MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS
OF DENMARK

덴마크 에너지전환 추진사례

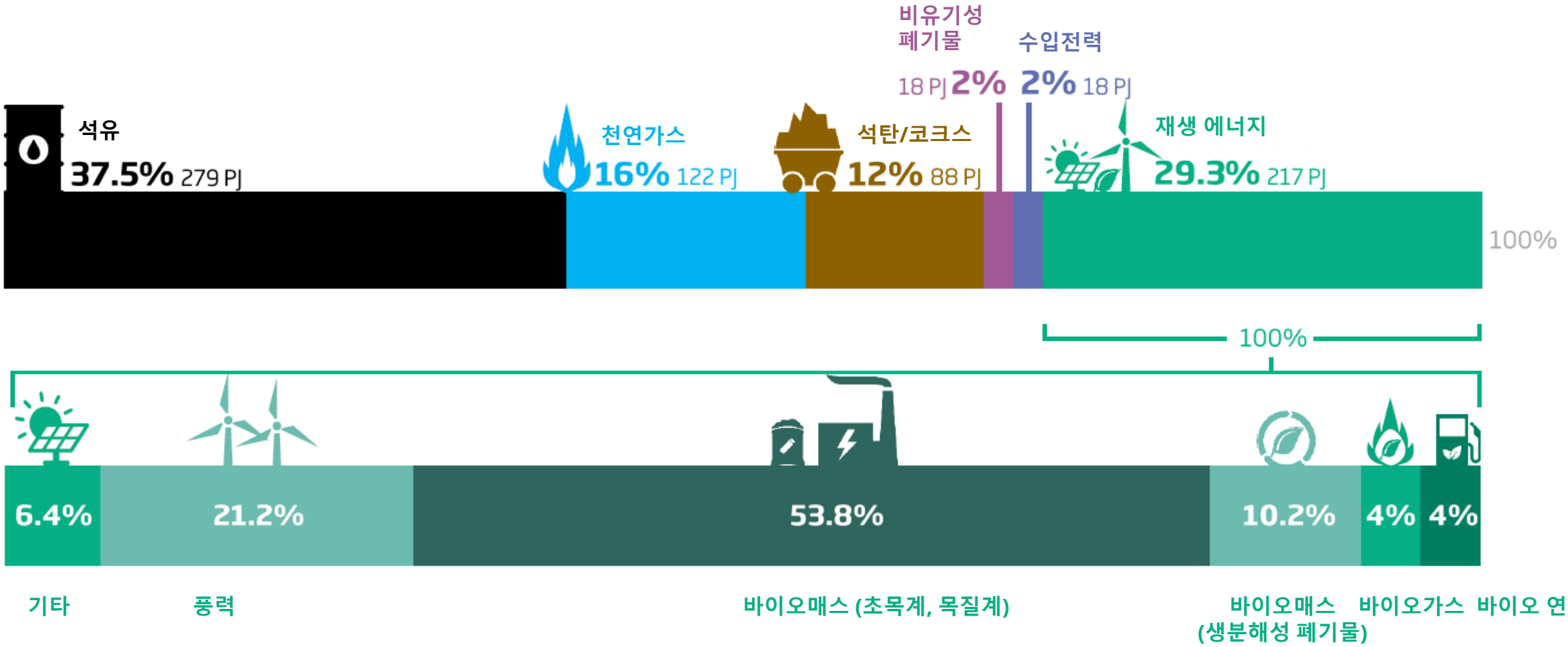
주한덴마크대사관
심지연 선임상무관-에너지 & 환경 분야

덴마크 – 40년 전

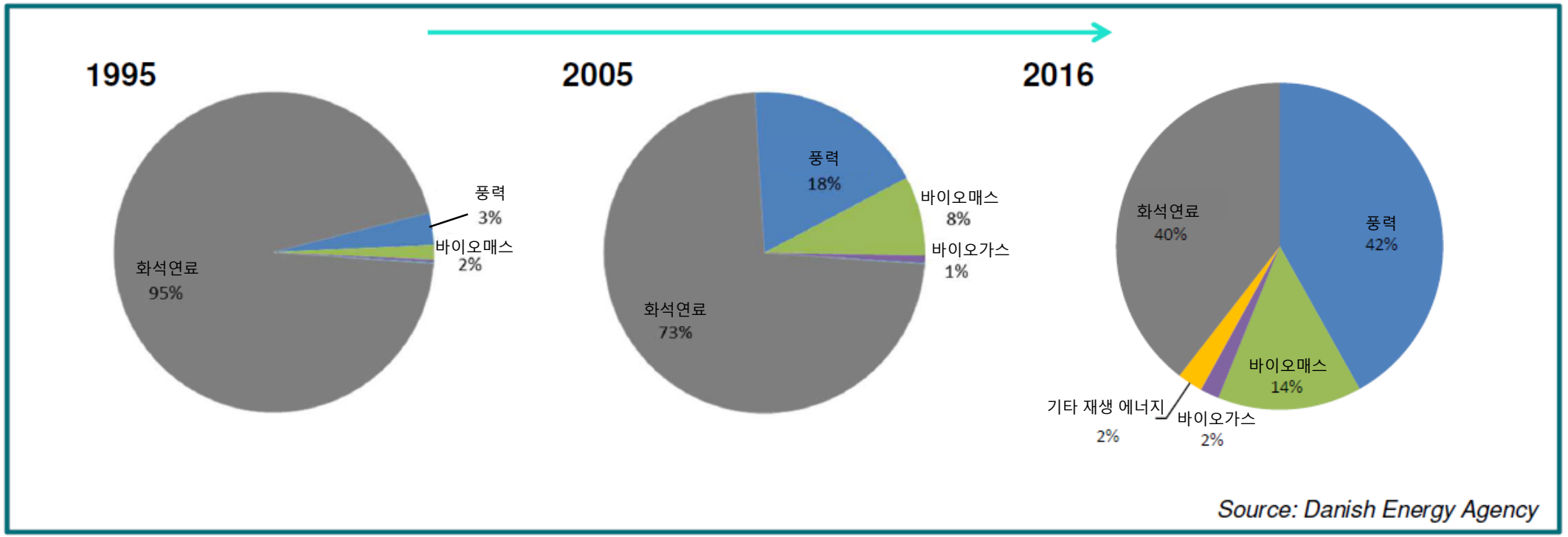
- 99%가 수입에너지에 의존
- **1973 석유파동**
- 새로운 방향의 필요성이 대두됨
- **1985** 덴마크 국회 동의: 원자력 없애는 대신 **풍력 에너지** 용량을 100MW로 **확대** 시범 개발
- 1991 세계 **최초 해상 풍력 단지** 개발 (총 4.9 MW)

덴마크 외교부 (MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS OF DENMARK)

2016 덴마크 에너지 믹스



덴마크 전력 믹스



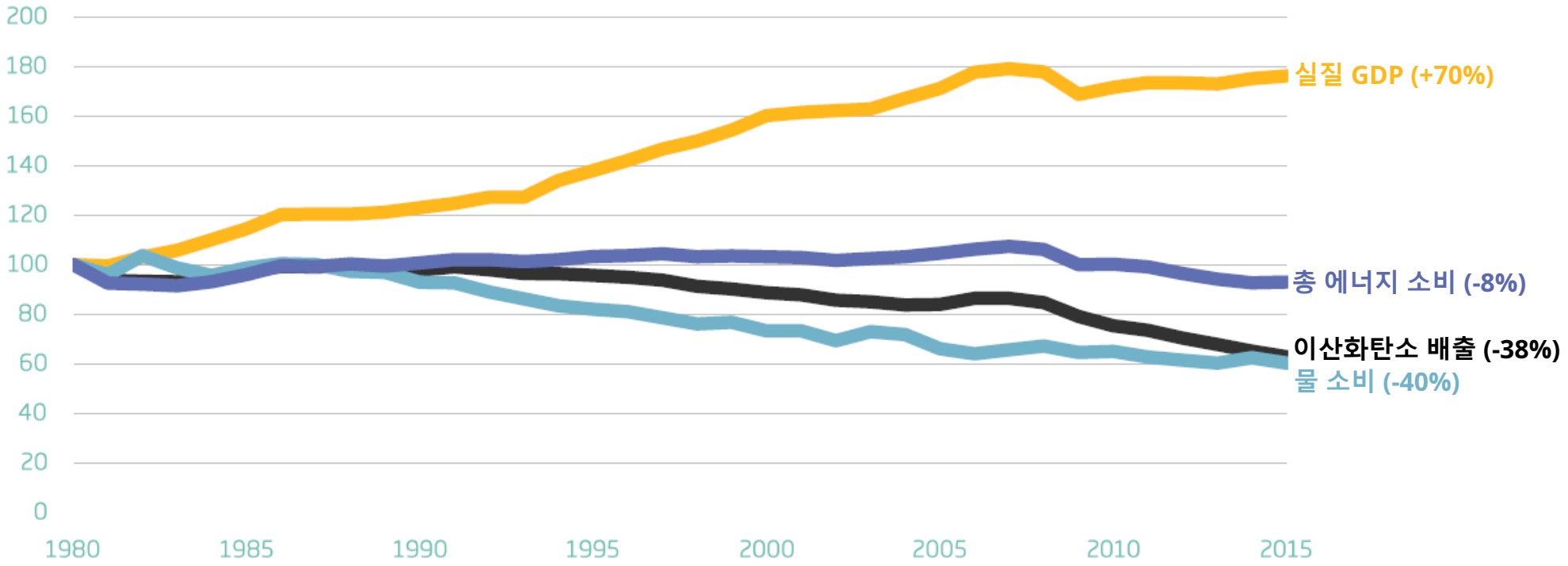
전력의 약 70%가 신재생에너지에 의한 발전

풍력
화석연료
바이오매스
재생 에너지
바이오가스

출처: 덴마크 에너지청 (Danish Energy Agency)

에너지 디커플링

덴마크는 물 소비, 이산화탄소 배출을 줄이며 에너지를 절약하는 동시에 경제 상승을 증가시킴



1980=INDEX 100

출처: 스테이트 오브 그린 (State of Green)

청년, 시민의 힘으로!

TVIND Turbine

- ✓ *TVIND School*
- ✓ *2, 23, 44*

덴마크 외교부 (MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS OF DENMARK)

에너지 협정

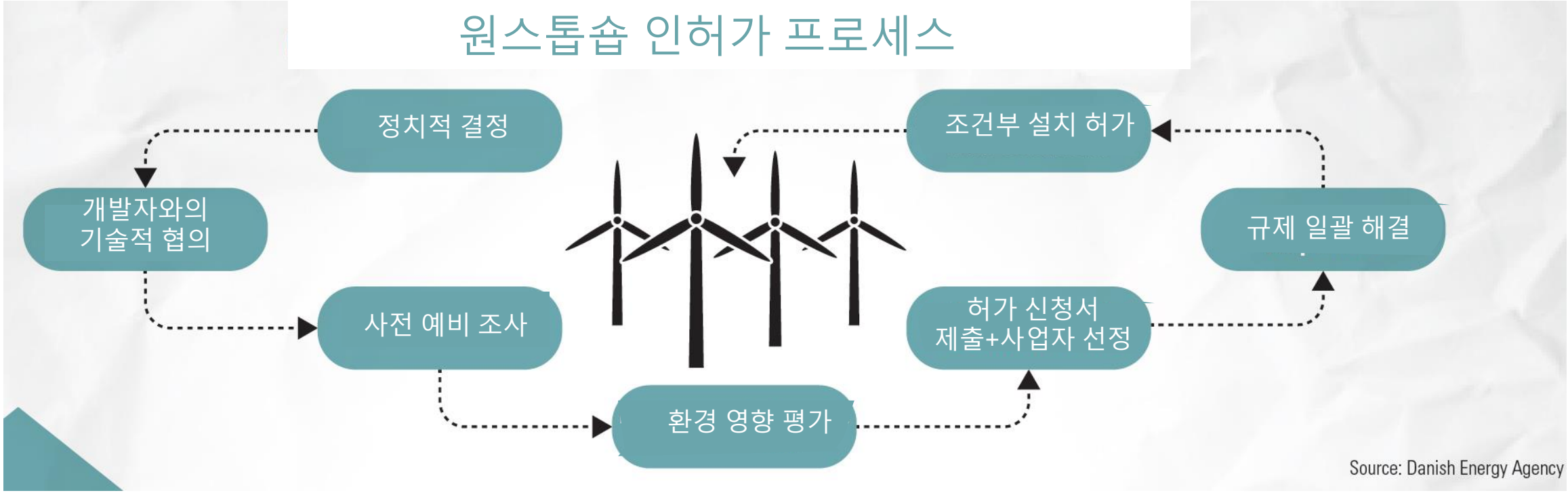
2012년 의회에서 덴마크 에너지협정을 체결

- 2020년까지 풍력발전으로 전체 발전비중의 50% 충당
- 2030년까지 재생 에너지가 전체 에너지 소비의 50%, 전기 소비의 100% 충당
- **2050년** 이후 **화석연료를 사용하지 않겠다는** 국가 비전을 제시

2018년 더 높은 목표와 추가적인 구현 계획을 발표

- **2030년까지 총에너지의 55%**를 신재생으로 대체
- 대형 해상풍력 발전단지 (800MW*3) 조성 추진- 정부 입찰 준비중
- 다양한 에너지 (태양광에너지와 같은) 및 연구를 위한 새로운 기금 마련

원스톱숍(ONE-STOP SHOP)

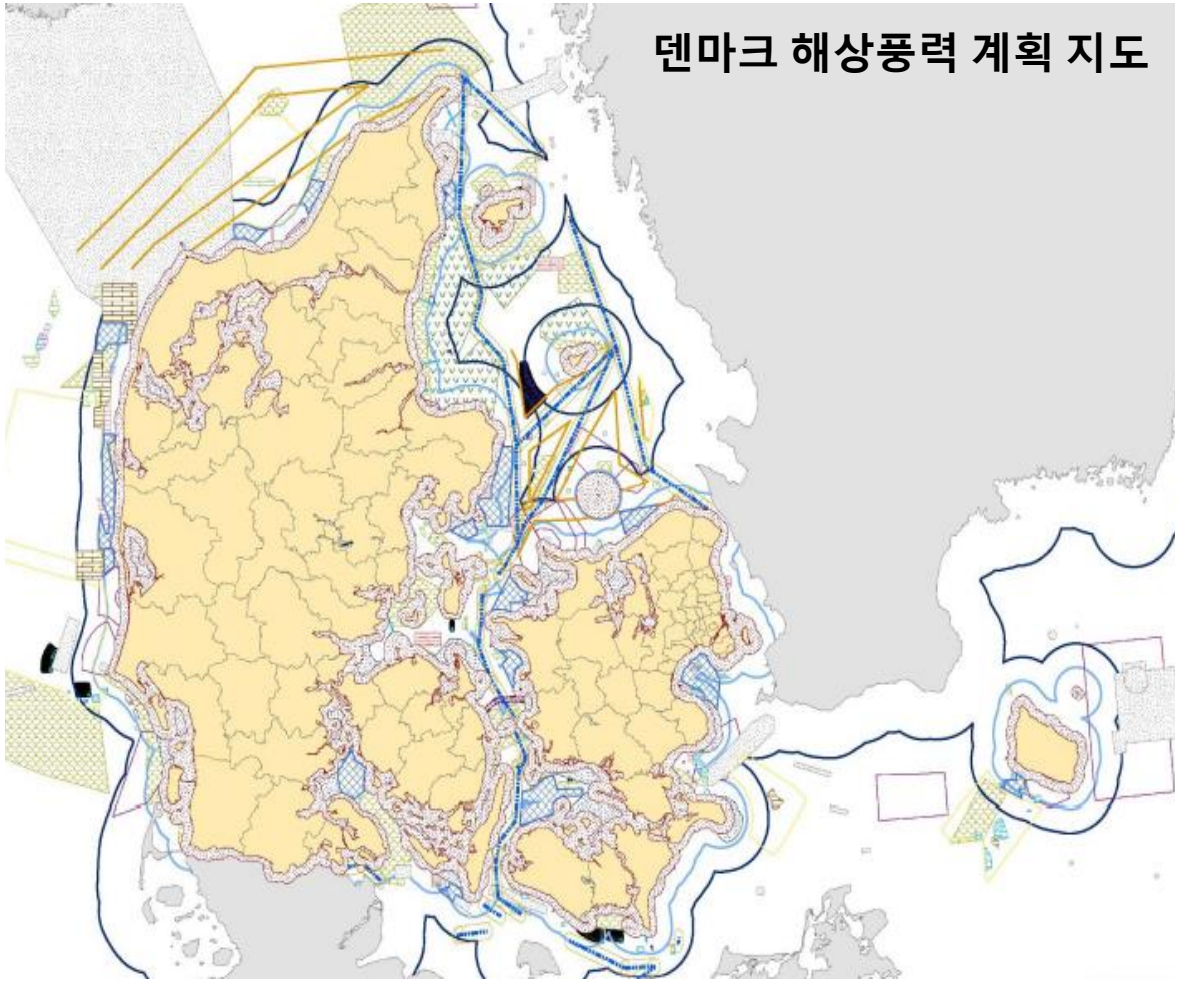


범부처간 코디네이터 역할을 덴마크 에너지 청 **(DANISH ENERGY AGENCY)**에 위임하여, 해상풍력발전 허가권한을 덴마크 에너지 청이 가짐.
사업자의 **개발 위험성을 감소** 시키는 방향으로 정책을 입안함.

출처: 덴마크 에너지청 (Danish Energy Agency)

해상풍력발전 입지계획

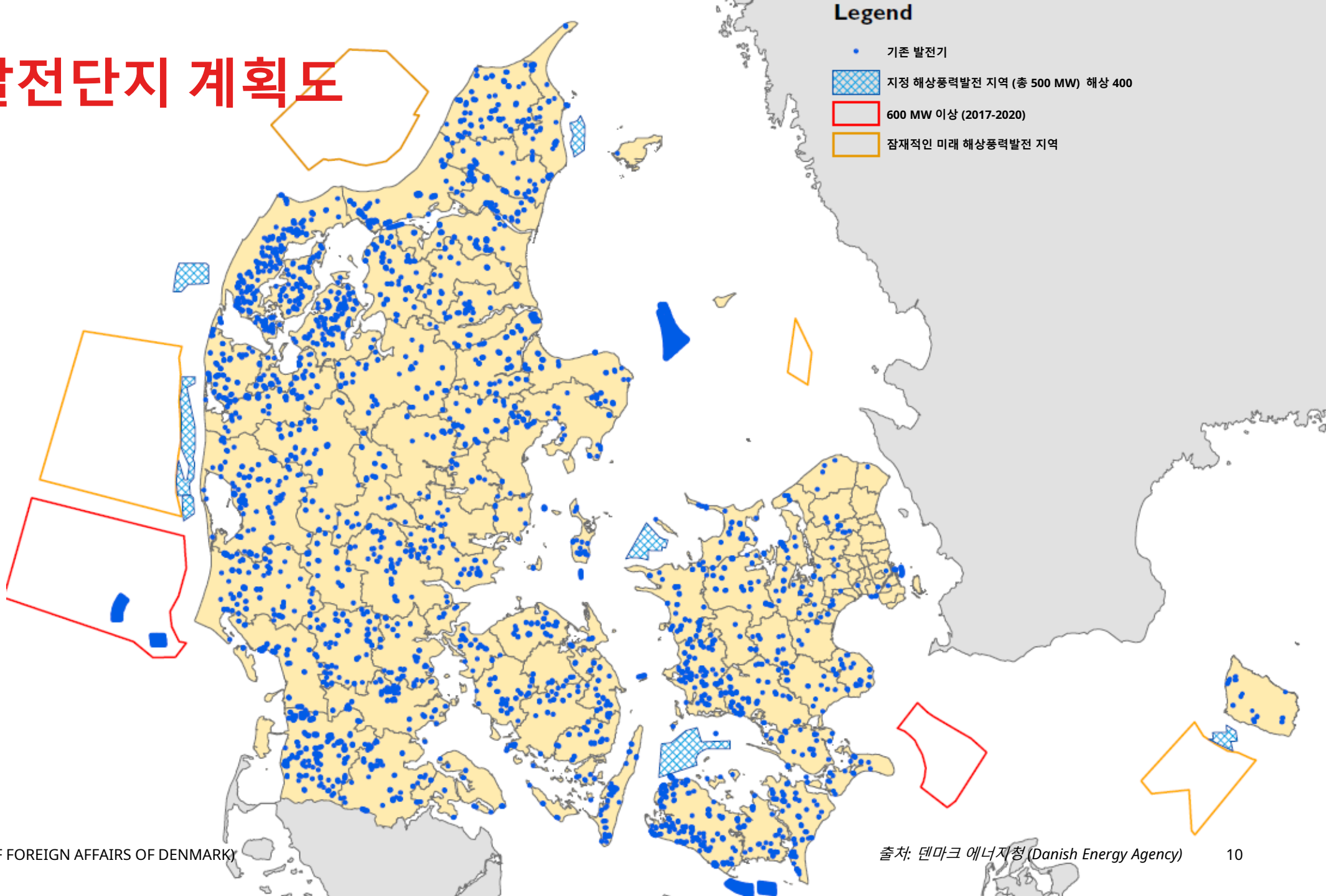
- 모든 관련 이해관계자들이 계획 초기단계부터 개입



1995년부터 덴마크 에너지청 주도하 해상 풍력 계획 지도 작성:

- 에너지 기후 전력부(해상풍력 자원)
- 송전망운영사(TSO) 및 지역 계통망운영사
- 환경농림부(자연환경 및 어업)
- 국토교통부(해상 안전)
- 국방부(해군 관련 이슈)
- 문화부(시각적인 면)
- 풍력산업계 및 개발연구소

해상풍력발전단지 계획도



출처: 덴마크 에너지청 (Danish Energy Agency)

해상풍력발전프로젝트 절차

덴마크에너지청의 범부처및 전문가 협의를 통한 최적 입지 계획

우선협상자 (기술및 재정적 자격 요건 충족한 대상에) 선정및 협의 – 대화및 협상은 투명하게 공개

사전 타당성 조사(풍질, 지질, 환경영향평가, 계통연결, 현장 데이터등): by TSO - 해당주체(정부) 요건과 정보공개로 지역수용성문제 해소

그리드 접근 우선권 및 10년 이상 운영 (CfD 50,000 시간) 에 대한 입찰 실시

입찰 – 최종 입찰자는 KWh 당 가격에 의해 선정/No Local Contents Rule

해상풍력개발 인허가

덴마크에 해상 풍력 발전 단지를 설립하기 위해서는 4 개의 인허가가 필요. 각 인허가는 One Stop Shop 역할을 하는 덴마크 에너지 청 (Danish Energy Agency)에 의해 진행됨.

- 사전 조사 실시 허가
- 해상 풍력 터빈을 설치하기위한 면허
- 풍력을 일정 기간 동안 이용할 수 있는 라이센스
- 전기 생산에 대한 승인

출처: 덴마크 에너지청 (Danish Energy Agency)

시간: 매우 빠른 인허가 프로세스

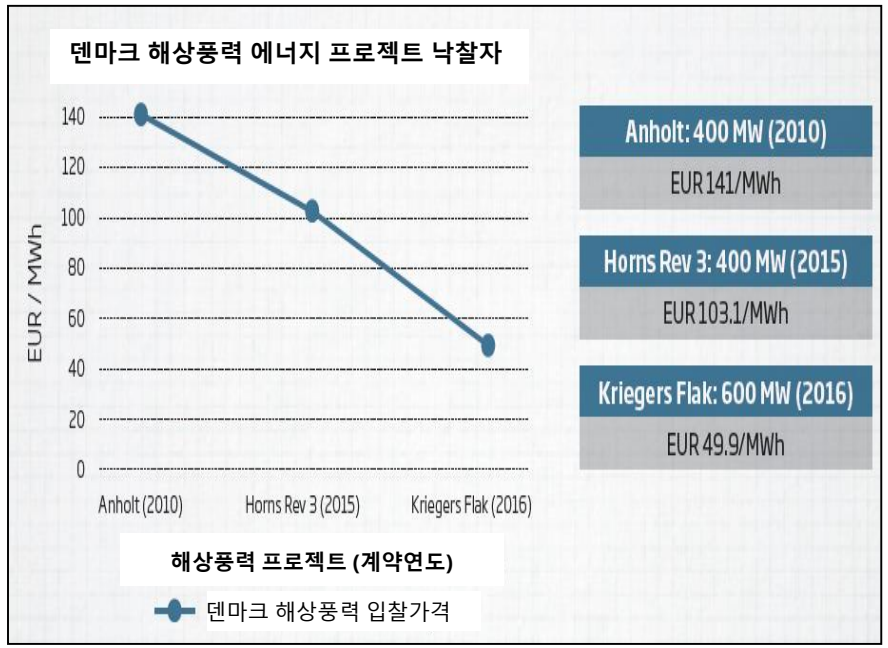
공사인허가를 받는데 까지의 소요기간이 **평균 34개월**로

유럽 평균 42개월에 비교해 매우 빠름

출처: 덴마크 에너지청 (Danish Energy Agency)

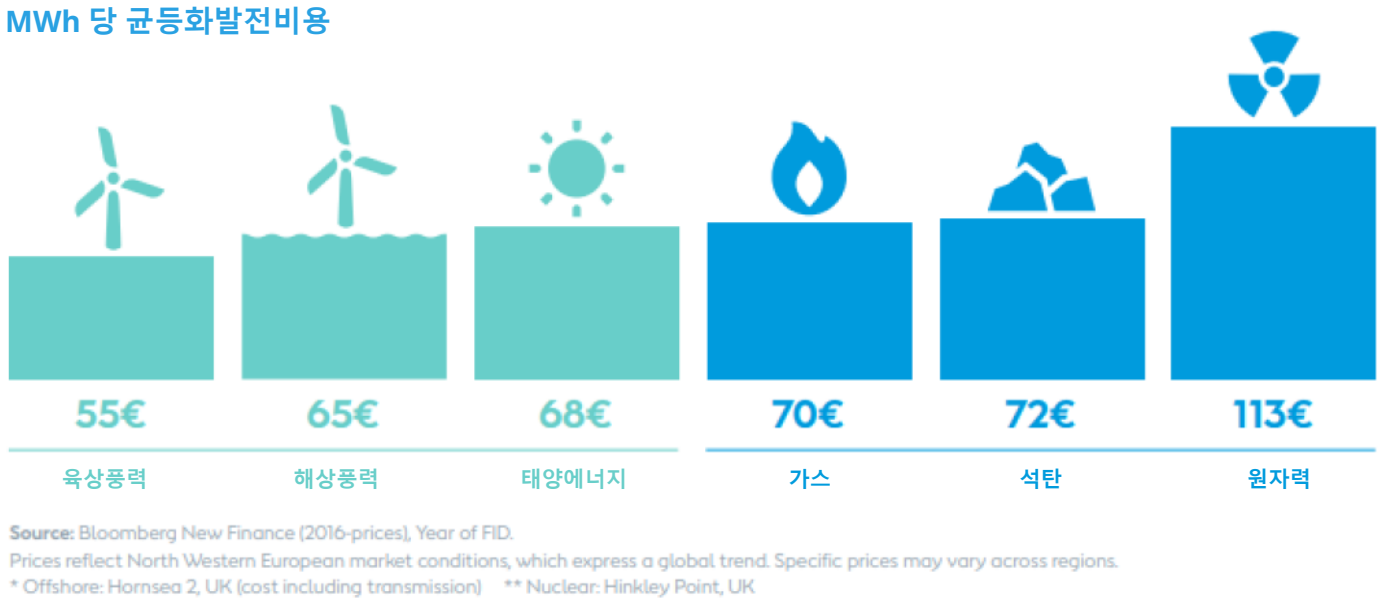
비용: 균등화발전비용 절감

해상풍력 균등화발전비용(LCOE)



49.9유로/MWh ~ 65,600원/MWh

에너지원 별 균등화발전비용



출처: 덴마크 에너지청 (Danish Energy Agency), 스테이트 오브 그린(State of Green)

녹색 에너지 사업 및 일자리 창출

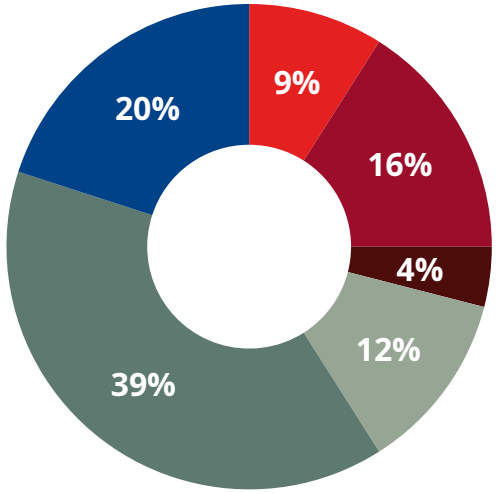
- 녹색에너지 분야에서 **70,000개** 이상의 일자리 창출
- 덴마크 기업의 에너지 기술 및 서비스 수출액은 **112억 유로**(838억 크로네)하며 이는 2016년 덴마크 상품의 총 수출액의 **11.8%**를 차지
- 2010년 이후 **녹색 에너지 기술 수출이 44% 증가** (EU 8.3%)

덴마크 외교부 (MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS OF DENMARK)

출처: 덴마크 전경련 (Dansk Industri)

덴마크 전기요금
-2016년 1월

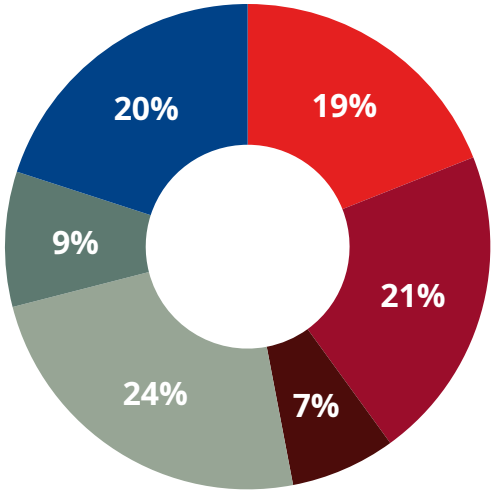
가정용



시장\가격 Distribution Transmission
PSO 세금 부가가치세

2.23 DKK/kWh~ 0.32 USD/kWh

산업



시장\가격 Distribution Transmission
PSO 세금 부가가치세

1.11 DKK/kWh~ 0.16 USD/kWh

덴마크 외교부 (MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS OF DENMARK)

출처: 에너지넷 (Energinet)

주민수용성을 위한 정책

주민수용성을 위한 4가지 제도:

- **2009년 도입**
- **TSO인 Energinet에서 관리**
- **육상 및 (연해안) 해상 풍력 프로젝트**

1
구매선택제도
지역주민에게 20%이상 소유권 지분을 부여해야 함

2
보증제도
예비조사에 필요한 재원에 대한 대출을 지역 협동조합들에 대해 보증할 수 있음

3
손실보전제도
풍력터빈 건설로 인한 지역주민의 부동산 손실에 대한 경제적 손실을 보상해야 함

4
녹색보조금제도
지역의 경관 가치 증대 및 재생에너지 수용성 증진을 위해 사용되는 기금 마련하고 있음

해상 풍력에 따른 어업보상

법적 근거: 덴마크 어업법

1. 케이블 보호구역 은 전체 풍력 단지 지역과 수출 케이블의 각 면을 따른 200m의 완충 지대로 규정한다.
2. 일반적으로 피해 지역에서 어업에 종사하는 모든 어민은 소득 상실에 대한 보상을 받는다.

기본요구사항

✓ 전기 생산에 대한 승인을 받기 위한 선제 조건으로 인근 어민과의 협상을 완료해야 함

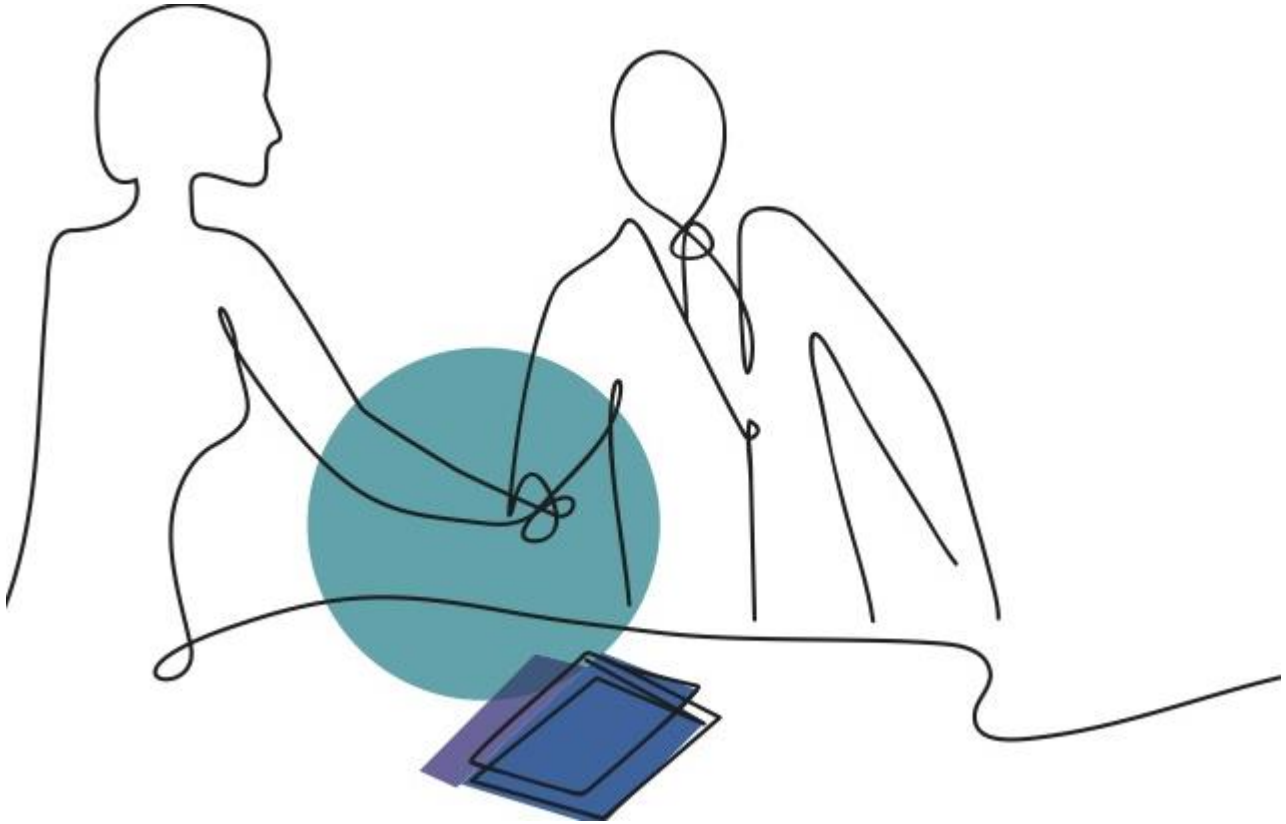
✓ 보상의 주체는 사업자; 일반적인 룰로, 사업자는 덴마크어업협회와 협상에 임한다. (그러나 덴마크 어업협회와 별개로 진행되는 개별적 협상요구사항은 별도 협상을 해야함)

해상 풍력에 따른 어업보상

절차

1. 입찰 절차시 TSO 가 진행하는 환경영향평가때 일차적 피해현황이 파악됨. 본 내용이 최악의 시나리오와 함께 입찰 진행시 Rochdale envelope 에 적시됨
   - 덴마크 수산청이 기존의 데이터를 제공: log book data (지역별 어획량), 선박 모니터링 시스템 정보 및 현지 어부의 인터뷰
2. 입찰 이후 개발사가 선정한 독립 컨설팅을 통해 구체적 보상액 산정
3. 개발사, 덴마크어업협회, 덴마크수산청이 보고서를 마지막으로 검토

해상 풍력에 따른 어업보상



보상

보상은 약 2년에서 10년간 기록된 문서상 피해액에 대해서 지급한다.

추가 완화 조치로 지역수용성을 높이고 협상 프로세스를 원할하게 함.

- 시공 지역을 여러 단계로 나누어 제외 지역을 제한함
- 해상 풍력단지 건설 및 운영 단계에 있어 지역 어선이나 어부에게 일자리 마련으로 대체 수입을 제공함 (예: 해상풍력단지 보호 경비선)
- 해상풍력단지내 다양한 어로 장비를 통한 어업 허용

지역 사례 1

삼쇠섬 (Samsø)

덴마크의 에너지전환및 자립의 메카

- 인구: 4000명
- 면적: 114 평방km (가로 8km 세로 30km)
- 풍력발전기 45MW와 우드칩 지역난방 플랜트, 일부 태양광발전으로 섬에 필요한 에너지 충당
- 1995 재생에너지 사용 지역 선정 대회에서 선정 후 1997년부터 신재생에너지로 전환을 시작,2006년 전기 에너지 자립 성공
- 지역협동조합이 투자해서 이익 공유 (총 9/11+5/10개 주민소유)
- Top down 과 Bottom up 접근

에너지 전환에 있어 가장 필요했던 것은?

지역 사례 2

미들그룬덴(Middelgrunden)

- 코펜하겐 전력의 약 4% 차지
- 코펜하겐에서 3.5km 떨어진 바다에 조성됨
- 2001년 2MW급 터빈 20기 (덴마크 전력회사와 코펜하겐내 풍력협동조합이 각각 절반 소유)
- 협동조합: 코펜하겐과 인근 지역 주민 8650명이 참여

- 덴마크 풍력산업 협동조합 (주민소유) 약 75%

고맙습니다!