신재생 에너지 금융포럼

한국 풍력산업 위상 및 금융 제도

2010. 11. 18

한국풍력산업협회

목차

- 풍력 발전 산업 및 에너지 수급 연황 (요약)
- 국내 풍력산업의 발전을 위한 제안
- 한국의 풍력발전산업의 괄목 할 만한 변혁 및 금융 현실
- 핵심 부품 제조회사 및 개요
- 해외 해상 풍력 진출
- 참고 자료: 해외 시장의 연황, 전망 및 사례

풍력 발전 산업 및 에너지 수급 현황
(요약)

풍력 발전 산업 연황 – 요약

국내외 환경

❖ 기후변화 협약에 따른 국가별 탄소의무 감축량 배정과 탄소 거래제 시행으로,

- 신흥개발도상국의 에너지 사용 증가 ➔ 세계 에너지 확보 난 가중
- 석유자원 고갈에 대비 ➔ 국가별 신 에너지 개발 및 확보 경쟁

❖ 2012년 부터 발전사업자 신재생 에너지 의무 할당제(RPS) 도입 시행

- 2012년 2% ➔ 2022년 10%로 설정 (2009년 실적 1.4%)
- 14개 발전회사 해당

❖ 풍력발전: 21C 경쟁력 있는 현실적 저 탄소 대체에너지, 신 산업 분야로서

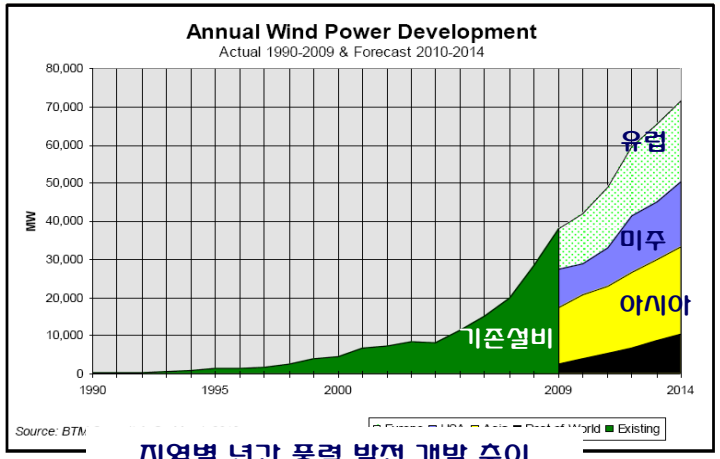
- 우리나라 장기보급 전망에 따르면 2030년 신 재생 에너지 중 풍력발전이 42% 점유
- 최근 5년간 전 세계 풍력 설비용량 년36% 증가, 총 풍력발전 용량 현재 160GW에 이름
- 대단위 해상풍력 발전 추진:정부주도(2.5GW;부안,영광), 전남도(5GW),제주도(3GW), 전북도(2GW),경상남도 등

시장 및 선진국 동향

- ❖ 향후 5년간 세계 발전시장 연27.3% 성장 예상
  - –연재 총 설비용량 160MW ➔ 2020년 1,900GW 로 예상
- ❖ EU 장기 계획
  - –2020년 까지 설치용량 기준 40GW의 해상풍력 확보 계획
  - –2050년 까지 유럽 전체 신 재생 에너지의 50%를 풍력발전이 담당
- ❖ 미국의 투자 계획:
  - –2030년 까지 전체 소요전력의 20%를 풍력발전이 담당..RPS의 80%
    미국의 잠재해상풍력은 1,000GW+(NREL 연구결과)
- ❖ 덴마크의 장기 계획: 풍력이 연재 총 전력수요의 20% 담당
  - –2050년 까지 100%를 신 재생 에너지로 대체

업계 추이

- 중소형 ➔ 대형 터빈
- 육 상 ➔ 해상 풍력
- 중소규모 ➔ 대규모 단지



지역별 년간 풍력 발전 개발 추이

The avera ast period:**13.5%**

국가별 해상 풍력 설치 계획 및 목표 년도

덴마크:	5 GW	2025
네델란드	6	2020
영국	8.7	2018
프랑스	4	2015
독일	25	2030
스웨덴	8	2030
이탈리아	2	2020
미국	5.4	2030
중국	1	2020

에너지 산업의 변천과 변화의 바람

제 1바람
(~1800년대 까지)

자연 에너지(목재)를 이용한 원시적 미 개발 사회

제 2바람
(1900~2000년대)

화석 연료 및 원자력을 이용한 산업혁명 및 부흥기

- 에너지 자원의 일부 지역의 편재 -> 자원확보를 위한 전쟁 유발
- 기계화,자동화,의료 기술 발달 -> 인류 생활이 윤택하게 됨
- 탄산가스 과다 배출로 지구 온난화 유발 -> 인류의 생존 위협
- 우리나라의 경우: 에너지 수입에 전 수출액의 약 30% 소진
- 원자력 발전 설비 상품화, 화석원료 및 연료를 이용한 플랜트 수출 붐
- '규모의 경제' -> 독점화 및 대형화 (정치권의 중앙집중 방식과 유사)

제 3바람
(2050년대 이후)

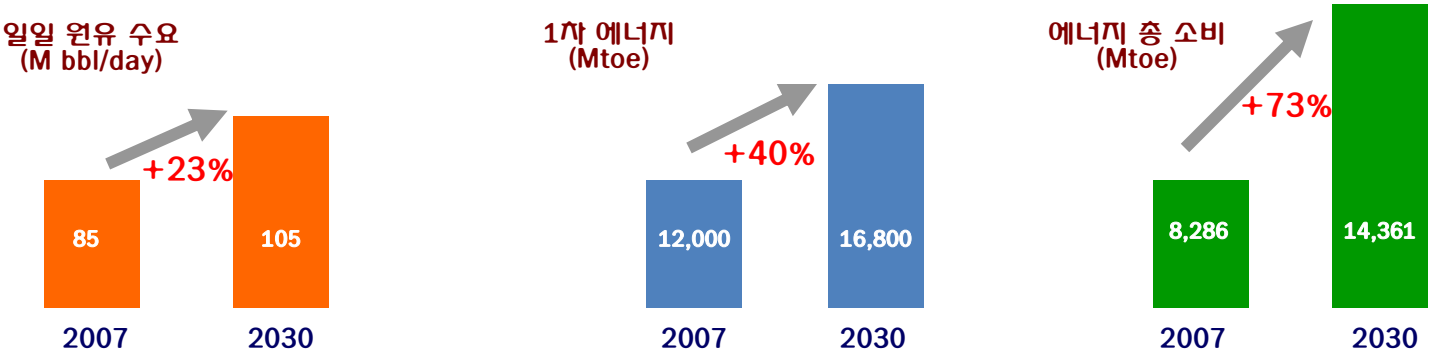
태양계의 재생에너지(풍력,태양광,수력,조력 등)를 이용한 인류의 번영 유지

- 에너지의 비교적 균등 분포 -> 지역간 분쟁의 소지 감소
- 우리나라도 에너지 자원 국이 될 수 있음
- 미래의 수출산업으로 육성 -> 고용 증대 및 국민경제 발전에 기여
- 지구 온난화를 억제 -> 인류 번영 유지
- 전기자동차 확대 -> 전력수요 증가 및 공기 청정화
- 전력 공급의 분산화 및 대량화(정치권의 민주화와 및 지방 분권과 유사)

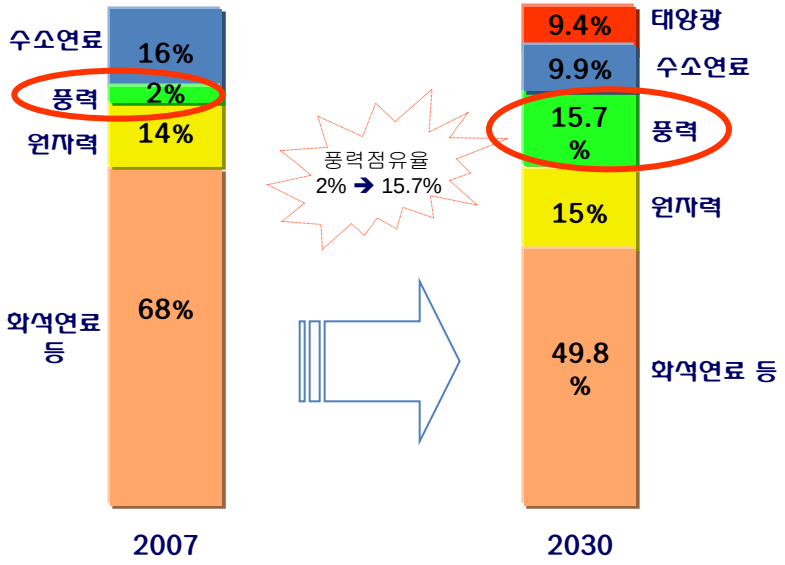
세계 에너지 수급 장기 전망

자료:
2009GWEA report

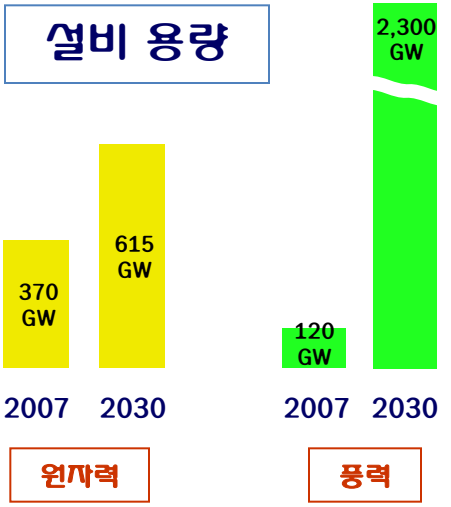
에너지 총 수요



전원 별 발전량



설비 용량



국내 풍력산업의 발전을 위한 제안

단계별 역점 추진 사항

미래 시장 선점을 위한 기술도입, 원천기술 확보

- 부품개발에 R&D 자금지원 → 국제수준의 핵심 부품 기술력 확보 (현 국내 풍력발전 설비: 95% 이상을 외국 OEM이 점유)
- 실증단지 조성하여 고유기종의 운전실적 확보
- 관련 산업 Supply Chain 육 성

풍력발전 개발기회 확대, 대형화/해상풍력에 역점

- 풍력발전 활성화 및 사업성 확보 → 저변 확대 및 녹색성장
- 생산 증대 와 수출 확대
- 심해 지지 구조 및 계통 연계 기술 연구, 환경 영향 최소화 노력 계속

녹색성장의 핵심, 성장동력으로 발전

- 해상풍력 수출 시대 도래 대비
- 반도체, 조선에 비유할만한 시장 규모
- 제주도 “Carbon Free” 실현 등 개발단지 확대

녹색 성장, 에너지 자립화, 고용창출….

애로 및 건의 사항(정부 및 업계)

❖ 전력계통 연계 비용 , 연계 조건 등 전향적 검토

- ➢ 한전이 중심이 되어 계통 연계를 용이하게 지원
  - 해상 풍력은 개발 인근지역까지 계통 시설 구축: 345KV 송전 선로 포함(전남/북, 제주도 등)
  - 소용량 설비(태양광, 풍력 등)는 22.9KV 배전선로에 직접 연결 허용 등 적극 검토
- ➢ 기술적 경제성 문제 등은 사업자와 공동으로 해결(미국의 UWIG에 가입, 공동 개발)

  주: UWIG: Utility Wind Integration Group

❖ 인허가 절차 제도적 보완 및 행정 간소화

- ➢ 전원개발 촉진법을 통한 One-Stop 서비스 추진
  - 해상풍력 단지 및 인증단지 조성 위한 제도 정비, 완화
  - 입지 난 해소를 위한 행정지원

  연재 각종 민원 문제는 지경부를 중심으로 검토하여 해결책 강구중임

❖ 풍력발전 사업 경제성 개선

- ➢ 해상 풍력 발전 원가 보상 현실화 (REC금액 확정)
- ➢ 세제 및 금융의 제도적 지원

❖ 업계 권장 사항

- ➢ 과거 10여년 간 정부의 자금 지원을 받아서 자체 제품을 시장에 출품하지 못한 점을 자성요함
- ➢ 해상풍력분야, 육상풍력분야,소형풍력분야,핵심 부품제조 분야로 전문화하여 세계시장에서 분야별 챔피온이 될 각오로 투자하고 육성하여야 함.

제3 Sector 방식의 사업추진

추진 조직의 형태:

- 공기업 참여: 30%,
- 민가기업 참여: 40%,
- 지방정부 및 주민: 30%

장점:

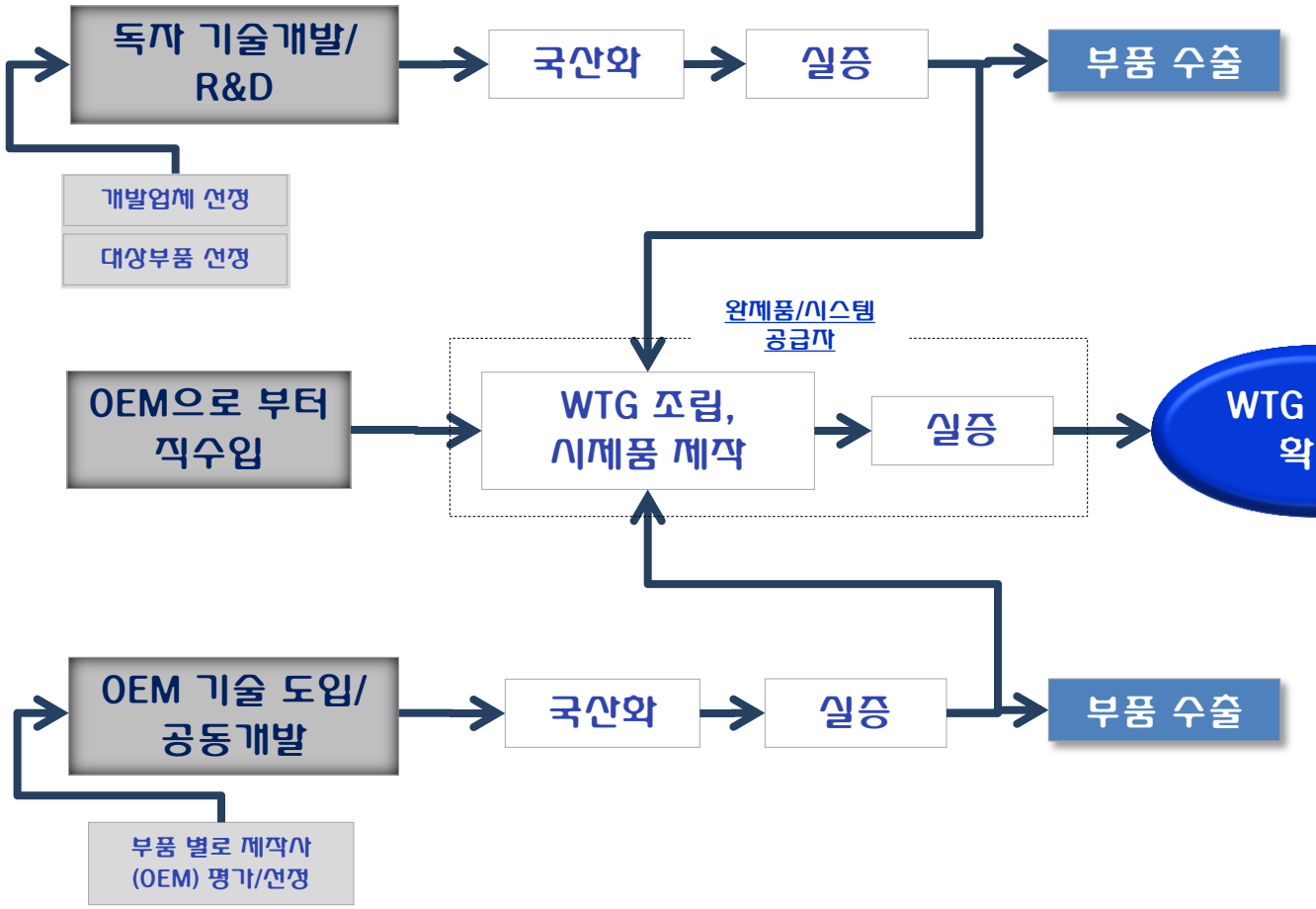
- 자금 조달이 용이함
- 민원 문제를 해결이 유동적임
- 풍력자원이 풍부한 최적지를 확보 용이
- 시장 경제 원리에 준한 효율적 경영
- 투자자의 감독하에 투자자의 권익 우선

단점:

- 많은 이해 집단의 동의가 필요 함
- 경제성을 갖추어야 추진이 가능 함

5MW급 풍력 발전기 핵심 부품 기술 개발 중장기 계획(안)

한국풍력 산업협회



CASE-1

- ✓ 독자기술 보유
- ✓ 실증/부품 수출 장기간 소요

CASE-2

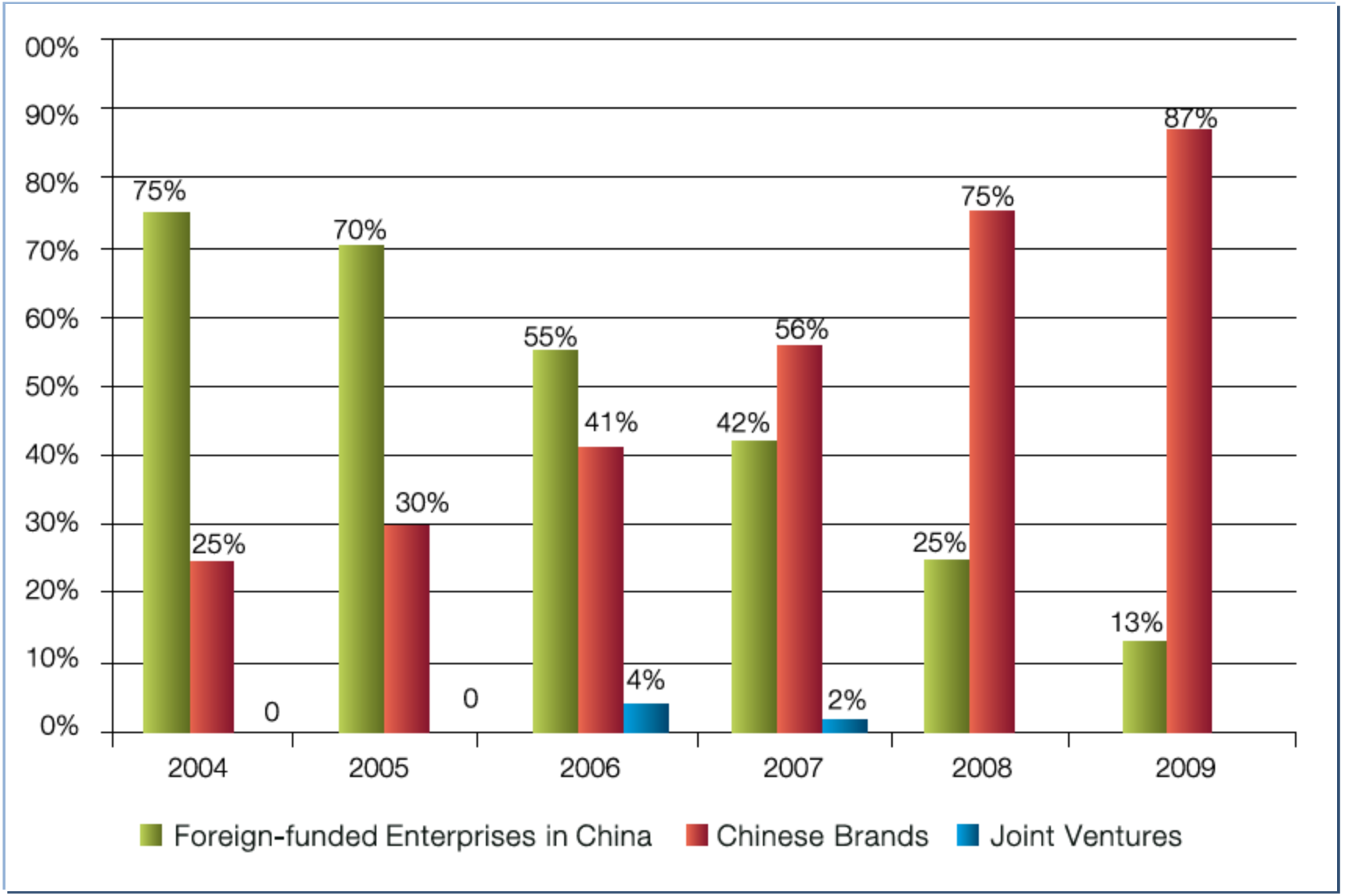
- ✓ 완제품 실증 기간 단축
- ✓ 기술/가격경쟁력 증속

CASE-3

- ✓ 부품 실증 기간 단축
- ✓ 기술소유권
- ✓ 부품수출 조기달성

CASE 별로 적정한 방법 선택 추진…

중국의 점진적인 국산화 사례



한국의 풍력발전산업의
괄목 할 만한 변혁 및 금융 연실

사업 환경의 개선

항목	지난 정부	현 정부
전력 요금제	발전차액제도: (107 W/KWh)	RPS제도: (SMP+ REC= 130 + 40/80 won/KWh)
계통 연계	부정적	지대한 관심을 갖고 사전 검토 및 준비 중임.
정부의 의지/입장	환경 보호	녹색 성장
국민의 수용성	부정적	긍정적
지방 정부의 반응	무 관심	적극적이고 경쟁적으로 추선
산업계	중소기업이 주축	조선업을 주업으로 한 대기업이 적극 참여
풍력발전 설비 공급회사의 신용 제공	능력이 없었음.	신용 제공이 가능 함.

정부의 풍력산업에 대한 전략 발표(요지) (2010. 10. 13)

1) 해상풍력 산업을 제2의 조선 산업으로 육성하겠다. 이 분야를 세계의 3대 산업으로 육성하겠다.

2) 풍력발전 설비는 2020년 이후 7.7 GW 이상 갖추겠다.

3) 전기 요금은 RPS 제도를 도입하여 2012년부터 발효한다.
풍력발전의 전기요금은 SMP 금액과 REC 금액으로 구성된다.

❖ 참고로 전기요금은 육상의 경우는 170원/KWh(130원 + 40원/ KWh)로 예상 됨.
해상의 경우는 210원/KWh(130원 + 80원/KWh)로 예상 됨. (단 SMP는 가스 가격에 따라서 변동하고, REC는 재생에너지 구성 에 따라서 변동 함)

4) 계통 연계 문제는 현재 면밀한 검토 용역을 수행 중임.

❖ 해상 풍력설비에는 인근에 특 고압 변전 설비를 구축하여 주고,

❖ 육상 풍력설비는 20MW까지 22.9KV에 바로 연결 할 수 있는 방안을 강구 중임.

5) 계통 연계에 소요된 비용은 전력요금에 분배하여 부과하고 연계 송전 망의 구축은 한국전력공사에서 수행하도록 함.

정부의 해상 풍력 Road Map

1. 해상풍력 추진 협의회

- ❖ 구성: 지자체 장,발전사,풍력제조업체,기기제작 및 건설사 등의 CEO
  협의회 의장:한전사장
- ❖ 기능: 해상풍력 중요사항 의견 교환 및 논의, 의사 결정

2. 해상풍력추진단

- ❖ 구성:한전, 지자체, 에너지 기술평가원
- ❖ 기능: SPC사 설립 추진, 엔지니어링 역무

3. 단계별 추진

- ❖ 제 1단계: 실증단지/100MW(5MWx20기)/
  2011 ~ 2013/ 6,036억원 투입
- ❖ 제 2단계: 시범단지/900MW(5MWx180기)/
  2014 ~2016/ 3조 254억원 투입
- ❖ 제 3단계: 대규모 단지 /1,500MW(5MWx300기)/
  2017 ~ 2019/ 5조 6,300억원 투입

RPS 달성 목표

항목		Unit	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2022 (after)
①	전국 총 발전량	TWh	490	500	509	517	527	532.7	537	545.8	553.2
②	RPS적용 발전량	TWh	448	460	473.6	480	501.6	506.8	511	519	526
③	RPS 적용률	%	2.0	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0	8.0	10.0
④	RPS 의무량 (②*③)	TWh	9	13.8	16.6	19	22.6	25	30.7	41.5	52.64
	Net RPS 의무량	TWh	7.5	10	12.9	15.5	18.8	21.6	27	37.8	49
	70% 를 풍력에서 공급	TWh	5.25	7	9.03	10.85	13.16	15.12	18.9	26.46	34.3
	풍력발전의 용량 (CF는 25%적용)	GW	2.39	3.19	4.12	4.95	6	6.9	8.63	12	15.66

한국의 해상 풍력산업의 추진 상황

제 1 Track: 정부의 해상 풍력 추진 계획에 따른 사업

- ❖ 1 단계: 100MW / 2011 ~ 2013/ 6,036 억원/
- ❖ 2 단계: 900MW / 2014 ~ 2016/ 3조 2,500억원 /
- ❖ 3 단계: 1,500MW / 2017 ~ 2019/ 5조 6,000억원 /
- ❖추진위원회구성: 회장은 한국전력 사장이 겸임.

제 2 Track: 전라남도에 추진하고 있는 해상 풍력 사업

- ❖ 1 단계: 100MW
- ❖ 2 단계: 1,000MW
- ❖ 3 단계: 2,900MW

제 3 Track: 제주도에서 추진하고 있는 사업

- ❖ 1 단계: 300MW
- ❖ 2 단계: 700MW
- ❖ 3 단계: 2,000MW

제 4 Track: 여타 지방및 기업에서 추진하고 있는 사업

- ❖ 구상 중인 사업 List (상기 지역을 포함 함)

WTG 제조 기술

* 자체 독자적인 기술에서 구제 인증 기술 도입으로 추세 변환

1. 자체 독자 기술 개발:

- 효성:750KW, 2MW(Under test operation), 5MW(Under developing)
- 유니슨: 750KW, 2MW(Under test operation)
- 두산:3MW(Under test operation)
- 한진:1.5MW(Under test operation)
- 위의 회사는 아직 시장에 상품으로 출품을 못 한 상태 임.

2. 국제 인증 기술 도입 하여 제조하여 세계시장에 상품으로 출품:

- 현대중공업(AMSC Wintec,USA): 1.65MW(under mass production, to supply domestic market and Pakistan), 5MW(Under developing for offshore project)
- 삼성중공업(UK): 2.5MW(under mass production for onshore project), 5MW(under development for offshore project)
- 대우해양조선(Dewind,USA): 750KW,1.5MW,2MW(under production in USA), Ship for offshore WTG erection(Client: RWE)
- STX 중공업(Harakosan,Netherland): 2MW, 3MW(under production in Netherland)

경제성에 지대한 영향을 끼치는 요인 목록

- 이용률(Capacity Factor)
- 건설 비용(Capex)
- O & M 비용(Opex)

- 금융비용(Financial Cost)
- 개발비용(Developing Cost)
  * 주민 동의(Consent of Residential People)
  * 부지 확보(Site Availability)
- 계통 연계(Accessibility to Power Grid)

- 국민의 인지 및 수용성(National Recognition and Acceptance by People)
- 사업관리능력(Project Management)
- 국내 조달(Local Availability of WTG Supply, Engineering and Construction Capability)

- 작업용 항만 (Availability of Harbor Facility)
- 설치용 선박(Availability of Erection Vessel)
- 해저 케이블 설치 선박(Availability of Cable Laying Vessel)

사업성의 Balance Sheet(독일사례,288MW,3MWx96기)

항목	비용(Expenses)	매출(Revenue)
1.Capex	52억원/MW	FIT제도:
2. Opex		15 Euro Cent/KWh x 15 년
3.이용률	35%	3.5 Euro Cent/KWh x 5년(15년이후)
4. 금융비용	Eu 99.6 Mil.	
5. 개발비		그 이후는 SMP
6. 계통 연계비	정부지원	
7. 국민인지도	우호적	
8.사업관리능력	높음	
9. WTG연지조달	가능,그러나 Vestas 제품	
10.설계및 건설	우수	
11. 준비 항구	양호(Hamburg 항)	
12. 건설 선박	차용가능	
13. 케이블 선박	보유	

예상 IRR= 10 ~ 15%
유럽투자은행,덴마크수출입은행,독일KFW에서
사업2비의 80%까지 저리 융자

사업성의 Balance Sheet (미국 사례,468MW, 3.6MWx130)

항목	비용(Expenses)	매출(Revenue)
1.Capex	억원/MW	PPA:
2. Opex		20.7 Cent/KWh x 15 년
3.이용률		15년 동안 3.5% 물가 상승률 적용
4. 금융비용		
5. 개발비		가격 구성:12 Cent/KWh:에너지 가격
6. 계통 연계비	정부지원	6.7 Cent/KWh: REC 가격
7. 국민인지도	우호적	1.5 Cent/KWh: Hedge 비
8.사업관리능력	높음	Value(CRA)
9. WTG연지조달	가능,그러나 Siemens 제품	
10.설계및 건설	우수	수용가 부담 증가:전력요금의 2%
11. 준비 항구	양호(Boston 항)	수용가당: 1.59 $
12. 건설 선박	사용가능	
13. 케이블 선박	보유	

예상 IRR=

사업성의 Balance Sheet(중국사례,102MW,3MWx34)

항목	비용(Expenses)	매출(Revenue)
1.Capex	51억원/MW(3 B RMB)	PPA:
2. Opex		
3.이용률	28.8%	
4. 금융비용		전력 생산량:258.5GWh(이용률이 28.8% 해당함)
5. 개발비		
6. 계통 연계비	정부지원	
7. 국민인지도	절대 복종	Bidding Price for Conccession projects: 0.4 ~ 0.5 RMB/KWh (68~85won/KWh)
8.사업관리능력	있음	
9. WTG현지조달	가능, Sinovel 시제품	
10.설계및 건설	가능	
11. 준비 항구	양호(상해 항)	
12. 건설 선박	차용가능	
13. 케이블 선박	보유	

예상 IRR=

사업성의 Balance Sheet(한국사례,100MW,5MWx20)

항목	비용(Expenses)	매출(Revenue)
1.Capex	40억원/MW	RPS제도: SMP= 130원/KWh(유동적으로 상승 혹은 하락 가능) REC= 80원/KWh(재생에너지 구성률에 따라서 유동적)
2. Opex		
3.이용률		
4. 금융비용		
5. 개발비		
6. 계통 연계비	정부지원약속	
7. 국민인지도	우호적으로 개선	
8.사업관리능력	양호	
9. WTG현지조달	가능, 국산시제품	전력 생산량: 227.7GWh(이용률이 28%대)
10.설계및 건설	가능	
11. 준비 항구	양호(군산 항)	
12. 건설 선박	없음(건조 혹은 차용)	
13. 케이블 선박	보유	

예상 IRR=9.5%대 (이자율 6%정용시)
=12%대 (이자율 4%적용시)

경제성을 어떻게 향상 시킬 것인가?

- 능숙한 경영능력을 발휘하여 사업비와 O & M비용을 낮출 것.
- 금융 비용을 줄일 것.(발전 원가의 80%에 해당)
  차입금의 이자율, 금융주선 수수료 및 자금 관리 수수료를 최소화 할 것.
- 적합한 지역을 선정하여 이용률이 높고 공사비를 적게 할 것.
- 민원 문제 해결 등 사업개발비를 적게 할 것.
- 계통 연계의 정부 지원을 받도록 할 것.

위험 관리(Risk Management)

풍력발전사업을 추진하는 과정에서 많은 Risk가 예상 된다. 본 Risk는 아래와 같은 이해 당사자가 분담하여야 한다.

- 기자제 공급회사(Equipment supplier)
- 설계 및 건설회사(E&C contractors)
- 사업개발업체(Developers)
- 금융 단(Lenders)
- 정부 지원(Government support)
- 지방정부 지원 및 투자(Local government support and investment)
- 보험회사(Insurance company)

사업담보 대출(Project Financing)

❖한국에서는 부동산 개발에 Project Financing을 활용하는 사례가 많아서 부동산 담보가 관례화 되어 있음.

❖국제 관례는 당해 Project Facility 담보 및 당해 사업의 Balance Sheet를 담보로 함.

한국의 사례1(국내자본): 사업 명 및 규모: 제주도 삼달 풍력, 33MW(3MWx11기), 860억 원 소요, 공기:2007.1. ~2009.12.

특기 사항: 제1차 PF조건이 너무 불리하여 제2차 PF로 갱신함.
부동산 담보를 면제 받음. 해지 위약금 지급 함.

제 1차 PF 조건(주간 은행: S)

- 대출금액: 600억원
  - 은행자금:350억원(이율:연리 6.38%)
  - 정부지원자금:250억원(이율: 연리 2.25%)
- PF 주선 수수료: 대출금액의 1.5% (9억 원)
- 자금관리 수수료: 매년 대출금의 0.5%(매년 3억원)
- 대출금 상당의 부동산 담보(감정 비용 발생)
- 사업자의 대 주주 및 대표이사: 개인 보증
- 해지 위약금 지급:5.3억원

제 2차 PF 조건(주간 은행: K)

- 대출 금액: 760억 원
  - 은행 대출: 410억원(이율 연리 6%)
  - 정부지원 자금: 250억원(이율 2.25%)
- 사업자의 대주주 및 대표이사:개인 보증
- PF주선 수수료 및 자문료 : 16.6억원

한국 사례2(외국자본) (1/3)

Off-taker:	Korea Power Exchange (KPX)
Selling price:	KRW 107,66/kWh (USD 0,10/kWh)
Price structure:	Average monthly market price paid by KPX (approx. KRW 40,0/kWh)
	Balance up to KRW 107,66 paid by govt. funds
Adjustments:	Fixed price, but price may be adjusted once not later than Oct. 2006 depending on actual financial performance
Duration:	15 years
Legal basis:	Renewable energy law and govt. ordinance
Dispatch:	Take or pay
Projects:	YoWip, GaWip

한국사례2 (계속 2/3)

	YoWip (39.6MW, 1.64MWx24)	GaWip (98mw, 2mwX98)
Lead arranger & lender:	BNP Paribas, Singapore	BNP Paribas, Singapore
Co-lenders:	Shinhan Bank	IBK
Inter-creditor agent:	BNP Paribas, Seoul	BNP Paribas, Seoul
Guarantor:	EKF 53%	EKF 30%
EKF – premium	9,16%	5,5%
Arr. fee (EUR 1.000):	765 (2,1%)	900 (1,1%)
Loan amount:		
• EUR: (1.000)	26.400	60.000
• KRW (1.000.000):	15.000	35.600
Maturity:		
• EUR-loan	10 years	10 years
• KRW –loan	15 years	15 years

한국사례 2 (계속3/3)

	YoWip	GaWip	Interest
Tranche 1.1 EUR supported by EKF:	23.500	40.000	5,10%*
Tranche 1.2 EUR not supported by EKF:	2.500	20.000	5,70%*
Tranche 2 KEMC0-funding in KRW:	15.000	30.000	3,50%**
Tranche 3 Non KEMCO-funding in KRW:		5.600	5,50%***

* CIRR 4,57% + SWAP 0,53% + spread 0,0 %/0,60%

** Base rate: 2,0% floating plus a fixed spread of 1,5%

*** Base rate: 3 year KRW AA- Corporate Bond Rate floating plus a fixed spread of 1,5%

핵심 부품 제조회사 및 개요

한국의 주요 부품 제조회사

1)동국 S&C: Tower(Client:Vestas)

2) CS Wind: Tower(Client:Siemens,Vestas,GE)

3) 태웅:Main shaft,Flange,Forged or molded materials(Client:Vestas,Siemens,GE)

4) PMS 평산:Flange, Gear ring,distance plate, lock plate, rotor shaft, gear box for 1.5MW(Client:Vestas,Siemens,GE,Gamesa)

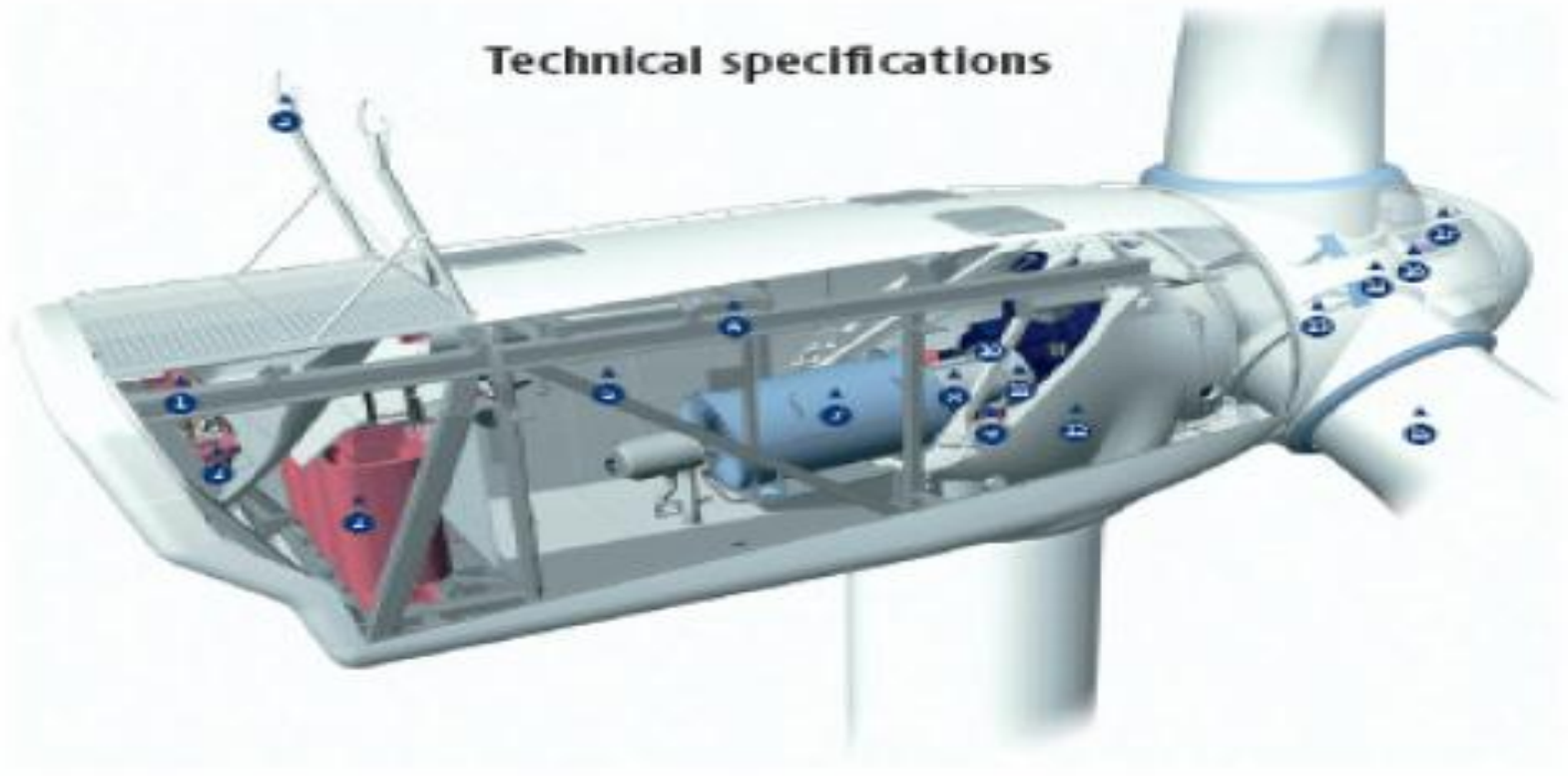
5) KM: Blades for 2MW, 3MW

6)연진 소재:Main shaft, tower flange,Forged materials.

7) Korea Tech.: Rotor hub,Bed Plate

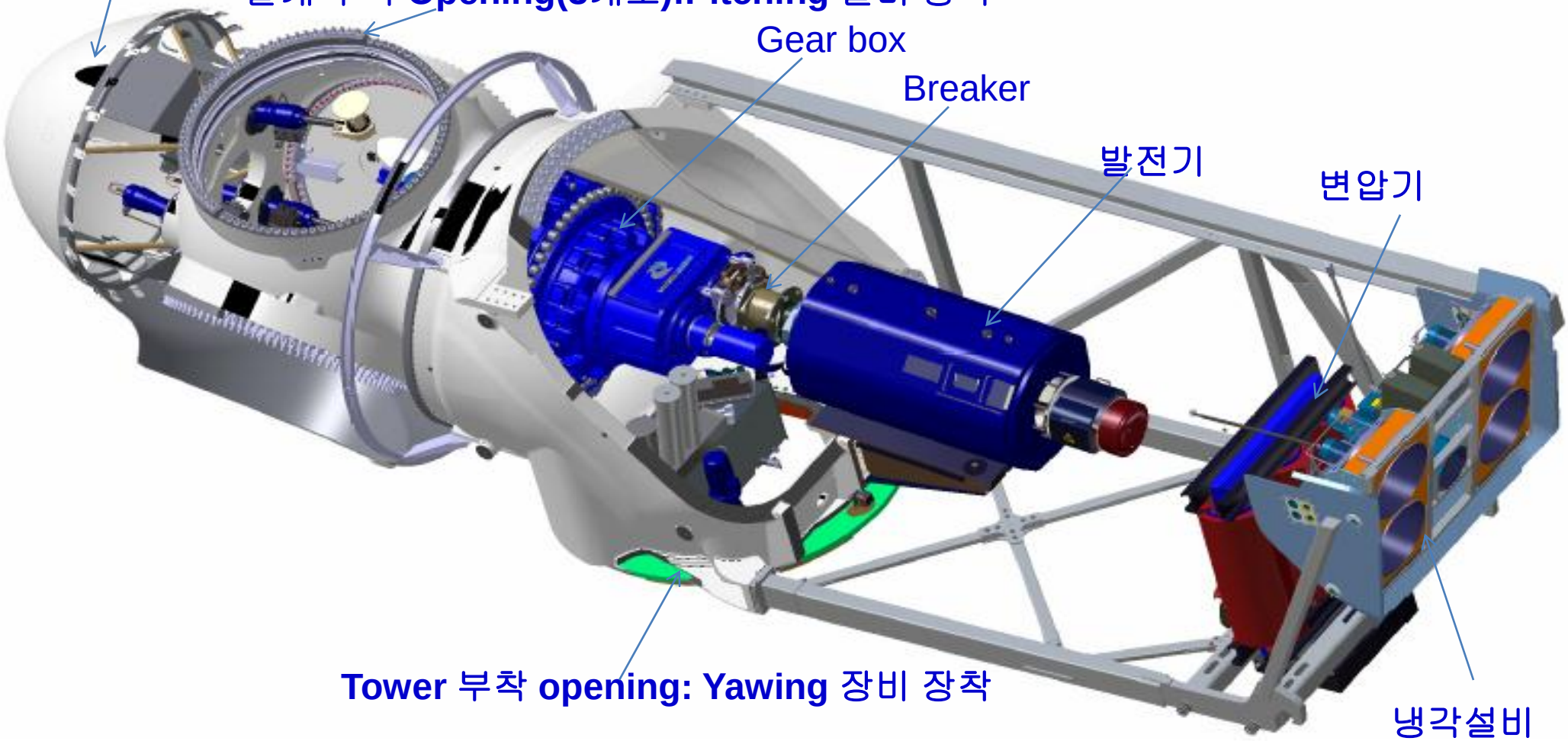
8) 현대중고업, 효성: 발전기, 변압기,차단기, 및 제어 설비

제작사의 공개 자료(V-90, 3 MW)

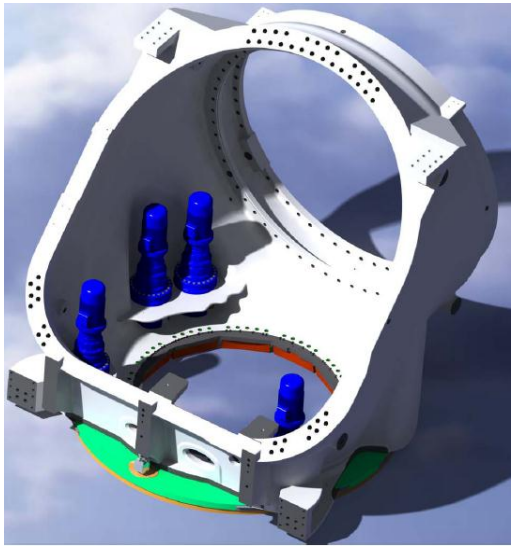


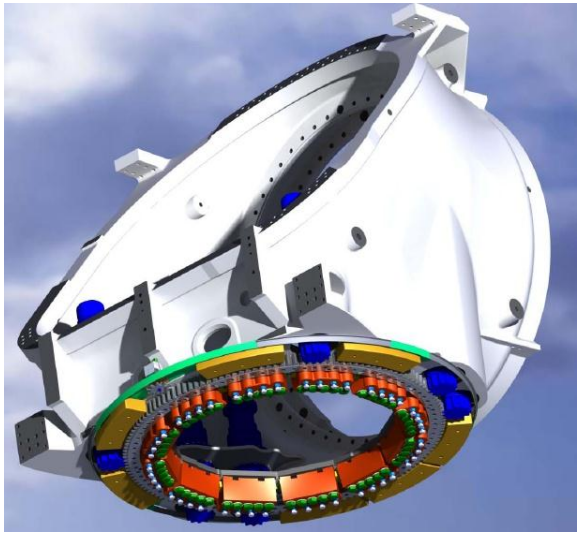
WTG의 3 D Model(V-90, 3MW)

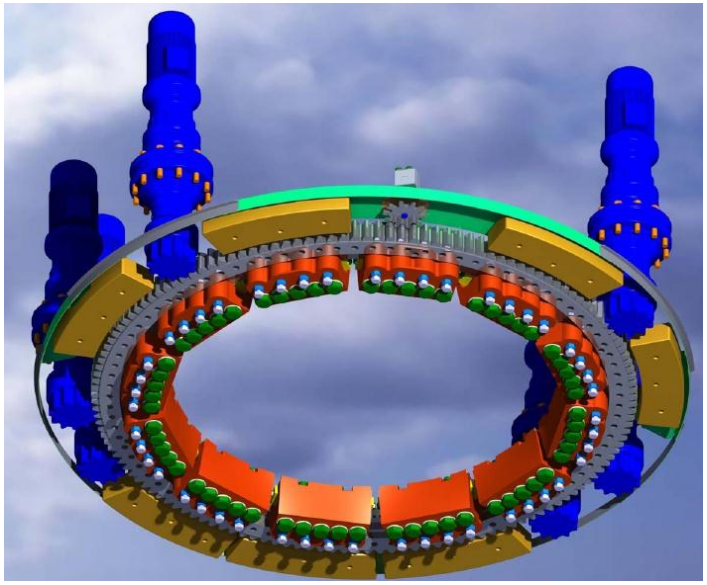
부품 수: 약 10만개
주요 부품은 약3000개

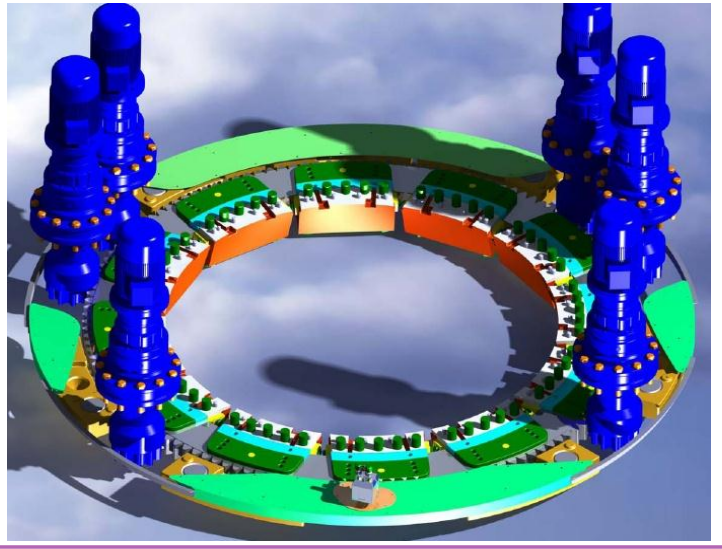


Yaw control

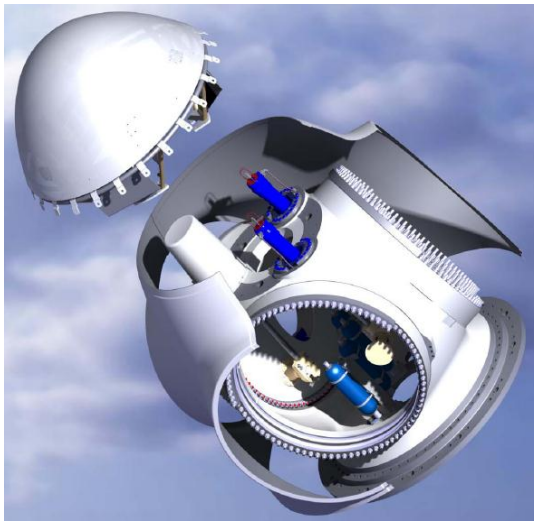


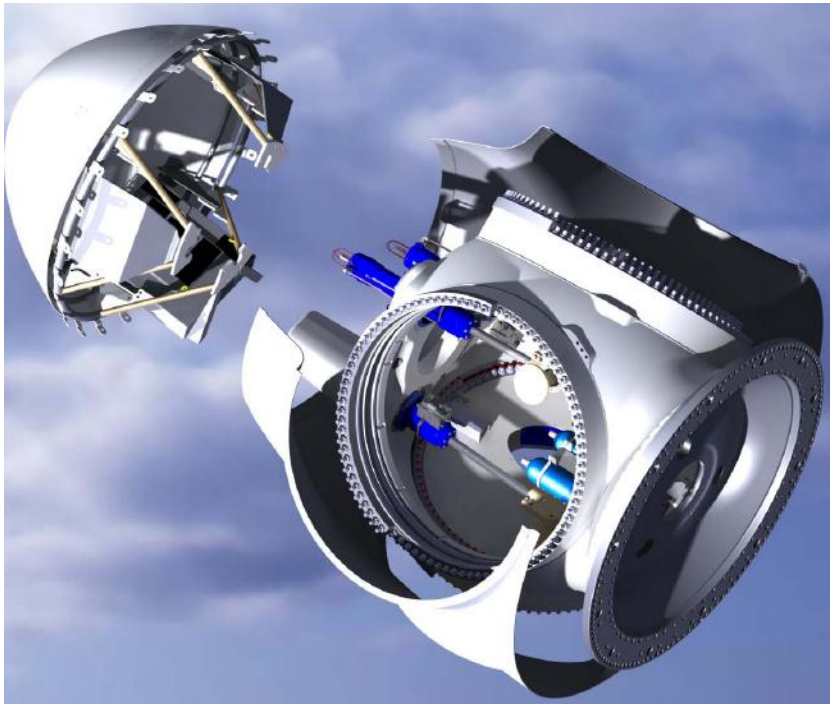


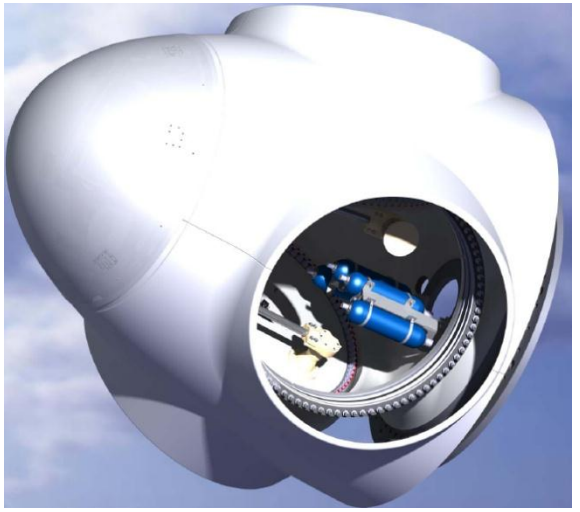


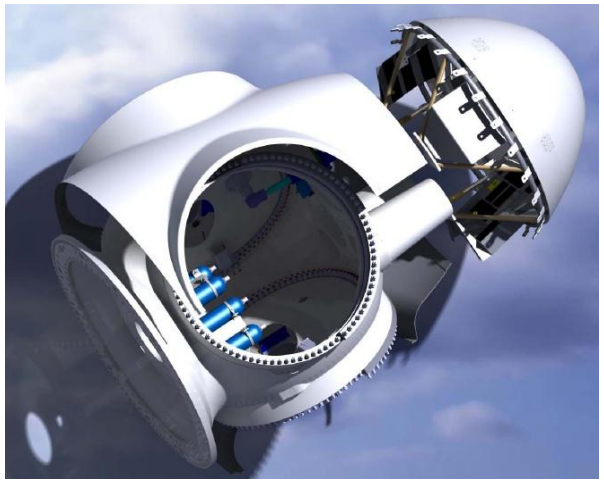


Pitch control in Hub

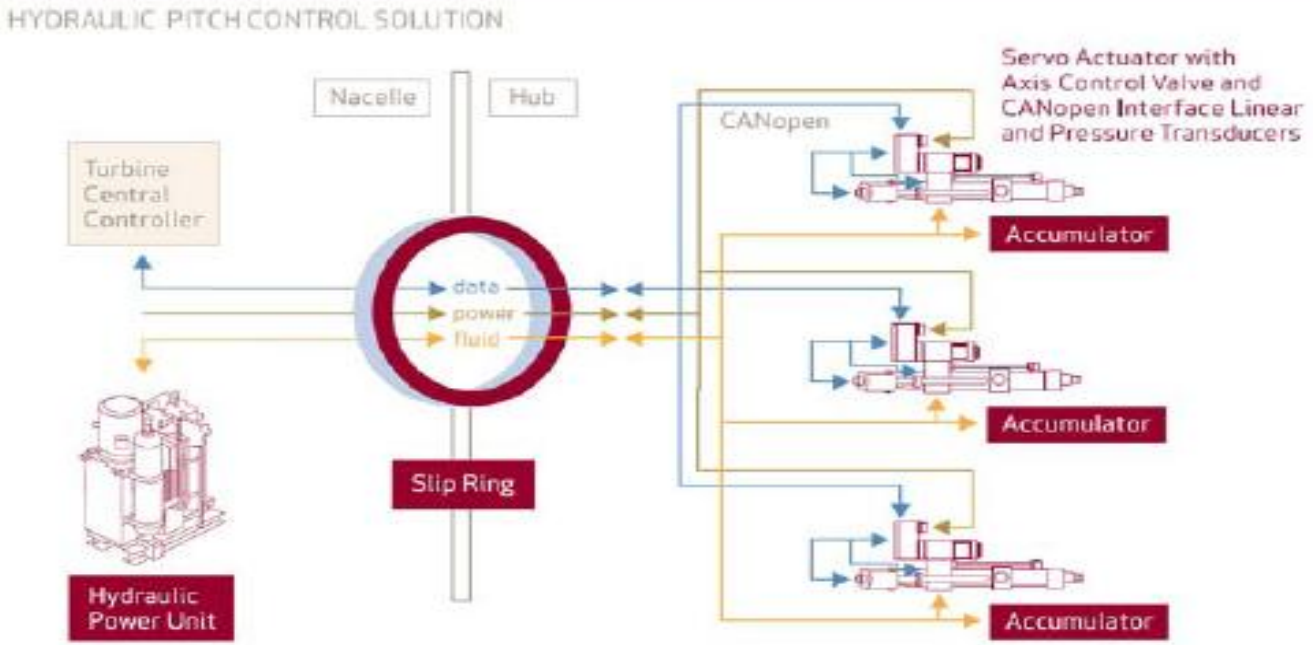




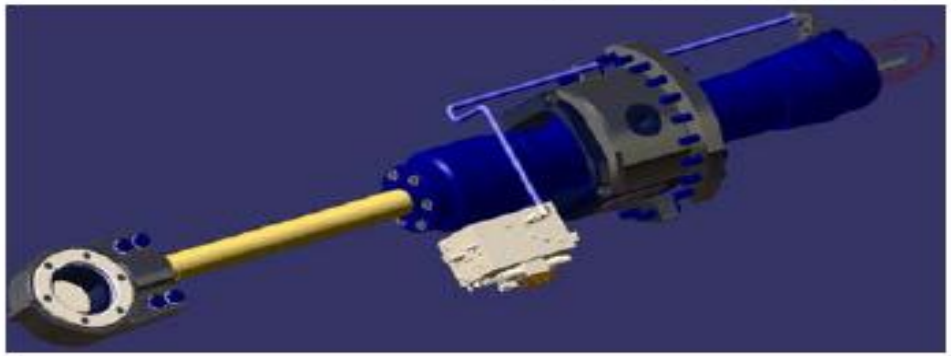


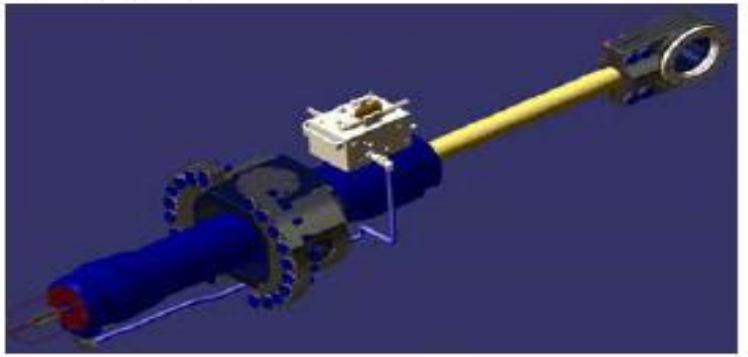


Hydraulic Pitching Control Solution



[Hydraulic System for Pitch System]





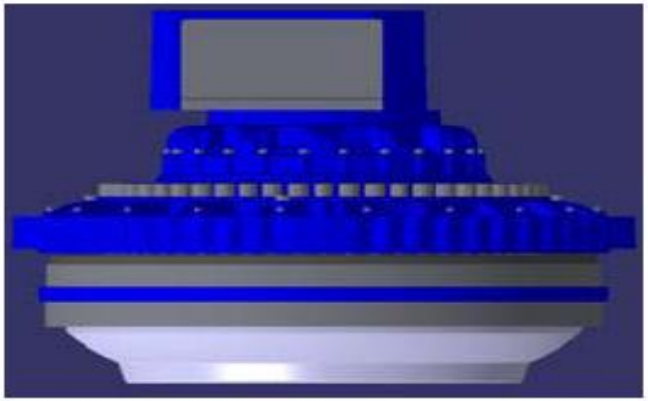
[Archieved: Pitch System 3D modeling]

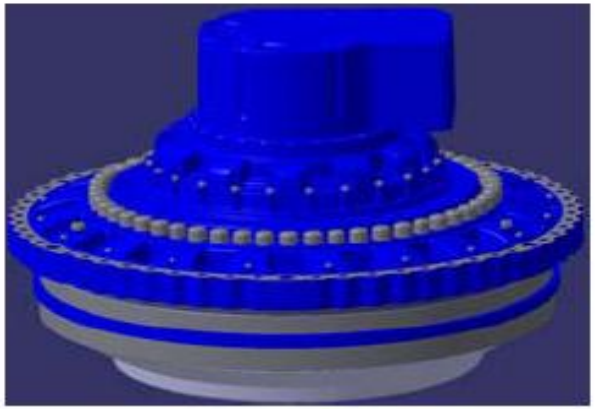
Gearbox (Hansen 공장 자료)

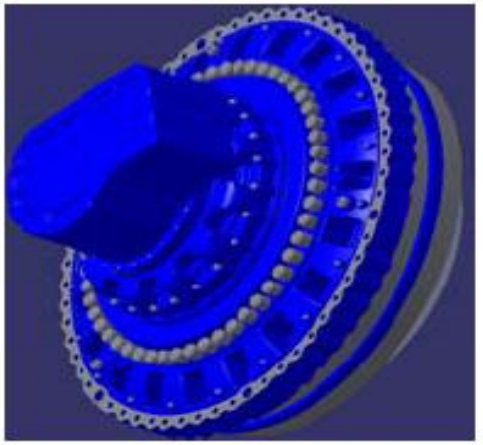
Gearbox manufactured by Hansen in Belgium

Picture

[Hansen Website information]







[Archieved: 3D-modeling]

Generator and Transformer

1.21 Generator

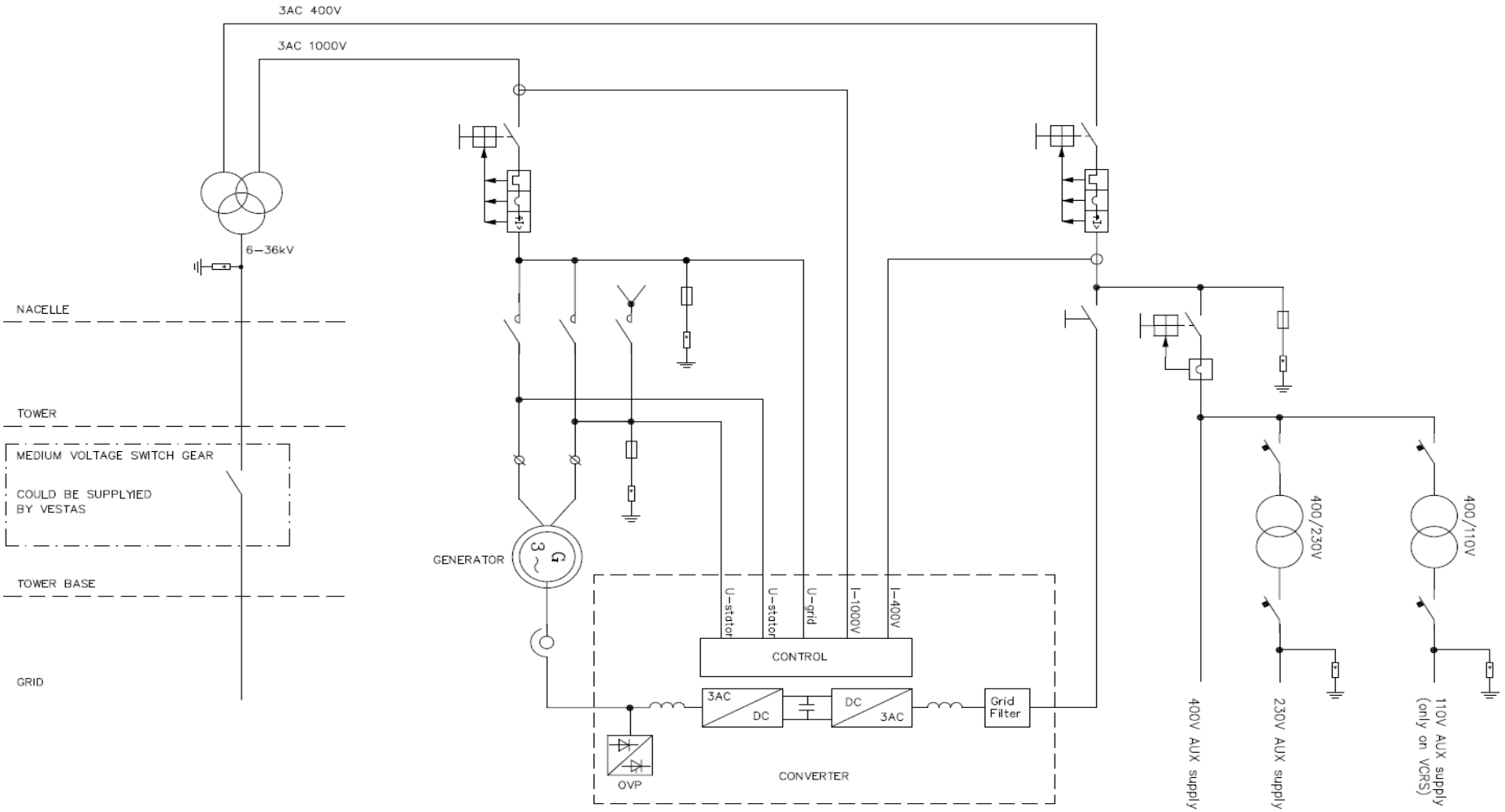
- Specification:

- 권선형 3상 비동기 발전기
- DVSGM 560/4L
- 수냉식;

1.22 Transformer

- Specification:
  - Transformer 3160KVA, 22.9KV, YNYNO 60Hz
  - Serial-No. K808213

발전기/주 변압기 단선 결선도

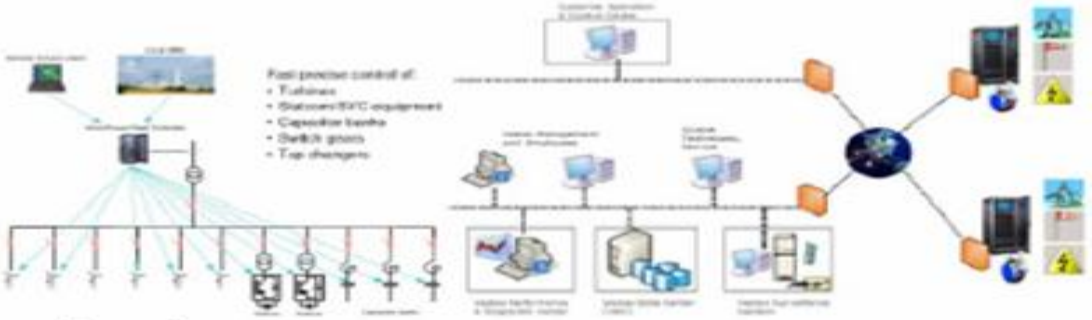


Detail parts of Main Control Panel

SCADA System of Wind Farm

1.24 SCADA System

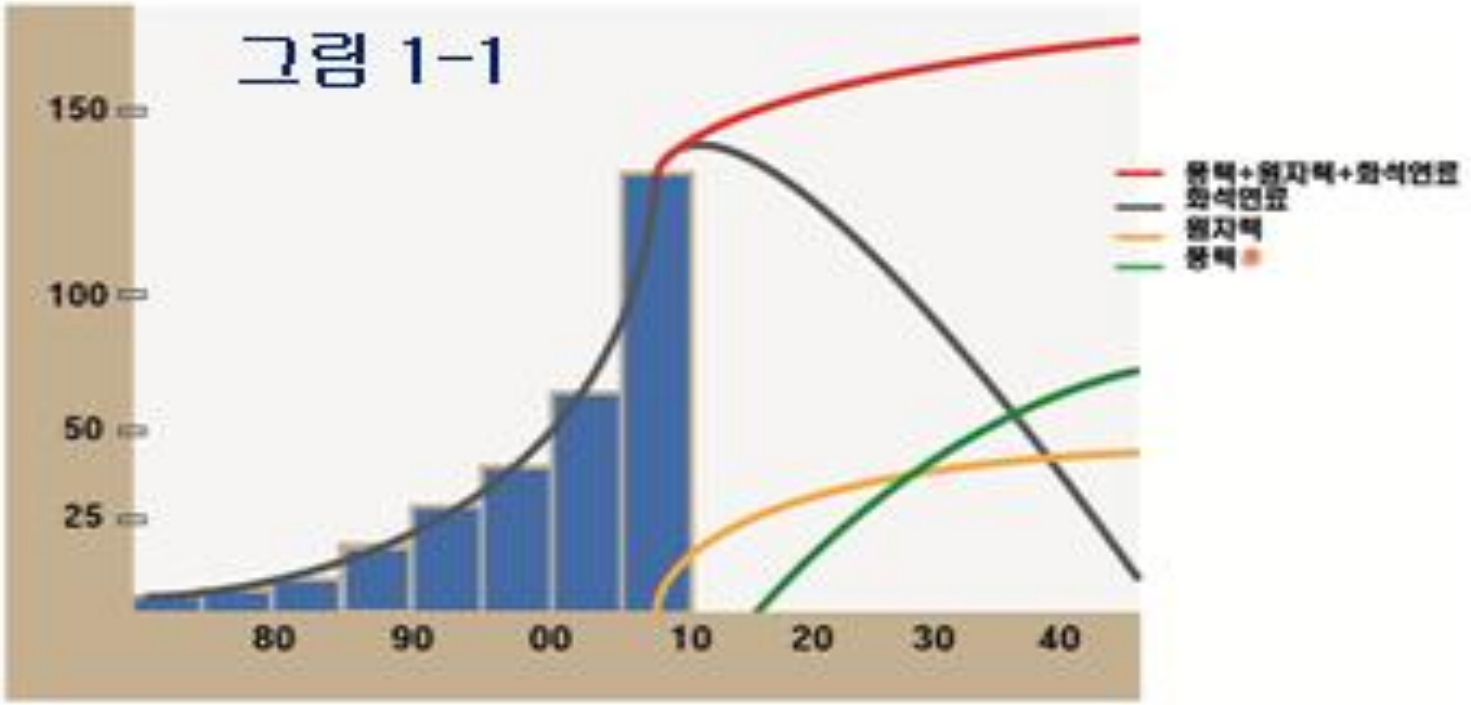
- Sequence diagram



- Outline of Function
  - Supervisory Control and Data Acquisition
    - Power plant overview
    - Remote Control and Monitoring
    - Management reporting
    - Preventive maintenance
    - Power plant control
      - V, A, kW, Hz
      - Efficient power
      - Synchronization
      - Load sharing/Shedding
      - Power control

해외 해상 풍력 진출

해상풍력 사업을 프랜트 건설 사업으로 부각
(실적, 변화 및 전망)



콘소시움으로 EU 해상 풍력 시장에 공동 진출
(우리나라 건설 업계와 WTG 실적 보유 업체)

- 해상풍력 사업은 Risk가 해외 프랜트 건설업과 비슷 함.
- 우리나라 유수 건설 업체와 WTG실적이 많은 업체와 콘소시움을 구성, 영국,북해 및 발틱해의 시장에 진출하는 것이 바람 직함.
- 건설에 필요한 주요 기자재를 수출 할 수 있음.
  사례; 해저 케이블, 기초 용 구조 설비, 변압기,차단기 등 변전 설비
- 독일 해상풍력에 한국업체가 진출하여 덴마크의 Vestas와 한국의 유수 건설 업체가 콘소시움 형태로 사업을 참여하는 방안 강구 중(우수 사례)
- 스코트랜드에서 한국의 건설 업체가 해상 풍력에 참여를 희망 함(금융 조달 포함)
- 경쟁력을 향상하기 위해서는 해상풍력 건설 용 선박을 건조하여 보유 필요.
- 우리나라의 조선 업계는 외국의 주문에 의해서 설치용 선박을 건조 중임:
  사례: 대우 조선 2척, 삼성중공업 1척 수주.

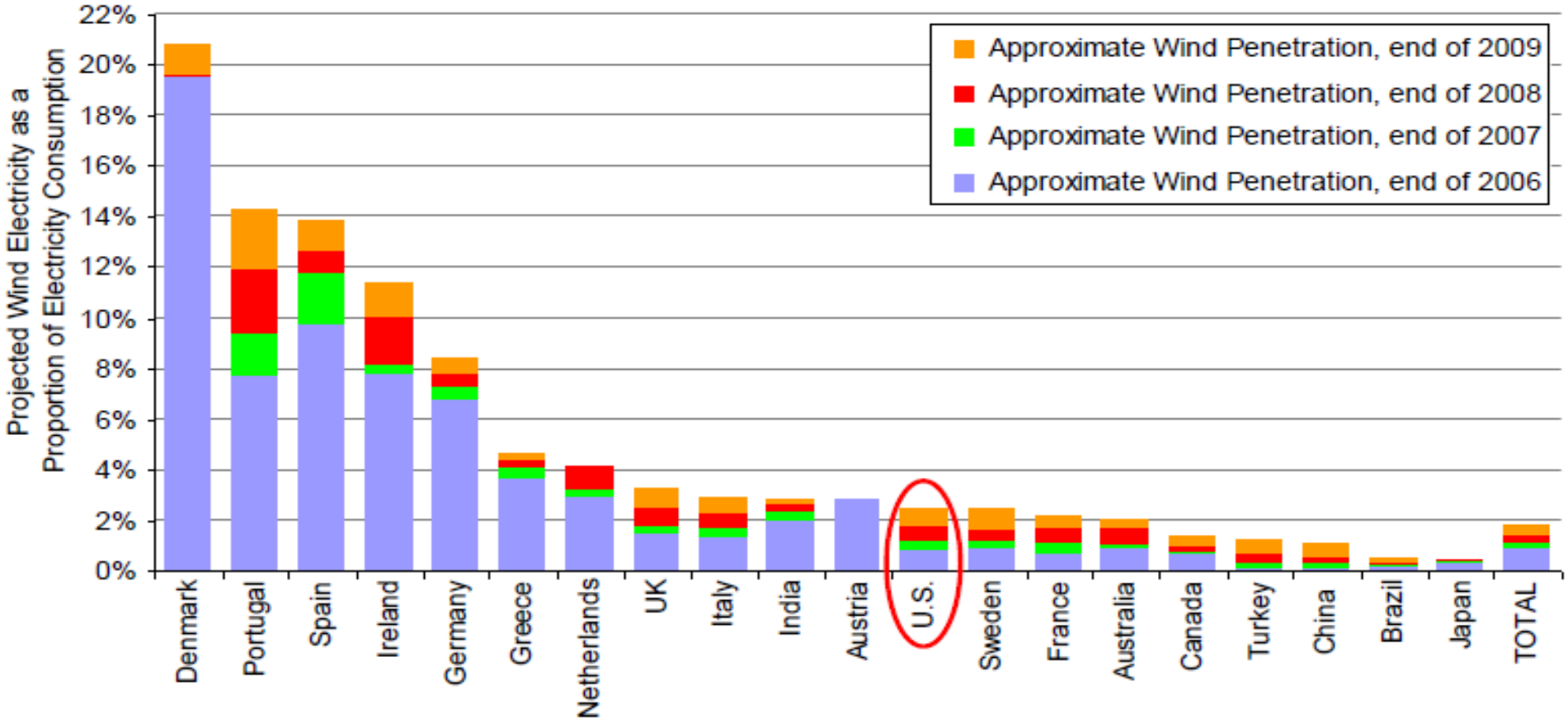
참고 자료

해외 시장의 현황, 전망 및 사례

- 주요 20개국 풍력발전의 점유율(2009년 현재)
- 전세계의 풍력발전 설비의 현황 및 전망
- 전세계의 풍력 점유율,탄소 저감,투자비, 직장 증가 예상 표(중간 Scenario)
- EU의 풍력발전 투자계획 및 계통 연계 송전 망 구축 계획(2매)
- 중국의 투자 계획
- 미국의 투자 계획, 풍력사업 개발 업체 분포,계통 연계 송전 망
- 일본의 해상풍력 에너지 자원 조사
- 한국의 풍력발전 설비 현황 및 전망,기업체에서 추진 중인 사업, 전남도에서 추진 중인 사업
- 아일랜드 해상 풍력 사업 사례
- 스코틀랜드 해상풍력의 구조물 및 설치 사례(5MW)
- 영국의 해상 풍력사업의 시장(round 2 & 3 in UK)
- 한국업체가 카나다에 투자한 사례(Siemens가 공급, 한국 CSWind가 tower 공급)
- 중국의 최초 해상 풍력사업
- 독일의 최초 해상풍력 사업의 사례
- 한국업체가 독일 해상풍력 사업에 투자한 사례
- 독일의 해상풍력 사업의 시장 (2매)
- 미국의 해상 풍력 사례, Siemens가 3.6MW x130기 공급
- 부유식 해상 풍력 설치 사례,Norway에 Siemens가 추진
- 해상 O & M사례, 덴마크의 Horns & RevIII.

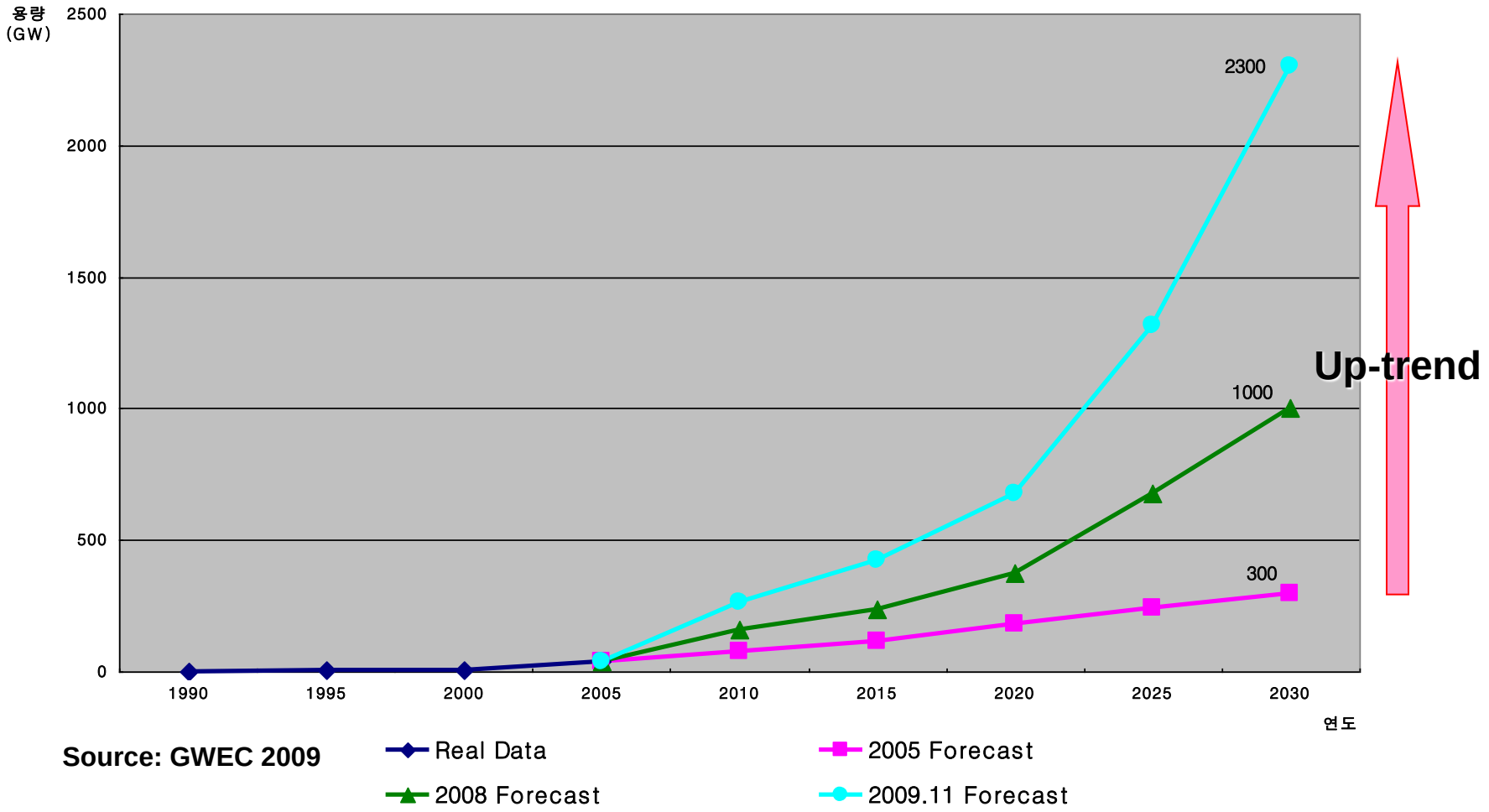
주요 20개국 풍력발전의 점유율(2009년 현재)

Percentage of Electricity Consumption



Note: Figure only includes the 20 countries with the most installed wind power capacity at the end of 2009

전세계의 풍력발전 설비 설치 누계 용량
(실적 및 예측 추이)



Source: GWEC 2009

전세계 풍력 점유,탄소저감,투자비, 직장 증가 예상 표(Scenario 3 개정 중간, 1/2)

MODERATE						
Year	Cumulative [GW]	Global Annual Growth Rate [%] – excluding repowering	Annual [MW] incl. repowering	Capacity factor [%]	Production [TWh]	Wind power penetration of world's electricity in % Reference
2007	94	28	19,865	25	206	
2008	120	36	28,700	25	263	
2009	159	41	38,343	25	347	
2010	199	26	40,212	25	435	2,4
2015	460	17	62,887	28	1,129	
2020	832	9	88,133	28	2,041	8,9
2025	1,274	7	104,391	28	3,125	
2030	1,778	5	148,416	28	4,360	15,1
2035	2,275	4	158,122	28	5,580	
2040	2,741	3	181,185	30	7,203	20,9
2045	3,213	3	208,433	30	8,444	
2050	3,702	3	214,126	30	9,729	24,7

Source:GWEC2010

전세계 풍력 점유,탄소저감,투자비, 직장 증가 예상 표(Scenario 3 개중 중간, 2/2)

MODERATE						
Year	Wind power penetration of world's electricity in % – ER 2010	CO_2 reduction (with 600 g CO_2/kWh) [annual Mio tCO_2]	Avoided CO_2 since 2003 [cumulative Mio tCO_2]	Capital costs [€/kW]	Investment [€1000]	Jobs Total (including O&E)
2007		123	362	1,300	25,824,500	329,232
2008		158	521	1,350	38,745,000	470,559
2009		208	729	1,350	51,763,050	627,927
2010	2,5	261	990	1,329	53,459,495	629,137
2015		678	3,507	1,258	79,109,203	1,033,721
2020	9,5	1,225	8,466	1,208	106,504,829	1,422,874
2025		1,875	16,512	1,156	120,639,772	1,676,965
2030	17,5	2,616	28,061	1,116	165,691,953	2,372,911
2035		3,348	43,372	1,088	172,107,655	2,496,911
2040	25,7	4,322	63,516	1,068	193,493,633	2,905,770
2045		5,066	87,350	1,051	219,021,620	3,362,692
2050	30,6	5,838	114,982	1,036	221,788,479	3,573,838

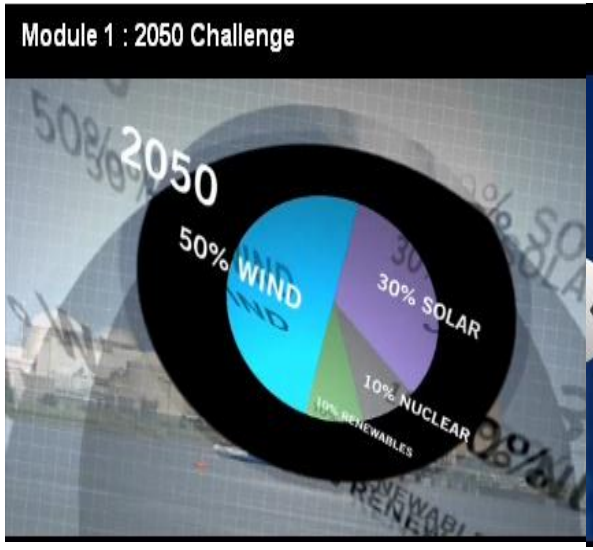
Source: GWEC2010

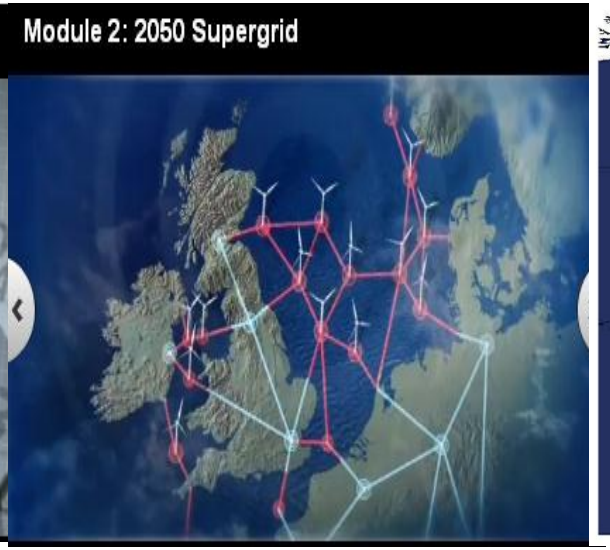
풍력발전 사업 전망: 국외 환경

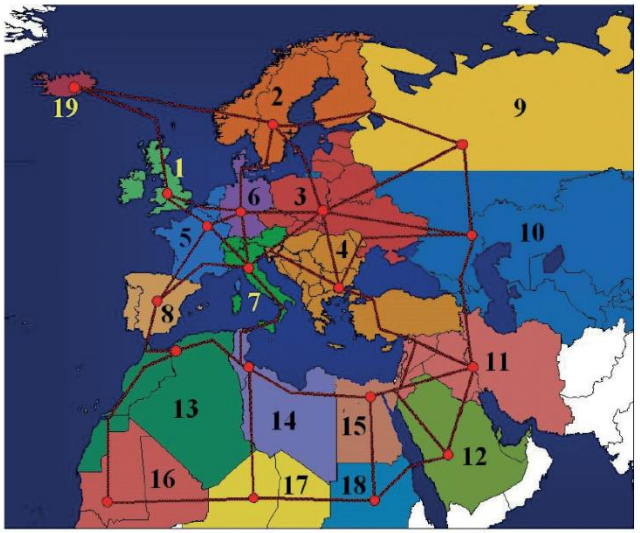
EU의 투자계획

➢ 2050년 까지 신재생에너지를 이용한 유럽전체 전기에너지 예상 분담률

풍력발전 : 50 % 태양광발전 : 30 % 원자력발전 : 10% 기타 : 10%



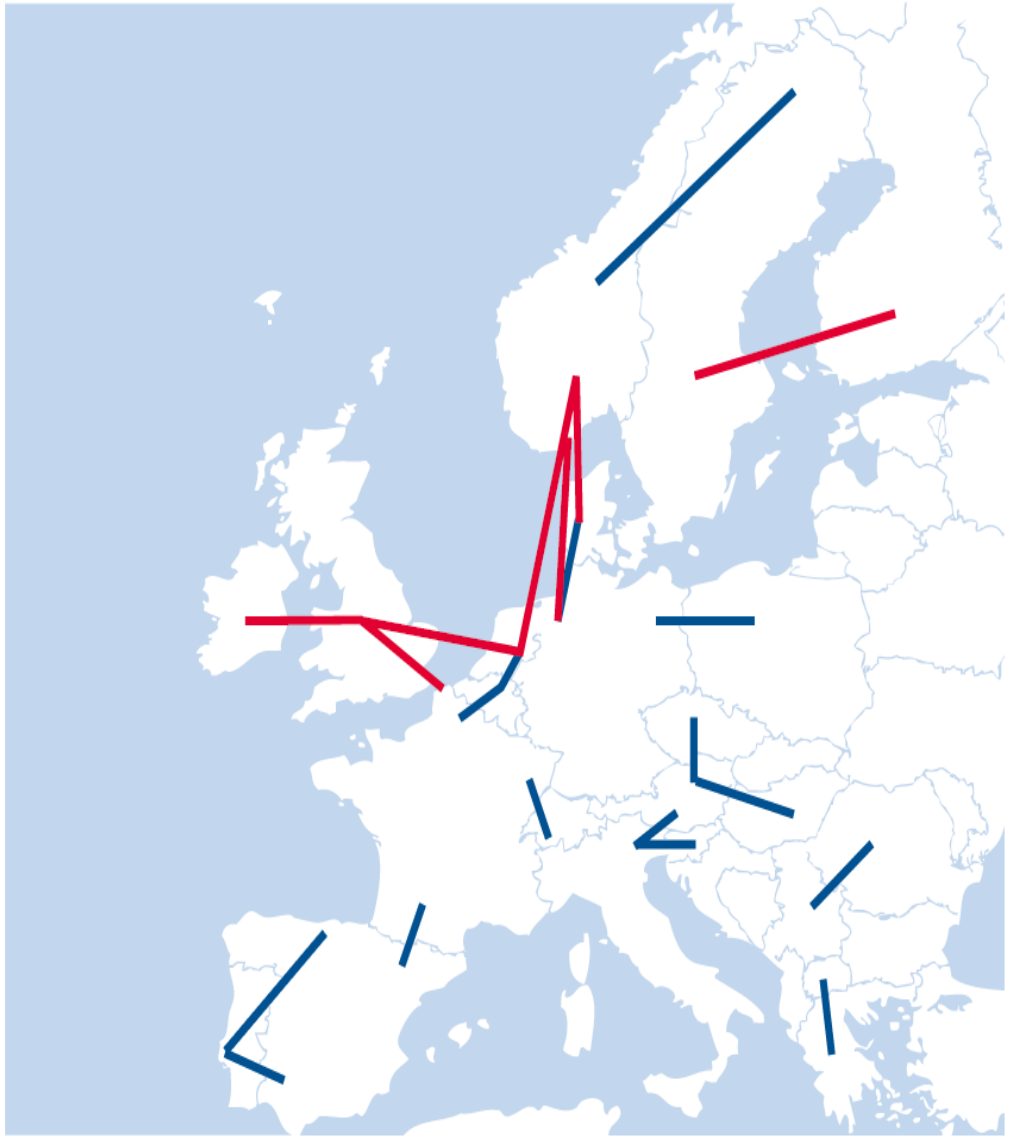




EU의 전력 계통 연계

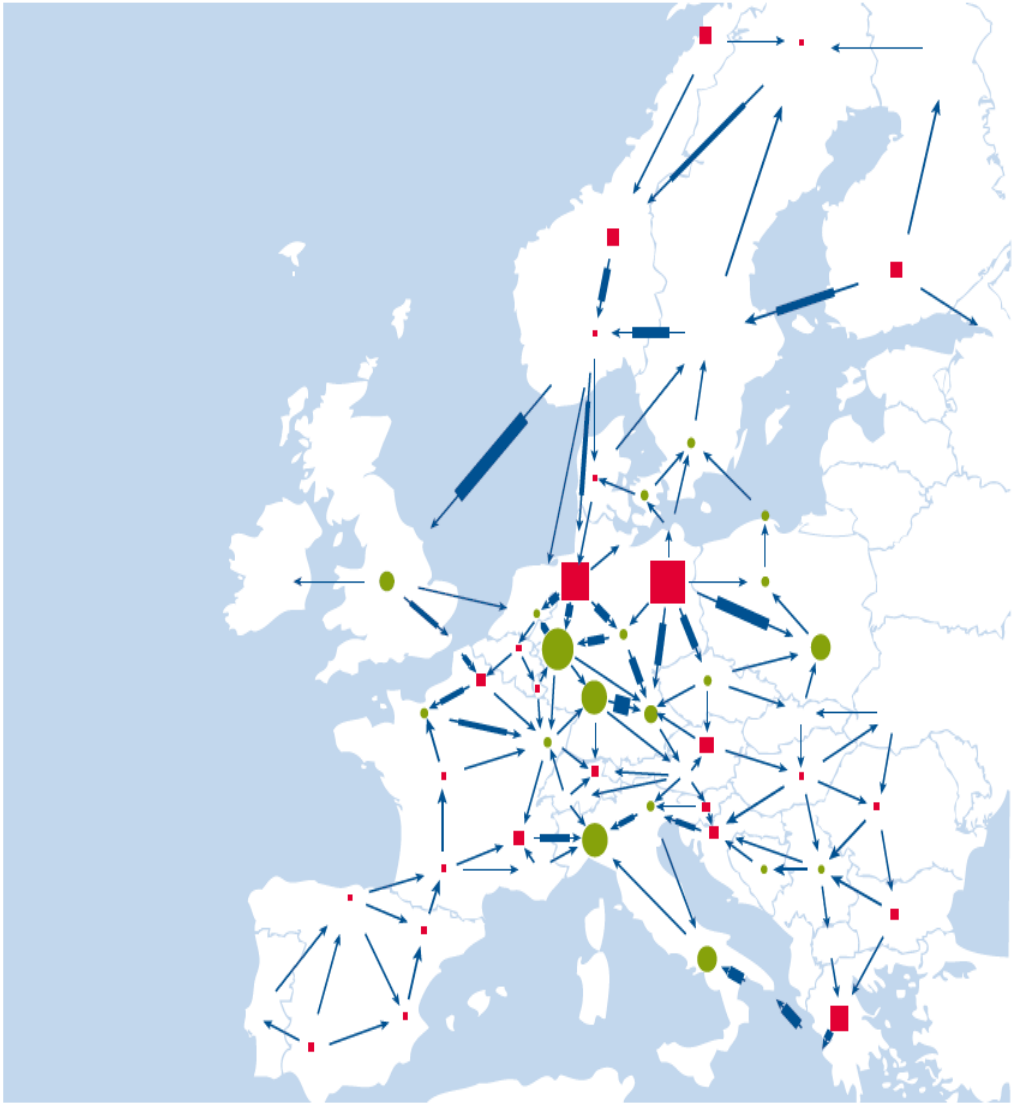
(제 1단계)

FIGURE [14]: Stage 1 grid upgrades. Red: HVDC connections. Blue: AC connections



(제 3 단계)

FIGURE [17]: Change in net energy flow in 2030 due to Stage 2 reinforcements.
Green circles: Reduction in production. Red squares: Increase in production.



EU의 전력 계통 연계 (제 4 단계,2030)

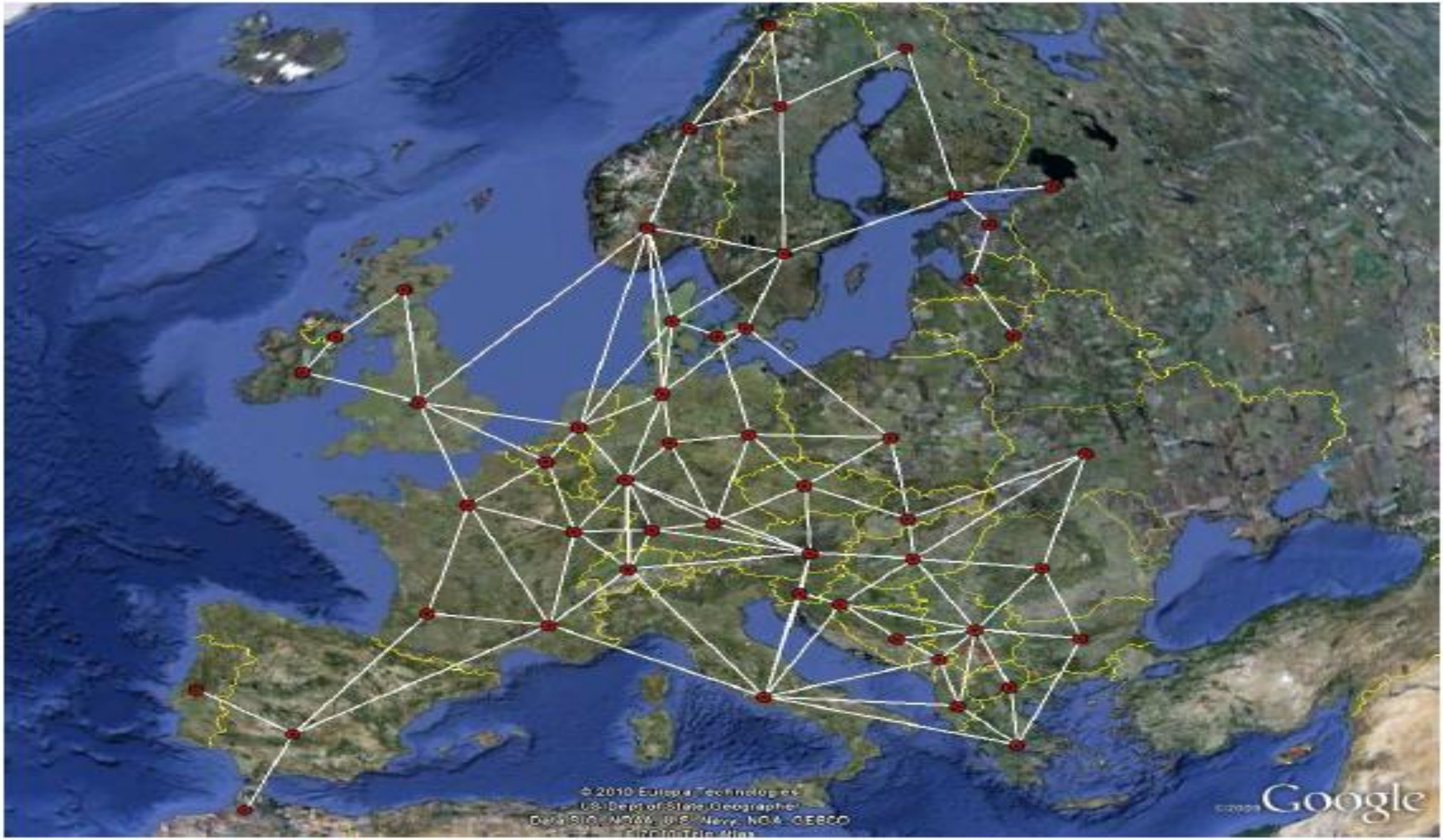
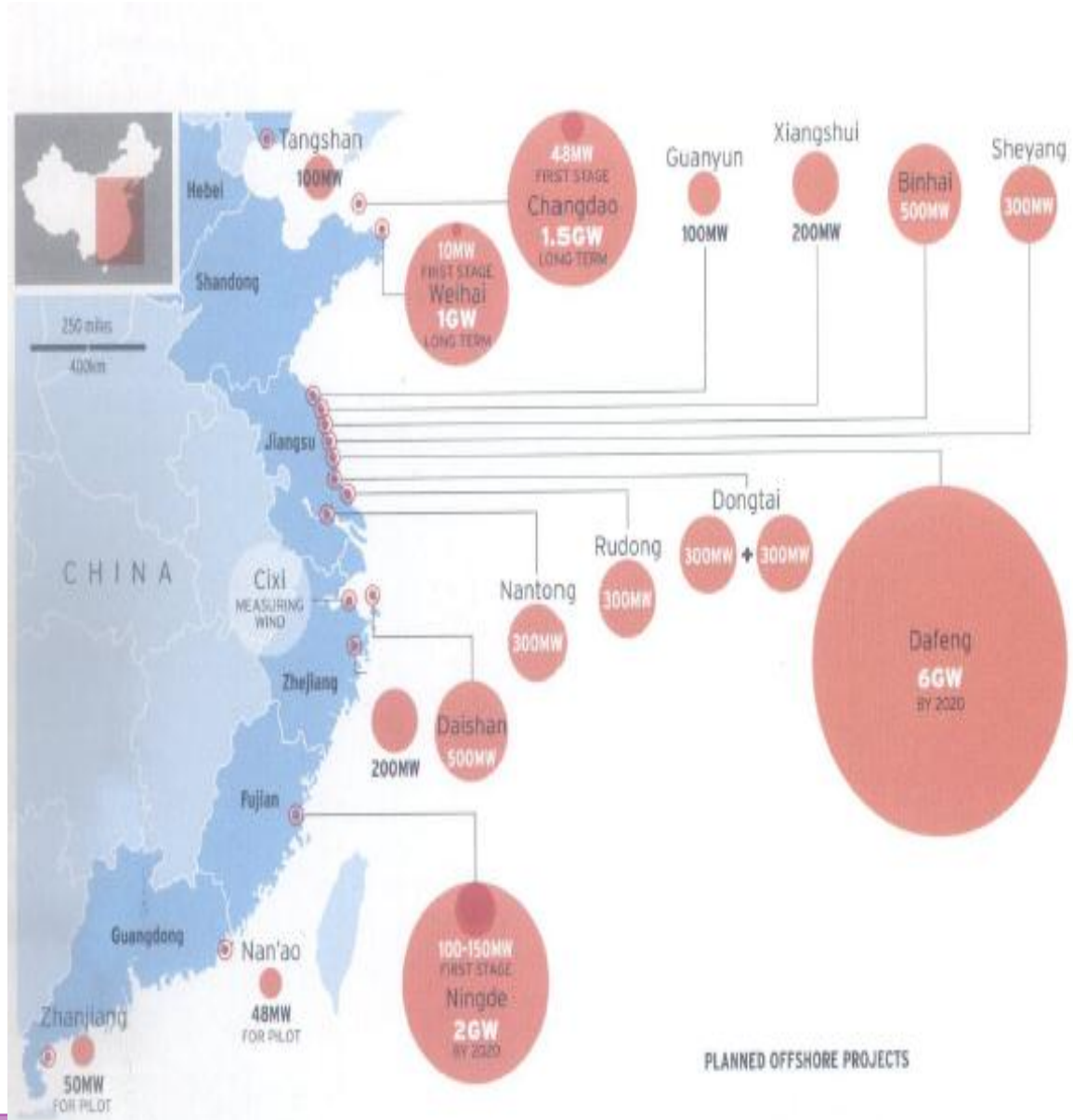


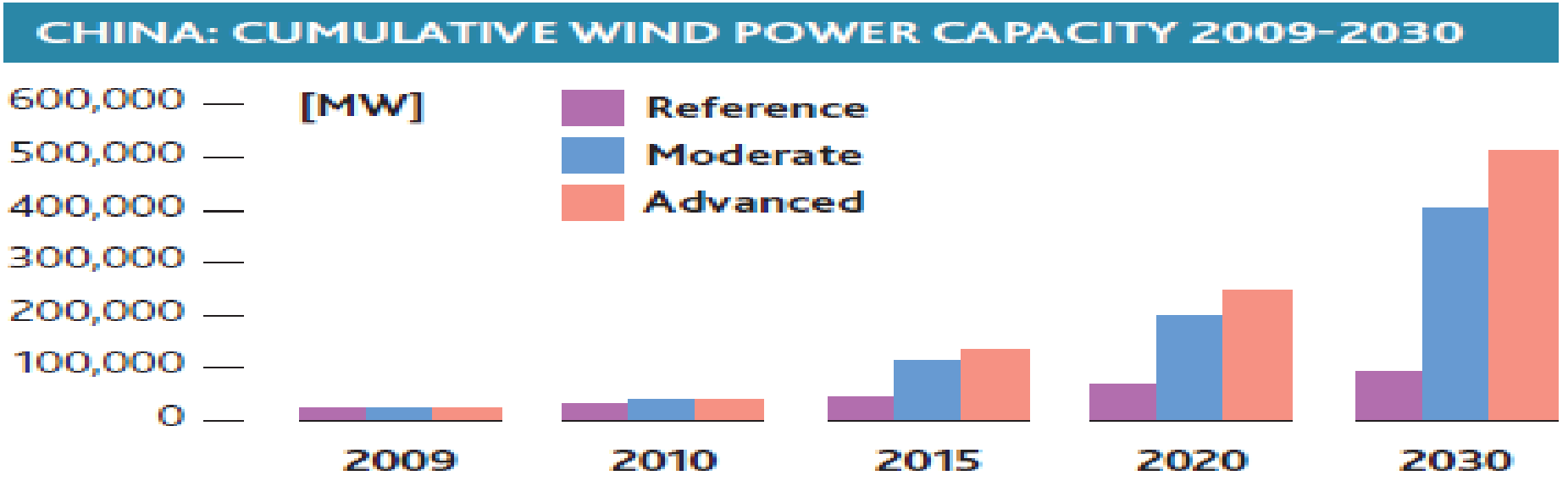
Figure 3. OffshoreGrid zones in the European grid model

▪ 중국의 투자계획



- ❖ 잠재풍력 : 1,000GW
  (해상:750GW,육상: 250GW)
- ❖ 설치용량 : 25GW(2009)
- ❖ 해상 개발 중 : 18 GW
  2010.3 : 102MW(준공)
  2015 : 2.7GW

중국의 Scenario 별 개발 계획

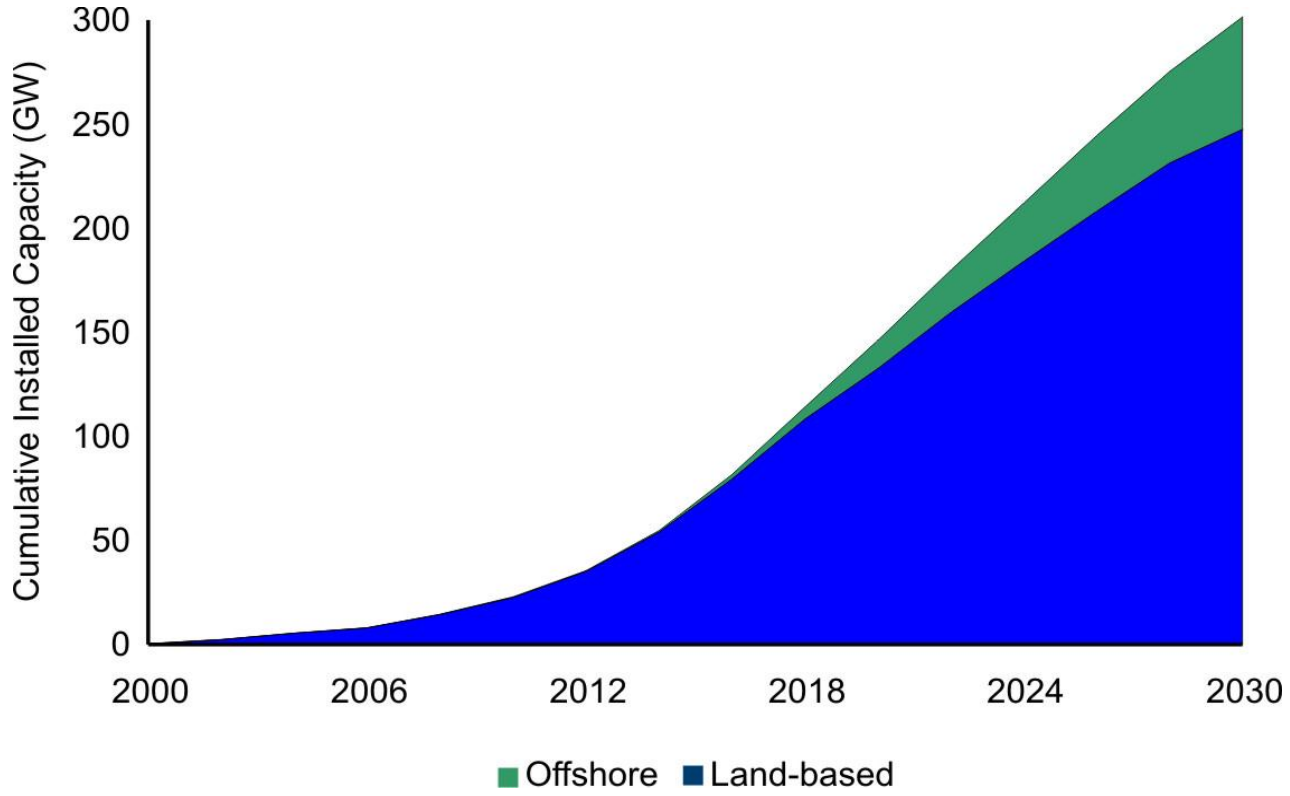


Year	Reference	Moderate	Advanced
2009	25,805	25,805	25,805
2010	32,805	39,608	41,030
2015	45,305	115,088	134,712
2020	70,305	200,026	250,397
2030	95,305	403,741	513,246

Source:GWEC 2010

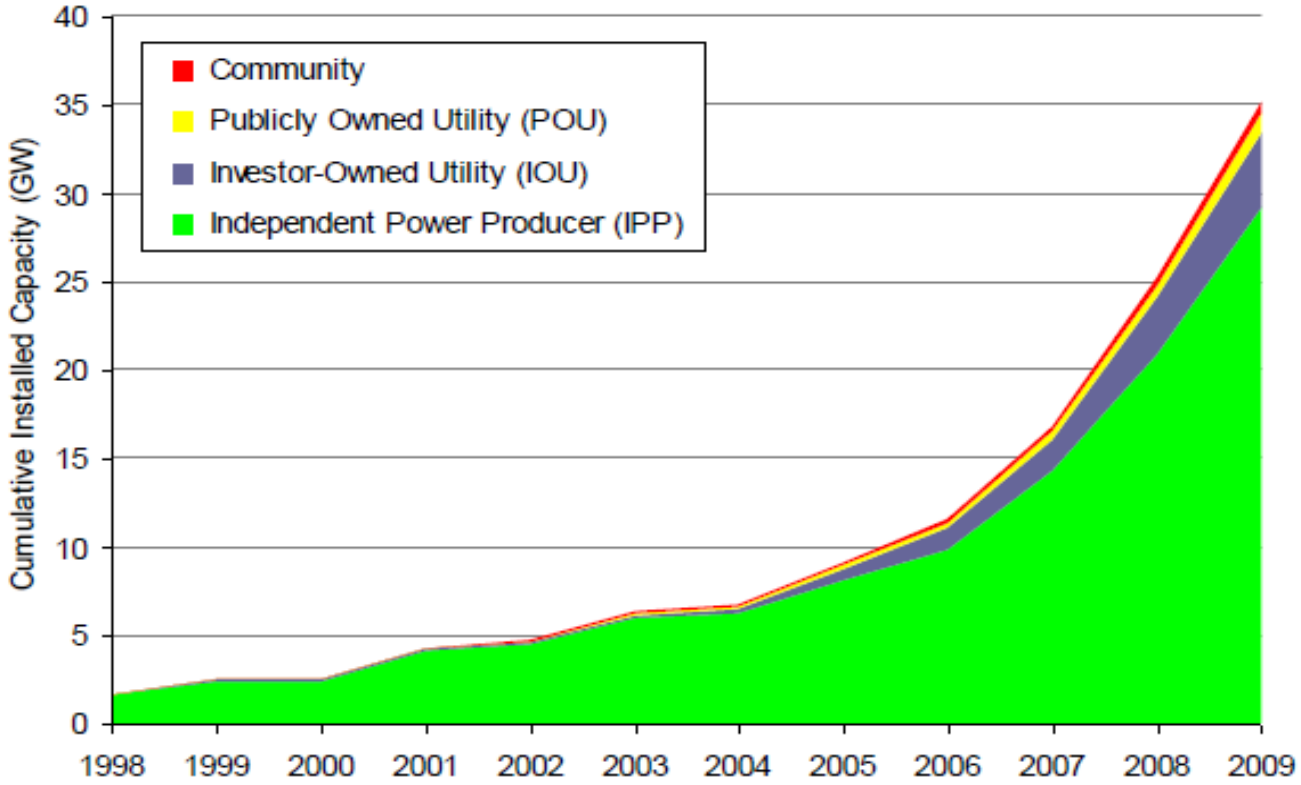
미국의 투자계획

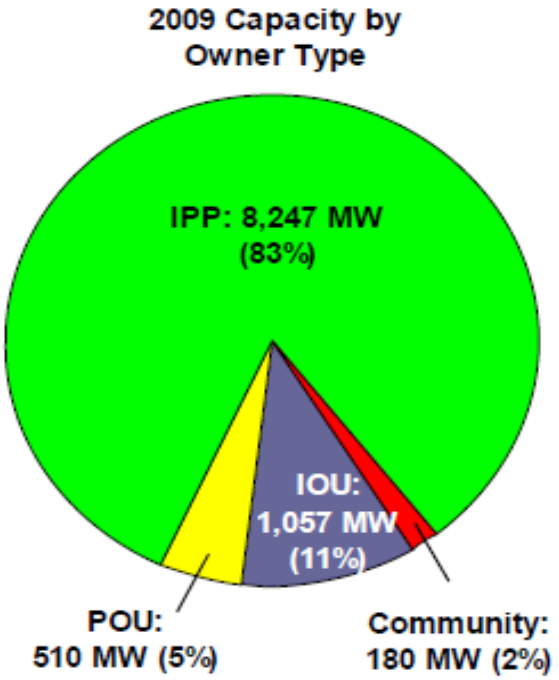
➢ 2030년 까지 미국전체 전기에너지의 20%를 풍력발전으로 분담



미국의 풍력사업 개발 업체 분포

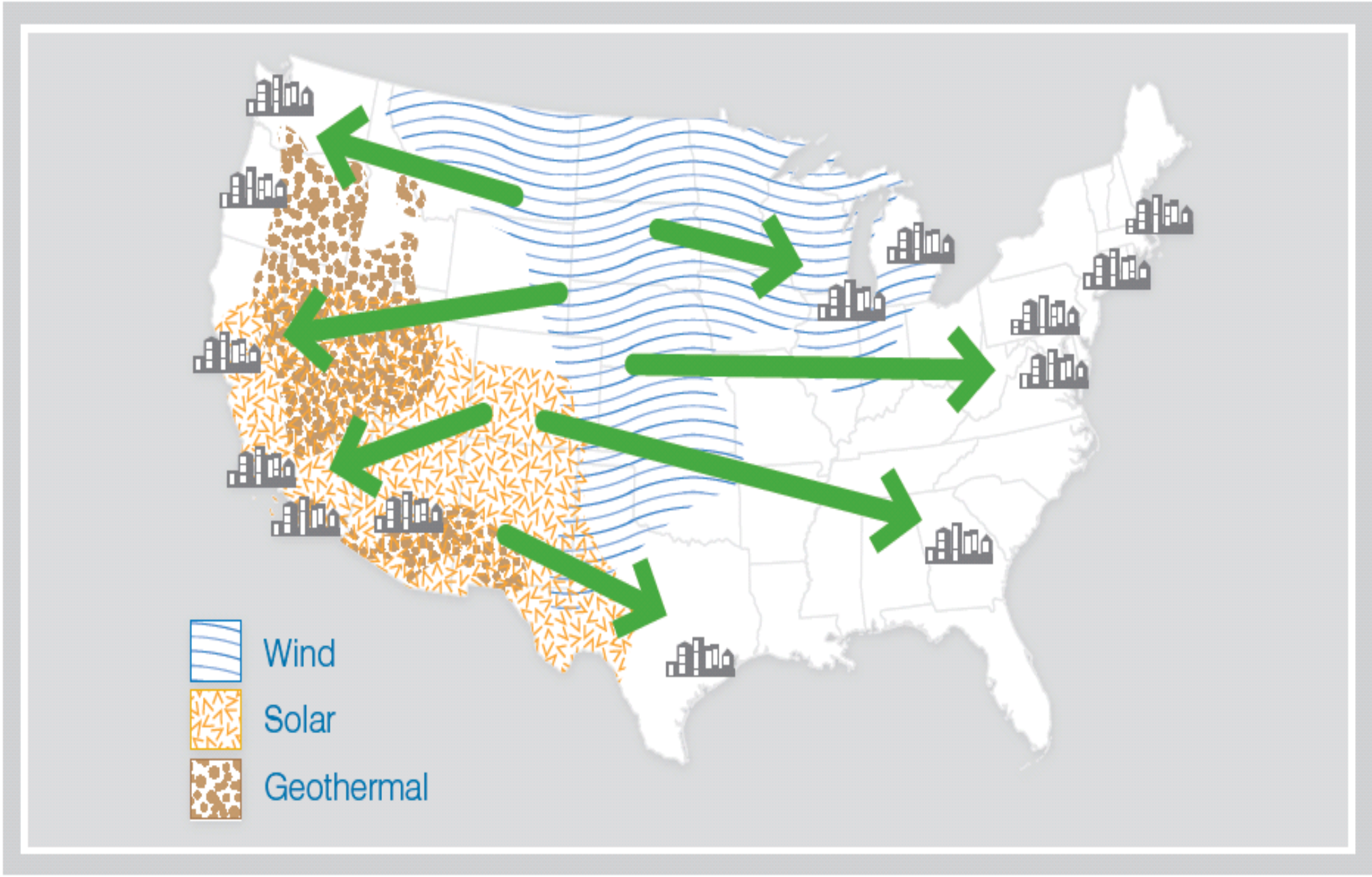
IPP Project Ownership Remained Dominant





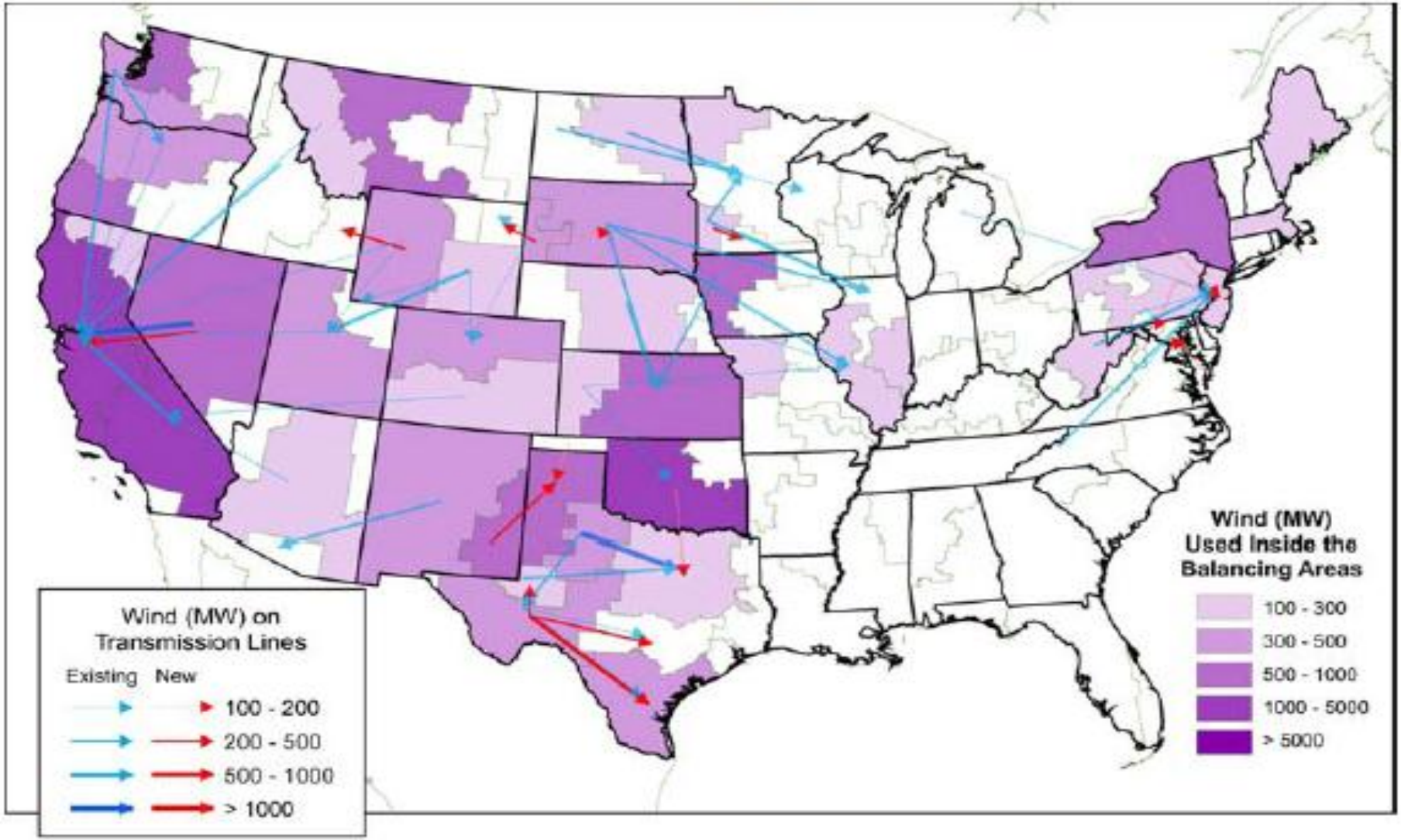
- Utility ownership held steady in 2009
- Community wind market share stagnant since 2004

FIGURE 1: **Nationwide Green Power Superhighways: A Conceptual Vision**



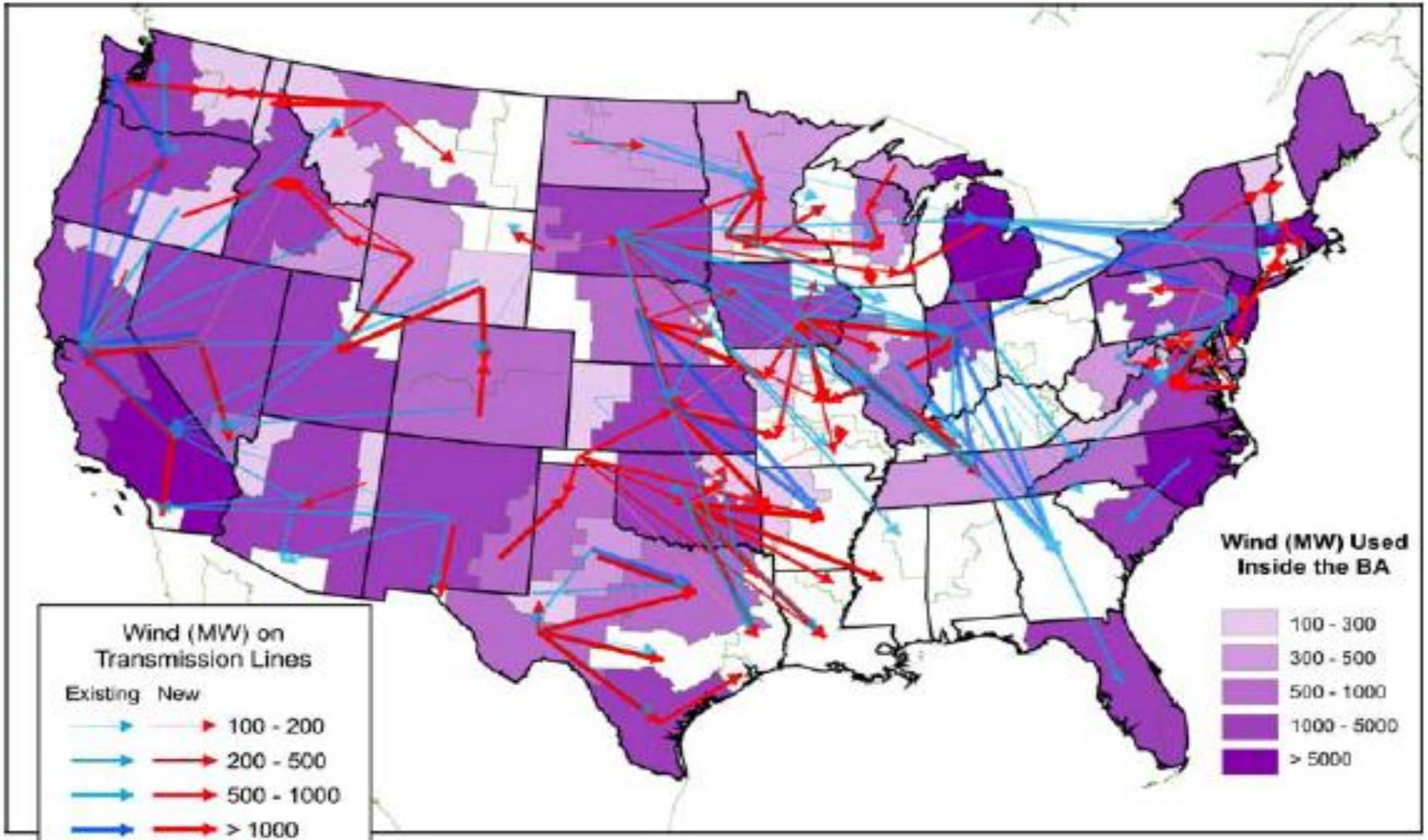
Source: AWEA and SEIA

Figure A-14. Transport of wind energy over existing and new transmission lines projected for 2012



Total Between Balancing Areas Transfer >= 100 MW (all power classes, land-based and offshore) in 2012.
Wind power can be used locally within a Balancing Area (BA), represented by purple shading, or transferred out of the area on new or existing transmission lines, represented by red or blue arrows. Arrows originate and terminate at the centroid of the BA for visualization purposes; they do not represent physical locations of transmission lines.

Figure 1-9. All new electricity generation including wind energy would require expansion of U.S. transmission by 2030



Total Between Balancing Areas Transfer >= 100 MW (all power classes, land-based and offshore) in 2030.
Wind power can be used locally within a Balancing Area (BA), represented by purple shading, or transferred out of the area on new or existing transmission lines, represented by red or blue arrows. Arrows originate and terminate at the centroid of the BA for visualization purposes; they do not represent physical locations of transmission lines.

일본의 해상 풍력 에너지 자원 조사

➢ 2008년 기준 일본의 연간 전력 생산량의 50배에 해당한 잠재량 보유

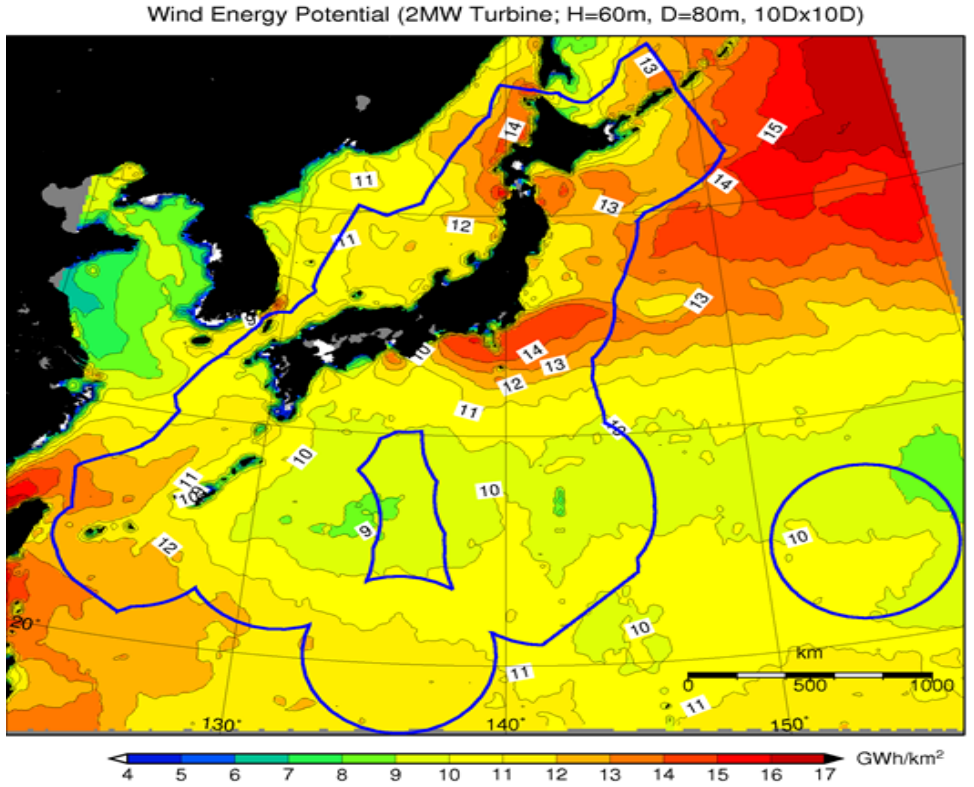
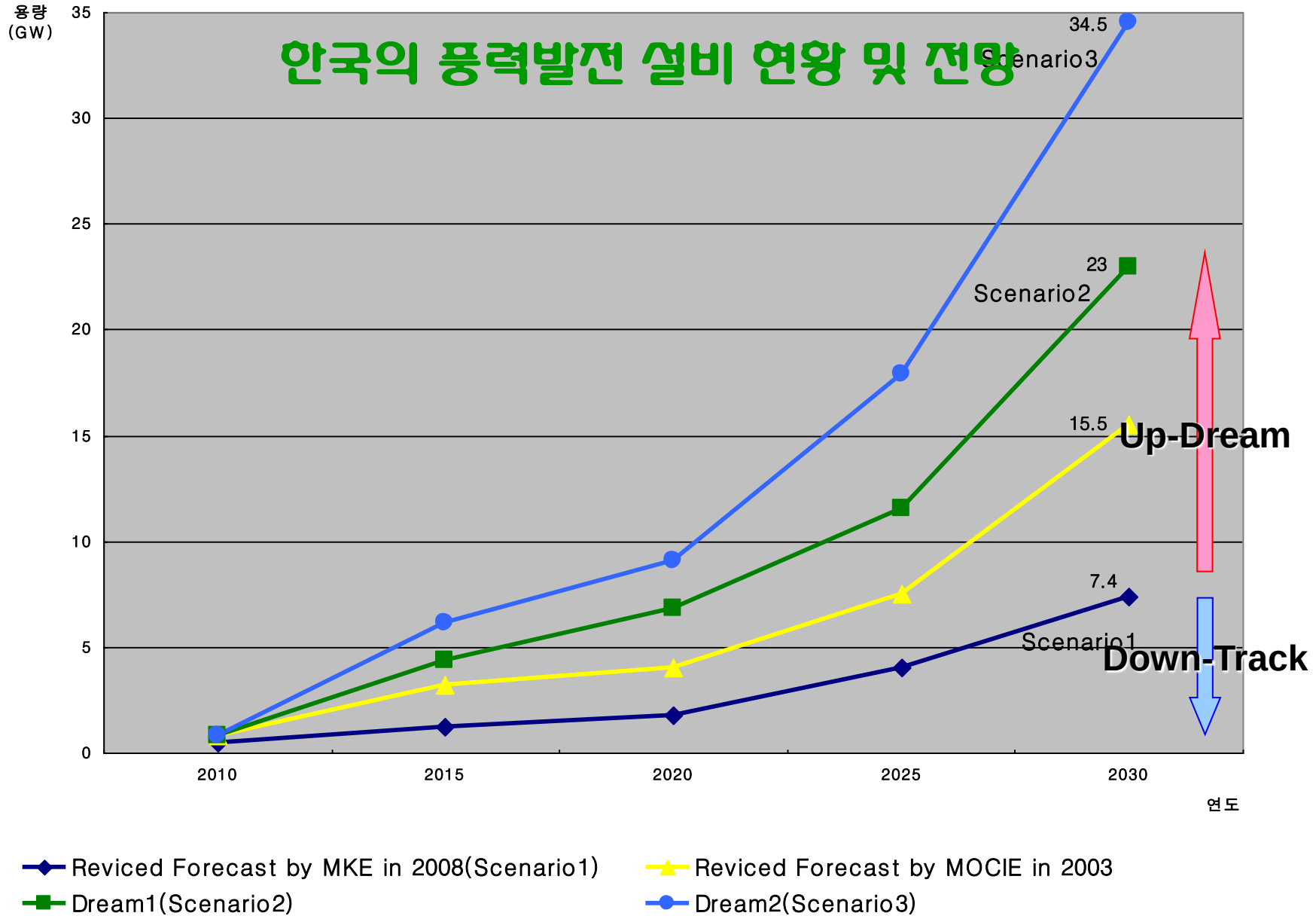


Fig. 6 Annual energy production per square kilometer (GWh/km²).
Blue lines show boundaries of Japan's EEZ (including disputed areas).

- 일본의 EEZ (분쟁지역 포함): 4.47×10^6 km²
- 추정 포장 전력 생산량: 48,600 TWh/yr
  (일본 연간 생산량의 50배)
- 일본의 연간 전력 생산량
- (2008): 971.87 TWh/yr



한국의 풍력발전 설비 현황 및 전망

제 3차 전원개발 계획에 반영되었던 풍력발전 사업

(2006~2020, 2006.12 issued)

Unit:MW

2007	Plan	Implemented	참고 사항
밀양 #1(경남)	50		지연 /민원
한경 2단계(남부발전)	15	15	성공
성산(남부발전)	20	20	지연(2008)/감축(12)/완공(2010)
강원 차항 (유니슨)	22.5		민원
2008	Plan	Implemented	참고 사항
상도(제주 윈드)	31.5		민원
양구(중부발전)	20		환경 문제
대기리(효성)	40	Under progress	지연/1대 설치
밀양 #2(경남)	60		민원
삼무 해상	30		지연/사업성 결여
태백(남부발전)	20		지연
평창(남부발전)	20		지연
경주 양남(유니슨)	21		민원
정선(동서발전)	25		민원
상명(유니슨)	16		민원
태기산 풍력(포스코 건설)	0	40	
2009	Plan	Implemented	참고 사항
영양풍력(악쇤아 코리아)	0	60.5	
삼달풍력(한신에너지)	0	33	
덕평(중부발전)	40		환경 문제
대흘 제주(유니슨)	18		민원

기업체에서 추진 중인 풍력발전 사업

developers	Location	Capacity (MW)	remarks
1.KNOC/HEC	Chonnam Yusu	20MW	Under design, to be completed by 2012, Est.budget: 83 B won
2. Kwmho Industry	Chonnam Yusu	100MW	
3. KOSPO	Busan off-shore	350MW(3.5MWx100기)	Target: 2020. 390W/m2, 0~30m depth, 10Km away
4. KNHC/Doosan/NCE	Jeju off-shore Hangkyung	30MW	Gov.permit in 2006, Delayed due to lack of viable ,review to start.
5. Dongkuk S&C/EWP/Yurus	Chunnam Beegwkdo	200MW	Target: 2013 Est. budget: 1.2 T won
6. POSCO E&C	Chonnam Off-shore West-South	600MW	Target: 2015 Est. budget:2.5 T won
7.POSCO E&C	Chonbuk	100MW(5MWx20)	Const. period: 2011 ~ 2015 Est. budget:0.5 T won
8. Hanwha Consortium	Off-shore Incheon	100MW (2.5MWx40기/3MWx33기)	333W/m2/7mdepth/20Km awy. Start:2012, Est.budget:500 B won
9. Hanshin Energy	Jeju off-shore Gapa	50MW	Target: 2012
10. Halla Consortium	Jeju off-shore east-west	500MW	Target: 2013
11. Hanshin Energy	Samdal Ext. (onshore)	32 MW	Target: 2011
12. Accioner Korea	Kyongnam Yangyang(onshore)	500MW	60MW completed in 2009, Balance step by step
13.DMS/Enometal Ezrobot	Off-shore Taean	100MW(3.6MWx27)	Est. budget:400 B won
14. KMIPO	Jeju Esidol(on shore)	20MW	Under design
15. Korea Gov.	Off-shore Saemangwm Dam	40MW	2MW track record build-up, Open for the new model from
16. KARICO Consortium	Chonnam Haenam	400MW	Target:2016 Est. budget:1.2 T won
Total		3,142MW	

전남도에서 추진중인 풍력사업

	Capacity (MW)	On-shore (MW)	Off-shore(MW)	Est. budget: B won for 1st stage
KOSEP	600	40	560	938.6
KOMIPO	300	100	200	250
KOSPO	500	100	400	460
EWP	200	50	150	181.3
KNHC	50		50	60
Fund Institute Consort.	1,000	200	800	4,400
POSCO PWR	600	200	400	2,300
LG E&S	1,000	1,000		3,000
Mitsui/Daewoo E&C	400	400		1,200
Dongkuk S&C	200		200	1,200
Acciona Korea	720	120	600	1,600
Total	5,570	2,210	3,360	15,589.9

Source: Chonnam Local Gov.

아일랜드의 해상풍력 사례: Arklow Banks Wind Farm

- GE 3.6 MW x 7 units
- Installed in June 2004
- 1st offshore windfarm in Ireland

Photos: R. Thresher

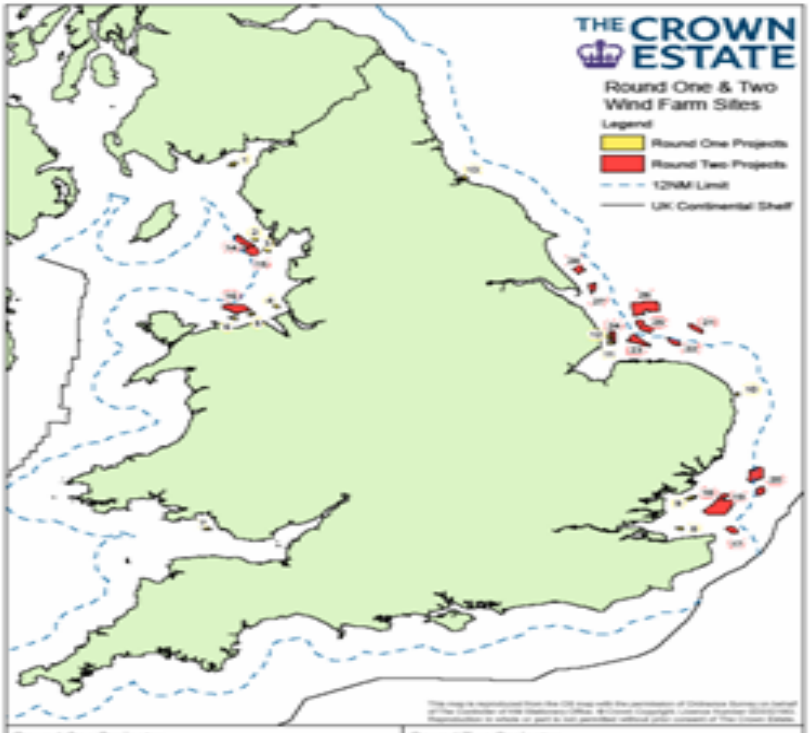
Scottland 해상 풍력의 구조물 및 설치 사례(5MW)

Photo Credit: Talisman Energy Offshore Demonstration, 2007
5 MW 126m Repower Turbine
45 m water depth, North Sea
Aberdeen, Scotland

Overseas Market of Off-shore Wind

Round 2 in UK

Round 2



In Development → Consented → In Construction → Generating

Project	Capacity	Status
Walney 1 & 2	366MW	Consented
West Duddon	500MW	Consented
Gwynt Y Mor	738MW	Consented
Thanet	300MW	In construction
London Array	630MW	Consented
Greater Gabbard	504MW	In construction
Dudgeon	560MW	In development
Sheringham Shoal	317MW	In construction
Race Bank	620MW	In development
Lincs	270MW	Consented
Docking Shoal	500MW	In development
Triton Knoll	1200MW	In development
Humber Gateway	300MW	In development
Westermost Rough	240MW	In development

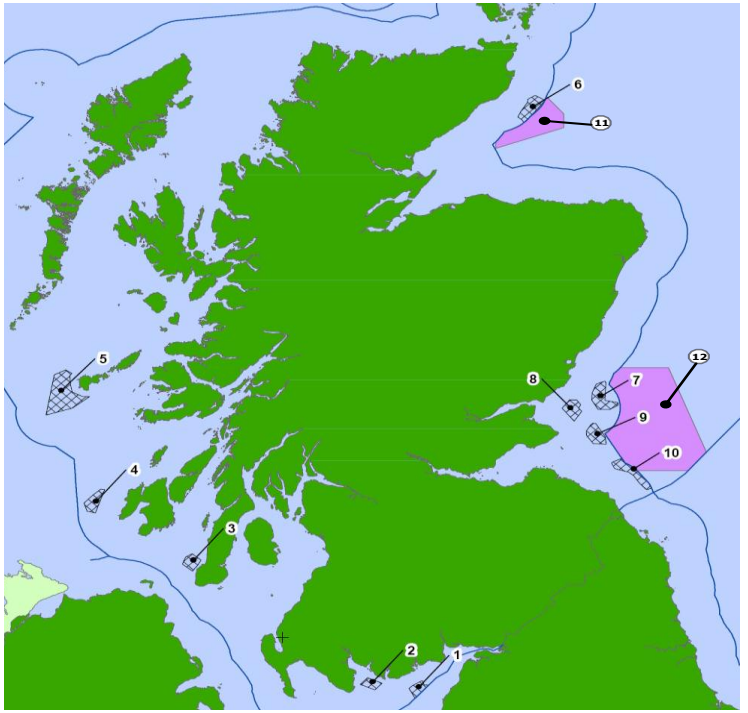
WG WOOD GROUP ATKINS SeaEnergy RENEWABLES SCOTTISH DEVELOPMENT INTERNATIONAL

Overseas Market of Offshore Wind

Round 3 in UK

Scottish Territorial Waters (STW) and Round 3 Sites

Key	STW Site Name	Developer	MW
1	Wigtown Bay	DONG Energy	280
2	Solway Firth	E.ON	300
3	Kintyre	SSE Renewables	378
4	Islay	SSE Renewables	680
5	Argyll Array	Scottish Power Renewables	1,500
6	Beatrice	SSE Renewables & SeaEnergy	920
7	Inch Cape	RWE Npower & SeaEnergy	905
8	Bell Rock	SSE Renewables & Fluor	700
9	Neart na Gaoithe	Mainstream	360
10	Forth Array	Fred Olsen	415
	Round 3 Site		
11	Moray Firth	EDP Renewables & SeaEnergy	1,300
12	Firth of Forth	SSE Renewables and Fluor	3,500
	Total		**11,238**



Source: Crown Estate 2010

SCOTTISH DEVELOPMENT INTERNATIONAL

한국업체가 카나다의 풍력 사업에 투자한 사례

- Government policies and environmental priorities - driving for change
- Renewable Energy Supply (RES) Projects
- Renewable Energy Standard Offer Program (RES
- Feed-in Tariff (FIT) and Green Energy and Green Economy Act (GEGEA) 2009
- Ontario's Feed-in Tariff (FIT program)
- FIT Projects
  - **Renewables including onshore & off shore wind**
- Wind capacity expected to again double by end 2011
- **Korean Consortium (2500 MW renewable generation):**

  삼성물산,한국전력: 1차 600MW는 Siemens가 WTG공급, CS Wind가 타워 공급

중국의 최초 해상 풍력사업

- Location: Shanghai Donghai Bridge
- Capacity: 102MW(3MWx34units)
- Supplier: Sinovel Wind
- Completion: 2010.3.
- Developer: Shanghai Donghai Wind Power Co.,Ltd.(Invested by China Power International Development Ltd.,Guandong Nuclear Power Group, Shanghai Green Energy)
- Contractor: Investors above.
- Project Cost: 3 Billion RMB
- Power Generation:258.5GWh annually

Figure 12 Panorama of the Donghai Bridge Wind Power Project

독일의 최초 해상 풍력사업,
Alpha-Ventus Project

1)규모: 5MW x 12기(Repower:6기,Multibrid:6기)
2) 위치:Borkum섬에서 북쪽 45Km EEZ지역
3) 풍황:10m/s(연 평균), Capacity Factor:43.37%
참고: 독일 육상 풍력의 경우는 CF가 25 ~ 28.5%
4)파고:10m(high), 6~8m/s(Average)
5)내용연한: 20년
6) 추진 현황:□
* 1999/2001:건설 허가 신청
* 2001:항만청으로 부터 허가 득
* 2005. 기초공법 사용권을 PROKON Nord사에게 부여
* 2006.6:DOTI Joint Company 설립(SPC회사: E.ON, EWE,AG ,Vattenfall Europ)
* 2007.6:Areva Multibrid 사와 5MWx6기 공급 계약
* 2007.7:Areva사에 Transformer발주, Offshore Substation은 건설 콘소시움사로 구성
* 2008.11:Repower와 5MWx6기 공급 계약
* 2009.11:설치 완료, 현재 시운전 중
* 공사비: 250 Million Euros.

7) 문제점: Multibrid가 설치한 6기는 모두 Gearbox를 포함 부품을 교체함.

한국기업이 독일 해상풍력사업에 투자한 사례

1. Project 개요

Project 개요

구 분	내 역
프로젝트명	Offshore Wind Farm Sandbank24
지역	북해연안의 실트(Sylt)섬에서 90Km 떨어진 바다
개발회사명	Sandbank Power Gmbh & Co. KG("SBP")
발전기규모	- 시운전단계에서는 96개의 풍력발전기 운영 - SBPE에서 40개 추가 확장 가능
WTG	3 MW
Capacity	288 MW (3 MW, 96기)
D/E Ratio	DS 80% : Equity 10% : Mezzanine 10%
사업 조건	2011년 12월 31일전 착공 조건

1. 독일 정부의 재생에너지 구입에 대한 법적 보장(15유로센트/Kwh x 15년)
2. 독일 정부의 GRID CONNECTION에 대한 법적 보장
3. VESTAS가 TURN-KEY방식의 건설보장 및 전기생산량 보장 가능 (계약 전력의 95%)
4. 유럽투자은행, 덴마크수출은행, 독일KFW에서 사업비의 80%까지 저리융자 가능

※ 독일 FIT(Feed In Tariff) 제도

- 2016년 1.1 이전에 세워지는 풍력단지는 12년 동안 15ct/KWh, 13년~20년까지 3.5ct/KWh(31 of EEG 2008)
- 2016년 이후에 세워지는 풍력단지는 12년 동안 13ct/KWh / 2015년 이후에 건설된 풍력단지는 매년 5%씩 감액

Overseas Market of Off-shore Wind in Germany

GERMAN OFFSHORE PROJECTS

	Project name	Developer	Location	Number of WTGs in PP	Total output(3.6 /5 MW)	Number of WTGs in PS	Total out put(MW)	Distance to earest coast [km]	water depth [m]
	WIND FARMS IN THE NORTH SEA								
	OPERATIONAL(1)								
	1 Dollart Emden	Enova	12 MM zon	1	4.5	1	4.5	0.01	3
	LICENSED WIND FARMS (15)								
1	1 alpha ventus offshore test field	E.ON EWE Vattenfall(DOTI)	EEZ	12	43.2/60	208	748.8/1,040	43	30
2	2 sandbank 24	Projekt(Sandbank 24, Greenoak)	EEZ	96	288/400	980	3,528/4,900	100	30 to 40
3	3 BARD offshore 1	Bard Engineering	EEZ	80	288/400	320	1,152/1,600	78	39 to 41
4	4 Dan Tysk	Vatenfall EUROPE New Energy(GEO)	EEZ	80	288/400	300	1,080/1,500	45	23 to 31
5	5 Vorkum Riffgrund West	Energekontor	EEZ	80	288/400	458	1,648.8/2,290	40	30 to 35
6	6 Borkum Riffground	Plambeck Neue Energien, Projecktgesellschft PNE 2 offshore	EEZ	77	272.2/385	180	648/900	34	23 to 29
7	7 Nordsee Ost	Deutsche Essent	EEZ	80	288/400	250	900/1,250	30	19 to24
8	8 Butendiek	Airtricity/ OSB Offshore-burger-Windpark-Butendiek	EEZ	80	288/400	80	288/400	35	16 to 22
9	9 Enova Offshore North Sea Windpower	E.ON/Enova Offshore Projecktentwicklungsgesellschaft	EEZ	48	172.8/240	251	904/1,255	40	28 to 32
10	10 Amrumbank West	E.ON/Amrumbank West	EEZ	80	288/400	80	288/400	35	21 to 25
11	11 Nordlicher Ground	Nordlicher Grund(Renergys/GEO)	EEZ	80	288/400	400	1,440/2,000	86	23 to 40
12	12 Global Tech I	Nordsee Windpower	EEZ	80	288/400	320	1,152/1,600	75	39 to 41
13	13 Hochsee Windpark Nordsee	EOS offshore(Innovent /WPD)	EEZ	80	288/400	240	864/1,200	75	39
14	14 Gode Wind	Plambeck Neue Energien	EEZ	20	72/100	244	806.4/1,120	45	26 to 35
15	15 Meerwind Ost / Meerwind Sud	Windland Energieerzeugungs	EEZ	80	288/400	270	972/1,350	53	22 to 32

	WIND FARMS UNDER GOING LICENSING PROCEDURES(10)								
16	1 Hochsee Windpark, He Dreiht	EOS offshore(Innovent /WPD)	EEZ	80	288/400	119	428.4/595	75	39
17	2 Borkum Riffgat	Enova Enersiesysteme	12NM zon	44	158.4/220	44	158.4/220	15	16 to 2
18	3 AUSTERNGROUND	Global Wind Support(Bard Engineering)	EEZ	80	288/400	80	288/400	87	40
19	4 Deutsche Bucht offshore wind farm	Eolic Power(Bard Engineering)	EEZ	80	288/400	80	288/400	87	40
20	5 Uthland	GEO	EEZ	80	288/400	80	288/400	49	25
21	6 Vento Tec Nord I	Arcadis Consult	EEZ	80	288/400	200	720/1,000	132	41
22	7 Vento Tec Nord II	Arcadis Consult	EEZ	80	288/400	200	720/1,000	104	41
23	8 Nordergrunde offshoer wind farm	Energiekontor	12 MMZ	25	90/125	25	90/125	13	2 to 18
24	9 MEG I	Multibrid Entwicklungsgesellschaft/prokon Nord	EEZ	80	0/400	80	0/400	45	28 to 3
25	10 Borkum West II	Multibrid Entwicklungsgesellschaft/prokon Nord	EEZ	80	0/400	80	0/400	45	28 to 3
	Total projects in the North sea(26)			1,747	5,714,1/8,730	5,379	16,400.3/27,750		
	WIND FARMS IN THE BALTIC SEA								
	OPERATIONAL(1)								
1	1 Breitling/ Rostock	Wind– Projekt	12NM zon	1	2.5	1	2.5	0.5	2
	LICENSEDNWIND FARMS(5)								
2	1 Kriegers Flak	Offshore Ostsee Wind (Windprojekt/WPD)	EEZ	80	288/400	80	288.0/400.0	32	29 to 4
3	2 Baltic I	Offshore Ostsee Wind (Windprojekt/WPD)	12 V zone	21	75.6/105	21	75.6/105.0	15	16 to 1
4	3 ARKONA Becken Sudost	AWE–Arkona–Windpark–Entwicklungs(E.ON)	EEZ	80	288/400	80	288.0/400.0	34	23 to 3
5	4 GeoFrE	GEO	12NM zon	5	18/25	5	18.0/25.0	20	21
6	5 Ventotec Ost 2	Ventotec Ost 2	EEZ	80	288/400	80	288.0/400.0	40	40
	WIND FARMS UNDER GOING, ICENSING PROCEDURES(4)								
7	1 Beltsee	Plambeck Neue Energien	EEZ	76	273.6/380	76	273.6/380.0	14	23 to 2
8	2 Arcadis Ost 1	Arcadis Consult	12 NM zor	70	252/350	70	252.0/350.0	17	40
9	3 Arcadis Ost 2	Arcadis Consult	12 NM zor	25	90/125	25	90.0/125.0	39	35
10	4 Sky 2000	GEO	12 NM zor	50	180/250	50	180.0/250.0	20	21

미국 해상풍력 사례: Cape Offshore Wind Project

1)Capacity:468MW(3.6MWx130units)

2) Location: Massachusetts State of USA

3) Progress:

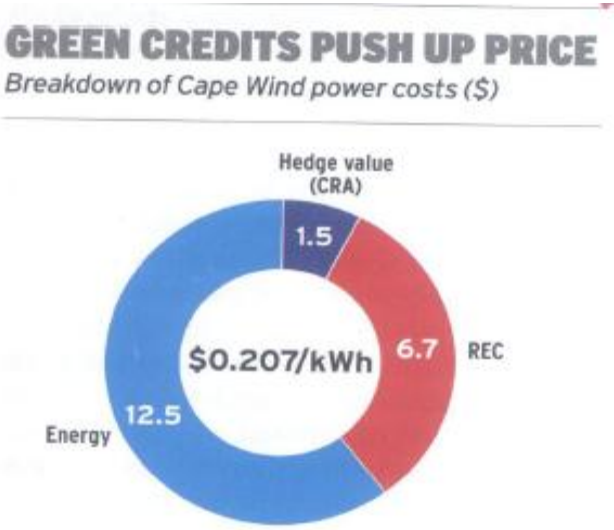
- 착수:2001년
- 건설승인:2010년4월(Massachusetts local Gov.)
- 준공 예정:2013년

4) PPA:20.7 cents/KWh for 15 years with annual inflation adjustment of 3.5% over 15 years, 34.7cents/KWh at the end of the contract.

5) 가격 구성: Energy price:12.5, REC:6.7, Hedge value(CRA):1.5, total:20.7cents/KWh

6) 수용가 부담:약 2% 전력요금 상승

(1.59 $/month/customer)



PANORAMIC IMAGES/GETTY IMAGES

Nantucket Sound Site of Cape Wind project

Spar Buoy Floating Wind Turbine: Hywind

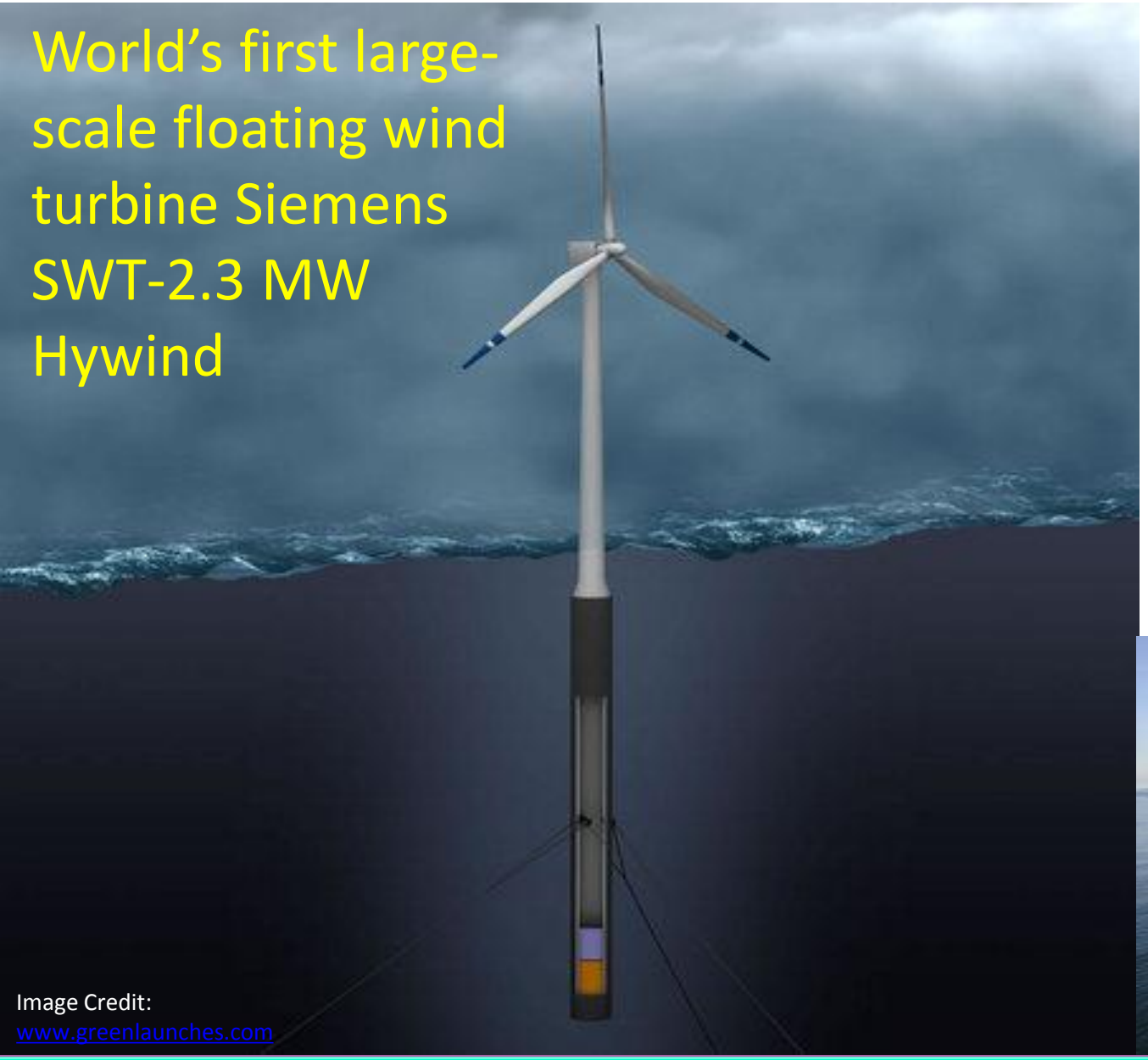


Image Credit: www.greenlaunches.com

- R&D project by StatoilHydro, and Siemens, expected to produce power in July 2010
- 12 km southeast of Karmøy in Norway
- SWT - 2.3 MW architecture
  - 82 meter diameter
  - 65 meter tower
- Spar buoy technology
  - 100 meter draft
  - 202 meter water depth

Reference: w1.siemens.com

해상풍력 O & M 사례

Horns Rev II, North Sea wind farm, Denmark © *Wind Power Works*

경청하여 주셔서 감사합니다

한국 풍력 산업 협회

회장 이 임 택

연대엔지니어링㈜ 및 한국남부발전㈜ 대표이사 역임

- 2004년 풍력발전 설비 6 MW(안경)
- 2009년 33MW 제주도에 건설(삼달)