



한국에너지기술평가원  
해상풍력추진단

※ 본 내용은 전문가들의 의견수렴을 위한 초안입니다.



- I. 추진현황 및 해상풍력시장 동향
- II. 국내 해상풍력산업 및 기술분석
- III. 해상풍력 발전비전 및 육성전략
- IV. 해상풍력 수출경쟁력 강화방안

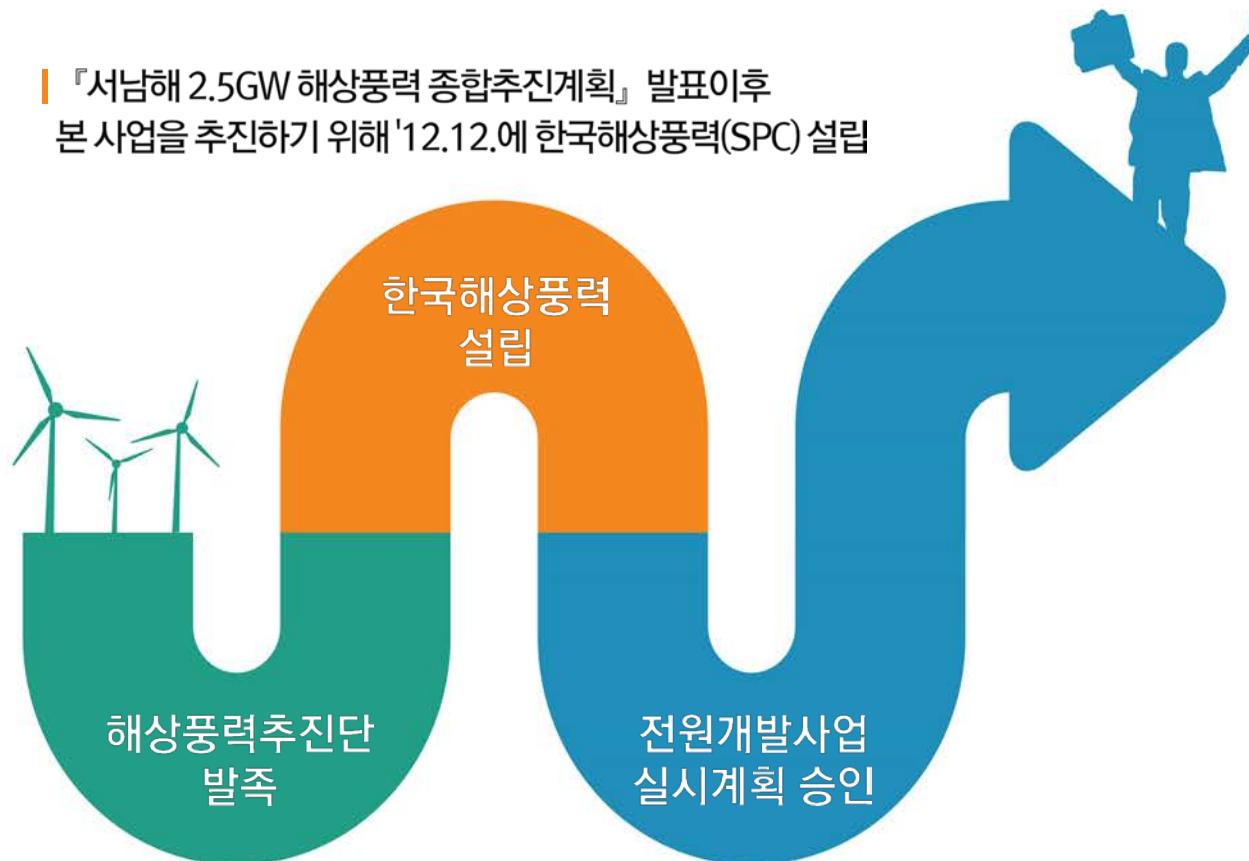
CHAPTER

# I 추진현황 및 해상풍력시장 동향



# 1 해상풍력사업 추진현황

『서남해 2.5GW 해상풍력 종합추진계획』 발표이후  
본 사업을 추진하기 위해 '12.12.에 한국해상풍력(SPC) 설립



신재생에너지산업 발전전략(제9차 녹색위 보고)  
후속조치의 일환으로 '10.12.설치

서남해 해상풍력 실증단지(60MW) 사업  
산업부 승인('16.3)



## 2 해상풍력 기술 R&D 추진현황



투자

'04년부터 현재까지 정부는 약 2,100억원  
정도의 정부지원금을 해상풍력 기술개발에  
투자  
선진기술대비 83% 수준의 기술 보유

\* 지원과제수 : 46개

(정부: 2,099억원, 민간: 1,384억원, 계: 3,483억원)

### 중·소형 터빈개발 및 시장진출 기반구축

- | 3MW급 터빈 개발 및 인증 완료
- | 5MW급 터빈개발 완료 및 인증시험 중  
(형식인증부분 완료)
- | 대형 터빈(5~7MW급) 실증 및 인증 시험단지 확보  
(제주 김녕 실증단지)
- | 대형 블레이드 인증 시험센터 확보  
(부안 재료연구소)



성과



### 3 해상풍력 주요국 추진동향

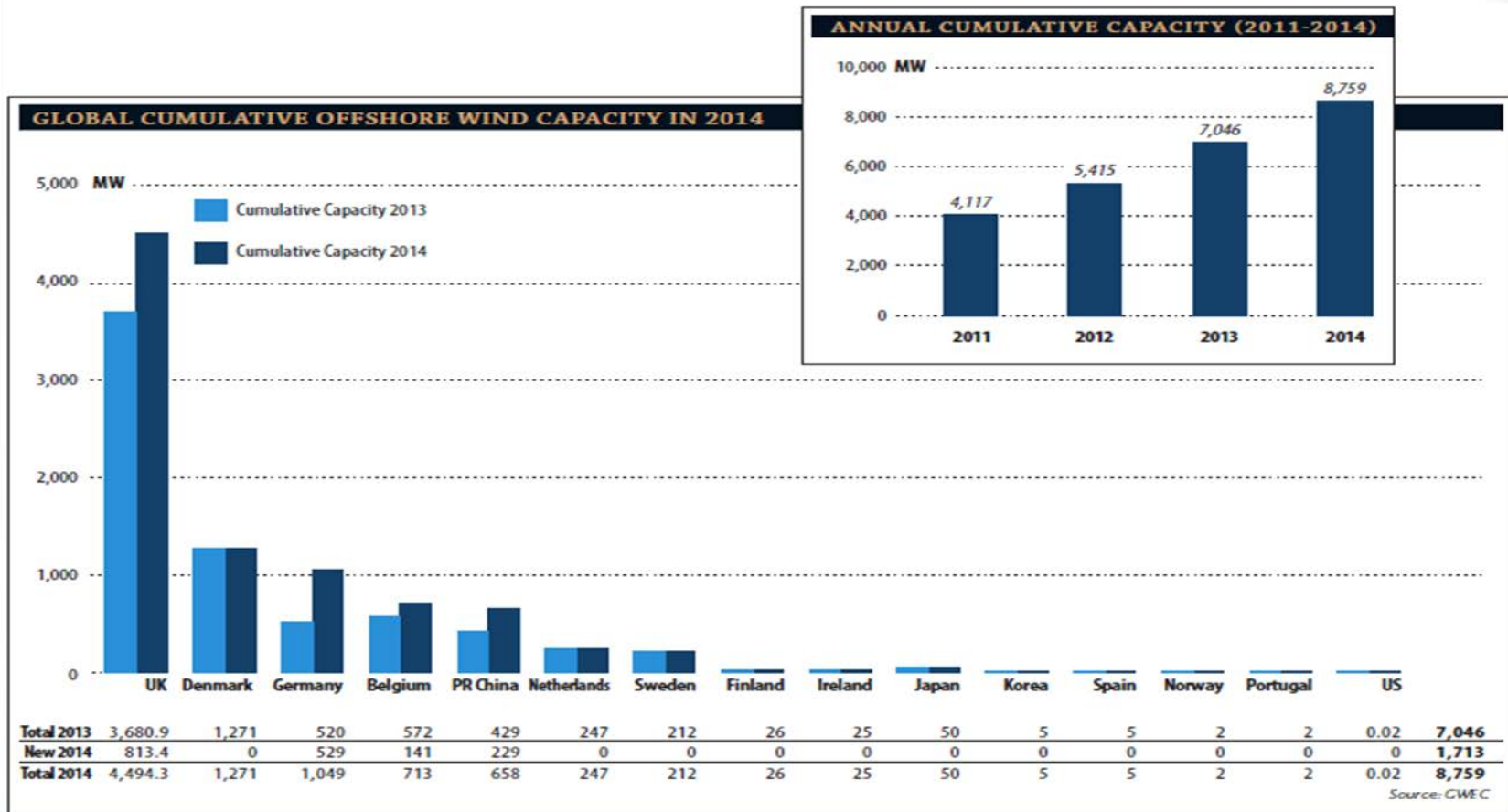


(Global Wind Report 2014)

- | 글로벌 해상풍력 리더로서의 위치 고수('14년 누적 4.5GW 설치)
  - | 2012년말 신재생에너지 로드맵을 수정함으로써 2020년까지 해상풍력이 총 18GW의 전력을 담당할 것으로 전망
- 
- | 2020년까지 소요전력의 50%를 해상풍력에서 생산하는 계획 수립('14년 누적 1.3GW 설치)
  - | 세계 최초의 해상풍력단지(Vindeby, 5MW) 건설
- 
- | 29개의 해상풍력 프로젝트를 승인(약 9.0 ~ 10.5GW규모) ('14년 누적 1,049MW 설치)
- 
- | 영국과 덴마크, 독일에 이어 세계 5위의 해상풍력 개발국가로 발돋움
  - | 2020년까지 30GW 설치 목표('14년 누적 658MW 설치)
- 
- | 제주 월정리에 5MW 설치(R&D 성과물 실증용)
  - | 2016년부터 서남해에 60MW, 새만금에 98MW, 제주탐라 30MW 설치계획

### 3 해상풍력 주요국 추진동향(계속)

#### 세계 해상풍력 설치현황(출처 : 2014GWEC Annual Report)



## 4 해상풍력 해외 시장동향

### 점유율

해상풍력은 '14년말 기준 누적설치용량 8.8GW로 전체 풍력 370GW의 2.4%에 불과, **최근의 해상풍력 설치 증가율은 육상풍력을 크게 상회**

| 해상풍력 점유율: ('10) 1.5% ⇨ ('11) 1.7% ⇨ ('12) 2.3% ⇨ ('13) 2.2% ⇨ ('14) 2.4%

\* 최근 5년간('10~'14) 연평균 증가율: 육상풍력 18.2%, 해상풍력 33.4%

| 영국(4.5GW)이 전세계 해상풍력 누적설치량의 51.3% 차지

### 공급 기종

Vestas(덴마크), Siemens(독일), GE(미국) 등이 풍력터빈 시장을 주도, 최근 Goldwind 등 **중국 기업들이 자국 시장을 바탕으로 빠르게 세계시장 진입**

| 현재 주요 공급기종은 해상 3~4MW급이며(육상 2~2.5MW급), 6MW급 이상 풍력터빈이 시장에 진입

\* MHI Vestas 8MW, Siemens 7MW, Senvion 6.15MW 등

## 4 해상풍력 해외 시장동향(계속)

수요



풍력은 매년 100조원대 신규수요가 발생하는 성장 유망산업

| 해상풍력은 매년 육상풍력에 비해 급속히 증가추세

\* 1GW 당 육상풍력은 2조원, 해상풍력은 4조원 규모의 매출 창출

세계 풍력 신규수요 실적과 전망(GW)

구 분	2011	2012	2013	2014 <sup>e</sup>	2015 <sup>e</sup>	2016 <sup>e</sup>	2017 <sup>e</sup>	2018 <sup>e</sup>
육 상	41.2	43.8	34.4	44.6	44.6	42.5	45.3	46.9
해 상	0.5	1.1	1.7	2.3	3.6	4.6	7.0	8.7
합 계	41.7	45.0	36.1	46.9	48.2	47.2	52.2	55.6

(BTM Consult, World Market Update, 2014. 03)



## 4 해상풍력 해외 시장동향(계속)

### 부유식 풍력발전설비가 테스트를 거쳐 해상에 설치

설치  
완료

| 노르웨이 하이윈드 2.3MW(해안에서 10km), 포르투갈 2MW(해안에서 5km),  
일본 후쿠시마 2MW(해안에서 20km) 등

설치

| 일본 : NEDO 주도로 '30년까지 10GW 이상 부유식 풍력발전단지 조성계획에 따라  
Prototype 제작·운영 중

| 미국 : DOE 주도로 오레건주에 30MW 부유식 해상풍력 실증단지 구축 진행 중

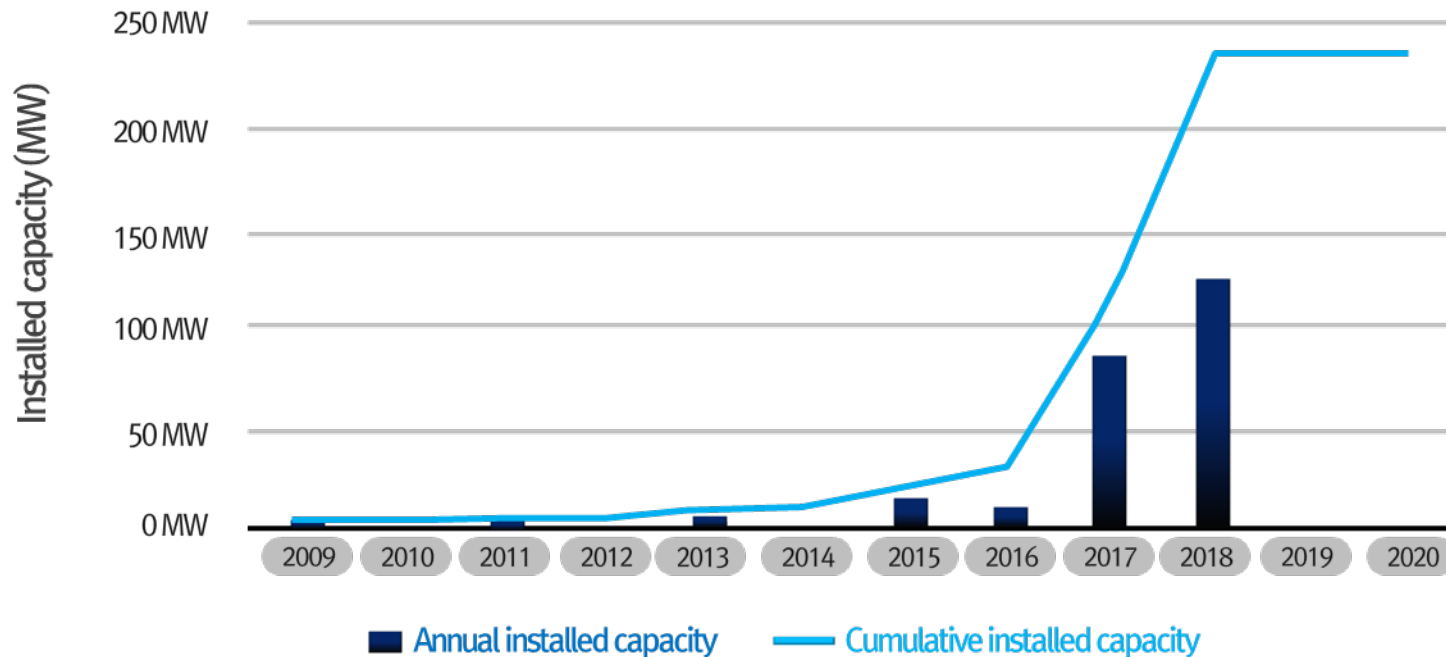
시장  
전망

| 부유식 해상풍력은 2017년에 Pre-commercial stage가 완료

| 2018년 이후 부터는 본격적인 상업화 단계로 진입

## 4 해상풍력 해외 시장동향(계속)

Figure 2.9.2. Build out of floating wind based on current projects under development



출처 : Floating Offshore Wind : Market and Technology Review, 2015.6)

CHAPTER

## Ⅱ 국내 해상풍력산업 및 기술분석



# 1 국내 해상풍력 산업 현황분석

## 업계동향



국내 풍력터빈 제조산업은 조선·중공업 업체 중심으로 과거 9개 업체가 참여하였으나, **현재 두산·유니슨·한진 등 3개 업체만 사업진행 중**

### 시스템

대규모 해상풍력 개발에 참여했던 삼성(7MW), 현대(5.5MW)는 사실상 풍력사업에서 철수, 효성(5MW)은 관망 중

### 부품

국내 단조부품 생산기업 CS Wind, 동국S&C(이상 타워), 태웅(샤프트), 신라정밀(베어링) 등은 세계적인 경쟁력을 갖추고 해외시장에서 선전 중

CS Wind 286억원(미국수출, '16년), 130억원(유럽수출, '15년), 동국S&C : 220억원(북미수출, '15년)

## 국산화율



R&D, 보급사업 등을 통한 국산화율 상승 노력으로 **국산 풍력터빈 보급률 증가**

### 국산점유율



(출처: 풍력산업협회)

# 1 국내 해상풍력산업 현황분석(계속)

## 기술수준



우리나라의 풍력분야 기술수준은 83.3%로 선진기술국(유럽 100%, 美·日 94%) 대비 **기술수준격차는 1.6년**

가격 경쟁력을 갖춘 중국과 기술력 차이가 거의 없어 수출산업화 애로

풍력분야 기술수준 비교

중분류	가중치	유럽	한국	중국	일본
풍력발전시스템	59.5	100.0	83.8	80.1	95.6
풍력단지	14.0	100.0	72.5	73.5	83.5
운영, 계통연계	26.5	100.0	88.0	84.3	95.9
풍력 전체	100	100.0	83.3	80.3	94.0

\* “신재생에너지기술 성과분석 및 확산 위한 기획”(에너지경제연구원, 2013.6)

## Supply Chain 분석결과



한국형 해상풍력 경쟁력 제고를 위해 **고부가가치 부품을 국산화하여 시스템 설계 제작을 주도할 수 있도록 지원필요**

\* 터빈부품별 가격비중은 타워 20.4%, 증속기 18.7%, 블레이드 17.6%, 발전기 4.8%, 전력변환기 4.5%, 변압기 3.2%이며, 타워의 경우 이미 국산화 및 해외시장 진출 성공



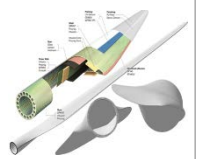





블레이드, 증속기는 일부 해외 선진사에서 독점하고 있어 국산 제품의 해외 경쟁력 강화를 위해 자체 기술을 확보해야 할 필수 부품임



# 1 국내 해상풍력산업 현황분석(계속)

## 해상풍력 supply chain 분석

(○:높음/△:보통/X:낮음)

지표	구분	하부구조	타워	블레이드	증속기	발전기	변압기	전력변환기	부유체
									
~2020년 시장규모 (백억원)	국외	300	1,305	1,160	1,160	290	203	290	8,700
	국내	15	161	144	144	36	25	36	1,076
주요업체	국외	Aker(노르웨이) 등 3개	Broadwind (미국)등 10개	LM(덴마크) 등 14개	Winergy(독일) 등 15개	Vestas(덴마크) 등 10개	ABB(스위스) 등 4개	Renergy(미국) 등 8개	Hywind, PPI, Mitsubishi 등
	국내	현대중,현대건설, 대우건설, GS 등	동국S&C, CS Wind	휴먼컴퍼지트 KM(법정관리)	효성, 한국정기공업	효성,유니슨 현대중,두산중	효성, 현대중공업	플라스포	H-WIND
시장기회	국외	△	○	△	△	×	×	×	○
	국내	△	○	△	△	△	△	△	△
터빈부품 가격비중		41% (발전시스템 비중)	20.4%	17.6%	18.7%	4.8%	3.2%	4.5%	30억 (5MW기준)
기술수준		●	●	◐	◐	◑	◑	◑	◑
전체 산업 전망		△	○	△	△	△	△	△	○
부가가치		○	○	○	○	△	△	△	○
정부주도 육성 필요성		○	△	○	○	×	×	△	○

\*풍력산업협회 자료를 기반으로 분석

## 2 해상풍력 산업 문제점

실증



주민  
수용성

경제성

### 국내 터빈사의 트랙 레코드 부족으로 해외진출 난항

■ 제주 김녕 실증시험장(육상) 구축 및 운영으로 대형터빈의 실증 및 인증을 지원하고 있으나 국제입찰자격 획득에는 미흡

※ 국내 주요기업 해상풍력 사업철수 사례분석

구분	삼성중공업	현대중공업
투자비	약 7,300억원 (시설투자비 6,000억, R&D 1,300억)	약 5,000억원 (시설투자비 4,000억, R&D 1,000억)
개발기종	육상용(2.5MW), 해상용(7MW)	육상용(1.65~2MW), 해상용(5.5MW)
해외수주	스코틀랜드 7MW 1기(테스트용)	핀란드 2MW 5기 미국 1.65MW 1기, 2MW 2기
국내설치	<ul style="list-style-type: none"> <li>2개소 8기 20MW</li> <li>- 2.5MW (인천/양산)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>13개소 46기 91.65MW</li> <li>- 1.65~5.5MW 설치(군산, 제주 등)</li> </ul>
추진현황	<ul style="list-style-type: none"> <li>'12 스코틀랜드 7MW 1기 설치</li> <li>'14 서남해 해상풍력 사업 철수</li> <li>'15 영업부진으로 사업축소, 거제 조선소에서 R&amp;D는 지속 진행</li> <li>'15 스코틀랜드 7MW 설비 매각</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>'10 독일 야케인수(기어박스 제조기업)</li> <li>'12 중국공장 풍력발전기 생산중단</li> <li>'14 5.5MW 테스트용 해상풍력 발전기 설치(제주)</li> <li>'14 서남해 해상풍력 사업 철수</li> <li>'15 독일 야케 매각 완료</li> </ul>
철수사유	<ul style="list-style-type: none"> <li>해상풍력 트랙 레코드를 축적할 수 있는 서남해 해상풍력 프로젝트 추진이 지연되면서 실적축적 불가</li> <li>해외 발전기 제조사들의 동급 발전기 개발 및 유럽 시장 공급에 따른 생산 원가 대비 수익성 확보 실패로 사업 철수</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>5MW급 발전기는 해외 발전기 제조사들의 가격 대비 수익성을 확보한 상황이었으나,</li> <li>해상풍력 트랙 레코드를 축적할 수 있는 서남해 해상풍력 프로젝트 추진이 지연되면서 실적축적 불가 및 사업 부진으로 철수</li> </ul>

## 2 해상풍력산업 문제점(계속)

### 주민 수용성



해상풍력 단지개발시 **어업관련 민원이 발생하여 주민동의 확보가 중요**

| Top-Down식 사업추진으로 주민 공감대 형성 미흡

### 경제성



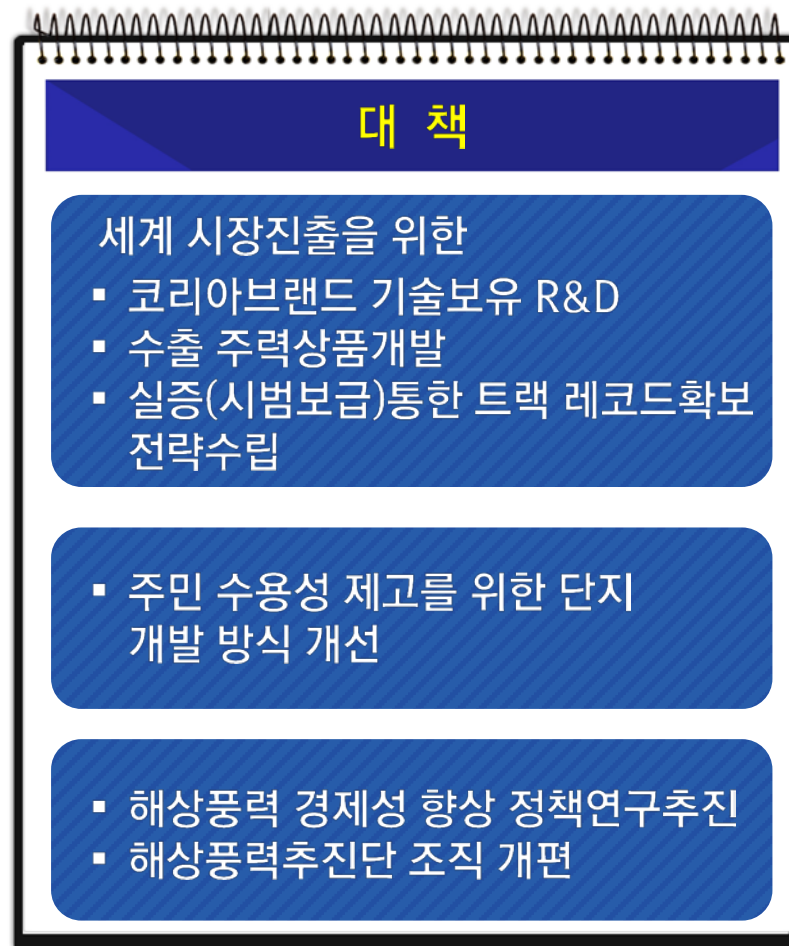
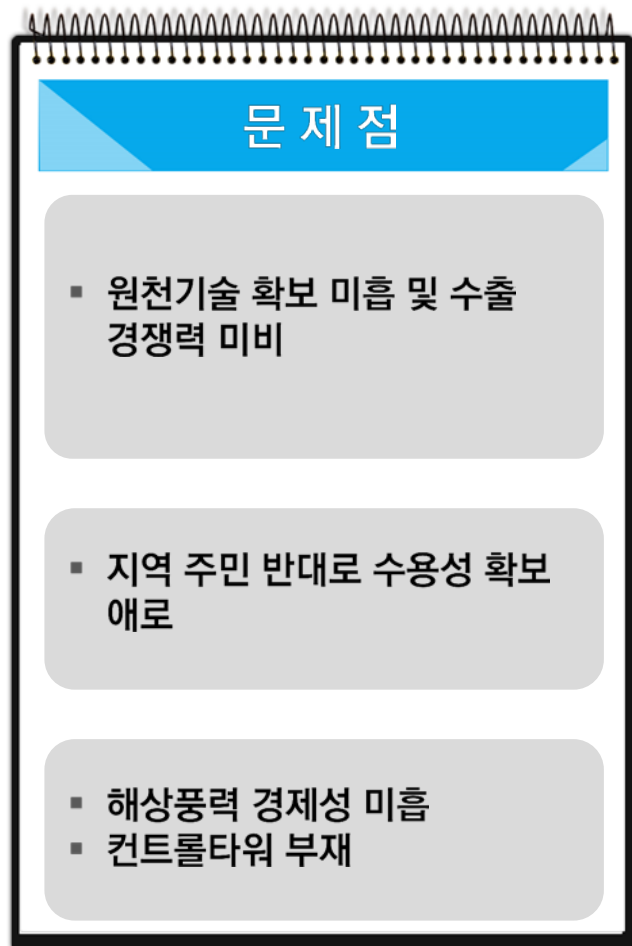
해상풍력은 지속적인 SMP 가격의 하락으로 인해 **현 REC 가중치(2.0)로는 경제성 확보가 어려움**

| 육상풍력 발전단가는 석탄·가스발전과 대등한 수준이나 해상풍력은 2배 수준

| 하부구조물(사업비의 22%), 계통 연계비용(사업비의 15~30%) 등의 사업비 추가소요



### 3 문제점 및 대책



차별화된 전략과 기술혁신을 통한 핵심부품산업 집중육성으로 신시장 진출 필요

CHAPTER

# III 해상풍력 발전비전 및 육성전략





# 1 비전 및 육성전략

## 수출경쟁력 확보



- 코리아브랜드 기술보유를 위한 R&D 추진
- 신시장 진출용 수출주력 상품개발
- 실증(시범보급) 통한 트랙레코드 확보 전략수립

글로벌  
유망기업  
육성전략

- 주민 수용성 제고위한 풍력단지 개발방식 개선
- 해상풍력 경제성 향상 위한 정책연구 추진
- 해상풍력추진단 조직 개편

## 인프라구축



CHAPTER

# IV 해상풍력 수출경쟁력 강화방안



# 코리아브랜드 기술보유를 위한 R&D 추진

## 추진 배경

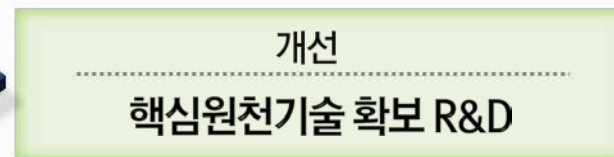
그간의 R&D를 통해 시스템의 용량을 늘리는 기술개발에는 성공하였으나, 글로벌 경쟁력을 갖추기 위한 원천기술 확보는 미흡

- | 750kW('02) ⇨ 1.5MW('06) ⇨ 2MW('07) ⇨ 3MW('09) ⇨ 5MW('14)
- | 국산제품 개발 및 시스템개발의 기본기술은 확보하였으나, 자체 기술 없이 국외 엔지니어링사의 설계에 의존



## 세부 추진 과제

### 코리아브랜드 기술 R&D 추진



- | 2017년 기술개발과제 기획, MISSION INNOVATION ROAD MAP에 반영
- | 블레이드, 증속기 등의 핵심부품 국산화 개발에 집중투자

# 코리아브랜드 기술보유를 위한 R&D 추진

장애요인  
&  
해결방안

기술개발 주체,  
양질의 인력미흡



OPEN INNOVATION 활성화,  
국제공동연구,  
인력양성 프로그램 강화



추진  
일정

- '16년 5~7월 : 분야별 전문가 자문회의를 통한 세부과제 도출
- '16년 4~9월 : 미션이노베이션 로드맵(~5월) 및 과제기획(~9월) 반영



## 2 신시장 진출용 수출주력 상품 개발

추진  
배경

고정식 풍력발전은 기술주기상 발전기에 진입하여  
국내 기업들의 해외시장 진출 진입장벽이 큼

- 부유식은 고정식에 비해 경제적이며, 국내 조선산업 인프라 활용하면 새로운 성장동력 확보가능



세부  
추진  
과제

세계 시장진출을 위한 부유식 풍력발전 전략 수립 : R&D, 실증, 해외진출 등

현행  
수출 주력상품(타워) 국한

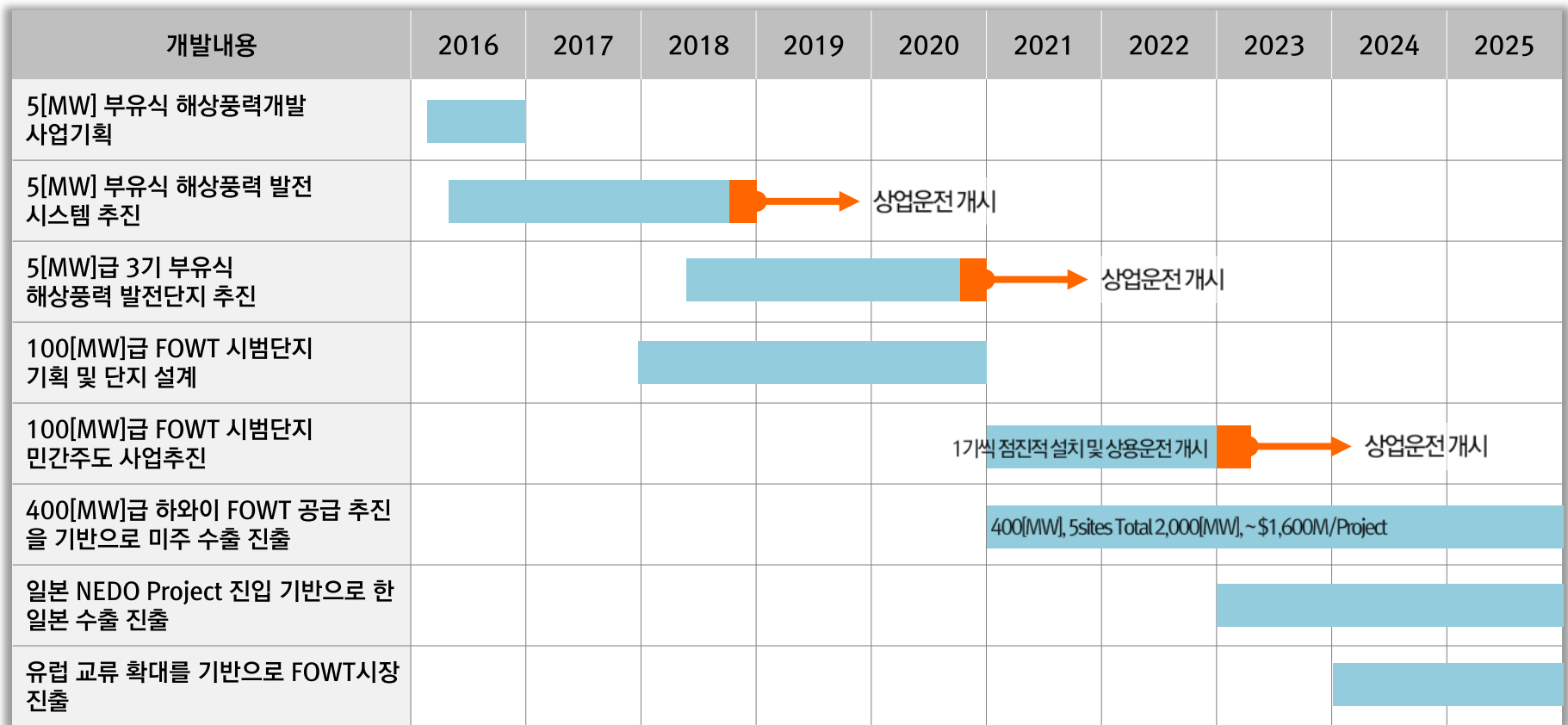


개선  
수출 주력상품(부유체) 추가개발

- 2018년 : 5MW급 부유식 해상풍력발전 상업운전 개시
- 2021년 : 400MW급 부유식 풍력발전 미국 시장진출

## 2 신시장 진출용 수출주력 상품 개발

부유식 풍력발전 시스템 개발·수출 로드맵(예시)





## 2 신시장 진출용 수출주력 상품 개발

장애요인  
&  
해결방안

부유체의  
원천기술 미흡



세계적 수준의  
국내 조선 해양산업의  
경쟁력 적극 활용



추진  
일정

■ '16년 7월 : 전문가 토론회 개최



# 실증(시범보급)을 통한 트랙 레코드 확보 전략수립

추진  
배경

서남해 해상풍력 2단계 사업인 시범단지(400MW) 사업을 트랙 레코드 확보를 위한 국내 풍력산업 육성의 장으로 활용



세부  
추진  
과제

## 해상풍력 트랙 레코드 및 초기시장 확보 정기협의체 운영(가칭)

현행

서남해 1단계 사업 20기중 2기의  
하부구조를 R&D 결과물로 설치



개선

서남해 2단계 사업을 통해 본격적인  
트랙 레코드 확보

- | 대상 : 산업부, 풍력PD, 신재생에너지센터, 한해풍, 예기평 등 관련 전문가
- | 미션 : 해상풍력 R&D 기획/성과물을 서남해 실증 및 시범단지와 연계하여 기술확보
- | R&D와 시범보급 사업연계로 초기시장 창출 및 산업육성

# 실증(시범보급)을 통한 트랙 레코드 확보 전략수립

## 서남해 해상풍력 단지개요

구 분	실 증	시 범	확 산
목적	해상TestBed구축	TrackRecord확보	대규모 단지개발
규모	80MW	400MW	2,000MW
기간	2018년까지	'18 ~ '20	2020년 이후
공사비	4,300억원	약 2조원	약 10조원
주관사	한해풍	한해풍	민간사, 한전, 발전사



※ 실증단지(80MW): 두중 60MW(3MWx20기) 우선설치 후 20MW(5MW급x4기) 추가설치

# 실증(시범보급)을 통한 트랙 레코드 확보 전략수립

장애요인  
&  
해결방안

국내 터빈사의 트랙 레코드 부족,  
R&D 결과물 신뢰성 미흡



해상풍력 R&D기술개발 성과물은  
인증 후 서남해 단지에  
설치방안 검토



추진  
일정

■ '16년 6월 ~ : 해상풍력 정기협의체 운영



# 주민 수용성 제고위한 풍력단지 개발방식 개선

추진  
배경

해상풍력 단지개발시 어업관련 민원이 발생하여  
주민동의 확보가 중요

| 주민 수용성 문제 해결할 수 있는 풍력단지 개발방식 마련



세부  
추진  
과제

## 해상풍력 단지 개발방식 표준모델 수립

현행

Top-Down식 개발



개선

Bottom-Up 방식 개발

| 해외사례조사 및 해상풍력단지에 적합한 지역주민 상생모델 개발

| 제주도 풍력단지 개발사업 모델 벤치마킹

\* 풍력발전지구 후보지 공모를 통한 주민참여방식으로 마을 재정자립지원

# 주민 수용성 제고위한 풍력단지 개발방식 개선

## 제주 풍력발전 개발계획

(단위: MW)

구 분	총계	현재 ('15.12월)			향후 (2030년)
		계	운영 중	진행 중	
계	2,350	529	216	313	1,821
육상풍력	450	299	216	83	151
해상풍력	1,900	230	-	230	1,670

### 〈참고〉 주민 수용성 향상 개선 연구사례

지역 주민 소득증대를 위해 해상풍력단지 해수공간을 활용한 복합 양식시설 및 레저(낚시) · 관광자원  
화 사업 등을 추진하여 주민공감형 단지 조성

\*'해상풍력단지 해수공간을 활용한 산업융합설비 개발 및 실증연구'과제(전력연구원 48억원 14.6.~ 17.5.)



# 주민 수용성 제고위한 풍력단지 개발방식 개선

장애요인  
&  
해결방안

Top-down식 사업추진으로  
주민 공감대 형성 미흡,  
어업피해보상,  
어족자원 고갈 등 왜곡된 정보로  
주민 갈등 심화



지역주민 소득증대 지원방안 및  
주민 참여형 해상풍력단지  
모델 정립



추진  
일정

| '16년 10월 : 해상풍력단지 개발방식 표준모델 수립(해풍단)



# 해상풍력 경제성 향상을 위한 정책연구 추진

추진  
배경

해상풍력은 육상풍력에 비해 발전량은 많으나, 하부구조물, 해저케이블, 계통연계비용, 운전 및 유지보수 비용 상승으로 사업 경제성 미흡

| 육상풍력단지 대비 2배이상 비용 소요



세부  
추진  
과제

## 해상풍력 단지의 경제성 확보를 위해 정책연구 추진



| '16. 2월 종료된 전기연구원의“해상풍력 적정 REC 가중치 검토 용역” 결과를 토대로 해상풍력 단지 개발자에 대한 최소한의 수익확보를 위한 가이드라인 제시

| (예시) 풍력단지 계통연계 건설비용 부담 완화를 위해 계통연계 구축비용 지원

※ 덴마크, 독일, 영국 등은 계통연계 비용을 정부 및 송전기업에서 지원하고 전력사용료에 부담

# 해상풍력 경제성 향상을 위한 정책연구 추진

## 장애요인 & 해결방안

국산 터빈 3, 5, 5.5, 7MW이  
개발되었으나 대기업이  
해상풍력 경제성 미흡 등을  
이유로 사업 참여 포기(관망)사  
속출



REC가중치 상향조정으로 경제성  
확보 및 계통연계비용  
지원방안 마련



## 추진 일정

- '16년 6월 ~ : 해상풍력 REC 가중치 검토 용역 결과 공청회 개최
- '16년 12월 : 해상풍력 경제성 향상방안 정책연구



# 6 해상풍력추진단 조직 개편

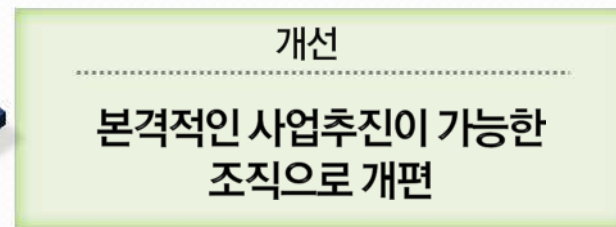
추진  
배경

서남해 해상풍력 실증단지를 도약의 발판으로 세계시장에 진출하기 위해서는 기술혁신, 수출지원, 수용성 제고 등의 지원 조직 개편이 절실



세부  
추진  
과제

국장급을 단장으로 하는 3개팀(15명)으로 개편



| 산업부, 지자체, 신재생센터에서 추가 파견

# 해상풍력추진단 조직 개편

## 해상풍력추진단 개편 조직도





# 해상풍력추진단 조직 개편

장애요인  
&  
해결방안

외부 파견인력 조달에 따른  
기관별 이해관계 상이



서남해 사업승인 및 협약체결 근거로  
기관별 인력 파견에 대한  
협조 요청



추진  
일정

| '16년 6월 ~ : 관계기관 인력파견 협의 및 파견 요청





## CHAPTER

# [별첨]해상풍력 Supply Chain별 산업분석



# 1 하부구조(Substructure)

## 기술개요



- | 해상풍력발전기를 해저면에 고정시키는 역할을 담당하는 구조물
- | 해상풍력발전기의 원활한 작동을 보장하고 안전하게 지지하기 위해, 고유진동수 적합성과 구조 안전성을 확보하면서 시공성, 경제성이 요구되는 기술
- | 하부구조물 형식은 해상조건(수심, 파랑, 지반조건 등)에 따른 시공성과 경제성에 영향을 받으며, 초기에는 모노파일, 중력식 등이, 최근에는 수심과 발전기 대형화에 따라 자켓, 트라이포드, 신형식 등이 적용

# 1 하부구조(Substructure)

## 국내외 산업분석(현황)

### 주요업체

- 하부구조물의 설계는 풍력발전기사의 통합하중해석 결과를 바탕으로 설계사에서 담당하며, 해상시공은 중공업, 건설사가 담당
- 해외 : Aker(노르웨이), Dong Energy(덴마크), Offshore Co. (영국), Siemens(독일)
- 국내 : 현대중공업, 현대건설, 두산중공업, 대우건설, GS건설, CDS, 유신, 세일, 젠텍 등

### 기술수준

- 하부구조물에 대한 시공 능력은 우수함. 해상풍력 특성에 따른 엔지니어링 기술은 상당부분 미흡하며 전문가 인력풀이 매우 제한적

### 시장규모(~2020)

- 하부구조물은 해상풍력발전시스템의 비용 비중에서 약 41% 차지  
(출처 : U.S. Offshore Wind Manufacturing and Supply Chain Development., Navigant Consulting, 2013)
- 해외시장 : 2020년까지 전세계 약 300백억원 규모의 시장 조성 전망
- 국내시장 : 2020년까지 약 15백억원 규모의 시장 조성 전망

### 산업전망

지표	구분			비고
	높음	보통	낮음	
해외시장 기회		○		▪ 하부구조물 설계, 시공 분야는 유럽을 중심으로 충분한 기술력과 경험을 보유하고 있음. 다만, 국내시장에서 경험을 쌓고 가격 경쟁력을 확보한다면 해외시장 진출의 기회가 발생할 것으로 예상
국내시장 기회		○		▪ 국내 해상풍력은 태동기에 있으며 잠재 시장창출이 가능함
세계 단기 공급 부족 가능성			○	▪ 유럽 시장의 단기공급 부족 가능성은 없지만, 가격 경쟁력 측면에서 국내 기업에서 대안을 모색할 가능성은 높음
호환성		○		▪ 하부구조물은 지역적 해상조건(수심, 파랑, 지반조건 등)에 의존적이어서 호환성이 낮은 기술이지만, 이를 극복하기 위해 호환성을 높이기 위한 기술개발이 이루어지고 있음
정부주도 부품산업 육성 필요성	○			▪ 장기간 국내시장 침체로 국내 기업들의 기술개발 의지가 저하된 상태이므로, 트랙레코드 확보시까지 정부 주도 육성 필요
전체		○		▪ 국내 기업의 경우 우수한 시공능력을 바탕으로 경쟁력이 갖추어진다면 해외시장 진출 가능



# 1 하부구조(Substructure)

## 장애요인 & 해결방안

### 장애요인

### 해결방안

#### 기술 부문

- 하부구조물 분야 시공능력은 우수하나 국내 시장에서 트랙레코드 확보 기회가 없음
- 하부구조물은 터빈 특성, 파랑, 구조, 지반의 종합적인 엔지니어링 기술이 요구되지만 전문가풀이 매우 제한적



- 정부 주도로 국내시장을 활성화하여 국내기업의 트랙레코드 확보 기회 제공
- 정부 주도의 국내시장 활성화 및 수준 높은 엔지니어링 기술 개발(R&D) 및 해외 연수 기회 제공으로 전문가풀 강화

#### 수출 부문

- 국내시장에서 트랙레코드 확보 기회 없음
- 하부구조물 설계는 선급의 인증이 필수적이지만 인증에 대한 인식 및 대응 부족
- 하부구조물 제작 및 시공은 현지 시설 및 장비를 이용하는 지역성이 큰 분야이지만, 유럽시장에서의 시설 및 장비 인프라가 취약



- 국내시장에서 트랙레코드 기회 부여
  - 국내시장에서 선급 인증 획득 의무화
  - 제작 및 설치 장비 조달이 가능한 국내 및 현지 기업과의 협력체계 구축을 통한 시장별 거점 확보
- ※ 타겟시장: 유럽, 태평양 및 중남미, 동남아

## 2 타워(TOWER)

### 기술개요



- | 타워의 주요 원자재는 철판, 플랜지(단조 처리된 원형 이음새), 타워 내장재(전력 케이블, Service lifter 및 플랫폼 등) 등으로 구성
- | 철강 판재 가공 및 용접의 경우 자동화가 어려우므로 작업자의 높은 숙련도가 요구됨
- | 육상풍력 타워보다 3~4배 이상 무거운 타워를 제조, 운송하기 위한 고가의 제조장비 및 운송장비가 필요

## 2 타워(TOWER)

### 국내외 산업분석(현황)

#### 주요업체

- 해외 : Broadwind, Trinity Structural Towers, Valmont(미국), Vestas, Titan(덴마크), Marmen(캐나다), Ambau(독일), Welcon(영국), Chengxi, TSP(중국)
- 국내 : 동국S&C, CS Wind 등

#### 기술수준

- 현재 타워부문은 해외-국내 간 기술격차가 없음

#### 시장규모(~2020)

- 타워는 해상풍력발전기 가격비중에서 약 20.4% 점유 (4억 5천만원/tower)  
(출처 : U.S. Offshore Wind Manufacturing and Supply Chain Development., Navigant Consulting, 2013)
- 해외시장 : 2020년까지 전세계 약 1,305백억원 규모의 시장조성 전망
- 국내시장 : 2020년까지 약 161백억원 규모의 시장 조성 전망

#### 산업전망

지표	구분			비고
	높음	보통	낮음	
해외시장 기회	○			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 2020년까지 4,500MW/년(6MW급 터빈은 타워 750개) 수요예상</li> <li>▪ 국내 기업들은 GE, Siemens 등과 타워공급계약을 맺고 있어 해외시장 진출 가능</li> </ul>
국내시장 기회	○			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 2020년까지 국내에 500~600MW/년(6MW급 터빈일 경우 타워 80~100개)의 수요 예상</li> </ul>
세계 단기 공급 부족 가능성			○	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 현존 기업들로 판단했을 때, 유럽과 미국아시아 시장의 공급 부족은 없을 것임</li> </ul>
호환성	○			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 용량에 따른 크기는 변경이 쉽고, 해상풍력 시장에 공급하기 위한 리스크가 낮음</li> </ul>
정부주도 부품산업 육성 필요성		○		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 이미 세계수준의 제조기술력을 보유하고 있지만 대중국 경쟁력 확보 및 블레이드 대형화에 대응할 수 있는 공정 신기술과 신뢰성 평가기술 개발이 필요함</li> </ul>
전체	○			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 하나의 제조시설로 육·해상발전기 모두 공급이 가능</li> </ul>



## 2 타워(TOWER)

### 장애요인 & 해결방안

#### 장애요인

#### 해결방안

#### 기술 부문

- 풍력발전기의 대형화로 엄격한 사양충족 및 대외적 품질인증을 취득·유지해야 함
- 해상풍력발전기의 대형화(6~8MW)에 따라 타워 중량(300 ~400톤) 및 직경(6~9m)이 커지면서 고가의 운송장비 필요
- 해상은 표면처리기술 조건이 매우 까다로우며 기존 풍력타워 설비로는 해상풍력용 타워를 생산하기가 어려움



- 풍력발전기의 대형화(육상→해상) 추세에 따라 정부가 주도하여 초기시장을 형성
- 높은 요구조건을 충족시킬 수 있는 기술력 및 전문 인력양성 강화
- 해상풍력타워를 포함한 다양한 형태의 구조물 제작가능 설비구축(Item 다각화)

#### 수출 부문

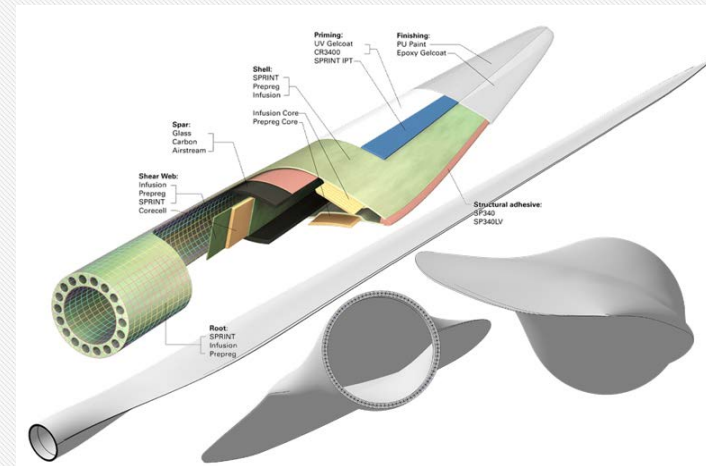
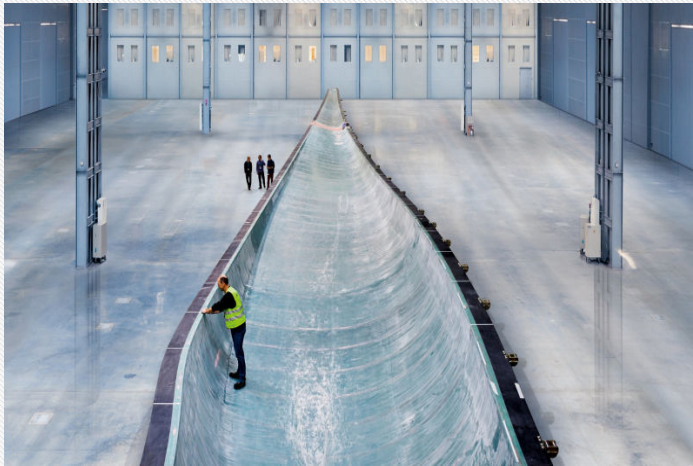
- 풍력타워의 대형화에 따른 공급 한계/제한
  - 풍력타워 대형화에 따른 운송비용이 풍력단지건설비의 큰 비중을 차지
  - 다양한 지역에 공장을 가지고 있지 않으면 운송비 부담으로 공급 시장 확보가 어려움



- 공장설비의 현지화 추진(운송비, 인건비 절감효과가 있는 국가·지역을 시장별로 선정하여 경쟁력 확보 가능)
  - 국가 간의 MOU 체결을 통한 장기적인 물량 확보
  - 타워, 플렌지 등은 국내업체가 세계시장을 선도하고 있으므로, 국산화율(Local Contents)을 법제화하여 국내 풍력산업과 부품업체 보호
- ※ 타겟시장: 유럽, 아시아·태평양, 중동 및 중남미

### 3 블레이드(Blade)

#### 기술개요



- | 바람이 가진 에너지를 회전력으로 변환시키는 장치
- | 세계시장 수요확대로 신규 블레이드 제작사들이 등장, 새로운 생산설비들의 설치 및 확대 등 블레이드 생산능력은 향후 수요를 충분히 소화할 전망
- | 해상용 대형풍력발전기는 초기시장 단계로 경쟁사가 적고 적용되는 블레이드는 대량생산에 따른 가격 인하가 없는 Blue ocean market 임

# 3 블레이드(Blade)

## 국내외 산업분석(현황)

### 주요업체

- 대부분 터빈 제조사가 시장지배력 강화를 위해 수직적 통합전략을 채택하고 자체적으로 생산하거나, LM을 비롯한 해외 기업들이 공급하고 있는 상황
- 해외 : Vestas, LM(덴마크), Gamesa(스페인), Suzlon(인도), Enercon, Siemens, SGL ROTEC, SINOI, EUROS, Windnovation(독일), TPI Composites, Knight&Carver, Blade Dynamics(미국), Lianyungang Zhongfu(중국)
- 국내 : 휴먼컴퍼지트, KM(법정관리 중) 등

### 기술수준

- 0.75MW~7MW까지 블레이드 제작가능
- 자체 엔지니어링 및 설계 부문은 미흡

### 시장규모(~2020)

- 블레이드는 해상풍력발전기 가격비중에서 약 17.6% 점유 (4억원/Set)  
(출처 : U.S. Offshore Wind Manufacturing and Supply Chain Development., Navigant Consulting, 2013)
- 해외시장 : 2020년까지 전세계 약 1,160백억원 규모의 시장 조성 전망
- 국내시장 : 2020년까지 약 144백억원 규모의 시장 조성 전망

### 산업전망

지표	구분			비고
	높음	보통	낮음	
해외시장 기회		○		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 2020년까지 4,500MW/년(6MW급 터빈일 경우 블레이드 750Set)의 수요 예상</li> <li>▪ 외산 해상풍력발전기에는 공급 실적이 전무</li> </ul>
국내시장 기회		○		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 현재 3MW급, 5MW급 터빈에 맞는 블레이드 제작 가능</li> <li>▪ 기업들의 재정상황으로 정상적인 공장 가동이 어려워 추가적 설비 투자가 필요한 상황</li> </ul>
세계 단기 공급 부족 가능성			○	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 단기 공급부족 가능성 없음</li> </ul>
호환성		○		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 국산 해상풍력발전기에 적합한 블레이드 제작은 가능하나, 정상적인 공급실적이 없어 리스크가 높음</li> </ul>
정부주도 부품산업 육성 필요성	○			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 블레이드는 풍력발전기의 가장 핵심부품이지만 대부분 해외제품에 의존, 국산화 및 원천설계 능력 확보를 위한 R&amp;D 필요</li> </ul>
전체		○		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 해외 및 국내 수요가 점차 증가할 것으로 예상되나, 대다수의 블레이드를 터빈사가 자체적으로 생산하고 있어 시장진입에 어려움이 있음</li> <li>▪ 국내 수요증가에 따른 기술력 확보, 기업의 적극 참여유도 필요</li> </ul>



### 3 블레이드(Blade)

#### 장애요인 & 해결방안

##### 장애요인

##### 해결방안

##### 기술 부문

- 최근 터빈의 대형화로 블레이드 또한 길이가 길어짐에 따른 운송문제 및 블레이드 고장시 수리가 어렵고 많은 비용이 필요
- 대량생산을 위한 예측가능 시장 및 자동화 설비 미확보
- 블레이드 공력/구조/재료/성형 등 전문인력 부족, 자체 엔지니어링 기술력 한계



- 유지보수 및 하중 경감을 위한 가벼운 블레이드 및 운송을 위한 분리형 블레이드 제작
- 자체 엔지니어링 기술 확보 및 자동화 공정/시설 도입에 의한 블레이드 품질 신뢰성 향상
- 품질향상을 위해 일체성형기술 및 분리형 블레이드 제조기술 확보

##### 수출 부문

- 국내 설치된 외산 및 국산 풍력발전기 대부분의 블레이드는 수입품
- 국산 블레이드의 경우 트랙레코드가 없어 신뢰성이 부족
- 소량 생산에 따른 가격 경쟁력이 상실된 상황



- 코리아 브랜드 기술 확보를 위한 집중 지원
  - Sandia 연구소등 국제적 협업을 통하여 시장 개척
  - 생산량 증대를 통한 가격 및 기술경쟁력 확보
- ※ 타겟시장: 유럽, 아시아 · 태평양, 중동 및 중남미

## 4 증속기(Gearbox)

### 기술개요



- | 기어트레인 핵심 부품으로써 저속의 블레이드 회전수를 고속회전으로 변환하여 전달하는 핵심 구성품
- | 풍력발전기의 주된 고장 사례 대부분 원인이 증속기로부터 발생
- | 기존의 중공업 분야에서 증속기를 공급하던 많은 제작사들은 높은 투자비용에 따른 리스크로 풍력 사업에 진출하지 못하고 있는 상황



## 4 증속기(Gearbox)

### 국내외 산업분석(현황)

#### 주요업체

- 해상터빈에 장착되는 기어박스의 경우 대부분 공급실적이 많은 유럽제품을 사용, 시장집중도가 높아 해상풍력 시장에 공급 가능한 기업은 10여개 뿐
- 해외 : Winergy, Eikhoff, Jake(독일), Hansen(벨기에), Bosch Rexroth, Brad Foote, GE(미국), Moventas(스코틀랜드), Echasa(영국), China High speed, Chongqing(중국), Ishibashi(일본), Fellar, Pujol Muntala(스페인), RENK(스위스)
- 국내 : 효성, 우림기계, 한국정기공업 등

#### 기술수준

- 3MW급 이하 제품은 이미 국내 기업에서 생산 가능하며, 중형풍력 발전기의 유지보수가 가능한 상황

#### 시장규모(~2020)

- 기어박스는 해상풍력발전기 가격비중에서 약 18.7% 점유 (4억원/EA)  
(출처 : U.S. Offshore Wind Manufacturing and Supply Chain Development., Navigant Consulting, 2013)
- 해외시장 : 2020년까지 전세계 약 1,160백억원 규모의 시장 조성 전망
- 국내시장 : 2020년까지 약 144백억원 규모의 시장 조성 전망

#### 산업전망

지표	구분			비고
	높음	보통	낮음	
해외시장 기회			○	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 2020년까지 4,500MW/년(6MW급 터빈일 경우 기어박스 750개)의 수요 예상</li> <li>▪ 국내 기어박스 기업은 외산 제품 공급 실적 전무</li> </ul>
국내시장 기회		○		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 외산 제품 공급 실적은 전무하나 현재 외산 기어박스 수리가 가능하므로, 제작도면이 있을 경우 부품제작 가능</li> <li>▪ 국산 터빈 제조사들이 도면 등 기본자료 제공 불가 성향</li> </ul>
세계 단기 공급 부족 가능성		○		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 단기 공급부족 가능성은 없으나 소수 제작사에 의해 제작되어 수요정도만 맞출 수 있을 전망으로, 공급 부족 가능성 있음</li> </ul>
호환성		○		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 기어박스의 제작 도면을 입수 가능할 경우 제작 가능</li> <li>▪ 해상풍력 특화용으로 설계 및 제작되어야 하므로 추가적인 기술개발 투자 필요</li> </ul>
정부주도 부품산업 육성 필요성	○			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 현재 100% 해외의존하고 있어 국산화 및 원천 설계 능력 확보를 위한 R&amp;D 필요</li> </ul>
전체		○		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 해외 및 국내 수요가 점차 증가할 것으로 예상되나, 현재 대다수의 기어박스를 제작·공급하고 있는 업체들에 비해 경험 및 트랙레코드 부족</li> </ul>

## 4 증속기(Gearbox)

### 장애요인 & 해결방안

#### 장애요인

#### 해결방안

#### 기술 부문

- 증속기는 풍력 발전기의 핵심 부품이지만 국내 제작/적용이 전무한 실정
- 대부분의 국내 시스템사는 국산 품목 사용의지가 없는 편이며, 시스템사에서 제작하는 터빈의 부품 설계를 위한 제작도면 등 기본자료 제공 불가



- 코리아 브랜드 기술 보유를 위한 R&D 추진
- 시스템업체와 증속기개발업체 유기적 관계 마련
- 독자적 설계 기술력 확보/설계에 필요한 기술 자료 공유 및 국산화 개발품 사용 유도 필요
- 증속기 원천 설계능력 확보를 위한 R&D
- 기어박스 손상시 유지보수의 편리성을 고려한 설계 /파워트레인 및 시스템개발

#### 수출 부문

- 국내 설치된 풍력발전기의 증속기는 전량 수입품
- 트랙레코드가 없어 신뢰성 부족
- 소량 생산에 따른 가격 경쟁력이 상실된 상황



- 수출 이전 국내에 장기간 트랙레코드 확보를 통한 국산 부품의 신뢰성 확보 지원
  - 해외시장 진출을 위한 금융 관련 세제지원
  - 국내에 설치되는 풍력발전기에 대한 국산 부품 사용 의무화 검토, 금융혜택 지원
  - 시스템개발 R&D시 국산증속기 사용조건 부여 검토
- ※ 타겟시장: 국내 설치되는 국산·해외풍력발전기

## 5 발전기(Generator)

### 기술개요



- | 로터의 회전력으로 전기를 발생시키는 부품으로 발전효율 및 생산되는 전력의 품질을 결정하는 중요한 요소
- | 풍력터빈에 적용되는 발전기는 다수의 대형 발전기 제작사 또는 호환성 및 기술유출 우려로 풍력터빈 제작사가 직접 제작하는 구조



# 5 발전기(Generator)

## 국내외 산업분석(현황)

### 주요업체

- 최근 중국을 중심으로 새로운 제너레이터 제작기업들이 선진기업에 비해 낮은 가격으로 제작·공급하며 국외 기업과 경쟁 중임
- 해외 : Vestas(덴마크), Enercon, Winergy(독일), GE(미국), ABB(핀란드), Hitachi, Mitsubishi(일본), Lanzhou electric, Shanghai Electric, Dongfang(중국)
- 국내 : 효성, 현대중공업, 유니슨 등

### 기술수준

- 다년간 연구개발로 저전압용 고효율 영구자석형 제너레이터의 자체 기술력 확보하였으며, 고전압용(3.3kV) 영구자석형 제너레이터 개발 성공
- 대량 생산을 위한 부품단위 협력업체(중소기업)와의 공조가 원활이 이루어져야 하나, 상대적으로 취약한 국내 중소기업의 품질 및 생산기술 수준의 저하로 전체적인 기술수준은 해외 선진사 대비 90% 정도로 평가됨

### 시장규모(~2020)

- 제너레이터는 해상풍력발전기 가격비중에서 약 4.78% 점유(1억원/EA)  
(출처 : U.S. Offshore Wind Manufacturing and Supply Chain Development., Navigant Consulting, 2013)
- 해외시장 : 2020년까지 전세계 약 290백억원 규모의 시장 조성 전망
- 국내시장 : 2020년까지 약 36백억원 규모의 시장 조성 전망

### 산업전망

지표	구분			비고
	높음	보통	낮음	
해외시장 기회			○	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 2020년까지 4,500MW/년(6MW급 터빈일 경우 제너레이터 750개)의 수요 예상</li> <li>▪ 중국기업들이 낮은 가격으로 제너레이터 시장에 진입하고 있으므로 가격 경쟁력 확보가 중점임</li> </ul>
국내시장 기회		○		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 국내기업의 경우 자사 터빈에 적용되는 제너레이터 공급 실적이 있으며, 진입장벽이 높지 않으므로 국내시장 점유 가능</li> </ul>
세계 단기 공급 부족 가능성			○	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 해외 시장에서 특별한 공급부족 현상은 없을 것으로 전망됨</li> </ul>
호환성	○			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 해상풍력 특화용으로 설계 및 제작되어야 하므로 추가적인 기술개발 투자 필요</li> </ul>
정부주도 부품산업 육성 필요성			○	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 자체기술력을 확보하고 있으며 트랙레코드가 확보된다면 경쟁력 강화가 가능한 수준임</li> </ul>
전체		○		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 국내 기업의 경우 자사 터빈에 적용되는 제너레이터 공급 실적이 있으며, 진입장벽이 높지 않으므로 국내시장을 점유하여 트랙레코드를 축적함으로써 해외시장 진출 가능</li> </ul>

## 5 발전기(Generator)

### 장애요인 & 해결방안

#### 장애요인

#### 해결방안

##### 기술 부문

- 전체적인 시스템 부문의 설계기술은 해외 선진사와 거의 동일한 수준이나, 종합적인 시험설비 부족으로 정밀시험 불가능
- 이에 따라 성능 및 수명에 대한 정확한 수준의 예측이 어려움



- 신기술 개발에 따른 제너레이터의 성능시험을 위한 시험설비 구축 검토
- 국제적으로 공신력 있는 기관의 부품인증을 통해 생산된 제품의 품질 신뢰성 검증 필요
- 시장성을 고려한 차세대 핵심부품 선정 및 기술 개발 필요

##### 수출 부문

- 여전히 트랙레코드 문제가 해결되지 않고 있어 국내업체의 해외진출 담보 상태 지속
- 이에 따라 선진 경쟁사와의 기술격차가 더욱 더 커지고 있는 상황으로 국내업체의 경쟁력 상실에 대한 우려가 커지고 있음



- 서남해 시범단지 등에서 트랙레코드 확보를 위한 전략수립  
※ 타겟시장 : 내수, 로컬수출, 아시아



## 6 변압기(Transformer)

### 기술개요



- | 풍력발전기에서 발생하는 출력 전압을 계통의 전압으로 변환해주거나, 발전기 내에서 사용하는 시스템의 구동을 위해 계통으로부터 전압을 변환해주는 장치
- | 타 풍력부품에 비해 높은 기술이 요구되지는 않으나, 해상풍력발전용 변압기는 해상에 설치되므로 냉각시스템과 하우징 진동에 대한 내구성 등이 우수한 제품이 적용되어야 함

# 6 변압기(Transformer)

## 국내외 산업분석(현황)

### 주요업체

- 전 세계 45개사 이상의 변압기 기업이 있으나 일부 기업이 시장 대부분을 점유하고 있으며, 최근 중국 기업들이 ABB, Siemens 등 선진기업에 비해 낮은 가격으로 제작·공급하며 국외 기업과 경쟁 중임
- 해외 : ABB(스위스), Siemens(독일), SGB(독일), Areva(프랑스) 등
- 국내 : 효성, 현대중공업

### 기술수준

- 국내 해상풍력용 변압기 기술 수준은 해외 선진기업 대비 약 85%
- 해외 : Nacelle 내부에 설치되는 5MW 이상 대형변압기 기술 상용화
- 국내 : Nacelle 내부에 설치되는 해상풍력용 변압기 개발 검토 중

### 시장규모(~2020)

- 변압기는 해상풍력발전기 가격비중에서 약 3.2% 점유 (0.7억원/EA)  
(출처 : U.S. Offshore Wind Manufacturing and Supply Chain Development., Navigant Consulting, 2013)
- 해외시장 : 2020년까지 전세계 약 203백억원 규모의 시장 조성 전망
- 국내시장 : 2020년까지 약 25백억원 규모의 시장 조성 전망

### 산업전망

지표	구분			비고
	높음	보통	낮음	
해외시장 기회			○	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 2020년까지 4,500MW/년(6MW급 터빈일 경우 변압기 750개)수요 예상</li> <li>▪ 6MW급 이상 시제품의 테스트 및 공급실적이 있지만 중국 업체들이 낮은 가격으로 변압기 시장에 진입하고 있으므로 가격 경쟁력 확보가 중점임</li> </ul>
국내시장 기회		○		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 국내업체의 경우 자사 터빈에 적용되는 변압기 공급 실적이 있으며, 진입장벽이 높지 않으므로 국내 시장 점유 가능</li> </ul>
세계 단기 공급 부족 가능성			○	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 해외 시장에서 특별한 공급부족 현상은 없을 것으로 전망됨</li> </ul>
호환성	○			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 전력전자시장의 규모와 다양성은 변압기 제작·공급기업에 유연성을 부여하여 해상풍력 수요가 불안정할 경우 용량을 변경하여 전력 시장에 납품 가능</li> </ul>
정부주도 부품산업 육성 필요성			○	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 트랙레코드가 확보된다면 경쟁력 강화가 가능한 수준</li> </ul>
전체		○		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 진입장벽이 높지 않으므로 국내 시장의 점유는 가능하며 수요가 불안정할 경우 전력 시장 이용 가능</li> </ul>

## 6 변압기(Transformer)

### 장애요인 & 해결방안

#### 장애요인

#### 해결방안

#### 기술 부문

- 냉각시스템 (부하 변동에 따른 연속운전), 내구성(부하 변동에 따른 연속 운전시험을 통해 운전 시 예상 못한 잠재 고장), 내진(운전 시 진동스트레스), 국내 환경(극한 환경(-40℃)과 해상(염분, 습도)환경에서 운영 중의 잠재고장 극복이 필요



- 신기술 개발에 따른 신뢰도 향상

#### 수출 부문

- 트랙레코드 확보가 지연되면서 선진사와의 기술격차 확대로 국내업체들의 경쟁력 상실 우려가 커지고 있음
- 국내 풍력발전 산업의 성장이 전제되어야 풍력용 변압기 부분 해외 시장 개척이 가능할 것으로 판단됨



- 트랙레코드 확보
- 독자기술 및 원천기술 확보를 통한 국제 기술 경쟁력 확보
  - ※ 타겟시장 : 내수, 로컬수출, 아시아 (중국 세계1위, 인도 세계3위)



## 7 전력변환기(Power Convertor)

### 기술개요



매순간 변화하는 바람에너지를 적정풍속과 회전속도에서 최대전력을 생산할 수 있도록 제어하여 생산된 전력을 안정적으로 계통에 공급하는 장치

# 7 전력변환기(Power Convertor)

## 국내외 산업분석(현황)

### 주요업체

- 전세계 약 50여개의 컨버터 제작사가 풍력 시장에서 활동하고 있으나, 미국 제조업체들이 주류를 이루고 있으며, 터빈 제작사의 수직 통합 전략에 따라 자체 제작을 하고 있음
- 해외 : Renergy, Emerson(미국), ABB, Woodward IDS(스위스), Ingeteam(스페인), Converteam(프랑스), The Switch(핀란드), Windtech(덴마크)
- 국내 : 플라스포

### 기술수준

- 국산 풍력발전기인 유니슨 750kW, 2MW 일부가 국산제품을 사용하고 있으며, 나머지는 전량 해외제품 사용
- 해상풍력용 컨버터의 국내 기술수준은 TRL 7(제품화단계)정도로 볼 수 있음

### 시장규모(~2020)

- 컨버터는 해상풍력발전기 가격비중에서 약 4.46% 점유 (1억원/EA)  
(출처 : U.S. Offshore Wind Manufacturing and Supply Chain Development., Navigant Consulting, 2013)
- 해외시장 : 2020년까지 전세계 약 290백억원 규모의 시장 조성 전망
- 국내시장 : 2020년까지 약 36백억원 규모의 시장 조성 전망

### 산업전망

지표	구분			비고
	높음	보통	낮음	
해외시장 기회			○	<ul style="list-style-type: none"> <li>2020년까지 4,500MW/년(6MW급 터빈일 경우 컨버터 750개) 수요 예상</li> <li>국내 컨버터 기업은 외산 제품 공급 실적 전무</li> </ul>
국내시장 기회		○		<ul style="list-style-type: none"> <li>국산 터빈 일부가 국산 부품을 사용하고 있음</li> <li>해상풍력용 컨버터 기술은 제품화 단계로 향후 국산 터빈 개발 시 제품 적용 가능</li> </ul>
세계 단기 공급 부족 가능성			○	<ul style="list-style-type: none"> <li>해외 시장에서 특별한 공급부족 현상은 없을 것으로 전망됨</li> </ul>
호환성	○			<ul style="list-style-type: none"> <li>전력전자시장의 규모와 다양성은 컨버터 제작 · 공급업체에 유연성을 부여하여 해상풍력 수요가 불안정할 경우 용량을 변경하여 전력 시장에 납품 가능</li> </ul>
정부주도 부품산업 육성 필요성		○		<ul style="list-style-type: none"> <li>현재 해외의존도가 높으나 일부 국산 터빈사가 국산부품을 사용하고 있어 자체개발 가능</li> </ul>
전체		○		<ul style="list-style-type: none"> <li>육상풍력의 경우 국산 터빈 일부가 국산 부품을 사용하고 있어 향후 국산 해상풍력발전기 개발에 따른 국산 부품 적용도 가능, 수요가 불안정할 경우 전력 시장 이용 가능</li> </ul>



## 7 전력변환기(Power Convertor)

### 장애요인 & 해결방안

#### 장애요인

#### 해결방안

##### 기술 부문

- 주요 핵심소자(전력용반도체)의 국산화 미흡
- 실증용 터빈의 부재



- 주요 핵심소자들의 국산화 지원으로 가격경쟁력 확보

##### 수출 부문

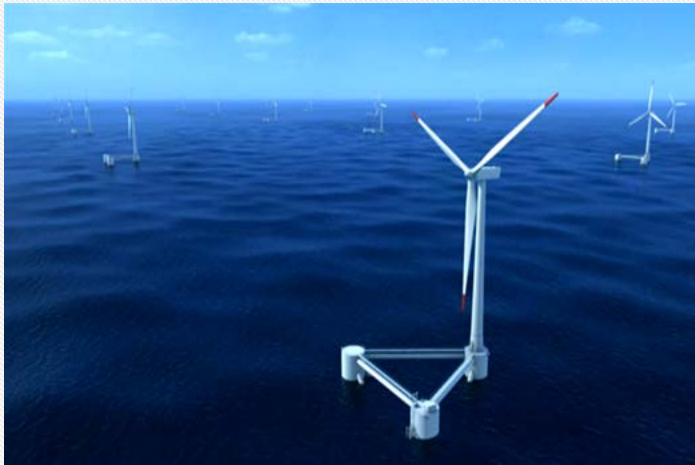
- 컨버터는 풍력발전기와 일체형으로 수출되어야 하지만 현재 많은 국산풍력발전기 제작사들이 사업에서 철수하고 있음



- 국산화 기술개발 후 수출 전략 수립 검토  
※ 타겟시장 : 국내에 설치 및 해외 수출되는 국산 풍력발전기

## 8 부유체(Floating System)

### 기술개요



- | 부유식 해상풍력은 발전기의 지지부가 해저면에 고정되어 있지 않고 해상에 떠 있는 형태이며, 연안으로부터 원거리에 발전단지가 위치함으로써 더 우수한 풍황 자원의 이용 가능
- | 부유체는 부유식 해상풍력에 있어 기초에 해당하는 기술이며, 균형수, Mooring system 또는 균형중심체 등으로 자세 균형을 유지함

# 8 부유체(Floating System)

## 국내외 산업분석(현황)

### 주요업체

- 현재 부유식 기술은 원천 기술사와 제조 회사로 나뉘짐

구분	용량	설계 단계	시범단계	상용전단계
엔지니어링	2MW급	-	Hywind, PPI	-
	5MW급	GustoMSC	-	Hywind, PPI
제조	2MW급	Mitsui, Mitsubishi	ASMI, Mitsui	-
	5MW급	-	Mitsubishi	한영, ASMI, Mitsubishi

### 기술수준

- 국내 조선·해양산업의 기술 확보로 제조기술은 우수하나 부유체 원천기술은 미확보
- 현재 제조 가격은 3백만원/톤으로 세계 최고 경쟁력을 갖추고 있다고 볼 수 있음
- 현재 2MW급 시범단계 완료, 5MW급 이상 상용 전 단계

### 시장규모(~2020)

- 부유체의 가격은 5MW 기준 약 30억
- 해외시장 : 2020년까지 전세계 약 8,700백억원 규모의 시장 조성 전망
- 국내시장 : 2020년까지 약 1,076백억원 규모의 시장 조성 전망

### 산업전망

지표	구분			비고
	높음	보통	낮음	
해외시장 기회	○			■ 국내의 경우 조선·해양산업의 발달로 세계최고 수준의 경쟁력을 가지고 있으며, 2018년 이후 상용화 단계에 진입할 것으로 전망
국내시장 기회		○		■ 국내 해양은 수심이 급격하게 깊어지는 편으로 깊은 수심에 풍황이 좋은 지역을 선정하여 해상풍력을 적극 개발하고 정부에서 지원 할 경우 시장 진입은 비교적 수월할 전망
세계 단기 공급 부족 가능성		○		■ 최근 해상풍력 시장은 비교적 시설투자비가 저렴한 저수심연안 지역에서 고수심장거리에 단지로 전환하고 있는 추세 ■ 이에 따라 시장이 폭발적으로 확대되고 있어 단기간에 수요에 대한 적기 대응이 어려울 전망으로 CAPEX를 낮추기 위해서는 부유체 가격은 2.5백만원/톤 이하로 추진해야함
호환성			○	■ 부유체의 중량은 약 2,000톤/기 ■ 5~8MW 풍력터빈에 적용이 가능함
정부주도 부품산업 육성 필요성	○			■ 현재 일본 등에서는 부유식 해상풍력이 활발히 진행되고 있으나, 국내업체는 답보상태로 정부의 적극적인 지원을 통해 부유식 해상풍력 개발의 가속화 필요
전체	○			■ 최근 침체된 조선·해양 및 철강 산업의 대체 시장으로서 가능성이 높은 산업이며, 대단위 대량생산 체제를 확립하여 중국의 시장 진입을 차단하고 가격 경쟁력 우위를 지속 시킨다면 비교적 진입장벽이 낮을 것으로 전망



## 8 부유체(Floating System)

### 장애요인 & 해결방안

#### 장애요인

#### 해결방안

##### 기술 부문

- 부유체에 대한 원천 기술 미확보 및 풍력발전기 적용 실적이 없음
- IEC 61400-3-2에 대한 인증 제품 부재

- 부유체의 제조 경쟁력 중심 기술 및 가격 경쟁력 확보
- ▶ 부유체와 5MW급 이상 풍력터빈의 Full set 공급 전략으로 세계최고 기술 및 가격 경쟁력 확보
- 다양한 부유체의 원천기술 및 기술기반 확보

##### 수출 부문

- 내수실적 및 제작경험 없음
- IEC 61400-3-2에 대한 인증 제품 부재

- 내수 시장의 풍부한 경험, 실적 및 자본 축적에 따른 수출 경쟁력 확보
- 2018년 발주 예상되는 M중공업사의 5MW 부유식해상풍력 10기 수주 전략 수립
- ▶ 비교적 전력판매단가가 높은 지역(Hawaii 등)부터 공략 목표
- ※ 타겟시장
  - 국내: 강원도(1,000MW), 부산·울산(1,000MW), 전라남도(500MW), 제주도(1,900MW) 등
  - 해외: 일본 NEDO 프로젝트(50MW), 하와이(400MW), 미국(1,000MW) 등



# 감사합니다

T / H / A / N / K / Y / O / U



한국에너지기술평가원  
KOREA INSTITUTE OF ENERGY TECHNOLOGY  
EVALUATION AND PLANNING