

유럽 주요 국가 해상풍력 입지 선정 과정에서 생태계 영향을 평가하는 제도와 한국에 주는 함의

안승혁* · 소윤미** · 류호재** · 하지훈** · 차영회*** · 윤순진****

Schemes for Assessing Ecosystem Impacts in the Offshore Wind Siting Processes of European Countries and Implications for Korea

Seunghyeok Ahn*, Yoonmie Soh**, Hojae Ryu**, Jihun Ha**, Younghoi Cha***
and Sun-Jin Yun****

Key Words : Offshore wind (해상풍력), Siting process (입지 선정), Strategic environmental assessment (전략환경평가), Appropriate assessment (적절성평가) Ecological impacts (생태계 영향)

ABSTRACT

This study examines how ecological impacts are addressed in the siting processes of European countries that are international leaders in offshore wind energy, and draws implications for Korea. The United Kingdom, Germany, the Netherlands, and Denmark are the countries with the most offshore wind installations after China. These European countries conduct strategic environmental assessments (SEAs) and appropriate assessments (AAs) at both the overall site planning stage and the individual site decision stage to evaluate ecological impacts from offshore wind power. In the UK, the SEA and AA for offshore wind are conducted separately at different stages of the siting process. Germany has three siting stages, and the Netherlands and Denmark have two siting stages, each of which includes both an SEA and an AA. Compared to the SEA, which assesses overall ecological impacts, the AA is limited to impacts on Natura 2000 sites, a network of protected areas for species and habitats. The ecological impacts of offshore wind are examined for birds, bats, marine mammals, fish, and benthic organisms.

1. 서론

* 서울대학교 환경대학원 연구교수
** 서울대학교 환경대학원 박사수료
*** 서울대학교 환경대학원 석사과정
**** 서울대학교 환경대학원 교수 (교신저자)

E-mail : ecodemo@snu.ac.kr

DOI : <https://www.doi.org/10.33519/kwea.2024.15.3.001>

Received : January 28, 2024, Revised : June 28, 2024

Accepted : July 05, 2024

기후위기가 점점 심각해지고 러시아-우크라이나 전쟁을 계기로 에너지 안보가 한층 더 강조되면서 세계적으로 재생에너지 이용이 빠르게 늘고 있다. 그 가운데서도 최근 들어서는 단위 발전량 당 이산화탄소 배출량이 현저하게 낮은데다 대규모 입지가 가능한 해상풍력이 주목받고 있다. 2022년 전 세계 해상풍력 설치

량은 63GW였는데, 2030년까지 500GW가 설치될 전망이다[1]. 하지만 해상풍력 입지에는 고려해야 할 여러 요소들이 존재한다. 해상풍력이 입지할 때 해양생태계를 포함해서 주변 생태계에 미치는 영향은 없는지와 함께 이미 바다를 이용하고 있던 어민들에게 미치는 영향은 없는지에 대해 면밀히 살필 필요가 있다. 이러한 문제로 인해 해상풍력 단지 건설을 위한 허가 과정이 오래 걸린다는 점이 해상풍력 확대에 상당한 장애물로 작용하고 있다[1].

전 지구적인 기후 목표에 맞추어 해상풍력 입지가 확보되기 위해서는, 해상풍력 추진 과정을 보다 효율적으로 만들 필요가 있다. 중국을 제외하고 해상풍력 설치 상위국들인 영국, 독일, 네덜란드, 덴마크는 윈스탑숍(One-Stop-Shop)으로 단일 정부기관이 해상풍력 추진 과정을 전담하여 불확실성을 줄이고 합의 시간을 단축시킴으로써 해상풍력이 크게 확대되었다[2-3]. 이들 국가는 공통적으로 국가 전체 해상풍력 입지 계획을 수립하고, 사업자들을 대상으로 경매 입찰을 실시하기 위한 개별 입지 결정을 정부가 담당하고 있다. 영국은 「에너지법 2023(Energy Act 2023)」, 독일은 「해상풍력개발촉진법(Law for the development and promotion of wind energy at sea)」, 네덜란드는 「해상풍력에너지법(Offshore Wind Energy Act)」, 덴마크는 「재생에너지촉진법(Act on Promotion of Renewable Energy)」에 따라 입지 선정이 이루어진다. 그리고 이들 유럽 국가들은 입지를 선정하는 과정에서 EU의 「전략환경평가 지침(2001/42/EC)」에 따른 국가별 관련 법률에 의거하여 전략환경평가(Strategic Environmental Assessment, SEA)를, EU의 「서식지 지침(92/43/EEC)」에 따른 국가별 관련 법률에 의거하여 적절성평가(Appropriate Assessment, AA)를 실시하고 있다. 전략환경평가와 적절성평가는 해상풍력 입지 선정 과정에서 생태계 영향을 최소화하기 위한 중요한 절차이다. 전략환경평가는 환경 전반에 미칠 영향에 대한 평가이고 적절성평가는 종과 서식지에 초점을 맞춘 평가이다. 운영 중인 해상풍력 발전단지가 점차 증가하고 이에 따른 경험적 증거가 축적됨에 따라 해상풍력이 해양 생태계와 생물다양성에 미치는 영향에 대한 연구도 증가하고 있다. 해상풍력이 환경에 미치는 영향은 주로 생물 종과 서식지 보호에 초점을 맞추고 있는데, 해양포유류 및 조류에 관한 연구들이 주로 이루어지고 있다. 대체로 건설 단계에서는 부정적 영향이 나타나고, 운영 단계에서는 현지 환경 조건과 관련 여건에

따라 부정적인 영향과 긍정적인 영향이 모두 발생하는 경향이 있다. 부정적인 영향은 특히 조류, 해양포유류, 생태계 구조와 관련된 사항들이 확인되고, 긍정적인 영향은 주로 어류 및 무척추동물 관련하여 확인되는 편이다[4]. 국내에서는 해상풍력발전이 아직 초기 단계이므로 데이터를 활용하여 영향을 규명한 실증연구가 부족하다.

최근 한국 정부는 정부 주도로 해상풍력 입지를 선정하는 방향으로 제도를 수립하는 과정에 있다. 입지 선정 과정에서 해상풍력으로 인해 발생할 수 있는 생태계 영향을 정부가 평가하는 해외 주요 국가들의 제도적 장치에 대한 분석을 통해 한국의 해상풍력 정책 수립과 영향평가 기준 정립에 도움을 줄 수 있을 것이다. 이 연구에서는 해상풍력을 선도하고 있는 유럽 국가들의 해상풍력 입지 선정과정에서 전략환경평가와 적절성평가가 생태계 영향을 어떻게 평가하는지를 검토하고자 한다. 이를 통해 우리의 해상풍력 입지 선정 과정에서 생태계 영향의 관리 방향에 대한 시사점을 도출하고자 한다.

2. 해상풍력 입지 선정과 영향평가 관련 선행연구

해상풍력 입지 선정 과정에 관한 연구는 아직 많이 이루어지지 않았고, 최근에서야 조금씩 증가하고 있다. Vasconcelos et al.(2022)은 영국, 독일, 덴마크, 대만을 대상으로 입지 선정부터 경매 이후 인허가까지 환경 관련 승인 절차를 문헌 검토와 면접 조사를 통해 비교·분석하고 정책적 함의를 도출하였다[5]. 특히 인허가 기관, 풍력단지 크기에 따른 인허가 차이, 환경 인허가 유형, 환경평가 요건과 필요 연구, 법과 규범적 수단과 같은 기준을 설정하여 국가간 제도의 유사점과 차이점을 살펴보았다. 영국, 독일, 덴마크는 해양공간계획에서 해상풍력 개발 입지를 선정할 때 전략환경평가를 실시하고, 공공 협의 절차를 마련하고 있음을 확인하였다. 그리고 영국은 서식지규제평가, 독일은 보호지역 자연보존평가를 실시하는 것으로 차이점을 도출하였다. Vasconcelos et al.(2022)의 연구는 처음으로 해상풍력 추진 과정에서 환경평가 절차를 종합적으로 검토한 연구라는 점에서 의의가 있으나, 국가별로 절차를 간략하게 기술하고 있다는 한계가 있다. Yim et al.(2021)은 네덜란드와 일본의 해상풍력 입지 선정 절차를 해상공간계획 수립이나 촉진구역 지정부터 사업자 선정까지 매우 상세하게 비교 분석하고, 이해관계

자 의견 수립 절차를 설명하였으나, 생태계 영향을 평가하는 제도에 대해서는 전혀 다루지 않았다[6]. Kim and Yoon(2022)은 덴마크, 독일, 영국, 일본의 계획 입지 지정단계부터 사업자 지정 단계와 사업지구 지정 단계까지의 주요 평가 요소를 분석하면서 환경 영향 검토에 관한 사항은 사업지구 지정단계에서 매우 간략하게 다루고 있고, 사업자 지정 이전 입지 계획 과정의 영향평가에 대한 설명은 거의 없다[7]. Kim et al.(2022)은 영국, 일본, 네덜란드, 독일의 입지 관련 제도를 살펴보았는데, 영국은 입찰 이후 승인 과정에서 심사 요소와 이익 공유 모델, 일본은 촉진구역 설정과 이해관계자 협의, 네덜란드는 해양공간계획에서 해상풍력 입지 기준, 독일은 연방정부가 아닌 주정부에서 입지를 선정하는 것으로 설명하였다[8]. 입지 제도를 체계적으로 검토하지 않았고, 영향평가 절차에 대한 설명이 부재하며, 독일에서 주정부가 해상풍력 입지를 선정한다는 것은 「해상풍력개발촉진법」 제정(2017) 이전 정보에 기반한 것으로 법 개정 내용을 반영하지 않고 있다. Im et al.(2023)은 영국과 덴마크의 해상풍력 허가 및 환경평가제도를 검토하였다[9]. 영국에 대해서는 입지 선정 이후 경매 낙찰을 받은 사업자들의 인허가 과정에서 이루어지는 이해관계자 의견 수립 절차를 간략하게 살펴보고, 덴마크는 경매 이후 환경영향평가와 함께 계획입지 단계의 전략환경평가를 공개 협의 절차에 초점을 맞추어 기술하였다. 그러나 주민 참여 절차가 있다는 것 이외에 전략환경평가와 환경영향평가 제도의 특징에 대해서는 충분히 다루고 있지 않다. Ahn et al.(2023)은 독일, 네덜란드, 일본의 입지 선정 과정과 이해관계자 협의 절차를 상세히 분석하고, 전략환경평가 제도에 대해서도 다루고 있다[10]. 독일과 네덜란드의 경우 경매 입찰로 사업자를 결정하기 이전 정부의 계획 입지 수립 단계 및 개별 입지 결정 단계마다 전략환경평가 혹은 환경영향평가가 이루어지고, 일본은 입지 선정 과정에서 전략환경평가를 하지 않음을 설명하였다. 그러나 독일, 네덜란드, 일본의 전략환경평가에서 어떤 요소들을 어떤 기준으로 평가하는지, 생태계 영향을 어떻게 평가하는지 등에 대한 검토는 이루어지지 않았다.

3. 연구방법

해상풍력 입지 선정 과정에서 생태계 영향이 어떻게 평가되고 있고, 국내 해상풍력 촉진 및 제도 개선

을 위해 필요한 부분이 무엇인지 검토하기 위해 해상풍력의 대규모 확대에 성공한 주요 국가들의 관련 제도 운영 현황에 대한 사례 연구를 수행하고, 문헌 검토를 통해 유사점과 차이점을 비교·분석하였다. 각국에서 수행된 해상풍력 관련 전략환경평가서와 적절성평가서 및 웹사이트 등에서 정보를 수집하여 입지 선정 및 생태계 영향을 평가하는 절차와 주요 제도적 특징을 확인했다.

영향평가 제도는 계획이나 사업이 자연환경과 인간의 웰빙에 미치는 영향을 분석하기 위해 개발되었다. 전략환경평가는 계획이 수립되기 전에 계획의 환경적 영향에 대한 정보를 의사결정권자에게 제공하기 위해 계획 과정에 통합되는 영향평가 도구이다. 그러나 전략환경평가는 생물다양성의 가치와 중요성에 대해서는 상대적으로 관심이 부족한 측면이 있다[11]. 유럽연합은 가치 있는 생물다양성을 보호하기 위한 목적으로 계획이나 사업이 중요 서식지와 종에 미치는 영향을 평가하는 적절성평가 제도를 운영하고 있다.

이 연구에서는 해상풍력 입지 선정 과정에서 생태계 영향을 평가하기 위해 전략환경평가와 적절성평가가 어떻게 계획 과정에 통합되어 운영되는지 국가별 사례를 검토하고 종합적으로 비교·분석하였다. 각 국가별 사례 분석틀은 Table 1과 같다.

우선 국가별로 해양공간계획이나 이에 준하는 입지 계획 수립 과정이 어떠한 법률 근거에 따라 어느 기관이 주관하고 이해관계자 협의회가 어떻게 이루어지는지, 그리고 이 과정에서 전략환경평가와 적절성평가는 어

Table 1 Analytical frames

Category	Analysis items
Basis and authority	Legal basis
	Competent authority
Assessment process	Integration with overall site planning
	Integration with individual site decisions
	Stakeholder consultation
Assessment items and methods	Strategic environmental assessment items and methodology
	Appropriateness assessment items and methodology

떤 항목에 대해 어떤 기준으로 평가되는지 실제 평가서 내용을 바탕으로 정리하였다. 또한 이렇게 수립된 해상풍력 계획 입지들 가운데 업체들이 실제 사업을 진행할 경매 대상이 되는 개별 입지를 정부가 결정하는 단계에서 이루어지는 전략환경평가와 적절성평가의 특징도 조사하였다. 개별 입지에 대한 경매 이후 사업자들이 인허가를 받는 과정에서 이루어지는 환경영향평가는 입지 선정이 종료된 이후의 절차로 간주하여 이 연구에서는 제외했다.

사례 연구 대상 국가는 세계적으로 해상풍력을 가장 많이 설치한 국가로 중앙 정부에서 입지를 선정하고 이 과정에서 해양 생태계 영향을 검토하기 위해 전략환경평가와 적절성평가 제도를 운영하는 영국, 독일, 네덜란드, 덴마크로 설정하였다. 4개 국가는 공통적으로 유럽 차원의 제도적 틀이 적용되는 가운데, 국가별 행정 시스템의 차이를 반영하여 조금씩 다른 방식으로 해상풍력에 대한 생태계 영향을 평가하는 제도를 운영하고 있다. 중앙정부가 주도하여 해상풍력 입지를 선정하고, 정부가 선정한 입지에 대해 경매를 통해 사업자를 정하는 절차는 유사하지만 전략환경평거나 적절성평가를 실시하는 단계와 방법은 상이하다. 해상풍력 입지 선정 과정에서 이루어지는 생태계 영향을 평가하는 제도의 특징을 비교·분석하고, 이를 바탕으로 한국에 적용될 수 있는 제도적 개선 방안을 제시하였다.

4. 생태계 영향을 평가하는 제도 국가별 특징

4.1 유럽 개관

EU의 「전략환경평가 지침」에 따라 EU 회원국은 계획이나 프로그램을 평가할 때 반드시 전략환경평가를 실시한다. 계획과 프로그램의 지속가능한 발전을 촉진하고 높은 수준의 환경 보호를 달성하기 위해서인데, 현황·영향·저감방안 관련 정보와 대안 검토를 포함하는 평가서 작성, 공공협외와 참여에 기반한 의사결정을 특징으로 한다. EU를 탈퇴한 영국은 「계획 및 프로그램 환경평가 규제 2004」 법률에 따라 전략환경평가를 실시한다.

나투라 2000은 유럽의 가치 있는 희귀종 및 멸종위기 종과 서식지를 지키기 위한 EU의 보호 지역 네트워크다[12]. 나투라 2000은 엄격한 자연 보호 구역을 포함하지만 모든 인간 활동을 배제하는 체계는 아니다. 나투라 2000 지역은 EU의 「조류 및 서식지 지침」에

근거해서 지정한다. 나투라 2000 지역에 영향을 줄 수 있는 계획이나 사업에 대해 적절성평가를 수행해야 하는데, 전략환경평가와 환경영향평가가 적절성평가를 대체하지는 못한다.

대부분의 해양보호구역은 나투라 2000에 포함된다. 이에 추가해서 국가에서 지정하는 해양보호구역이 있다. 유럽연합의 해양보호구역은 2021년 기준 전체 해양의 12.1%를 차지했는데, 2030년까지 30%로 확대 지정하고 10%는 엄격한 보호를 목표로 한다[13]. 각 국가의 관할해역 중 해양보호구역은 2024년 5월 기준 독일 45%, 네덜란드 27%, 덴마크 20%, 영국 42%가 지정되었다[14]. 유럽에서는 이러한 해양보호구역을 고려하여 해상풍력 전체 입지 계획 단계와 개별 입지 계획 단계에서 생태계 영향을 평가하는데, 각각의 단계에서 전략환경평가와 적절성평가가 시행된다. 다만 구체적인 절차나 내용에 있어서는 국가별로 차이가 있다.

4.2 영국

영국의 잉글랜드와 웨일즈는 「해양연안접근법 2009(Marine and Coastal Access Act 2009)」, 스코틀랜드는 「해양법 2010(Marine Act 2010)」, 북아일랜드는 「해양법 2013(Marine Act 2013)」에 따라 서로 다른 담당 기관이 해양공간계획을 각각 수립한다. 잉글랜드의 경우 동해, 서해 등 구역별로 각각 해양공간계획을 만든다. 이 과정에서 「계획 및 프로그램 환경평가 규제 2004」에 따른 지속가능성평가(Sustainability Appraisal, SA)와 서식지 및 중 보전 규제 2017(Conservation of Habitats and Species Regulation 2017)에 따른 서식지규제평가: 적절성평가(Habitats Regulations Assessment: Appropriate Assessment, HRA: AA)가 이루어진다. 이러한 평가에서 해상풍력 설치 가능 지역이 간략하게 서술되지만, 해상풍력 전체 입지 계획이 검토되는 것은 아니다.

영국에서 해상풍력 전체 입지 계획을 본격적으로 검토하는 절차는 「에너지법 2023」과 「계획 및 프로그램 환경평가 규제 2004」(일명 전략환경평가 규제)에 의거한 해양에너지 전략환경평가(Ocean Energy Strategic Environmental Assessment, OESEA)이며, 가장 최근에는 OESEA 4가 2022년에 마무리되었다[15]. OESEA의 주무부처는 기업에너지산업부(Department for Business, Energy and Industrial Strategy, BEIS)였으나 부처 개편을 통해 2023년 2월부터 에너지안보

탄소중립부(Department for Energy Security and Net Zero, DESNZ)가 담당하고 있다. OESEA 4를 통해 석유와 가스, 해상풍력, 파력과 조력, CCS, 수소 입지 계획에 대한 검토가 이루어지는데, 에너지원별로 포함되는 지역 범위가 다르다. 해상풍력의 경우는 영국의 배타적 경제수역 및 잉글랜드와 웨일즈의 영해만 포함된다.

에너지안보탄소중립부의 해양에너지 전략환경평가 과정에 자문을 제공하는 운영위원회가 구성되며, 여기에는 정부, 산업계, 환경단체가 포함된다. 전략환경평가의 범위와 접근법을 정하기 위한 이해관계자 의견 수렴이 5주 동안 진행된다. 이러한 공공협의 내용은 전략환경평가서 초안에 반영되고, 초안에 대한 10주 동안의 이해관계자 의견 수렴 결과를 바탕으로 전략환경평가서 본안이 작성된다. 영국의 해양에너지 전략환경평가에서 ‘평가’란 잠재적으로 심각한 영향 발생 ‘유무’만을 판단하는 것이다[15]. 즉, 심각한 영향의 크기가 어느 정도인지 정량적이거나 상대적인 수치를 제시하지 않는다. 따라서 평가의 척도는 잠재적으로 심대한 영향이 발생할 가능성이 있으면 엑스(X) 표시를, 없으면 빈칸으로 남겨둔다. 영향 가능성이 불확실한 경우에는 물음표(?)로 표기한다.

생태계 영향을 평가하는 절차와 관련하여 영국의 주요 제도로 나투라 2000 지역에 대한 서식지규제평가가 있다. 영국은 「서식지 및 종 보존(개정) 규제 2019」에 따라 EU 탈퇴와 상관없이, 나투라 2000 지역을 유지하고 있으며, 나투라 2000 지역에 인접하거나 겹치는 경우 계획 단계에 서식지규제평가를 실시해야 한다. 해당 지역 안팎의 개발사업에 따른 생태계 영향을 「서식지 및 종 보존(개정) 규제 2019」에 따른 서식지규제평가를 통해 집중적으로 검토한다. 서식지규제평가는 공공에서 실시하는 계획 단계 서식지규제평가와 사업자가 실시하는 사업 단계 서식지규제평가로 나누어진다. 전자는 전략환경평가 이후 경매 대상 입지들에 대해 왕립토지위원회(The Crown Estate) 주도로 일괄적으로 시행하고, 후자는 개별 입지의 임대계약을 마친 사업자가 환경영향평가와 같은 시기에 수행한다. 해상풍력 서식지규제평가 시기는 최근 약간 변동되었는데 2023년 초 완료된 경매 라운드 4의 경우 경매 과정 중간에 실시했고, 2023년 이후 진행된 라운드 5부터는 경매 이전 개별 입지를 결정하는 단계에 서식지규제평가를 실시하고 있다.

서식지규제평가는 총 4단계로 구성되어 있다. 각각 ‘스크리닝’, ‘적절성평가’, ‘대안 평가’, ‘공익 우선 사유

(Imperative Reasons of Overriding Public Interest, IROPI)에 따른 이행과 보상’이다[16]. 앞선 단계에서 계획·사업 수행에 결격이 없음이 밝혀지면 즉시 서식지규제평가는 종료되며, 결격이 있는 경우에 한해 다음 단계로 이행하게 된다. 스크리닝 결과 중대한 영향이 예상되는 경우, 적절성평가가 이루어진다. 적절성평가는 현재의 해상풍력 계획이 실질적으로 나투라 2000 지역에 미치는 영향을 평가한다. 해상풍력 계획 지역과 겹치거나 인접한 나투라 2000 지역 전체가 평가 대상이 된다[17]. 그리고 적절성평가서 초안에 대한 이해관계자 의견 수렴은 6주 동안 진행된다. 적절성평가서 생태계 영향이 심각한 것으로 예상되는 지역들은 3단계인 대안평가로 넘어간다. 대안평가를 통해 생태계 영향을 저감할 수 있는 방향으로 해상풍력 계획을 수정한다. 터빈 하부구조물의 종류를 변경하거나 송전 케이블 경로를 변경하는 등으로 계획을 수정한다.

이러한 저감 조치에도 불구하고 여전히 제안된 계획이 나투라 2000 지역에 대한 영향이 클 것으로 예상되면 계획을 즉시 폐기하거나 다음 4단계로 이행하게 된다. 이는 실령 제안된 해상풍력 계획의 적절성평가와 저감 조치로 생태계 보호가 어려운 상황이라도 해당 계획을 시행해서 얻는 ‘공익 우선 사유’가 더 크다고 판단되면 계획을 추진하고, 나투라 2000에 대한 피해는 별도의 보상으로 상쇄한다. 여기서 보상이란 해상풍력 외에 기존 인공 구조물 제거, 폐기물 제거, 기존 서식지 개선 등의 활동을 통해 해상풍력으로 야기되는 피해의 크기에 상응하는 이익을 제공하는 것이다.

해양에너지 전략환경평가 과정에서 풍력을 비롯하여 천연가스와 석유, 조력, 파력, 수소 등의 해양에너지 개발사업과 생태계 영향에 관한 광범위한 조사가 이루어진다. 평가 항목은 소음, 서식지 물리적 손상, 에너지 제거(자연 에너지의 전력으로 변환), 생태적 영향, 다른 공간 이용, 경관, 해양 배출, 폐기물, 대기질, 기후요인, 우연한 사고, 부수적 개발, 누적 영향, 대안으로 구성된다. 이 중 해상풍력의 생태계 영향은 주로 소음, 지형 및 서식지의 물리적 손상, 물리적 존재의 생태적 영향에 대해 집중적으로 검토한다. 소음은 해상풍력 발전소의 건설, 운영, 철거 단계에서 발생하는 각종 소음에 따른 영향을 의미한다. 지형 및 서식지의 물리적 손상은 해상풍력의 건설·운영·철거 단계에서 기존 해저 지형 변화 및 토사물 발생과 이동에 의한 서식지 및 개별 종 영향을 의미한다. 물리적 존재의 생태적 영향은 풍력 터빈의 몸체와 케이블이 해상과 해저에

새로운 지형이 됨으로써 발생하는 조류 충돌, 자기장 발생, 인공어초 기능 여부에 관심을 둔다. 해양생태계 관련 평가가 이루어지는 대상은 해양포유류, 거북이, 조류, 박쥐, 어패류, 저서동물, 플랑크톤, 두족류이다.

해상풍력 경매 라운드 4에 대한 서식지규제평가 과정에서 작성된 적절서평가서에서는 서식지 소실·발생, 직접적인 물리적 피해, 간접적인 물리적 피해, 충돌, 물리적 존재 영향, 해저 소음, 해상 소음, 유독물질, 전자기장, 빛, 온도, 부유물질, 침입종 유입에 대한 영향 유무를 각 보호구역별로 파악했다[18]. 평가 대상은 조류, 서식지, 고래와 바다표범, 수달, 어류이며, 보호구역별로 초점을 맞추어 검토하는 생물종에 차이가 있다.

4.3 독일

독일에서는 해상풍력 입지를 선정하기 위하여 해양공간계획, 입지개발계획, 개별 입지 결정 과정을 거치며, 이후 최종 부지가 확정되면 해당 부지에 대한 경매를 통해 사업자를 선정하고 인허가 절차를 거쳐 건설이 이루어진다. 이 과정에서 배타적 경제수역에 위치한 해상풍력단지는 연방수송디지털기반시설부 산하 연방해양수로청(Federal Maritime and Hydrographic Agency, FMHA)이 허가, 운영, 해체, 전략환경평가 등 전반적인 과정을 담당하고, 영해에서 해상풍력이 추진되는 경우는 주정부가 관할한다.

독일은 2005년 「환경영향평가법(Environmental Impact Assessment Act)」 개정을 통해 전략환경평가를 제도적으로 도입한 후 실시해왔다. 동법 제2조 1항에 따라 전략환경평가를 통해 인간, 동물, 식물, 생물다양성, 토지, 토양, 물, 대기, 기후, 경관, 문화유산 등이 보호되어야 하며, 앞서 언급한 보호 자산 간 상호작용도 고려되어야 한다. 「해상풍력개발촉진법」에서는 전략환경영향평가를 통해 체계적이고 질서있는 해상풍력 터빈 및 송전선 설치와 효율적인 전력 생산이 가능한 입지개발계획이 수립되어야 한다고 규정하고 있다. 또한 해상풍력이 생태계에 미치는 영향을 파악하고, 예방하기 위하여 해양공간계획, 입지개발계획, 개별 입지 결정 과정의 총 3차례에 걸쳐 각각에서 전략환경평가와 적절성평가가 이루어진다.

우선, 해양공간계획을 살펴보면 「공간계획법(Spatial Planning Act)」에 따라 12해리까지의 영해는 주정부가 해양공간계획을 수립하고, 연방정부는 배타적 경제수역에서 해양공간계획을 수립한다. 2009년에 독일 북

해와 발트해 상의 배타적 경제수역에 대하여 최초의 해양공간계획이 발표되었는데, 이후 공간 이용에 대한 요구 변화, 해상풍력발전 수요 급증, 국가 간 전력 계통 연계 변화 등의 상황을 반영하여 2021년 9월 새로운 해양공간계획을 발표했다. 「환경영향평가법」과 「연방자연보전법(Federal Nature Conservation Act)」에 따라 해양공간계획에 대한 전략환경평가와 적절성평가가 실시되며, 전략환경평가서 내에 적절성평가 내용이 포함된다. 대부분의 평가는 공공용역을 통해 이루어지며, 각 부문별 전문 조사 업체가 평가 결과와 비용 내역을 연방해양수로청에 제출하면 상환하는 방식으로 진행된다. 해양공간계획에 따라 해상풍력 우선 지역으로 지정되는 경우 다른 용도의 사용이 제한된다. 전략환경평가 범위를 정하기 위한 공청회 및 이해관계자 협의에 기반하여 전략환경평가서 초안이 작성되고 이에 대한 이해관계자 의견 수렴이 6주 동안 진행된다.

독일은 해양공간계획 중 해상풍력 전체 입지에 대해 별도의 입지개발계획을 「해상풍력개발촉진법」에 의거하여 수립한다. 2019년에 최초로 발표된 입지개발계획에는 2026년부터 2030년까지 해상풍력발전 단지와 송전망 시스템에 대한 내용이 포함되었다. 이후 「해상풍력개발촉진법」이 개정되고, 해상풍력을 확대하겠다는 계획이 발표됨에 따라, 2020년(2030년까지 20GW 확대)과 2023년(2030년까지 30GW 확대)에 새로운 입지개발계획을 발표했다.

입지개발계획 수립 과정에서 이루어지는 전략환경평가 수준은 구체적이지 않지만 광범위한 조사 범위에 미칠 영향과 저감 방안, 여러 대안을 검토한다. 전략환경평가서에 포함되는 구체적인 범위와 수준을 결정하기 위해, 지자체, 행정기관, 송전시스템 사업자, 환경단체를 초청하여 공청회를 개최한다. 또한 사전에 일정을 시민들에게 공개하고 웹사이트에 관련 자료들을 공개하여 의견을 수렴한다. 공청회에 기반하여 연방해양수로청은 조사 프레임워크를 결정하고, 입지개발계획 초안과 전략환경평가서 초안을 작성하여 인터넷에 게시하고 1개월에 걸쳐 이해관계자 의견을 수렴하고 공청회도 1회 개최한다. 그리고 이 과정에서 국제 이해관계자들의 의견 수렴을 위해 입지개발계획 초안과 전략환경평가서 초안을 영어, 덴마크어, 스웨덴어, 핀란드어, 네덜란드어로 번역하여 제공한다.

입지개발계획 수립 이후 「해상풍력개발촉진법」에 따라 연방네트워크청(Federal Network Agency, FNA)이 연방해양수로청을 대신하여 경매 대상 개별 입지에

대한 중앙사전입지조사를 수행한다. 개별 입지의 경제 적합성을 결정하기 위해 상세한 조사와 환경 영향에 대한 평가가 이루어진다. 중앙정부에서 중앙사전입지 조사를 실시한 다음, 추후 경제에서 낙찰된 사업자가 그 비용을 변제하는 방식으로 운영된다. 적합성평가서(개별 입지 결정 문서) 및 전략환경평가서 초안에 대한 의견수렴이 1개월 동안 진행되고, 공청회도 1회 개최된다.

해양공간계획 전략환경평가는 인간(특히 보건), 동물, 식물, 생물다양성, 국토, 토양, 물, 공기, 기후 및 토지, 문화유산 항목에 대하여 이루어진다[19]. 나아가 서식지와 보호종에 대한 부정적인 결과를 피하거나 최소화하기 위해 「연방자연보전법」에 따라 적절성평가를 실시한다. 적절성평가를 통해 어류(강철성장어, 트웨이트 사드), 해양포유류(항만 돌고래, 회색물범, 하프물범), 보호 조류종, 철새 종(검은등갈매기, 큰뒷부리제비갈매기, 노랑제비갈매기, 팽이갈매기 등)에 대하여 보호 목표가 있는 나라 2000 지역들을 제시하고, 추가적인 평가를 실시한다. 이 단계에서 이루어지는 적절성평가는 해양공간계획 단계에서 이루어지는 평가이기 때문에 입지개발계획이나 개별 입지 결정과 같이 특정 프로젝트 단위 수준에서의 평가를 대체하지는 않는다[20].

입지개발계획 전략환경평가는 선박 항로 등 독일과 인접한 국가들이나 다른 계획으로 인해 야기될 수 있는 영향을 고려하며, 계통 연계를 위한 해저케이블 위치와 송전 용량도 검토한다[21]. 이 과정에서 풍력 터빈, 플랫폼, 해저케이블 시스템 설치와 운영 과정 전반에 걸친 생태 영향과 누적 영향을 평가하며, 세부 고려사항과 운영 효과도 함께 제시한다. 평가 항목은 해운, 기존에 지정된 해상풍력 입지, 송전선로, 자원 추출, 어업, 해양 연구, 해양 환경 보호, 국방, 다른 이용(항공, 레저), 상호관계, 누적 영향, 월경성 영향 항목으로 구성되고, 이러한 각 항목에 대해 저서생물과 비오톱, 어류, 해양포유류, 철새, 조류 등 해양생태계 영향을 평가한다. 특히 박쥐는 「연방자연보전법」, 「중보호법」, 「박쥐 보전에 관한 협정」에 따라 엄격하게 보호되는 종으로 전략환경평가 대상에 포함된다[21].

입지개발계획 단계에서 이루어지는 적절성평가도 해양공간계획과 마찬가지로 전략환경평가서 내에 포함되어 있다. 적절성평가는 전체 입지개발계획이 「연방자연보전법」과 「해상풍력개발촉진법」 기준을 충족하는지, 중대한 환경 영향이 있는지 여부를 검토한다. 적절성 평가 대상이 되는 종은 어류, 해양포유류, 조류

(제비갈매기, 팽이갈매기, 큰부리도요, 검은목도요 등)가 있다. 이 중에서 해양포유류는 말뚝박기로 인해 발생하는 충격 소음에 민감하기 때문에 소음 저감 및 예방 조치, 말뚝박기 조정 등의 조치 필요 여부를 판단하고, 해양포유류에 미칠 수 있는 중대한 영향을 조사하여 평가하고, 후속 고려사항을 제시한다. 평가 결과, 부정적인 영향이 매우 심각한 경우 ‘대안 없음’이라는 결과도 제시될 수 있다.

개별 입지결정 과정에서의 전략환경평가와 적절성평가는 전체 입지에 대한 평가보다 공간적 범위는 작지만, 가능하면 오랜 기간의 자료를 활용하여 항목별로 심도 있는 평가가 이루어진다. 일례로, 독일 배타적 경제수역 남서쪽에 위치한 N-3.8 입지에 대한 전략환경평가는 2002년부터 18년 동안 해당 지역에서 수행된 조사 결과를 참고하여 저서생물에 미치는 영향을 평가하였다[22]. 해당 단계에서의 전략환경평가 대상은 토양·지반, 물, 비오톱, 저서생물, 어류, 해양포유류, 조류, 박쥐, 생물다양성, 대기, 기후, 경관, 문화유산, 인간(특히 보건)이며, 이외에도 잠재적으로 중대한 환경 영향을 미칠 수 있는 모든 요소들이 포함된다.

나아가 개별 입지에서 계획된 해상풍력발전 사업, 또는 다른 사업과 결합하여 자연보호구역이나 나라 2000 지역에 미치는 영향을 평가하기 위해 적절성평가를 실시한다. 이 단계에서의 적절성평가는 자연보호구역의 보호 목적과 양립성을 중심으로 판단하기 때문에 전략환경평가에 비해 범위가 좁다고 할 수 있다. 또한 「연방자연보전법」에 따라 원칙적으로 자연보호구역 내 인공 시설물이나 구조물 건설이 금지되어 있고, 동법 57조에 따라 지정된 자연보호구역 내에 부지가 입지할 수 없기 때문에 적절성평가 과정에서 최종적으로 검토가 요구된다. 끝으로, 이 단계에서는 서식지 유형 중 암초와 모래톱을 중점으로 보호종(해양포유류, 조류, 기타 종(강청어, 강철성장어, 바다칠성장어 등)이 유리한 보전 상태로 유지되거나, 필요한 경우 복원되어야 한다[22].

4.4 네덜란드

네덜란드의 해양공간계획은 기반시설물관리부(Ministry of Infrastructure and Water Management, MIWM)가 총괄하며, 기존 국가물계획을 대신하여 2022년에 국가물프로그램 2022-2027을 「물법(Water Act)」에 따라 수립했으며, 국가물프로그램에 대한 전

략환경평가는 「환경법(Environment Act)」에 따라 실시했다. 법률상의 명칭은 계획 및 프로그램 환경영향평가인데, 개념적으로 전략환경평가를 의미하고 국제적으로 전략환경평가를 사용하므로 이 논문에서는 전략환경평가로 용어를 통일하였다. 국가물프로그램 전략환경평가서에서 해상풍력은 여러 프로그램 중 하나로 간략하게 평가되는데, 본 평가서와 별도로 해상풍력에 초점을 맞춘 보충 전략환경평가서가 작성되었다. 국가물프로그램 보충 전략환경평가는 해상풍력에 대해서만 실시되었는데, 이는 해상풍력의 중요도를 보여준다.

기반시설물관리부가 총괄하는 국가물프로그램은 6년마다 발표되는데, 네덜란드 전체 해상풍력 지구에 대한 계획을 담고 있다. 국가물프로그램을 총괄하는 기반시설물관리부가 전략환경평가 주관기관이고, 독립자문기구인 네덜란드환경평가위원회(Netherlands Commission for Environmental Assessment, NCEA)가 검토 기관이다. 전략환경평가 절차는 먼저 기반시설물관리부가 평가 범위와 방법을 안내하는 스코핑 문서(평가준비서)를 발간하는 것으로 시작된다[23]. 그리고 스코핑 문서에 대해 1개월 간 진행된 이해관계자 의견 수렴 결과 및 환경평가위원회 권고사항이 전략환경평가서 초안에 반영된다[24]. 전략환경평가서 초안은 건설업체 용역으로 작성되고, 국가물프로그램 초안 및 전략환경평가서 초안에 대한 이해관계자 의견 수렴이 6개월 동안 이루어지며, 이를 바탕으로 전략환경평가서 본안이 작성된다. 전략환경평가와 동시에 「자연보전법(Nature Conservation Act)」 및 「환경법」에 따라 적절성평가도 같이 이루어진다.

해상풍력 개별 입지 결정 과정의 환경영향평가는 「해상풍력에너지법」 및 「환경법」에 따라 이루어지며, 매우 상세한 평가 내용을 포함한다. 이 연구에서는 네덜란드 해안 서쪽 입지 VI - VII에 대한 환경영향평가서를 사례로 살펴보았다. 네덜란드에서는 개별 입지의 경우 환경영향평가란 용어를 사용하고 있지만, 개념적으로 전략환경평가에 해당한다. 경매 이후 사업자가 별도의 환경영향평가를 실시하지 않기 때문에, 입지 선정 단계에서 이루어지는 네덜란드의 환경영향평가는 전략환경평가이면서 동시에 환경영향평가로서의 성격을 가지고 있다.

경제기후정책부(Ministry of Economic Affairs and Climate Policy, MEACP)가 개별 입지 결정을 총괄하며, 경제기후정책부 산하 네덜란드기업청(Netherlands

Enterprise Agency)이 경매 대상 입지 결정을 준비하면서 용역기관을 통해 다양한 입지 조사를 실시하고 환경영향평가서를 작성한다. 환경영향평가 시행령에 따라 20개 이상 터빈으로 구성된 풍력 단지는 의무 평가 대상이다. 중앙정부가 사전에 수행한 입지 조사 및 환경영향평가 비용은 추후 경매에 낙찰된 사업자가 지불하도록 되어 있다[25]. 전체 입지 계획에 대한 전략환경평가와 마찬가지로 개별 입지 결정 과정에서 스코핑 문서, 환경영향평가서 초안, 환경영향평가서 본안이 작성되며, 스코핑 문서와 환경영향평가서 초안에 대해 각각 이해관계자 의견 수렴 절차가 진행된다. 네덜란드 해안 서쪽 입지 VI - VII 환경영향평가서의 경우 스코핑에 대한 이해관계자 의견 수렴은 5주, 초안에 대한 이해관계자 의견 수렴은 6주씩 3차례에 걸쳐 진행된다.

전체 입지 계획 단계의 영향평가 및 개별 입지 결정 단계의 영향평가는 모두 기반시설물관리부가 주관하며, 환경법에 따라 전략환경평가와 적절성평가가 동시에 이루어진다. 그리고 네덜란드에서는 생태 및 누적 영향평가 프레임워크에 기반하여 전략환경평가 및 적절성평가 과정에서 모든 풍력 단지들의 누적 효과를 평가한다. 이 프레임워크에는 항목별 상세한 평가 방법이 기술되어 있고, 비정기적으로 업데이트된다[26].

국가물프로그램 전략환경평가서의 경우 8개 해상풍력 지역에 대해 기후 적응, 물 안전, 담수, 표층수 수질, 지하수, 해운, 자연, 토양, 공간이용, 지속가능성, 월경성 영향을 검토하고, 지역 구성 6개 대안에 대한 평가를 했다[24]. 보충 전략환경평가서는 2030년까지 11GW 목표 달성에 필요한 가장 현실적인 지역 5개에 대해 지역별 영향평가, 지역 통합 평가, 월경성 영향평가, 부족한 정보에 대해 서술하였다[27]. 평가 항목은 CO2 감축, 자연, 어업, 해운, 광업, 국방으로 구성되고, 생태계 영향을 의미하는 자연 항목에서는 조류, 해양포유류, 생태계, 박쥐, 어류 및 저서생물에 대한 영향이 검토되었다.

개별 입지 환경영향평가서의 평가 항목은 전력 생산, 온실가스 감축, 조류와 박쥐, 저서생물과 어류, 나투라 2000 영향, 해운과 안전, 어업, 공간 이용, 지역 경제, 수문 지질학, 경관을 포함한다[28]. 조류와 박쥐에 대해서는 몇 가지 저감 방안을 제시하고 있으나, 저서생물, 어류, 해양포유류에 대해서는 해상풍력발전의 영향이 미미하여 저감 방안을 제시하지 않았다. 그리고 해상풍력의 영향 정도는 전체 입지 전략환경평가

서와 개별 입지 환경영향평가서 동일하게, 매우 부정적(--), 부정적(-), 중립(0), 긍정적(+), 매우 긍정적(++)의 5점 척도로 표시하고 있다.

국가물프로그램 적절성평가는 알락돌고래, 잔점박이 물범, 회색바다표범, 바다오리, 바다쇠오리 등 보호 목표가 있는 나투라 2000 지역들을 제시하고, 수중 소음, 퇴적, 블레이드 충돌, 서식지 상실, 장벽 효과, 난류 및 성층, 전자기장 항목에 대해 영향평가를 수행했다[29]. 영향 없음 혹은 긍정적인 영향만 있음, 피해가 불가피하지만 저감하거나 관리할 수 있음, 피해가 불가피하고 저감 및 대안이 불가능함의 3가지 평가 기준으로 영향을 평가한다. 주요 쟁점별로 영향평가 결과를 모두 주황색으로 표시했는데, 이는 부정적인 영향이 크지는 않으나 배제할 수 없음을 나타낸다. 전체 입지와 개별 입지 적절성평가 모두 건설, 운영, 해체 단계별 영향을 개관하고, 세부활동 별 영향을 서술한다. 쟁점에 따라 관련 있는 나투라 2000 지역을 제시하는 경우도 있고, 일반적인 사항만 설명하는 경우도 있다. 각 쟁점별로 구체적인 저감 기술과 방법을 제시하는데, 전체 입지와 개별 입지 적절성평가 결과를 주황색으로 표시하고 있다. 이는 저감 조치 적용 후 모든 영향을 저감했다는 확신이 없음을 의미한다.

개별 입지의 경우 평가 범위를 좁혀서 조류(털새, 철새)와 해양포유류(돌고래, 물범, 회색바다표범)에 대해 나투라 2000 지역별로 평가했다. 어류나 저서생물은 제외하고 조류 및 해양포유류에 대해서만 평가했는데, 전체 입지 적절성평가에서 광범위한 쟁점을 다룬 것과 달리 충돌, 서식지 상실, 소음 영향만 서술했다. 정량적인 영향을 계산하는 구체적인 방법을 설명하고 있으며, 적절성평가 결과는 개별 입지 환경영향평가 내용과 비슷하다. 개별 입지 환경영향평가와 뚜렷하게 차이를 보이는 부분은 나투라 2000 지역별로 평가 내용을 서술한 것이다. 또한 개별 입지 적절성평가서는 질소의 생태계 중요성을 고려하여 건설 과정에서 발생하는 질소 침적 저감 방안과 영향평가 결과를 제시하고 있다[30].

4.5 덴마크

산업경영재정부 산하 덴마크해양청이 해상풍력 입지계획을 포함하는 해양공간계획(Maritime Spatial Planning, MSP)의 전략환경평가를 담당하고, 기후에너지유틸리티부 산하 덴마크에너지청이 개별 입지에 대

해 전략환경평가를 담당한다. 「해양공간계획법(Maritime Spatial Planning Act)」에 따른 해양공간계획은 2021년 처음 수립되었으며, 재생에너지 개발뿐만 아니라 석유 및 가스 생산, 양식업 개발, 원자재 탐사를 포함한 다양한 목적의 계획을 포함한다. 해상풍력에 대한 전략환경평가 내용은 재생에너지 항목에서 다루어진다.

덴마크 해양공간계획 전략환경평가는 「환경평가법(Environmental Assessment Act)」에 근거하여 이루어진다[31]. 덴마크해양청이 먼저 스코핑 단계를 통해 평가 범위에 대한 관계 기관 및 NGO와 협의를 5주 동안 진행하고, 협의 결과를 바탕으로 평가 범위를 결정하여 용역을 통해 전략환경평가서를 작성하고, 전략환경평가서 초안에 대한 이해관계자 의견을 8주 동안 수렴하며, 최종적으로 전략환경평가서 본안을 승인한다. 그리고 전략환경평가와 동시에 나투라 2000 지역에 대한 계획의 영향을 평가하는 적절성평가를 통해 지정된 지역에서의 활동과 시설이 입지하는 게 타당한지 검토한다[32]. 또한 전략환경평가 및 적절성평가와 별도로 「초국경적 맥락에서의 환경영향평가에 관한 협약」에 따라 해양공간계획의 월경성 환경영향평가를 수행하고, 주변 국가들로부터 의견을 수렴한다.

경매 대상 개별 입지를 결정하는 과정에서 이루어지는 입지 조사와 전략환경평가는 「재생에너지촉진법」과 「환경평가법」에 따라 덴마크에너지청을 대신하여 국영송전망운영사인 에네르기넷(Energinet)이 실시한다. 평가 범위 등에 대한 이해관계자 의견을 수렴하는 스코핑 단계가 5주 동안 진행되고, 이를 바탕으로 전략환경평가서 초안이 작성된다. 이후 초안에 대한 의견 수렴이 8주 동안 진행되고, 이를 바탕으로 전략환경평가서 본안이 작성된다[33]. 해양공간계획과 달리 별도의 적절성평가서와 월경성환경평가서는 작성되지 않는다.

해양공간계획 전략환경평가서의 평가 항목에는 해양 및 연안 조류, 박쥐, 서식지(저서생물), 해양포유류, 어류, 자연보호구역, 경관, 자원소비, 자원 효율성, 휴양 및 기반시설, 문화유산, 기후가 포함된다[31]. 전략환경평가의 기본 방법은 목표 설정 기반 시나리오 접근법으로, 해양공간계획에서 계획한 개발 시나리오와 해양 지역의 환경 목표를 비교하여 잠재적인 환경영향에 대해 평가한다. 해양공간계획에 대한 적절성평가는 EU의 「서식지 지침」에 따라 시행되는데, 해양공간계획의 개발 활동이 나투라 2000 지역에 야기할 중대한 영향 발생 가능 여부를 평가한다[32]. 유사한 과거 사례를

바탕으로 개발 활동의 잠재적 효과와 일반적인 설명이 먼저 제공되며, 평가 지역별로 지정 근거, 종과 서식지 유형 현황, 구체적인 잠재적 영향과 저감 가능성을 제시한다. 조류와 해양포유류를 중심으로 해상풍력 개발로 인한 이동 효과, 장벽 효과, 충돌 위험, 서식지 파괴, 수중 소음 및 교란, 침전물 유출과 같은 영향을 중점적으로 다룬다.

개별 입지 전략환경평가 사례로 덴마크 북해에 위치한 쏘어(Thor) 해상풍력단지 전략환경평가를 살펴 보았다. 전략환경평가는 사업자가 아직 정해지지 않은 단계에서 이루어지기 때문에 해상풍력 단지의 정확한 위치나 설치 패턴, 터빈 유형 등에 관한 구체적인 설명이 포함되어 있지 않으며, 해상풍력 사업으로 인해 예상되는 잠재적 영향에 대해 전반적인 이해를 돕는 수준에서 작성된다[33]. 전략환경평가의 항목과 범위는 덴마크 에너지청이 공청회에서 얻은 의견을 반영하여 결정한다. 평가서에는 평가 항목과 기준, 지표, 평가에 사용된 데이터베이스가 제시되어 있다. 해양 생태계와 관련된 주요 평가 항목으로는 해양 동식물(어류, 저서 생물 등), 해양포유류, 조류, 서식지 지침 부록에 등재된 종, 나투라 2000이 있다. 개별 입지 전략환경평가 과정에서 별도의 적절성평가를 수행하지 않고 평가 항목의 하나로 나투라 2000에 대한 영향을 포함한다.

개별 입지 전략환경평가서의 평가 항목은 크게 사람과 사회, 생물다양성으로 구분된다[33]. 사람과 사회는 해안 경관 및 풍력 터빈, 육지 경관 및 시각적 조건, 해양 고고학, 육지 고고학 및 문화유산, 유형 자산(해양 광물 이익, 수산업, 육지에서 토지 이용, 홍수, 소음 영향, 항해 안전, 비행 안전)을 포함한다. 생물다양성에는 해양 동식물, 해저 동식물, 어류와 저서생물, 해양포유류, 조류, 육지 동식물, 서식지 지침 부속서의 종, 나투라 2000, 해양(수질, 퇴적물, 지표수, 지하수)이 포함된다. 해양 생태계 관련해서는 침전물 유출, 수중 소음 및 진동, 서식지 감소, 충돌 위험, 장벽 효과 등 해상풍력 개발로 인한 잠재적인 영향에 대해 평가한다. 또한 영향의 크기와 수용체의 민감도를 고려하여 영향이 단기적인지 장기적인지, 영구적인지 일시적인지, 긍정적인지 부정적인지를 평가한다. 마지막에는 이러한 영향을 예방할 수 있는 조치나 권장 사항에 대해 제시한다.

4.6 제도 비교

영국, 독일, 네덜란드, 덴마크는 해상풍력 입지 선정 과정에서 생태계 영향을 최소화하기 위해 전략환경평가와 적절성평가를 수행하고 이 과정에서 이해관계자의견수렴을 한다는 점이 공통적이지만, 평가 주관기관, 평가 시기, 평가 방식, 평가 항목 측면에서 차이를 보인다(Fig. 1 참조).

영국은 해양에너지 전략환경평가를 실시하고, 개별 입지를 결정하는 단계에 경매 대상 입지들을 묶어서 서식지구제평가를 수행한다. 영국의 해양공간계획에서는 해상풍력을 간단하게만 언급하고, 별도의 해양에너지 전략환경평가서에서 해상풍력 입지 계획이 검토된다. 반면 독일, 네덜란드, 덴마크는 모두 해양공간계획에서 전체 해상풍력 입지 계획을 검토하고, 해양공간계획에 대한 전략환경평가서 일부가 해상풍력에 대한 내용으로 구성된다. 그리고 독일, 네덜란드, 덴마크에서는 경매 대상 개별 입지를 결정하는 과정에서 전략환경평가와 적절성평가를 수행하는 데 비해, 영국은 개

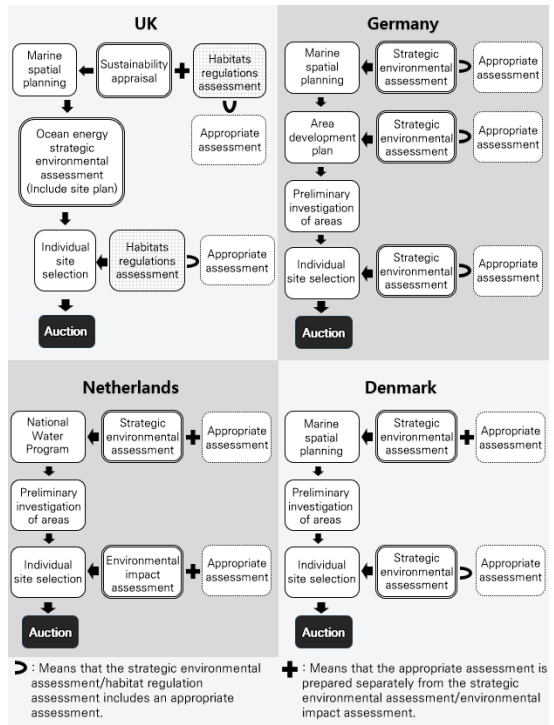


Fig. 1 Strategic environmental assessment and appropriate assessment procedures for offshore wind siting in four countries reviewed

별 입지 결정시 서식지규제평가의 일환으로 적절성평가만 수행한다. 한편 독일의 경우, 해양공간계획과 개별 입지 결정 사이에 전략환경평가 절차가 한 단계 더 존재하는 것이 특징적이다.

영국은 해상풍력 전체 입지를 포함하는 해양에너지 전략환경평가를 에너지안보탄소중립부가 하고, 전략환경평가 이후 왕립토지위원회가 경매 대상 입지들에 대한 서식지규제평가를 통해 필요한 경우 적절성평가를 실시하여 이를 서식지규제평가서에 포함한다. 독일은 해양공간계획, 전체 입지 계획, 개별 입지 결정의 3가지 단계별로 전략환경평가와 적절성평가를 실시하고 전략환경평가서 내에 적절성평가 내용이 포함된다. 네덜란드는 국가물프로그램 계획 단계와 개별 입지 결정 단계에 전략환경평가와 적절성평가를 실시하고 두 평가서를 별도로 작성한다. 덴마크는 해양공간계획 단계와 개별 입지 결정 단계에 전략환경평가와 적절성평가를 실시하며, 전자의 단계에서는 두 평가서를 별도로 작성하고, 후자의 단계에서는 전략환경평가서에 적절성평가 내용이 포함된다. 해상풍력 전체 입지 계획에 대한 평가는 독일에서 연방해양수로청이, 네덜란드에서는 기반시설물관리부가, 덴마크에서는 해양청이 각각 수행한다. 경매를 앞두고 이루어지는 개별 입지별 전략환경평가와 적절성평가의 경우 독일에서는 연방해양수로청이, 네덜란드에서는 기반시설물관리부가, 덴마크에서는 덴마크에너지청이 담당한다.

4개 국가에서 최근 3년(2020-2023) 동안 추가된 해상풍력 규모는 영국 4,545MW, 네덜란드 2,148MW, 덴마크 949MW, 독일 583MW 순이다[2, 34]. 네덜란드가 최근 해상풍력 확대 속도가 빠른 것은 다른 국가들과 달리 경매 이전 개별 입지 결정 단계에서 정부가 환경영향평가를 실시하고, 경매 이후에 사업자가 별도의 환경영향평가를 실시하지 않는 데 기인한다. 영국, 덴마크, 독일은 경매에서 낙찰된 사업자가 환경영향평가를 수행하고 있는데, 네덜란드는 다른 국가들과 다르게 제도를 운영하고 있다. 네덜란드도 「환경법」에 따라 기업 등 사업 추진 기관이 인허가 과정에서 환경영향평가서를 제출하는 것이 일반적인데, 해상풍력에 대해서는 해상풍력에너지법에 따라 효율적인 사업 허가를 위해 경매 이전에 중앙정부가 환경영향평가를 수행한다.

영국이 유럽에서 가장 많은 해상풍력을 설치하는데 성공한 이유에는 사면이 바다라는 지형적 조건과 함께 제도적으로 개별 입지 결정 과정에서 전략환경평

가를 하지 않고 적절성평가도 의무가 아니라 서식지규제평가의 스크리닝 과정에서 중대한 영향이 있는 경우만 수행하도록 하여 절차가 간소화된 측면이 있다. 반면 해상풍력 증장기 목표가 네덜란드보다 약간 더 높은 독일의 해상풍력 확대 속도가 최근 더딘 원인 중 하나는 중앙정부 주도의 입지선정에 초점을 맞춘 「해상풍력개발촉진법」이 2017년 제정된 이후, 정부가 전체 해상풍력 입지 계획을 수립하기 전에 개별적으로 추진되던 사업이 취소되면서 사업자의 소송이 늘어나고 자원 이용 측면에서 지역 주민의 반대가 부정적 영향을 미친 데 기인한다[35].

한편 해상풍력 전략환경평가와 적절성평가에서 생태계 영향 평가 주요 내용에는 조류, 박쥐, 해양포유류, 어류, 저서생물이 포함된다. 하지만 국가별로 평가 접근법에 차이가 있는데 이를 정리하면 Table 2와 같다.

전체 입지 전략환경평가의 경우 네덜란드는 전체 평가 항목 중 자연, 덴마크는 해양동식물 항목에서 생태계 영향을 집중적으로 다룬다. 반면 독일은 해운, 송전선로, 자원 추출, 어업, 해양 연구, 국방 등 각 평가 항목별로 생태계 영향을 검토한다. 영국의 해양에너지 전략환경평가서에서는 소음, 지형과 서식지, 물리적 존재 항목에서 해양 생태계에 미치는 영향을 검토한다. 한편 개별 입지에 대한 전략환경평가에서는 평가 항목이 세분화되어 있다. 독일에서는 비오톱, 저서생물, 어류, 해양포유류, 바닷새 및 텃새, 철새, 박쥐 항목으로, 네덜란드에서는 조류·박쥐·수생물, 어류, 저서 생물, 덴마크에서는 해양동식물, 해양포유류, 조류, 서식지 지침 등재종으로 구분된다.

EU 차원의 생태계 보호 지역인 나투라 2000을 대상으로 이루어지는 적절성평가는 특정 생물종과 서식지에 대해 조류 및 해양포유류를 중심으로 평가가 이루어진다. 전략환경평가서 내에 적절성평가가 포함된 독일의 경우 다른 국가들과 비교하여 상대적으로 평가가 간략하게 이루어진다. 네덜란드는 소음, 충돌, 서식지 상실 등의 영향뿐만 아니라 전자기장, 난류 및 성층 영향을 포함하는 점이 특징적이다. 영국에서는 서식지규제평가의 스크리닝 단계를 통해 중대한 영향이 예상되는 경우에만 적절성평가가 수행되며, 저감 조치로 생태계 보호가 어렵더라도 공익 우선 사유가 크면 입지로 선정될 수 있다.

Table 2 Legal basis and key evaluation factors of SEA and appropriate assessment for offshore wind of overall site plan in four countries reviewed

	UK	Germany	Netherlands	Denmark	
Overall site plan	Plan	Ocean energy strategic environmental assessment	Site development plan	National water program	Maritime spatial planning
	Department	Department for Energy Security and Net Zero	Federal Maritime and Hydrographic Agency	Ministry of Infrastructure and Water Management	Danish Maritime Authority
Strategic environmental assessment	Law	Environmental Assessment of Plans and Programmes Regulations	Environmental Impact Assessment Act	Environmental Act	Environmental Assessment Act
	Key to assessment items	Noise, Physical damage/change to features and habitats, Consequences of energy removal, Physical presence, Landscape/seascape, Marine discharges, Waste, Air quality, Climatic factors, Accidental events	Shipping, Offshore wind energy, Lines, Raw material extraction, Fishing and aquaculture, Marine research, Marine environmental protection, National & allied defence, Other uses, Cumulative impact, Cross-border impacts	Climate adaptation, Water safety, Freshwater, Surface water quality, Groundwater, Maritime shipping, Nature, Soil, Usage functions, Sustainability, Cross-border effects	Marine and coastal birds, Bats, Habitats (benthos), Marine Mammals, Visual effects, Raw material consumption, Resource efficiency, Material goods, Cultural heritage, Climatic factors
	Ecological items	Marine mammals, Turtles, Birds, Bats, Fish and shellfish, Benthos, Plankton, Cephalopods	Benthos and biotopes, Marine mammals, Birds, Bats	Marine mammals, Birds, Bats, Fish, Benthos, Ecosystem	Birds, Bats, Benthos, Marine mammals, Fish
	Law	Conservation of Habitats and Species Regulations	Federal Nature Conservation Act	Nature Conservation Act, Environmental Planning Act	Habitat Directives
Appropriate assessment	Key to assessment items	Habitat, Physical damage, Collision, Physical presence impact, Noise, Toxic contaminants, Electromagnetic field, Light, Temperature, Suspended sediments, Invasive species	Fish, Marine mammals, Birds	Habitat loss, Barrier Effect, Underwater Noise, Sedimentation, Blade collision, Turbulence and stratification, Electromagnetic field impact	Habitat Destruction, Barrier Effect, Underwater Noise and Disturbance, Sediment Discharge, Collision Risk, Marine Mammals, Birds

4.7 한국의 현황과 제도 개선 방안

우리나라는 정부 차원의 체계적인 입지 검토 없이 민간 사업자가 높은 불확실성을 안고 직접 입지를 발굴하고, 이를 위해 주민을 설득하는 과정에서 사회적 갈등을 야기하여 사업 속도가 느리다. 이러한 문제를 해결하기 위해 중앙정부 주도형 계획입지 제도 도입이 제시되고 있다.

중국 다음으로 해상풍력을 많이 설치한 영국, 독일, 네덜란드, 덴마크 사례를 보면 단계별로 단일 중앙정부 기관이 입지 선정 과정을 책임지고 있다. 네덜란드와 덴마크의 경우 전체 해상풍력 입지계획을 포함하는 해양공간계획과 전략환경평가를 해양 관련 부처가, 개별 입지 결정과 전략환경평가는 기후·에너지 관련 부처가 담당한다. 독일에서는 해양공간계획, 해상풍력 전체 입지 계획, 개별 입지 결정 모든 단계의 전략환경평가를 해양 관련 부처가 수행한다. 영국에서는 해양에너지 전략환경평가를 에너지 관련 부처가 주관한다. 한국에서는 해양공간계획과 이에 대한 전략환경평가를 해양수산부가, 개별 입지 결정과 이에 대한 전략환경평가를 산업통상자원부가 담당하는 방향을 고려해 볼 수 있을 것이다.

한국에서는 「환경영향평가법」 및 「해양환경관리법」에 근거해 해상풍력 발전시설 용량에 따라 협의 및 평가제도를 시행하고 있다. 해상풍력 사업 인허가 단계에 100 MW 이상은 환경영향평가, 50 MW 이상 - 100 MW 미만은 해역이용영향평가, 50 MW 미만은 해역이용협의의 하도록 되어 있다[36]. 유럽과 달리 정부가 전체 입지 계획을 수립하고 개별 입지를 결정하는 입지 선정 과정이 없고, 이에 따라 전략환경평가를 실시하지 않고 적절성평가처럼 생태계 및 해양보호구역에 초점을 맞춘 별도의 평가도 실시되지 않는다.

해상풍력발전단지 건설 및 운영으로 인해 발생할 수 있는 환경 영향 및 철새, 해양포유류, 어류, 저서생물 등 해양생태계 영향을 입지 계획 시 적절하게 고려할 수 있는 제도적 장치가 마련되어 있지 않다. 구체적인 입지를 선정하고 발전사업허가를 받은 다음 환경영향평가를 실시하는 과정에서만 자연 환경에 미칠 수 있는 영향이 종합적으로 평가되고 있으며, 해상풍력 입지계획 단계에는 해양생태계에 대한 검토가 부재한 실정이다. 환경영향평가는 입지 조사와 주민 협의 등을 거쳐 이미 사업이 상당 부분 추진된 이후에 이루어지기 때문에, 이 단계에서 심각한 환경 영향이 발견되

어 사업이 취소되는 문제가 발생하면 사업자 입장에서 손실이 크다. 이러한 위험을 최소화하기 위해서는 입지 선정 초기 단계에 환경 영향에 대한 충분한 검토가 이루어져야 한다(Table 3 참고).

중앙정부 주도형 입지계획 방식을 통해 해상풍력을 매우 빠른 속도로 확대하는 데 성공한 영국, 독일, 네덜란드, 덴마크는 모두 입지 선정 과정에서 전략환경평가를 수행하고 있고, 특히 자연보호구역(나투라 2000)으로 지정된 보호종과 서식지 영향에 대해서 추가적으로 적절성평가 제도를 운영하고 있다. 현재 해상풍력 특별법안이 발의되어 중앙정부 주도형 계획입지 제도가 한국에서 논의되고 있는데, 핵심은 국가의 해상풍력 전체 입지를 예비지구로, 경매 대상 개별 입지를 발전지구로 지정하는 것이다. 중앙정부가 주도할 것인지 여부도 중요하지만 해상풍력이 해양생태계에 미칠 수 있는 영향을 입지 계획 수립 단계부터 적절하게 평가하여 대응방안을 마련할 수 있도록 해양공간계획, 예비지구 지정, 발전지구 지정 각 단계에 전략환경평가를 수행할 필요가 있다. 국내 전략환경평가의 생태적 건전성(정책계획) 혹은 생물다양성·서식지 보전(개발기본계획) 평가항목과 평가내용이 유럽의 적절성평가와 상당 부분 겹치는 측면이 있기 때문에 국내에 적절성평가 절차를 별도로 도입할 필요는 없다 하더라도 유럽처럼 해양보호구역별로 영향을 보다 체계적으로 평가할 필요가 있겠다.

입지 선정 이후 인허가 단계에 적용되는 환경부의 해상풍력발전 환경조사·평가 매뉴얼(2021.06) 및 해양수산부의 해상풍력 해역이용영향평가 평가서 작성 가이드라인(2022.12)에 따르면 해양동·식물상으로 식물플랑크톤, 동물플랑크톤, 저서생물, 어류, 해양보호생물을 검토하고, 조류로 텃새와 철새, 법정보호종에 미치는 영향을 평가하도록 되어 있다. 그리고 환경부의 해상풍력발전 환경성 평가 협의 지침(2022.01)에 따르면, 부유사와 퇴적물 이동, 전자기장, 수중 소음, 서식지 파괴가 해양 생물의 서식공간 및 회피이동과 생리적 반응에 미치는 영향을 검토하고, 서식지와 주요 종에 대한 누적 영향을 예측하며 조류에 대해 풍력발전 시설과의 충돌 가능성, 충돌에 따른 조류 사망률 추정, 개체군 및 군집 변화 등의 영향 가능성 등을 제시하고, 다른 해상풍력발전 단지의 누적영향평가를 수행해야 한다. 이러한 평가 항목을 입지 선정 과정의 전략환경평가 단계에도 적용할 필요가 있다.

해상풍력발전 환경성 평가 협의 지침(2022.01)에는

Table 3 Measures to improve Korea's system

Category	Improvements
Planned siting regime	Introduction of a government-led process to develop an overall offshore wind siting plan and determine individual sites for auction and enactment of enabling legislation
Strategic environmental assessment	Strategic environmental assessment for the overall national offshore wind siting plan and strategic environmental assessment for each individual site to be auctioned
Siting and evaluation organization	The Ministry of Oceans and Fisheries is responsible for marine spatial planning and strategic environmental assessment, and the Ministry of Trade, Industry and Energy is responsible for individual site selection and strategic environmental assessment.
Appropriateness assessment	Add marine protected areas to strategic environmental assessment items and conduct systematic evaluation of them
Assessment items	Apply the existing offshore wind assessment guidelines and manuals of the Ministry of Environment to the strategic environmental assessment for siting.
	Assessment of the impact of offshore wind farms on individual nature reserves

자연보호구역에 대해서도 가이드라인이 제시되어 있다. 국제적 보호구역, 습지보호지역, 해양보호구역, 자연공원, 천연보호구역, 국내·외 법정 보호종의 집단번식지는 회피하고, 회피지역 경계선에서 충분한 이격거리를 확보하도록 하였다. 또한 생태계 모니터링이 실시되는 지역, 맹금류 번식지와 생태권역, 물새류와 맹금류의 주요 이동경로, 해양성 조류의 서식지와 주요 이동경로, 철새 이동경로 네트워크 등재지역, 국제적 중요 조류 서식지 기준 부합 물새류 서식지, 생태적 가치가 높은 조간대와 조하대, 해양포유류와 파충류의 서식지 및 이동경로, 인공어초와 바다숲 지역을 입지 신중 검토지역으로 설정하고 있다. 환경영향평가 단계에 자연보호구역 회피 및 입지 신중검토 지역에 대한 평가가 이루어지지만, 유럽의 적절성평가처럼 해상풍력이 개별 자연보호구역에 미치는 영향을 평가하지는 않는다. 따라서 개별 자연보호구역에 미치는 영향을 전략환경평가에서 다루도록 개선될 필요가 있다.

5. 결론

해상풍력으로 인해 발생할 수 있는 생태계 영향을 최소화하기 위해 유럽의 해상풍력 강국들은 입지 선정 과정에서 공통적으로 체계적인 영향평가를 실시한다. 영국, 독일, 네덜란드, 덴마크 모두 전체 해상풍력 공간 계획에 대한 전략환경평가를 실시하고, 이와 별도로 특정 생물종과 서식지에 미치는 영향을 검토하기 위해 적절성평가를 실시하고 있다. 그리고 전략환경평가와 적절성평가에서 생태계 영향으로 조류, 박쥐, 해양포유류, 어류, 저서생물에 대한 평가가 이루어진다. 전략환경평가가 물리적 자연을 포함하는 광범위한 환경 요소를 평가하는 것과 달리, 적절성평가는 생물다양성 측면에서 중요한 생물종과 서식지의 보전에 초점을 맞춘다.

한국에서는 입지 선정 과정에서 전략환경평가를 수행하지 않고 적절성평가 제도가 없기 때문에, 생태계 영향을 해상풍력 계획 단계에서 충분히 고려하기 어렵다. 앞선 유럽 국가 사례처럼 효과적인 해상풍력 확대를 위해 한국에서 정부 주도 입지 선정 과정을 도입한다면 전략환경평가 및 적절성평가에 준하는 제도를 실시하는 것이 생태계에 대한 부정적인 영향을 줄이는데 도움이 될 수 있다.

이 연구에서는 한국에 앞서 해상풍력 발전을 적극 확대하고 있는 서유럽 주요 국가들의 해상풍력 전략환경평가와 적절성평가 제도를 검토하고, 한국과의 차이점과 함께 시사점을 살펴보았다. 유럽의 자연보호구역인 나투라 2000 지역에 대한 영향을 최소화하기 위한 적절성평가 제도를 분석한 국내 연구가 없는 상황에서, 이 연구는 생태계 영향에 초점을 맞추어 해상풍력 전략환경평가 및 적절성평가 제도를 분석한 연구로서 의의가 있다. 환경부의 해상풍력발전 환경성 평가 협의 지침 및 해상풍력발전 환경조사·평가 매뉴얼, 해양수산부의 해상풍력이용영향평가의 평가서 작성 가이드라인은 생태계 영향 조사 방법과 영향 예측 방법을 구체적으로 제시하고 있으나, 입지 선정이 아닌 인·허가 단계에 활용되는 제도라는 점에서 입지 선정 단계의 전략환경평가 및 적절성평가와는 차이가 있다. 한국도 해상풍력 발전을 확대해 나갈 계획을 가지고 있는 만큼 사전예방원칙에 입각하여 생태계 영향을 보다 체계적으로 평가하는 제도와 기준을 수립할 필요가 있다.

후기

이 논문은 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원(No. 5120200113713) 및 Oceans 5 재원으로 에너지 전환포럼의 지원을 받아 수행된 연구를 바탕으로 작성되었습니다.

참고문헌

- [1] IRENA, 2023, World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5°C Pathway.
- [2] GWEC, 2024, Global Offshore Wind Report 2024.
- [3] Jack, T. M., 2022, Offshore Wind Energy Permitting Processes in the European Union: An Examination of Danish, German, Scottish and Swedish Offshore Permitting Processes and Case Study of Acoustic Impact on Marine Mammals.
- [4] Galparsoro, I., Menchaca, I., Garmendia, J. M., Borja, Á., Maldonado, A. D., Iglesias, G., and Bald, J., 2022, "Reviewing the Ecological Impacts of Offshore Wind Farms," npj Ocean Sustainability, Vol.1, No.1.
- [5] de Vasconcelos, R. M., Silva, L. L., Gonzalez, M. O. A., Santiso, A. M., and de Melo, D. C., 2022, "Environmental Licensing for Offshore Wind Farms: Guidelines and Policy Implications for New Markets," Energy Policy, No.171, 113248.
- [6] Yim, H. S., Cho, K. J., and Kang, S. W., 2021, "Comparison of site selection procedures for offshore wind farms in the Netherlands and Japan," Journal of Wind Energy, Vol.12, No.4, pp. 35~46.
- [7] Kim, S. H., and Yoon, H. Y., 2022, "A comparative analysis of the priority and evaluation factors of the renewable energy plan site by country," New. Renew. Energy, Vol.18, No.4, pp. 54~63.
- [8] Kim, R. W., Ann, C. M., Im, D. H., Chung, J. B., and Kim H. M., 2022, "Site Development of Offshore Wind Power in Korea - Comparison between Jeju, Buan, and Ulsan," New & Renewable Energy, Vol.18, No.4, 22~37.
- [9] Im, H. J., Yun, S. G., and Kim, Y. S., 2023,

- “Challenges and Improvements in the Community Participation System for Renewable Energy in Korea: Focusing on Distributive and Procedural Engagements,” *Environmental Law and Policy*, Vol.31, No.1, pp.91-123.
- [10] Ahn, S. H., Soh, Y. M., Ryu, H. J., Han, M. H., and Yun, S. J., 2023, “Institutional Solution to Complex Conflicts in the Site Selection Process of Offshore Wind Power - from a Multi-level Governance Perspective,” Vol.19, No.2, pp. 40~58.
- [11] Sloomweg, R. Rajvanshi, A. Mathur, V. B. and Kolhoff, A. 2010, *Biodiversity in Environmental Assessment*. New York: Cambridge University Press.
- [12] European Union, 2019, *Managing Natura 2000 sites - The Provisions of Article 6 of the ‘Habitats’ Directive 92/43/EEC*.
- [13] Europe Environment Agency, 2023, *Marine Protected Areas in Europe’s Seas*, Available online: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/marine-protected-areas-in-europes-seas?activeAccordion=ecdb3bcf-bbe9-4978-b5cf-0b136399d9f8>, Accessed on May 14, 2024.
- [14] Marine Conservation Institute, 2023, *Marine Protection by Country*, Available online :<https://mpatlas.org/countries/>, Accessed on May 14, 2024.
- [15] Department for Business, Energy and Industrial Strategy, 2022, *UK Offshore Energy Strategic Environmental Assessment*.
- [16] The Crown Estate, 2022a, *A Guide to Habitats Regulations Assessment (HRA) for Offshore Wind Leasing Round 4*
- [17] The Crown Estate, 2022b, *Report to Inform Appropriate Assessment Offshore Wind Leasing Round 4 Plan Level HRA*
- [18] NIRAS, 2022, *Report to Inform Appropriate Assessment - Offshore Wind Leasing Round 4 Plan Level HRA*.
- [19] The Federal Maritime and Hydrographic Agency, 2021, *Spatial Plan for the German Exclusive Economic Zone in the North Sea and in the Baltic Sea*
- [20] The Federal Maritime and Hydrographic Agency, 2021, *Environmental Report on the Maritime Spatial Plan for the German Exclusive Economic zone in the North Sea*.
- [21] The Federal Maritime and Hydrographic Agency, 2023, *Environmental Report on the Site Development Plan 2023 for the German North Sea*.
- [22] The Federal Maritime and Hydrographic Agency, 2020, *Environmental Report for the Suitability Assessment of Site N-3.8*.
- [23] Ministry of Infrastructure and Water Management, 2022, *Scope and Level of Detail Memorandum for the Environmental Impact Assessment for the National Water Program 2022-2027*.
- [24] ARCADIS, 2021, *Plan Environmental Impact Assessment for the National Water Program 2022-2027*, Department of Infrastructure and Water Management.
- [25] Ministry of Economic Affairs and Climate Policy. 2021. *Letter to Parliament Ministerial Order granting offshore energy permits sites VI VII Hollandse Kust west Wind Farm Zone*.
- [26] Ministry of Infrastructure and Water Management, 2022, *Framework for Assessing Ecological and Cumulative Effects (KEC) 4.0 for the Roll-out of Offshore Wind Energy and Wind Farm Zones*.
- [27] PONDERA, 2021, *Supplementary Plan Environmental Impact Assessment for the Additional draft North Sea Program 2022-2027*, Department of Infrastructure and Water Management.
- [28] PONDERA, 2020, *MORE rolling pin VI Wind Energy Area Hollandse Kust (west)*, Ministries of Economic Affairs and Climate, Home Affairs and Kingdom Relations, and Agriculture, Nature and Food Quality.
- [29] ARCADIS, 2021, *Appropriate Assessment for the National Water Program 2022-2027*, Department of Infrastructure and Water Management.
- [30] PONDERA, 2020, *Appropriate Assessment Holland*

- Coast (west) Lot VI, Ministries of Economic Affairs and Climate, Home Affairs and Kingdom Relations, and Agriculture, Nature and Food Quality.
- [31] COWI, 2021, Strategic Environmental Assessment of Denmark's Maritime Spatial Plan.
- [32] COWI, 2021, Natura 2000 - Impact Assessment of the Danish Maritime Spatial Plan
- [33] The Danish Energy Agency, 2021, Environmental Assessment of the Plan for Thor, Interim Report 2: Environment at Sea.
- [34] GWEC, 2022, Global Offshore Wind Report 2022.
- [35] Power Technology, 2023, German Wind Power: Solutions for Permitting Delays. <https://mpatlas.org/countries/>, Accessed on May 14, 2024.
- [36] Yook, K. H., Park, J., Kim, C., and Park, H., 2022, "A Study on Sea Area Utilization Consultation of Offshore Wind Farms in Korea - Focusing on the Assessment Items of the Consultation System," Ocean Policy Research, Vol.37, No.2, pp. 205~242.