위원회는 환경, 항로 등을 고려하여 해상풍력 부지를 선정하고 DEA가 해상풍력 발전사업의 입찰을 진행한다. DEA의 역할은 입찰공모, 계약, 윈스탑 샵, 풍력 발전단지계획 등 풍력발전단지 계획부터 인허가 입찰 계약을 전담한다. 해상풍력

55) 이승문 외(2021) 제4장 2절 참조

56) Nielsen, P. O. and Hemmer, P. (2017). Offshore Wind Law and Regulation in Denmark. <https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-offshore-wind-in-northern-europe/denmark> (최종접속일: 2022.9.30.)

57) Nielsen, P. O. and Hemmer, P. (2017). Offshore Wind Law and Regulation in Denmark. (최종접속일: 2022.9.30.)

58) 울산저널(2020) ‘해상풍력산업 발전의 교과서, 덴마크 에스비에어’

<https://m.usjournal.kr/news/newsview.php?ncode=1065564342756047>(최종접속일: 2022.9.30.)

59) Nielsen, P. O. and Hemmer, P. (2017). Offshore Wind Law and Regulation in Denmark (최종접속일: 2022.9.30.)

60) 4C Offshore 홈페이지. Offshore Wind Farms in Denmark (최종접속일: 2022.9.30.)

<https://www.4coffshore.com/windfarms/denmark/>

61) Nielsen, P. O. and Hemmer, P. (2017). Offshore Wind Law and Regulation in Denmark (최종접속일: 2022.09.30.)

2005년 2월 Horns Rev2(209MW) 해상풍력 발전단지를 대상으로 시행되었고, Dong Energy(現 오스테드)는 2005년 6월에 Horns Rev 2 해상풍력발전단지의 개발 허가를 획득하고, one-stop shop 체제 아래에서 건설하였으며, 2009년 본격적으로 운영하였음

입지 후보가 선정되면, DEA는 민간기업을 통해 5가지 지역 조건(local site conditions: 해저조건, 환경 및 사회적 조건, 풍황 조건, 전력망 조건, 비용)을 조사하여 해상풍력 발전단지 설립 가능성을 검토한다. 이렇게 조사된 해상풍력 단지는 예상 LCOE를 산출한 뒤 비교 검토하여 기후, 에너지, 전력 장관(Ministry for Climate, Energy and Utilities)이 승인하고 의회의 에너지 위원회에 제출되게 된다.⁶²⁾

[그림 3-7] 덴마크 해상풍력 프로젝트(1991-2030)



자료: Danish Energy Agency (2022). Offshore Wind Development, p.8.
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/offshore_wind_development_final_june_2022.pdf

덴마크에서의 해상풍력은 정부주도와 민간주도 개발이 같이 행해진다. 정부주도 개발은 입찰절차(government tender)를 통해서 사업이 진행되고, 민간주도 개발은 공개절차(open-door)를 통해서 사업이 진행된다. 민간주도 개발은 정부의 공간계획에서 지정한 지역 이외에서 공개절차를 통해서 신청할 수 있다. 추진과정으로는 1) 해당 지역 개발 승인 2) 예비조사 수행 승인 3) 사전 조사 4) 프로젝트 수행을 위한

62) Danish Energy Agency (2022). Offshore Wind Development, p.22.

라이선스 획득의 순으로 진행되며, 사전조사 및 면허 등의 관리는 덴마크에너지청이 수행하게 된다.⁶³⁾

덴마크 대부분의 새로운 해상풍력 발전단지는 입찰 절차(tendering process)를 거쳐서 설립된다.⁶⁴⁾ 입찰에서의 낙찰가는 프로젝트마다 다르므로 입찰 결과는 프로젝트 위치, 현장의 바람 조건, 당시 시장 경쟁 상황 등에 따라 차이가 존재한다. 입찰의 낙찰자는 해상풍력 발전단지에 대한 보조금 계약을 맺게 된다. 덴마크의 경매를 통한 계약기간은 20년 CfD 계약을 기본으로 하며, 풍력자원 이용 면허기간은 30+5년으로 연장 가능하다. 해상풍력 사업자는 경매에 참여하기 위해 부채, 매출액, 자본비율, 투자 및 신용 등급, 사업 경력 등의 기준을 만족해야 한다. 경매평가 지표는 최저가 낙찰이며, 국산 부품 사용에 대한 기준은 없다. Energinet.dk는 수중케이블, 변전소를 건설·유지하면서 경매에 낙찰된 해상풍력 발전사업의 전력계통 연계 책임을 갖는다.⁶⁵⁾

63) Danish Energy Agency (2022). Offshore Wind Development, p.29.

64) Albizu, L.G. et al. (2018). DENMARK. WVEA Policy Paper Series(PP-02-18-A), p.11.

65) Danish Energy Agency(2022). Offshore Wind Development, p.33.

〈표 3-11〉 입찰절차(government tender)와 공개절차(open-door) 비교

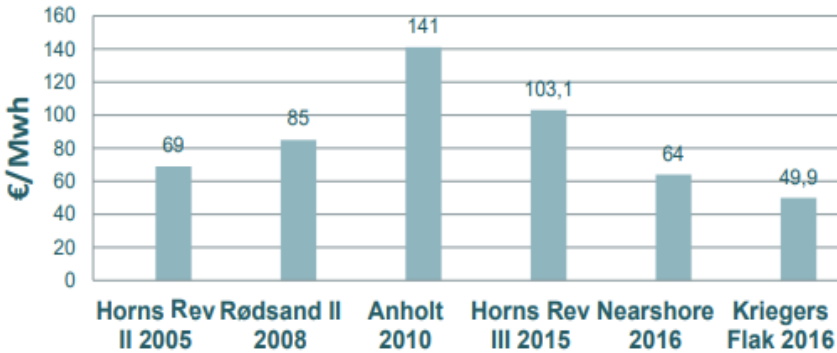
구분	정부절차	공개절차
개발 주체	정부	민간 (프로젝트 개발자 주도)
입지	입지계획위원회가 부지발굴 및 선정	공간계획에서의 풍력발전단지 이외 지역 (특정되지 않음)
선정	입찰 - 정부 계획에 의한 지정된 위치와 용량에 대한 입찰, 낙찰시 프로젝트 추진 위한 자격(license) 취득	예비조사 신청서 평가 - DEA의 개발 승인되면, 환경 및 사전조사 승인 (사전조사는 지반조사 등을 포함) - 신청서 내 프로젝트에 대한 설명, 예비 조사의 범위, 터빈 크기 및 수, 지리적 제한 등 평가 - 사전조사결과 프로젝트 승인 가능시, 프로젝트 추진 위한 자격 취득
평가	최저가 입찰 (최저 DKK/kWh)	프로젝트 개발 신청서 평가 & 공개협의(public consultation) - 예비조사 결과, 터빈좌표, 계통연결 계획 등 내용 포함 & 평가 - 공개협의내용은 DEA 홈페이지 및 신문에 발표 & 이의 제기않을시 사업자에게 풍력발전단지 건설 허가부여
자격	1. 사전조사 자격 : 해상풍력 발전 단지 건설과 관련된 조사 자격 2. 건설허가 자격 : 특정 지역에 대한 풍력 발전소 건설 허가 부여 3. 전력생산 자격 : 풍황을 이용한 전력 생산 자격 4. 전력생산 권한 : 대규모 발전소 운영 위한 허가 (25MW)	
계약 주체	입찰자(발전사업자) 덴마크에너지청(DEA)	
보조금	보조금 지원기간 20년 CfD(제안입찰가격-참조가격)	육상풍력과 동일한 가격 프리미엄 (보조금금액은 계통연결날짜에 따라 상이, 2014년1월 이후의 경우, 전기시장가격 외에 최대 0.25DKK/kWh 프리미엄 부여)

자료: Nielsen, P. O. and Hemmer, P. (2017).

<https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-offshore-wind-in-northern-europe/denmark>
(최종접속일: 2022.9.30.)

Ørsted 전문가 면담 및 저자 재구성

[그림 3-8] 덴마크 해상풍력 낙찰가격 하락 정도



자료 : Danish Energy Agency (2022). Offshore Wind Development. p.15.

각각의 프로젝트 특성이 다르므로 프로젝트별 낙찰가격을 직접 비교하기는 무리가 있을 수 있으나, 덴마크 해상풍력 경매 낙찰가격은 최근 몇 년 동안 크게 하락하고 있는 모습인 것으로 나타난다(그림 3-8). 이는 해상 풍력 발전 단지의 기술 및 운영의 성숙과 투자자와 은행 모두에게 프레임워크 조건이 제공하는 재정적 안정성을 반영하는 것으로 규모의 경제에 의한 비용하락도 낙찰가격 하락의 주요 요인으로 기여하고 있다.⁶⁶⁾

4. 네덜란드⁶⁷⁾

세계에서 4번째로 큰 해상풍력 시장을 가진 네덜란드는 2011년 SDE+라는 제도를 통해서 대규모 기술중립 경매제도를 유럽에서 처음 도입한 국가였으며, 2013년 국가에너지 협약(National Energy Agreement)을 통해 2023년까지 재생에너지 발전원을 국가 총 에너지 대비 16% 수준으로 증가시키겠다는 정책 목표를 제시한다.⁶⁸⁾ 2014년에는 ‘해상풍력 국가 로드맵 2023(Offshore Wind Energy Roadmap 2030)’을 발표하고, 이어 2015년에는 해상풍력에너지법(Offshore Wind Energy

66) Danish Energy Agency(2022). Offshore Wind Development. p.15.

67) 이승문 외(2021) 제4장 2절 참조

68) GWEC(2022). GLOBAL OFFSHORE WIND REPORT 2022. p.88.

https://gwec.net/wp-content/uploads/2022/06/GWEC-Offshore-2022_update.pdf

Act)을 제정하여 정부주도의 해상풍력 추진을 위한 기반을 조성하게 된다.⁶⁹⁾

네덜란드에서는 정부 주도로 해상풍력 부지 개발이 진행되었고, 정부가 지정한 부지 외 민간의 자체적인 해상풍력 프로젝트 개발은 불가능하다. 특히 5년마다 수립 되는 국가 수자원 계획(National Water Plan, NWP)에서 네덜란드 해상풍력단지 입지를 지정하는데, 네덜란드 정부는 NWP에서 지정하는 풍력발전지역 이외의 지역에서 민간의 풍력발전사업을 불허하고 있다.⁷⁰⁾

네덜란드 정부는 입지, 자연보호 조치, 허가 조건을 포함하는 풍력 발전단지 건설 요건(사전자격요건)을 설정하며, 경쟁입찰(competitive tendering)을 기반으로 부지(site)를 할당하고, 풍력발전단지 개발자는 허가를 받기 위해 입찰(bid)에 참여하게 된다.⁷¹⁾

네덜란드 정부는 재생에너지 보급을 위하여 에너지 투자 보조금 제도(ISDE) 및 에너지 투자 수당(EIA)등 지원정책을 추진하였지만, 경매 도입 초기 대규모 재생에너지 경매시장 기반 조성 및 촉진을 위하여 SDE+라는 제도를 시행하게 된다.⁷²⁾ SDE+의 목표는 최소의 비용으로 재생에너지 발전량을 확보하기 위해 시작되었으며, 이를 위해 유럽 최초로 기술중립 보조금 제도(Technology Neutral Subsidy Scheme)를 도입하였다. 경매는 다중항목(multi-item) 봉인 입찰경매에서 모든 예산이 소진될 때까지 진행되며, SDE+를 통한 네덜란드 재생에너지 보조금 규모는 11년 17억 유로에서 18년 120억 유로로 증가하게 된다. 여기서 해상풍력 발전에 대한 보조금은 별도 예산으로 지원되었다⁷³⁾.

입찰은 연 1~2회로 개최되며, 정부 주도의 개발 부지에 대한 경매이기 때문에 경매 일정과 예상 시운전 및 상업개시일(COD) 기간 등을 미리 공지한다. 정부 주도로 이루어지는 만큼 리스크가 낮아 입찰 미달 사례는 없지만, 짧은 준공기한과 낮은 수익, 채점 기준에 대한 불확실성은 개발자의 부담으로 작용하여 최근에 개최된 Hollandse Kust Noord 입찰에는 2개 사만 개발자로 참여한 바 있다⁷⁴⁾.

69) 임효숙·조공장·강선우(2021, p.36.)

70) Netherland Enterprise Agency(2015, p.6)

<https://www.rvo.nl/sites/default/files/2015/03/Offshore%20wind%20energy%20in%20the%20Netherlands.pdf>

71) Weijden, C.V.D., Rabbie, M, Voorst, D.V.V.V. (2018). Offshore Wind Law and Regulation in Netherlands

<https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-offshore-wind-in-northern-europe/netherlands>

72) AURES(2019, Netherlands, p.5.)

73) AURES(2019, Netherlands, p.6.)

74) Windpowermonthly. "Shell and Eneco win Hollandse Kust Noord auction" (최종접속일: 2022.9.21.)

<https://www.windpowermonthly.com/article/1690675/shell-eneco-win-hollandse-kust-noord-auction>

〈표 3-12〉 네덜란드 해상풍력 발전 단지 프로젝트 경매 및 시운전 일정

용량 (GW)	풍력발전 사이트	경매(Tender)	예상 시운전
0.7	Borssele, Sites I, II	Held in 2016	2020
0.7	Borssele, Sites III, IV, V	Held in 2016	2020
0.7	Hollandse Just(south), Sites I, II	Held in 2017	2022
0.7	Hollandse Just(south), Sites III, IV	Held in 2019	2023
0.7	Hollandse Just(north), Sites V	Held in 2020	2024
0.7	Hollandse Just(west), Sites VI	Q4 2021	2025 to 2026
0.7	Hollandse Just(west), Sites VII	Q4 2021	2025 to 2026
0.7	Ten Noorden van de Waddeneilanden, Site I	Q4 2022	2027
1	IJmuiden Ver, Site I	Q4 2023	2028
1	IJmuiden Ver, Site II	Q4 2023	2028
1	IJmuiden Ver, Site III	Q4 2025	2029
1	IJmuiden Ver, Site IV	Q4 2025	2029

자료 : Government of the Netherlands 홈페이지(최종접속일: 2022.8.15.)
<https://www.government.nl/topics/renewable-energy/offshore-wind-energy>

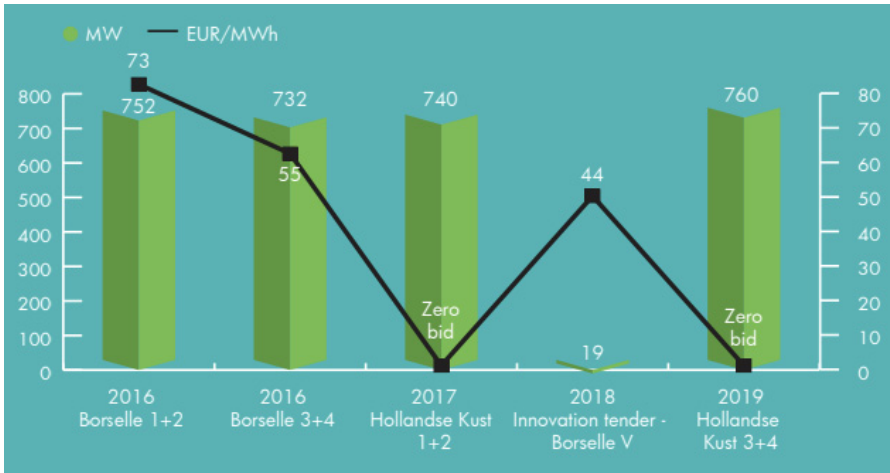
〈표 3-13〉 보조금 입찰(Tender with Subsidy)과 무보조금 입찰(Subsidy-free Tender) 비교

구분	보조금 입찰 (Tender with Subsidy-The SDE+ subsidy)	무보조금 입찰(Subsidy-free Tender)
개발 주체	정부주도	
입지	국가 수자원 계획 - 해상풍력 단지 입지 지정	
선정	경쟁입찰 (연 1~2회) - 경쟁입찰로 부지 할당하고, 이후 35년동안 사용허가 부여	품질기준(quality criteria) 평가
평가	최저가 (최저 €/kWh) - 2017년 이전 적용	가장 높은 평가순위 1) 당사자의 경험 및 지식 : 25MW 이상 용량 풍력발전 단지 운영 실적 2) 발전단지 품질 : 프로젝트 회사가 TenneT와 계약을 체결할 수 있는 기간 3) 발전단지 용량 : 342~360MW, 360~370MW, 370~380MW 기준 4) 공공 비용 : 해상 전력망 사용의 효율성 5) 위험 식별 및 분석 : 전력의 매출 변화, 풍력단지 건설 및 운영 관련 위험 6) 비용 효율성 보호 조치 - 2017년 이후 적용
자격	1)재정 타당성 Financial Feasibility 2) 경제성 Economic Feasibility 3) 착공 Start of Construction 4) 부지선정 Compliance with site decision 기준 충족 필요함	보조금 입찰과 동일한 신청기준 충족 필요 - 보조금 입찰보다 재정적 타당성 요건은 더 엄격 (높은 자기자본비율 요구)
계약 주체	입찰자(발전사업자) 네덜란드 정부	
보조금	보조금 지원기간 15년 ⁷⁵⁾ RE 생산원가 - 보정금액(화석에너지 원가)	무보조금

자료: Weijden, C.V.D., Rabbie, M, Voorst, D.V.V.V. (2017)
Netherlands Enterprise Agency. Hollandse Kust (noord) Wind Farm Zone, Site V. (최종접속일: 2022.8.21.)
<https://english.rvo.nl/information/offshore-wind-energy/hollandse-kust-noord-wind-farm-zone-v>
주: 저자 재작성

75) AURES(2019, Netherlands, p.11.) - 15년 동안 지원(support) / 운영허가(operational permit) 30년간 유효

[그림 3-9] 네덜란드 해상풍력 낙찰가격 하락 정도



자료 : GWEC(2020). Global Offshore Wind Report 2020 p.36.

http://kweia.or.kr/data/file/data02/1890139468_sU56NgdL_c9328c9d4404c5c3dff04b7f50893b8da7a0f5c6.pdf

〈그림 3-9〉는 2016년부터 2020년까지 네덜란드 SDE+ 하에서의 해상풍력 경매 행사가격(bid price) 추이를 보여준다. 표에서 볼 수 있는 것처럼 2017년 이전 해상 풍력 프로젝트는 보조금입찰 방식으로 추진되다가, 2017년 이후부터는 무보조금 경매로 진행되기 시작하였다.⁷⁶⁾ 대표적으로 2018년과 2019년에 Hollandse Kust (zuid) 및 Hollandse Kust(noord) 입찰에서 허가(permit)은 보조금 없이 대신 비교 타당성 평가를 기반으로 평가·부여되었다.⁷⁷⁾

5. 일본

일본 정부는 2003년부터 2012년까지 RPS를 운영한 경험이 있으며, RPS 도입 이후 특정 재생에너지원 지원에 편중되는 부작용과 후쿠시마 사건으로 원전 발전 운영이 어렵게 되자 재생에너지 보급을 위해 RPS를 종료하고 FiT 제도를 재도입

76) 2016년 첫 번째 SDE+ 입찰에서 40%의 비용 절감을 달성한 네덜란드는 2017년 첫 번째 무보조 해상 풍력 입찰을 시작함.
- GWEC(2020). Global Offshore Wind Report 2020 p.36.

77) Wind and water works(2022, p.18.)

하였다. 2012년 FiT를 재도입하면서 태양광 보급은 크게 증가한 것으로 평가되나, 가격 하락이 미흡하다는 지적이 제기되었다. 이에 따라 재생에너지 보급과 가격 하락을 위해 2017년부터 대규모 태양광 부문에 경매제도를 먼저 도입하였고, 육상 풍력 경매는 2021년부터, 재생에너지 해역이용법이 적용되는 해상풍력 경매는 2020년, 미적용 해상풍력 경매는 2023년부터 도입예정이다.⁷⁸⁾

5.1. 육상풍력 경매

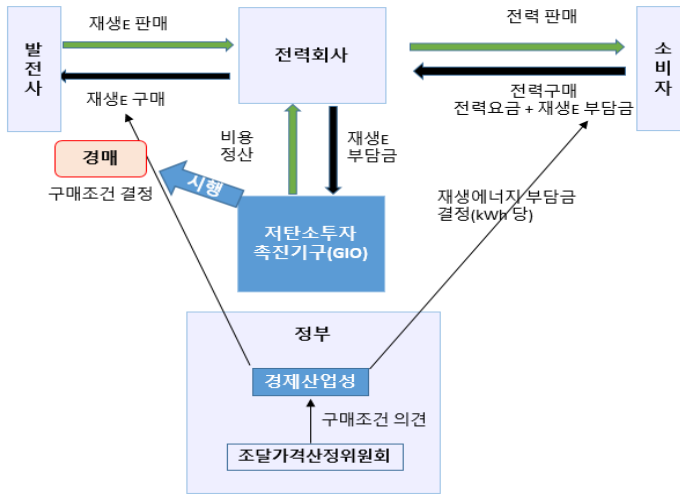
일본의 육상풍력 경매 물량은 1GW 수준에서 입찰물량을 결정하여 사전 공표하는 방법을 선택하고 있다.⁷⁹⁾ 일본의 경매 주체는 저탄소투자촉진기구이며, 재생에너지 발전사는 경매에서 결정된 가격을 전력회사와 가격을 체결한다. 비용부담은 소비자가 경매산업성이 매년 정한 kWh당 재생에너지 부담금 부담으로 결정되며, 전력회사는 부과된 재생에너지 부담금을 저탄소투자촉진기구에 납부하고 비용을 정산받는다. 정산은 재생에너지부과금/kWh가 전체 전력회사에 균등하게 재배분한다.⁸⁰⁾

78) 윤영(2021.07.12.) 주요국 신재생에너지 지원제도 현황 및 변화과정, <http://www.keaj.kr/news/articleView.html?idxno=4168> (최종검색일: 2022.9.28.), 에이자-나쓰코(2021) 재생에너지 해역이용법에 의거한 공모절차 개요 및 현황, Energy Practice Legal Update, Anderson Mori and Tomotsune, 임지영(2022.08.28.) 일본 재생에너지 FiP제도와 입찰제, 세계 에너지시장 인사이트 제 22-4호, 에너지경제연구원 내용 바탕으로 작성함.

79) 임지영(2022.08.28.) 일본 재생에너지 FiP제도와 입찰제, 세계 에너지시장 인사이트 제 22-4호, 에너지경제연구원, p.3

80) 저탄소투자촉진기구 홈페이지, <https://www.teitanso.or.jp>, (최종접속일: 2022.2.22.)

[그림 3-10] 일본의 경매제도 구조



자료: 지탄소투자촉진기구 홈페이지, <https://www.teitanso.or.jp>, (최종검색일: 2022.2.22.)

육상풍력 경매 대상설비는 2021~2022년에 250kW 이상, 2023년부터 50kW 이상으로 자격 조건이 낮추어질 예정이다. 계약 기간은 20년으로 계약방법은 변동형 FiP이다. 다만, 지역활용요건을 조건으로 FiT로도 계약이 가능하다.⁸¹⁾ 2021년 진행된 첫 번째 경매에서는 사전공표된 상한가격이 17.00엔/kWh으로 2020년 FiT 매입가격(18.00엔/kWh) 보다 낮은 수준이었다. 입찰 결과, 최저 낙찰가격은 14.98엔/kWh, 가중평균은 16.16엔/kWh였으며, 낙찰용량은 936MW였다.⁸²⁾

일본의 육상풍력 경매의 특징은 상한가격을 사전 공표한다는 점이다. 일본 정부는 2022년에 2022년~2024년 상한가격을 이미 발표한 바 있으며, 상한가격은 자본비, 운전유지비, 설비이용률, IRR 등을 고려한다. 2022년 FiP 경매 상한 가격은 16엔/kWh, 2023년 15엔/kWh, 2024년 14엔/kWh로 사전 공표하였다(표 3-14).

81) 調達価格等算定委員会(2022) 令和4年度以降の調達価格等に関する意

82) 임지영(2022.8.28.). 일본 재생에너지 FiP제도와 입찰제, 세계 에너지시장 인사이트 제 22-4호, 에너지경제연구원, p.3

〈표 3-14〉 일본 상한가격 설정 기준

구분	2022년	2023년	2024년
FIP 상한가격	16엔/kWh	15엔/kWh	14엔/kWh
자본비	27.9만엔/kW	27.5만엔/kW	27.1만엔/kW
운전 유지비	0.93만엔/kW/년	0.93만엔/kW/년	2023년 발표
설비이용률	26.8%	28.0%	2023년 발표
IRR	7%	7%	6%

자료: 調達価格等算定委員会(2022) 令和4年度以降の調達価格等に関する意

〈표 3-15〉 일본의 육상풍력 경매 제도

구분	내용	구분	내용
입찰물량 설정방법	1GW 수준에서 입찰물량 설정 후 공표	평가지표	가격
계약기간	20년	입찰주기	연 1회 유력시 되고 있음. (2021년과 2022년 각각 1회 경매 시행)
계약방법	변동형 FIP	상한가격	사전공표

자료: 저자 작성

5.2. 해상풍력 경매

일본의 해상풍력 경매제도는 ‘해양재생에너지발전설비 정비 관련 해역이용촉진에 관한 법률(이하 재생에너지 해역이용법)’이 적용되는 정부주도의 경매와 해당 법이 적용되지 않는 일반 경매로 구분할 수 있다. 정부주도 경매는 2020년부터 시행하였고, 일반 경매는 2023년 시행 예정으로, 여기서는 정부주도 경매 제도를 소개하는 것으로 내용을 한정한다.

일본은 2040년까지 해상풍력을 45GW 보급하겠다는 목표를 설정함에 따라 원활한 사업 추진을 위해 사업 추진 구조를 정부 주도과 민간 주도 모두 진행 가능하도록 제도를 변경중이며, 정부 주도 경매를 도입하기 위해 재생에너지 해역이용법을 제정 하였다. 해당 법에 따라 유망한 촉진구역을 선정한 뒤 공모 입찰을 통해 사업자를 결정하고, 동 사업자는 최대 30년간 촉진구역을 점유할 수 있다.⁸³⁾

83) BNEF(2021b) The Offshore Wind Auction Boom

2020년 일본정부는 촉진구역인 ① 아키타현 노시로시, 미타네정 및 오가시 앞바다, ② 아키타현 유리혼조시 앞바다, ③ 지바현 조시시 앞바다를 대상으로 제1차 해상풍력 경매를 실시하였는데 그 결과, Mitsubishi상사 컨소시엄이 11.99~16.49엔/kWh의 FiT 매입가격으로 단독 낙찰받았다. 촉진구역 이외의 고정식 해상풍력의 경우, 2022년 FiT 매입가격은 29엔/kWh이며, 매입기간은 20년이며, 촉진구역 이외의 부유식 해상풍력의 경우, 2022~2024년 FiT 매입가격은 2021년 수준(36엔/kWh)을 유지할 것으로 보인다.⁸⁴⁾

일본 해상풍력에서 낙찰 받은 사업자에게는 20년 동안 FiT로 보조금이 지급된다. 하지만 금년 1월, 일본 정부의 해상풍력 위원회에서는 2024년 4월부터 보조금을 FiT에서 FiP로 전환하는 것을 제안하였고, 이에 따라 앞으로는 해상풍력에 대해서도 FiP 보조금을 받는 경매가 시행될 예정이다.⁸⁵⁾ 일본에서는 해역을 이용할 수 있는 점용기간이 지역에 따라 차이가 있지만 일반적으로 3~5년으로 짧아서 진입장벽으로 작용하자, 정부는 해상개발이 유망한 부지를 지정하여 점용기간을 30년까지 인정하는 경매가 시행될 예정이다.⁸⁶⁾

현재 일본에서 해상풍력 경매에 참여하려면 사업자가 프로젝트에 대한 환경영향 평가를 완료하여야 하며 계통연계에 대한 책임도 사업자가 가지게 된다. 하지만 향후 정부주도로 변경될 경우 정부가 풍량 및 지질 조사뿐만 아니라 환경영향평가를 완료하고 송전망 용량을 확보하여 경매를 개시해야 한다. 일본의 OCCTO (Cross-Regional Coordination of Transmission Operator)는 2022년에 그리드 마스터 플랜을 완료할 예정이며, 여기에는 정부 주도의 해상풍력 경매를 위한 송전망 확충 계획이 포함될 예정이다.

현재 일본의 민간주도 해상풍력에 대한 경매평가는 총 240점 만점으로 가격 비중이 절반 수준이며, 자국산 부품 사용이 묵시적으로 요구된다. 가격지표는 최저 입찰 가격을 기준으로 상대평가이며, 비가격 지표에서 지역수용성과 경제기여도를 반영한다. 해당 항목은 가격(120점), 타당성(35점), 경험(30점), 이해관계자 참여(20점), 경제적 효과(20점), 신뢰성(15점)으로 이루어져 있으며 자국산 부품 요건은 '경험'

84) 에이자나스코(2021) 재생에너지 해역이용법에 의거한 공모절차 개요 및 현황, Energy Practice Legal Update, Anderson Mori and Tomotsune, p.3

85) BNEF 홈페이지, <https://www.bnef.com/shorts/13429>, (최종검색일: 2022.9.28.)

86) 에이자나스코(2021) 재생에너지 해역이용법에 의거한 공모절차 개요 및 현황, Energy Practice Legal Update, Anderson Mori and Tomotsune, p.3

항목에서 묵시적으로 요구하거나, 안정적 전력공급(15점), 지역경제 파급효과(10점), 국내경제 파급효과(10점)에서 평가되고 있다. 각 항목에 대해서는 정성적 평가를 통해 상대평가 점수를 부여한다(〈표 3-16〉).⁸⁷⁾

〈표 3-16〉 일본 해상풍력 평가지표 중 LCR 및 공급망 평가

구분	안정적인 전력공급(15점)		경제적 파급효과(20점)	
	전력안정공급과 미래 가격저감 (10점)	최첨단 기술 도입 (5점)	지역 경제 파급효과 (10점)	국내 경제 파급효과 (10점)
내용	국내 공급망 형성 (부품 제조 및 조달, 수리시설 설치 등)	신기술 활용에 대한 평가	지역민 고용, 지역의 공장건설, 지역의 물류센터 건설 등	국내 고용, 국내의 공장건설, 국내의 물류센터 건설 등
상	양쪽의 관점에서 매우 적절한 대응 (10점)	세계최초 최첨단 기술 도입 추진 (5점)	가장 지역경제에 파급효과 있음 (10점)	가장 국내경제에 파급효과 있음 (10점)
중	한쪽의 관점이 매우 적절하며 다른 한쪽의 관점도 뛰어남(7점)	앞으로 도입 진행될 것으로 추정되는 첨단 기술 도입(4점)	우수(7점)	우수(7점)
하	양호(3점)	범용적인 기술 중 앞선 기술 도입(2점)	양호(3점)	양호(3점)

자료: 자원에너지청(2022) 재생에너지 해역이용법에 의거한 사업자선정 평가 방향성 PPT 자료

〈표 3-17〉 일본의 '재생에너지 해역이용법'에 따른 해상풍력 경매 제도

구분	내용	구분	내용
입찰물량 설정방법	정부목표	계통연계 책임	개발자→정부 예정
개발주체	정부	평가지표	정성평가 (가격 및 묵시적 LCR 포함)
계약기간	20년 (송전망 사용권은 30년)	미준공 패널티	○
계약방법	FiT	입찰주기	연 1회

자료: 저자 작성

87) 자원에너지청(2022) 재생에너지 해역이용법에 의거한 사업자선정 평가 방향성 PPT 자료

6. 대만

대만은 좁은 면적, 높은 인구밀도, 국토의 2/3가 산으로 구성된 특성상, 재생에너지 보급과 발전이 힘든 구조이다. 하지만, 대만 정부는 재생에너지 목표 달성을 위해서 2012년 ‘1000개 풍력터빈 프로젝트(Thousand Wind Turbine Project)’를 발표하였으며, 안정적인 재생에너지 보급을 위해 아시아 타 국가 대비 해상풍력 개발을 더욱 적극적으로 추진하고 있다. 대만 서부 해역은 세계 최고의 해상풍력 발전단지로 평가(국제 엔지니어링 컨설팅 회사 4C Offshore)받고 있는데 대만 정부도 이를 적극적으로 활용하기 위해 노력하고 있다.⁸⁸⁾

대만 정부는 해상풍력 산업 육성을 목표로 3단계(2015~2020년, 2021~2025년, 2025년~)에 걸쳐 해상풍력 프로젝트를 추진하고 있다(<표 3-18>).

<표 3-18> 대만 3단계 해상풍력 추진 계획

추진단계	주요 내용	목표
1단계: 실증 및 지원	경험 구축을 위한 지원금 제공 • 2017년: 포모사1(실증 2세트) • 2019년: 포모사(60세트, 120MW) • 2020년: 대만전력(21세트, 109MW)	국내 공급사 참여 가이드 • 터빈 부품 : Swancor, Fortune, Powercom, Walsin • 지지 구조물 : Ming Rong Yuan
2단계: 가능 구역 개발	단지 위치 지정 및 경매제도 • 2021~2024년: 3.8GW • 2025년 :1.7GW 경매제도 도입	해상풍력 클러스터 촉진 • 남북 기반 클러스터 : SDMS, Century • 타이충항만 터빈 클러스터 : SGRE, MVOW
3단계: 구역 지정 개발	정부주도 산업건설 • 2026~2035년: 매년 1GW(총 10GW) • 2단계 경매 1단계 : 자격 평가 2단계 : 가격 경제성 평가	산업 심화개발, 및 국내기업 기반 강화 • 투자환경 최적화 • 아시아 태평양 해상풍력 허브 완성

자료: Global Offshore Wind Summit- Taiwan(2020.10.12.), Offshore Wind Industry Policy and Development in Taiwan PPT 자료.

88) Thousand Wind Turbines Project 홈페이지, Offshore Wind Power <https://www.twtpo.org.tw/eng/offshore/>, (최종접속일: 2022.9.28.).

1단계(2015~2020년)는 실증 및 지원 기간으로 2020년까지 약 240MW 수준의 풍력단지를 건설 운영하는 과정에서 터빈 부품사와 지지구조물에 대하여 대만 국내 기업들이 주로 참여하였다. 2단계(2015~2020년)는 발전차액제도를 통하여 지원하는 기간으로 자국산 부품사용요건(LCR)을 명시화하여 추진한다. 대만 에너지청(Bureau of Energy)은 이를 위해 36곳의 잠재적 해상풍력 단지(Zone of Potential)를 지정한 바 있다. 마지막 3단계(2025년~)에서는 산업 개발 심화단계로 대만이 동북아-태평양 해상풍력 허브가 되는 것을 목표로 추진하게 된다.

이러한 목표에 따라 2단계까지 진행이 되었다. 특히 2단계에서는 2018년 3단계 구역지정 개발 입찰 전에, 2단계 가능 구역 개발 단계에서 1.664GW의 36개 지역을 대상으로 경매를 열었으며, 7개 개발사가 12개 사이트에 대해 입찰하였고 최종적으로 2개 개발사의 4개 프로젝트가 선정되었다.⁸⁹⁾ 선정된 프로젝트는 <표 3-19>와 같다. 해상풍력 경매를 통해 낙찰된 프로젝트들은 해외 개발사들이 추진하던 프로젝트들이다.

<표 3-19> 2018년 대만 해상풍력 경매 결과

Sponsors	Project	Capacity
Orsted (덴마크)	Southwest Great Changhua	337.1 (2021-2025)
	Northwest Great Changhua	582.9 (2021-2025)
NPI(캐나다) Yushan(싱가폴)	Hai Long II	232 (2021-2025)
	Hai Long III	512 (2021-2025)

자료: Jones Day(2021, p.27.)

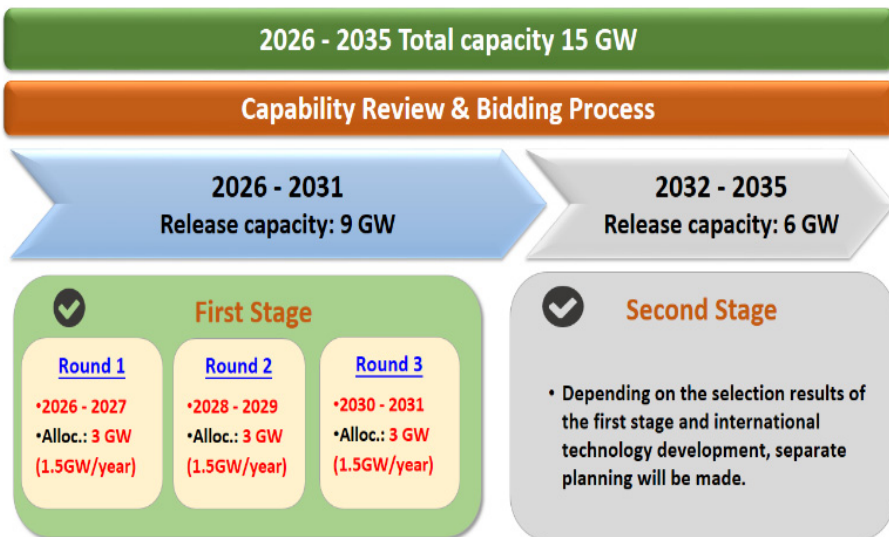
해상풍력에 대한 보조금 기간은 20년이며, 상한가격은 대만의 송전사업자인 대만 전력 (Taiwan Power Company)의 비화석 전력 조달 비용으로 설정된다. 대만 전력은 국가 발전, 송배전, 전력 판매를 담당하고 이에 대한 책임도 가지고 있는데 대만정부가 경매기간에 할당된 모든 신규 해상풍력 발전용량에 전력망 연결을 제공

89) Energy Trend, <https://www.energytrend.com/news/20180704-12369.html>, (최종접속일: 2022.9.28.)

하는 역할을 하지만, 전력망 연계 지연에 대한 보상을 제공하지는 않는다.⁹⁰⁾ 2단계의 2018년 6월 마지막 경매 라운드에서 상한가격은 \$88.9/MWh로 낙찰가와 거의 일치하다.⁹¹⁾

현재 진행 중인 3단계 개발은 기존의 계획(〈표 3-18〉)인 10GW에서 15GW로 증가하였다. 2026년에서 2031년 9GW 보급을 목표로(1차 스테이지)로 3라운드(1라운드 당 2년)에 걸쳐서 연간 1.5GW 경매를 추진한다. 이후 2032년부터 2035년 보급을 목표(2차 스테이지)로 추가로 6GW 경매를 계획하고 있다(그림 3-11).

[그림 3-11] 3단계 해상풍력 개발 계획



자료: 대만 산업개발국 홈페이지,

https://www.moea.gov.tw/MNS/english/news/News.aspx?kind=6&menu_id=176&news_id=97414,
(최종접속일: 2022.8.31.)

대만은 해상풍력에서 자국산 부품요건을 강조하며 국산화 항목을 명시적으로 제시한 특징이 있다(〈표 3-20〉). 이러한 국산화에 대한 노력은 3단계 진행 중인 해상풍력의 경매의 자격평가에 평가 기준으로도 작용하고 있다.

90) Prisent Masons 홈페이지. Taiwan offshore wind: the challenges,

<https://www.pinsentmasons.com/out-law/analysis/taiwan-offshore-wind-the-challenges> (최종접속일: 2022.9.28.).

91) BNEF(2021b, p.10.)

〈표 3-20〉 대만 해상풍력 국산화 항목(2021~2025년)

연도	2021~2022		2023		2024~2025		
단계	1단계		2단계		3단계		
항목	타워	塔架	나셀조립	機艙組裝	기어박스	齒輪箱 (增速器)	
	지지 구조	水下基礎	케이블	電纜線			
	전기 부품	전력 설비	變壓器 변압기	허브수송	설치 및 수송 선박	발전기	發電機
			配電盤 스위치 보드	설치선박			
			關聯 設備 관련 설비	풍력기 부품	風力機 零部件	블레이드	葉片
		해양공사	海事工程				
cabling vessels	鋪纜類船隻	해저케이블	海纜	출력전환 시스템	功率轉換系統		
항목 수	10개		17개		27개		

자료: 臺灣經濟部(2018.1.18.), 離岸風力發電產業政策, 自由時報(2020.11.10.), 國家隊轉骨難 離岸風電國產化打折扣

기본적으로 대만 해상풍력은 정부 주도이지만, 민간 개발도 허용하고 있으며, 3단계 경매에서는 정부가 정해진 부지에 대한 경매가 아닌, 정부 가이드라인에 따라 민간 사업자가 준비한 사이트에서의 경매 참여도 가능하다. 최저 가격 입찰과 국산부품 사용요건을 기본으로 하는 대만의 해상풍력 경매 평가지표는 1차 자격평가(qualification review)와 2차 가격평가(price comparison)로 이루어진다.

1차 자격평가에서 프로젝트 사업자는 기술적(technical) 측면과 재정적(financial) 측면에서 평균 70점 이상을 받아야 하며, 산업기준(industrial relevance)을 충족해야 한다. 여기에 26개 주요 품목의 60% 이상을 현지화(LCR)해야 하며, 기타 옵션 항목⁹²⁾에서 현지화에 따라 10점 이상을 받아야 한다. 대만 LCR 규정과 항목은 세분화되고 구체적으로 제시한 것이 특징이다. 1차 평가를 통과한 프로젝트 개발자들에게 한해 2차 평가에 참여할 수 있는데, 2차 가격평가는 가격이 낮은 순으로 프로젝트를

92) 옵션은 57개 항목으로 세부적으로 구분됨.

낙찰받는 경매로 입찰가격이 같을 경우 1차의 산업기준의 옵션항목 점수 순에 따라 낙찰이 결정된다.⁹³⁾

〈표 3-21〉 대만 1차 자격평가 기준

요소	요소 구분	고려사항
기술 능력 (60%)	건설 능력 (25%)	• 작업팀의 구성과 실행 능력
	공학 설계 (20%)	• 엔지니어링 설계 및 조달 계획 (구조설계, 단위 설계, 터빈 하부구조 설계 등) • 건설 계획 (공사 감독, 선박, 기계, 안전 관리 등)
	운영, 유지 계획(15%)	• 운영, 유지 계획, 지역산업 육성 (교육, 정비계획, 안전관리계획 등)
금융능력 (40%)	재정건전성 (25%)	• 재무 계획 (총 투자 비용, 자금 조달원, 발전량 예측, 재무 가능성 등) • 위험 관리, 보험 계획 • 지분 계획의 타당성 (잠재적 투자 목록, 프로젝트 기간에서의 지분 계획)
	주주의 자본능력 (15%)	• 자본 능력(회계사 감사 순자산, 영업 수익, 현금 포지션)
산업 기준	‘산업 기준 (industrial relevance)’ 참조	<p style="text-align: center;">기본 기준</p> • 26개 중요 개발 항목의 이행이 적용된 용량의 60%에 도달해야 함. • 개발사업자는 옵션 항목의 구현을 위해 10점 이상을 얻어야 함.

자료: Jones Day(2021, p.8.)

93) Jones Day(2021), White paper, Taiwan Offshore Wind Farm Projects: Updates to Guide Investors and Financiers through the Legal and Regulatory Framework, pp.7~12.

〈표 3-22〉 대만 1차 자격평가 기준 - 산업기준 26개 중요 개발 항목

Item	Power Facility	Underwater Foundation	Wind Turbine Component	Maritime Engineering
Critical Development Item	1. onshore power facility · transformer · switch-gear · switch-board · onshore-cable 2. offshore substation · transformer · switch-gear · switch-board · power convert system	type 1, monopile · main pipe · transition piece type 1, jacket · main pipe · transition piece · pin pile	1. whole nacelle assembly and fasteners 2. tower and fasteners 3. transformer 4. switch-board 5. nose cone and nacelle housing 6. cables 7. casting of hub and bedplate 8. power conversion and uninterrupted power supply system 9. rotor blades 10. resin 11. blade pitch system	1. survey vessel engineering services 2. drill-ship engineering services 3. underwater foundation installation vessel engineering services 4. wind turbine installation vessel engineering services 5. cable-laying vessel 6. operation and maintenance vessel(crew transfer vessel SOV, multi-purpose vessel)

자료: Jones Day(2021, p.10.)

경매의 상한가격은 제1기(3단계의 첫 경매)는 2.49TWD/kWh로 하고 이후는 전 기간에 낙찰신청안의 입찰가격과 용량 가중치의 평균을 낸 가격을 상한으로 하고 하한은 0TWD/kWh으로 한다. 경매는 기본적으로 민간주도의 개발로, 기존 유효한 해상풍력발전 설치 동의증명서 또는 발전업 설립허가를 취득한 부지와 중복되면 안 되며, 해당 부지의 경계 간 최단 거리는 1,200미터 미만을 제외하고 개발이 제한된 지역을 제외하여 신청이 가능하다.⁹⁴⁾

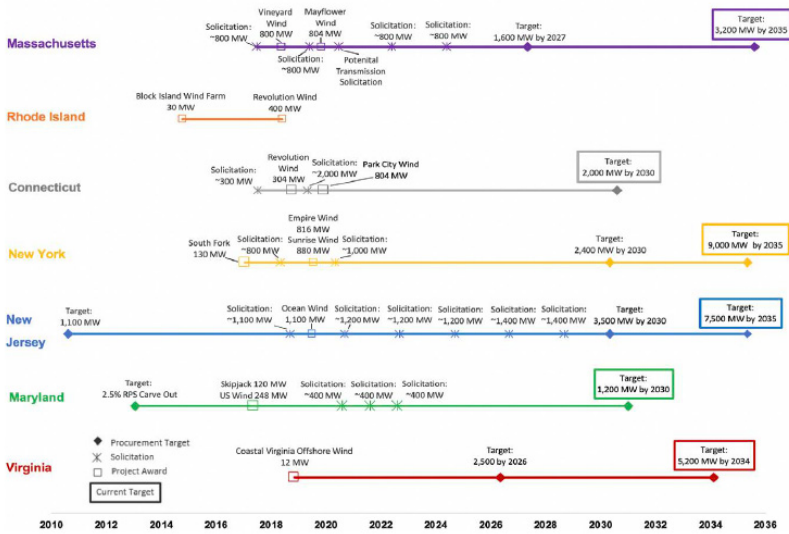
94) 離岸風力發電區塊開發場址容量分配作業要點,

https://www.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/Law/Content.aspx?menu_id=16588, (최종접속일: 2022.08.31.)

7. 미국⁹⁵⁾

미국의 해상풍력 에너지 보급 목표는 주의회에서 결정되며, 최근 경매가 성공적으로 시행되면서 보급 목표가 증가하고 있다. 미국의 해상풍력은 민간주도로 이루어진다.

[그림 3-12] 미국 주별 해상풍력 조달 정책, 경매(Solicitations), 낙찰(awards)



자료: NREL(2020, p. 19), Comparing Offshore Wind Energy Procurement and Project Revenue Sources Across U.S. States

95) NREL(2020), Comparing Offshore Wind Energy Procurement and Project Revenue Sources Across U.S. State를 참조하여 작성함.

〈표 3-23〉 미국 주별, 해상풍력 보급 목표 및 계약 형태

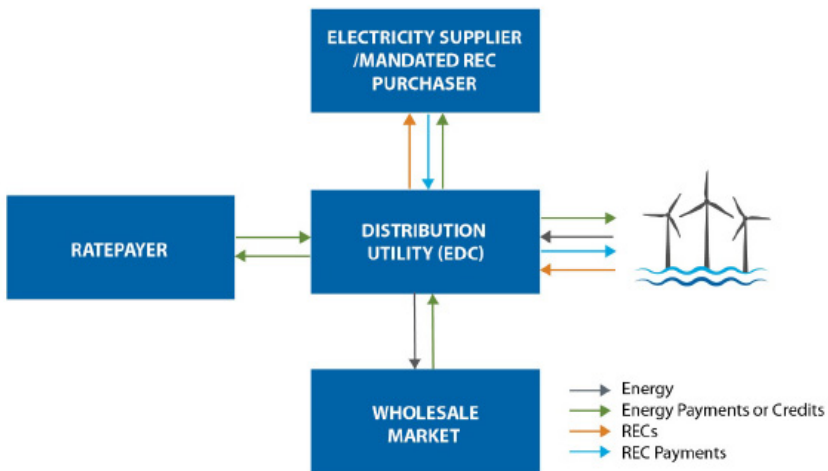
State	보급 목표 [MW]	목표 연도	경매된 용량 (Amount Solicited (MW))	계약 형태	관계 법령(시행 연도)	RPS 목표
MA	3,200	2035	1,604	Power purchase agreement (PPA)	An Act to Promote Energy Diversity (2016), An Act to Advance Clean Energy	35% by 2030
RI	430	-	430	PPA	-	31% by 2030
NJ	7,500	2035	1,100	Offshore renewable energy certificate (OREC)	Offshore Wind Economic Development Act (2010); E. O. 8/Assembly Bill 3723 (2018); E. O. 92(2019)	50% by 2030
MD	1,568	2030	368	OREC	Maryland Offshore Wind Energy Act (2018); Senate Bill 516(2019)	50% by 2030
NY	9,000	2035	1,826	OREC	Case 18-E0071(2018); Climate Leadership & Community Protection Act (2019)	70% by 2030
CT	2,000	2030	1,104	PPA	Public Act 17-144(2017); House Bill 7156(2019)	44% by 2030
VA	5,200	2034	12	Utility Owned	Virginia Clean Economy Act (2020)	100% by 2050
Total	28,898		6,444			

자료: NREL(2020, p.40), Comparing Offshore Wind Energy Procurement and Project Revenue Sources Across U.S. States

미국은 주별로 경쟁입찰 절차를 통해 사업자를 선정한다. 선정된 사업자와 배전사업자(offtaker: 재생에너지 판매의 상대 계약자) 사이 PPA(Power Purchase Agreements) 또는 OREC(Offshore Renewable Energy Credit) 형태로 20~25년의 장기계약을 체결한다. PPA 계약은 매사추세츠주, 로드아일랜드주, 코네티컷주에서 활용되며, 해상풍력 발전사업자는 전력과 REC를 배전사업자에게 판매한다. 배전사업자는 전력은 전력 도매시장에, REC는 전기 공급자에게 판매한다. 발전사업자는 전력과 REC 판매에 대해 낙찰된 가격으로 보상받는다. 각 주의 PUC(Public Utility Commission, 공공전력위원회)는 해상풍력 발전사업자와 배전사업자 간의 PPA를 평가한다.

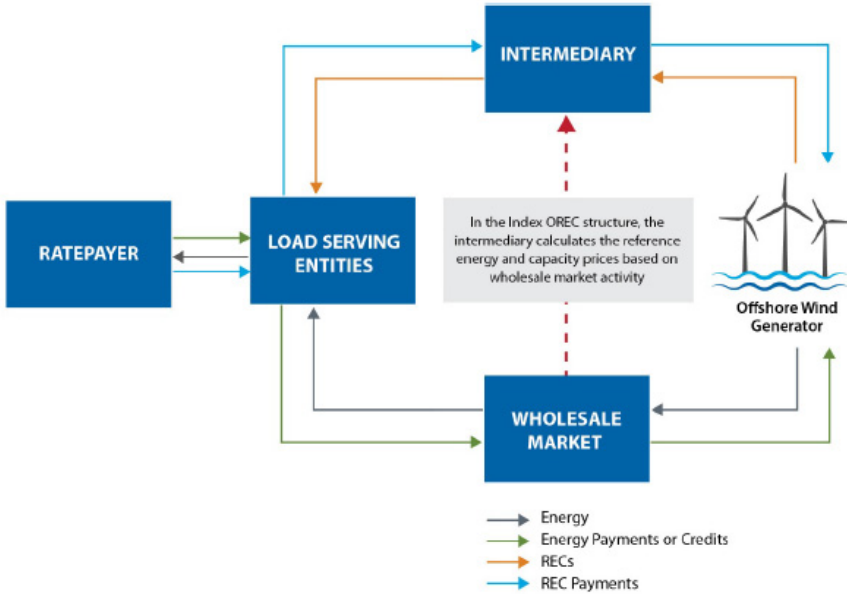
OREC 계약 방식은 뉴저지주, 메릴랜드주, 뉴욕주에서 채택되었다. OREC는 해상풍력으로부터 발전된 전력의 1MW에 대한 환경적 기여를 나타내고, 해상풍력의 RPS를 충족하기 위해 사용된다. 일반적인 OREC 구조에서 발전사업자는 전력을 도매시장에 판매하고, OREC는 중개인(배전사업자)에게 판매한다.

[그림 3-13] 일반적 PPA 구조



자료: NREL(2020, p.23), Comparing Offshore Wind Energy Procurement and Project Revenue Sources Across U.S. States

[그림 3-14] 일반적 OREC 구조

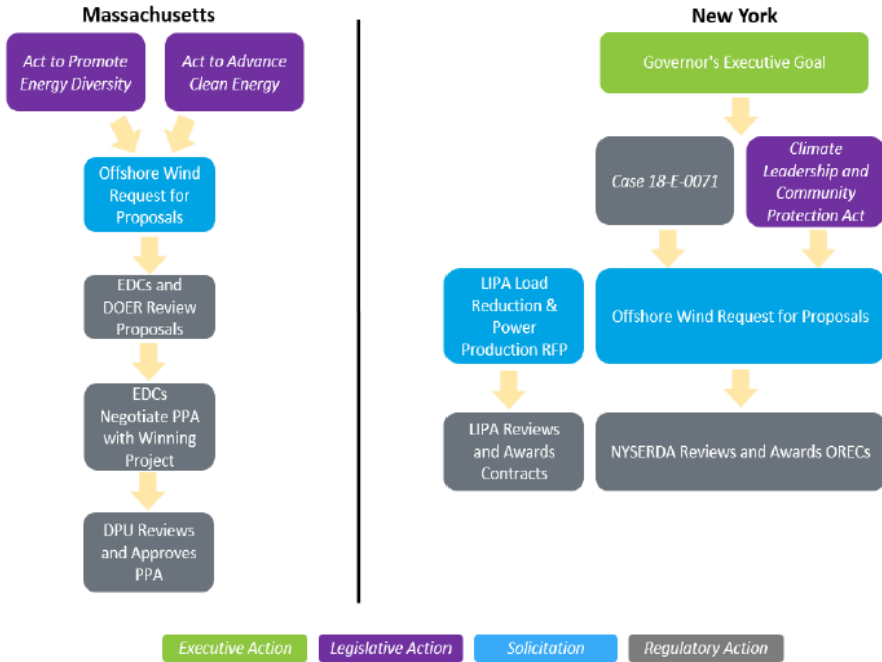


자료: NREL(2020, p.24), Comparing Offshore Wind Energy Procurement and Project Revenue Sources Across U.S. States

미국 해상풍력 절차는 주의회의 행정명령에 따라, 각 주의 EDC(Electric distribution companies), PUC, 에너지 기관에 의해 진행된다. 이 기관들은 RFP (Request for Proposals)를 발행하면서 풍력 경매(solicitation)를 시작한다.⁹⁶⁾ 주 에너지기관 또는 PUC는 제안된 프로젝트를 검토하고 법령이나 RFP 상의 기준에 의해 프로젝트를 선별한다.

96) RFP란 잠재적 공급기업으로부터 상품 또는 서비스를 얻기 위한 경매 절차에서 주관기관에 의해 활용되는 요청서(solicitation)로 상품 또는 서비스의 요구 조건, 계약조건, 입찰절차 등을 설명하는 요청서이다.

[그림 3-15] 매사추세츠주와 뉴욕주의 해상풍력 조달을 위한 법적 절차



자료: NREL(2020, p.15), Comparing Offshore Wind Energy Procurement and Project Revenue Sources Across U.S. States

해상풍력의 평가지표는 주마다 다르다. 보통 정량적 기준(가격)과 정성적 기준으로 분리한다. 정성적 기준에는 최종소비자에게 미치는 영향, 경제적 혜택 등이 포함된다. 미국은 이러한 정성적 기준을 통해서 미국 풍력의 공급망 구축을 목표하고 있다.

〈표 3-24〉 미국 주별, 정성적 평가 기준

주	정성적 기준	가중치
뉴저지 (총점의 50%)	경제적 영향 및 경제적 영향 대응책(guarantees)의 강도	20%
	환경 및 어업 영향	20%
	성공적 상업적 운영 가능성	10%
뉴욕 (총점의 30%)	경제적 혜택	20%
	프로젝트 실행 가능성	10%
코네티컷 (총점의 25%)	주 정책 목적과의 정합성	비공개
	숙련된 노동자의 활용 계획	비공개
	겨울 피크 수요 기간을 포함한 전력 배전 시스템의 신뢰성	비공개
	경제 발전 영향	비공개
	환경적 영향을 제한하기 위한 계획	비공개
매사추세츠 (총점의 30%)	경제적 혜택과 다양성, 평등	비공개
	저소득자에게 직접적 혜택	비공개
	부지선정, 허가, 프로젝트 스케줄, 자금조달 계획	비공개
	에너지 저장 시스템 혜택	비공개
	신뢰성 혜택	비공개
	혜택, 비용과 계약 위험	비공개
	부지에 대한 환경적 사회경제적 영향	비공개
메릴랜드	주의 경제적 혜택(일자리, 세금, 지역 지출)	비공개
	환경적 혜택(배출 회피, 해양 및 지구적 혜택)	비공개
	프로젝트 장점과 단점	비공개
	소규모 사업, 소규모 투자자, 숙련된 노동자 관련 공약	비공개
로드아일랜드 (총점의 20%)	부지선정, 허가, 환경적 영향	비공개
	프로젝트 개발 상황과 운영의 실행가능성	비공개
	경매 참여자 및 프로젝트 개발팀의 경험과 역량	비공개
	상호 연계성	비공개
	자금조달	비공개
	계약위험	비공개
	경제적 혜택	비공개

자료: BNEF(2021b, p.17)

8. 소결

풍력 경매는 육상과 해상이 구분된다. 육상풍력 경매는 태양광과 비슷하게 다수(multi-unit) 경매로 정부가 경매 용량을 공고하면 가장 낮은 입찰가를 제시한 프로젝트 순으로 공고된 용량까지 프로젝트를 선별한다. 하지만, 해상풍력은 민간주도이나 정부주도이냐에 따라 다르게 된다. 민간주도이면, 육상 풍력과 비슷하지만, 정부주도이면 단일(single-unit) 경매로 부지에 대한 개발권이 경매된다. 조사된 국가 중 미국과 영국이 민간주도이지만, 영국은 영국왕립토지위원회가 해상풍력 부지 선정에 맡고 있는 민간주도와 정부주도의 혼합형태로 운영된다. 그리고 일본과 독일의 해상풍력 경매는 민간주도에서 정부주도로 전환되고 있다.

주요국의 풍력 경매는 다음과 같은 특징을 갖는다. 첫째, 정부의 강력한 정책의지가 반영되었다. 풍력 경매를 시행하는 국가들은 풍력을 탄소중립 실현을 위한 중요한 정책 수단으로 삼고 있으며, 차기 신성장 동력으로서 풍력을 보급하기 위한 정부의 정책적 의지가 강하였다. 덴마크와 독일 등 자국의 경쟁력 있는 풍력 기업이 있는 국가들을 제외하고, 미국, 영국, 일본, 대만 등은 풍력경매 시행 시, 풍력 공급망 구축을 위한 사항을 경매평가 기준으로 삼고 있다. 둘째, 풍력의 적기 보급을 위해 계통 확보가 중요하다. 본 연구의 대상국들은 송전망 부족으로 풍력 보급이 지연될 수 있음을 인식하고 있다. 그러므로 정부주도로 해상풍력을 개발할 시에는 정부가 전력계통 연계 문제를 적극적으로 해결하기 위해 노력한다. 셋째, 해상풍력의 경우 정부주도의 개발이 많다. 정부 주도 개발의 경우, 정부가 부지를 선정하고 개발을 위한 기초 데이터를 제공하고 각종 인허가 및 계통 문제를 해결해준다. 독일과 일본은 효율적인 해상풍력 개발을 위해 해상풍력 경매를 민간주도에서 정부주도로 전환하였다. 영국도 민간주도 개발이지만, 부지 선정 및 개발을 위한 기초 데이터는 정부가 제공한다.

[그림 3-16] 주요국 해상풍력 절차 및 주체



자료: 박재화·김범석(2019, p.15)

덴마크 저자 업데이트

BSH: Germany Federal Maritime Hydro-graphic Agency

RVO : NetherlandEnterpriseAgency

DEA : Denmark Energy Agency

PINS : Planning Inspectorate

〈표 3-25〉 주요국 해상풍력 경매 현황

구분	독일	네덜란드	덴마크	영국	일본	대만
해상풍력 단지 및 입찰물량 설정	법률	국가 로드맵	국가 로드맵	정부 행정명령	정부 계획	1,000개 풍력터빈 프로젝트
개발주체	정부 (BSH)	정부 (RVO)	정부 (DEA)	부지 : Crown Estate 개발 : 민간개발자	민간중심에서 정부주도로 변경 예정	정부
계약기간 (보조금 지급)	20년	35년	20년(보조금) 30년 + 5년(면허)	15년	20년	20년
계통연계 책임	정부	정부	정부	민간개발자 건설 후 OFTO에 위임 등*	정부주도 후 정부가 계통문제 해결	대만전력
평가지표	최저가 (사전자격 심사 있음)	총점수제	최저가 (사전자격 심사 있음)	최저가 (사전자격 심사 있음)	총점수제	1단계: 자격평가 2단계: 가격평가
미준공 패널티	○	○	○	○	○	○
입찰주기	연 1회	필요시	필요시	2년마다	연 1회	

자료: 저자 작성

* 영국의 경우, 민간개발자가 해상풍력 송전망을 개발한 후, 경쟁 입찰을 통해 해상계통운영사(Offshore Transmission Owner; OFTO)를 선정하고 선정된 OFTO가 전담 운영함.

제4장

국내 풍력 보급의 현황과 문제점

1. 국내 풍력 보급 현황

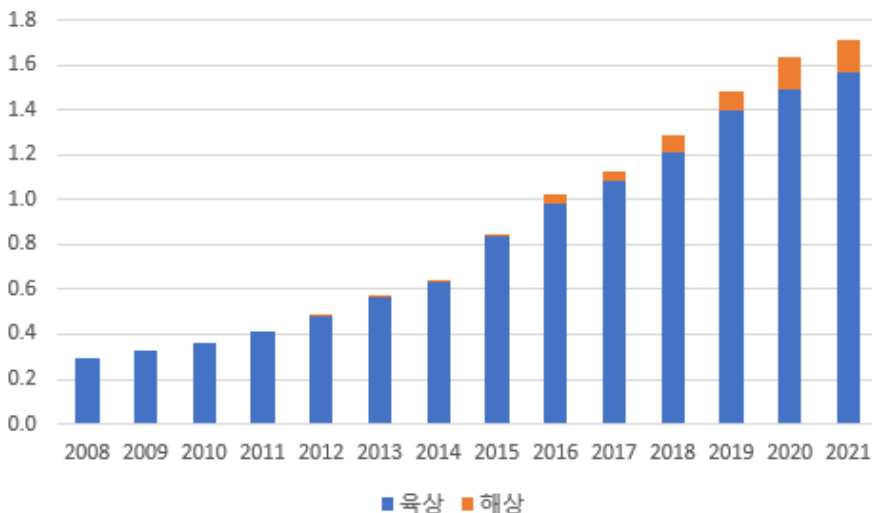
1.1. 국내 풍력 보급 현황

국내 풍력 발전설비 용량은 '10년 362MW에서 '21년 1.7GW로 소폭 증가하는 데 그쳤다. '21년 풍력 발전설비가 전체 발전설비에서 차지하는 비중은 1.3%이고, 신재생에너지 발전설비에서는 7.0%이다. 육상풍력 발전설비 용량은 '10년 362MW에서 '21년 1.6GW로 증가하였으며, 국내 101개 장소에서 706개 터빈이 운영 중이다. 해상풍력 발전설비 용량은 '12년 실증용 제주 월정 해상풍력 발전기가 들어온 이후 '21년 142MW가 보급되었으며,⁹⁷⁾ 상업용 단지 3개소 45기, 실증단지 6개소 6기가 소규모로 운영 중이다. 이를 통한 전체 발전량은 0.8TWh에서 3.2TWh로 증가하였는데, 이는 '21년 전체 발전량의 0.6%, 신재생에너지 발전량의 12.3% 수준이다.⁹⁸⁾

97) 한겨레. 2018.08.18. 해상풍력, 비중 아직 낮으나 성장세는 빨라
https://www.hani.co.kr/arti/economy/economy_general/1008071.html, (최종접속일: 2022.9.24.)

98) 한국풍력산업협회(2022, p.3~4), 에너지공단 자료(신재생에너지 보급통계)

[그림 4-1] 국내 풍력발전설비 용량 추이



자료: 한국풍력산업협회(2022, p.3~4), 에너지공단 자료(신재생에너지 보급통계)

사업자별 풍력 발전설비 현황을 살펴보면, 민간발전사가 53개소, 403기, 967MW의 풍력 발전설비를 운영하면서 전체 풍력 발전설비 중 56.8%를 차지한다. 그다음은 발전자회사로 611MW를 운영하면서 35.8%를 차지한다. 민간발전사업자가 가장 많은 비중을 차지하지만, 국내 REC 거래 구조 상, 민간발전사업자는 REC 거래를 위해 발전자회사와 SPC를 구성해야 한다.

<표 4-1> 사업자별 설비용량 및 점유율

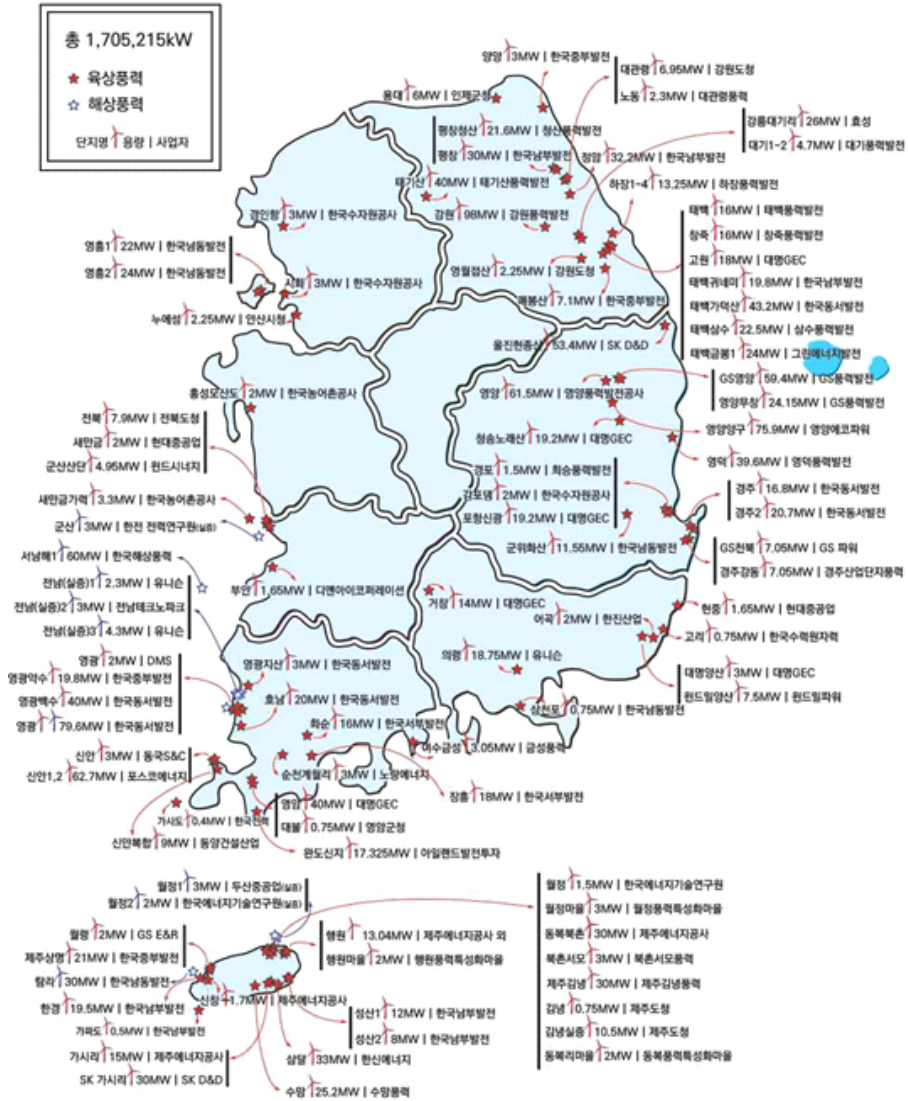
사업자	단지수(개소)	설치기수(기)	설치량(kW)	점유율(%)
민간발전사	53	403	966,675	56.8
발전자회사	29	263	611,250	35.8
기타*	19	60	87,690	5.1
지자체	10	31	39,600	2.3
계	111**	757	1,705,215	100

자료: 한국풍력산업협회(2022, p.15)

* 기타: 공사, 연구원, 학교, 특성화 마을 등

** 제주도 행정풍력단지의 경우 단지 내 사업자(제주에너지공사, 제주대학교, 제주대청)가 나누어져 있어 중복 집계
한국해상풍력의 경우 한전, 발전자회사 지분 투자 SPC로 발전자회사로 편입 집계

[그림 4-2] 국내 풍력발전 단지 건설현황

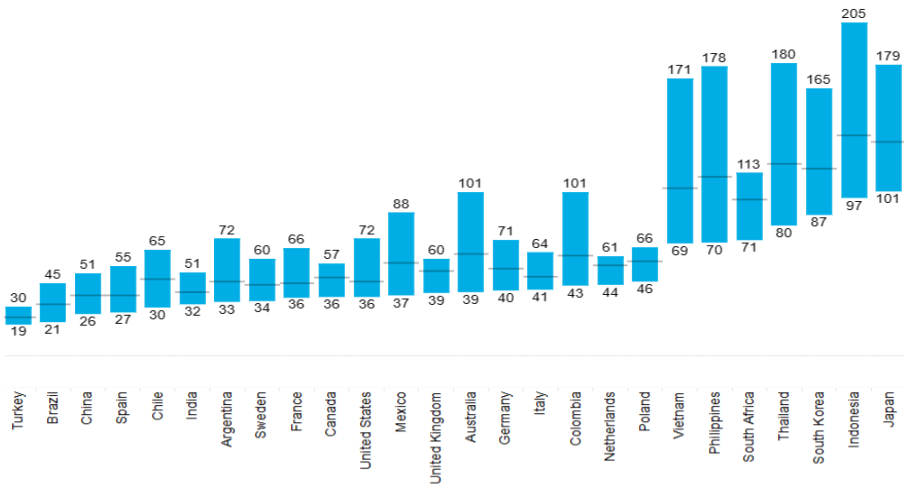


자료: 한국풍력산업협회(2022, p.5)

1.2. 풍력 발전 비용

BNEF에 따르면, 국내 육상풍력의 발전비용은 일본을 제외한 다른 주요국 대비 아주 높은 수준으로 '22년 \$(87~165)/MWh 수준이다. 국내 발전비용이 주요국 대비 높은 이유는 높은 CAPEX·OPEX·금융비용과 낮은 이용률 때문으로 평가된다.

[그림 4-3] 주요국 육상풍력 LCOE 비교



자료: BNEF LCOE Data,

<https://www.bnef.com/interactive-datasets/2d5d59acd9000009?tab=Current%20LCOE%20by%20Technology>,
(최종접속일: 2022.12.20.)

1.3. 국내 풍력 보급 문제점⁹⁹⁾

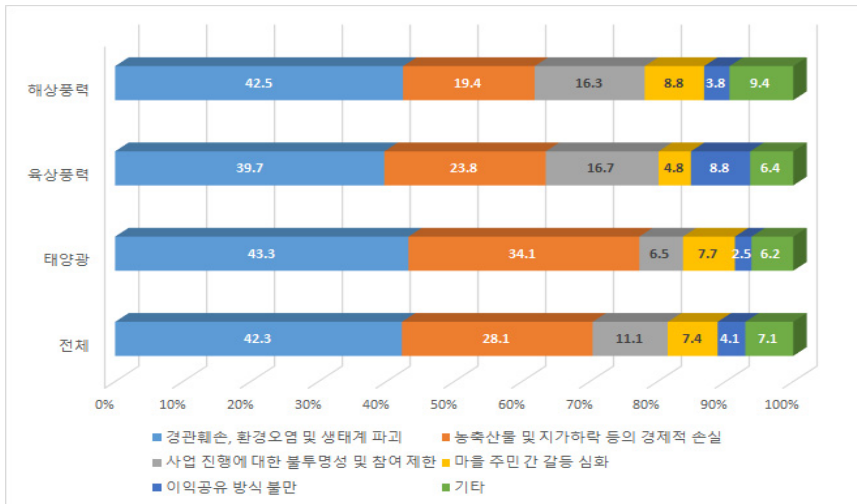
앞 절에서 살펴보았듯이 국내 풍력 보급은 상당히 미진하다. 태양광이 '10년 533MW에서 '21년 18.3GW로 증가한 것과 비교하면 풍력 보급이 더욱 초라한 사실을 알 수 있다.¹⁰⁰⁾ 풍력 보급이 저조한 것은 주민수용성, 인허가 및 규제, 계통 연계 등 다양한 원인이 있다.

99) 본 보고서 평가 중, 본 소절을 국내 풍력 보급 문제점보다 국내 풍력 경매의 문제점을 분석하라는 의견이 있었는데, 본 보고서를 작성할 시 풍력 경매가 처음으로 시행 중이어서 풍력 경매에 대한 문제점을 분석하기에는 데이터와 자료가 부족한 상황이었어서, 본 소절은 국내 풍력 보급 문제점 분석 절로 유지함.

100) 에너지공단 자료(신재생에너지 보급통계 자료)

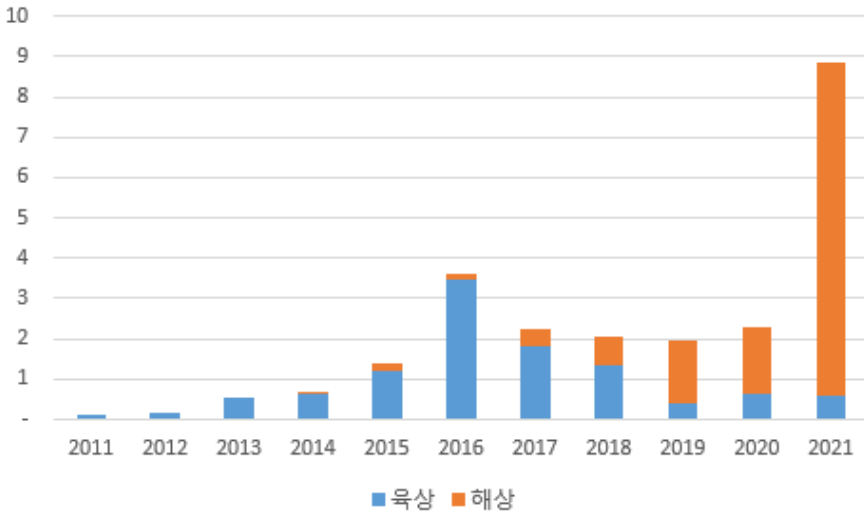
풍력과 같은 대규모 재생에너지 보급에서 주민수용성은 중요한 문제로 인식된다. 재생에너지 발전지역 주민들이 재생에너지를 반대하는 이유는 환경적 요인, 절차적 요인, 분배적 요인으로 나눌 수 있다. 환경적 요인에는 최근 ‘녹녹갈등(green-green)’이 주목받고 있다. 녹녹갈등이란 탄소중립을 위해 건설되는 재생에너지가 생태계 및 경관을 해친다는 환경단체와의 갈등을 일컫는다. 절차적 요인은 재생에너지 발전시설이 들어오는 지역주민들이 해당 재생에너지 발전소 건설 과정에서 배제된다고 인식에서 비롯되는 갈등이다. 분배적 요인은 재생에너지 발전소 건립에 따른 경제적 손실은 지역 주민이 얻지만, 경제적 이익은 외부인이 가져간다는 인식에서 비롯되는 갈등이다.

[그림 4-4] 신재생에너지 발전소 건설 반대 이유



자료: 정성삼·이승문(2018, p.82)

[그림 4-5] 연도별 풍력 발전사업 허가물량



자료: 한국풍력산업협회(2022, p.44.)

'21년 기준 풍력 발전사업허가 물량은 육상이 217개소, 10.3GW이고, 해상은 54개소 13.6GW에 이른다. 육상풍력의 인허가 현황은 강원도(98개소, 5.2GW)와 전라남도(35개소, 1.5GW)가 큰 비중을 차지하고 있고, 해상풍력은 전라남도(35개소, 8.3GW)와 부산·울산(8개소, 2.7GW)이 큰 비중을 차지한다. 발전사업허가를 받은 물량은 상당히 많지만, 현재 환경영향평가를 통과한 물량은 많지 않다. 이는 주민 수용성과 인허가 및 규제 문제로 인한 것으로 평가된다.

<표 4-2> 풍력 발전사업허가 및 환경영향평가 현황

	발전사업허가	환경영향평가 완료*
육상풍력	217개소 10.3GW	완료 50개소 2.3GW 진행중 5개소 317.5MW
해상풍력	54개소 13.6GW	1개소 354.48MW

자료: 한국풍력산업협회(2022, p.3, 발전사업허가), 환경부(환경영향평가)

* 한국풍력산업협회(2022, Ch2)에 나와있는 건설예정단지를 대상으로 2022년 6월 기준 환경부 환경영향평가 웹사이트 (<https://me.go.kr/home/web/index.do?menuId=10145>, 최종접속일: 2022.7.2.)에서 환경영향평가 진행 현황을 개별적으로 찾아서 분석

〈표 4-3〉 국내 풍력 규제 사항 리스트

항목	규제사항	내용
육상	산림청 협의창구 일원화	- 산지 관련 인허가 창구를 산림청 본부로 단일화하여 관련법을 해석 및 적용 일원화 추진 * 관계법령: 국유림의 경영 및 관리에 관한 법률
	풍력발전시설 진입로 연장거리 규제	- 도시 및 군계획시설 등 설치 시 연장거리 제한규정 10km 이하) 적용 제외 * 관계법령: 산지관리법 시행령
	입목축척	- 입지연건 제한을 받는 풍력사업의 경우 입목축척 규정(헥타르당 150% 이하) 제외 * 관계법령: 산지관리법 시행령
	산지전용타당성조사 및 하류지역 재해영향평가	풍력의 경우 산지전용타당성 조사 후 산림청 협의 시 재해영향평가 제출 요구로 인한 중복 규제 해소 * 관계법령: 산지관리법 시행령
	숲길 조성시 산림청과 협의 후 계획 수정 공고	산림청은 이미 고시 및 공고된 숲길을 풍력 때문에 재조정하지 않음. 사업자의 대안 제시 관련 규정 마련 * 관계법령: 국유림의 경영 및 관리에 관한 법률 시행령
	산림경영계획 및 인공조림지	풍력설비 설치에 소요되는 경제림육성 단지 중 인공조림지 면적 관련 규정을 산림청이 미적용 중 * 관계법령: 국유림의 경영 및 관리에 관한 법률 시행령
	환경영향평가	생태자연 1등급 권역의 경우 현장 복원지 확보는 현실 적으로 불가능하여, 훼손면적을 복원하는 비용을 산정 하여 환경보전부담금 납입으로 대체 * 관계규정: 육상풍력 개발사업 환경성평가 지침 등
	토지이용규제사항	관련 규정에 의한 토지이용규제(생태자연 1등급지, 산사태1등급지, 사방지 지정 변경 등)에 대하여 발전 사업허가 당시의 토지이용규제사항으로 적용 * 관계법령: 자연환경보전법 등
	풍력발전시설의 산지 일시사용 허가기간 연장	현행 법률에는 산지전용허가기간을 최대 30년(기본 10년 + 연장 20년)으로 규정하고 있으나, 산지 육상풍력의 경우 산지전용허가기간이 최대 20년임 * 관계법령: 산지관리법 시행령 등
풍력발전시설의 주거지 및 도로와의 이격거리 상한선 마련	풍력발전은 지자체별 주거지 및 도로와의 이격거리 (100~2,000m)를 규정한 조례를 운영중. 이를 법제화 하여 과도한 이격거리를 축소 * 관계법령: 신재생에너지법	
해상	해상풍력설비의 공유수면 점용사용허가일괄처리	-공유수면 사용허가 신청시 관리권자인 해수부(EEZ)와 지자체(연안) 간의 긴밀한 정보 공유 및 협의 제도화 * 관계법령: 공유수면 관리 및 매립에 관한 법률
	해상풍력 설비의 공유수면 점용 사용료 인하	해상풍력에 대한 공유수면 점용사용료 최고요율 (인접토지가격의 3%) 적용으로 사업자 부담 과다 * 관계법령: 공유수면법 시행규칙
	부유식 해상풍력발전단지의 주민수용성 기준 마련	부유식 해상풍력에 대한 업무추진시 참고 가능한 해상 풍력 주민수용성 가이드라인 마련 * 관계법령: 전기사업법 등

자료: 국무조정실(2022) 및 한국산업풍력협회(풍력 규제개선 및 애로사항, 내부자료) 자료를 바탕으로 저자 작성

풍력 보급을 어렵게 하는 요인으로 전력계통 연계 문제를 뽑을 수 있다. 전력계통 연계가 지연되는 주요 원인으로 송전망 건설 관련 인허가 절차와 주민수용성 문제 등이 꼽힌다. 복잡한 인허가와 주민수용성 문제 등으로 국내 송전선로 건설이 6~10년 정도 시간이 걸린다. 특히, 입지선정, 측량 및 대관협의, 환경영향평가, 경과대역 설정, 사전 환경성 검토 과정에서 주민 반대가 심하다고 한다.¹⁰¹⁾ 풍력 발전사업의 적기 실현을 위해서는 전력계통 연계가 중요하지만, 송전망 건설도 풍력 발전사업과 마찬가지로 주민수용성과 인허가 문제 등으로 지연되고 있다.

풍력 보급의 주요 장애요인으로 풍황계측기 문제가 있다. ‘풍력자원계측 및 풍력 발전 부지중복 관련 적용 기준’을 보면, 풍력 사업을 하기 위해서는 발전사업 허가 신청 이전 1년 이상의 풍황 자료가 필요하고, 계측기의 유효지역은 반지름 5km 이내이다. 발전사업을 위해 허가 설치된 풍황계측기가 발전사업에 사용되지 않고 거래의 대상이 되고 있다.¹⁰²⁾ 풍황계측기를 설치한 사업자는 발전사업을 진행하기 보다는 프리미엄을 받고 풍황계측기를 거래하면서 풍력의 개발 비용을 높이고 진행을 더디게 한다. 또한 풍황계측기 설치에 따른 개발 우선권 분쟁, 부지 중복, 계측기 유효기간 등의 문제가 발생하였다. 많은 전문가는 풍황계측기 보급 문제가 해결되지 않는 이상 정부 주도의 해상풍력 개발은 요원할 수 있다고 주장한다.

101) 에너지경제연구원, ‘에너지탄소중립 이행을 위한 공용 송변전설비 적기 준공 및 건설 다변화연구’ 중간발표 회의 자료 (2022.6.29.)

102) 한국농어민신문(22.10.07), ‘2억 들어간 풍황계측 데이터, 웃돈 10억 붙여 판매’, <http://www.agrinet.co.kr/news/articleView.html?idxno=312958> (최종접속일: 2022.12.12.)

제5장

국내 풍력 경매 활성화를 위한 정책적 시사점

우리나라는 '22년 9월 풍력에 대한 '고정가격계약 경쟁입찰'을 공고하였다. 처음으로 풍력 발전사업에 대한 경쟁입찰이 이루어질 전망이다. 본 연구는 우리나라의 '고정가격계약 경쟁입찰'의 미시적 설계에 관한 연구는 아니다. 본 연구는 지금부터 시행될 '고정가격계약 경쟁입찰'을 성공적으로 정착하고 풍력 보급을 활성화하는 거시적 방안을 도출하는 것을 목적으로 한다.

풍력 보급에 경쟁입찰을 도입하는 이유는 비용효율적으로 풍력을 보급하기 위함이다. 영국, 대만, 일본 등은 풍력 발전사업의 경쟁입찰을 통해 보급과 풍력공급망 구축을 연계시키는 전략을 사용하고 있다. 본 연구는 비용 하락과 공급망 구축 측면에서 경쟁입찰을 성공적으로 시행하는 정책적 시사점을 도출하고, 초기 풍력 보급의 미진한 부분을 고려해서 운영적 측면에서의 정책적 시사점도 도출할 것이다.

1. 경쟁입찰의 경쟁률 제고를 통한 비용하락

경쟁입찰이 갖는 주목적인 비용을 하락시키기 위해서는 입찰에 참여하는 사업자의 수가 많아야 한다. 경쟁입찰의 기본 원리는 참여자 간 경쟁을 통해서 효율적으로 비용을 낮추는 것이다. 경쟁입찰에서 참여자가 적다면 경쟁은 일어나기 힘들고 경매

설계자가 의도한 비용하락은 일어나지 않을 수 있다. 이러한 과소입찰의 문제는 두 가지 측면에서 고려할 수 있다. 하나는 경쟁입찰에 참여할 잠재적 입찰자의 부족이다. 다른 하나는 경매제도 설계 및 운영상의 문제에 따른 입찰이 낮은 경우이다.

독일의 풍력 경매에서는 인허가 기간의 증가, 엄격한 인허가 기준, 법적 분쟁, 주민 수용성 문제 등으로 과소입찰 문제가 발생하였고, 낙찰 가격이 상승하였다. 이는 잠재적 프로젝트가 줄어들어 과소입찰이 발생한 사례이다. 멕시코 태양광 경매의 경우, 너무 낮은 상한가격으로 과소입찰이 발생하였고, 상한가격을 높이면서 과소입찰이 해결되었다. 이는 경매제도 운영의 문제이다. 일본 태양광 경매의 경우, 사업자들이 비공개 상한가격, 엄격한 기준 등으로 입찰과 낙찰 이후의 계약에서 탈락하는 경우가 발생하였고, 토지 및 전력망 연계가 어려워 잠재적 입찰자가 많지 않은 문제도 발생하였다.

성공적인 경쟁입찰을 시행하기 위해서는 경쟁력 있는 잠재적 입찰자 풀을 확대해야 한다. 잠재적 입찰자 풀을 확대하는 방안은 신규 프로젝트를 발굴하는 것과 기존의 발전사업허가를 받은 사업들이 빠르게 환경영향평가를 받게 하는 두 가지 측면에서 고려될 수 있다.

신규 프로젝트를 발굴하기 위해서는, 먼저 정부 부처 간 의견을 수렴할 수 있는 컨트롤 타워가 마련되어야 할 것이다. 산업통상자원부는 풍력 발전사업을 실증적으로 추진하는 부서이지만, 부지 선정 및 각종 인허가 관련해서는 권한이 부족하다. 부지 선정 및 각종 인허가는 타 부처에 권한이 있다. 또한, 우리나라의 특수한 안보 상황으로 인해, 부지 선정 문제는 다른 나라 대비 더 복잡하다. 이러한 상황을 타개하기 위해서는 풍력개발을 위한 범부처 성격의 컨트롤 타워가 필요할 것으로 보인다. 그리고 풍력개발 컨트롤 타워를 통해 정부 주도의 부지 개발이 이루어져야 할 것이다. 해상풍력 개발이 활발하게 이루어지거나 해상풍력을 탄소중립 수단으로 인식하는 국가들은 정부 주도로 최소 부지 선정 및 기초 자원 조사를 적극적으로 수행한다. 본 연구를 수행하면서 자문을 받은 국내 풍력 사업자들은 해외 경쟁사 대비 경쟁력이 열세이기 때문에 정부 주도의 해상풍력 개발을 선호한다. 국내 풍력 발전사업자들은 기본적인 부지 문제가 해결된다면 비용이 크게 하락할 수 있다고 전한다.

우리나라의 경쟁입찰에 참여하기 위해서는 발전사업자는 최소 환경영향평가를 받아야 한다. 현재 발전사업허가를 받은 물량은 육상과 해상 모두 10GW가 넘지만,

환경영향평가를 받은 사업은 많지 않은 실정이다. 인허가 절차를 단순화하여 발전허가를 받은 프로젝트들이 빠른 시간 안에 환경영향평가를 완료할 수 있도록 정책적 지원이 필요하다. 우리나라의 경우, 풍력 ‘원스탑 숓(one-stop shop)’이라고 불리는 ‘풍력발전 보급촉진특별법’을 통하여 인허가 단축을 시도하고 있지만, 특별법이 통과되지 못하고 있는 상황이다. 독일과 영국은 러시아-우크라이나 사태에 대응하기 위해서 에너지 보급을 가속화하는 계획을 발표하였다. 독일은 Easter Package, 영국은 British Energy Security Strategy를 통해 재생에너지 보급을 가속화하기 위해서 인허가 단축할 계획이라고 발표하였다. 우리나라도 풍력발전 활성화를 위해 인허가를 단축하는 정책적 지원이 필요하다.

또한, 주민수용성 문제도 해결해야 할 문제로 인식된다. 정부는 주민 수용성을 향상시키기 위한 이익공유 방안으로 주민참여에 따른 추가 REC를 지급하는 제도를 시행 중에 있다. 풍력 보급 문제에서 전력망 연계 문제도 중요한 장애요인으로 지적된다. 전력망 건설에서도 주민 수용성 문제가 중요한 이슈로 자리잡고 있다. 전력망 사업과 재생에너지 발전사업의 이익공유를 통한 주민수용성 향상을 고려해야 할 것이다. 재생에너지 발전사업에서 추가 REC 지급을 받기 위해서는 발전소 주변지역 주민만을 대상으로 한다. 하지만, 대형 풍력사업의 경우 조단위의 사업이기 때문에 추가 REC를 받기 위한 출자 및 지분 참여를 위한 투자액도 상당히 높다. 그러므로 추가 REC를 받기 위한 주민참여 대상에 해당 재생에너지 발전기와 연계되는 전력망 사업 주민들도 포함시키는 것을 고려할 수 있다. 전력망 사업의 경과지 주민들은 공유할 이익이 많지 않은 상황에서 경제적 혜택을 받기 어렵다. 하지만 경과지 주민들이 재생에너지 발전사업에 투자할 기회를 제공한다면 이익을 공유할 수 있는 기회를 얻게 될 것이다. 대신, 경과지 주민이 참여하는 재생에너지 발전사업에게는 해당 전력망에 우선적으로 연계할 수 있는 권리를 부여하는 것이다. 그렇다면 재생에너지 발전사업은 전력계통 연계 우선권이 부여되므로 사업성이 개선될 수 있을 것이고, 이는 발전소 주변지역 주민들에게도 이익을 제공할 것이다.

2. 풍력 보급과 풍력 공급망 구축 연계 정책

국내 풍력 기업의 경쟁력은 일부 몇몇 기업을 제외하고는 주요 선도기업 대비 열세인 것으로 알려져 있다. 특히, 풍력발전기 대형화 측면에서 국내 기업과 해외 주요 기업과의 격차는 줄어들지 않는 것으로 평가된다. '22년 국내 기업은 8MW를 개발 완료하여 시운전 평가가 진행 중이지만, 베스타스는 '22년에 15MW를 개발 중이다. '21년 신규 풍력 설비 설치 중, 국산 터빈을 사용한 비중은 18.0MW로 28.3%이고 외산 터빈은 45.6MW로 71.7%를 기록하였다.¹⁰³⁾ 국내 터빈 기업은 국내 풍력 시장이 주축이 되기 때문에 소량 생산에 따른 규모의 경제 효과를 갖지 못하고 많은 track record를 쌓기도 어려운 실정이다. 이러한 상황에서, 경쟁입찰에서 비용만을 고려한다면 외산대비 가격 경쟁력이 떨어지는 국내 터빈 활용도는 낮아질 것이다.

[그림 5-1] 국내외 터빈 개발 현황



자료: 김석우(2022, p.11.)

우리나라도 다른 나라와 마찬가지로 풍력을 미래 새로운 성장동력 산업으로 삼고 있다. 하지만, 국내 풍력 기업의 경쟁력이 높지 않아 수출도 쉽지 않은 상황에서 국내 풍력 산업을 살리기 위해서는 국내 풍력 보급을 통한 국내 기업의 경쟁력을 향상시키는 정책이 요구된다. 일본, 영국, 미국, 대만 등의 국가에서는 경쟁입찰의

103) 한국풍력산업협회(2022, p.18.)

평가기준으로 자국내 공급망 구축 계획을 도입하였다. 공급망 구축 관련 요소로는 지역 및 국내 기업과의 협력, 국내 공급망 구축 계획, 지역경제 활성화 계획, 지역 주민 고용 계획, 혁신과 신기술 사용 계획, 전문가 양성 계획, 저탄소 감축 계획, 국내 공장 및 인프라 건설, 투자 등 국내 경제 파급효과, 안정적 전력공급 계획, LCR(Local Contents Requirement), 자금 조달계획 등이 포함된다. 이 지표들은 대체적으로 비정량적 지표로 정성적으로 평가가 이루어지는 경우가 많다.

〈표 5-1〉 주요국 풍력 경매에서 공급망 구축 평가요소 도입 사례

국가	사례
일본	비가격요건으로 지역수용성과 자국내경제기여도 반영
영국	300MW 이상 프로젝트에 입찰할 경우 공급망(supply chain) 계획을 제출해야 함.
미국	주별로 상이하나 비정량적 지표를 20%~50% 정도를 반영하고 있으며, 이중 자국내경제기여도 항목을 포함하는 주가 있음.
대만	26개 핵심부품 60% 현지화 필요

자료: 각국의 경매 평가 지표 중 공급망 관련 기준을 바탕으로 저자 작성

몇몇 국가들은 LCR을 도입하였지만, 이는 WTO의 제소를 야기할 수 있으므로 신중한 접근이 필요해 보인다. 현재 풍력 보급과 풍력 공급망 구축 연계에 대한 구체적 대안은 많지 않은 상황이다. 하지만, 미국과 영국의 사례는 우리나라에게 좋은 시사점을 줄 것으로 판단된다. 미국과 영국은 풍력 공급망을 어떻게 구축할 것인가에 대한 계획을 세웠다. 그리고 자국의 풍력 공급망 구축 계획에 맞는 기준을 풍력 경매의 평가기준에 도입하는 방법을 강구하였다. 우리나라도 먼저 정부가 추진하는 공급망 구축 계획을 보다 구체적으로 설정하고, 구체적 공급망 구축의 요소들을 국내 경쟁입찰의 평가요소로 도입하는 방안을 고민해야 할 것이다.

세계 풍력 시장 전망을 보면 알 수 있듯이, 풍력 시장은 급속도로 성장할 것으로 평가된다. 우리나라도 풍력 시장에서 생존하고 풍력 산업을 새로운 성장동력으로 삼기 위해서는 풍력 보급과 풍력 공급망 구축 정책이 연계되어야 한다. 보급과 공급망 구축을 연계시키는 가장 중요한 연결고리로 경쟁입찰의 평가기준이 인식되는 현실에서 우리나라도 자국의 이익을 향상시킬 수 있는 경쟁입찰 평가기준 체계를 좀더 구체적으로 고민해야 한다.

3. 유연한 경쟁입찰 운영

많은 국가에서는 육상풍력과 해상풍력 경매가 분리되어 운영되고 있다. 하지만, 현재 환경영향평가를 받은 프로젝트가 많지 않은 우리나라 풍력 보급 현실에서 육상풍력과 해상풍력을 분리해서 경쟁입찰을 시행하기는 쉽지 않을 것으로 평가된다. 다른 국가들의 경우, 풍력 보급 지원체계가 FiT, CfD, FiP 제도이기 때문에, 해상풍력과 육상풍력의 입찰가격을 동시에 평가하기 어려운 측면이 있어 시장을 분리하여 경매를 시행한다. 하지만, 우리나라는 RPS 제도이고, 입찰가격은 SMP+1REC로 책정되므로 해상풍력과 육상풍력의 발전단가가 큰 차이가 발생함에도 불구하고 입찰가격을 같이 평가를 할 수 있다. 우리나라 RPS 제도의 특징으로, 국내에서는 육상풍력과 해상풍력을 동시에 경쟁입찰을 할 수 있게 되었다. 이러한 육상풍력과 해상풍력의 동시 경매는 잠재적 풍력 발전 프로젝트 풀이 적은 우리나라의 약점을 어느정도 보완한다. 하지만, 해상풍력과 육상풍력의 특성상, 많은 국가에서 분리해서 경매를 시행하고 있듯이, 우리나라도 장기적으로는 해상풍력과 육상풍력의 경쟁입찰을 분리해야 할 것이다.

현재 국내 풍력 발전 프로젝트 풀이 적은 상황에서, 모든 지원사업을 경쟁입찰로 선정할 필요는 없을 것으로 판단된다. 국내 재생에너지는 보급과 비용에서 많은 문제점을 보이고 있다. 탄소중립을 추진해야 하는 상황에서 재생에너지는 가장 중요한 정책 수단으로 평가받고 있으므로, 재생에너지 보급을 활성화하는 것도 중요한 정책 목표이다. 비록 수의계약이 비용하락을 유도하지 못하고 있더라도, 우리나라의 풍력 보급 상황, 정부의 보급 목표 달성, 정부 정책 등을 고려하여 수의계약에 의한 풍력 보급도 병행하는 것을 고려해야 한다.

해상 풍력 경매의 경우, 많은 국가에서 민간주도 개발보다는 정부주도 개발이 선호되고 있다. 우리나라도 집적화 단지 등의 계획을 세우며 정부주도의 개발을 추진하지만 쉽지 않은 상황이다. 정부주도의 개발의 가장 큰 걸림돌은 민간이 설치한 풍향계측기일 것이다. 풍향계측기 거래, 부지 중복, 개발 우선권 등의 문제가 해상풍력 정부 주도 개발의 발목을 잡고 있다. 독일의 경우, 풍향계측기 관련 우리나라와 비슷한 경험을 한 것으로 평가된다. 독일은 민간 풍향계측기 설치 문제를 ‘스텝인(step-in)’ 제도를 통해 해결하려고 하고 있다. 하지만, ‘스텝인’ 제도에 대한 평가는

아직 객관적으로 나타나지 않은 것으로 보인다. 그러므로 독일의 ‘스텝인’ 제도를 분석하고 평가하는 작업은 필요하지만, 우리나라에 도입하는 것은 좀 더 많은 연구를 통해서 시행해야 할 것으로 보인다. 풍황계측기 문제는 재산권 등의 법률적 문제와 결부되기 때문에 쉽게 해결될 문제는 아닌 것으로 평가된다.¹⁰⁴⁾ 우리나라의 풍력 경매는 민간주도 개발과 집적화 제도를 비롯한 정부주도 개발이 당분간 병행되어야 할 것으로 보인다. 그러므로 정부의 풍력 경매는 민간주도 개발 중심의 다수(multi-unit) 경매와 정부주도 개발 중심의 단일(single-unit) 경매가 유연하게 동시에 수행되어야 할 것이다.

104) 풍황계측기 관련 이슈에 대한 깊이 있는 분석은 이 과제의 범위를 벗어난 것으로 판단되어, 본 연구에서는 현황과 관련된 이슈 제기만 하였음.

제6장

결론

최근 정부는 비용효율적인 풍력보급 활성화를 위해 ‘고정가격계약 경쟁입찰’을 시행한다고 발표하였다. 우리나라의 풍력 발전단가가 국외대비 상당히 높은 점을 감안할 때, 국내 풍력 보급시장에 경쟁입찰을 도입하는 것은 올바른 정책방향이라고 생각한다.

세계 풍력 보급에서 경매에 의한 보급량은 지속적으로 증가하고 있으며, 향후에도 매우 증가할 것으로 전망된다. 많은 국가가 풍력 보급에 있어 경매를 도입하는 이유는 보급 비용의 하락을 유도하는 측면이 있었다. 하지만, 비용 하락이 많이 이루어진 국가에서 경매는 자국의 풍력 공급망 구축을 유도하는 수단으로 활용되고 있다.

본 연구는 주요국의 풍력 경매제도를 분석하여, 풍력 발전 프로젝트 풀이 적은 우리나라의 현실에서 경쟁입찰을 성공적으로 활성화하기 위한 정책적 시사점을 도출하였다.

본 연구의 주요 정책적 시사점은 크게 첫째, 경쟁입찰의 경쟁률 제고를 통한 비용 하락, 둘째, 풍력 보급과 풍력 공급망 구축 정책 연계, 셋째, 유연한 경쟁입찰 운영이다.

첫째, 경쟁입찰 경쟁률 제고를 통해 비용을 하락시켜야 한다. 현재 풍력 발전 프로젝트 풀이 많지 않은 현실에서 신규 프로젝트를 발굴하는 정책이 필요하다. 신규

프로젝트를 발굴하기 위해서는 풍력발전 개발을 위한 정부 부처 간 컨트롤 타워가 필요하며 이 컨트롤 타워를 통해 정부주도의 풍력개발이 이루어져야 한다. 또한 인허가 단축을 통한 환경영향평가를 받는 프로젝트의 수를 늘려 경쟁입찰에 참여할 수 있는 잠재적 입찰자 수를 확대해야 한다. 그리고 전력망 연계 사업과 풍력 발전 사업의 이익을 공유하는 방안도 고려해야 한다.

둘째, 풍력 보급과 풍력 공급망 구축을 연계하는 정책을 실현해야 한다. 미국과 영국은 보급과 공급망 구축을 위해 구체적인 공급망 구축계획을 세우고, 구체적인 공급망 구축 계획에서 중요한 요소를 경매 평가 기준으로 도입하였다. 우리나라도 먼저 구체적인 공급망 구축계획을 세우고, 그에 따른 경쟁입찰 평가 기준을 설정해야 할 것이다.

셋째, 풍력 프로젝트 풀이 적은 우리나라 풍력 보급 현실에서 경쟁입찰 운영은 유연해야 한다. 일정 기간에는 육상풍력과 해상풍력의 동시 경매를 시행해야 하고, 민간주도와 정부주도의 해상 풍력 개발도 동시에 이루어져야 한다. 정부의 보급 목표 달성, 풍력 보급 현황, 정부 정책 등을 고려하여 수의계약을 병행하는 것도 고려해야 한다.

참고문헌

〈국내 문헌〉

- 국무조정실. 2022. “신산업 투자 걸림돌 제거를 위해 기업으로 33건 규제개선.” 보도자료. 2022.2.16
- 김석우. 2022. 『풍력발전기술 현황과 전망』. 에너지경제연구원 세미나 발표자료.
- 박재희, 김법석. 『2019, 유럽 주요국과 한국의 해상풍력개발 정부 정책 비교연구』. New&Renewable Energy 2019 9.Vol.15, No.3.
- 에너지경제연구원. 2022. “에너지탄소중립 이행을 위한 공용 송변전설비 적기 준공 및 건설 다변화연구” 중간발표 회의 자료 (2022.6.29).
- 이승문 외. 2021. 『신재생 입지를 연계한 전력수급계획 수립 방안에 관한 연구』. 한국전력거래소 수탁연구보고서.
- 임지영. 2022. 『일본 재생에너지 FiP 제도와 입찰제, 세계 에너지시장 인사이트』, 제22-4호. 에너지경제연구원.
- 임효숙, 조공장, 강선우. 2021. 『네덜란드와 일본의 해상풍력 입지선정 절차 비교, 풍력에너지저널』, 제12권 제4호. 한국풍력에너지학회.
- 자원에너지청. 2022. “재생에너지 해역이용법에 의거한 사업자선정 평가 방향성” PPT 자료
- 조상민. 2020. 『RPS 정책평가 및 제도개선 방안 연구』. 산업통상자원부.
- 조상민. 2021. 『RPS 제도의 성과와 한계, 개선방향』. 발표자료.
- 정성삼, 이승문. 2018. 『신재생에너지 수용선 개선을 위한 이익공유시스템 구축 연구』. 에너지경제연구원.
- 한국풍력산업협회. 2022. 『2021 Annual Report on Wind Energy Industry in Korea』.
- 한국풍력산업협회. 풍력 규제개선 및 애로사항. 내부자료.

〈외국 문헌〉

- 에이지·나쓰코. 2021. “재생에너지 해역이용법에 의거한 공모절차 개요 및 현황”, Energy Practice Legal Update. Anderson Mori and Tomotsune.
- 일본자원에너지청. 2022. “재생에너지 해역이용법에 의거한 사업자선정 평가 방향성” PPT.
- 調達価格等算定委員会. 2022. “令和4年度以降の調達価格等に関する意”.
- 臺灣經濟部. 2018. “離岸風力發電產業政策.” 2018.1.18.
- 自由時報. 2020. “國家隊轉骨難 離岸風電國產化打折扣.” 2020.11.10.
- Albizu, L.G. et al. 2018. “Denmark”, WWEA(World Wind Energy Association) Policy Paper Series(PP-02-18-A), Vol. 32, No 5.
- Ascherfeld, Landshut, Meister. 2022. CFD regime for offshore wind in Germany. Allen and Overy.
- AURES. 2015. “Overviews of Design Elements for RES-E Auctions.”
- AURES. 2015b. “Auctions for Renewable Energy Systems in Germany: Pilot scheme for ground mounted PV.”
- AURES. 2019. “Auctions for the support of Renewable Energy in the UK.”
- AURES. 2019. “Auctions for the support of Renewable Energy in the Netherlands.”
- BNEF. 2021a. “2H 2021 Global Wind Market Outlook.”
- BNEF. 2021b. “The Offshore Wind Auction Boom.”
- BNEF. 2022a. “1H 2022 Global Wind Market Outlook.”
- BNEF. 2022b. “1H 2022 Offshore Wind Market Outlook.”
- Danish Energy Agency. 2022. “Offshore Wind Development.”
- Department of Energy & Climate Change. 2012. “Electricity Market Reform: policy overview.”
- Fabian Wigand. 2020. “Market-based support schemes for renewable energy and the role of regulators.”

- GWEC. 2020. “Global Offshore Wind Report 2020”
- GWEC. 2022. “Global Offshore Wind Report 2022”
- Global Offshore Wind Summit- Taiwan. 2020.10.12. “Offshore Wind Industry Policy and Development in Taiwan PPT.”
- HM Government. 2019. “Industrial Strategy: Offshore Wind Sector Deal.”
- HM Government. 2022. “British Energy Security Strategy: Secure, clean and affordable British energy for the long term.”
- Jones Day. 2021. “Taiwan Offshore Wind Farm Projects: Updates to Guide Investors and Financiers through the Legal and Regulatory Framework”, White Paper
- NREL. 2020. “Comparing Offshore Wind Energy Procurement and Project Revenue Sources Across U.S. States.”
- Netherland Enterprise Agency(2015). “Offshore Wind Energy in the Netherlands: The Roadmap from 1,000 to 4,500 MW offshore wind capacity.”
- REN21. 2022. “Renewable 2022 Global Status Report.”
- Wind and water works. 2022. “Dutch Offshore Wind Guide Your guide to Dutch offshore wind policy, technologies and innovations.”
- WindEurope. 2022. “2021 Statistics and the outlook for 2022-2026.”

〈웹사이트〉

- 4C Offshore 홈페이지. Offshore Wind Farms in Denmark.
<https://www.4coffshore.com/windfarms/denmark/> (최종접속일: 2022.9.30.).
- 대만 정부부처(Bureau of Energy, Federal Ministry for Economic Affairs) 홈페이지.
 2022.08.19. 離岸風力發電區塊開發場址容量分配作業要點
https://www.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/Law/Content.aspx?menu_id=16588(최종접속일: 2022.8.31.).
- 대만 산업개발국 홈페이지. https://www.moea.gov.tw/MNS/english/news/News.aspx?kind=6&menu_id=176&news_id=97414 (최종접속일: 2022.08.31.).

산업통상자원부 보도자료. 2022.09.06. 풍력발전 경쟁입찰제도 도입.

[http://www.motie.go.kr/motie/ne/presse/press2/bbs/bbsView.do?bbs_cd_n=81&cate_n=1&bbs_seq_n=165990#:~:text=%E3%85%87%20%EA%B2%BD%EC%9F%81%EC%9E%85%EC%B0%B0%EC%A0%9C%EB%8F%84%EB%8A%94,%EC%A4%91\(17~\)%EC%9D%B4%EC%97%88%EB%8B%A4](http://www.motie.go.kr/motie/ne/presse/press2/bbs/bbsView.do?bbs_cd_n=81&cate_n=1&bbs_seq_n=165990#:~:text=%E3%85%87%20%EA%B2%BD%EC%9F%81%EC%9E%85%EC%B0%B0%EC%A0%9C%EB%8F%84%EB%8A%94,%EC%A4%91(17~)%EC%9D%B4%EC%97%88%EB%8B%A4). (최종접속일: 2022.10.20).

영국경제에너지산업부(Department for Business, Energy & Industrial Strategy) 정책자료. 2022.05.13. Contracts for Difference.

<https://www.gov.uk/government/publications/contracts-for-difference/contract-for-difference>(최종접속일: 2022.8.3).

영국경제에너지산업부(Department for Business, Energy & Industrial Strategy) 정책자료. 2021.11.25. Contracts for Difference (CfD): Budget Notice for the fourth Allocation Round, 2021.

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1036438/cfd4-allocation-budget-notice.pdf(최종접속일: 2022.8.3).

영국경제에너지산업부(Department for Business, Energy & Industrial Strategy) 정책자료. 2021.09. Contracts for Difference.

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1016681/cfd-ar4-asp.pdf (최종접속일: 2022.2.12.).

영국 육상 풍력 경매 결과,

<https://www.gov.uk/government/publications/contracts-for-difference/contract-for-difference#the-second-cfd-allocation-round-ar2>, AR 4 육상풍력은 모두 스코틀랜드 지역에서 낙찰(정책적 목적) (최종접속일: 2022.9.15.)

영국 해상풍력 경매결과

<https://www.gov.uk/government/publications/contracts-for-difference/contract-for-difference#the-second-cfd-allocation-round-ar2> (최종접속일: 2022.9.15.)

울산저널. 200.07.29. 해상풍력산업 발전의 교과서, 덴마크 에스비에르. <https://m.usjournal.kr/news/newsview.php?ncode=1065564342756047> (최종접속일: 2022.9.30.).

운영. 2021.07.12. 주요국의 신재생에너지 지원제도 현황 및 변화과정.

<http://www.keaj.kr/news/articleView.html?idxno=4168>(최종접속일: 2022.9.27.).

- 이상호. 2019.03.08. 주요국의 신재생에너지 지원정책 동향. 전기저널
<http://www.keaj.kr/news/articleView.html?idxno=2628> (최종접속일: 2022.9.27.).
- 저탄소투자촉진기구(Green Investment Promotion Organization) 홈페이지.
<https://www.teitanso.or.jp/> (최종접속일: 2022.2.22.).
- 한국농어민신문. 22.10.07. '2억 들어간 풍황계측 데이터, 웃돈 10억 붙여 판매',
<http://www.agrinet.co.kr/news/articleView.html?idxno=312958> (최종접속일: 2022.12.12.)
- 한겨레. 2018.08.18. 해상풍력, 비중 아직 낮으나 성장세는 빨라
https://www.hani.co.kr/arti/economy/economy_general/1008071.html(최종접속일: 2020.9.24.).
- 환경부. 환경영향평가 웹사이트
<https://me.go.kr/home/web/index.do?menuId=10145> (최종접속일: 2022.7.2.)
- AURES II. 2020. Auctions for Renewable Energy Support II (Regional Workshop 4) ppt.
https://www.strommarkttreffen.org/2020-06-26_Strommarkttreffen-AURES_4th_Regional_Workshop-Renewable_Energy_Auctions.pdf (최종접속일: 2022.9.27.).
- BNEF 홈페이지. <https://www.bnef.com/Policy/4793> (최종접속일: 2022.2.12.).
- BNEF 홈페이지. <https://www.bnef.com/policy/5439> (최종접속일: 2022.9.24.).
- BNEF 홈페이지. <https://www.bnef.com/policy/1069> (최종접속일: 2022.2.13.).
- BNEF 홈페이지. <https://www.bnef.com/shorts/13429> (최종검색일: 2022.9.28.).
- BNEF LCOE Data,
<https://www.bnef.com/interactive-datasets/2d5d59acd9000009?tab=Current%20LCOE%20by%20Technology>, (최종접속일: 2022.12.20.)
- BNEF Wind Data,
<https://www.bnef.com/interactive-datasets/2d5d59acd9000010?data-hub=23>,
 (최종접속일: 2022.9.24.),
- Craig Richard. 2021.06.15. German wind auction reaches 1GW for first time since 2017. WIND POWER MONTHLY 홈페이지.

<https://www.windpowermonthly.com/article/1719222/german-wind-auction-reaches-1gw-first-time-2017> (최종접속일: 2022.2.12.).

Energy Trend. 2018.07.04. Winning bid price in Taiwan's Latest Offshore Wind Auction Are much lower than expected.

<https://www.energytrend.com/news/20180704-12369.html>(최종접속일: 2022.9.28.).

European Commission 보도자료. 2022.05.18. REPowerEU: A plan to rapidly reduce dependence on Russian fossil fuels and fast forward the green transition.

https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_22_3131(최종접속일: 2022.11.18.).

Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action 보도자료. Federal Minister Robert Habeck says Easter package is accelerator for renewable energy as the Federal Cabinet adopts key amendment to accelerate the expansion of renewables.

<https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Pressemitteilungen/2022/04/20220406-federal-minister-robert-habeck-says-easter-package-is-accelerator-for-renewable-energy.html> (최종접속일: 2022.4.6.)

Financial Times 보도자료. 2022.03.28. EU confronts UK on wind turbines in first WTO dispute since Brexit.

<https://www.ft.com/content/13a158ec-0664-431d-952b-d50e5eaa3cfc> (최종접속일 : 2022.8.15.).

Futurepolicy.org 홈페이지

<https://www.futurepolicy.org/climate-stability/renewable-energies/the-german-feed-in-tariff/> (최종접속일: 2022.09.27.).

gov.uk 보도자료. British energy security strategy.

<https://www.gov.uk/government/publications/british-energy-security-strategy/british-energy-security-strategy> (최종접속일: 2022.4.7.)

Government of the Netherlands 홈페이지.

<https://www.government.nl/topics/renewable-energy/offshore-wind-energy>(최종접속일: 2022.8.15).

- Kerstine Appunn. 2021.04.23. What's new in Germany's Renewable Energy Act 2021, CleanEnergyWire 홈페이지.
<https://www.cleanenergywire.org/factsheets/what-does-coalition-treaty-mean-renewables-coal-and-power-market-germany> (최종접속일: 2022.9.27.).
- Kerstine Appunn. 2021.12.08. What does the coalition deal mean for renewables, coal and the power market in Germany? CleanEnergyWire 홈페이지.
<https://www.cleanenergywire.org/factsheets/what-does-coalition-treaty-mean-renewables-coal-and-power-market-germany> (최종접속일: 2022.9.14.).
- Koch, Neumann and Lovells(2021.05.04.) 2021 Offshore Wind Auction in Germany, JDSUPRA,
<https://www.jdsupra.com/legalnews/2021-offshore-wind-auction-in-germany-9129239/> (최종접속일: 2022.2.28.).
- Montel. 2021.04.19. Auction rule may hinder German offshore competition - expert.
<https://www.montelnews.com/news/1212844/auction-rule-may-hinder-german-offshore-competition-expert> (최종접속일: 2022.9.27.).
- Nielsen, P. O. and Hemmer, P. 2018.06.22. Offshore Wind Law and Regulation in Denmark. CMS 홈페이지.
<https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-offshore-wind-in-northern-europe/denmark> (최종접속일: 2022.9.30.).
- Prisent Masons 홈페이지. Taiwan offshore wind: the challenges,
<https://www.pinsentmasons.com/out-law/analysis/taiwan-offshore-wind-the-challenges> (최종접속일: 2022.9.28.).
- Supply Chain Plan Questionnaire, submission Template Allocation Round 4
<https://www.gov.uk/government/publications/contracts-for-difference-cfd-all-ocation-round-4-supply-chain-plan-questionnaire-and-guidance>, (최종접속일: 2022.9.15.).
- Thousand Wind Turbines Project 홈페이지. Offshore Wind Power
<https://www.twtpo.org.tw/eng/offshore/>, (최종접속일: 2022.9.28.).
- Weijden, C.V.D., Rabbie, M, Voorst, D.V.V.V. 2017. RVO(Netherland Enterprise Agency) 홈페이지 Hollandse Kust (noord) Wind Farm Zone, Site V.

<https://english.rvo.nl/information/offshore-wind-energy/hollandse-kust-noord-wind-farm-zone-v>, (최종접속일: 2022.8.21.).

Weijden, C.V.D., Rabbie, M, Voorst, D.V.V.V. 2018.06.22. Offshore Wind Law and Regulation in Netherlands. CMS 홈페이지
<https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-offshore-wind-in-northern-europe/netherlands>, (최종접속일: 2022.9.30.).

WindEurope 홈페이지.

<https://windeurope.org/newsroom/news/uk-launches-largest-ever-renewable-energy-auction/>, (최종접속일: 2022.2.12.).

WindPowerMonthly 홈페이지.

<https://www.windpowermonthly.com/article/1690675/shell-eneco-win-hollandse-kust-noord-auction>, (최종접속일: 2022.9.21.).

〈법령〉

독일. 「Renewable Energy Ordinance」 3절 공개입찰.

독일. 「해상풍력발전 및 진흥에 관한 법률(해상풍력법-WindSeeG)」 제 34조.

<https://www.gesetze-im-internet.de/windseeg/BJNR231000016.html#BJNR231000016BJNG000700000>

독일. 「해상에너지법」 Section4 39번.

〈자료〉

BNEF(2022a) Data Set(Excel 자료)

BNEF. 2022a. 1H 2022 Global Offshore Wind Market Outlook Data

BNEF. 2022b. 1H 2022 Global Wind Market Outlook Data

한국에너지공단, 신재생에너지 보급통계

Ørsted 전문가 면담. 덴마크 해상풍력 정부 및 공개절차 전문가 자문(2022.7.11.).

이승문 | 現 에너지경제연구원 연구위원

<주요저서 및 논문>

『재생에너지부문 지역수용성 제고방안』, 국민경제자문회의, 2021

『신재생 입지를 연계한 전력수급계획 수립 방안에 관한 연구』, 전력거래소, 2021

수시연구보고서 2022-03

풍력보급 활성화를 위한 해외 경매사례 연구

인 쇄 2022년 9월 24일

발 행 2022년 9월 24일

저 자 이승문

발행인 임춘택

발행처 에너지경제연구원

주 소 44543 울산광역시 중구 중가로 405-11

연락처 (052)714-2114(代) FAX (052)714-2028

등 록 제 369-2016-000001호(2016년 1월 22일)

인 쇄 (사) 장애인동반성장협회 동반사업장(02-464-5565)

©에너지경제연구원 2022 ISBN 978-89-5504-858-2 93320

* 파본은 교환해 드립니다.

값 7,000원



KOREA ENERGY ECONOMICS INSTITUTE

