

보고서

한국 해상풍력 공급망 활성화 방안

Unlocking the potential :

Challenges and opportunities for
South Korean offshore wind supply chain

2023년 12월



Plan 1.5

감사의 글

카본 트러스트와 플랜1.5는 전문가와의 인터뷰를 포함하여 1차 자료와 2차 자료에 대한 공정한 분석을 토대로 본 보고서를 작성하였다. 카본 트러스트는 본 보고서를 작성하고 완성하는 과정에서 전문적인 지식과 시간을 할애하여 주신 모든 분께 감사드린다. 그중에서도 특히, 한국풍력산업협회의 협조와 지원에 감사드린다.

본 보고서는 저자들의 독자적인 견해에 바탕하고 있음을 밝힌다.

기관 소개

카본 트러스트

카본 트러스트의 목표는 탈탄소 미래로의 전환을 앞당기는 것이다.

카본 트러스트는 20년 넘게 기후 분야의 선구자 역할을 자임하고 있으며 세계 유수의 기업과 각국 정부 그리고 금융기관과 협력하고 있다.

전략 계획 수립과 목표 설정에서 실행과 커뮤니케이션에 이르기까지, 카본 트러스트는 전문가 길잡이로서 기후 목표를 실질적인 행동으로 옮긴다.

카본 트러스트는 영국, 네덜란드, 남아프리카공화국, 중국, 싱가포르, 멕시코에 근거를 둔 400여 명의 전문가로 구성된 글로벌 네트워크이다. 지금까지 과학에 기반한 200개 이상의 목표를 설정하는 데 일조하였으며 70개국에서 3,000개 이상의 기관이 넷제로를 달성하는 과정에 조력하였다.

플랜1.5

플랜1.5는 지구 평균 온도 상승을 1.5도 이내로 막아내는 것을 목표로 한국의 온실가스 감축을 보다 효과적이고 정의로운 방식으로 이루기 위해 설립된 비영리 단체이다. 온실가스 배출 책임에 부합하는 감축 방안, 나중이 아니라 지금 바로 실행가능한 대안 마련을 지향하며, 시민사회의 기후운동이 더욱 확대될 수 있도록 연대하는 것을 목표로 한다.



카본 트러스트는 탈탄소 미래로의 전환을 앞당기는 것을 목표로 합니다.



플랜1.5는 한국의 온실가스 감축 경로를 1.5도 목표에 부합하도록 만드는 것을 목표로 합니다.

저자

이름 메간 스미스
직책 부국장
이메일 Megan.Smith@carbontrust.com

이름 이반 사비츠키
직책 매니저
이메일 Ivan.Savitsky@carbontrust.com

이름 칼리아니 바수
직책 선임 어소시에이트
이메일 Kalyani.Basu@carbontrust.com

이름 권경락
직책 프로그램 디렉터
이메일 kyungrak@plan15.org

이름 박지혜
직책 프로그램 디렉터
이메일 jeehye@plan15.org

이름 최창민
직책 프로그램 디렉터
이메일 changmin@plan15.org

이름 윤세종
이름 프로그램 디렉터
이메일 sejong@plan15.org

목차

| | |
|---|-----------|
| 감사의 글 | 2 |
| 기관 소개 | 2 |
| 약어 | 7 |
| 핵심 요약 | 8 |
| | |
| 1. 서론 | 10 |
| | |
| 2. 국내 해상풍력 산업 시장 개요 | 12 |
| | |
| 3. 공급망 평가 | 23 |
| 3.1. 국내 공급망은 한국의 초기 해상풍력 프로젝트에서 중요한 역할을 담당했다 | 24 |
| 3.2. 한국 기업들은 추후의 프로젝트에서도 계속해서 상당한 역할을 담당할 것으로 예상된다 | 25 |
| 3.3. 해상풍력의 수명주기 단계별 공급 요구사항 분류 | 24 |
| 3.4. 분석 결과: 국내 공급망은 해상풍력 산업을 뒷받침할 수 있는 확고한 출발선에서 있다 | 27 |
| 3.5. 국내 공급 현황과 기회 | 36 |
| 3.6. 요약: 국내 공급망은 프로젝트 증가에 대비하고 있으며 충분한 투자가 뒷받침될 경우 가치사슬 중 상당 부분을 충족시킬 수 있는 기술력을 갖추고 있다 | 39 |
| | |
| 4. 항만 인프라 평가 | 40 |
| 4.1. 국내 16개 주요 항만에 대한 검토 | 41 |
| 4.2. 항만 준비도 평가 | 44 |
| 4.3. 국내 항만은 해상풍력 잠재력을 갖추고 있으나 보급 지연을 방지하기 위해서는 업그레이드가 요구된다 | 48 |
| 4.4. 해상풍력 프로젝트의 전망을 개선하기 위해서는 국내 항만 확장과 부유식 풍력 기술 투자가 필수적이다 | 49 |

| | |
|--|-----------|
| 5. 노동력 및 기술 인력 요구사항 | 50 |
| 5.1. 노동력이 부족하고 해상풍력 분야로 전환이 가능한 인력 풀이 제한적이므로 대체 부문 인력의 업스킬을 위한 투자가 요구된다 | 51 |
| 5.2. 국내 해상풍력 산업의 성장을 위한 인력 전략과 문제점 | 54 |
| 5.3. 국내 해상풍력 인력 개발을 견인하는 훈련 구상 및 협력 | 59 |
| 5.4. 국내 해상풍력 공급망은 정책 전환, 인력 역학 구조, 기술 발전을 기반으로 상당한 고용 기회를 창출한다 | 60 |
| 5.5. 기술 격차를 해소하기 위해서는 맞춤형 훈련, 수습 제도 확대, 산학 협력이 요구된다 | 63 |
| | |
| 6. 해상풍력에 따른 사회경제적·환경적 기대효과의 구현 | 65 |
| 6.1. 해상풍력 프로젝트는 사회경제적·환경적 기대효과를 제고하는 방향으로 설계될 수 있다 | 66 |
| 6.2. 국내에서는 주민 참여와 이익 공유 방식이 장려된다 | 73 |
| 6.3. 해상풍력 사업에 대한 주민의 참여를 확대하기 위하여 정부와 업계에 권고되는 전략 | 75 |
| | |
| 7. 외국의 국산 부품화 현황 | 77 |
| 7.1. 국산 부품화 정책은 반드시 다른 정책 목표들과의 관계를 고려하여야 한다 | 79 |
| 7.2. 글로벌 해상풍력 정책에 의하여 국산 부품화를 엄격하게 요구할 경우 산업의 성장이 값비싼 대가를 치를 수 있다 | 80 |
| 7.3. 해상풍력에 관련된 국산부품사용요건의 균형: 효과적인 시행을 위한 권고안 | 80 |
| 7.4. 한국의 국산 부품화 전략에 미치는 영향 | 81 |
| | |
| 8. 결론 및 권고안 | 85 |

표

| | |
|---|----|
| 표 1: 한국에서 상업운전 중인 해상풍력발전 프로젝트와 철거된 프로젝트 | 13 |
| 표 2: 해상풍력 프로젝트 유형에 따른 신재생에너지 공급인증서(REC) 추정 수익 | 15 |
| 표 3: 공급망 분석에 적용된 해상풍력 가치사슬 분류 | 25 |
| 표 4: 개발 및 등의 특화 영역 | 28 |
| 표 5: 업체별 최대 용량 터빈 | 30 |
| 표 6: 설치 항만 요구사항 | 45 |
| 표 7: 운영 및 유지보수 항만 요구사항 | 46 |
| 표 8: 설치 단계 준비도 평가 | 47 |
| 표 9: 운영 및 유지보수 단계 준비도 평가 | 47 |
| 표 10: 국내 설치 항만 후보지 | 48 |
| 표 11: 해상풍력과 인접 부문 간의 인력 전환 가능성 수준 | 52 |
| 표 12: 해상풍력 관련 산업 근로자 현황(2023년 7월) | 54 |
| 표 13: 국내 시도별 실업률(2022년) | 55 |
| 표 14: 최종 학력 기준에 따른 시도별 경제활동인구 비율(2023년) | 56 |
| 표 15: 해상풍력 관련 분야의 2021년도 국내 고등교육기관 졸업자 현황 | 57 |
| 표 16: 2019년 해상풍력 관련 국내 수습 과정 현황 | 58 |
| 표 17: 2035년까지 ~25GW를 보급하는 데 필요한 인력 | 60 |
| 표 18: 국산부품사용요건과 다른 정책 목표 들 간의 상치 관계 | 79 |
| 표 19: 부품별 국산 부품화 비율 | 82 |

도표

| | |
|---|----|
| 그림 1: 국가별 상업운전 해상풍력 발전용량(2023년 9월 기준) | 14 |
| 그림 2: 한국에서의 통상적인 해상풍력 프로젝트 개발 절차 | 16 |
| 그림 3: 2035년 기준 한국에서 운영 중 또는 개발 중인 해상풍력 사업 규모 | 19 |
| 그림 4: 2035년 기준 한국에서 운영 중 또는 개발 중인 해상풍력 사업 누적 투자액 | 20 |
| 그림 5: 한국에서 상업운전 중인 해상풍력 사업에 관여한 업체의 국적 | 23 |
| 그림 6: 국내 해상풍력 사업에 관여하는 업체의 국적 | 24 |
| 그림 7: 내용연수 25년 1GW급 부유식 해상풍력 발전단지의 수명주기 단계별 비용 구조 | 26 |
| 그림 8: 내용연수 25년 1GW급 고정식 해상풍력 발전단지의 수명주기 단계별 비용 구조 | 26 |
| 그림 9: 수명주기 부문별로 해상풍력 공급 역량을 갖춘 한국 기업에 대한 분석 | 27 |
| 그림 10: 국내 공급망 현황 평가 | 37 |
| 그림 11: 한국 공급망 향후 기회 평가 | 38 |
| 그림 12: 연도별 순 이민자 현황(2012~2022) | 61 |
| 그림 13: 뿔쇠오리(Rissa tridactyla)를 위하여 설치한 혼시3 인공 동지 | 72 |

약어

| | | | |
|-------|----------------|-------|-------------------|
| AI | 인공지능 | PPA | 전력구매계약 |
| CfD | 발전차액계약 | PWOP | 공유수면 점·사용허가 |
| DPPA | 직접전력구매계약 | R&D | 연구개발 |
| EBL | 발전사업허가 | REC | 신재생에너지 공급인증서 |
| EIA | 환경영향평가 | ROV | 원격 제어 장비 |
| EPC | 엔지니어링, 조달 및 건설 | RPS | 신재생에너지 공급의무화제도 |
| FIT | 발전차액지원제도 | STEM | 과학·기술·공학·수학 |
| FTE | 전일제 환산 | WISET | 과학·기술·공학·수학 분야 여성 |
| GESI | 녹색에너지전략연구소 | WTIV | 풍력 터빈 설치선 |
| GW | 기가와트 | | |
| GWEC | 세계풍력에너지협회 | | |
| GWO | 세계풍력기구 | | |
| KAIST | 한국과학기술원 | | |
| KEPCO | 한국전력공사 | | |
| KETEP | 한국에너지기술평가원 | | |
| KPX | 한국전력거래소 | | |
| LCOE | 균등화발전비용 | | |
| LCR | 국산부품사용요건 | | |
| LiDAR | 빛 탐지 및 범위 측정 | | |
| METI | 경제산업성 | | |
| MLIT | 국토교통부 | | |
| MOTIE | 산업통상자원부 | | |
| MOU | 업무협약 | | |
| MW | 메가와트 | | |
| OEM | 주문자상표부착생산업체 | | |
| OSW | 해상풍력 | | |

핵심 요약

미래 지속가능한 청정에너지를 확대하고자 하는 정부의 정책 방향에 따라 한국의 해상풍력 산업은 급격하게 발전하고 있다. 한국 정부는 2017년, 태양광과 풍력 등 재생에너지의 발전량 비중을 2030년까지 20%로 확대 시키겠다는 선언을 한 바 있으며, 이에 따라 2030년까지 해상풍력의 보급 목표를 14.3GW로 설정하였다. 글로벌 차원의 해상풍력 확대 흐름에 따라, 한국에서도 2025년 이후 전 세계 해상풍력 예상 보급량 130GW의 약 10%에 해당하는 용량이 설치될 것으로 예상된다. 하지만, 2023년 현재까지 한국에서의 고정식 해상풍력의 설치용량은 140MW에 불과하므로, 해상풍력 보급 목표 14.3GW를 달성하기 위해서는 많은 노력이 필요하다.

2030년 목표 달성을 위해 가장 중요한 것은 해상풍력 건설에 필요한 부품과 서비스를 제공할 수 있는 공급망의 확보 여부이다. 중장기 관점에서 한국의 해상풍력 공급망의 미래는 밝으나, 2030년 목표 달성을 위한 현재 공급망 수준은 실질적인 개선이 필요하다. 이 보고서에서는 국내 해상풍력 공급망 현황을 분석하고 2030년 목표 달성을 위한 준비 정도를 평가했다.

주요 시사점

- 현재 한국의 해상풍력 개발 파이프라인은 상당한 규모로 개발되고 있음. 계획된 사업들이 **모두 실현될 경우 정부의 2030년 보급 목표인 14.3GW는 충분히 달성이 가능하며, 이에 따라 설치용량은 2035년 기준 25GW에 달할 것으로 전망됨.** 하지만 이러한 잠재 프로젝트들이 조기에 개발 및 실현되기 위해서는 정부의 광범위한 지원과 적절한 공급망 확보가 필수적임.
- 해상풍력 25GW 보급을 위해서는 **2035년까지 누적 800억 파운드(132조원) 이상의 투자가 필요하며,** 이러한 대규모 투자는 한국의 공급망 확대에 실질적인 기회 요인이 될 수 있음.

- 한국에서 **2035년까지 대부분의 해상풍력 유형은 고정식(Fixed-bottom)에 집중될 것으로 예상되며,** 부유식 해상풍력 개발에 있어 상당한 잠재력을 보유하고 있는 것으로 평가됨.
- **현재 한국의 해상풍력 공급망은 아직 초기 단계로,** 대부분의 기업들이 프로젝트 개발에 특화되어 있으며, 향후 설치 및 시운전, 터빈 및 보조기기 공급, 운영 및 유지 보수 등 많은 분야에서 성장 잠재력을 보유하고 있음.
- **한국 기업들은 조선 업종 등 발전된 제조업 역량을 활용하여 타워 공급, 하부구조물 제작, 전기 시스템구성, 송전선 제작 등 분야에 대해 강점을 보유하고 역량을 입증하고 있음.**
- 하지만 터빈 공급(블레이드 및 나셀)에 있어서는 **글로벌 기업 대비 기술 역량의 차이가 존재하고,** 또한 구조물 분야에 있어서는 **다른 국가들과 가격 경쟁이 심화될 것으로 예상됨.**
- 한국의 다수의 항만들은 해상풍력 기기의 설치 및 O&M 기능을 수행할 수 있는 잠재력을 확보하고 있는 것으로 평가됨. 하지만 향후 발전단지 운영의 최적화 및 발전단가 최소화를 위해서는 **대규모 해상풍력 건설에 특화된 항만 인프라 개선이 필요함.**
- **현재의 해상풍력 파이프라인을 고려할 때, 국내외를 포함하여 2035년까지 총 15만개 이상의 직접적인 일자리 창출이 예상됨.** 한국에서 일자리 창출 효과를 극대화하기 위해서는 고용 훈련 프로그램을 개발하고 확대하는 것이 필수적임.

향후 제언

한국의 해상풍력 시장의 잠재량을 최대한 실현하기 위해서, 이 보고서에서는 한국 정부의 역할에 대해 아래와 같은 제언을 한다.

1. 안정적인 파이프라인 물량 실현 및 시장 불확실성 해소를 위해 인허가 절차 개선: 한국의 해상풍력 파이프라인은 인허가 절차의 불확실성으로 인해 국내 공급망 투자가 이루어지기 어려웠던 것으로 평가됨. 한국의 해상풍력 공급망 확대를 위해 가장 중요한 요소는 14.3GW의 파이프라인 물량 건설 계획을 명확하게 수립하여 지속적인 공급망 수요를 확보하고, 적기에 이를 효율적으로 개발하기 위한 예측가능하고 간소화된 행정 절차를 마련하는 것임. 이러한 장애물을 개선하는 속도는 더딘 상황이며, 인허가 절차는 여전히 불확실하므로, 현재 인허가 단계를 진행하는 프로젝트에 대해 충분한 산업계 등 이해관계자와의 협의를 통해 행정 절차를 간소화하는 방안이 실행될 필요가 있음.

2. 국가 및 아시아 지역 경제 기회 창출을 위한 공급망 강화: 한국의 공급망 수준은 아시아 지역 전체의 해상풍력 시장 관점에서 유리한 위치에 놓여 있고, 현재는 아시아 지역 내 경쟁 수준이 제한적인 상황임. 하지만 아시아 지역 내 다른 국가들의 플레이어들이 자체적인 해상풍력 공급망 구축을 위해 노력하고 있기 때문에, 해상풍력 공급망 확대에 있어 지연이 발생할 경우 이러한 수출 기회를 놓치게 될 수 있음. 데이터 분석이나 디지털화 등 다방면의 기술 로드맵을 마련하여 공급망을 강화하는 것은 전체적으로 혁신과 효율화를 이끌 수 있으며, 부유식 해상풍력, 하부 구조물 제작, 항만 인프라 등 핵심 영역에 대한 실질적인 R&D 투자 확대를 통해 해상풍력 기술의 혁신과 경쟁력을 강화시킬 수 있음.

3. 항만 인프라 업그레이드 제공: 한국의 항만 인프라가 담당해야 할 역할에 비해 현재 해상풍력을 위한 항만 인프라는 제한되어 있는 상황임. 해상풍력 보급 및 설치 과정에서 병목현상을 해소하기 위해서는 설치 항만(Installation Ports)에 대한 즉각적인 개발이 필요함. 현재 구체적인 계획을 보유한 곳은 목포항에 불과하며, 이조차 계획된 해상풍력 설치 수요에 비해

부족한 상황임. 또한 대규모 해상풍력 설치가 계획되고 있는 군산항, 울산항, 인천항 등에 대해서도 논의가 시급함.

4. 해상풍력 사업 뒷받침을 위한 고용 훈련 계획 마련: 해양 부문 등 진화하는 해상풍력 산업계의 수요를 감안하여 학계 및 훈련기관과의 협업을 통해 종합적인 고용 훈련 계획을 마련할 필요가 있으며, 이는 갈수록 확대되는 해상풍력 공급망의 수요에 대한 지역 일자리 창출을 견인할 수 있음.

5. 국내 공급망 경쟁력 확보를 위한 전략적 접근: 국산 부품사용요건(Local Contents Requirement, LCR)이나 지역 이익공유 목표 설정은 해상풍력 추진과 관련하여 통상적으로 사용되는 정책 수단이나 각 수단의 장단점에 대한 고려 역시 필요함. 공급망 선택에 대한 유연성이 주어질 경우 개발 속도, 비용, 신뢰도, 환경 영향 등이 개선될 수 있는 측면이 있고, 해외 사례 가운데 엄격한 LCR로 인해 해상풍력 보급이 지연된 경우도 존재함. LCR 정책은 해상풍력 보급 목표의 효율적인 달성과 국내 산업 경쟁력 개선이라는 두 가지 목표 간의 균형을 고려하여 전략적으로 설계되어야 하며, 국내 공급망 조달 계획 수립 요건과 같은 보다 유연한 정책 수단과 함께 고려될 수 있음.

비용 효과적인 부품을 제공할 수 있는 한국의 공급망 확보를 위한 정책 개발 및 실행, 부품 수요에 대한 적기 대응, 생산 능력의 확대, 경쟁력을 확보할 수 있는 혁신이 가장 핵심 사항임. 또한 한국의 공급망 개발 및 지역 일자리 창출에 기여할 수 있는 방향으로 해외 시장에서의 수요 및 글로벌 기업과의 기술 격차 해소 등 기술 이전을 포함한 정책 수립이 필요한 시점임.

1. 서론

한국의 해상풍력 산업은 한국이 보다 청정하고 지속가능한 에너지 미래로의 전환을 추진하는 과정에서 핵심적인 산업으로 급부상하고 있다. 2017년에 한국 정부는 「재생에너지 3020 이행계획」을 통하여 2030년까지 태양광과 풍력 발전 보급 비율을 20%까지 확대한다는 목표를 천명하였다. 정부는 그와는 별개로 2030년까지 12GW 규모의 해상풍력을 설치한다는 목표도 공개하였다.⁰¹ 이 목표는 2023년 1월에 발표한 「제10차 전력수급기본계획」(이하 ‘기본계획’)에서 2030년까지 14.3GW를 설치하는 것으로 확대되었다.⁰²

그 이후로 정부는 기후 및 에너지 정책 추진의 일환으로 이러한 정책 목표를 업데이트하고 있다. 2023년을 기준으로 한국의 고정식 OWS 설치용량은 약 140MW이며 그 중 서남해 해상풍력 실증단지가 단일 프로젝트로는 가장 큰 규모인 60MW를 차지한다.⁰³ 즉, 정부 목표를 달성하기 위해서는 2030년 전까지 계획된 14.3GW를 거의 전부를 신규로 설치하여야 한다.

2030년까지 이 목표를 달성하고 그 이후에도 해상풍력 프로젝트 시행에 필요한 부품과 서비스를 공급하기 위해서는 해상풍력 공급망 확충이 필수적이다. 국내 공급망은 이 목표를 달성하는 과정에서 중요한 역할을 담당할 수 있는 만반의 준비를 갖추고 있으나 여전히 상당한 개선이 요구된다. 카본 트러스트는 이 노력을 뒷받침할 목적으로 플랜1.5와 협력하여 기본계획에 제시된 야심적인 해상풍력 목표를 실현하기 위한 한국 해상풍력 산업의 공급망 준비 수준을 평가하였다.

본 보고서는 전 세계적인 공급망 병목 현상의 맥락에서 작성되었다. 해상풍력 부문은 글로벌 공급망을 구축한 상태지만 수요가 공급을 크게 초과하여 공급망이 제약을 받고 있으며 사업의 준비기간 역시 길어지고 있다. 제조업체들은 인플레이션, 원자재 가격 상승, 자본 지출 증가에 따른 이익 마진 축소 등 다수의 요인으로 인하여 재무적 어려움을 겪고 있다.

세계 각지에서 인허가 절차가 늦어지고 일관성이 결여됨에 따라 지연이 발생하고 있으며, 프로젝트가 예정된 일정대로 진행되지 못하면서 프로젝트 시기와 지속성에 불확실성이 드리워지고 있다. 그 뿐만 아니라, 인력과 시설, 혁신을 확대할 수 있는 시간이 줄면서 전 세계적으로 기술력 부족 현상이 빚어지고 있다. 이러한 이유에서, 국내 시장에서 공급망을 개선하는 조치를 시행할 경우 글로벌 공급망 압력을 완화하는 동시에 해상풍력 시장의 성장을 촉진할 수 있다.

본 보고서는 국내 해상풍력 공급망을 평가하는 동시에 기본계획의 목표를 달성하기 위하여 실천에 옮겨야 할 조치들을 제안하고 있다. 본 보고서는 산업의 현황을 분석하고 핵심적인 기회와 장애물을 파악함으로써 정책결정자와 업계 이해관계자 모두에게 유용한 평가와 실행 가능한 권고안을 제시하는 것을 목표로 삼고 있다.

01 MOTIE, “Offshore Wind Development Plan”, 17 July 2020 [KOR]

02 Electric Power Journal, “Targets 28.9% of renewable energy generation, including wind power, in 2036”, 12 January 12 2023

03 Source: 4COffshore Database

본 보고서의 목적은 다음과 같다.

- **국내 해상풍력 시장의 현황을 파악한다.**

본 보고서가 제안하는 정책적 권고안의 배경으로 산업 현황, 관련 정부 정책, 해상풍력 발전단지 개발 절차 등의 다양한 측면들을 검토한다.

- **기본계획의 목표를 달성하기 위한 공급망 준비도를 평가한다.**

본 보고서의 주된 목적은 기본계획을 달성하기 위한 국내 해상풍력 산업의 공급망 준비도를 평가하는 것이다. 공급망 현황을 분석하고 격차와 기회를 파악하며 야심적인 해상풍력 설치 목표를 달성할 수 있는 역량과 능력을 제고하는 조치들을 제안하는 것이 본 보고서의 목표다.

- **기회와 장애물을 파악한다.**

본 보고서는 해상풍력 공급망에 대한 매핑과 분석, 인프라 평가, 노동력 및 기술력 분석, 지역경제에 미치는 효과에 대한 검토를 통하여 성장 기회, 잠재적 도전과제, 개선이 요구되는 분야를 파악하는 것을 목표로 삼고 있다. 이해관계자들은 이 정보를 활용하여 정확한 정보에 입각한 의사결정을 내리는 동시에 기회와 장애물에 효과적으로 대응하는 데 필요한 조치들을 이행할 수 있다.

- **다른 국가들의 경험을 참고한다.**

본 보고서는 다른 해상풍력 시장에서 추진한 구상들과 그에 따른 교훈을 검토하고 있다. 본 보고서는 다른 국가들의 경험을 학습하고 선진사례를 참조함으로써 국내 공급망을 강화할 수 있는 통찰을 제시하는 것을 목표로 삼고 있다.

- **실행 가능한 권고안을 제시한다.**

본 보고서는 분석과 발견점을 근거로 일련의 권고안을 제시하면서 결론을 도출한다. 이러한 권고안은 정책결정권자와 업계 관계자들이 국내 해상풍력 시장의 잠재력을 극대화하는 적절한 전략과 정책을 시행하는 것을 도울 목적으로 제시된다. 산업의 성장과 발전을 뒷받침하는 동시에 식별된 기회와 장애물에 대응하는 실행 가능한 조치를 제안하는 것이 최종 목적이다.

2. 국내 해상풍력 산업 시장 개요

주요 내용

- ✓ **국가적 목표:** 2017년에 한국 정부는 2030년까지 신재생에너지 보급 비율을 20%로 확대한다는 목표를 설정하였으며 여기에는 16.5GW 규모의 풍력 발전용량을 추가하는 것으로 계획되었다. 구체적인 해상풍력 목표는 최근 제10차 전력수급기본계획에 의하여 2030년까지 14.3GW를 설치하는 것으로 조정되었다.
- ✓ **높은 기술 잠재력과 건실한 파이프라인:** 한국해상풍력 시장의 기술적 잠재량은 부유식 해상풍력을 주축으로 하여 624GW에 달하는 것으로 추정된다. 본 보고서의 분석에 따르면, 한국은 정부 목표를 초과 달성하고 2035년까지 25GW 규모의 총 설치용량을 달성하기에 충분한 개발 파이프라인을 보유하고 있으며 이를 위해 132조 원 이상의 투자가 요구되는 것으로 추산된다. 이러한 사실은 향후 해상풍력의 성장 전망이 밝으며 신재생에너지로의 전환과 경제 발전에 유의미하게 기여할 수 있을 것임을 시사한다. 국내 시장과 현재 진행 중인 프로젝트에 대한 관심이 확고하다는 점에서 진정한 장애물은 파이프라인 부족이 아니라 더딘 개발 절차와 가용한 공급 인프라의 부족이라고 볼 수 있다.
- ✓ **급성장에 대한 기대:** 국내 해상풍력 발전용량은 현재 운영 중인 6개 프로젝트에서 139.8MW로 낮은 수준에 머물고 있는 상황이지만 허가를 획득한 84개 프로젝트에서 총 27.67GW가 예정되어 있으므로 추후에 급격한 성장이 예상된다.
- ✓ **불리한 프로젝트 진행 절차:** 한국에서 해상풍력 프로젝트는 후보지 선정, 인허가, 전력구매계약 협상으로 구성되는 장기간의 복잡한 과정에 7~10년이 소요되는 까닭으로 적시 보급에 커다란 장애물로 작용한다. 이러한 불확실성을 해소하기 위하여 진행 절차의 개선이 논의되고 있으며 현 제도하에서 기존에 추진 중인 프로젝트의 인도 지연을 방지하는 것이 중요하다.
- ✓ **글로벌 해상풍력 시장에서 한국이 담당하는 역할의 증대:** 고정식 및 부유식 해상풍력 기술의 발전은 한국이 글로벌 해상풍력 시장에서 강자로 부상할 수 있는 잠재력을 입증하며 조선, 항만 인프라, 국내 제조 분야의 저력 역시 정부의 기술 인력 지원을 통하여 한층 강화될 가능성이 있다.

신재생에너지 목표

신재생에너지가 국내 발전 부문에서 차지하는 제한적인 비중(7%)을 인식하여, **2017년에 정부는 재생에너지 3020 이행계획을 발표하고 2030년까지 신재생에너지 비중을 20%로 확대한다는 목표를 설정하였다.** 이 계획에 따라 2030년까지 16.5GW의 풍력발전용량을 추가할 예정이었다.

구체적인 해상풍력 목표는 2020년 7월에 해상풍력추진전략을 통하여 2030년까지 12GW를 설치하는 것으로 설정되었다. 정부는 이 전략의 3대 축을 다음과 같이 규정하였다.

- i. 정부 주도형 개발
- ii. 환경 건전성과 지역의 수용가능성 제고
- iii. 대규모 프로젝트와 연계된 산업 경쟁력 확대

이 목표는 이후에 2020~2034년 기간에 대해 수립된 발전 부문 기본 정책 계획인 「제9차 전력수급기본계획」에 반영되었다. 제9차 기본계획은 2034년을 기준으로 신재생에너지 비중은 22.2%, 풍력발전용량은 27.7GW로 설정하였다. 또한, 이 계획은 새만금(3GW, 2025년), 서남해(2.4GW, 2028년), 신안(8.2GW, 2030년) 등지에서 정부 주도형 대규모 해상풍력 프로젝트를 예정대로 추진할 필요성도 언급하였다.

정부는 같은 해에 「제4차 신재생에너지 기본계획」을 발표하여 신재생에너지 목표를 달성하고 관련 산업을 촉진하는 데 필요한 연구개발을 지원하는 세부적인 연구개발 투자 계획을 제시하였다. 특히 해상풍력과 관련하여, (i) 핵심 부품 공급 경쟁력 확보, (ii) 초대용량 풍력 터빈 개발, (iii) 부유식 시스템 개발이 이 계획의 핵심 목표로 제시되었다.

2022년에 출범한 새 정부는 2023년 1월에 「제10차 전력수급기본계획」(이하 ‘기본계획’)을 발표하였다. 이 계획은 신재생에너지 목표를 2021년에 상향된 국가 온실가스 감축목표에서 기존에 설정하였던 30.2%보다 퇴보한 21.6%로 조정하였다는 이유에서 비판을 받았다.

그럼에도 이 계획은 풍력발전용량 예상치를 2030년과 2036년에 각각 29.3GW와 34.1GW로 유지하였으며 **2030년까지 14.3GW의 해상풍력을 설치한다는 별도의 목표를 설정하였다.** 또한, 이 계획은 2029년까지 신안과 서남해 해안 해상풍력 프로젝트를 위한 송전 및 변전 시설을 설치하는 구체적인 절차를 제시하였으며 다음과 같은 세부적인 해상풍력 정책 목표를 설정하였다.

- i. 풍력 터빈 용량 확대 및 국내 제조 강화
- ii. 해상풍력 전용 항만 개발
- iii. O&M 서비스 산업 촉진

운영 중인 해상풍력 발전용량

2023년을 기준으로 한국에서 상업운전 중인 해상풍력 발전용량은 139.8MW이며 표 1에서 보는 바와 같이 6개 프로젝트가 운영 중이다.

표 1: 한국에서 상업운전 중인 해상풍력발전 프로젝트와 철거된 프로젝트⁰⁴

| 풍력발전단지 | 용량(MW) | 가동 연도 | 지역 |
|----------------------------|--------|-------|------|
| 군산 4.3MW 실증단지 | 4.3 | 2021 | 전라북도 |
| 군산 - KEPRI 석션버킷 실증단지 | 3 | 2016 | 전라북도 |
| 서남해 해상 실증단지 | 60 | 2017 | 전라북도 |
| 탐라 | 30 | 2015 | 제주도 |
| 영광 백수 | 8 | 2022 | 전라남도 |
| 영광 풍력(근해) | 34.5 | 2018 | 전라남도 |
| 울산 750kW 부유식 해상풍력 실증단지(종료) | 0.75 | 2020 | 울산 |
| 월정 실증단지(종료) | 5 | 2012 | 제주도 |

04 Source: 4COffshore Database.

이처럼 저조한 설치용량으로 인하여 아직까지 한국은 설치용량을 기준으로 세계 10대 해상풍력 시장에 진입하지 못하고 있다. 세계적으로 볼 때 중국, 영국, 독일 등 국가가 설치용량에서 앞서고 있는 상황이다(그림 1: 국가별 상업운전 해상풍력 발전용량).

2022년 12월을 기준으로 계획된 70개 해상풍력 프로젝트에 발전사업허가가 발급되었으며 총 발전용량은 21,270MW였다. 계획이 수립된 프로젝트는 대부분이 전라남도(53.9%, 11,157MW)에 집중되어 있으며 부산-울산(33.5%, 6,931MW), 경기-인천(753.5MW), 충청남도(714MW), 경상남도(585.9MW), 전라북도(568.1MW), 제주도(565MW)가 그 뒤를 잇고 있다. 서

남해(전라남도)에 위치한 신안 지역에서 가장 많은 프로젝트가 진행되고 있으며 부유식 해상풍력 프로젝트 계획은 대부분이 울산 지역에 몰려 있다. 2023년에 전기위원회는 6.4GW 규모의 14개 프로젝트에 추가로 EBL을 발급한 것으로 파악되었으며, 전체 프로젝트 수는 84개로 증가하고 발전용량은 27.67GW로 확대되었다.

허가를 취득한 프로젝트와는 별개로 184개 후보지(2021년 기준)에서 풍황계측기가 가동 중이며 2022년 8월을 기준으로 총 60개 프로젝트(용량 기준 약 18.7GW)가 발전사업허가를 신청하였거나 신청을 준비하고 있다.⁰⁵

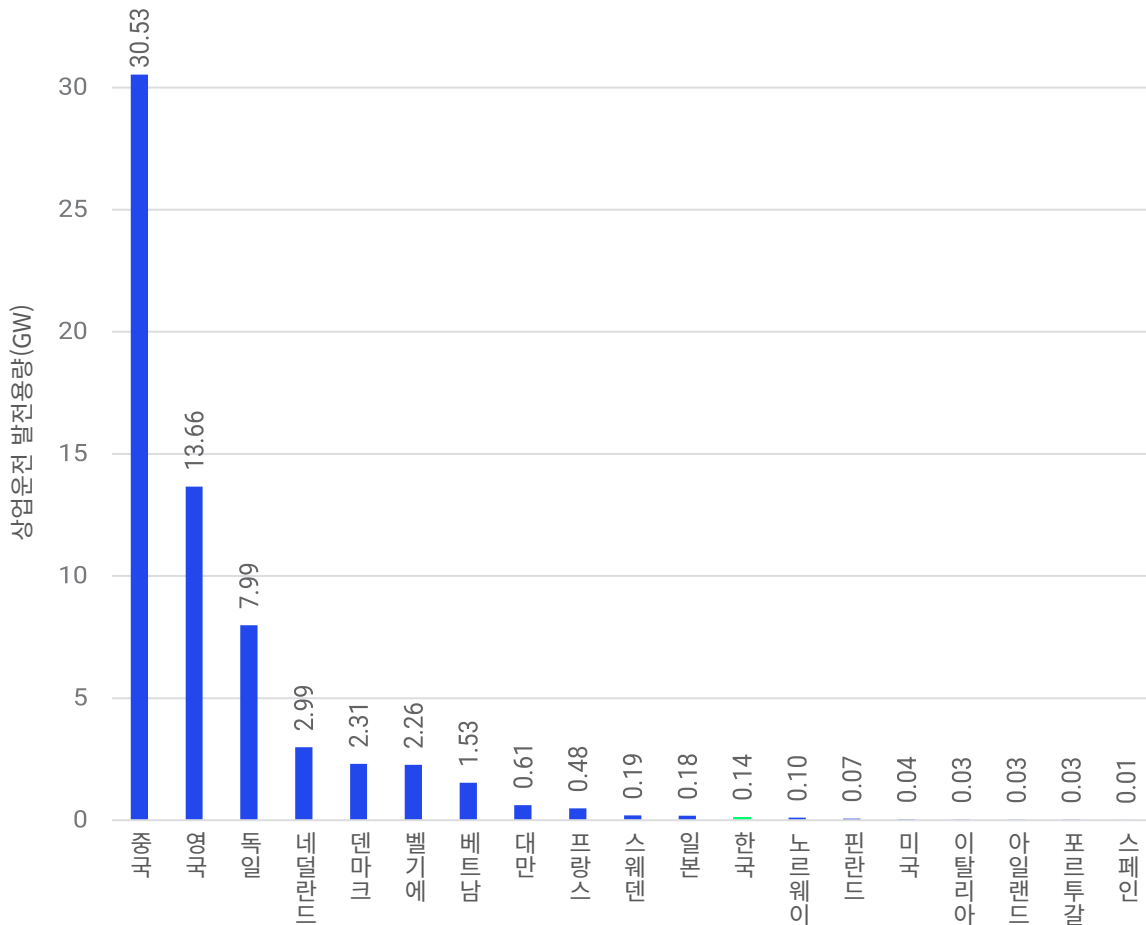


그림 1: 국가별 상업운전 해상풍력 발전용량(2023년 9월 기준)⁶

05 National Federation of Fisheries Cooperatives, "Fishermen nationwide predicted a struggle with offshore wind" (Press Release), 3 October 2022 [KOR]
 06 Source: 4COffshore

한국의 해상풍력 인센티브 제도

신재생에너지 공급의무화제도(RPS)는 한국에서 재생에너지 발전을 유인하는 가장 중요한 인센티브 제도이다. 한국에서 재생에너지원을 지원하는 제도는 2002년에 발전차액지원제도(FIT)를 통하여 처음 도입되었다. RPS는 시장 원리를 적용하여 지원 제도의 효율성을 높일 목적으로 2012년에 도입되었다. RPS 체제하에서 일정 규모 이상의 기존 발전사업자는 총 발전량 중 일정 비율을 신재생에너지로 충당할 의무가 있다. 이 요건은 신재생에너지 발전원을 운영하거나 Wh단위의 신재생에너지 공급인증서(REC)를 구매하는 방식으로 충족할 수 있다.

REC는 생산한 전력과는 별개로 추가 수익원으로서 판매가 가능하다. 따라서 재생에너지 프로젝트의 수익성은 REC 발전량과 REC 가격에 의하여 주로 좌우된다.

REC 가중치는 미성숙 기술을 뒷받침하는 추가적인 지

원과 수익 창출 기회를 제공할 목적으로 부여된다. 현 시점에서 해상풍력 발전 프로젝트에 의하여 생산된 REC 발전량은 프로젝트 유형에 따라 차이를 보인다. 갯벌이나 방조제 내에 위치한 해상풍력 프로젝트에 적용되는 REC 가중치는 2.0이다. 외해에 위치한 해상풍력 프로젝트에는 2.5의 가중치가 적용된다.

해상풍력 프로젝트가 (i) 3MW를 초과하고 (ii) 지역 주민이 프로젝트 지분을 1% 이상 소유한 경우에는 추가로 가중치가 부여될 수 있다.⁰⁷ 추가 가중치는 프로젝트 단지의 수심과 연계거리를 기준으로 산정한다(세부적인 사항은 표2에서 확인할 수 있다).

과거에는 LCR 규정에 의거하여 국내 부품을 50% 이상 사용하는 프로젝트에 추가적인 REC 가중치를 부여하였다.⁰⁸ 하지만 산업통상자원부(MOTIE)는 2023년 3월에 이 인센티브 제도를 폐지하였다. 일부 국내 업체들은 LCR 인센티브 제도가 폐지되면 업계에 상당한 위협으로 작용할 것이라는 우려를 표명하였다.⁰⁹

표 2: 해상풍력 프로젝트 유형에 따른 신재생에너지 공급인증서(REC) 수익 추정

| 해상풍력 프로젝트 유형 | REC 가중치 ¹⁾ | 100MWh 생산 시 REC 수량 | 추정 수익 ²⁾ |
|--|-----------------------|------------------------------|---------------------|
| 갯벌과 방조제 내에 위치한 경우 | 2.0 | = 2.0 * 100 = 200 REC | 224,000원/MWh |
| 외해에 위치한 경우 | 2.9 | = 2.5 * 100 = 250 REC | 315,100원/MWh |
| 외해에 위치한 경우 (발전용량 >3MW, 지역 주민 소유 지분 >1%) | 2.975 | = 2.975 * 100 = 297.5 REC | 321,025원/MWh |
| 외해에 위치한 경우 (발전용량 >3MW, 지역 주민 소유 지분 >4%) | 3.2 | = 3.2 * 100 = 320 REC | 338,800원/MWh |

1) 수심은 25m, 송전선로 길이는 10km로 가정함.

2) SMP+1REC는 2022년 경매에서 제시된 최저 입찰가인 165,000원/MWh로 가정함. SMP는 2022년 경매에서 제시된 기준인 86,000원/MWh로 가정함.

07 Ministry of Trade, Industry and Energy, Offshore Wind Power Guideline, 2023 [KOR]

08 Further explanation on RECs is provided in Chapter 7.

09 Kuktoilbo, "Wind industry fears industry slump due to abolition of LCR", 3 April 2023 [KOR]

MOTIE는 LCR 제도의 폐지와 더불어 RPS 제도하에서 풍력발전을 대상으로 경쟁입찰을 도입하였다. RPS 발전용량의 일정 부분을 유보하여 연 1회 실시하는 경매를 통하여 할당하는 방식이다. 육상과 해상을 불문하고 환경영향평가를 완료한 풍력발전 프로젝트는 입찰에 참가할 자격이 주어진다.

2022년 9월에 실시된 1차 입찰에서 발전용량 550MW를 한도로 대상 프로젝트를 선정하였으며 상한가격은 169,500원/Wh 였다. 육상 프로젝트 613MW(15건)와 해상 프로젝트 99MW(1건)가 입찰에 참가하여 최종적으로 총 374.4MW 규모의 8개 프로젝트가 선정되었다.¹⁰ 올해에는 발전용량 1,900MW를 한도로 입찰이 실시되며 그 중 1,500MW가 해상풍력에 할당된다. 올해에는 상한가격이 제시되지 않았다.¹¹

한국의 해상풍력 개발 절차

한국은 해상풍력 프로젝트의 경우 사업자 주도형 개발 방식을 시행하고 있다. 그림 2에서 한국의 해상풍력 개발 절차가 요약되어 있다.¹²

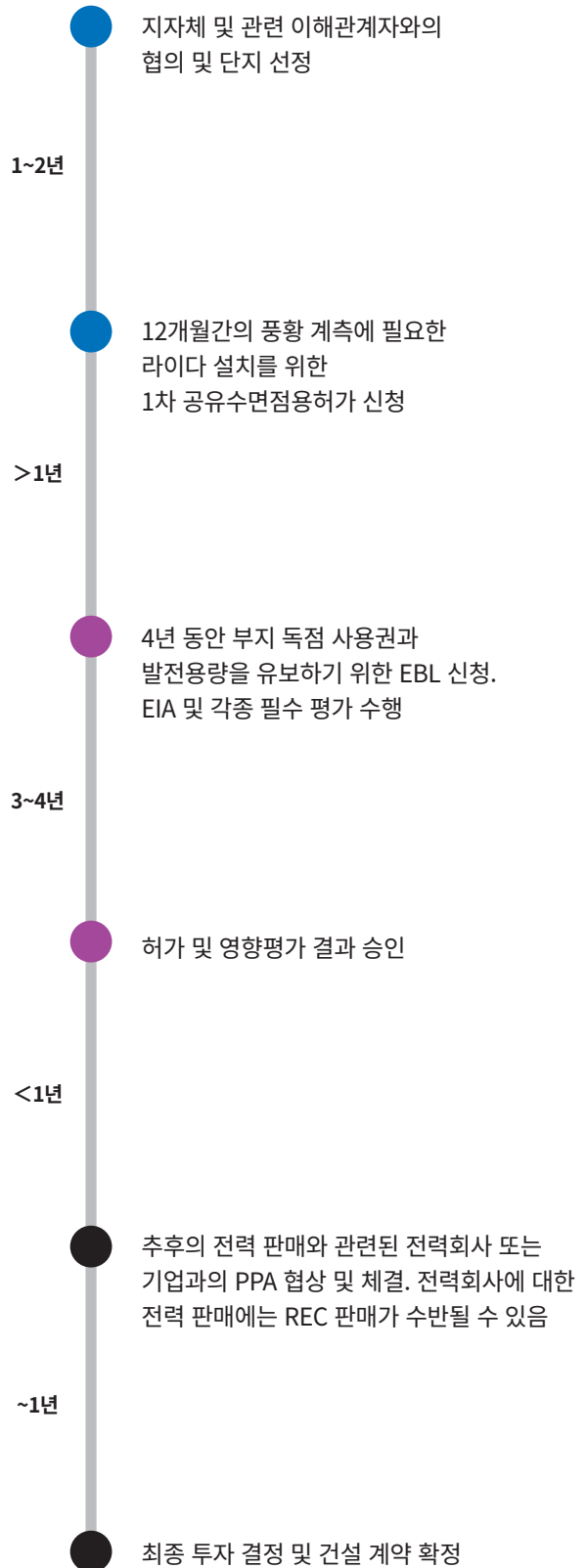
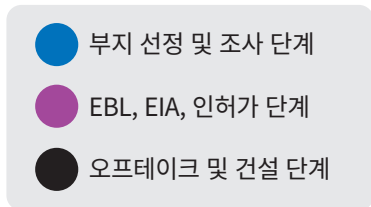


그림 2: 한국에서의 통상적인 해상풍력 프로젝트 개발 절차¹²

10 Ministry of Trade, Industry and Energy, "Introduction of a competitive bidding system for wind power generation" (press release), September 2022; Korea Energy Agency, "Bidding results of fixed price contract", 15 November 2022 [KOR]
 11 Korea Energy Agency, "Wind Power Fixed Price Competitive Bidding Notice", 12 October 2023 [KOR]
 12 Source: 4COffshore, Carbon Trust/Plan 1.5 internal research

후보지 선정 및 조사

첫 번째 절차는 지자체 및 관련 이해관계자와의 협의가 수반되는 후보지 선정 및 조사 단계이다. 첫 1-2년 간 사전타당성 조사와 풍량 조사를 진행하게 된다. 다음 단계로, 사업자는 **공유수면 점·사용허가(PWOP)**를 신청하여 12개월간 라이다(LiDAR) 시스템 설치를 통해 풍향 계측을 실시한다.

정부는 통상적으로 인접 토지 가격의 0.25~0.5%에 해당하는 PWOP 점·사용료를 연 단위로 부과한다. 인접 토지는 미개발 지역으로 토지 가격이 낮은 경우가 많아 점·사용료는 USD 1/m² 내외로 책정되기도 하며, 일례로 인천 지역의 한 해상풍력 프로젝트의 경우 점·사용료가 연 USD 30에 불과하였다.

인허가

사업자는 4년간 사업권과 안정적인 계통접속을 보장하는 발전사업허가(EBL)을 취득할 필요가 있다. 사업자는 계통 확보, 군작전성검토, 전파영향평가, 해상교통 안전진단, 문화재 지표조사, 환경영향평가(EIA), 풍력 터빈 인증, 실제 PWOP (최초 PWOP와 다른 경우), 건설 계획 승인 등 각종 인허가를 반드시 취득하여야 한다는 점에 유의하여야 한다. 이러한 인허가와 평가를 위한 신청 및 승인에 5년까지 소요될 수 있다.

해상풍력 프로젝트에 대한 인허가 절차는 「전기사업법」에 의하여 규율되며 동법은 다음과 같은 절차를 규정하고 있다.

- i. 풍향계측기 설치
- ii. 발전사업허가 취득
- iii. 개발행위허가
- iv. 공사계획인가
- v. 검사 및 검증 완료

다만, 대부분의 해상풍력 발전 프로젝트는 「전원개발촉진법」을 근거로 대규모 프로젝트에 적용되는 특별 절차 적용 자격을 충족하므로 각종 개발 인허가 절차가 일괄적으로 적용된다.¹³

구매계약(Offtake)

최종 단계로서, 사업자는 전력구매계약(PPA)을 통해 전력 판매처를 확보하여야 한다. 현재 한국에서 해상풍력 프로젝트의 오프테이크(offtake) 방식은 크게 두 가지로 전력회사에 전력을 판매하거나 개별 기업을 상대로 직접전력구매계약(DPPA)을 체결할 수 있다. 전자의 경우 발전사업자가 전력도매시장인 한국전력거래소(KPX)에서 유일한 구매자인 한국전력공사(KEPCO)를 상대로 자신이 생산한 전력을 현물가로 판매하고 KEPCO가 최종사용자에게 전력을 공급한다. 앞서 언급한 바와 같이 이러한 판매에는 REC 판매가 수반된다.

하지만 DPPA를 체결한 발전사업자는 REC의 발급이나 판매가 허용되지 않아 REC 거래에 따른 이익을 기대할 수 없다. 오프테이크 방식이 결정되고 확정되면 건설 절차에 착수할 수 있다. **그림 2에 제시된 절차는 10년 이상(통상적으로 7~10년)이 소요될 수 있기 때문에** 해상풍력의 적시적이고 효율적인 보급을 가로막는 주된 요인으로 작용하고 있으며 이로 인하여 한국이 보급 목표를 달성하지 못할 위험성이 있다.

인허가 절차가 개정되면 현재 진행 중인 프로젝트는 인도 지연을 방지하기 위하여 합리적인 관리가 요구된다.

한국에서 해상풍력 인허가 절차에 7~10년이 소요되는 것은 지나치다는 비판이 제기되면서¹⁴ 2021년부터 국회에서 해상풍력 인허가 절차를 간소화하는 이른바 ‘원스톱샵 법안’이 논의되고 있다. 하지만 정부 부처와 국회 그리고 수협, 산업계, 시민단체 등의 이해관계자 집

13 MMinistry of Trade, Industry and Energy, Offshore Wind Power Guideline, 2023 [KOR]

14 Herald Economics, “Korea’s wind power project waiting seven years for nine ministries and 25 licenses to operate”, 17 September 2022; http://biz.heraldcorp.co/view.php?ud=2022090700_0505 E2News, “Wind industry fears economic slowdown due to complicated licensing”, 23 November 2020 [KOR]

단들 간의 이견이 여전히 해소되지 않고 있다.

절차 개정 법안은 업계에 긍정적일 뿐만 아니라 장기적인 목표를 달성하고 프로젝트 개발 일정을 앞당기는 데 도움이 될 것으로 예상되지만 정책의 변화는 불확실성을 초래하므로 프로젝트 인도 지연을 방지하기 위한 적절한 관리가 요구된다.

특이할 만한 점으로, 현재 국내에서 60개 이상의 프로젝트가 EBL을 취득하여 현행 인허가 절차하에서 어느 정도 진행도를 보이고 있는 상황이다. **2030 보급 목표를 향하여 진전을 이루기 위해서는 새로운 인허가 절차로의 전환으로 인하여 기존 프로젝트들에 지연이 발생하지 않도록 하는 것이 중요할 것으로 보인다.** 기존 인허가 제도하에서 상당한 진행도를 달성한 프로젝트가 그러한 전환으로 인하여 동력을 상실하지 않도록 해야한다.

업계와의 명확한 소통이 결합된 광범하고 개방적인 조기 협의 체제를 구축할 경우 정책 전환에 대비할 수 있다. 관련 프로젝트들을 관리하기 위한 특정한 전환 체계의 시행을 검토하여야 한다. 그러한 체계는 업계가

프로젝트 지연 위험을 경감할 수 있는 우선적인 접근방식을 선택할 수 있도록 충분한 유연성을 보장하여야 한다. 이 접근방식을 통하여 이해관계자 집단의 참여와 투명성을 제고하는 환경을 조성하고 예상치 못한 상황이 발생할 위험을 방지할 수 있다.

다른 나라의 해상풍력 시장들도 비슷한 정책 전환을 거치면서 기존의 제도하에서 진행도를 달성한 프로젝트를 지원하는 한시적인 전환 체계를 시행하고 있다. 주목할 만한 사례로서, 영국의 경우 해상풍력 지원 제도를 신재생에너지 의무 방식에서 장기차액거래 방식으로 전환하는 과정에서 기존의 제도하에서 진행도를 달성한 프로젝트들의 솔루션을 완충하는 한시적인 해법으로 신재생에너지 지원 최종투자결정(FIDeR) 제도를 시행하였다.

한국의 경우 기존 제도하에서 인허가를 취득하기 위하여 어느 정도 진행도를 달성한 프로젝트들이 다수 존재하므로 이에 상응하는 적절한 대우가 요구된다는 점을 인지할 필요가 있다.

2.1. 한국은 2030 보급 목표를 달성하기에 충분한 프로젝트 파이프라인을 보유하고 있지만 지원 정책과 인프라 확충이 필수적이다.

현 시점에서 한국 해상풍력 시장의 설치용량은 적지만 막대한 기술적 성장 잠재력을 보유하고 있다. 세계풍력에너지협회(GWEC)에 따르면, 한국의 경우 부유식 해상풍력의 기술적 잠재력이 고정식 해상풍력의 7배에 달하는 것으로 추정되며 부유식 해상풍력의 기술적 잠재력은 546GW, 고정식 해상풍력은 78GW로 둘을 합하면 무려 624GW에 육박한다.¹⁵

현재 한국은 고정식과 부유식 해상풍력 기술 모두에 대하여 적극적인 연구와 개발을 진행하고 있다. 지금까지 보급되고 계획된 프로젝트는 서남해안과 남해안에 위치한 고정식 풍력 발전단지가 대부분을 차지한다. 하지만 깊은 수심을 감안하여 부유식 해상풍력 프로젝트에 대한 관심이 갈수록 높아지고 있다.

15 GWEC, Offshore Wind Technical Potential, June 2021 - [link](#)

현재 개발 중인 프로젝트의 수가 많다는 점을 감안할 때, 그러한 프로젝트가 예상 발전용량대로 제때 건설될 것으로 가정하면 **한국의 개발 파이프라인은 기본계획(그림 3)의 14.3GW 목표를 초과 달성하고 2035년까지 거의 25GW에 달하는 총 설치용량을 구축하기에 충분하다.** 건설한 파이프라인 용량을 건설하는 데 소요되는 누적 투자액은 2035년까지 800억 파운드(~132조 원)를 넘어설 것으로 전망된다(그림 4). 파이프라인의 존재는 야심적인 성장을 적절하게 뒷받침하는 공급망이 제공된다는 전제하에 국내 해상풍력 산업의 전망을 밝게 한다. 업계가 충분한 파이프라인을 갖추고 있는 것은 사실이지만 지원 정책과 인프라가 부재한다면 그러한 목표를 달성할 수 없다.

한국의 부유식 해상풍력의 잠재력이 상당함에도 불구하고 2035년까지 건설이 예정된 대부분의 프로젝트는 고정식 해상풍력을 채택하고 있다. **그림 3에 따르면, 2035년까지 15.54GW 규모의 고정식 해상풍력과 9.43GW 규모의 부유식 해상풍력이 설치될 것으로 예상된다.**

이 용량을 건설하는 데 소요되는 누적 투자액은 2035년까지 800억 파운드(~132조 원)를 넘어설 것으로 전망된다(그림 4). 이러한 대규모 투자는 국내 공급망에 상당한 기회를 제공할 것으로 보인다. 이러한 누적 투자액은 산업이 성숙하고 대규모 프로젝트가 속속 등장함에 따라 재생에너지로의 전환과 경제 발전에 크게 기여할 전망이다.

이러한 예측은 현 시점에서의 파이프라인에 근거를 두고 있다. 하지만 이 예측은 유리한 시장 여건, 정책 지원, 인프라 보강이 뒷받침될 때 비로소 구체화될 수 있다. 그럼에도, 그러한 투자와 보급 전망은 한국 해상풍력 산업의 성장과 장기적 지속가능성을 추구하는 확고한 의지를 입증한다.

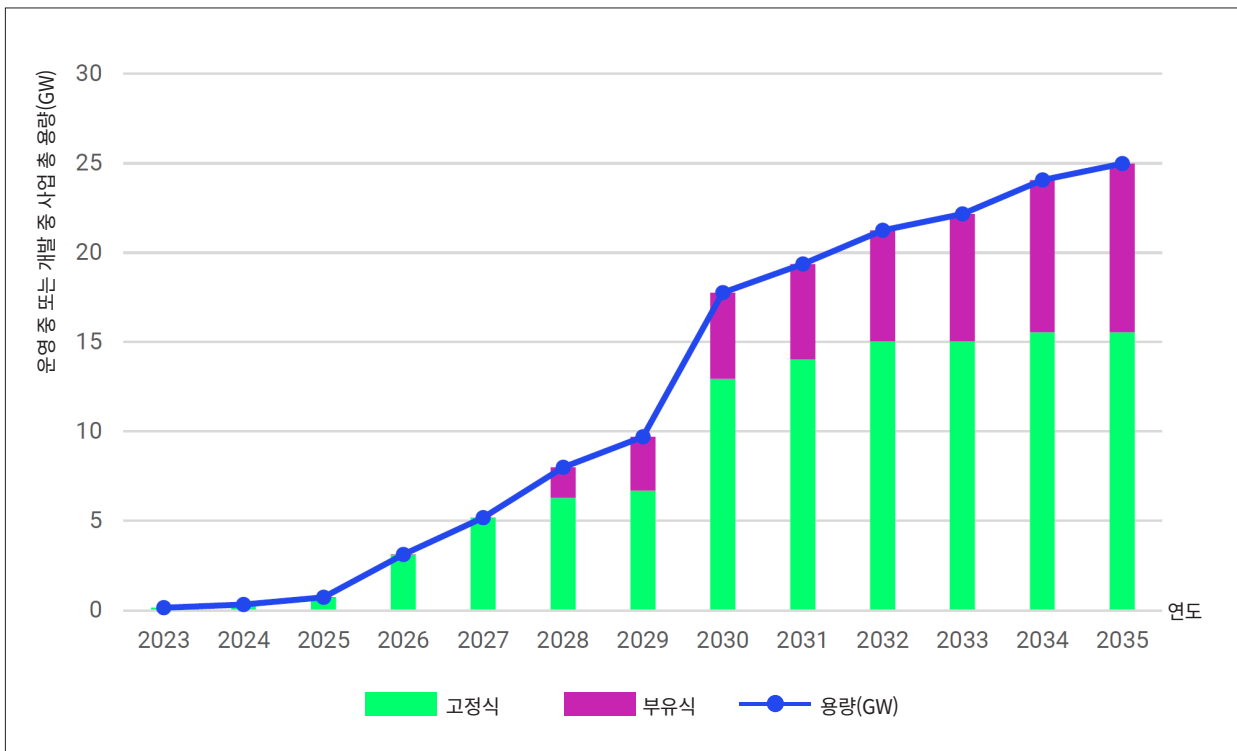


그림 3: 2035년 기준 한국에서 운영 중 또는 개발 중인 해상풍력 사업 규모

한국 해상풍력 공급망 활성화 방안

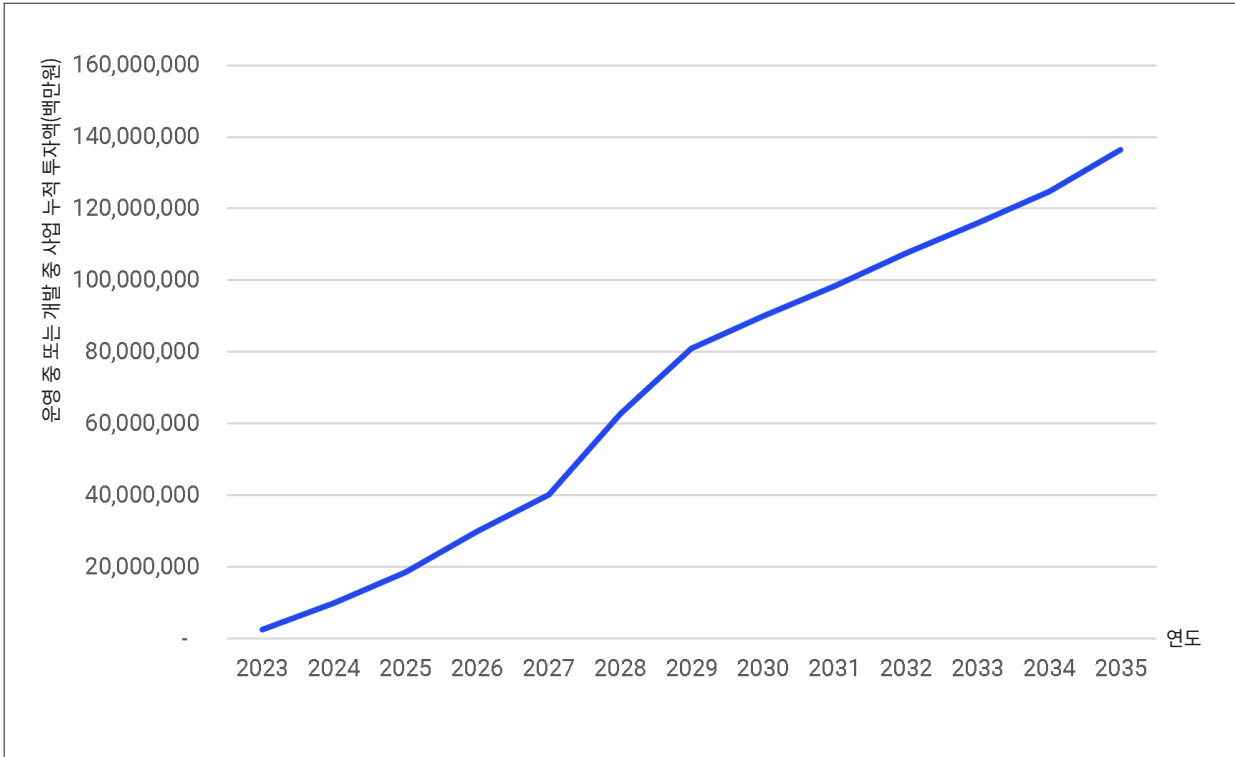
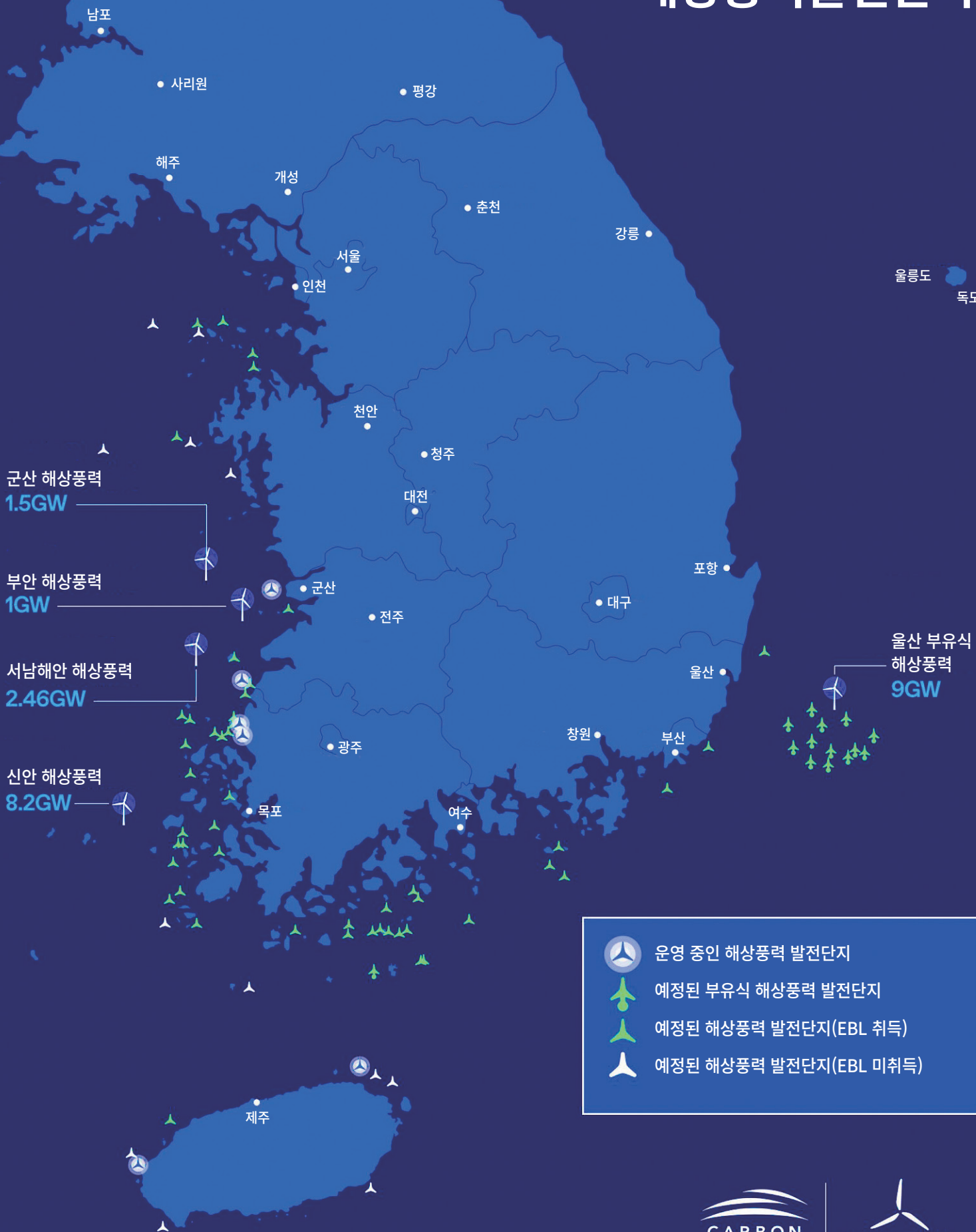


그림 4: 2035년 기준 한국에서 운영 중 또는 개발 중인 해상풍력 사업 누적 투자액

한국 해상풍력발전단지



3. 공급망 평가

주요 내용

- ✓ **태동기에 있는 국내 공급망:** 본 보고서에서 평가한 국내 해상풍력 기업 224개사의 61%는 개발 단계에 특화되어 있었으며 이러한 사실은 해상풍력 시장이 태동기에 머물고 있음을 시사한다. 앞으로 산업이 성숙함에 따라 해상풍력 산업주기에서 그 외의 다른 단계에 속하는 활동들이 증가할 것으로 예상된다.
- ✓ **국내 터빈 용량의 제약:** 국내 프로젝트에 국내 업체들이 터빈을 공급하고 있는 것은 사실이지만 글로벌 선도 기업들에 비하여 용량이 뒤쳐지는 까닭에 해상풍력 보급에 한계가 있다. 이러한 기술적 격차를 해소하기 위하여 국내 기업과 해외 기업 간의 제휴가 체결되고 있다.
- ✓ **타워 공급 및 하부구조물 분야의 국내 역량:** 한국은 타워 공급 분야에서 강점이 있으며 국내 기업들이 공급 능력을 확대하고 있으나 기술 격차가 낮아짐에 따라 중국 업체들과의 경쟁이 심화될 가능성이 있다. 중국 업체들과의 경쟁이 심해지고 있는 것은 사실이지만 2차 강철구조물과 전기 시스템 분야에서의 강점 역시 하부구조물 제작에 활용될 수 있다.
- ✓ **설치선 문제 및 인프라 요구조건:** 국내 조선업체는 풍력발전터빈 설치선(WTIV)을 건조할 수 있는 능력을 보유하고 있으나 국내에서의 설치선 공급 능력은 제한적이다. 설치선과 전용 항만의 부족이 상당한 장애물로 작용하고 있으며 해상풍력 공급망의 안정적인 성장을 뒷받침하는 인프라 확충이 시급하게 요구된다.

본 보고서의 목적은 제1.1절에 기술된 프로젝트 파이프라인 구현과 관련해 국내 해상풍력 공급망에 대한 분석을 제시하는 것이다. 이 파이프라인의 성공적인 구현은 해상풍력 프로젝트를 건설하는 데 필수적인 부품과 서비스를 제공할 수 있는 공급망에 달려 있다. 이러한 부품과 서비스는 개발에서 철거에 이르기까지 프로젝트의 수명주기 전반에 걸쳐 요구된다.

해상풍력은 글로벌 산업으로 발전하였으며 해외 공급망 기업이 대체 시장으로 부품과 서비스를 수출하는 것

이 일반적이다. 본 보고서에서는 해외 공급망이 국내 해상풍력 프로젝트에서 담당하는 역할은 분석하지 않으며 국내 공급망 업체의 공급 능력만을 분석 대상으로 삼는다.

본 보고서에서는 국내 업체들이 지금까지 설치용량을 구축하는 과정에서 수행한 역할, 국내 업체들이 현재의 파이프라인을 구축하는 위탁 작업을 수행한 실적, 해상풍력 부품 및 서비스 공급 능력을 입증한 업체들을 평가 대상으로 한다.

3.1 국내 공급망은 한국의 초기 해상풍력 사업에서 중요한 역할을 담당했다.

현재 국내에서 상업운전 중인 해상풍력 발전단지 사업의 수는 6개이며 가장 규모가 큰 사업의 발전용량은 60MW이다. 이 사업들은 그 성격상 실증단지가 주를 이루므로 2030년과 2035년에 예상되는 규모를 대변하지 못한다. 평균 사업 규모는 2030년과 2035년에 각각 300MW와 350MW로 예상된다.

초기 사업들은 국산 부품화 비중이 높게 나타난다. 파악된 자료에 따르면, 한국에서 상업운전 중인 해상풍력 발전단지에 참여한 공급망 업체의 77%가 국내 기업이

었다(5). 그 뿐만 아니라, 한국의 풍력터빈 제조업체인 유니슨과 두산이 이 사업들에 투입된 터빈을 전량 공급하였다.

이 사업들에는 네덜란드, 말레이시아, 독일, 미국, 핀란드, 덴마크, 프랑스, 일본, 스페인 공급망 업체들도 추가로 관여하였다.

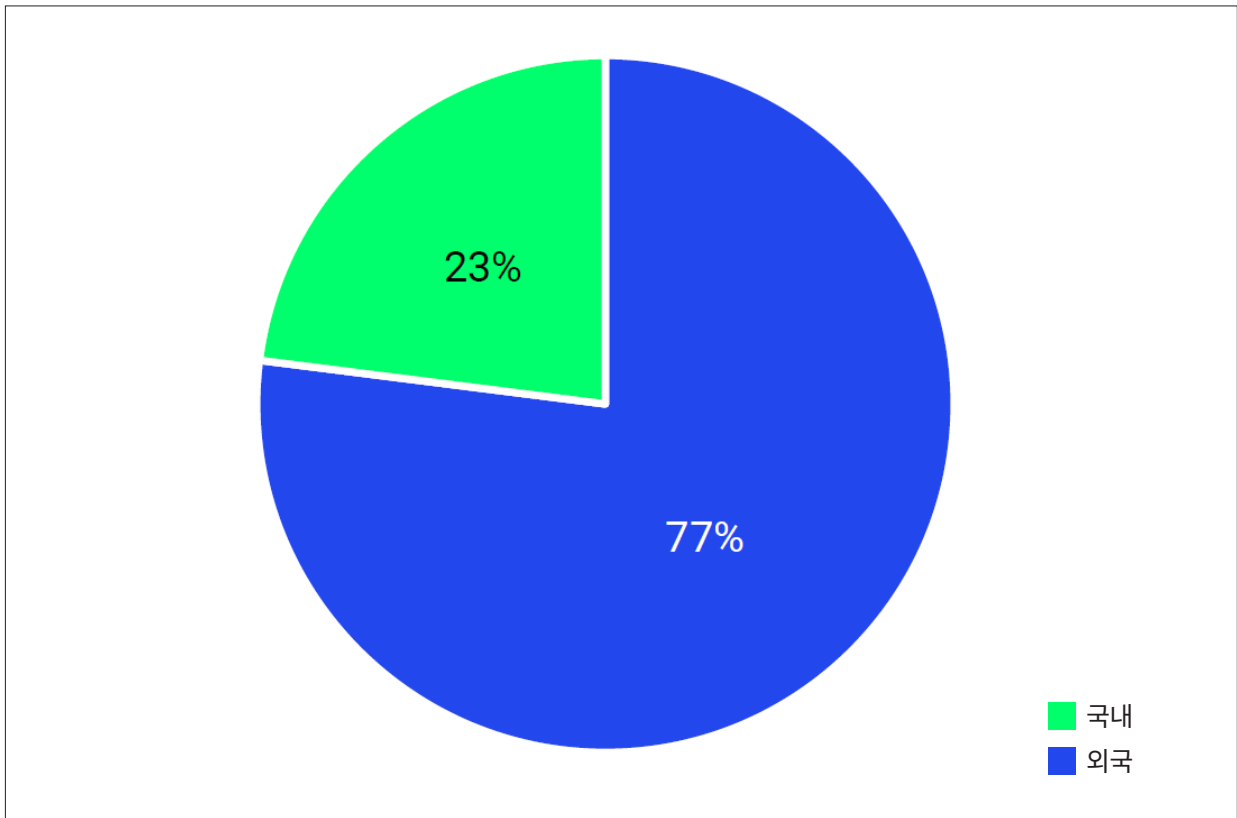


그림 5: 한국에서 상업운전 중인 해상풍력 사업에 참여한 업체의 국적¹⁶

16 Source: 4C Offshore

3.2. 한국 기업들은 추후에도 계속해서 상당한 역할을 담당할 것으로 예상된다.

한림 해상풍력 실증단지과 신안 SK E&S 1단계 발전 단지 등 추가로 2개 사업이 현재 건설 중이거나 건설 전 단계인 것으로 확인되었다. 두 사업 모두 100MW 규모로 예상된다.

파악된 자료에 따르면, 이 사업에 관련한 공급망 업체의 64%가 국내 기업이다. 이 사업들에는 네덜란드, 말

레이시아, 독일, 미국, 핀란드, 덴마크, 프랑스, 일본, 스페인 공급망 업체들도 추가로 관여하고 있다(6).

특기할 만한 점으로, 둘 중 한 사업의 풍력터빈 공급자는 두산으로 예상되지만 다른 한 사업에는 지멘스 가메사가 100MW 풍력터빈을 공급할 것으로 예상된다.

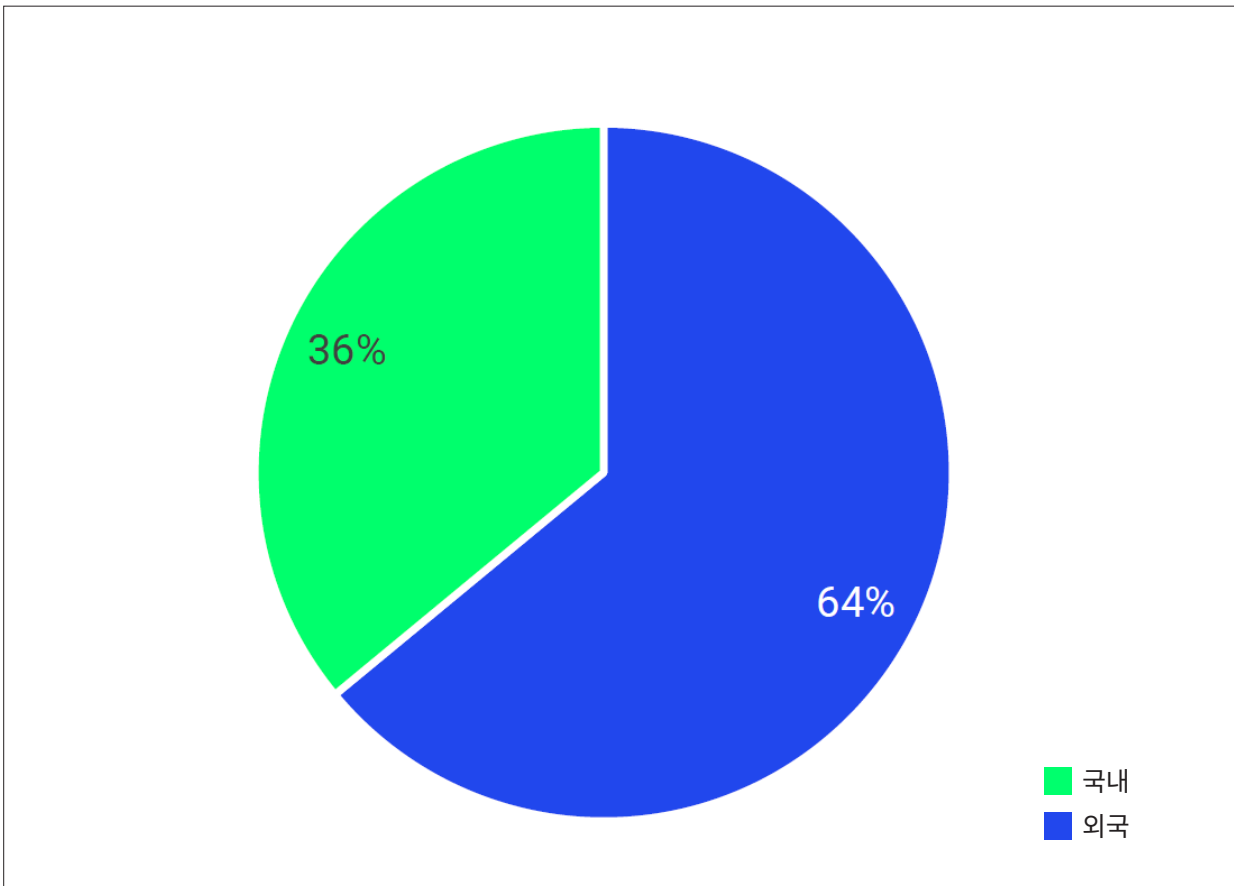


그림 6: 국내에서 건설 중이거나 건설 전 단계에 있는 해상풍력 사업에 관여하는 업체의 국적¹⁷

17 Source: 4C Offshore.

3.3. 해상풍력의 수명주기 단계별 공급 요구사항 분류

본 보고서에서는 분석을 목적으로 공급망을 6가지 유형으로 분류한 후에 개별적인 부품과 서비스를 기준으로 하위분류를 실시하였다. 분류 유형은 다음과 같다.

- 개발 및 동의
- 터빈 공급
- 보조기기(BOP) 공급
- 설치 및 시운전
- 운영 및 유지보수
- 해체

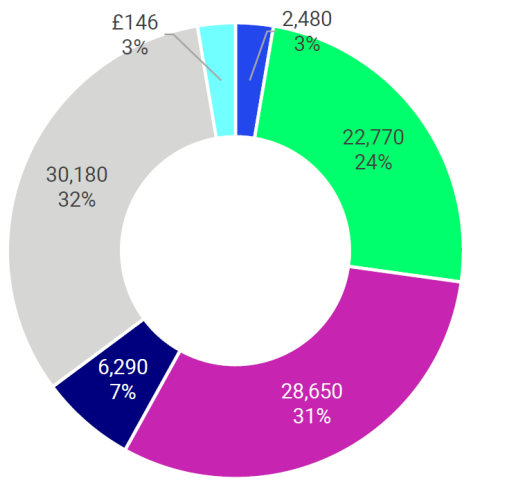
분석을 목적으로 각각의 분류 항목에 대하여 부품 또는 서비스별로 하위분류를 실시하였다. 표 3에 하위분류가 정리되어 있다. 하위분류를 그보다 더 세분화할 수도 있지만 공급업체들의 개별적 특성을 고려할 때 하위분류의 범위를 넓히는 편이 분석에 유익하다고 판단하였다.

| 개발 및 동의 | 터빈 공급 | 보조기기 공급 | 설치 및 시운전 | 운영 및 유지보수 | 해체 |
|----------------|--------------|---------------------|-------------------|---------------|-------|
| 사업개발 | 블레이드, 나셀, 로터 | 정박 및 접안 시스템 (부유식) | 케이블 설치 | 유지보수 및 검사 서비스 | 해체 작업 |
| 설계 | 소형 부품 | 전기 시스템 | 하부 구조물 설치 | O&M 항만 | |
| 후보지 조사 및 환경 평가 | 타워 | 하부 구조물 / 해상 변전소 구조물 | 설치 장비, 선박, 지원 시스템 | 선박 및 장비 | |
| 사업주/투자자 | | 해저 케이블 | 설치 항만 및 물류 | | |
| 연구개발 | | 기타 부품 | 육상 작업 | | |
| | | | 변전소 설치 | | |

표 3. 공급망 분석에 적용된 해상풍력 가치사슬 분류

해상풍력 프로젝트 비용 구조

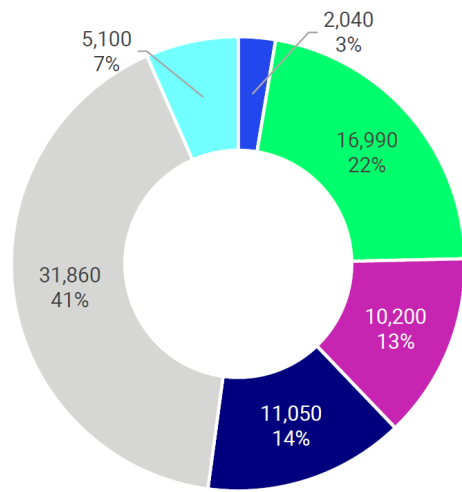
그림 7에 가동연한이 25년인 1GW급 부유식 해상풍력 발전단지의 비용 구조가 제시되어 있다. 운영비와 유지 보수비가 가장 높으며 부유식 하부구조물 비용(약 16 억원/MW)이 높기 때문에 보조기기 비용이 두 번째로 큰 비중을 차지한다.



- Development and consent
- Balance of plant supply
- Operations and maintenance
- Turbine supply
- Installation and commissioning
- Decommissioning

그림 7: 내용연수가 25 년인 1GW 급 부유식 해상풍력 발전단지의 수명주기 단계별 비용 구조(억원/GW, %)¹⁹

그림 8에 고정식 풍력발전단지와의 비교 결과가 제시 되어 있다. 운영비와 유지보수비가 25년간 누적되므로 발전단지의 가동연한 전반에 걸쳐 두 비용 항목이 가장 두드러진다는 사실을 알 수 있다. 국내 시장의 관점에 서 본다면 운영 기반이 운영 국가 내에 위치하므로 투자액 중 상당 부분이 국내에서 회수된다는 점에서 이러한 사실은 긍정적이라고 할 수 있다.¹⁸ 터빈 공급은 두 번째로 큰 비용 항목을 구성한다.



- Development and consent
- Balance of plant supply
- Operations and maintenance
- Turbine supply
- Installation and commissioning
- Decommissioning

그림 8: 내용연수가 25 년인 1GW 급 고정식 해상풍력 발전단지의 수명주기 단계별 비용 구조(억원/GW, %)²⁰

18 There may be requirements for international involvement for specific repairs, skilled technicians and component replacements, if these cannot be found locally.

19 The Crown Estate, Guide to an offshore wind farm, 2019 - [link](#). 환율은 편의상 1 GBP = 1,700원으로 계산하였음.

20 The Crown Estate, Guide to a floating offshore wind farm, 2023 - [link](#)

3.4. 분석 결과: 국내 공급망은 해상풍력 산업을 뒷받침할 수 있는 확고한 출발선에서 있다

본 보고서에서는 해상풍력 산업에 참여하는 224개 한국 기업들을 평가하였다. 각 기업은 제공하는 부품 또는 서비스에 따라 분류를 적용하였다(표 3). 한 업체가 복수의 활동을 영위하는 경우에는 중복을 방지하기 위하여 가장 주가 되는 활동을 기준으로 분류하였다. 현존하는 국내 프로젝트 규모가 그리 크지 않다는 점을 감안할 때 224개 기업이 이미 공급 능력을 갖추고 있다는 사실은 해상풍력 부문이 추후의 파이프라인을 뒷받침하는 건실한 출발선에서 있음을 시사한다.

한국의 해상풍력 부문이 태동기에 있다는 점을 감안할 때 200개 이상의 업체가 활동할 준비를 마쳤다는 사실은 긍정적이지만 오스테드의 창화 1 & 2a 사업(각각 605.2MW와 294.8MW) 사례에서 확인된 바와 같이 신생 시장에서 풍력발전단지를 건설하는 과정에는 200개 이상의 공급업체가 필요할 수 있다.

분석 결과는 기업 현황이 태동기에 있는 해상 풍력 시장을 반영하고 있다는 것을 보여준다. 특기할 만한 점으로, 조사 대상 업체의 약 61%가 개발 및 동의 단계에 특화되어 있다는 점에서 개발 파이프라인에 속한 다수의 프로젝트를 뒷받침할 수 있는 국내 업체들의 공급 능력에 대한 신뢰를 높이고 있다.

설치 및 시운전, 터빈 공급, 보조기기 공급, 운영 및 유지보수 부문의 비중은 고루 분산된 형태를 보이며 확장되는 생태계에서 상대적으로 작은 비중을 차지한다. 현재로서는 철거 부문에 특화된 업체가 전무하다는 점도 특기할만하다. 그럼에도 한국 해상풍력 시장이 성숙함에 따라 공급망 환경이 중대하게 변화하는 동시에 특화된 분야에서 활동하는 업체가 점점 늘어날 것으로 예측된다.

이 절에서는 다음과 같이 6개 수명주기 부문별로 한국의 해상풍력 공급망을 분석한다. (i) 개발 및 동의, (ii) 터빈 공급, (iii) 보조기기 공급, (iv) 설치 및 시운전, (v) 운영 및 유지보수, (vi) 철거. 평가 결과는 높음, 중간, 낮음의 3단계로 구분된다.

아래 표에서 ‘기존 공급망’에 대한 평가는 각각의 부문이 파이프라인에 속한 프로젝트의 즉각적인 요구를 충족할 수 있는 역량을 나타내며 ‘예상되는 기회’에 대한 평가는 해상풍력 보급이 정책 목표대로 진행되는 것을 전제로 관련 부문들의 성장 잠재력과 기대 역량을 나타낸다.

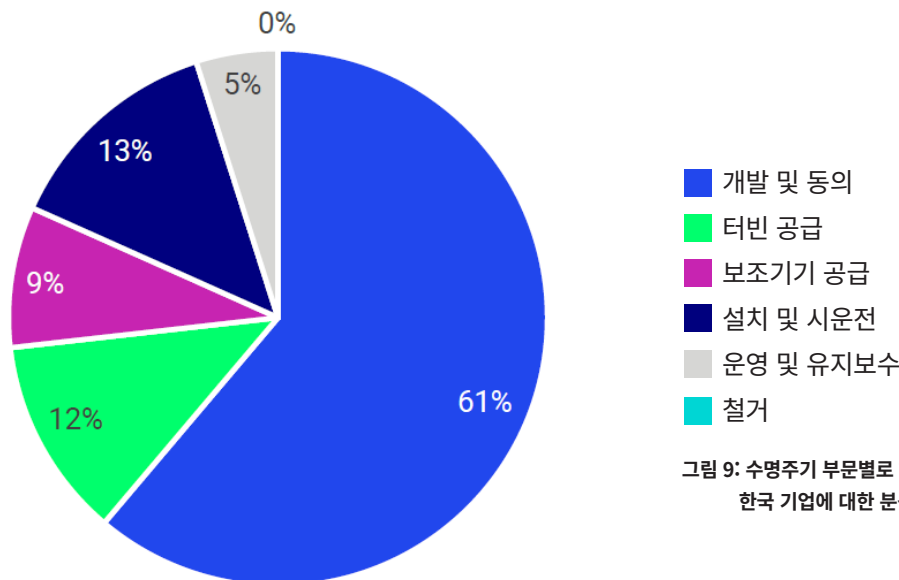


그림 9: 수명주기 부문별로 해상풍력 공급 역량을 갖춘 한국 기업에 대한 분석

개발 및 동의

표 3에서 볼 수 있는 것처럼, 개발 및 동의는 사업기간 전체 비용 가운데 가장 작은 비중을 차지한다. 그럼에도, 이러한 비용은 여전히 상당히 높은 수준이며 프로젝트 성공 여부가 불확실한 건설 전 단계에서 발생한다.

이하의 특화 영역들은 해상풍력 프로젝트의 개발 및 동의 단계에서 열쇠를 쥐고 있으며 기존 국내 업체들이 해상풍력 산업에서 요구하는 환경, 지질공학, 지구물리학 조사를 수행할 수 있는 역량을 보유하고 있을 뿐만 아니라 일부 업체는 이미 해상풍력 분야에서 상당한 경험을 축적하고 있다.

표 4: 개발 및 동의 특화 영역

| 하위분류 | 내용 | 국내 공급 현황 | 한국에 예상되는 기회 |
|----------------|--|----------|--------------------|
| 사업자 | 사업자, 프로젝트 관리 | 높음 | 높음 |
| 설계자 | 엔지니어링 설계, 컨설팅 | 낮음 | 중간 - 단기 높음 - 장기 |
| 후보지 조사 및 환경 조사 | 환경영향평가, 모니터링 기술, 계측 작업(라이다 포함), 환경 조사(해양 조류와 포유류에 대한 항공 및 선박 모니터링 등), 지구물리학 및 지질공학 조사(기술 문헌 및 해양 연구 등) | 낮음 | 중간 - 단기 높음 - 장기 |
| 사업주/투자자 | 소유자(개발사 제외) | 높음 | 높음 |
| 연구개발 | | 낮음 | 높음 |

통상적으로 전반적인 프로젝트 개발 관리는 사업자(혹은 달리 계약을 체결한 프로젝트 매니저)가 수행한다. 환경 조사 등 부수적 서비스는 특화된 소규모 서비스 제공업체가 제공할 수도 있다. 다수의 국내 프로젝트가 개발 단계에 있다는 점을 감안할 때 단기적으로 이러한 업체들에게 풍부한 기회가 주어진다.

2023년을 기준으로 전국에서 총 84개 프로젝트가 발전사업허가(EBL) 단계에 도달하였다.²¹ 이는 사업자들이 이 분야에서 상당한 경험과 역량을 축적하고 있음을 의미한다. 다만, 아직까지 대규모 해상풍력 프로젝트(>100MW)가 완공된 사례는 없으며 이는 통상적으로 EBL 단계에 후속하는 실제 설계, 후보지 조사, 환경 조

사 분야에서는 여전히 경험과 전문성이 부족하다는 것을 의미한다. 이러한 지식 격차는 프로젝트가 진행됨에 따라 해소될 것으로 예상되며 시간이 갈수록 국내 업체들에게 주어지는 기회가 확대될 것이다.

국책 연구기관인 한국에너지기술연구원(KETEP)이 해상풍력에 관련된 연구개발을 담당하고 있다. 그럼에도, 업계 이해관계자들은 특히 터빈 부품을 중심으로 글로벌 선도 업체들과의 기술 격차를 좁히기 위해서는 상당한 연구개발이 요구된다고 지적한다. 이해관계자들은 민간부문의 연구개발을 유도하기 위해서는 정부가 시장 규모를 확대하는 과정에서 더 큰 역할을 담당해야 한다고 제안한다.

21 70 projects received EBLs as of December 2022. In 2023, Electricity Coittee decisions to date note 14 ore projects resulting in a total of 84 projects with EBLs.

터빈 공급

| 하위분류 | 내용 | 국내 공급 현황 | 한국에 예상되는 기회 | 비고 |
|--------------|--|----------|--------------------|-------------------------------------|
| 블레이드, 나셀, 로터 | 블레이드 제조, 복합재 제조업체, 완성품 터빈 OEM | 중간 | 중간 - 단기 높음 - 장기 | 글로벌 경쟁사와의 기술력 격차가 여전히 주된 장애물로 작용함 |
| 소형 부품 | 베어링, 플랜지, 단조 금속 부품, 볼트 및 너트, 클러치, 브레이크, 냉각 시스템, 기어박스, 발전기, 인버터 | 중간 | 중간 - 단기 높음 - 장기 | 기술 장벽이 높은 일부 핵심 부품의 경우 시장 침투율이 제한적임 |
| 타워 | 타워 제조업체 | 높음 | 높음 | 씨에스윈드가 글로벌 리더로서 타워 제조 분야를 선도하고 있음 |

터빈 부품 제조는 복잡한 공정을 요하며 고가의 특화된 설비가 요구된다. 시장의 프로젝트 파이프라이인이 상당한 수준에 도달한 현 상황은 이러한 제조 설비에 대한 투자를 정당화하는 중요한 요인으로 작용한다. 사업자는 기존의 공급업체와 제휴하여 이처럼 복잡한 부품을 조달하는 방식을 선택하는 경우가 많다. 특이할 만한 점으로, 지멘스 가메사와 베스타스 같은 다국적 거대기업들이 이미 대 한국 투자에 대한 관심을 표명하였다. 한국이 이 분야에서 엄청난 잠재력을 보유하고 있는 것은 사실이지만 공급망이 완전히 성숙하기까지는 수년이 소요될 것으로 예상된다.

위에서 언급한 것처럼, 지금까지 한국에 설치된 해상풍력 터빈은 국내 기업인 두산과 유니슨 두 곳에서 전량을 공급하였다. 하지만 국내에 설치된 터빈의 용량은 글로벌 업체들보다 낮은 수준이었다. 국내에 설치된 해상풍력 터빈 48대 가운데 유니슨의 1x4.3MW 터빈과 두산의 1x8.0MW 터빈 2대만이 3MW급 이상이다.²²

세계적으로 보면 유럽의 경우 GE, 지멘스 가메사, 베스타스가 15MW급 터빈을 상용화하였으며 중국에는 세계 최대 규모인 16MW급 터빈이 설치되었다.²³ 그뿐만 아니라, 글로벌 공급업체들은 다년간 방대한 운영 데이터와 경험을 축적하여 터빈용 제어 소프트웨어 분야에서 국내 업체들보다 앞서 있다.

국내 업체들의 이러한 기술적 약세는 한국 내에서 해상풍력 보급을 가로막는 병목 현상을 일으키는 원인으로 평가되기도 한다. 국내 업체들은 탄탄한 국내 기반을 바탕으로 이러한 기술 격차를 해소하기 위하여 노력하고 있다.

두산에너지빌리티는 국내 해상풍력 시장을 목표로 지멘스 가메사와 전략적 제휴를 추진하기 위하여 구체적인 기본계약을 체결하였다. 두산은 현재 설계 단계에 있는 두산 시설에서 지멘스 가메사의 해상풍력 터빈 나셀을 조립하고 설치 항만에서 지멘스 가메사 기계장치용 터

22 4C Offshore

23 OffshoreMWind.biz, CTG installing MWorld's largest MWind turbine offshore China, 2023 - [link](#)

한국 해상풍력 공급망 활성화 방안

빈을 조립하며 지멘스 가메사 기계장치가 투입되는 프로젝트에 대한 해상 건설 작업을 수행하는 동시에 지멘스 가메사 기계장치가 수반되는 일부 발주분에 대하여 해상 서비스를 제공할 예정이다.²⁴

현재 유니슨은 정부의 연구개발 지원을 받아 10MW 모델을 개발하고 있으며 중국 밉양 스마트 에너지 그룹과 협력하여 나셀과 블레이드 공급망을 구축한다는 계획을

을 발표하였다.²⁵ 또한, 밉양은 최근에 우리기술로부터 80MW 규모의 압해 프로젝트에 해상풍력 터빈을 공급하는 계약을 수주하여 중국 OE 업체로는 최초로 한국 시장에 진출하였다.²⁶ 국내 공급망의 관점에서 본다면 미래에는 외국 공급업체를 포함하는 광범위한 공급업체가 해상풍력 발전단지에 제품과 서비스를 공급할 것으로 예상할 수 있다.

표 5: 업체별 최대 용량 터빈(국내 풍력 터빈 제조업체들은 터빈 개발 분야에서 글로벌 선도 업체들에 뒤처져 있다)

| 제조업체 | 업체 웹사이트에 소개된 최대 용량 터빈 | 모델명 |
|-------------|--|--|
| 두산 | 8MW | DS205-8MW |
| 유니슨 | 4.3MW | U151 |
| 효성 | 5.0MW | HS139 |
| 현대중공업 | 5.5MW | HQ5500 |
| 베스타스 | 15MW | V236-15.0MW |
| 제너럴일렉트릭(GE) | 14MW | Haliade-X |
| 지멘스 가메사 | 정격용량 14MW (파워 부스트 적용 시 최대 15MW) | SG 14-222 DD |
| 밉양 | 16MW 18MW (개발 중) ²⁷ 22MW (개발 중) ²⁸ | MySE 16.0-242 MySE 18.X-28.X MySE 22MW |
| 골드윈드 | 16MW | GWH252-16MW |

24 Siemens Gaesa, Siemens Gaesa and Doosan Enerbility sign historic offshore wind partnership framework agreement for South Korea, February 2023 - [link](#)

25 Unison secured \$4billion investment from Mingyang group, [link](#)

26 ReNEWS, Mingyang seals 80MW South Korean deal, November 2023, [link](#)

27 Offshorewind.biz, Mingyang goes beyond 18MW with new offshore wind turbine, 2023 - [link](#)

28 ReNEWS.biz, Vestas signs Seoul MoU, 2023 - [link](#)

2023년 3월에 베스타스는 서울시와 사업 및 기술 개발 지원과 관련한 업무협약을 체결하였다. 이 업무협약은 베스타스의 아시아-태평양 지역본부를 서울로 이전하는 계획을 명시하였다.²⁹ 마찬가지로 지멘스 가메사 역시 2026년 이후의 설치를 목표로 두산에너지빌리티와 해상풍력 터빈 나셀 조립, 해상풍력 건설, 해상 서비스 계약에 관한 정보를 공유하는 제휴에 합의하였다.³⁰

다른 부품의 경우 태웅과 신라는 플랜지와 베어링 등의 단조 부품을 생산업체로 손꼽힌다. 현재 신라는 GE, 골드윈드, 케너시스 등 글로벌 터빈 제조업체에 베어링을 공급하고 있으며 태웅은 전 세계 플랜지 시장의 30%를 점하고 있다.³¹ 반면에, 블레이드, 대형 베어링, 기어박스 등의 일부 핵심 부품을 설계하고 제작하는 분야에서는 국내 공급업체들의 기술력이 제한적인 것으로 평가된다. KETEP은 이들 부품의 경우 국내 업체들이 글로벌 선도업체들보다 3~5년 뒤쳐진 것으로 추정하고 있다.³²

현재 한국은 타워 공급 분야에서 강점을 보이고 있다. 씨에스윈드는 전 세계 타워 구조물 제작 분야를 선도하고 있다. 씨에스윈드는 국내 기업임에도 불구하고 모든 제조 시설이 해외에 소재한다. 현재 이 회사는 국내에 신규 제조 시설을 건립하고 있다. 동국S&C는 GE와 지멘스에 타워를 공급하고 있다. 동국S&C는 포항에 공장을 신설하면서 2021년에 연간 95,000톤 규모였던 생산능력을 확장하고 있다.³³

구조물 부품 분야에서의 이러한 강점은 한국이 제철 산업(포스코, 현대제철 등)에서 축적한 경험에 의하여 뒷받침되고 있으며 터빈 타워 제조업체들을 지원하고 있다. 하지만 국내 산업 전문가들은 기술 장벽이 낮아지면서 중국 업체들과의 경쟁이 심화될 가능성이 높다는 점을 지적한다.

29 ReNEWS.biz, Vestas signs Seoul MoU, 2023 - [link](#)

30 Siemens Gamesa, 2023 - [link](#)

31 KDB Bank, 2022 - [link](#)

32 KETEP, 4th Energy Basic Plan wind power innovation roadmap, 2020

33 ETNEWS, 2022 - [link](#)

팩트 박스 1: 한국 풍력 터빈 시장점유율

2022년을 기준으로 국내에 총 115개 프로젝트 1,863MW 규모의 풍력발전단지가 운영되고 있다. 이 가운데 106개 프로젝트 1,657MW가 육상풍력이며 10개 프로젝트 146.3MW는 해상풍력이다.

지분 형태로 보면, 57개 프로젝트(1,097MW, 60.7%)는 민자발전사가 소유하고 있으며 그 뒤를 이어 한국전력의 발전자회사가 28개 프로젝트(568MW, 31.5%)를 소유하고 있다. 10개 프로젝트(39.6MW, 2.1%)는 지자체가 소유하고 있으며 22개 프로젝트(102.1MW, 5.7%)는 연구기관, 학술기관, 지역 주민 등이 소유하고 있다.

터빈 공급망의 경우 베스타스(31%)가 시장점유율이 가장 높고 유니슨(15%)과 두산에너지(13%)가 그 뒤를 잇고 있다. 국내 업체와 외국 업체의 시장점유율은 각각 45.1%와 54.9%이다. 아래 표에서 굵게 표시된 업체는 국내 업체를 의미한다.

| 순번 | 제조업체 | 용량 | 기수 | 용량별 시장점유율 |
|----|-----------|-------------------|------------|-------------|
| 1 | 베스타스 | 584.3 MW | 241 | 31% |
| 2 | 유니슨 | 278.6 MW | 151 | 15% |
| 3 | 두산에너지 | 247.5MW | 80 | 13% |
| 4 | SGRE | 221.8MW | 62 | 12% |
| 5 | 현대일렉트릭 | 130.8 MW | 71 | 10% |
| 6 | 약시오나 | 64.5MW | 43 | 3.5% |
| 7 | 한진산업 | 60.0 MW | 34 | 3.2% |
| 8 | 에너지콘 | 51.0 MW | 16 | 2.7% |
| 9 | 알스톰(GE) | 48.0 MW | 16 | 2.6% |
| 10 | 효성 | 37.3 MW | 19 | 2% |
| 11 | 한화오션 | 34.0 MW | 17 | 1.8% |
| 12 | 미쓰비시 | 19.8 MW | 10 | 1.1% |
| 13 | 삼성중공업 | 17.5MW | 7 | 0.9% |
| 14 | STX중공업 | 5.5 MW | 3 | 0.3% |
| 15 | DMS | 2.0 MW | 1 | 0.1% |
| 16 | 시바 | 0.5 MW | 2 | 0.03% |
| 17 | NPS | 0.4 MW | 4 | 0.02% |
| | 합계 | 1,803.5 MW | 777 | 100% |

보조기기 공급

| 하위분류 | 내용 | 국내 공급 현황 | 한국에 예상되는 기회 | 비고 |
|--------------------|------------------------------------|----------|-------------|---|
| 앵커 및 무어링 시스템 (부유식) | 앵커, 무어링 | 낮음 | 중간 | 일반적인 공급 능력은 갖추고 있으나 부유식 해상풍력 관련 경험은 제한적임 |
| 전기 시스템 | 일체의 전기 시스템 | 중간 | 높음 | 일반적인 공급 능력은 우수하지만 해상풍력 관련 설계 능력은 제한적임 |
| 하부구조물 / 해상 변전소 구조물 | 고정식 기초 (모노파일, 재킷 등), 부유식 기초, 2차 철강 | 높음 | 높음 | 다른 경쟁국의 저가경쟁이 장애물이 될 가능성이 있음 |
| 해저 케이블 | 내부 송전선, 외부 송전선 | 높음 | 높음 | LS전선이 양호한 공급 능력을 갖추고 있음. 경쟁이 존재하는 시장이며 해외에서 송전선을 조달하는 경우 존재함. |
| 기타 부품 | 부식 방지 | 중간 | 중간 | |

대형 보조기기 부품 역시 대규모 시설과 상당한 투자를 요한다. 공급업체의 성패는 일정한 규모에 도달하는 것에 달려 있으므로 시장 수요가 확실하지 않은 경우 시장 진입이 어렵다. 한국의 주된 잠재력은 2차 철강 제품이나 전기 시스템에서 찾을 수 있다. 기존의 철강 제조 시설과 공급업체를 활용하면 적응과정을 최소한으로 절감하면서 이 분야에서 성장의 기회를 잡을 수 있다.

현재 한국은 하부구조물 제조 분야의 공급 능력과 기술력 모두에서 경쟁력을 갖추고 있다. SK오션플랜트와 현대스틸산업이 기초 구조물로 사업을 전환한 조선업체들과 더불어 이 분야를 선도하고 있다. 하부구조물 분야는 향후 중국 업체들과의 경쟁에 직면할 가능성이 높지만 제품 중량으로 인하여 운송비에 민감하다는 점을 감안할 때 국내 공급업체들이 연구개발에 적절하게

투자한다면 성장하는 국내 시장에서 경쟁력을 유지할 가능성이 높다.

해저 케이블 역시 국내 공급업체들이 상당한 역량을 갖춘 분야에 속한다. LS전선은 해저 송전선 분야를 선도하는 업체로서 8개국에서 해상풍력 프로젝트에 참여했다.³⁴ 그 밖의 주요 업체로 일진전기와 대한전선 등이 있다.

국내 전기 시스템제조업체들 역시 해상풍력 공급망에서 우수한 잠재력을 보유하고 있다. 현대일렉트릭과 효성중공업은 전기 시스템 시장의 강자로서 범용 부품과 변전소 관련 요구를 충족시킬 것으로 전망된다. 다만, 해상풍력 관련 설계를 외국 업체에 의존하고 있으므로 향후 연구개발을 통한 보완이 요구된다.

설치 및 시운전

| 하위분류 | 내용 | 국내 공급 현황 | 한국에 예상되는 기회 | 비고 |
|--------------------|----------------------|----------|--------------------|--------------------------------|
| 케이블 설치 | 내부 송전선 설치, 외부 송전선 설치 | 중간 | 높음 | |
| 하부구조물 설치 | 하부구조물설치 (예: 모노파일/재킷) | 중간 | 높음 | |
| 설치 장비, 선박 및 지원 서비스 | WTG 설치선, 기타 설치선 및 지원 | 낮음 | 중간 - 단기 높음 - 장기 | |
| 설치 항만 및 물류 | 특화된 항만 및 물류 서비스 | 낮음 | 중간 - 단기 높음 - 장기 | |
| 육상 작업 | 해상 풍력에 특화된 육상 건설 | 낮음 | 높음 | 전문 업체는 부족하지만 공급 능력은 높을 것으로 예상됨 |
| 변전소 설치 | 특화된 변전소 설치 | 낮음 | 높음 | |

대형 건설업체들이 국내에서 설치 및 시운전 분야를 주도할 것으로 예상된다. SK 에코플랜트, 현대건설, 코오롱글로벌, 한화건설, 대우건설 등이 이 분야를 선도하는 업체들이다. 이들 업체는 육상과 해상 건설 등의 유사한 산업 분야에서 풍부한 전문성을 갖추고 있으므로 신규 진입이 어려울 것으로 예상된다. **지금까지 완료된 프로젝트가 극소수에 불과하며 해상풍력은 이들 업체에 생소한 분야라는 점이 주된 장애물로 작용한다.** 이 업체들이 아직까지는 확실한 실적이 없지만 향후에 해상풍력 공급 능력을 확충하겠다는 의지를 천명한 바 있다.

한국이 조선 분야에서 축적한 건설한 실적은 설치 및 시운전 분야와 높은 관련성을 갖는다. 특히, 한화오션 등의 예에서 알 수 있는 것처럼 풍력 터빈 설치선(WTIV) 건조 분야에서 상당한 경험을 보유하고 있다. 한화오션은 이미 자사의 해외 고객을 상대로 상당한 규모의 WTIV를 건조한 실적을 보유하고 있다. 한화오션(

대우조선해양의 후신)은 2009년에 자회사 한 곳에 2척의 WTIV를 인도한 바 있다.³⁵ 한화오션은 2021년 5월에 해상풍력 설치선 서비스를 제공하는 업체인 에네티(Eneti)로부터 2척의 WTIV를 건조하는 계약을 수주하였다. 이 선박들은 14~15MW급 터빈을 설치할 수 있는 능력을 갖추고 있다. 2023년 10월에 에네티(Eneti)는 한화오션에 추가로 선박을 발주하기로 결정하였다.³⁶ 또 다른 대형 조선업체 2곳인 한국조선해양과 삼성중공업 역시 WTIV와 관련 프로젝트를 검토하고 있다.

하지만 한국의 우수한 WTIV 건조 능력에도 불구하고 국내 공급망의 설치선 공급 능력은 극히 제한적이다. 최근에 현대스틸산업이 국내 업체로는 최초로 WTIV를 소유하고 운영하게 되었는데³⁷ 국내에서 소유하고 운영하는 WTIV는 이 선박이 유일하다. 국내 조선업체들이 주로 해외 시장의 WTIV 수요에 주력하고 있으며 장거리를 이동하여 WTIV를 들여오는 방식이 경제성이 떨어지는 경우가 많다는 점에서 많은 업계 전문가들은

35 The Guru, 10 trillion won worth of offshore wind ships will be released this year...Hanwha Ocean, Sasung Heavy Industries Siles, 17 June 2023 - [link](#)

36 iMarine, Hanwha Ocean Inks Contract for Newbuild WTIV, 30 October 2023 - [link](#)

37 Steel & Metal News, Hyundai Steel Industries will deploy offshore wind power installation ships for the first tie in Korea, 16 June 2023 - [link](#)

WTIV 부족이 한국의 해상풍력 보급에 중요한 병목 현상을 일으킬 가능성이 높다고 지적한다.

본 보고서 제4장에서 세부적으로 고찰하고 있는 것처럼, 전용 해상풍력 설치 항만의 부족 역시 중요한 장애

물로 작용한다. 정부가 설치 항만 개발 계획을 발표하였지만 예정된 처리 능력은 계획된 해상풍력 용량을 충당하기에 불충분하다. 국내 해상풍력 공급망의 안정적인 성장을 보장하기 위해서는 항만 인프라 개선을 신속하게 계획하고 실행에 옮길 필요가 있다.

운영 및 유지보수

| 하위분류 | 세부 항목 | 국내 공급 현황 | 한국에 예상되는 기회 |
|---------------|--|----------|-------------|
| 유지보수 및 검사 서비스 | 블레이드 검사, 온라인 부품 모니터링, 송전선 모니터링, 전기 시스템 모니터링 | 중간 | 높음 |
| O&M 항만 | 해상풍력 서비스를 위한 전용 항만 | 중간 | 높음 |
| 선박 및 장비 | O&M 선박 | 낮음 | 높음 |

운영 및 유지보수(O&M)의 경우 비용을 최소화하고 물류를 단순화하기 위하여 O&M 기반이 국내에 조성될 예정이므로 상당한 부분을 국내에서 조달할 것으로 예상된다. 그럼에도, 고도로 특화된 O&M 부품·장비·서비스는 현지화에 어느 정도 시간과 경험이 요구된다. 현재로서는 O&M 서비스를 제공하는 국내 업체의 전문성이 낮은 수준에 머물고 있으며 운전 용량이 적은 것이 그 원인일 가능성이 있다. 증가하는 운영 용량에 따른 수요를 충족하기 위해서는 서비스 제공업체의 수를 늘릴 필요가 있다.

마찬가지로, O&M 항만·선박·장비의 현 처리 능력 역시 낮은 운전 용량으로 인하여 높지 않은 수준이다. 그럼에도, 제4장에서 세부적으로 고찰하고 있는 것처럼 전국의 상당수 항만은 해상풍력 운영 용량이 확장될 경우 O&M 항만의 기능을 수행하면서 관련 서비스를 단기간 내에 확대하는 토대를 제공할 수 있는 물리적 특성을 갖추고 있다.

해체

| 하위분류 | 내용 | 국내 공급 현황 | 한국에 예상되는 기회 | 비고 |
|--------|----------------|----------|-------------|---|
| 해체 서비스 | 일체의 특화된 해체 서비스 | 낮음 | 높음 | 운영 중인 프로젝트가 종료되기 전까지는 수요가 적으므로 현재로서는 전문성이 부족함 |

현재 해체 분야는 공급망이 태동기에 머물러 있는 상태이므로 상업적 규모의 실행이라는 측면에서 미지의 영역이며 시급한 우선 과제로 보기는 어렵다. 실제로 본 보고서를 준비하는 과정에서 해체 서비스에 특화된 업체는 전무하였다. 이러한 결과는 한국이 여전히 태동 단계의 해상풍력 시장이며 해체 서비스는 풍력발전단

지의 내용연수(약 25년)가 종료되는 시점에서만 요구된다는 점에서 충분히 예견이 가능하였다. 그럼에도, 장기적으로는 기존의 국내 설치 및 해체 업체들이 잘 정비된 항만 인프라와 국내 선박 자원 가용성을 활용하여 이 분야에서 사업성을 갖춘 기업으로 부상할 가능성이 있다.

3.5. 국내 공급 현황과 기회

현재 운영 중인 업체들에 대한 검토에 근거하여 국내 공급 현황을 평가하였다. 여기에서 국내 업체와 외국 업체의 기술력과 품질 차이는 고려하지 않았으며 비용, 가용성, 품질에 관한 의사결정이 프로젝트 공급업체 선정에 좌우할 가능성이 있다. 그에 추가하여, 한국의 잠재적 기회에 대한 평가도 병행하였다.

국내에서 실질적으로 공급 능력이 결여된 분야는 거의 없으며 지역적으로 경쟁이 제한적이라는 점을 감안할 때 대부분의 부품과 서비스에 있어서 유리한 기회가 존재한다. 이러한 기회가 반드시 실현되는 것은 아니며 공급업체의 수와 공급 능력을 확대할 필요가 있다. 또한, 부품과 서비스의 품질이 가격과 품질 모두에서 경쟁 기준에 부합하는 것으로 가정한다. 이러한 기회가 실현되기 위해서는 지원 정책이 요구된다.



그림 10: 국내 공급망 현황 평가

■ 핵심 ■ 중간 ■ 기타 (특정 핵심 해상풍력 프로젝트의 전형적인 비용 구조를 반영함)

한국 해상풍력 공급망 활성화 방안

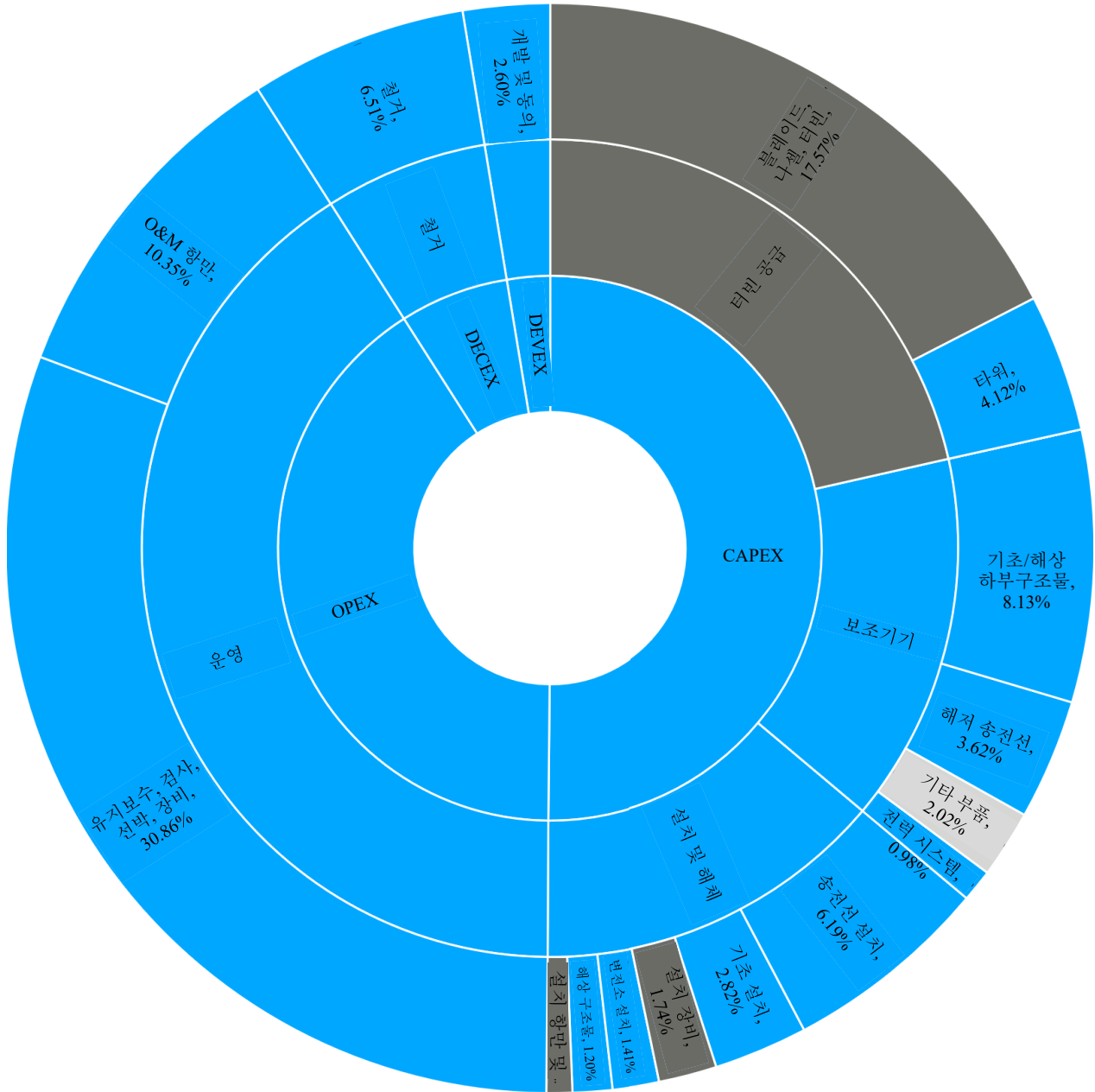


그림 11: 한국 공급망 향후 기회 평가

■ 높음 ■ 중간-단기, 높음-장기 ■ 중간 ■ 낮음

(백분율 값은 해상풍력 프로젝트의 전형적인 비용 구조를 반영함)

3.6. 요약: 국내 공급망은 프로젝트 증가에 대비하고 있으며 충분한 투자가 뒷받침될 경우 가치 사슬 중 상당 부분을 충족시킬 수 있는 기술을 갖추고 있다

국내 공급망이 전체 공급 계약의 77%를 담당하는 등 초기 사업들에서 주도적인 역할을 수행한 것은 사실이지만 그 주된 원인은 사업 규모가 작아 공급 요구사항을 쉽게 만족시킬 수 있었기 때문이었다. 추후에 예정된 사업에서도 국내 공급망은 전체 공급 계약의 64%를 담당하면서 핵심적인 역할을 이어 나갈 것으로 예상된다. 반면에, 외국 공급업체들의 역할이 확대될 것으로 예상되는 중요한 핵심 분야들도 존재한다.

풍력 터빈 발전기(WTG) 공급의 경우 향후 사업에서 높은 기술력을 갖춘 해외 OEM 업체들의 역할이 확대될 것으로 전망된다. 해외 OEM 업체들은 우수한 기술력을 바탕으로 고성능 터빈을 공급할 수 있으므로 사업 LCOE를 낮출 수 있다. 그러한 경우 국내 제조업체들이 시장에서 계약을 수주하기 위해서는 기술 이전이 요구된다. 이러한 기술 이전을 추진할 목적으로 국내와 해외 OEM 업체들 간의 제휴가 이뤄지고 있다.

본 보고서에서는 해상풍력 발전단지 건설에 요구되는 부품과 서비스를 공급할 수 있는 능력을 측정할 목적으로 해상풍력 공급망에 활발하게 참여하는 224개 국내 업체들을 분석하였다. 그 결과 현재 개발 및 동의 부문에서의 활동이 차지하는 비중이 가장 큰 것으로 나타났

으며 이는 파이프라인은 건설한 반면에 보급률은 저조한 현실을 반영한다. 국내 공급 기회를 정성적으로 평가한 결과에 따르면, 유사 업종에서 축적한 경험과 아직까지 낮은 수준에 그치고 있는 역내 경쟁으로 인하여 거의 모든 부품과 서비스의 공급 기회가 유망한 것으로 확인되었다. 기술적인 관점에서 한국은 태동기 시장임을 감안하면 상대적으로 유리한 출발선에 서 있으며 세계적인 해상풍력 부품 공급업체들을 다수 보유하고 있다. 대부분의 부품 및 서비스 분야에서 향후에 유리한 기회가 존재한다.

국내 공급업체들이 이러한 기회를 잡을 수 있을 것인지 여부는 현재 파이프라인에 속한 사업들을 예정된 일정대로 추진할 수 있는 능력에 의하여 좌우될 것이다. 현재 한국은 공급망 경쟁이 상대적으로 덜한 지역에 속해 있다. 하지만 일본, 대만, 베트남 등 역내 다른 국가들이 자국과 역내에서 공급망을 개발하려는 야심을 품고 있다.

국내 기업들이 역내 시장점유율을 확대하기 위해서는 국내에서 안정적인 파이프라인을 구현함으로써 국내에 서뿐만 아니라 역내에서도 서비스를 제공할 수 있는 역량을 확대하고 강화하여야 할 것으로 예상된다.

4. 항만 인프라 평가

주요 내용

- ✓ **기존 항만 인프라 활용:** 조선 등 다른 산업의 기존 항만 인프라를 활용할 경우 해상풍력 시장에서 강점과 기회를 살릴 수 있다. 기존 항만 인프라의 활용을 가로막는 가장 큰 장애물은 현존하는 항만의 가용성이다.
- ✓ **특화된 해상풍력 설치 항만의 잠재력:** 국내에 대규모 항만이 다수 존재한다는 점에서 해상풍력 산업용으로 특화할 경우 해상풍력 설치 항만으로 기능할 수 있는 잠재력을 갖추고 있다. 기존 항만을 이런 식으로 활용할 수 있는 기술력은 존재하지만 가용성이 낮으므로 특화가 요구된다.
- ✓ **심해항 업그레이드의 문제점:** 설치 항만(staging port)을 구축하기 위한 인프라 업그레이드와 관련하여 부유식 해상풍력 설비 보관에 요구되는 심해항이 부족하다는 점이 주요한 문제점으로 지목되고 있다.
- ✓ **해상풍력 운영 및 유지보수를 위한 항만 준비도:** 대대적인 인프라 업그레이드 없이도 해상풍력 운영 및 유지보수 항만 기능을 수행할 수 있는 기술력을 보유한 항만이 다수 존재한다.

본 절의 목적은 기존의 국내 항만들이 해상풍력 개발을 지원할 수 있는 잠재력을 평가하는 동시에 해상풍력 시장의 요구를 충족하기 위한 추가적인 항만 인프라에 요구되는 핵심적인 분야들을 파악하는 것이다.

항만은 해상풍력 발전단지의 설치·운영·해체 기간 전반에 걸쳐 구심점 역할을 담당한다. 따라서 이러한 서비스를 제공할 수 있는 항만 인프라는 시장에 경제적 기회를 부여한다. 유럽의 항만 인프라가 해상풍력으로 인한 경제적 기회를 활용한 것이 유럽에서 해상풍력이 성장할 수 있었던 요인 중 하나였다.

해상풍력 운영을 지원하기 위한 최상의 능력을 구축하기 위해서는 특화된 항만 업그레이드가 요구될 수 있으며 그에 요구되는 사양은 적용되는 기술 유형에 달려 있다.

고정식과 부유식의 요구사항이 다를 수 있다. 따라서 해상풍력 운영에 최상의 서비스를 제공하기 위해 항만

인프라 투자가 요구될 수 있다. 윈드유럽의 해상풍력 항만 플랫폼에 따르면, 항만 인프라에 투자할 경우 균등화발전비용(LCOE)도 최대 5.3% 절감할 수 있다.³⁸ 항만 기반을 통하여 설치 절차가 수월해지면 운송비를 절약하고 설치 기간을 단축함으로써 비용 절감을 달성할 수 있다. 특수 선박은 1일 용선료가 비싸므로 설치 효율을 개선하면 상당한 비용 절감 효과를 얻을 수 있다.

항만 활동은 크게 5가지 영역으로 구분할 수 있다.

1. 보관(staging): 제조 시설로부터 운송된 해상풍력 발전단지 부품을 설치 장소로 운반하기 전까지 보관하는 단계를 말한다. 보관은 풍력발전단지과 제조 시설 간에 충분한 거리를 확보하여 보다 가까운 항만에서 설치 조율 작업을 처리할 수 있도록 보장하는 것이 관건이다. 보관 기간 중에 풍력 터빈 부품(대개의 경우 타워 섹션)을 사전에 조립하는 작업도 수행할 수 있다. 부품 적하 및 양하 작업에는 취급

38 WindEurope, Investments in port facilities could help offshore wind cut costs by 5.3%, 2018 - [link](#)

장비(예: 크레인)와 내하중 보관 구역 등의 인프라가 요구될 수 있다.

2. 제조: 기초구조물, 연결부품, 타워, 나셀, 블레이드, 외부 송전선, 변전소 등 풍력발전단지의 설치와 운영에 요구되는 다양한 유형의 부품을 생산하는 것을 말한다. 제조를 위해 특화된 장비, 인력, 원자재를 갖춘 공장의 넓은 공간이 필요하다. 제조 시설이 풍력발전단지 프로젝트 장소와 근접한 경우에는 부품을 현장에 직접 공급함으로써 설치 항만(staging port)의 필요성을 줄일 수 있다.

3. 보관 및 제조: 항만에서 가까운 풍력발전단지 프로젝트의 이점을 극대화하기 위하여 항만 한곳에 두 활동을 결합시킨다. 이 시나리오를 적용할 경우 건설 기간 중의 비용 절감 효과도 기대할 수 있다.

4. 클러스터: 해상풍력을 증진하고 O& 거점 역할을 수행할 목적으로 보관, 복합 제조 시설, 물류망을 제공할 수 있는 항만을 지칭한다.

5. 운영 및 유지보수: 풍력발전단지를 운영하는 단계에서 사무소와 작업장 그리고 일정한 수준 이상의 보관 공간이 소재하는 거점을 제공할 수 있는 항만을 말한다.

항만의 역할은 고정식과 부유식 해상풍력 간에 차이를 보인다. 항만의 관점에서 보면 부유식 해상풍력의 부담이 더하다. 고정식 해상풍력의 경우 항만은 제조와 운송에 이용된다. 부품은 국내 혹은 해외에서 제조하여 보관과 설치를 목적으로 항만에 반입할 수 있다. 부유식 해상풍력의 경우에는 제작 전략에 따라 WTG 자체와 부유식 하부구조물을 항만에서 조립한 후에 풍력발전단지까지 예인하는 방식을 적용할 수 있다.³⁹

4.1. 국내 16개 주요 항만 검토

한국에서는 「항만법」에 의거하여 외국 선박의 입항을 허용하는지 여부에 따라 항만을 다음과 같이 2가지로 구분한다.

- i 외국 선박이 입항하고 정박할 수 있으며 국제 무역과 운송에 이용되는 **무역항**. 무역항은 통관, 검역, 이민, 보세창고 기능을 수행한다.
- ii 국내 무역과 운송에 주로 이용되는 **연안항**.

위의 분류는 관리 주체가 중앙정부인지 혹은 지자체인지 여부에 따라 다시 **국가관리항**과 **지방관리항**으로 나뉜다.

본 절에서는 국내 해상풍력 시장에 대한 평가의 일환으로 항만 인프라 현황과 더불어 해상풍력 개발을 뒷받침할 수 있는 항만 능력에 관한 평가를 실시하고자 한다. 관련 항만 자료는 국가물류통합정보센터와 항만공사 웹사이트에서 일반에 공개한 정보로부터 수집하였다. 항만 기능에 관한 추가적인 정보는 국토교통부가 국회에 제출한 자료를 참조하였다. 총 16개 항만에 대하여 평가를 실시하였다. 대상 항만들에 관한 세부적인 정보는 Appendix 1에서 확인할 수 있다.

39 Royal Haskoning DHV, Wind: An opportunity for ports, 2023 - [link](#)

한국 해상풍력 공급망 활성화 방안

| 항만 | 항만 분류 | 최대 수심 (m) | 가장 가까운 해상풍력 프로젝트와의 거리(km) ⁴⁰ | 면적(m ²) | 개관 |
|----|-------------|-----------|---|---------------------|--|
| 부산 | 무역항 (국가관리항) | 18 | 2~5 | 11,501,000 | 부산항은 부산광역시에 위치한 국내 최대 무역항이다. 부산항만 공사가 운영하며 무역량과 물동량을 기준으로 국내 1위에 해당한다. 2020년을 기준으로 2,200만 TEU의 처리능력을 보유하고 있으며 물동량을 기준으로 세계 5대 컨테이너 항만이다. 전체 해상 수출 화물의 57%, 컨테이너 화물의 75%, 국내 수산물 생산량의 34%를 처리하고 있다. |
| 대산 | 무역항 (국가관리항) | 12 | 55 | 830,000 | 대산항은 1991년에 무역항으로 지정되었으며 주로 석유화학업체들의 항만 시설로 이용되고 있다. 지금은 여객선도 운항하고 있다. |
| 동해 | 무역항 (국가관리항) | 13 | 2~10 | 1,324,000 | 동해안에 위치한 동해항은 강원도 최대 무역항으로 시멘트, 유연탄, 석회석 등이 주로 거래된다. 해저 송전선을 생산하는 LS전선 공장이 인근에 위치한다. |
| 군산 | 무역항 (국가관리항) | 14 | 10 | 5,682,000 | 본래 호남 평야에서 생산된 쌀을 반출할 목적으로 개항한 군산항은 물동량이 증가하면서 시설이 보강되고 각종 장비가 현대화되었으며 1990년대 이후로 중국과 러시아를 상대로 무역이 확대되면서 군장신항만(신항)이 건설되었다. 군산항은 운영 효율을 개선할 목적으로 현재 재정비 중인 다수의 항만들로 구성되어 있다. 인근 새만금항과 연계하여 개발될 예정이다. |
| 광양 | 무역항 (국가관리항) | 23.5 | 2~30 | 11,890,000 | 광양항은 파도가 잔잔하고 방파제가 필요 없는 유리한 환경을 갖춘 천혜의 항만으로 평가받는다. 광양항은 방대하고 광범한 배후 산업을 배경으로 높은 잠재력을 갖춘 복합 항만으로 성장하였다. |
| 경인 | 무역항 (국가관리항) | 10 | 80 | 1,600,000 | 경인항은 서울과 경기도 북부 지역의 물류 허브 역할을 담당하고 있다. 경인항은 내륙 지방과 바다를 연결하는 다목적 항만의 역할도 수행하고 있다. 경인항은 인천에 위치한 인천항 국제여객터미널(“인천여객터미널”)과 내륙에 있는 김포에 위치한 아라김포여객터미널(“김포터미널”) 그리고 두 곳을 연결하는 경인아라뱃길로 구성되어 있다. 총 길이가 18에 달하는 경인아라뱃길은 수심은 6.3, 폭은 47~80이다. |
| 하동 | 무역항 (지방관리항) | 20 | <60 | 해당 없음 | 하동항은 남해안에 위치하고 있다. 하동항은 2010년 12월에 무역항으로 지정되었다. 현재 하동화력발전소와 인근 산업단지를 대상으로 석탄 공급을 지원하고 있다. |
| 인천 | 무역항 (국가관리항) | 20 | 70 | 15,588,000 | 인천항은 서해안에서 가장 규모가 큰 항구이다. 서해안은 수심이 얕고 조수간만의 차가 심하기 때문에 대형 선박의 입출항이 어려웠다. 하지만 송도국제도시에 신항이 건설되면서 대형 선박이 자유롭게 접안할 수 있게 되었다. 2022년 11월에 인천광역시와 인천항만공사는, 인천 신항은 해상풍력 제조 항만 후보지로, 인천 남항(구체적으로, E1CT와 SICT)은 해상풍력 O&항만 후보지로 검토하고 있다고 발표하였다. |

40 Includes planned wind farms as well as those in operation.

한국 해상풍력 공급망 활성화 방안

| 항만 | 항만 분류 | 최대 수심 (m) | 가장 가까운 해상풍력 프로젝트와의 거리(km) ⁴⁰ | 면적(m ²) | 개관 |
|---------|-------------|-----------|--|---------------------|--|
| 제주 | 무역항 (지방관리항) | 12 | 제주 지역에서 계획 중이거나 이미 설치된 모든 해상풍력 프로젝트는 제주항에서 접근이 가능한 거리임 | 752,791 | 제주항은 제주도의 북쪽 해안에 자리잡고 있으면서 제주도와 육지를 잇는 역할을 하고 있다. 제주항은 제주와 육지를 오가는 물동량의 70%를 처리하고 있으며 제주에 기항하는 국제 크루즈 선사가 늘어나면서 그 역할이 더욱 확대되고 있다. 정부는 2040년까지 기존 항만 바로 옆에 신항만 시설을 건설하여 제주항을 확장한다는 계획을 발표했다. |
| 진해 | 무역항 (지방관리항) | 11 | <30 | 217,301 | 진해항은 남동부 해안에 자리잡고 있다. 진해항은 1960년대에 화학 산업이 성장하면서 개발되었으며 대한민국 해군의 근거지 역할을 수행해왔다. 2023년에 창원시는 진해항의 물류 및 레저 기능을 강화한다는 계획하에 항만 관리 권한을 인수하였다. |
| 마산 | 무역항 (국가관리항) | 14 | 40 | 1,529,000 | 마산만이 안전하게 감싸고 있는 마산항은 인근 창원국가산업단지의 관문 역할을 수행하고 있으며 연간 물동량이 1천만 톤을 웃돈다. 또한, 한국과 일본, 동남아시아와 동북아시아를 잇는 정기 정기선 서비스의 기항지 역할도 담당하고 있다. |
| 목포 | 무역항 (국가관리항) | 12 | 2~30 | 2,505,000 | 목포항은 주요 국가 무역항 중 하나로서 국토 서남권의 주력 산업을 지원해왔다. 또한, 다도해 관광의 중심지 역할도 담당하고 있다. 목포 신항을 중심으로 배후 단지 앞에 ‘철재 부두’를 건설하여 해상풍력을 위한 지원 부두로 활용하려는 계획이 추진 중이다. |
| 포항 | 무역항 (국가관리항) | 19.5 | 10~50 | 2,992,000 | 포항항은 한반도의 동남부에 위치하고 있으며 대구와 경상북도의 관문 역할을 하는 항구로서 총 3개의 항만으로 구성되어 있다. 신항은 포스코 등의 철강 산업단지를 지원하고 구항은 골재와 석유를 취급하며 2009년에 개발된 영일만항은 컨테이너 터미널로 활용된다. |
| 평택 - 당진 | 무역항 (국가관리항) | 22.5 | 80 | 6,501,000 | 평택·당진항은 경기도 평택시에서 아산만을 거쳐 충청남도 당진시까지 아우르는 대규모 무역항이다. 평택·당진항은 크게 동부두와 서부두 그리고 송악부두와 고대부두로 구성된다. 중국과 가장 가까운 항만인 평택·당진항은 3대 국책항만과 5대 국책개발사업으로 선정되면서 지속적으로 성장하고 있다. 평택·당진항은 상하이와 광저우 등의 중국 남부 경제특구를 비롯하여 대만이나 홍콩 등지로 항해하는 선박들이 집결하는 곳이다. 이러한 이유에서 인천항의 물동량이 상당 부분 평택·당진항으로 이전되고 있다. |
| 삼천포 | 무역항 (지방관리항) | 16.5 | <50 | 488,000 | 삼천포항은 남해안에 위치한 항구로서 한반도의 서해안과 남해안을 연결한다. 삼천포항은 1966년에 무역항으로 지정되었으며 현재 광물 수출과 주변 화력발전소 연료 수입 물량을 처리하고 있다. |
| 울산 | 무역항 (국가관리항) | 18 | 80 | 3,504,000 | 울산항은 국내 최대 규모의 산업단지를 조성하면서 개발한 대규모 항만이다. 현재 전국 액체화물 처리량은 1위, 항만 물동량은 3위, 입항 선박 척수는 2위를 기록하고 있다. 2018년을 기준으로 울산항에서 1년간 처리한 물동량은 2억 278만 톤, 월간 물동량은 1,857만 톤이었다. (489,815TEU) 울산항은 전체 물동량 중 액체화물이 80%를 차지하며 전국 액체화물의 32%를 처리한다. 현대자동차에서 생산한 자동차와 현대미포조선에서 건조한 각종 선박이 울산항을 통해 세계 각지로 수출되고 있다. |

4.2. 항만 준비도 평가

국내 항만의 주요 특성과 사양을 검토한 결과에 근거하여 해상풍력 개발에 수반되는 5가지 항만 운영 지원 능력에 대한 준비도 평가를 수행할 수 있다.

특정한 투자를 통하여 해상풍력에 특화된 항만이 아닌 관련 기능을 모두 수행할 수 있는 경우는 흔치 않으며, 콕스하펜(Cuxhaven), 브레머하펜(Bremerhaven), 헐(Hull) 등과 같은 성공 사례는 현재의 지원 능력을 갖 추기까지 상당한 규모의 투자가 선행하였다.

한국의 경우 기존의 해상풍력 운영 능력은 제한적이지만 해상 무역과 항만 인프라를 발전시켜온 역사를 감안할 때 특정한 투자 없이도 이미 어느 정도는 지원 능력을 보유하고 있을 것으로 추정할 수 있다. **본 준비도 평가의 목적은 항만 인프라 업그레이드가 요구되는지 여부를 판단하는 동시에 필요한 서비스를 제공하기 위한 항만 인프라 준비도를 파악하는 것이다.**

준비도 평가를 목적으로 고정식과 부유식 해상풍력에 대하여 해상풍력 항만의 설치 및 O&M 요구사항에 관한 주요 기준을 적용하여 평가를 실시하였다.⁴¹ 두 가지 방식을 모두 소화할 수 있는 항만의 준비도가 가장 높은 것으로 간주한다.⁴² 요구사항을 하나도 충족하지 못하는 항만이라 하더라도 일부 부품(예: 부유식 해상풍력용 송전선, 접안 시스템 등)에 대해서는 설치 항만으로서의 역할을 수행할 가능성이 있다.

41 Carbon Trust, Harnessing our potential, 2020 - [link](#)

42 Guide to a floating offshore wind farm, 2023 - [link](#)

한국 해상풍력 공급망 활성화 방안

표 6: 설치 항만 요구사항

| 특성 | 이상적인 요구사항 | 비고 |
|-----------------------------|--|---|
| 항만의 물리적 특성 | | |
| 항만 수심 | 9~20m | 고정식 해상풍력의 경우 이보다 낮은 수심도 가능함. 반잠수식 부유식 설치선의 경우 최대 20m가 요구될 수 있음. |
| 접근수로 수심 | >20m >7m (1년 중 >90%) | 부유식 해상풍력의 경우 이보다 깊은 수심이 요구될 수 있음. |
| 부두 길이 | 200~500m | 고정식 해상풍력의 경우 200~300m가 적절하지만 부유식 해상풍력의 경우에는 최대 500m가 요구될 수 있음. |
| 부두 내하중력 | 15~100t/m ² | |
| 중량물 부두측 면적 | 3,000m ² | |
| 해저 적합성 | ISO19905-1 작업 바지선 평가 | 항만의 작업 능력을 입증하려면 ISO 19905-1 작업 바지선 평가 인증을 획득하거나 해저 보강 작업을 파악하고 완료하여 선박의 안전한 작업을 보장하여야 함. |
| 부품 취급 장비 | 로로 화물: 중량물(>2 x 80T 크레인) | |
| 보관물 내하중력 | 6t/m ² | |
| 적재 및 사전 조립 공간 | 15~20ha | 터빈 적재 및 사전 조립에 요구됨(항만에서 터빈을 조립하는 부유식 해상풍력인 경우) |
| 습식 보관 공간 (부유식 해상풍력에 한함) | 10~12ha | 조립에 앞서 부유식 하부구조물을 보관하는 공간 |
| 통과높이 | 100m | 타워 직립 선적에 요구됨 |
| 통과높이 (WTG를 항만에서 조립하는 경우) | 제약 없음 | 터빈 최상단 높이가 200m를 훨씬 상회하는 상황에서 견인에 요구됨 |
| 항만 연결성 | | |
| 풍력발전단지와의 거리 | <150km | 거리가 가까울수록 (용선 시간 등이 단축되므로) 설치 비용이 감소함 |
| 주요 부품 공급업체와의 거리 | | 준비도 평가에는 포함되지 않지만 특정한 프로젝트에서 항만을 선정하는 과정에서 영향을 미침 |
| 도로와의 거리 | 직접 연결 | |
| 철도망과의 거리 | 인입직접 연결 | |
| 헬기장과의 거리 | 항만 내 운영 | |
| 항만 배치 | | |
| 공간 가용성 | 보관 - 12ha 제조 - 8ha 보관 + 제조 - 20ha 클러스터 - 24ha | |
| 작업장 공간 | 가용 | |
| 사무실 시설 | 가용 | |
| 확장 가능 여부 | 가용 | |

표 7: 운영 및 유지보수 항만 요구사항

| 특성 | 이상적인 요구사항 | 비고 |
|-------------------|--------------------|--|
| 항만의 물리적 특성 | | |
| 항만 수심 | >3m | |
| 부두 길이 | 200m | |
| 내하중력 | 5t/m ² | |
| 항만 연결성 | | |
| 풍력발전단지와의 거리 | <60km | 개별 프로젝트의 O&M 거점은 반드시 인접 항구에 수립되어야 함 |
| 도로와의 거리 | 직접 연결 | |
| 철도망과의 거리 | 직접 연결 | |
| 헬기장과의 거리 | 항만 내 운영 | |
| 항만 배치 | | |
| 보관 공간 가용성 | 2000m ² | 현재로서는 항만의 공간 가용성에 관한 정보가 부족하므로 본 분석은 이하에 반영되지 않음 |
| 작업 공간 | 가용 | |
| 사무소 시설 | 가용 | |

위의 요구사항에 기초하여 표8과 표9에 준비도 평가 결과를 수록하였다. 준비도 평가에 모든 요구사항이 빠짐없이 반영된 것은 아니지만 특정한 항만에 관한 추가적인 정보는 Appendix 1에서 확인할 수 있다.⁴³

43 Quay loadbearing capacity criteria was excluded from the analysis due to lack of data availability.

한국 해상풍력 공급망 활성화 방안

표 8: 설치 단계 준비도 평가

| 기준 | 요구 사항 | 부산 | 대산 | 동해 | 군산 | 광양 | 경인 | 하동 | 인천 | 제주 | 진해 | 마산 | 목포 | 포항 | 평택 당진 | 삼천포 | 울산 |
|-----------------|---------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------|-----|----|
| 물리적 특성 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 항만 최대 수심 | >20m >9m | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 접근 수로 수심 | >20m >7m (1년 중 90%) | | | | | | | | | | | 44 | | | | | 45 |
| 부두 길이 | >500m >200m | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 중량물 부두측 면적 | 3,000m ² | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 항만 연결성 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 풍력발전 단지와의 거리 | <150km | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 도로와의 거리 | 직접 연결 간접 연결 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 철도망과의 거리 | 직접 연결 간접 연결 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 공항과의 거리 | 인접 15km 이내 | | | | | | | | | | | | | | | | |

표 9: 운영 및 유지보수 단계 준비도 평가

| 기준 | 요구 사항 | 부산 | 대산 | 동해 | 군산 | 광양 | 경인 | 하동 | 인천 | 제주 | 진해 | 마산 | 목포 | 포항 | 평택 당진 | 삼천포 | 울산 |
|-----------------|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------|-----|----|
| 물리적 특성 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 항만 수심 | 3m | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 부두 길이 | 30m | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 항만 연결성 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 풍력발전 단지와의 거리 | <60km <80km | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 도로망 접근성 | 직접 연결 간접 연결 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 철도망 접근성 | 직접 연결 간접 연결 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 공항 근접성 | 인접 15km 이내 | | | | | | | | | | | | | | | | |

■ 높음 ■ 중간 ■ 낮음 □ 해당 없음

44 No designated approach channel.
45 No designated approach channel.

4.3. 국내 항만은 해상풍력 잠재력을 갖추고 있으나 보급 지연을 방지하기 위해서는 업그레이드가 요구된다

준비도 평가는 항만이 5가지 핵심 영역에서 서비스를 수행하는 능력을 평가하는 기준으로 활용할 수 있다. **준비도 평가 결과는 다수의 국내 항만이 해상풍력 지원에 요구되는 물리적 특성을 갖추고 있음을 보여준다. 특히, 현재 대부분의 항만이 운영 및 유지보수 기능을 수행할 수 있는 능력을 보유하고 있으며** 이는 가용성을 확보하는 것을 전제로 항만 인프라가 최소한의 투자만으로도 O&M 요구를 충족할 수 있는 확고한 잠재력을 갖추고 있음을 의미한다.

부산, 인천, 목포, 울산, 포항, 군산 등 주요 항만은 제조 및 보관 요구를 충족할 수 있는 상당한 잠재력을 갖춘 것으로 보인다. 다만, 대부분의 항만 시설이 이미 다른 기능들을 수행하고 있으며 가용성이 극히 제한적이라는 점에서 위의 결과는 해상풍력에 이용될 수 있는 잠재력을 시사하는 것에 불과하다. 상당한 수준의 부두 길이, 항만 수심, 내하중력, 보관 면적이 필요한 설치 항만의 경우에 특히 그렇다.

그러므로 설치 항만의 요구를 충족하기 위해서는 추가로 항만 시설을 건설할 필요가 있다. 현재로서는 국내에서 해상풍력 보관 항만 기능을 수행하는 항만이 존재하지

않으며 해양수산부의 제4차 항만기본계획(2021~2030년)에 따르면 해상풍력 지원 기능이 반영된 확장 계획이 수립된 항만은 목포항이 유일하다. 적절한 항만 인프라가 부재할 경우 해상풍력 보급이 불가능하다는 점에서 현 상황은 해상풍력 공급망에 심각한 병목 현상을 초래할 수 있다. 사단법인 넥스트의 2023년 연구 보고서에 따르면, 목포, 울산, 군산, 인천, 해남 5개 항만이 유력한 설치 항만 후보지로 평가된다. 위에서 언급한 것처럼, 목포항의 경우 제4차 항만기본계획에 따라 확장 계획이 추진되고 있으며 민간 사업자가 해남 화원산업단지 프로젝트의 일환으로 개발 중인 해남이 목포와 더불어 동남권의 해상풍력 요구를 충족할 것으로 전망된다⁴⁶. 반면에, 나머지 3개 항만의 경우에는 항만 확장 계획에 해상풍력 기능을 통합하는 방안이 현재로서는 논의 단계에 그치고 있으며 아직까지 확정되지 않은 상태이다.

또한, 이 연구 보고서는 설사 5개 항만이 설치 항만으로 개발된다 하더라도 2030년 해상풍력 보급 목표를 달성하기 위해서는 항만이 추가로 요구될 가능성이 있다는 점을 정확하게 지적하였다.⁴⁷ 항만 건설에도 시간이 소요된다는 점을 감안할 때 지연을 방지하기 위해서는 항만 인프라 계획의 수립과 실행을 조속한 시일 내에 추진하여야 한다.

| | 목포 | 해남 | 울산 | 군산 | 인천 |
|---------------|-----------|-----------|------------|-------|---------|
| 완공일 | 2024년 상반기 | 2026년 하반기 | 2027~2028년 | 해당 없음 | 2029년 |
| 보관 면적(ha) | 23.8 | 110 | 24.5 | 6.1 | 31 |
| 부두 상재하중(t/m2) | 32 | 8 | 해당 없음 | 해당 없음 | 해당 없음 |
| 통과높이(m) | 무제한 | 무제한 | 무제한 | 무제한 | 무제한 |
| 항만 수심(m) | 12 | 15 | 14 | 해당 없음 | 해당 없음 |
| 선석 규모 | 2 | 2 | 2 | 해당 없음 | 2 |
| 부두 길이(m) | 500 | 600 | 610 | 해당 없음 | 600~700 |

표10: 국내 설치 항만 후보지⁴⁸

46 NEXT Group, Are ports ready: The need for port plan to ensure timely deployment offshore wind, 3 Oct 2023. [KOR]
 47 Id.
 48 Id.

4.4. 해상풍력 프로젝트의 전망을 개선하기 위해서는 국내 항만 확장과 부유식 풍력 기술 투자가 필수적이다

한국은 잠재적으로 해상풍력 개발에 활용될 수 있는 탄탄한 항만 인프라를 갖추고 있다. 다수의 항만이 해상 풍력 설치를 지원하는 서비스를 제공할 능력이 있으며 상당수는 운영 및 유지보수를 지원할 수 있다.

그럼에도, 항만의 기존 처리 능력이 포화 상태라는 점을 감안할 때 특히 보관 목적의 신규 항만을 개발하는 것이 중요한 선결 과제로 보인다. 2026년을 전후하여 파이프라인에 속한 프로젝트들이 설치 단계에 돌입할 것으로 예상된다는 점에서 항만 인프라의 병목 현상을 방지하기 위해서는 선제적인 설치 항만 계획의 수립과 실행이 권장된다.

대형 부유식 하부구조물에서 요구될 가능성이 있는 항만 수심과 관련해서도 장애물이 존재한다. 준비도 평가에서 적용한 기준 수심은 20m이다. 원통식을 중심으로 일부 부유식 하부구조물의 경우 직립형 설치에 보다 깊은 수심이 요구될 가능성이 있다. 한국의 경우 고정식 프로젝트가 파이프라인에서 상당한 부분을 점하고 있는 것은 사실이지만 향후 파이프라인에서 부유식 프로젝트를 확대하기 위해서는 심해 항만 업그레이드를 위한 투자가 요구될 전망이다.

특히 하부구조물 대량 제작, 항만 요구사항(흘수, 가용 면적, 권상 용량), 하부구조물 및 터빈 조립, 기상 조건 제약, 하부구조물 송전선 역학, 중정비 및 점검, 정박 시스템 정비를 중심으로 부유식 풍력에 대한 연구개발에 상당한 자원을 할애하는 조치가 권장된다. 나아가 남해/서남해 항만에서 부유식 풍력 하부구조물을 조립하는 방안에 관한 개발 계획이 권장된다.

5. 노동력 및 기술 인력 요구사항

주요 내용

- ✓ **노동력 문제점:** 국내 해상풍력 업계는 해양 석유·가스, 조선, 건설 부문의 고숙련 노동력을 활용할 수 있으나, 해양 석유·가스의 경우 산업 규모가 작고, 조선과 건설의 경우 인력 전환에 상당한 훈련이 요구된다는 점에서 장애가 존재한다.
- ✓ **엔지니어 인력난:** 기계 및 전자 분야의 엔지니어가 부족하므로 해상풍력 부문의 성장 잠재력에 영향을 미칠 가능성이 있다. 하지만 최근 들어 공학 학위 취득자 수가 증가하고 있으므로 기술 직군 인력난이 해소될 가능성이 있다.
- ✓ **수습 제도:** 한국의 경우 다른 OECD 국가들에 비해 수습 제도가 보편화되어 있지 않으므로, 참여를 유도하는 유인책을 확대할 필요가 있다. 특히, 해상풍력 부문의 성장에 중요한 해양 및 해상 직능에 특화된 수습 과정 역시 운영되지 않고 있다.
- ✓ **고용 창출 잠재력:** 2035년까지 25GW 규모의 해상풍력을 보급할 경우 15만 개의 이상의 직접 고용이 창출될 가능성이 있다. 다만, 국내 고용 창출 규모는 정책 지원과 가치사슬상에서의 효과적인 인력 전환에 달려 있다.
- ✓ **인력 개발:** 해상풍력 산업의 수요를 충족하는 국내 인력을 확보하는 시급한 조치에는 직능 개발 계획의 수립, 훈련과 수습 과정을 뒷받침하는 자금 지원, 산학 협력 등이 포함된다. 추가적인 전략으로 관련 학위 과정의 도입, 공대 진학 유인, 에너지 전환을 뒷받침하는 직군 파악, STEM 분야 장려, 인재 채용망 구축을 들 수 있다.

해상풍력 산업은 인력 전환이 가능한 직능 분야와 전문화된 직능 분야 모두에서 다양한 인력을 요구한다. 따라서 인력은 다방면의 특화된 직능을 요한다. 아래에서는 해상풍력 공급망을 구성하는 각각의 영역들에 대한 직능 요구사항을 핵심적인 공급망 부문들로 세분하여 제시한다.

- 개발 및 동의
- 터빈 공급
- 보조기기 공급
- 설치 및 시운전
- 운영 및 유지보수
- 철거

공급망을 구성하는 각 부문별로 관련 직능과 자격을 분류하면 아래와 같다.

| 공급망 | 대학 학위 | 수습 수준 | 자격 |
|-----------|---|---|--------------------------------------|
| 개발 및 동의 | 해양학, 수로학, 지구물리학, 환경과학, 생태학, 생물학, 해양생물학, 기상학, 경제학, 공학, 프로젝트 관리, 그래픽 디자인, 법률, 회계 및 세무, 금융, 보험 | 해양 물류, 시추 작업자, 엔지니어링 기술자 | 해양 및 선박 승무원 |
| 터빈 공급 | 제조 생산 공학, 구조공학, 섬유 기술, 토목공학, 기계공학, 제조공학, 디자인, 해양공학, 지구 물리학, 환경 과학, 전기공학, 제품 디자인 공학 | 용접, 도금, 제작, 발파, 전기 기사, 엔지니어링 기술자, 금속 가공, 제조 엔지니어링, 플랜트 조립, 건설 | |
| 보조기기 공급 | | | |
| 설치 및 시운전 | 엔지니어링, 조선공학, 해양공학, 제품 디자인, 전기공학, 기계공학, 프로젝트 관리, 지구 물리학 | 해양 및 해상 물류, 엔지니어링 기술자, ROV 조종, 드릴 조작 | 잠수, 해양, 선박 승무원, 크레인 운전, HGV 기사 |
| 운영 및 유지보수 | 전기공학, 기계공학, QSHE, 해양 생물학 | 전기, 계측, 엔지니어링 기술자(특히 고전압 작업), 해양 물류 기술자 | 잠수, 해양, 선박 승무원, 헬기 조종사 |
| 해체 | 프로젝트 관리, 기계공학, 전기공학, 품질, 안전, 보건 및 환경, 조선공학이차 | 해군 및 해양 물류, 전기 기술자 | 잠수, 선박 승무원, 크레인 운전, HGV 기사, 엔지니어링 기사 |

5.1. 노동력이 부족하고 해상풍력 분야로 전환이 가능한 인력 풀이 제한적이므로 대체 부문 인력의 업스킬을 위한 투자가 요구된다

해상풍력은 국내 산업에 중요한 기회를 부여할 가능성이 있다. 국내 업체들은 철강 부문에서의 강점과 밀접한 관련성이 있는 타워 및 기초 구조물 제조 분야에서 이미 세계를 선도하고 있다. 풍력발전 프로젝트를 중심으로 녹색 철강에 대한 수요가 증가하는 상황이므로 해상풍력은 탄소 집약적인 국내 철강 산업의 전환을 견인하는, 오랫동안 기다려온 추진력을 제공할 수 있다. 그 뿐만 아니라, 국내 조선업체들은 특수 풍력발전 설치선 시장을 주도하는 글로벌 강자로 자리매김하고 있다. 또한, KETEP은 국내 중공업 부문이 타워, 블레이드, 기어박스 등 20종 이상의 해상풍력 핵심 부품을 제조할 수 있는 능력을 이미 갖추고 있는 것으로 평가하였다.

5.1.1. 해상풍력 공급 능력을 보유한 주요 부문

국내에서 해상풍력 프로젝트를 뒷받침할 수 있는 노동력 시장의 공급 능력을 분석하고 기술 격차와 부족이 존재하는 영역을 파악할 목적으로 해상풍력 인접 산업에서 가용한 관련 기술의 현황을 분석하였다. 구체적으로, 조선, 석유·가스, 건설 등의 산업은 해상풍력에 적용이 가능한 것으로 판단되는 해양공학 및 설계, 측량, 건설, 설치, 정비, 수리, 조달, 품질 관리, 프로젝트 관리, 작업장 안전 및 보건 등에 관련된 기술을 요구한다.

한국 해상풍력 공급망 활성화 방안

아래 표는 해상풍력 산업에서 통상적으로 요구하는 기술을 열거하고 있으며 공급망에서 비교 대상 산업의 관련 기술로부터 수혜를 받을 가능성이 가장 높은 분야를 제시하고 있다.

해상풍력과 인접 산업 간의 인력 전환 가능성을 높음, 중간, 낮음으로 구분하였다. 이러한 구분은 정성적 평가를 근거로 실시하며 이하의 기준을 적용하여 판정한다.

높음: 해상풍력과 비교 대상 부문 간에 직접적인 인력 전환이 가능한 경우(추가적인 정규 훈련을 요하지 않는 경우)

중간: 새로운 기술 학위를 취득할 필요 없이 직능 교육이나 자격 인증을 통하여 비교 대상 부문의 기술을 일정 범위 내에서 적응시켜 해상풍력의 요구를 충족할 수 있는 경우

낮음: 비교 대상 부문과 해상풍력의 기술이 명확하게 중첩되지 않으며 정규 교육과 훈련을 통하여 기술을 개발하기 위해서는 상당한 기간과 자원이 소요되는 경우

표 11: 해상풍력과 인접 부문 간의 인력 전환 가능성 수준

| 해상풍력 공급망 | 해상풍력 기술 요구사항 | 조선 | 석유·가스 | 건설 |
|-----------|---------------------|-------|-------|-------|
| 개발 및 동의 | 재무 분석가 | 높음 | 높음 | 해당 없음 |
| | 지질공학 전문가 | 낮음 | 높음 | 해당 없음 |
| | 토목 엔지니어 | 높음 | 높음 | 중간 |
| | 물리학자 및 기상 데이터 전문가 | 해당 없음 | 높음 | 해당 없음 |
| 터빈 공급 | 재료 엔지니어 | 높음 | 높음 | 중간 |
| | 공장 근로자 | 중간 | 해당 없음 | 해당 없음 |
| | 마케팅 및 영업 | 높음 | 높음 | 해당 없음 |
| 보조기기 공급 | 관리자 및 회계사 | 높음 | 높음 | 해당 없음 |
| | 설계 및 연구개발 엔지니어 | 중간 | 중간 | 중간 |
| | 송전선 매설기 작업자 | 해당 없음 | 높음 | 해당 없음 |
| 설치 및 시운전 | 원격 제어 장비 트래킹 작업 조작자 | 중간 | 높음 | 해당 없음 |
| | 제팅 시스템 조작자 | 해당 없음 | 높음 | 해당 없음 |
| 운영 및 유지보수 | 토목 작업자 | 중간 | 높음 | 중간 |
| | 현장 보안 및 청소 인력 | 높음 | 높음 | 높음 |
| 해체 | 헬기 조종사 | 해당 없음 | 높음 | 해당 없음 |
| | 화물차 기사 | 높음 | 높음 | 높음 |
| 공통 | 법률, 규제, 세무 전문가 | 중간 | 중간 | 낮음 |
| | 기계 엔지니어 | 중간 | 높음 | 중간 |
| | 전기 및 전자 엔지니어 | 중간 | 높음 | 중간 |
| | 물류 전문가 | 중간 | 중간 | 중간 |
| | 선박 승무원 | 중간 | 중간 | 해당 없음 |
| | 조선 엔지니어 | 중간 | 높음 | 중간 |
| | 품질, 보건 안전 | 높음 | 높음 | 중간 |
| | 시추 시스템 조작자 | 중간 | 높음 | 낮음 |
| | 기술자 | 중간 | 높음 | 중간 |
| | 통신 및 컴퓨터 엔지니어 | 해당 없음 | 높음 | 해당 없음 |
| | 환경 및 해양 생물학 전문가 | 해당 없음 | 높음 | 해당 없음 |
| | 크레인 기사 | 중간 | 높음 | 중간 |
| | 산업 엔지니어 | 중간 | 높음 | 중간 |

석유·가스 해양 석유·가스 산업은 엔지니어, 지구과학자, 기술자, 해기사, 잠수부, 선박 승무원 등 다수의 고속련 직군과 관련성이 높다는 점에서 해상풍력과 가장 밀접하게 중첩된다. 다만, 국내 해양 석유·가스 부문은 상대적으로 규모가 작기 때문에 해상풍력에서 활용할 수 있게끔 전환이 가능한 인력의 범위가 제한적이다. 다시 말해서, 한국은 유전과 가스전이 희소하므로 해상풍력과 관련이 있는 유전 및 가스전 탐사 기술과 경험이 부족하다. 게다가 한국석유공사나 한국가스공사 같은 공기업의 해외 사업은 프로젝트 개발보다 투자자나 오프테이커 역할에 집중하고 있다.

조선 세계적인 조선 강국인 한국은 2020년을 기준으로 약 12만 명의 근로자를 고용하고 있다.⁴⁹ 하지만 2014년에 정점을 찍은 조선업 고용 인원이 배터리 공장이나 반도체 공장처럼 성장세를 타고 있는 타 산업에 비해 낮은 임금과 열악한 근로 환경으로 인하여 감소한 상황에서 최근 들어 선박 수주량이 증가하자 인력난이 초래되었다. 해상풍력과 관련이 있는 주요 조선 기술로는 선박을 설계하고 건조하는 해양공학, 전기 시스템 설치 및 유지보수, 프로젝트 관리, 품질 관리 및 보장 등이 있다.

조선 산업이 석유·가스 부문에 비해 훈련과 업스킬에 요구되는 투자가 더 요구됨에도 불구하고 해상풍력에 관련된 기술 인력이 풍부하게 존재하는 것은 사실이지만 여전히 국가 경제의 주축이며 현재 인력난을 겪고 있다는 점에서 해상풍력에서의 인력 전환이 제한적일 가능성이 있다.

건설 건설업은 국가 경제의 주축으로서 2023년을 기준으로 741,000명 이상을 고용하고 있다.⁵⁰ 노무직에 대한 국내 취업자들의 관심이 줄면서 인력난이 심화됨에 따라 국내 건설업 종사자의 15%는 외국인 근로자로 이뤄져 있다. 해상풍력 부문과 직접적으로 관련된 건설 직능은 그 수가 적은 것이 일반적이지만 설계·조

달·시공(EPC) 업체처럼 에너지나 산업 또는 제조 업계에 특화된 건설업 종사자는 해상풍력 발전단지 건설로 전환이 가능한 직능을 보유하고 있을 가능성이 높을 것으로 예상된다.

대체 부문 해상풍력이 요구하는 직능과의 직접적인 관련성은 낮지만 정리해고의 가능성이 높은 부문 역시 **효과적인 녹색 일자리와 인력 전환을 뒷받침할 수 있을 것으로 추정된다.** 예를 들어, 화력·운송·전력 부문의 탈탄소화가 진행되는 상황임을 감안하여 인력 전환으로 인한 정리해고 가능성이 높은 고위험 직군을 즉시 파악하는 동시에 인력 전환을 추진하기 위한 평가 작업을 수행하여야 한다. 그러한 부문에서 요구되는 기술 직능을 고려할 때 재래식 화력발전소 작업자와 근로자처럼 생계를 위협받을 위험성이 가장 높은 집단을 대상으로 상당한 업스킬 잠재력이 존재할 가능성이 있다.

일례로, 퇴출이나 용도 변경이 예정된 화력발전소와 신규 해상풍력 프로젝트를 연계하는 맞춤형 훈련 프로그램을 통하여 대상 인원에게 필수적인 직능을 부여하는 효과적인 경로를 구축할 수 있다.

최근의 실례로서, 향후 1,400MW 규모의 해상풍력 발전단지로 교체될 예정인 미국 내 2,480MW급 레이븐스우드 화력발전소는 현재 화석연료 화석발전소 인력을 해상풍력 장비 운영 인력으로 전환하는 절차를 진행하고 있다. 전환을 추진하는 발전소 직무에는 해상풍력 프로젝트 제어실 운영, 풍력 터빈 정비용 예비 부품 취급, 기타 물류 업무가 포함된다. 토탈에너지와 라이즈 라이트앤파워의 합작법인인 어텐티브에너지원은 레이븐스우드 근로자들이 최대 3GW 규모의 해상풍력을 지원할 수 있는 운영 및 유지보수 허브와 신규 신재생에너지 장비 조작 업무로 전환될 수 있도록 고용을 유지하고 재교육과 업스킬을 실시하는 것에 합의하는 내용의 협약을 노조와 체결하였다.⁵¹

49 Hanikyoreh, July 2022. Korea tops world in shipbuilding orders – but workers are opting for better paying, safer gigs – [link](#).

50 The Korea Herald, August 2023. Foreigners make up 14.8% of Korea's construction industry workers – [link](#).

51 Electrek, July 2023. In a US first, fossil fuel power plant workers will be retrained for offshore wind – [link](#).

5.2. 국내 해상풍력 산업의 성장을 위한 노동력 전략과 과제

국내 해상풍력 포트폴리오를 구축하기 위한 시장 잠재력을 파악할 목적으로 최근에 고용 시장에 진입한 구직자와 기존 인력을 대상으로 관련 직능에 관한 배경 평가를 실시하였다.

5.2.1. 관련 직군별 노동력 공급 통계

표12는 고용노동부로부터 입수한 자료를 요약한 것으로⁵² 국내 해상풍력 공급망에 관련된 고용 통계 현황을 제시하고 있다. **고용 현황 자료에 따르면 해상풍력에 관련된 직능이 수반되는 업종 중에서 제조업과 건설업이 가장 많은 인력을 고용하고 있는 것으로 나타난다.** 하지만 국내 채용 정보 사이트⁵³에 따르면 기계 및 전기공학

분야의 인력난이 가장 심한 것으로 파악된다. 예를 들어, 2022년 6월의 경우 주로 산업 부문에서 23만 개의 일자리가 부족했으며 조선업과 제조업의 인력난이 가장 심하였다⁵⁴. 이 분야를 비롯하여 일부 업종의 인력난을 해소할 목적으로 정부는 이민 정책을 개방하여 고숙련 외국인 근로자의 국내 취업을 유도하고 있다.

공급망 전반에 걸쳐 설치, 시운전, 운영 및 유지보수를 중심으로 엔지니어링 분야에 인력이 집중되어 있다는 점에서 위에 언급된 상황은 해상풍력산업의 성장 잠재력에 파급력을 미친다. 따라서 해상풍력 부문의 성장을 뒷받침하기 위해서는 국내 시장에서 이러한 인력난을 시급하게 해소할 필요가 있다. 물류·관리·업무 지원이

표 12: 해상풍력 관련 산업 근로자 현황(2023년 7월)

| 산업 | 총 고용 인원 | 전체 취업자에서 차지하는 비율 |
|--------------------------|-----------|------------------|
| 제조업 | 3,737,380 | 18.8% |
| 1차 금속 제조업 | 161,300 | 0.8% |
| 전자부품 제조업 | 397,462 | 2.0% |
| 기타 기계 및 장비 제조업 | 462,256 | 2.3% |
| 산업용 기계 및 장비 수리업 | 44,079 | 0.2% |
| 전기, 가스, 증기 및 공기조절 공급업 | 66,403 | 0.3% |
| 건설업 | 1,470,895 | 7.4% |
| 종합건설업 | 450,077 | 2.3% |
| 전문건설업 | 1,020,818 | 5.1% |
| 육상운송 및 파이프라인 운송업 | 403,758 | 2.0% |
| 정보통신업 | 789,251 | 4.0% |
| 건축기술 및 엔지니어링 서비스업 | 374,402 | 1.9% |
| 사업시설 관리, 사업 지원 및 임대 서비스업 | 1,237,753 | 6.2% |
| 사업지원 서비스업 | 850,808 | 4.3% |

52 MOEL Survey. Labor Force Survey at Establishments - [link](#).

53 Wage Centre, Shortage occupations in South Korea - [link](#).

54 Expat.com, South Korea: These sectors are currently facing labour shortages. [link](#)

나 법률·규제·세무 지원에 관련된 다른 지원 직군의 경우 인력난을 겪고 있지 않으며 개발 및 동의, 터빈 공

급, 보조기기 공급 등 초기 활동을 어느 정도 뒷받침할 수 있다.

5.2.2. 지역별 고용시장

국내 고용시장 현황과 해상풍력 공급망에 관련된 인력난에 대한 검토에 이어, 본 절에서는 신규 구직자와 실직자를 활용하여 해상풍력에 필요한 필수 인력을 확보할 수 있는 범위와 인력 부족 격차를 해소할 수 있는 잠재력을 파악한다.

국내 실업률은 2023년 5월에 (1999년에 집계를 시작한 이래) 역대 가장 낮은 수준인 2.50%를 기록한 이후로 2023년 7월에 2.8%로 상승하였다. 평균 실업률은 3.60%를 유지하고 있다⁵⁶. 위의 표를 보면, 전국의 실업률이 대전의 1.4% (12,000명)와 서울의 3.1% (161,000명) 사이에 분포되어 있음을 알 수 있다.

표 13: 국내 시도별 실업률(2022년)⁵⁵

| 시도 | 실업자 수(15세 이상) | 실업률(15세 이상)(%) |
|------|---------------|----------------|
| 서울 | 161,000 | 3.1 |
| 부산 | 49,000 | 2.8 |
| 대구 | 30,000 | 2.3 |
| 인천 | 41,000 | 2.5 |
| 광주 | 18,000 | 2.4 |
| 대전 | 12,000 | 1.4 |
| 울산 | 17,000 | 2.9 |
| 세종 | 3,000 | 1.5 |
| 경기도 | 185,000 | 2.4 |
| 강원도 | 21,000 | 2.4 |
| 충청북도 | 15,000 | 1.5 |
| 충청남도 | 21,000 | 1.6 |
| 전라북도 | 15,000 | 1.5 |
| 전라남도 | 14,000 | 1.4 |
| 경상북도 | 35,000 | 2.3 |
| 경상남도 | 47,000 | 2.6 |
| 제주 | 7,000 | 1.7 |
| 전국 | 692,000 | 2.4% |

55 KOSIS - [link](#)

56 CEIC Data. South Korea's Unemployment Rate - [link](#)

표 14: 최종 학력 기준에 따른 시도별 경제활동인구 비율(2023년)⁵⁷

| 주 | 초졸 이하 | 중졸 | 고졸 | 전문대졸 | 대졸 |
|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| 서울 | 3% | 5% | 30% | 12% | 51% |
| 부산 | 5% | 9% | 36% | 13% | 36% |
| 대구 | 6% | 7% | 35% | 18% | 35% |
| 인천 | 4% | 6% | 46% | 15% | 29% |
| 광주 | 5% | 6% | 37% | 17% | 35% |
| 대전 | 4% | 6% | 30% | 13% | 47% |
| 울산 | 4% | 5% | 43% | 17% | 31% |
| 세종 | 5% | 4% | 22% | 11% | 59% |
| 경기도 | 3% | 5% | 39% | 15% | 38% |
| 강원도 | 12% | 10% | 38% | 11% | 29% |
| 충청북도 | 10% | 9% | 39% | 15% | 27% |
| 충청남도 | 12% | 9% | 40% | 13% | 26% |
| 전라북도 | 13% | 9% | 37% | 11% | 30% |
| 전라남도 | 16% | 10% | 37% | 13% | 24% |
| 경상북도 | 13% | 11% | 39% | 14% | 24% |
| 경상남도 | 8% | 9% | 39% | 15% | 30% |
| 제주 | 6% | 6% | 35% | 20% | 33% |
| 전국 | 6% | 7% | 37% | 14% | 37% |

전체 국민의 최종 학력은 초졸 이하 6%, 중졸 7%, 고졸 37%, 전문대졸 14%, 대졸 이상 37%로 구성되어 있다. 전 국민의 50% 가까이가 고등교육을 이수하지 않은 상태이므로 중등 수준 이상의 교육과 훈련을 유인하는 조치의 잠재력이 크다고 볼 수 있다. 지역별로는 세종, 서울, 대전에 해상풍력과 같은 산업에 적합한 학력 수준을 갖춘 인구가 집중되어 있다.⁵⁷

5.2.3. 고등교육

대학, 전문대학, 기술원은 해상풍력 산업에 필수적인 졸업자를 고용시장에 공급한다. 표 15는 해상풍력 공급망 내 취업과 관련이 있는 국내 고등교육기관 학위를 소지한 졸업자 현황을 개괄적으로 보여준다.

57 KOSIS - [link](#)

한국 해상풍력 공급망 활성화 방안

표 15: 해상풍력 관련 분야의 2021년도 국내 고등교육기관 졸업자 현황

| 관련 전공 분야 | 학부 졸업자 (2021) | 대학원 졸업자 (2021) | 졸업자 합계 (2021) | 5년 추세 (2017~2021) |
|-----------------|---------------|----------------|---------------|-------------------|
| 공학 | | | | |
| 토목 건축공학 | 4,360 | 821 | 5,181 | -5% |
| 도시공학 | 939 | 209 | 1,148 | 0% |
| 교통공학 | 408 | 112 | 520 | 6% |
| 항공공학 | 1,738 | 323 | 2,061 | 8% |
| 해양공학 | 1,922 | 239 | 2,161 | -11% |
| 기계공학 | 10,582 | 1,611 | 12,193 | 7% |
| 금속공학 | 123 | 35 | 158 | -5% |
| 자동차공학 | 1,002 | 102 | 1,104 | 15% |
| 전기공학 | 3,745 | 355 | 4,100 | 4% |
| 전자공학 | 9,979 | 1,865 | 11,844 | 2% |
| 제어계측공학 | 644 | 62 | 706 | -8% |
| 광학공학 | 686 | 73 | 759 | -11% |
| 에너지공학 | 2,160 | 589 | 2,749 | 15% |
| 반도체 및 세라믹 공학 | 477 | 134 | 611 | 10% |
| 섬유공학 | 296 | 54 | 350 | -5% |
| 신소재공학 | 4,501 | 1,055 | 5,556 | 1% |
| 재료공학 | 1,226 | 312 | 1,538 | 14% |
| 산업공학 | 3,553 | 486 | 4,039 | -2% |
| 화학공학 | 5,240 | 1,049 | 6,289 | 5% |
| 메카트로닉스공학 | 1,244 | 190 | 1,434 | 7% |
| 응용공학 | 2,299 | 607 | 2,906 | 12% |
| 일반 공학 | 430 | 75 | 505 | 27% |
| 정보통신 기술 | | | | |
| 컴퓨터 과학 및 공학 | 10,445 | 1,291 | 11,736 | 10% |
| 소프트웨어 | 3,250 | 292 | 3,542 | 68% |
| 정보통신공학 | 6,851 | 981 | 7,832 | 0% |
| 수학 및 과학 | | | | |
| 수학 | 2,478 | 234 | 2,712 | -8% |
| 통계학 | 2,070 | 344 | 2,414 | -11% |
| 물리학 및 과학 | 1,817 | 607 | 2,424 | -13% |
| 천문학 및 기상학 | 281 | 87 | 368 | -13% |
| 지구과학 및 지리학 | 758 | 111 | 869 | -9% |
| 일반 자연과학 | 150 | - | 150 | -27% |
| 건축학 | | | | |
| 건설기계공학 | 3,302 | 387 | 3,689 | 1% |
| 건축학 | 3,377 | 330 | 3,707 | -2% |
| 조경학 | 792 | 94 | 886 | -13% |
| 경영학 및 법학 | | | | |
| 경영학 | 30,181 | 3,399 | 33,580 | -6% |
| 경제학 | 7,109 | 441 | 7,550 | -11% |
| 관광학 | 2,621 | 194 | 2,815 | 18% |
| 광고홍보학 | 1,783 | 80 | 1,863 | -21% |
| 재무학, 회계학, 세무학 | 4,415 | 243 | 4,658 | -10% |
| 국제무역학 및 유통학 | 7,380 | 532 | 7,912 | -10% |
| 일반 경제학 및 상업학 | 365 | - | 365 | -33% |
| 법학 | 4,034 | 547 | 4,581 | -28% |

학부 졸업자 수가 가장 많은 전공 분야는 경영학, 기계공학, 컴퓨터 과학 및 공학, 전자공학이었다. 대학원 졸업자 역시 전공 선호도 측면에서 그와 유사한 추세를 보인다. 5년간 졸업자 수가 가장 크게 감소한 분야는 경제학 및 상업학, 법학, 일반 자연과학이었으며 가장

많이 증가한 분야는 소프트웨어, 일반 공학, 관광학, 재료공학이었다. 5년간 전체 공학 분야 중 대부분이 전반적으로 긍정적인 추세를 보였으며 이러한 사실은 신규 졸업자를 통하여 해상풍력 산업의 성장을 뒷받침할 수 있음을 시사한다.

5.2.4. 수습 제도

해상풍력 산업의 공급망에서 수습 제도는 특히 조달, 제조, 운영 및 유지보수 부문에서 공학 기술자나 노무자 등의 직군을 중심으로 중추적인 역할을 담당한다. 그뿐만 아니라, 수습 제도는 공학 분야 등에서 후속적으로 고등교육을 이수할 수 있는 경로를 제공한다.

2019년 5월을 기준으로, 직업훈련소, 기업, 수습교육기관, 직업전문학교에 개설된 30,580개 교육과정에 93,437명이 등록한 상태였다. 기계 분야가 전체 훈련과정의 36.2%를 차지하였으며 전기·전자(13.7%), 정보통신(11.3%), 경영·회계·행정(8.9%)이 그 뒤를 이었다. 기업에서 운영하는 수습 과정의 경우 종업원 300인 미만 중소기업(94%)이 대부분을 차지하였다.

표16에 해상풍력 산업과 관련이 있거나 인력 전환이 가능한 수습 과정들의 현황이 제시되어 있다.

수습 제도가 특히 터빈 공급, 보조기기, 설치 부품을 중심으로 해상풍력에 요구되는 직능들을 충족시킬 수 있음에도 불구하고 다른 OECD 국가들에 비해 국내에서는 이 제도가 보편화되어 있지 않다. 예를 들어, 2012년의 경우 중등 및 고등 교육과정에 등록된 전체 학생(16~25세) 중 2%만이 수습 과정을 밟고 있었는데 이는 OECD 평균인 6%에 못 미치는 수준으로 미국, 이탈리아, 일본만이 한국보다 낮았던 반면에, 독일과 오스트리아는 중등 및 고등 수습 과정에 등록된 학생의 비율이 거의 35%에 육박할 정도로 가장 높았다.⁵⁹ 그러므로 정부는 학교에서 직장으로의 전환을 수월하게 하기 위하여 수습 제도를 장려하는 유인책을 확대할 필요가 있다.

뿐만 아니라, 특히 해양 및 해상 직능에 관련된 수습 과정이 부족하다. 국내 해상풍력 포트폴리오를 구축하기 위해서는 해양 수습 과정과 더불어 시추와 원격 제어 장비 같은 전문화된 수습 과정을 도입하고 운영할 경우 효과를 기대할 수 있다.

표 16: 2019년 해상풍력 관련 국내 수습 과정 현황⁵⁸

| 분류 | 과정 수 | 전체에서 차지하는 비율 |
|-------------|--------|--------------|
| 기계 | 11,067 | 36.2% |
| 전기/전자 | 4,200 | 13.7% |
| 정보통신 | 3,446 | 11.3% |
| 경영, 회계, 행정 | 2,734 | 8.9% |
| 재료 | 1,671 | 5.5% |
| 건설 | 591 | 1.9% |
| 환경, 에너지, 안전 | 217 | 0.7% |

58 KRIVET, Apprenticeship in Korea 2019 - [link](#)
 59 OECD iLibrary. Investing in Youth : Korea - [link](#)

5.3. 국내 해상풍력 인력 개발을 견인하는 훈련 구상 및 협력

국내 고용시장에서 해상풍력과 관련이 있는 기존의 인력을 활용하는 것에 추가하여, 본 절에서는 해상풍력에 특화된 기존의 훈련 과정들의 사례를 제시한다. 이러한 과정들은 기술 전문 기관에서 운영하는 안전 중점 교육, 대학 교육과정, 해상풍력 사업자가 운영하는 실무 교육이 혼합된 형태를 띠고 있다.

TÜV SÜD 코리아 세계풍력기구(GWO) 교육센터⁶⁰: 2023년 1월과 2월에 해상풍력 산업 현장 종사자를 대상으로 기초안전교육과정이 실시되었다. 이 교육과정은 매달 진행되며 응급처치, 매뉴얼 취급, 화재 인지, 고소 작업에 관한 내용을 다룬다.

한국과학기술원(KAIST)⁶¹: 한국과학기술원은 덴마크 공과대학과 공동으로 해상풍력 에너지에 대한 복수전공 학위를 부여한다. 이 학위 과정은 기체역학, 공력탄성, 기계공학, 계통 연결, 전력 시스템, 유체역학, 해상 구조물 설계, 풍력발전단지 계획에 관한 심도 깊은 지식을 제공한다.

에퀴노르 및 제주대학⁶²: 두 기관은 산업 인재 풀을 조성하여 제주 지역에서 해상풍력 전문가를 양성하는 것을 목표로 2023년 2월에 업무협약을 체결하였다. 에퀴노르는 해상풍력 관련 강좌와 인턴 과정을 지원할 예정이며 제주대학은 해상풍력 교육과정을 개설하고 실무 교육을 지원할 계획이다.

오션원즈 및 울산광역시⁶³: EDP리뉴어블스와 엔지 SA의 합작법인인 오션원즈와 울산시는 오션원즈가 울산 지역에서 기술 이전, 인력 훈련, 고용 창출에 협력하는 것에 대한 급부로 울산시가 케이에프윈드 프로젝트의 개발, 운영, 유지보수를 지원하고 협조하는 것을 골자로 투자의향서를 체결하였다.

위에 언급된 교육과정들은 특정한 지역이나 집단을 대상으로 삼고 있는 것은 사실이지만 국내 해상풍력 산업의 성장을 뒷받침하는 데 필요한 인력을 갖춘 고용시장을 개발할 수 있다는 점에서 귀중한 자원이라 할 수 있다.

60 TÜV SÜD, February 2023, TÜV SÜD Launches GWO Basic Safety Training Course for Offshore Wind Power Industry Employees - [link](#)
 61 DTU. Offshore Wind Energy (KAIST) - joint international programme - [link](#)
 62 Equinor, February 2023. Equinor Korea and Jeju National University Sign MoU to nurture offshore wind expertise in Jeju region - [link](#)
 63 Renewables Now. Ulsan backs Ocean Winds, Aker's Korea Floating Wing Project - [link](#)

5.4. 국내 해상풍력 공급망은 정책 전환, 인력 역학 구조, 기술 발전을 기반으로 상당한 고용 기회를 창출한다

5.4.1. 해상풍력의 국내 고용시장 일자리 창출 잠재력

해상풍력 공급망은 다양하고 유의미한 고용 기회를 창출할 수 있는 잠재력을 보유하고 있다. 아래 표17은 2035년까지 국내에 25GW (도표3의 계산 결과 참조)를 보급하기 위하여 요구되는 노동력을, 일반적인 500MW급 해상풍력 발전단지의 수명주기 동안 소요되는 IRENA 추정 근로일수에 근거하여, 각각의 공급망 부문별로 세분하여 제시하고 있다.⁶⁴ IRENA 추정치는 직접 고용 창출 잠재력에 근거를 두고 있으므로 간접 혹은 유발 고용은 반영되지 않는다는 점에서 실질적인 고용 창출 효과는 아래 표를 크게 상회한다는 사실에 유의할 필요가 있다.

간접 고용(1차 산업 부문에 제품을 납품하는 2차 산업 부문의 고용)과 유발 고용(1차 산업 부문에서 수령한 임금의 지출에 따른 고용)을 포함할 경우 일반적으로 고용 인원이 100~350% 증가한다.⁶⁵

표 17: 2035년까지 ~25GW를 보급하는 데 필요한 인력

| 공급망 분야 | ~25GW에 의하여 유지되는 예상 고용 인원 |
|------------|--------------------------|
| 계획 수립 및 개발 | 1,526 |
| 조달 | 935 |
| 제조 | 120,316 |
| 운송 및 물류 | 415 |
| 설치 및 연결 | 15,193 |
| 운영 및 유지보수 | 4,817 |
| 해체 | 9,361 |
| 합계 | 152,563 |

국내에서 2035년까지 25GW에 달하는 해상풍력 에너지를 보급할 경우 프로젝트 수명주기 전반에 걸쳐 152,563개의 직접 고용을 창출할 수 있는 잠재력이 있다. 일자리의 대부분(~122,776개)은 최초 6~7년(2023~2030년) 동안 계획 수립 및 개발, 조달, 제조 단계에서 발생할 것으로 예상된다. 25년간의 풍력발전단지 수명주기 동안 운영 및 유지보수 단계에서 최대 4,817개의 일자리가 생겨날 수 있으며 2058~2060년에는 해체 단계에서 9,361개의 일자리가 창출될 수 있다.

위에 제시된 고용 창출 효과는 2035년까지 국내에 25GW에 달하는 해상풍력 용량이 보급되는 것을 전제로 추정하였으며 이 목표를 초과할 경우 고용 기회가 더 확대될 것이라는 점에 주목할 필요가 있다. 또한, 최대 152,563개까지 창출될 잠재력이 있는 일자리가 전적으로 국내 인력에 의하여 채워지는 것은 아니며 일부는 해외에 근거할 것으로 예상된다는 점에도 유의하여야 한다.

국내 기반 근로자로 총원될 수 있는 일자리의 비중은 국내 고용을 뒷받침할 목적으로 수립된 정책의 형태에 직결된다. 일례로, 뉴욕주 에너지 연구개발청⁶⁶에서 수행한 미국 국내 고용 창출에 관한 연구에 따르면, 해상풍력 발전단지 한곳의 수명주기 동안 요구되는 일자리의 3분의 2가 미국에 근거를 둔 근로자에 의하여 현지화되고 수행된다. 이 결과를 한국에 적용할 경우 최대 101,709개의 직접 고용이 국내에서 창출될 것으로 예상된다. 다만, 가치사슬상의 시장 지배력에 차이가 있으므로 같은 비율을 국내에도 동일하게 적용하는 것은

64 IRENA, 2018. Renewable energy benefits - [link](#)
IRENA's study estimated that the development of a typical 500 MW offshore wind farm equates to 2.1 million person-days in total (or 12.31 person-years per MW), and this was further broken down by different types of human resources required by activity. Specifically, the study estimates 1.06% of the estimated 2.1 million person-days will be for planning and development, 0.32% for procurement, 55.73% for manufacturing, 0.10% for transport and logistics, 10.56% for installation and connection, 27.89% for operations and maintenance, and 4.34% for decommissioning. A bottom-up approach was used by IRENA to estimate the breakdown of human resources in terms of the specific roles that will be required to carry out the broader value chain processes.

65 Institute for Sustainable Futures. Calculating Global Energy Sector Jobs - [link](#)

66 GWEC, April 2021. Wind can power 3.3 million new jobs over next five years - [link](#)

합리적이라고 볼 수 없다.

공급망에서 설치 및 시운전과 운영 및 유지보수 부문의 일자리는 거점 항만 주변에 집중된다. 따라서 그러한 고용 기회는 주변 지역에 직접적인 영향을 미치고 이익을 제공할 만한 잠재력이 있다. 건설한 국내 제조 역량을 감안할 때 제조 단계에서 창출되는 120,316개의 일자리 중 상당 부분은 국내에서 소진될 것으로 예상된다. 하지만 정책이 균형을 상실할 경우(국내 고용 창출을 등한시하거나 비용 절감을 무시한 채 국내 고용 창출만에 지나치게 집중한 나머지 목표 달성 능력이 저하되어 결국에는 전체 일자리가 감소하는 경우) 국내에서 충당되는 일자리의 비중이 감소할 수 있다.

고용 기회는 유사한 직능을 요구하는 분야, 고용시장에 진입한 최근 졸업자, 실업자 대상 재교육 프로그램을 통하여 채워질 수 있다. 이는 효과적인 인력 전환을 관리하고 국내에서 해상풍력이 창출하는 고용 기회를 실현하기 위한 공급망 투자의 필요성을 부각시킨다.

5.4.2. 추가 고려 사항

국내 고용시장은 노동력 내에서 직업과 직능의 규모와 분포에 파급력을 미치는 다수의 불확실성 요인들의 영향을 받는다. 따라서 국내 해상풍력 포트폴리오를 구축하는 데 필요한 관련 직능은 불확실성 요인들과 더불어 해상풍력 공급망 안에서 고용 수요에 파급력을 미칠 가능성이 있는 요인들의 영향을 받는다. 그러한 요인들은 다음과 같다.

정책 변화: 정책은 인허가, 계통 인프라, 신재생에너지 목표, 경매 제도 등의 요소를 변경함으로써 해상풍력 포트폴리오 보급 속도와 포트폴리오 구축 범위에 영향을 미친다. 또한, 정책은 재정적 유인책과 위험 경감 체제를 통하여 투자자들에게 사업의 타당성 관점에서 해상풍력의 매력을 부각시키는 데 있어서도 중요한 역

할을 담당한다. 뿐만 아니라, 정책은 유인책, 장학금, 지원금, 제휴, 산학 협력을 통하여 관련 수습 과정과 학위 취득에도 지대한 영향을 미칠 수 있다.

이민: 내국인이 해외로 이주하여 국외에서 취업함에 따라 국내 노동력이 변화하고 국내 이민 제도가 변경될 위험성도 존재한다. 2022년을 기준으로 순 이민자 수는 168,000명이다⁶⁷. 한국으로 이주한 외국 국적자 수는 192,000명이었던 반면에 한국을 떠난 내국인의 수는 19,000명이었다.

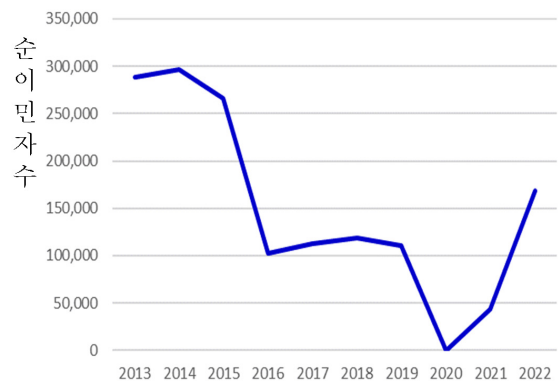


그림 12: 연도별 순 이민자 현황(2012~2022)

전체 외국 국적자의 33.4% (64,128명)는 취업을 목적으로 한국으로 이주하였다. 그림 12는 2014~2020년 기간에 순 이민자 수가 감소하고⁶⁸ 2020년에는 코로나19로 인하여 저점을 찍는 추세를 보여준다. 하지만 이 추세는 2022년에 국내로 들어오는 이민자 수와 국외로 떠나는 이민자 수가 모두 급증하면서 역전되었다.

여성의 진출: 전 세계적으로 여성의 과학·기술·공학·수학(STEM) 분야 진출을 장려하는 분위기는 국내에서 공학 및 과학 분야의 인력난을 해소하고 해상풍력 부문에도 매우 유리하게 작용할 수 있는 잠재력이 있다. 2022년 10월에 발간된 한국여성과학기술인육성재단(WISET)의 연례 보고서에 따르면, 고등교육기관에서 과학과 공학을 전공하는 여학생의

67 The Korea Herald, July 2023. Net migration to Korea spikes in 2022 - [link](#)

68 The World Bank. Net migration - Korea, Rep - [link](#)

비율은 21.17%에 불과하였다⁶⁹. 그러므로 여성이 STEM 관련 전공과 직군으로 진출하는 것을 가로막는 걸림돌을 제거함으로써 해상풍력 산업에 투입이 가능한 노동력을 확대할 수 있는 기회가 존재한다.

인구 구조의 변화: OECD⁷⁰에 따르면 한국은 2015년부터 저출산에 봉착하였으며 2025년이 되면 전체 인구에서 노령층이 차지하는 비율이 20%를 넘어설 것으로 예상된다. 2014년에 18%였던 노년부양비(15~64세 인구 100명당 65세 이상 인구의 비율)는 2050년이 되면 72%에 육박할 것으로 전망된다. 그 결과 국내 인구는 2020년에 처음으로 인구 자연 감소를 기록하면서 감소세로 돌아섰으며 2020~2067년 기간 동안 경제활동인구가 1,900만 명 줄어들 것으로 예상된다.

이러한 인구 구조의 변화는 인구 감소세가 이민자 증가세에 의하여 상쇄되지 않는 한 경제 전반에 걸쳐 노동력 가용성에 파급력을 미치고 해상풍력 부문의 성장 잠재력에도 영향을 미칠 것으로 예상된다.

기술 변화: 기술 변화는 산업 내에서 요구되는 직능을 변화시킬 잠재력이 있다. 그 예로서 터빈 설계의 진보를 통하여 터빈의 신뢰도를 개선함으로써 유지보수 빈도와 유지보수 인력에게 요구되는 기술 수준을 낮춘 것을 들 수 있다. 또한, 인공지능(AI)과 로봇공학 기술 등으로의 전환을 통하여 현장 인력의 필요성을 줄일 가능성도 있지만 그로 인하여 데이터 분석 수요가 증가할 수 있다.

기술 진보는 해상풍력 같은 산업 분야뿐만 아니라 해상풍력을 비롯한 다른 여러 산업에 서비스를 제공하는 기업들에게도 부가적인 가치 창출의 기회를 열고 있다. 디지털 전환, 로봇공학, 인공지능 시장은

해상풍력 산업의 구체적인 요구를 충족시킬 것이며 자산·공정·자원의 가치 잠재력을 활용할 수 있는 방안을 강구하는 해상풍력 기업들의 수요가 더욱 증가할 것이다. 한국이 이러한 기회를 실현할 준비를 갖추고 있음을 시사하는 확실한 징후들이 존재한다. 한국은 세계에서 가장 자동화된 국가에 속하며 제조업 분야의 로봇 밀도가 근로자 1만 명당 932대로 세계에서 가장 높다⁷¹. 또한, 한국의 2021년 글로벌 혁신 지수⁷²는 첨단 인프라, 양질의 교육기관, 인적 자원과 연구 역량, 시장 및 사업 고도화, 지식 및 기술 산출물을 토대로 132개국 중 5위를 기록하였다.

69 The Korea Times, March 2023. More women needed and awaited in Korea's field of science, technology - [link](#)
70 OECD iLibrary. Adapting Regional Policy in Korea: Preparing Regions for Demographic Change - [link](#)
71 Nextrends Asia, August 2022. Robots roll into South Korea, making it the most automated country in the world - [link](#)
72 Global Innovation Index 2021, Republic of Korea - [link](#)

5.5. 기술 격차를 해소하기 위해서는 맞춤형 훈련, 수습 제도 확대, 산학 협력이 요구된다

5.5.1. 권고안

현 고용시장의 기술 인력 부족 상황과 시장에서의 인재 공급 현황을 검토한 결과를 바탕으로, 해상풍력 인접 산업과 교육 및 훈련 제도를 통하여 전환이 가능한 근로자만으로는 갈수록 증가하는 수요를 충족하지 못할 것이라는 결론에 도달할 수 있다. 기술 인력 부족이 해상풍력 개발을 심각하게 저해하는 상황을 방지하기 위해서는 반드시 전략적 조치를 취해야 한다. 이러한 기술 인력 부족에 대처하는 전략을 개발하고 실행할 수 있는 다양한 기회들이 존재한다. 가장 시급한 조치들은 다음과 같다.

- 해상풍력의 기술 및 인력 요구에 부합하는 기술 개발 계획을 수립한다. 여기에는 국내 해상풍력 산업 구축에 필요한 기술 인력 개발을 보장하는 해상풍력 '역량 프레임워크'의 수립이 포함될 수 있다. 요구에 부합하는 정확한 구상의 시행을 보장하기 위하여 학계와 훈련 기관의 동참을 유도한다.
- 해상풍력 관련 기술, 그 중에서도 특히 해양 및 해상 기술, 용접, 크레인 조종, HGV 운전 그리고 시추 및 ROV 조작 등 전문화된 분야에 대한 훈련에 필요한 자금을 조성하고 새로운 수습 과정을 도입한다.
- 그 외에도 산업의 발전을 효과적으로 뒷받침할 수 있는 다수의 전략들이 존재하며 도입이 권장된다.
- 고등교육기관과 공동으로 환경 보호 기술이나 해양 관련 과목처럼 해상 신재생에너지와 연관된 분야들을 대상으로 새로운 학위 과정을 도입한다.
- 학생들이 중등교육 수준을 넘어 학업을 지속하고 공학 관련 학위를 취득하도록 유인하기 위하여 기업과 교육기관 간의 연계를 확대한다.
- 에너지 전환으로 인하여 정리해고의 가능성이 있는 고위험 직군을 파악하고 해상풍력 보급을 위한 업스킬을 실시할 수 있는 잠재력을 타진한다. 학생들의 관련 STEM 과목 수강을 장려하는 제도를 시행하고 확대한다.
- STEM 과목을 공부하는 여성의 비율을 확대하기 위하여 목표를 설정한다.
- 기업과 구직자를 연결하는 것을 목표로 산업 인재 네트워크 기능을 수행하는 제도를 시행하고 확대한다.

5.5.2. 해외 모범사례를 통한 교훈

해상풍력으로서의 인력 전환과 훈련을 촉진할 목적으로 다른 나라에서 시행하여 성공을 거둔 제도와 전략으로

서 국내에도 도입이 가능할 것으로 보이는 사례연구가 아래에 상세하게 기술되어 있다.

| 국가 | 성공적인 훈련 프로그램 및 제도의 사례 |
|-----|--|
| 영국 | 슈퍼젠 해양재생에너지 허브 풍력발전 등과 같은 핵심 해양 신재생에너지 분야에 대한 학술 연구를 주도할 목적으로 2001년에 공학·물리과학 연구위원회가 설립한 프로그램. 이 허브는 연구비, 시설, 웹 기반 도구, 온라인 참여 플랫폼 등의 자원을 기반으로 혁신을 촉진할 목적으로 학계, 산업계, 정책, 공공 이해관계자 집단을 연계한다. |
| 영국 | 해양 재생에너지 캐터필트 OREC는 해양 신재생에너지 분야의 혁신 센터로서 영국의 선도적인 연구 역량과 전문성을 결집하여 기술과 지식의 발전을 뒷받침한다. OREC는 해상풍력 보급을 가로막는 걸림돌을 제거하는 협력관계를 증진한다. OREC는 기술 장애물에 관한 보고서를 발간하고 그러한 문제점을 해결하기 위한 자원이거나 협력관계를 구축하는 활동을 수행한다. |
| 덴마크 | 덴마크 풍력 에너지 연구 컨소시엄 고속련 전문가를 양성하고 연구 목적을 달성하기 위한 주요 대학들 간의 파트너십. 덴마크 풍력 산업이 특정 연구 분야에서 우선순위를 설정하고 우수성을 발휘할 수 있는 방안에 관한 전략과 권고안을 제시하고 있다. 연구 커뮤니티의 네트워크 활동에서 중추적인 역할을 수행하면서 연구 및 교육 활동을 조율하여 고속련 근로자의 양성을 뒷받침하고 있다. |
| 덴마크 | 스테이트 오브 그린 덴마크의 녹색 에너지 전환을 추진하는 원스톱샵 기능을 수행하는 민간 협력 사업. (핵심 녹색 산업 중 하나인) 해상풍력 산업을 지원하기 위하여 주요 이해관계자 집단을 아우르는 굳건한 협력과 소통을 증진한다. 덴마크 고용시장의 녹색 역량을 맵핑하는 사업을 포함하여 국내의 기술 요구에 대응하는 사업들을 중점적으로 추진한다. |
| 대만 | 산업 주도형 교육 해양기술혁신센터(MTIC)는 머스크 등의 다국적 기업이나 사업자와 협력하여 대만 해상풍력 인력 계발을 밀접하게 지원하고 있다. MTIC와 머스크는 대만에서 GWO 훈련 과정을 적극적으로 확대하고 있다. 그와는 별개로, MTIC는 국내 산업을 육성하는 훈련 과정을 운영할 목적으로 지멘스 가메사 리뉴어블 에너지, 오스테드, 베스텍 타이완, 대만열병합발전공사, 대만 해양중공업과 업무협약을 체결하였다. 한편, 오스테드, 지멘스 가메사 리뉴어블 에너지, 아럽 같은 다국적 기업들 역시 대만 근로자 훈련 사업을 지원하고 자금을 제공하였다. 일례로, 오스테드는 대만 기술자가 해상풍력 발전단지 운영의 기술적 측면에 관한 지식을 습득하고 오스테드의 운영 안전 기준을 숙지할 수 있도록 영국 현지에서의 파견 교육 비용을 지원하였다. 이는 기업이 파견 교육 프로그램을 지원한 최초의 사례였다. 이 프로그램을 통하여 22명의 O&M 기술자가 교육을 이수하는 것이 목적이며 1차로 10명의 풍력 터빈 발전기 기술자가 현지에 파견되었다. 이 프로그램은 8개월 과정으로 진행되며 참가 대상 기술자들은 대만에서 입문 및 어학 과정과 GWO 안전·기술 교육을 이수한 뒤에 영국으로 파견된다. 아럽은 국내 사업자를 지원할 목적으로 대만 정부에 의하여 산업기술연구원을 통하여 훈련기관으로 지정되었다. 이 프로그램에는 국제 기준에 입각한 집중적인 해상풍력 훈련 과정, 기술 설계 검토, 품질 보증, 프로젝트 관리, 대만 해상풍력 산업에 적용되는 기술 프로토콜의 개발이 포함된다. |

요약하면, 사례연구를 참조하여 한국에서 해상풍력 부문을 발전시키고 성장을 뒷받침하는 고속련 인력을 양성할 수 있는 모범사례들은 다음과 같다.

- 해상풍력 연구와 혁신을 견인하기 위하여 학계, 산업계, 정부를 연계하는 **협력적 혁신 허브**를 구축한다.
- 해상풍력 산업으로서의 인력 전환을 뒷받침하는 실무 훈련을 실시할 목적으로 다국적 기업들과 협력하여 **산업 주도형 교육 구상**을 수립한다.
- 중대한 해상풍력 시장 장벽에 대응하고 그러한 장벽을 축소하는 국내 인력 개발 전략을 파악하는 연구를 수행할 목적으로 공공부문과 민간부문의 이해관계자로 구성된 **연구 컨소시엄**을 구성한다.

6. 해상풍력에 따른 사회경제적·환경적 기대효과의 구현

주요 내용

- ✓ **노동력 문제점:** 국해상풍력 사업은 광범위한 사회경제적 기대효과를 구현할 수 있는 기회를 제공한다. 한국은 해상풍력 산업에서 고용을 창출하고 이해관계자의 참여를 확대한 다른 국가들의 선례를 참조할 수 있다. 성공적인 사례로 영국 그림스비와 베트남 라간 해상풍력 프로젝트에 대한 오스테드의 투자와 덴마크의 주민 보상 제도를 들 수 있다. 해상풍력 프로젝트의 경우 지역 주민에게 미치는 직접적인 영향으로 인하여 보상 제도를 시행하는 것이 일반적이다.
- ✓ **해상풍력 사업을 장려함으로써 환경적 기대효과를 구현할 수 있다.** 해상풍력 프로젝트가 생태계에 미치는 영향을 개선하는 전략에는 자연 포용적 사업 입찰, 생태계 복원, 보상 제도 등의 혁신적인 접근방식이 포함된다. 예를 들어, 네덜란드는 비가격 선정 기준을 적용하여 해상풍력 경매 절차를 진행하였으며 오스테드가 대만에서 추진하는 리코랄 프로젝트는 터빈 기초부에 자연적인 산호초 지대를 조성할 계획이다. 마찬가지로, 영국은 사업자가 서식지 복원 비용을 부담하는 환경 보상 조치를 실시할 것을 요구하는 경우가 늘고 있다.
- ✓ **한국은 지역 주민의 참여를 유도하는 정책을 이미 시행하고 있다.** 「전원개발촉진법」이나 「공유수면 관리 및 매립에 관한 법률」 처럼 주민 참여와 이익 공유를 규정한 법규가 이미 시행되고 있다. 제주도 와 신안군은 재생에너지 사업자와 지역 주민이 이익을 공유한 대표적인 사례들이다.
- ✓ **주민에게 이익을 제공하는 방안:** 한국은 자발적 조치와 강제적 정책을 동시에 시행하여 지역 주민의 이익을 증진할 수 있다. 주민 참여 규정, 국산 부품화 정책, 해상풍력 사업자의 발전기금 조성 및 주민 훈련 지원 의무 등은 사회경제적 기대효과를 제고하고 지역 주민의 참여를 확대하며 태동기에 있는 해상풍력 산업의 인력 계발을 촉진할 수 있는 잠재적인 방안들이다.
- ✓ **광범위한 해상풍력 전략의 테두리 안에서 사회경제적·환경적 기대효과를 고려할 필요가 있다.** 그러한 이익 공유 제도가 비용과 보급에 파급력을 미칠 경우 LCOE와 보급 일정이 영향을 받을 가능성이 있으며 그로 인하여 여타 정책 목표와 상충하는 결과를 초래할 수 있다. 정책결정권자들은 정책을 수립할 때 그러한 상충 가능성을 고려하여야 한다.

해상풍력은 광범위한 사회경제적 기대효과를 구현할 수 있는 무한한 잠재력을 품고 있다. 무엇보다 해상풍력은 넷제로 국가로의 전환을 뒷받침하고 기후변화로 인한 영향을 경감할 수 있는 청정한 발전원을 제공한다. 그에 추가하여, 해상풍력은 자본집약적 대규모 인프라 사업이라는 점에서 앞서 살펴본 바와 같이 공급망과 고용을 창출한다.

이러한 기회를 발판으로 각국의 해상풍력 시장은 해상

풍력의 기대효과를 극대화하는 것을 목표로 삼고 있다. 본 절에서는 그러한 기대효과를 고찰하고 있으며 다음과 같이 크게 3가지로 분류할 수 있다.

비자발적 기대효과 - 해상풍력이 보급되면 자동적으로 발생하는 기대효과.

자발적 기대효과 - 계획 수립 및 인허가 절차와는 별개로 사업자에 의하여 제공되는 기대효과.

강제적 경감 및 보상 - 해상풍력 보급으로 인하여 불이익을 입을 가능성이 있는 집단에 미치는 영향을 경감하는 제도 등.

위의 기대효과와 전략을 국내 사정에 맞게 활용할 경우 장기적으로 다수의 이익을 실현하는 방식으로 해상풍력을 구축하고 업계 외부의 이해관계자 집단으로부터 동의를 확보하며 장기적으로 지속가능한 발전을 뒷받침할 수 있다.

추가적인 사회경제적 기대효과를 달성할 경우 장기적으로 지속가능한 산업 발전을 뒷받침할 수 있는 것은 사실이지만 재정적인 파급력을 갖는 기대효과는 프로젝트 비용과 추진 일정에 영향을 미칠 수 있으므로 광범위한 해상풍력 전략의 관점에서 반드시 고려하여야 한다.

그뿐만 아니라, 해상풍력 개발로 인한 영향을 가장 크게 받는 지역 주민과 더불어 그러한 기대효과를 어느 곳에 집중시킬지를 고려하는 것이 중요하다. 재생에너지

지 프로젝트와 지리적으로 근접한 지역에 거주하는 주민들은 프로젝트로 인한 영향을 이유로 보다 직접적인 혜택을 요구하는 경향이 있다. 해상풍력의 경우 단지 개발이 진행되는 항만이 소재한 지역이 여기에 주로 해당하며 주변 일대에 거주하고 생업에 종사하는 주민이 관련 이해관계자 집단을 구성한다. 한국의 경우 대부분 해상풍력 사업이 주변 어장에 영향을 미치는 어촌계가 여기에 속한다.

본 절에서는 해상풍력 개발에 따른 광범위한 사회경제적 기대효과를 강조하고 있지만 본 보고서는 보다 구체적으로 해상풍력 공급망이 지역 주민에게 제공하는 혜택에 주로 초점을 맞추고 있다. 잠재적인 이해관계자 집단 및 공급망이 지역 주민에게 제공하는 혜택의 주된 수혜자는 다음과 같다.

- 지역 주민
- 현지 노동력
- 지자체
- 정부

6.1. 해상풍력 사업은 사회경제적·환경적 기대효과를 제고하는 방향으로 설계될 수 있다

주민에게 혜택을 제공할 수 있는 기회를 구체화하기 위해서는 산업 내에서 모범사례를 장려하는 전략을 시행하는 동시에 정식으로 법규를 제정할 필요성을 검토하여야 한다. 이하에서 고찰하는 방식들은 국내에도 적용이 가능한 글로벌 해상풍력 산업의 긍정적인 사례들에 근거하여 지역 주민에게 혜택을 제공할 수 있는 잠재적인 기회들을 부각하고 있다.

6.1.1. 해상풍력 사업의 비자발적 사회경제적 기대효과

해상풍력 프로젝트는 특별한 관심을 기울이지 않더라도 어느 수준까지는 **자동적으로 사회경제적 기대효과를 달성할 수 있으며** 그러한 수준은 의무적인 요구사항과 개별 사업에 따라 차이를 보인다.^{73 74 75}

73 renew.biz, November 2019. Denmark changes renewables compensation - [link](#)

74 State of Green, November 2021. From NIMBY to PIMBY - [link](#)

75 Danish Energy Agency, Promoting onshore wind energy - [link](#)

- 고용 창출 잠재력
- 해안 지역 경제의 재편 및 개발
- 해상풍력 발전단지의 관광 유발 효과

고용 창출 잠재력: 해상풍력을 확대할 경우 조선, 기계, 철강, 건설 등의 중공업과 밀접한 관련성을 갖는다는 점에서 고용 창출을 통하여 국가 경제와 지역 경제에 상당하게 기여할 것으로 예상된다. 일례로, 그린피스는 해상풍력(20.2명/MW)과 태양광(20.4명/MW)의 연간 고용 효과가 석탄(16.64명/MW), 원자력(13.7명/MW), 가스(4.84명/MW) 등의 재래식 발전원보다 훨씬 높은 것으로 추산하였다.⁷⁶

베트남 빈투언성 사례⁷⁷: 3.5GW 규모의 라간 해상풍력 사업은 일단 풍력발전단지가 상업운전을 시작하면 매년 1천 개 이상의 직접 고용을 창출할 것으로 기대되며 운영 및 유지보수 단계에서 지역 경제에 채용 기회를 제공할 것으로 예상된다. 현지에 O&M 거점이 설립되고 현장 검사, 성능 모니터링, 수정 및 예방 유지보수, 해양 조정, 보건 및 안전 관리, 준법, 대외 협력과 관련된 일자리가 창출될 전망이다. 사업자는 지역 인재를 양성하기 위하여 지역 주민을 대상으로 ‘그린 칼라’ 훈련에 관련된 프로그램을 도입할 계획이다.

해안 지역 경제의 재편 및 개발⁷⁸: 어항을 끼고 있는 해안 도시인 영국 그림스비에 대한 오스테드의 투자에는 1천만 파운드를 투입하여 양질의 일자리를 창출하는 운영 및 유지보수 센터를 건립하는 사업이 포함된다. 또한, 오스테드는 그림스비교육원 및 바로우인퍼니스에 소재한 퍼니스대학과 제휴를 맺고 풍력 터빈 기술을 대상으로 3년 인턴십 과정을 운영하고 있다.

해상풍력 발전단지의 관광 유발 효과: 영국의 경우 해상풍력 발전단지 개발로 인하여 해상풍력 관광 산업이

새롭게 등장하였다. 해상풍력은 전통적으로 관광업에 부정적인 영향을 미치는 것으로 여겨졌으나 영국에서는 정반대의 결과가 빚어지면서 관광객이 해상풍력 발전단지를 조망할 수 있는 장소를 방문하고 보트 투어에 참가하는 현상이 관찰되었다.⁷⁹

6.1.2. 마을발전기금

마을발전기금은 지역 주민에게 제공되는 공식적인 패키지 혜택의 일환으로 사업자가 조성하는 재정 프로그램이다. 이러한 기금은 의무적으로 조성하는 경우도 있고 사업자가 자발적으로 출연하는 경우도 있다. 일부 사업자는 발전단지 건설 기간과 운영 단계에서 고용을 통하여 주민에 혜택이 돌아간다는 판단하에 공식적인 패키지 혜택을 제공하지 않는다⁸⁰. 그 예는 다음과 같다.

해상풍력 사업으로 인한 영향을 받는 지역 경제의 발전을 지원하는 제도의 예

- **덴마크의 녹색 기금 제도:** 신재생에너지 시설 소유자가 MW당 1,700~22,000유로를 일시불로 출연하여 조성된 기금을 지자체가 관리한다. 이 기금은 새로 건립된 재생에너지 시설 주변 지역에 유익한 공익 목적으로 사용된다. 덴마크는 풍력발전단지로 인한 주거용 부동산 가치 하락에 대한 보상금과 해상풍력 발전단지에 인접한 장소에 거주하는 주민에 대한 보상금을 포함하여 해상풍력과 관련된 추가적인 보상 요건을 시행한다. 이에 관한 내용은 Appendix 2에 기술되어 있다. 해상풍력 발전단지는 해안으로부터 최소한 수 킬로미터 떨어져 있으며 100km 지점에 위치하는 경우도 있다는 점에서 보상금으로 인한 영향은 육상풍력 발전단지에 비하여 적으며 전혀 영향이 없는 경우도 있다는 점에 유의할 필요가 있다.

76 Greenpeace, Outlook on employment effects of a Global Energy Transition, 2018

77 La Gan Wind, Offshore wind will bring new opportunities to Binh Thuan province - [link](#)

78 Orsted. Renewable Energy Solutions - [link](#)

79 The Economic, Britain's offshore wind farms attract tourists, 2023 - [link](#)

80 Energy Policy, June 2017. Understanding community benefit payments from renewable energy development - [link](#)

- **혼시의 마을발전기금⁸¹**: 오스테드는 사업 추진에 관한 긍정적인 투자 결정에 도달하는 것을 전제로 혼시 3 해상풍력 발전단지 개발에 착수한 시점으로부터 10년간 매년 700,000파운드를 지급하기로 약정하였다. 오스테드는 해안 지역에 거주하는 주민을 대상으로 5년간 170개 마을과 환경 프로젝트에 220만 파운드 이상을 지출한 동해안 지역 발전 기금에도 출연하고 있다. 기금이 사용된 지역 발전 프로젝트에는 건물과 시설, 스포츠와 레크리에이션 활동, 환경 및 야생동물 보호 프로젝트, STEM 교육, 기술 훈련 등이 포함된다.

풍력 사업자가 지역 주민에게 통상적으로 지급하는 보상금의 액수는 사업자마다 다르며 패키지 혜택은 1회성 현물 지급이나 장학금 혹은 교육 지원의 형태를 띠는 경우가 많고 마을발전기금의 형태로 매년 지급되는 경우도 있다. 영국에서 사업자가 주민에게 지급하거나 정책에 의하여 요구되는 보상금의 예는 다음과 같다.

| 사업자/지역/정책 | 보상금 액수 | 보상 기간 |
|--------------------------------------|--|------------------------------|
| 브레닉 윈드 마을발전기금 ⁸² | 지역 주민에게 총 400만 파운드 지급 | 25년 |
| 스코틀랜드(육상풍력 프로젝트) ⁸³ | 지역 주민에게 매년 설치 용량 1MW당 5,000파운드 지급 | 운영 및 개발 관리 단계에 속하는 20~25년 기간 |
| 하이랜드 의회 정책 ⁸⁴ | 해상 재생에너지 사업자는 매년 설치 용량 1MW당 5,000파운드를 지급해야 함 | 운영 및 개발 관리 단계에 속하는 20~25년 기간 |
| 애버딘 해상풍력 마을발전기금 ⁸⁵ | 환경적으로 지속가능한 주민 시설을 지원할 목적으로 매년 150,000파운드 혹은 일시불로 총 300만 파운드(매년 1,500파운드/MW) 지급 | 20년 |
| 비어트리스 해상풍력 발전단지 마을발전기금 ⁸⁶ | 주민의 역량을 강화하고 지속가능한 환경을 구축하는 프로젝트를 지원할 목적으로 매년 300,000파운드 혹은 일시불로 총 600만 파운드(매년 500파운드/MW) 지급 | 20년 |

81 Orsted. Hornsea 3 Community Benefit Fund Consultation - [link](#)

82 BBC News. July 2021. Offshore wind farm compensation 'sounds like bribery' - [link](#)

83 Community Benefits and UK Offshore Wind Farms: evolving convergence in a divergent practice - [link](#)

84 Energy Policy, June 2017. Understanding community benefit payments from renewable energy development - [link](#)

85 Community Benefits and UK Offshore Wind Farms: evolving convergence in a divergent practice - [link](#)

86 Community Benefits and UK Offshore Wind Farms: evolving convergence in a divergent practice - [link](#)

6.1.3. 수산업계의 참여

국내 해상풍력의 가장 큰 장애물은 수산업계의 반발이다. 이 문제는 비단 한국에만 국한된 것이 아니며 협력을

뒷받침하고 이익을 실현한 다른 나라들의 선례를 참고할 수 있다.

어촌계와 해상풍력 산업의 협력

국내에서 해상풍력을 추진하는 과정에서 예상되는 중요한 장애물 중 하나는 어촌계의 반발이다. 이 문제는 비단 한국에만 국한된 것이 아니며 협력을 뒷받침하고 이익을 실현한 다른 나라들의 선례를 참고할 수 있다.

일례로, SSE리뉴어블스⁷⁸는 해상풍력 프로젝트를 건설하고 개발하는 과정에서 어촌계와 유익한 공존을 추구하는 계획을 최근에 발표하였다. 이 계획은 ‘3C’를 표방한다.

- 소통 - 활동에 관한 투명하고 효과적인 소통
- 협력 - 어촌계의 의견을 반영하는 경감 및 운영 전략의 개발
- 공존 - 상충하는 입장에 대한 이해 및 시너지를 기반으로 공존을 추구하는 접근방식의 도출

유의미한 방식의 협력은 다양한 기대효과를 달성할 수 있다.

- **고용:** 프로젝트 개발 활동을 어촌계와 적시적으로 소통하는 사내 어촌계 연락 담당자를 채용한다. 그에 추가하여, 어선을 활용하여 측량 작업을 지원하거나 경비선 기능을 수행한다.
- **협력 약정:** 건설 전 작업이나 건설 작업 기간 동안 일시적으로 어장에 진입하지 못하거나 어구가 소실되거나 파손된 어업인에게 지원과 조언을 제공한다. 그러한 경우 SSE 리뉴어블스는 피해를 입은 어업인이 사내 어촌계 연락 담당자와 협의하여 적절한 보상을 받는 청구 절차를 수립하였다.
- **정보 접근권:** 건설 전 지구물리학 측량 자료와 운영 중 측량 자료를 어촌계에 제공하여 의사결정에 협조한다.
- **서비스 요구사항:** 정찰 측량 및 건설 후 시운전(오버 트롤 시운전 포함), 수산업 영향 평가, 경비선 작업 등을 포함하는 서비스 요구사항.

해상풍력은 수산 자원 개체수를 증가시켜 어업에 도움을 줄 수도 있다.

- 벨기에에서 상업 어종 2종을 대상으로 실시한 연구에 따르면, 해상풍력 터빈이 어류를 유인하고 은신처와 먹이를 제공하며 어류의 수명주기에서 중요한 역할을 담당하는 것으로 나타났다. 이처럼 해상풍력 발전단지는 남획 어장을 복원하는 피난처와 회복 수역으로서의 역할을 수행할 수 있다.

6.1.4. 해상풍력 사업의 환경적 기대효과 장려

지역 주민에게 유익한 해상풍력 프로젝트의 생태적 파급효과를 확대할 목적으로 시행되는 자발적·의무적 조치들의 예는 다음과 같다.

해상풍력 프로젝트를 설계하는 과정에서 긍정적인 생태적 파급효과에 대한 유인책을 제시한 사례

자연 포용적 입찰^{87 88}: 네덜란드는 정성적(비가격적) 기준을 적용하여 2회에 걸쳐 해상풍력 입찰 절차를 진행하였다. 입찰자들은 새들이 터빈 사이를 안전하게 통과할 수 있도록 보장함으로써 해상풍력 발전단지가 해양 생태계 다양성에 미치는 영향을 경감하거나 복원할 수 있으며 해양 서식지에 미치는 영향을 최소화하기 위하여 공사 단계에서 파일링 공법을 적용하였음을 입증하였다. 경매에 참여한 사업자들은 풍력발전단지 사업권에 대한 대가를 지불할 것을 요구받았으며 정부는 이 자금을 활용하여 복해의 환경과 여타 활동을 고려한 풍력발전단지 설계가 이뤄지도록 감독할 예정이다.

일례로, 가장 최근에 낙찰을 받은 설치 용량 760MW 규모의 에코웬데 프로젝트는 다음과 같은 조치들을 통하여 풍력발전단지 설계 및 건설 과정에서 긍정적인 생태적 파급효과를 보장할 계획이다.

- 풍력 터빈 사이의 간격을 넓혀 새들이 통과할 수 있는 통로를 확보한다.
- 해양 포유류와 해양 생물에 미치는 영향을 최소화하는 혁신적인 풍력 터빈 기초 공법을 적용한다.
- 생물다양성을 촉진할 목적으로 해저에 자연 산호 구조물을 설치한다.
- 과학자와 전문가로 구성된 집단과 협업하여 수십 가지의 혁신적인 해법을 적용하고 해상풍력의 생태적 파급효과에 관한 현재의 지식 공백을 파악한다.

비가격적 기준을 적용할 경우 이하에 기술된 것처럼 생물다양성 보호와 지역 주민 참여를 포함하는 광범위한 문제들을 해결하는 혁신을 유도할 수 있다.

87 Orsted. Net Positive biodiversity impact - [link](#)

88 Ecowende. - [link](#)

비가격적 기준을 적용할 경우 성숙 시장에서 지역 주민의 이익을 유도할 수 있다

입찰 과정에서 비가격적 기준을 적용하는 것은 전 세계 해상풍력 시장에서 보편적인 방식이다. 신항 시장의 경우 진행 중인 초창기 사업에 대한 신뢰를 높일 목적으로 과거 실적을 평가 기준에 포함시킬 수 있다.

네덜란드, 독일, 영국 등을 중심으로 생태계 보호나 그에 따른 기대효과 혹은 공급망 개발처럼 지역 주민의 광범위한 이익을 추구하는 비가격적 기준을 적용하는 경향이 확대되고 있다.

이를 통하여 비용 절감 압력을 덜 수 있고 일부 성숙 시장에서 불거진 ‘바닥을 향한 경주(Race to the bottom)’를 방지할 수 있다는 점에서 업계는 전반적으로 비가격적 기준을 지지하는 입장이다. 예를 들어, SSE 리뉴어블스는 비가격 기준에 대한 입장문에서 프로젝트를 예산과 기한을 준수하면서 사회와 환경에 장기적인 가치를 창출하는 방식으로 완수하는 과정에서 비가격적 기준이 담당하는 역할을 인정하였다.

공급망 압력, 인플레이션, 비용 상승으로 대변되는 글로벌 시장 상황을 감안할 때 비가격적 프로젝트 선정 기준을 도입할 경우 대안적 목표에 초점을 맞추므로써 비용 절감 압력을 완화할 수 있다. 최근 영국에서 가격을 유일할 선정 기준으로 지정했던 제5차 발전차액계약 경매(링크)의 경우 입찰자가 전혀 없었던 사례에서도 알 수 있는 것처럼 대안적 목표에 초점을 맞출 경우 해상풍력에 대한 관심과 보급을 뒷받침할 수 있다.

신항시장의 경우 충분한 시장 경쟁과 더불어 지역 주민의 이익에 초점을 맞춘 비가격적 기준을 도입할 여력이 존재하는지 여부를 고려하는 것이 중요하다. 한국의 경우 단기적인 목표로서 이미 파이프라인에 포함된 대규모 상업운전 프로젝트를 추진하는 것에 주력하여야 한다.

비가격적 기준이 가격 이외의 다른 요소에 우선순위를 부여할 수 있는 기회를 제공하는 것은 사실이지만 비가격적 기준을 도입하는 과정에 수반되는 추가적인 복잡성을 감안할 때 효과적인 기준을 설계하기 위해서는 사전에 예상하지 못했던 부정적인 결과를 예방하는 협의 절차를 도입하는 것을 포함하여 주의를 기울일 필요가 있다.

해상풍력 사업자의 생태계 복원 사례

넷포지티브 생물다양성⁸⁹: 오스테드가 평후 해양생물학 연구센터와 공동으로 진행하는 시험의 일환인 리코랄 프로젝트는 대만 창해 해상풍력 발전단지 내 해상풍력 터

빈의 기초부에 자연 산호초 지대를 조성하는 것을 목표로 삼고 있다. 이 프로젝트는 터빈 기초부가 산호초에 일조량을 보장하고 극한 수온으로부터 보호할 수 있다는 점에 착안하여 이 구조물을 활용하여 산호초의 성장을 개선할 수 있는 방법을 시험하면서 정교화시키고 있다.

89 Orsted. Net Positive biodiversity impact - [link](#)

생태계 보상금 제도 시행 사례

환경 보상금⁹⁰: 영국의 경우 해상풍력 사업자가 프로젝트로 인한 부정적인 파급효과를 상쇄하는 환경 보상금을 부담할 것을 요구하는 추세가 확대되고 있다. 이러한 보상금은 개발이 예정된 후보지에서 멀리 떨어진 장소일 수도 있는 서식지나 생물종을 보호할 목적으로 사용되는 것이 일반적이다. 영국 왕실재산관리기구와 해상풍력산업위원회는 환경 보상금과 관련하여 보다 조율되고 전략적인 접근방식을 채택할 목적으로 해상풍력과 자연과의 상호작용에 따른 환경 보상금 제도에 대한 이해를 확대하고 해상풍력 프로젝트 동의 절차를 조율하는 것을 목표로 350만 파운드 규모의 연구 프로젝트에 착수하였다. 이 연구 프로젝트는 보상금을 통하여 다음과 같은 목적을 달성할 수 있는 방안에 관한 분석을 제시할 것으로 예상된다.

- 바닷새 인공 둥지 조성 -사용되지 않는 석유 또는 가스 플랫폼에 둥지 구조물을 설치하는 방식으로 육상과 해상을 불문한다.
- 서식지 복원 및 구축
- 포식자 억제 - 보호 대상 바닷새 군집을 중심으로 제한수역을 설정하고 바닷새 번식 성공률을 높이는 조치가 수반될 수 있다.
- 기능을 상실한 인프라 철거

일례로, 혼시³⁹¹ 프로젝트 개발 동의 명령에는 풍력발전단지로서 인하여 개체수에 영향을 받을 가능성이 있는 바닷새 취약종을 위한 생태 보상금 요구사항이 포함되어 있었다. 보상 계획은 각 지점별로 주변 경관에 어울리는 인공 둥지 구조물을 조성하는 데 초점을 맞췄다.



그림13: 뿔쇠오리(Rissa tridactyla)를 위하여 설치한 혼시3 인공 둥지.

90 The Crown Estate, June 2023. The Crown Estate and Offshore Wind Industry Council launch £3.5m project - [link](#)

91 Orsted, Kittiwake compensation - [link](#)

6.2. 국내에서는 주민 참여와 이익 공유 방식이 장려된다

6.2.1. 관련 법률에 따른 주민 참여

해상풍력 프로젝트에 적용되는 법률 중 일부는 주민의 우려를 불식하고 수용성을 제고할 목적으로 인허가 절차에 주민의 참여를 요구한다. 「전원개발촉진법」은 프로젝트 사업자가 실시계획 승인을 신청하기에 앞서 주민의 의견을 수렴할 것을 요구한다. 그보다 더 중요한 규정으로 「공유수면 관리 및 매립에 관한 법률」은 공유수면 점·사용허가 신청자가 현지 거주민과 어촌계를 포함하는 관련 주민들로부터 반드시 동의를 얻을 것을 요구한다.

그 외의 다른 법률들은 사업에 따른 영향을 받는 주민들의 이익을 조율하기 위하여 (i) 손실 보상, (ii) 주민 지원, (iii) 이익 공유의 형태로 주민 보상 프로그램을 실시하도록 규정하고 있다. 해상풍력 프로젝트로 인하여 어로 활동이 제한된 경우 「토지보상법」에 근거하여 프로젝트 사업자를 상대로 손실에 대한 보상을 청구할 수 있으며 그러한 보상금은 당사자들이 달리 합의하지 않는 한 건설 전에 지급하여야 한다.

복지 시설, 지역 경제 개발 지원, 재정적 지원 등과 같은 주민 지원은 「발전소 주변지역 지원에 관한 법률」과 「송·변전설비 주변지역의 보상 및 지원에 관한 법률」에 규정되어 있다. 마지막으로, 신재생에너지법은 주민이 투자자로 참여한 프로젝트에 REC 가중치를 부여함으로써 이익 공유를 촉진한다.

사례연구(주민 참여 및 협의 절차)

주민 참여와 이익 공유는 법률에 규정된 요건이나 절차와는 별개로 프로젝트 사업자와 주민 혹은 지자체 간의 자발적 합의나 협약을 통하여 이뤄지는 경우가 많다. 일례로, 향후 설치가 예정된 해상풍력 용량이 가장 큰 두 지역인 전라남도(8.2GW)와 전라북도(2.4GW)는 해상풍력 산업으로 인한 지역 경제 활성화의 이점을 누릴 수 있는 낙후된 지역이다. 해상풍력은 건설 단계에서는 지역 주민의 협조와 인프라가 요구되며 운영 단계에서는 장기적인 유지보수와 관리가 필요하므로 지역 경제에 긍정적인 영향을 미칠 가능성이 높다.

본 절에서는 두 가지 사례를 제시한다. 첫 번째 사례는 주민 이익 공유 방식을 최초로 적용한 제주 해상풍력이다. 제주 모델의 경우 사업자가 자발적 기부를 실시하며 제주특별자치도는 주민을 포함하여 도내의 신재생 에너지를 확대하는 다양한 프로그램을 운영한다. 반면에, 최근에 신안군은 주민에게 현금을 지급하는 보다 직접적인 방식을 택하였다.

제주도

한반도 남쪽 해상에 자리잡은 화산섬 제주도는 예로부터 바람으로 유명하다. 2015년 9월에 최초의 해상풍력 프로젝트인 제주 탐라해상풍력단지(30MW)가 완공되었다. 2022년을 기준으로 제주도에 약 295MW 규모의 풍력발전 설비가 가동되고 있다. 제주도는 2030년까지 450MW (육상풍력)와 1,895MW (해상풍력)를 공급하는 것을 목표로 삼고 있다.

제주도의 시민 사회는 도내 자연 자원에 대한 공공의 관리를 주창하였다. 그러한 지지를 바탕으로 「제주특별자치도 설치 및 국제자유도시 조성을 위한 특별법」(제304조제1항)에 의거하여 풍력 자원을 공공의 자원으로 관리한다고 선언하였다. 이 규정 및 「제주특별자치도 풍력발전사업 허가 및 지구 지정 등에 관한 조례」에 의거하여 풍력발전 사업자는 수익의 일정 부분(순이익의 17.5% 혹은 매출의 7%가 권장된다)을 기부하는 것을 중심으로 이익 공유 계획을 제출할 것을 요구받는다.

제주특별자치도는 풍력발전 사업자의 이익 공유 계획에 따른 기부금을 적립하여 ‘풍력자원 공유화 기금’을 조성하였다. 이 기금은 제주특별자치도에서 관리하며 지역 주민에게 직접 지급하는 것이 아니라 신재생에너지 연구개발 지원, 취약층 에너지 지원, 신재생에너지 교육/홍보 등의 다양한 사업에 사용된다. 2017~2021년 기간 동안 총 220억 원의 기금이 조성되었으며 그 중 사업자들이 기부한 액수는 약 80억 원이었다.

일각에서는 이러한 방식이 사업자들을 상대로 무조건적인 이익 공유를 요구하므로 사업 개발 의욕을 떨어뜨린다고 비판하였다. 그럼에도, 풍력발전 프로젝트에 대한 주민들의 수용성을 개선하는 긍정적인 효과도 있었다. 이러한 이유에서, 다른 지자체들 역시 제주도의 사례를 연구하고 있으며 실제로 적용하고 있다.

신안군

신안군은 서남해안에서 일조량과 풍황 조건이 가장 우수한 지역이다. 신안군은 2030년까지 10GW 용량의 신재생에너지(해상풍력 8.2GW 포함)를 설치하는 것을 목표로 삼고 있다. 풍부한 신재생에너지 잠재력에도 불구하고, 대부분의 프로젝트가 외지에 위치한 대기업들에 의하여 진행된다는 이유에서 주민에게 돌아가는 혜택이 없을 것이라는 우려와 현지 거주민들의 극심한 반대에 직면하였다. 2018년에 신안군은 「신안군 신재생에너지 개발이익 공유 등에 관한 조례」를 제정하고 이익 공유 제도를 법제화하였다. 태양광 및 풍력 발전 사업자 등과 같은 신규 신재생에너지 사업자는 ‘개발이익 공유화 계획’을 제출할 의무가 있으며 신안군은 그러한 계획을 감안하여 해당 프로젝트를 지지할 것인지 여부를 결정한다.

핵심은 발전소 법인(SPC)의 지분율의 30% 또는 총사업비의 4% 이상을 ‘주민 참여 지분’으로 지정하는 것이다. 사업 후보지와 군내에 거주하는 지역 주민으로 구성된 주민조합만이 그러한 지분을 매수하고 배당을 청구할 수 있다. 신재생에너지 프로젝트가 들어서지 않는 지역에는 18세 미만 아동을 대상으로 ‘햇빛아동수당’(매년 1인당 40만원을 2회로 분할하여 지급)을 지급한다.

배당은 지역 경제 내에서 소비될 수 있도록 ‘1004섬 신안 상품권’으로 지급된다. 새로 전입한 주민에게도 동일하게 주민 참여 지분이 배정된다. 신안군은 이 조치로 인하여 관내 인구가 다시 반등할 것으로 기대하고 있다.

6.3. 해상풍력 사업의 주민 참여 확대를 위해 정부와 산업계에 권고되는 전략

주민에게 혜택을 제공하기 위한 핵심 동인

주민 혜택 제도는 풍력발전단지 인근 주민과 해상풍력 사업자 모두에게 혜택을 제공한다. 그러한 제도를 통하여 당사자들 사이에 긍정적인 관계를 구축할 수 있을 뿐만 아니라 국가 풍력 자원 활용에 따른 경제적 이익을 공유할 수 있다. 주민들의 입장에서는 그러한 혜택을 기반으로 필수적인 사회경제적 발전을 도모할 수 있다. 한편, 사업자의 입장에서는 그러한 혜택을 제공함으로써 주민의 동의와 지지를 얻을 수 있으므로 자신의 이익에 부합한다.

통상적으로 주민 혜택 제도는 지자체가 제시하는 ‘모범 사례’ 지침을 사업자가 자발적으로 따르는 형태로 전개된다. 주민 혜택 제도는 정부나 지자체가 제정하는 규정에 의거하여 법적으로 시행될 가능성도 있다. 주민들이 재원을 통하여 제공된 혜택을 수령하고 분배하는 방식은 개별 사업과 지역에 따라 선호도에 차이를 보인다.

해상풍력사업의 개발은 공급망과는 별개로 다음과 같이 광범위한 다수의 사회경제적 혜택을 주민에게 제공한다.

- 자선 목적의 달성
- 자연자본의 개발 및 지원(예: 문화적 또는 환경적 중요성을 갖는 지구의 개선)
- 교육적 지원
- 환경적 지원
- 지역 경제 지원
- 지역 전기료 인하를 통한 연료 빈곤 해소
- 지역 시설 또는 서비스의 설립 및 개발
- 지역 관광 시설(박물관 또는 방문객 센터) 지원
- 주민 역량 구축
- 지역 해양 관리 현안에 대한 지원
- 여성 권익 강화 네트워크 지원 및 개발

주민 혜택을 확대하기 위한 전략

주민 참여, 투자, 현지 인력 채용, 환경 보전 사업 등 해상풍력 사업자가 지역 주민을 지원하게끔 유도하는 자발적 제도를 확대할 수 있는 것은 사실이지만 국내 해상풍력이 아직까지 상대적으로 태동기에 있다는 점을 감안한다면 유의미한 혜택을 확대하기 위한 강제적 정책이 요구될 수도 있다. 해상풍력 부문 전반에 걸쳐 개발을 확대하기 위한 강제적 정책의 예는 다음과 같다.

주민 참여 지분

신안군의 사례에서 볼 수 있는 것처럼, 주민이 지분을 소유할 경우 풍력발전단지에 대한 지분으로부터 발생하는 수익을 통하여 혜택을 받을 수 있다. 이익은 주민 전체가 공유하며 지자체 또는 독립적인 주민 위원회나 신탁에서 관리한다. 주민은 소수 지분을 소유하는 것이 일반적이지만 상황에 따라서 지역 전력회사와 조합을 설립하는 경우에는 과반수 지분을 확보할 가능성도 있다⁹². 또한, 주민이 지분을 소유할 경우 해상풍력 사업의 부정적인 파급효과를 최소화하려는 의지가 강해지며 지분 소유자는 적극적으로 주민들을 접촉하여 문제를 해결할 가능성이 높다.

마을발전기금

제주도의 사례에서 설명한 것처럼, 사업자가 해상풍력 발전단지가 운영되는 수명주기 동안 대상 주민들에게 사전에 합의한 금액을 매년 지급하는 방식이다. 이 기금은 개별 해상풍력 사업이 출자하는 금액을 이용하여 조성한다. 주민들은 학교, 시민단체, 지방의회 등의 지역 단체에 직접적인 혜택이 돌아가는 구상과 사업에 이 기금을 사용할 수 있다. 지역 단체는 기금 사용을 신청할 수 있으며 합의된 모델에 따라 사업자나 지자체 혹은 독립적인 주민 위원회나 신탁이 승인 결정을 내린다. 풍력발전단지 사업자는 지역발전기금이나 야생동물/자연 보호 신탁처럼 기존에 운영되던 기금에도 유사한 형태로 기부금을 출연할 수 있다.⁹³

지역 훈련 과정

해상풍력 사업은 우수한 기술 인력을 요구하므로 인력을 보다 효과적으로 교육하는 지역 훈련 과정이 필요하다. 해상풍력 사업자로 하여금 지역 근로자에게 새로운 기술과 자격을 제공하게끔 유인할 경우 근로자는 높은 임금을 받을 수 있으며 지역 경제 발전에도 도움이 된다. 이를 통하여 지역 공급망의 체질을 강화할 수 있으며 외지에서 유입된 고숙련 근로자에 대한 의존도를 낮출 수 있다.

92 State of Green, Wind Turbine Co-operatives (Middelgrunden Vindmøllelaug) - [link](#)

93 Innogy, Gwynt-y-mr Fund - [link](#)

7. 외국의 국산 부품화 현황

주요 내용

- ✓ **균형 잡힌 정책의 필요성:** 한국을 비롯한 세계 여러 나라가 국산부품사용요건(LCR)을 시행하고 있는 것은 사실이지만 장기적으로 해상풍력 시장의 확고한 성장을 보장하는 최선의 방법이 될 수 없는 경우가 많다. 만약 LCR을 시행한다면 보급률, 프로젝트 비용, 신뢰성, 환경 영향, 주민 혜택에 미치는 영향 등의 상치 관계를 고려하여 해상풍력 개발을 위한 광범위한 정책 목표에 반드시 부합하여야 한다. 해상풍력 산업이 지속가능한 성장을 달성하기 위해서는 국산 부품화 요건과 다른 목표들 간의 균형이 필수적으로 요구된다
- ✓ **LCR 제도의 국가별 실효성:** 영국, 프랑스, 일본, 대만의 LCR 제도는 실효성에 있어서 차이를 보였다. 영국의 시장 지향적 접근방식은 상당한 수준의 해상풍력 보급률을 달성한 반면에 초기에 국산부품사용요건을 고수한 프랑스는 프로젝트 개발이 지연되는 결과를 초래하였다.
- ✓ **효과적인 국산 부품화 전략:** 국산부품사용요건을 효과적으로 적용하기 위해서는 성장을 뒷받침하는 동시에 비용을 관리하고 신뢰성을 보장하며 부정적인 환경 영향을 최소화하는 균형 잡힌 정책이 요구된다. 이러한 조치에는 재정적 지원, 세액 공제 등의 유인책, 공급망이 성숙되면 국산부품사용요건을 단계적으로 폐지하는 명확한 소멸 규정, 입찰 절차의 일부로서 사업자가 국산 부품화 비율을 높일 수 있는 방안이 포함된 공급망 계획을 제출할 것을 요구하는 요건 등이 포함된다.
- ✓ **한국의 국산 부품화 유인책:** 한국은 최근에 국산 부품에 대한 REC 가중치 제도를 폐지하면서 국산 부품화 지원 정책을 선회하였으며 그로 인하여 국내 풍력발전 업계로부터 정부가 핵심 국산 부품의 개발을 장려하지 않는다는 비판에 직면하였다. REC 가중치 제도가 재도입될 경우 터빈 시스템 등의 핵심 부품을 제조하는 업체를 중심으로 국내 산업을 육성함으로써 장기적으로 풍력발전 비용을 낮출 가능성이 있다. 다만, 그러한 유인책은 반드시 한시적으로만 시행되어야 한다.
- ✓ **사업자 선정 평가 기준의 개선:** 새로 개정된 사업자 선정 평가 기준은 국산부품사용요건을 명확하게 규정하고 있지 않으며 정량적인 평가 기준과 투명성을 제고할 경우 개선을 기대할 수 있다.

국산부품사용요건(LCR)이란 해상풍력 발전단지 에 사용되는 부품이나 서비스를 국내 공급망 업체로부터 조달할 것을 의무화한 규정이다. 이 요건을 적용하는 방식에는 여러 가지가 있다. 예를 들어, 전체 부품 또는 전체 비용의 일정 비율을 국내 업체로 총당할 것을 요구하는 등의 방식이다. 그 외의 다른 전략으로 국산 부품화를 의무화하는 대신에 유인책을 제공하는 방식, 상이한 절차적 제도를 적용하는 방식 혹은 모든 의무를 일괄적으로 폐지하는 방식을 적용할 수도 있다. LCR의 이점은 국내 고용 창출을 촉진하는 동시에 해상

풍력 산업의 지속가능한 성장을 뒷받침하는 건실한 국내 제조 기반을 구축할 목적으로 국내 산업 클러스터의 발전과 기술 이전을 확대할 수 있다는 점이다. 그뿐만 아니라, LCR은 글로벌 시장에 파급력을 미칠 수 있는 대외 충격에 대한 국내 공급망의 노출을 줄일 수 있다.

반면에, LCR은 시장 경쟁과 효율을 저해할 수 있으며 가격 경쟁력을 갖춘 외산 부품의 시장 진입을 억제하므로 전력 가격 상승을 초래할 위험성이 있다. 이러한 까닭에 사업자가 국내 공급망에 유입되지 못하는 신뢰도

높은 저가의 외산 부품을 활용하지 못할 경우 해상풍력 사업의 경쟁력이 떨어질 수 있다. 득실 관계는 LCR 정책을 적용하는 방식, 시행 강도, 부정적인 영향을 보완할 수 있는 다른 정책의 존재 여부에 의하여 결정된다.

LCR이 본 보고서에 포함된 이유는 이 제도가 해상풍력 산업에 대한 정부 전략으로 빈번하게 활용되기 때문이다. 각국 정부는 LCR을 다양한 방식으로 시행하는 경우가 많으며 한국 역시 이러한 방향으로 시도를 하고 있다. 다만, LCR이 중요성을 갖는 것은 사실이지만 여기에 주된 초점을 맞춰서는 안 된다는 점에 유의할 필요가 있다.

그보다는 비용, 신뢰도, 주민 혜택 등 다양한 측면들에 관련된 요인들을 고려하는 지속가능한 해상풍력 사업 파이프라인을 조성하는 것에 주력하여야 한다. 그럴 경우 해상풍력 부문의 장기적이고 건실한 발전을 보장함으로써 단기적인 국산 부품화를 넘어 산업의 성장과 안정을 확대하는 유리한 환경을 조성할 가능성이 높아진다.

7.1. 국산 부품화 정책은 반드시 다른 정책 목표들과의 관계를 고려하여야 한다

국산 부품화와 국내 공급망 개발은 엄연한 정책 목표가 될 수 있지만 다른 정책 목표들과 동떨어져 존재할 수 없다. 일례로, 정책결정권자는 다음과 같이 다양한 목표를 추구할 수 있다.

- 국내 공급망 개발 유도
- 해상풍력 보급 목표의 신속한 달성 유도
- 최소한의 발전 비용 유도
- 해상풍력 발전의 높은 신뢰도 뒷받침
- 해상풍력 사업의 환경영향 최소화
- 해상풍력 사업의 주민 혜택 극대화

위와 같은 목표들이 일반적이기는 하지만 여기에만 국한되는 것은 아니며 다른 목표들도 얼마든지 추가될 수 있다.

이러한 목표들은 어느 한 가지 목표를 우선시할 경우 다른 목표들이 뒤로 밀리게 된다는 점에서 따로 떼어놓고 생각할 수 없으며 이러한 시각은 LCR 관점에서 볼 때 더욱 중요성을 갖는다.

LCR의 경우 이러한 상치 관계가 어떤 식으로 구체화될 수 있는지에 관한 설명이 표 18에 제시되어 있다.

표 18: 국산부품사용요건과 다른 정책 목표들 간의 상치 관계

| 다른 정책 목표 | 국산부품사용요건과의 잠재적인 상치 관계 |
|---------------------------------------|---|
| 용량 보급 목표를 달성하기 위하여 해상풍력의 신속한 보급을 유도한다 | 국내 제조 시설이 건설되고 신규 공급업체가 등장할 때까지 기다릴 경우 보급 속도가 늦어진다. 사업자의 공급업체 선택 범위를 제한할 경우 공급망 병목 현상이 심화되고 보급이 늦어진다. |
| 최소한의 비용으로 해상풍력 발전을 유도한다 | 국내와 해외 공급업체 간의 경쟁과 업체 선택 범위를 제한할 경우 사업 비용이 증가할 가능성이 있다. |
| 해상풍력 발전의 높은 신뢰도를 뒷받침한다. | 국내 공급업체가 해외 공급업체에 비하여 경험치가 낮거나 품질 수준이 낮을 경우 신뢰도에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. |
| 해상풍력 사업이 환경에 미치는 영향을 최소화한다 | 국내 공급업체가 해외 공급업체보다 경험치가 낮거나 해외 공급업체와 대등한 친환경적 부품 제품군을 구비하지 못한 경우 환경에 영향을 미칠 수 있다. 국내 공급 비용이 높은 경우 사업자는 프로젝트의 사업성을 맞추기 위하여 어쩔 수 없이 다른 부분에서 비용을 절감할 가능성이 있으며 그로 인하여 환경적·사회적 기대효과에 영향을 미칠 수 있다. |
| 해상풍력 사업이 주민에게 제공하는 혜택을 극대화한다 | 국내 공급 비용이 높은 경우 사업자는 프로젝트의 사업성을 맞추기 위하여 어쩔 수 없이 다른 부분에서 비용을 절감할 가능성이 있으며 그로 인하여 환경적·사회적 기대효과에 영향을 미칠 수 있다. |

국산부품사용요건의 시행을 검토하는 경우 다른 정책 목표들에 미치는 파급효과를 고려하는 것이 중요하다.

그러한 파급효과를 충분히 고려하지 않았던 다른 나라들의 사례로부터 유익한 교훈을 얻을 수 있다.

7.2. 엄격한 국산 부품화 정책은 해상풍력 산업의 성장을 저해할 가능성이 있으므로 신중한 접근이 필요하다

거의 모든 국가가 해상풍력 개발을 통하여 경제적 기대 효과를 증대하고 고용을 창출하며 국내 제조 역량을 활용하는 것을 핵심 목표로 추구한다. 각국은 자국의 국내 역량과 노하우를 최대한 구축하고 활용하는 경향이 있다. 이 목표를 달성하기 위하여 정책에 의하여 국산 부품화 비율을 일정한 수준으로 의무화하는 경우가 많다. 하지만 그러한 제도는 엇갈린 결과를 낳고 있으며 프로젝트 비용, 일정, 시장 유인에 부정적인 영향을 미치는 것을 방지하기 위해서는 제도를 면밀하게 설계할 필요가 있다.

영국, 프랑스, 일본, 대만의 경우 이러한 정책이 어떤 식으로 변천하여 왔는지에 관한 사례연구가 Appendix 3에 수록되어 있다. 각국의 정책은 저마다 실효성에 차

이가 있었으며 한국은 이를 통해 교훈을 얻을 수 있다. 보급의 관점에서 본다면 4개국 중 가장 높은 설치 용량을 달성한 영국의 정책이 지금까지 가장 성공적이었음이 분명하다. 영국은 안정적인 개발 파이프라인을 확보하는 것을 목표로 비용 절감에 우선순위를 부여함으로써 해상풍력 용량의 확대와 더불어 공급망의 성숙을 도모하는 동시에 궁극적으로 국산 부품화 비율을 50%까지 높였다. 또한, 이를 바탕으로 영국은 한동안 역대 최저 가격을 갖춘 세계 최대 해상풍력 시장으로 자리잡을 수 있었다. 반면에, 프랑스의 사례는 엄격한 LCR을 통하여 주요 부품을 국내 제조 시설에서 조달할 것을 요구할 경우 시간과 비용이 크게 증가하여 해상풍력 시장의 발전을 더디게 만들 가능성이 있다는 사실을 보여준다.

7.3. 해상풍력 관련 균형잡힌 LCR제도: 효과적인 시행을 위한 권고안

프로젝트의 관점에서 본다면, 사업자는 가격, 납기, 품질 등 공급업체의 시장 경쟁력을 근거로 업체를 선정하기를 원한다. 물류의 관점에서 본다면, 국내 공급업체를 선정할 경우 납기와 운송비가 감소할 가능성이 높으므로 국내 공급업체의 경쟁력에 유리하게 작용한다. 만약 정부가 해상풍력 사업에 대한 국내 공급업체의 참여 비중을 높이는 것이 목적이라면 공급업체 경쟁력을 강화하는 정책을 우선적으로 수립하여야 한다. 구체적으로, 그러한 정책은 국내 공급업체를 대상으로 다음과 같은 활동을 지원하여야 한다.

- i 최대한 낮은 가격으로 부품을 납품한다.
- ii 사업자가 요구하는 촉박한 부품 제조 및 인도 기한을 준수한다.
- iii 사업자의 요구에 맞춰 생산 규모를 증설할 수 있는 능력을 개발한다.
- iv 혁신적인 기술 해법을 개발하고 제공한다.

시작 단계에서부터 LCR을 시행하는 정책을 도입하는 경우에는 탄소 발자국과 환경 영향을 억제하는 가운데 국내 공급망 성장 지원, 주민 혜택 확대, 원가 경쟁력 관리, 부품의 신뢰도와 신속한 보급을 균형적으로 추구하는 것을 보장하는 방안을 고려하여야 한다. 적절한 LCR 정책을 개발하기 위한 권고안은 다음과 같다.

1. 상호보완적인 재정 장치: LCR 정책은 경험이 적은 중소 업체의 시장 진입을 가능하게 만드는 경우가 많다. 국내 공급망의 성장을 뒷받침하기 위해서는 이러한 업체들의 진입이 중요하지만 성숙 단계에 들어서고 규모의 경제를 달성하기 전까지는 원가 경쟁력을 확보하지 못할 가능성이 높다. 따라서 초기에 관리하지 못할 경우 높은 원가가 사업자와 최종 소비자에게 전가된다. 이 위험을 방지하기 위해서는 LCR 정책을 시행하는 정부가 예상되는 원가 부담을 줄이기 위하여 해상풍력 가치사슬에 속한 업체들을 대상으로 양허성 금융 지원책을 제공하여야 한다.

2. CAPEX 할당 요건 및 처벌 제도의 폐지: LCR 규정은 사업자가 해상풍력 발전단지 개발에 소요되는 CAPEX 중 (과도한 수준인 경우가 많은) 일정한 부분을 국산 부품에 할당할 것을 요구하고 미이행 시에는 처벌하는 경우가 많다. 이러한 규정으로 인하여 사업자가 어쩔 수 없이 원가 경쟁력이 높지 않거나 시장 수요를 충족시킬 수 있는 능력이 결여된 국내 업체로부터 부품을 조달함으로써 사업이 상당 기간 지연될 위험을 초래하는 경우가 많다. 그러므로 국산 부품 최소 사용률을 규정하는 요건은 지양하여야 하며 그 대신에 국내 업체들과 협력하고 프로젝트 요구에 가장 적합한 국내 제작 장비를 발굴하는 방안에 관한 사업자의 계획을 검토하여 사업자를 평가할 수 있다.

3. 광범위한 유인책: 국내 중소 부품 제조업체의 성장을 지원하는 세액 감면 제도, 연구개발을 위한 공적 자금 지원, 국내 노동력의 역량을 계발하는 훈련 과정 등의 유인책을 적용하는 것이 가능한 경우 공급망에서 국산 부품의 유기적 성장에 우선순위를 부여하여야 한다. 이러한 유인책이 부재하는 경우에는 LCR 정책을 시행하더라도 국내 공급망이 해상풍력 시장의 성장을 온전히 뒷받침할 만한 기반을 갖추지 못할 것이다. 또한, 공

급망의 유기적 성장은 원가 경쟁력을 갖춘 국내 공급망을 이용할 수 있는 가능성을 감안할 때 국내 해상풍력 사업에 대한 해외 사업자의 확신을 유도할 것으로 예상된다.

4. 소멸 규정: LCR은 영구적인 정책이 될 수 없으며 해상풍력 공급망의 국산화 비율이 일정 수준에 도달할 경우 엄격한 요건을 단계적으로 폐지하는 소멸 규정이 적용되게끔 보장하기 위하여 어느 정도 유연성을 확보하여야 한다. 이러한 사실은 국내외의 업체들이 사전에 계획을 수립할 수 있게끔 보장하고 원가와 공급 능력에 미치는 영향의 측면에서 광범위한 시장 경쟁에 대비할 수 있도록 명확하게 전달하여야 한다.

5. 공급망 계획: 해상풍력 사업자는 입찰 요구사항의 일부로서 공급망과 국산 부품의 중요성에 정량화된 배점을 부여한 공급망 계획을 제출하는 것이 권장된다. 이러한 계획은 국산 부품을 확대하기 위하여 파악하여야 할 국내 공급망의 취약점을 규명하는 도구로 사용될 수 있다. 이 자료는 공급망 전반에 걸쳐 국산 부품을 확대하기 위한 조치를 파악하는 기술 로드맵을 작성하는 근거로 활용될 수 있다.

7.4. 한국의 국산 부품화 전략에 미치는 영향

각국이 해상풍력 부문의 국산부품사용요건에 접근한 방식은 저마다 달랐으며 결과 역시 차이를 보였다. 미성숙 시장이 관련 요건을 충족시킬 만한 역량이 결여된 상태에서 해상풍력의 성장을 저해할 가능성이 있는 엄격한 정책을 시행하는 방식과 유연성을 지나치게 부여한 나머지 국내 공급망 투자를 유도하지 못하고 해외 업체들에 대한 의존도를 높인 방식 사이에서 균형점을 모색하는 경우가 많았다. 한국 역시 한때 LCR 제도를 시행하였다가 폐지하면서 아래에 기술한 것처럼 비슷한 문제를 안고 있다. 따라서 추후에 국산 부품화 전략을 추진하기 위해서는 보다 균형 잡힌 접근방식이 권장된다.

7.4.1. 한국의 국산 부품화 정책 개관

신재생에너지 공급인증서(REC) 가중치 제도

일정 규모(신재생에너지를 제외하고 500MW) 이상의 발전사업자는 신재생에너지 공급의무화 제도(이하 'RPS')에 따라 총 발전량의 일정 비율을 신재생에너지로 공급할 의무가 있다.⁹⁴ RPS 제도하에서 신재생에너지 공급자에게는 공급량에 따라 신재생에너지 공급인증서(이하 'REC')가 발급된다. 발전사업자는 신재생에너지 발전용량을 설치하여 운영하거나 신재생에너지 공급자로부터 REC를 구매하는 방식으로 공급 의무를 이행할 수 있다.

94 The regulation accepts both "new energy" as well as "renewable energy", which includes fuel cell and IGCC which does not necessarily reduce carbon dioxide emission. However, the majority of the RPS obligations are met through PV and wind.

한국 해상풍력 공급망 활성화 방안

신재생에너지 발전량(MWh)은 REC 발급량을 결정하는 유일한 요소가 아니다. RPS 규정은 환경, 기술 개발, 관련 산업 활성화에 기여한 신재생에너지 사업에 더 많은 REC를 발급하는 REC 가중치 제도를 규정하고 있다. 현재 해상풍력의 경우 신재생에너지 발전원 중 가장 높은 2.5 (육상풍력의 경우 2.0)의 기본(최저) 가중치가 적용된다. 해상풍력 가중치는 [연계거리 복합가중치 + 수심 복합가중치 - 기본 가중치] 산식에 의하여 산정한다. 연계거리란 해안선과 해안선에서 가장 근접한 발전기 사이의 직선 거리를 말한다. 하지만 국산 부품

화 비율이 50% 이상인 해상풍력 프로젝트의 경우 RPS 당국이 재량에 의하여 프로젝트 내부망 직선 거리의 50%를 추가로 인정할 수 있으며 이렇게 되면 해당 사업의 REC 가중치가 수월하게 증가한다.

아래 표에서 설명하고 있는 것처럼 국산 부품화 비율 50%는 터빈, 블레이드, 타워, 하부구조물, 내부 송전선 등 5개 구 성품을 기준으로 판정한다. 터빈 부품은 다시 13가지 부품으로 세분된다.

표 19: 부품별 국산 부품화 비율

| 부품 | | 비율(%) |
|----------|-------------|-------|
| 터빈 | | 36.4 |
| 터빈 하위 부품 | 나셀 및 허브 구성품 | 12.2 |
| | 나셀 하우징 | 1.8 |
| | 기어 박스 | 8.2 |
| | 발전기 | 2.4 |
| | 커플링 | 0.6 |
| | 전력 변환 장치 | 3.2 |
| | 변압기 | 2.2 |
| | 주축 | 1.4 |
| | 요 드라이브 | 0.7 |
| | 요 베어링 | 1.3 |
| | 피치 드라이브 | 0.6 |
| | 피치 베어링 | 1.2 |
| | 브레이크 | 0.6 |
| 블레이드 | | 14.3 |
| 타워 | | 12.7 |
| 하부구조물 | | 30.0 |
| 내부송전선 | | 6.6 |
| 합계 | | 100 |

2023년 4월 7일에 RPS 관리 주체인 한국에너지공단 은 규칙을 개정하여 고정가격계약 입찰에 참여하는 풍 력 사업의 경우 국산 부품화 비율에 근거한 연계거리를 인정하지 않겠다고 발표하였다. 한국에너지공단은 2022년 9월부터 풍력 경쟁 입찰 제도가 도입되어 REC 가중치가 불필요해졌으며 국산 부품화 규정이 통상 문 제를 야기할 소지가 있다고 설명하였다.

경쟁 입찰 사업자 선정 기준

발전사업자는 한국에너지공단이 주관하는 경쟁 입찰 절차를 통하여 선정된 신재생에너지 공급자와 고정가 격계약을 체결하여 RPS 제도에 따른 의무를 이행하는 방식을 선택할 수 있다. 사업자 선정 기준은 60%를 입찰 가격에 의하여 정량적으로 평가하고 나머지 40%는 사업내역서 평가에 기초하여 채점한다고 규정하고 있 다. 사업내역서 평가 항목은 주민 수용성(8%), 산업·경 제 효과(16%), 국내 사업 실적(4%), 사업 진행도(4%), 계통 수용성(8%)으로 구성된다.

가장 큰 비중을 차지하는 산업·경제 효과에는 (i) 산업 생태계 기여도(국내 공급망 및 경제), (ii) 혁신 노력, (iii) 국내 투자 및/또는 고용 창출이 포함된다. 평가는 ‘매우 우수’ 16점, ‘양호(8점)’, ‘보통(4점)’, ‘미흡(2점)’, ‘매우 미흡(0점)’ 등 5단계로 실시된다.

2023년 10월 12일자 ‘풍력 고정가격계약 경쟁입찰 공 고’에 따르면 한국에너지공단은 ‘산업·경제 효과’에 대 한 정성 평가를 다음과 같이 설명하고 있다.

- 국내 경제 기여: 입찰 참여 사업자(풍력 발전사업의 SPC 주주 및 협력사(주기기 납품사, 부품사, 하부구조물 제작사, ECP사 등)의 (i) 주기기/하부구조물 제조 및 건설 인프라 및 (ii) 운영 관리 분야 인프라에 대한 투자 실적 및 계획
- 국내 공급망 기여: (i) 발전단지 건설 과정에서 핵심 기자재(로터-나셀 구성품, 타워, 하부구조물, 전력 송전 시스템, 설치 및 건설) 및 (ii) 발전소 운영유지 및 관리 관련 국내 공급망 구축 기여도

7.4.2. 국산 부품화 정책을 위한 제언

안정적인 시장 수요 창출

본 보고서에서 국내 해상풍력 규제 제도, 공급망, 부품 국산화 정책을 분석한 결과에 따르면, 국내에서 해상풍 력 산업을 확대하는 가장 중요한 요인은 정책 목표에 따른 지속적이고 안정적인 시장 수요 창출로 나타났다.

상당수 국내 제조업체는 해상풍력 공급망에 포함되는 각종 부품에 대한 경쟁력을 이미 확보하고 있으며 건설 업체는 해상풍력 설치에 관련된 상당한 역량을 구축하 고 있다. 그럼에도, 과도한 규제 걸림돌과 불확실한 정 책 신호로 인하여 국내 시장 수요가 적고 불안정하기 때문에 필수적인 경험을 축적하거나 기술·장비·시설에 대한 투자를 진행하지 못하고 있다.

이러한 이유에서, 국내 해상풍력 산업을 확대하고 현 시점에서 국산 부품의 경쟁력을 강화할 수 있는 가장 효과적인 방법은 해상풍력 목표에 입각한 명확한 로드 맵을 제시하고 정책 목표를 이행하기 위한 공정하고 효 율적인 장치를 수립하는 것이다.

정부는 생산 원가를 낮추고 시장 경쟁력을 제고하기 위 해서는 반드시 ‘규모의 경제’를 달성하여야 한다는 점 을 이해할 필요가 있으며 해상풍력 시장을 확대하는 것 에 우선순위를 부여하여야 한다. 정부 계획에 따른 해 상풍력 목표는 업계에 커다란 기회를 제공하고 있지만 그와 동시에 시장의 잠재력을 제한하는 많은 걸림돌이 존재한다. 야심적인 목표에도 불구하고, 파이프라인에 속한 사업의 실제 진행도는 규제 걸림돌로 인하여 상당 히 뒤쳐진 상황이며 대부분의 사업들은 여전히 계획 단 계에 머물고 있다. 국내 공급망에 대한 투자와 성장을 촉진하기 위해서는 보관/설치 항만과 계통 연결처럼 인 프라와 관련된 불확실성을 해소할 필요가 있다.

앞서 지적한 것처럼, 국산 부품화 요건이나 유인책으 광범위한 정책 목표와 균형적으로 추진할 경우 국내 해 상풍력 공급망의 성장을 지원하고 가속화할 수 있다.

이러한 맥락에서, 현재 시행 중이거나 과거에 시행된 적이 있는 REC 가중치 제도와 경쟁 입찰 사업자 선정 기준에 대한 제언을 제시하였다. 다만, 국내 생산 유인책은 세제 혜택이나 녹색 금융 등 다양한 형태를 띠 수 있으며 정책 대안으로서 추가적인 검토가 요구된다.

REC 가중치 제도

위에서 설명한 것처럼, 풍력발전 프로젝트가 2022년에 새로 도입된 고정가격계약 입찰에 참여하게 되면서 국산 부품화에 근거한 REC 가중치 제도는 2023년 4월에 사실상 폐지되었다. 이 급작스러운 변경에 국내 풍력발전업계는 즉각적으로 반발하였으며 상당수 국가들이 LCR이 포함된 다양한 조치를 통하여 국내 산업을 적극적으로 보호하고 육성한다고 주장하였다. 일각에서는 정부가 WTO 제소가 없었음에도 불구하고 REC 가중치 제도를 폐지한 것을 비판하면서 이 제도가 미국의 IRA나 EU의 CBAM와 사실상 다를 바가 없다고 주장하였다. KWEIA는 “이 정책 변경으로 인하여 베스타스, GE, 지멘스를 상대로 진행 중이던 국내 투자 유치 협상이 모두 결렬될 위기에 봉착하였다”고 비판하였다.

하지만 REC 가중치 제도는 국내 업체의 핵심 부품 개발을 유인하는 효과를 발휘하지 못한다는 지적을 받아온 것이 사실이다.⁹⁵ 풍력발전의 LCOE 절감은 대형 터빈을 탑재한 풍력 터빈 시스템 개발에 달려 있기 때문에 기술 개발의 가장 중요한 목표는 터빈 시스템이다. 대형 터빈은 발전용량당 터빈 가격을 낮출 뿐만 아니라 같은 규모의 발전단지에서 터빈 대수를 줄일 수 있으므로 터빈 이외의 장비 원가, 계통 연결 비용, 운송비, 설치비 등을 절감할 수 있다.

다만, REC 가중치 산식에서 요구하는 50% 기준은 국산 터빈 시스템을 사용하지 않고도 얼마든지 충족할 수 있다. 타워(국산 부품화 비율 12.7%)와 하부구조물(국산 부품화 비율 30%)을 공급하는 국내 업체들은 기술

과 운송비 측면에서 이미 상당한 경쟁력을 확보하고 있다. 이러한 부품의 경우 사업자는 유인책이 전혀 없어도 국산 부품을 선택할 가능성이 높다. 이 두 부품만으로도 42.7%를 충족할 수 있으므로 국내 시장에서 조달이 가능한 일부 소형 부품을 추가하여 50% 기준을 맞추는 것이 어렵지 않았다.

REC 가중치 제도를 재도입할 경우 터빈 시스템을 포함하여 핵심 부품을 공급하는 국내 산업을 육성함으로써 장기적으로 풍력발전 부문의 LCOE를 낮추는 데 일조할 수 있다. 하지만 그러기 위해서는 유인책이 목표 산업 부문인 터빈 시스템을 포괄할 수 있도록 국산화 비율 기준을 상향하여야 한다. 그에 더하여, 국내 공급망 이용에 따른 초기 프로젝트 비용 상승을 반영하여 적절한 가중치 수준을 재검토하여야 한다.

경쟁 입찰 사업자 선정 평가 기준

평가 기준에서 100점 만점에 16점을 차지하는 ‘산업·경제 효과’는 풍력발전 경쟁 입찰에서 핵심적인 항목을 구성한다. 하지만 이 항목의 세부적인 채점 기준은 모호하며 사업이 높은 점수를 얻기 위한 국산 부품화 비율을 판정하는 기준을 포함하여 입찰자를 위한 투명성이나 가시성이 부족하다.

현행 제도의 투명성과 실효성을 제고하기 위해서는 평가 기준을 개정할 필요가 있다. 국산 부품화의 경우 정성적 평가가 아닌 정량적 평가를 적용하여야 하며 신규 해상풍력 용량의 보급을 지연시키지 않으면서 국내 공급망을 확대할 수 있게끔 평가 기준을 면밀하게 설계하여야 한다. 더 나아가, REC 가중치 제도를 포함하는 국산 부품화 유인책은 국내 공급망 확대를 통한 풍력 발전 확산에 기여하고 비용 절감 효과를 달성하는 것을 전제로 한시적으로만 시행되어야 한다.

95 NEXT Group, How to improve the domestic offshore wind LCR system, 5 Jan 2023. [KOR]

8. 결론 및 권고안

이하에 세부적으로 기술된 본 보고서의 핵심 권고안은 다음과 같다.

1. 인허가 절차 단축
2. 집중적인 공급망 강화
3. 항만 인프라 업그레이드
4. 기술 개발
5. 국내 공급망 경쟁력 확대

국내 해상풍력 시장의 잠재력

주요 기회

한국은 상당한 성장 잠재력을 보유하고 있으며 2030년까지 14.3GW 용량을 달성하는 것을 목표로 삼고 있다. 현재 상업운전을 시작한 해상풍력 용량은 139.8MW로 6개 사업에 분산되어 있으며 확장의 기초를 다지고 있다. 현 파이프라인은 2035년까지 거의 25GW로 성장할 수 있는 잠재력을 보유하고 있으며 이를 달성하고 운영하는 데 요구되는 누적 투자액은 800억 파운드를 상회할 것으로 추산된다. 이처럼 상당한 자본 유입은 국내 공급망에 지대한 기회를 제공한다.

국내 해상풍력 사업들은 국산 부품화 비율이 현저하게 높은 것으로 나타났다. 입수가 가능한 자료에 따르면, 상업운전을 시작한 국내 해상풍력 발전단지에 관여한 공급망 업체의 약 77%가 국내 기업이다. 이러한 업체 현황에서 대부분의 공급망 업체가 개발 및 동의 부문에 주력하고 있다는 사실은 시장이 태동기에 있음을 시사한다. 현재 한국은 타워 공급 분야에서 강점을 보인다. 그에 추가하여, 2차 철강 구조물, 전기 시스템, 송전선 및 변전소 설계, 풍력 터빈 설치선 분야의 기존 역량은 해상풍력 산업의 성장을 뒷받침할 수 있는 확고한 토대를 제공한다.

또한, 국내 해상풍력 부문은 다양한 산업 분야의 고숙련 노동력을 활용할 수 있다. 해상 석유·가스 산업은 높은 관련성을 가지며 엔지니어, 지구과학자, 기술자, 해기사, 잠수부, 선박 승무원 등의 직군에서 전문성을 제공한다. 다만, 국내 해상 석유·가스 부문의 규모가 제한적이라는 사실이 인력 전환을 저해하는 장애물로 작용하고 있다. 조선 산업은 해상풍력과 관련성을 갖는 인력을 제공하는 것은 사실이지만 효과적인 인력 전환을 뒷받침하기 위해서는 훈련과 업스킬에 대한 투자 확대가 요구된다. 건설 산업 역시 에너지나 산업 또는 제조 직군을 중심으로 전환이 가능한 인력을 제공한다. 화석연료 발전소처럼 해상풍력과 직접적인 관련이 없는 산업들도 일자리 감소의 가능성이 증가하고 있으므로 유용한 녹색 고용과 인력 전환을 뒷받침할 수 있을 것으로 판단된다.

국내 해상풍력 산업의 성장은 프로젝트 수명주기 전반에 걸쳐 152,563개의 직접 일자리를 창출할 수 있는 잠재력을 보유하고 있으며 그 중 대부분(약 122,776개)이 최초 6~7년(2023~2030년) 기간에 발생할 것으로 예상된다. 운영 및 유지보수 단계에서 25년 동안 정규직 일자리(최대 4,817개)가 창출될 수 있으며 2058~2060년에는 철거 단계에서 9,361개의 고용이 발생할 것으로 추정된다. 고용 창출 잠재력은 상당하지만 일부 일자리는 해외에서 채워질 가능성이 있으므로 인력 개발 계획의 필요성이 강조된다.

주요 장애물

한국이 국내외 사업자들이 관심을 표명한 매우 건설한 해상풍력 사업 파이프라인을 구축하고 있는 것은 사실이지만 그러한 사업을 실제로 운영되는 해상풍력 발전단지로 구체화시키는 과정에는 분명한 장애물이 존재한다. 복잡한 인허가 절차에서 장애물이 발견되었으며

그에 추가하여 공급망 능력에도 제약이 존재할 가능성이 있다.

한국은 항만 인프라 분야에서 탄탄한 기반을 자랑하며 해상풍력 설치와 운영 및 유지보수 지원 수요에 부응할 수 있다. 국내 항만이 기술적 처리 능력을 보유하고 있는 것은 사실이지만 잠재적인 장애물로 **항만 운영을 최적화하고 LCOE를 최소화하기 위한 인프라 업그레이드 필요성**을 들 수 있다. 항만 수심의 경우 기존 항만 시설보다 깊은 수심을 요구할 가능성이 있는 대형 부유식 하부구조물을 중심으로 중요한 장애물이 존재한다. 따라서 부유식 프로젝트로의 전환에 대비하기 위해서는 심해 항만 업그레이드에 대한 투자가 요구될 것이다.

또 다른 **장애물로** 고용 창출과 지속가능한 성장 잠재력을 극대화하기 위하여 **다른 산업의 인력을 해상풍력 산업으로 효과적으로 전환하는 조치**를 들 수 있다. 산업

이 확대되는 과정에서 고숙련 노동력을 확보하기 위한 인력 계획에 집중할 필요성이 당면 과제로 부상할 것이며 국내 해상풍력이 제공하는 고용 기회를 십분 활용하기 위해서는 재교육 프로그램을 통하여 인력 전환이 가능한 노동력의 개발이 요구된다. 고숙련 노동력에 투자할 경우 블레이드와 나셀을 제조하는 해외 경쟁업체와의 기술력 격차 혹은 저가의 기초 대체 부품을 생산하는 해외 공급업체와의 경쟁 등과 같이 국내 공급업체가 직면한 다른 장애물도 해소할 수 있다.

권고안

2035년까지 최소 25GW 이상의 용량을 구축하고 공급망을 큰 폭으로 확대하려는 의사결정권자는 국내 해상풍력 공급망을 평가하고 해상풍력이 제공하는 다양한 이점을 파악하는 과정에서 이하의 권고안을 고려하여야 한다.

1. 안정적인 건설 파이프라인을 구축하기 위하여 인허가 절차를 단축하고 기존 전기사업허가를 취득한 프로젝트의 적절한 관리를 포함하여 시장의 확실성을 높인다

| | |
|------------------------|--|
| 당면 과제 | <p>현재 한국은 건설한 프로젝트 파이프라인을 보유하고 있다. 이 파이프라인이 확실하고 안정적인 파이프라인으로서 건설에 돌입하면 국내 공급망 기회가 대폭 확대된다. 국내외 공급망이 국내의 필수 인프라와 노동력에 투자할 수 있도록 시장에 확실성을 부여하는 조치가 현 시점에서 국내 해상풍력에 가장 중요하다.</p> <p>본 보고서에서 예측한 보급 파이프라인은 2035년 전까지 60개 이상의 사업이 인허가를 취득하고 설치와 시운전에 들어가는 것으로 가정한다. 현행 인허가 기간을 감안할 때 이는 낙관적인 전망일 가능성이 있으므로 성장을 뒷받침하기 위하여 기간을 단축하는 것에 초점을 맞춰야 한다.</p> <p>더딘 인허가 절차는 이미 집중적인 논의의 대상이 되고 있으며 이 절차를 간소화하기 위한 개정안을 개략적으로 설명하였다. 이러한 개정이 추후의 사업에 적용되는 경우에는 기존의 인허가 절차가 진행 중인 사업을 경과 기간 동안 민감하게 처리하고 지금까지 달성한 진행도가 허비되지 않도록 조처하는 것이 중요하다.</p> |
| 핵심 주체(들) | 대한민국 정부 |
| 요구되는 조치 및 시행 방안 | <ul style="list-style-type: none"> • 향후 간소화된 인허가 절차를 목표로 업계의 의견이 반영된 명확한 개정안을 공개한다. 그러한 개정안은 현재 절차가 진행 중인 프로젝트에 유연하게 적용되어야 한다. • 사업자가 지금까지 달성한 진행도가 허비되지 않게끔 보장하고 절차의 확실성을 제고하기 위하여 기존의 인허가 절차가 진행 중인 프로젝트에 적용되는 경과 규정에 관하여 업계와 협의한다. • 대상 프로젝트에 대한 경과 규정을 정식으로 시행하는 방안을 고려한다. 사업자가 다른 방식을 선택하기를 원할 경우에는 스스로 결정할 수 있도록 선택 사항으로 정할 수도 있다. |
| 추진 일정 | 최대한 조속한 시일 |

2. 국내 및 역내 기회를 활용하기 위한 집중적인 공급망을 강화한다

| | |
|-------------------------------|---|
| <p>당면 과제</p> | <p>본 보고서는 해상풍력 개발과 관련하여 국내 공급망이 활용할 수 있는 확실한 기회를 제시하고 있다. 이 장기적인 기회를 활용하기 위해서는 국내 공급망이 초기 사업을 지원하고 전문성을 구축하는 것이 필수적이다.</p> <p>국내 공급망은 광범위한 아시아권의 해상풍력 개발을 지원할 수 있는 준비를 갖췄으며 현재로서는 역내 경쟁업체들과의 경쟁은 제한적이다. 그럼에도, 역내 경쟁업체들이 자국의 공급망을 확대하는 조치를 추진하고 있는 상황이므로 개발이 지연될 경우 한국이 역내 수출 기회를 놓칠 가능성이 존재한다.</p> |
| <p>핵심 주체(들)</p> | <p>대한민국 정부</p> |
| <p>요구되는 조치 및 시행 방안</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 공급망 계획: 정부는 해상풍력 부문 내에 종합적인 공급망 계획을 포함시키는 방안을 고려할 수 있다. 그러한 계획에 의거하여 공급망과 국산 부품화의 중요성에 정량화된 가점을 배정하여야 한다. 그와 같은 계획은 국내 공급망 내에서 해소할 필요가 있는 구체적인 취약점을 파악하는 귀중한 도구로서의 역할을 수행함으로써 해상풍력 사업의 국산 부품화 비율을 높일 수 있다. • 기술 로드맵: 특정한 기술적 측면을 파악함으로써 국내 해상풍력 공급망의 기존 강점을 활용하고 데이터 분석과 디지털화 등의 분야를 중심으로 그러한 강점을 이용하는 기술 로드맵을 수립한다. • 연구개발: 구조물 대량 제작, 항만 요구사항, 구조물 및 터빈 조립, 기상 조건 제약, 하부구조물-송전선 역학, 중정비, 정박 시스템 점검을 포괄하여 부유식 풍력을 중심으로 연구개발에 상당한 자원을 할애한다. 남해/서남해 항만에서 부유식 풍력 하부구조물을 조립하는 방안에 관한 개발 계획을 추진한다. |
| <p>추진 일정</p> | <p>2~3년</p> |

3. 필수 항만 인프라의 업그레이드를 추진한다

| | |
|-------------------------------|---|
| <p>당면 과제</p> | <p>국내 항만 인프라를 평가한 결과에 따르면, 전국의 항만이 해상풍력에 이용될 수 있는 우수한 잠재력을 보유하고 있는 것으로 나타났다. 다만, 기존 시설의 가용성이 제한적이고, 특히 보관(Staging) 요건 측면에서 장애요인이 존재한다. 항만 인프라의 병목 현상을 예방하기 위해서는 설치 항만 개발을 신속하게 추진할 필요가 있다.</p> |
| <p>핵심 주체(들)</p> | <p>대한민국 정부</p> |
| <p>요구되는 조치 및 시행 방안</p> | <p>정부항만 개발 계획: 정부는 전국의 항만 인프라를 계획하고 개발할 책임이 있다. 현재 해상풍력 기능의 확충은 서남권의 목포에서만 계획되어 있으며 이것만으로는 파이프라인의 요구를 충족하기에 턱없이 부족하다. 정부는 해상풍력 항만 기능을 군산, 울산, 인천으로까지 확장하는 논의를 신속하게 진행하고 항만 인프라가 해상풍력 용량 계획을 소화할 수 있도록 추가로 항만을 개발할 필요가 있다.</p> <p>수년 내에 상당수 사업들이 설치 단계에 진입할 것으로 예상된다는 점에서 즉시 항만 개발 계획에 착수하여야 하며 항만 구축 및 건설 일정을 해상풍력 설치 일정과 일치시켜야 한다</p> |
| <p>추진 일정</p> | <p>1~5년</p> |

4. 기술 개발 계획을 수립하고 해상풍력 사업을 뒷받침하는 업스킬을 실시하여야 한다

| | |
|-------------------------------|--|
| <p>당면 과제</p> | <p>조선과 건설 등 몇몇 국내 주요 산업 부문이 해상풍력에 활용할 수 있는 유사한 직능을 갖춘 노동력을 제공하는 것은 사실이지만 해상풍력 부문의 성장 잠재력을 충족하기에는 해상풍력으로의 전환이 가능한 인력이 부족할 가능성이 있다. 본 보고서에서는 기술 인력 부족 현상이 해상풍력 개발을 심각하게 저해하는 상황을 방지하고 근로자가 적절한 교육과 훈련 과정을 통하여 업스킬을 습득할 수 있는 유리한 환경을 조성하는 방안을 제시하고 있다.</p> |
| <p>핵심 주체(들)</p> | <p>정부, 산업협회, 대학, 해상풍력 사업자</p> |
| <p>요구되는 조치 및 시행 방안</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 업계의 인력 요구를 충족하기 위하여 종합적인 기술 개발 계획을 수립한다. 학계 및 훈련 기관과 협력하여 해상풍력 부문의 구체적인 수요에 부응하는 구상을 공동으로 설계한다. • 시추 및 원격 제어 장비(ROV) 조종 등의 전문 분야를 포함하여 해양 및 해상 기술 분야를 중심으로 훈련에 자금을 지원하고 수습 제도의 도입을 검토한다. 이러한 제도는 해상풍력 산업의 노동력 요구를 충족하는 기술과 지식의 이전을 증진할 수 있다. • 국내에 건설한 해상풍력 산업을 구축하는 데 필수적인 기술 개발 경로를 제시하는 해상풍력을 위한 ‘역량 프레임워크’를 수립한다. 이 프레임워크는 기술 개발 프로그램의 토대 역할을 담당할 것이다. • 에너지 전환과 해상풍력의 성장으로 인하여 정리해고가 일어날 가능성이 있는 고위험 직군을 파악한다. 인력을 해상풍력 부문에 재배치함으로써 보다 원활하고 포용적인 전환을 보장하는 업스킬 구상을 개발한다. • 증가하는 수요를 충족하기 위하여 해상풍력 인접 산업과 교육과정으로부터 전환되는 인력이 부족한 현실을 인식한다. STEM 과목 장려, STEM 분야에 진출하는 여성 인력 확대, 기업과 교육 기관 간의 협력 증진 등 전략적 조치를 이행한다. • 해상풍력 신재생에너지 및 해양 관련 전공 학위를 확대한다. 기업과 구직자를 연결하는 인재 네트워크를 구축한다. |
| <p>추진 일정</p> | <p>최대한 조속한 시일</p> |

5. 국내 공급망 경쟁력을 강화하는 전략적 접근방식을 적용한다

| | |
|-------------------------------|---|
| <p>당면 과제</p> | <p>정부가 과거에 국산 부품화 정책을 시행하다 폐지한 선례가 있다는 점에서 기존의 정책과 추후의 정책을 설계하는 과정에서 경쟁력을 갖춘 국내 공급망 개발의 중요성을 간과할 위험성이 존재한다. 이에 본 보고서는 비용 경쟁력이나 신뢰도 등의 요인을 훼손하지 않으면서도 해상풍력 시장에 보다 나은 서비스를 제공할 수 있도록 국내 공급업체의 역량을 강화하는 정책 방안을 제시한다.</p> |
| <p>핵심 주체(들)</p> | <p>대한민국 정부</p> |
| <p>요구되는 조치 및 시행 방안</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 정부는 해상풍력 경매에 비가격 기준을 적용하는 선제적인 접근방식을 채택하여야 한다. 이러한 기준은 환경적 책임을 이행하는 지속가능한 해상풍력 사업을 확대하는 긍정적인 촉매 기능을 수행할 수 있다. 정부는 환경 영향, 주민 참여, 기술 혁신 등의 기준을 적용함으로써 업계 내에서 모범사례의 도입을 유도할 수 있다. • 비용 절감 능력을 개선하는 것에 초점을 맞춰 공급업체 경쟁력을 강화하고 신속한 납품을 유인하며 수요에 맞춰 생산을 확대할 수 있는 능력을 제고하는 동시에 혁신을 장려하는 정책을 개발한다. • 접근방식의 유연성을 보장한다. 다른 나라들의 경우 엄격한 국산 부품화 요건이 문제를 야기하고 보급을 지연시킨 사례들이 존재한다. 국산 부품화 정책은 사업자가 필요한 경우 광범위한 공급업체를 이용할 수 있도록 유연성을 전제로 면밀하게 검토하고 도입하여야 한다. 이를 위해서는 새로운 정책 방안을 도입하기에 앞서 협의 단계를 거치는 것이 중요하다. • 정부가 국산 부품화 정책을 재검토하는 경우에는 국내 공급업체의 비용 관리를 지원하는 양허성 금융 지원책 등의 보완적 금융 제도를 포함시키고 국산 부품화 요건을 준수하지 않은 공급업체를 처벌하는 조치를 지양하며 국내 공급망의 유기적 성장을 유도하기 위하여 세액 공제, 공적 연구개발비 지원, 훈련 과정 등의 광범위한 유인책을 제공하는 것이 중요하다. 그에 추가하여, 국산 부품화를 유도하는 정책에는 유연성을 보장하는 소멸 규정과 더불어 국산 부품화 수준이 성숙할 경우 엄격한 요건을 단계적으로 폐지하는 명확한 계획이 반드시 포함되어야 한다. |
| <p>추진 일정</p> | <p>2~3년</p> |

위의 권고안은 해상풍력의 장기적인 성공과 국내에 미치는 기대효과를 보장하는 가운데 무한한 잠재력을 활용할 목적으로 정부와 업계 그리고 학계와 관련 인력이 동참하는 협력적 노력의 필요성을 강조하고 있다.