한국 풍력 산업의 오늘 과 내일
(미국,EU,아시아 와 비교)

2010. 3. 24

이 임 택
(사) 한국풍력산업협회

1-1. 한국의 현재 위상: 세계에서 28위, 세계평균의 10% (WWEA 2009)

Position 2009	Country / Region	Total capacity end 2009 [MW]	Added capacity 2009 [MW]	Growth rate 2009 [%]	Position 2008	Total capacity end 2008 [MW]	Total capacity end 2007 [MW]	Total capacity end 2006 [MW]
1	USA	**35.159,0**	9.922,0	39,3	1	25.237,0	16.823,0	11.575,0
2	China	**26.010,0**	13.800,0	113,0	4	12.210,0	5.912,0	2.599,0
3	Germany	**25.777,0**	1.880,0	7,9	2	23.897,0	22.247,4	20.622,0
4	Spain	**19.149,0**	2.460,0	14,7	3	16.689,0	15.145,1	11.630,0
5	India	**10.925,0**	1.338,0	14,0	5	9.587,0	7.850,0	6.270,0
6	Italy	**4.850,0**	1.114,0	29,8	6	3.736,0	2.726,1	2.123,4
7	France	**4.521,0**	1.117,0	32,8	7	3.404,0	2.455,0	1.567,0
8	United Kingdom	**4.092,0**	897,0	28,1	8	3.195,0	2.389,0	1.962,9
9	Portugal	**3.535,0**	673,0	23,5	10	2.862,0	2.130,0	1.716,0
10	Denmark	**3.497,0**	334,0	10,6	9	3.163,0	3.125,0	3.136,0
11	Canada	**3.319,0**	950,0	40,1	11	2.369,0	1.846,0	1.460,0
12	The Netherlands	**2.240,0**	5,0	0,2	12	2.235,0	1.747,0	1.559,0
13	Japan	**2.056,0**	176,0	9,4	13	1.880,0	1.528,0	1.309,0
14	Australia	**1.877,0**	383,0	25,6	14	1.494,0	817,3	817,3
15	Sweden	**1.579,0**	512,0	48,0	16	1.066,9	831,0	571,2
16	Ireland	**1.260,0**	233,0	22,7	15	1.027,0	805,0	746,0
17	Greece	**1.109,0**	119,0	12,0	18	989,7	873,3	757,6
18	Austria	**995,0**	0,0	0,0	17	994,9	981,5	964,5
19	Turkey	**796,5**	463,1	138,9	25	333,4	206,8	64,6
20	Poland	**666,0**	194,0	41,1	19	472,0	276,0	153,0
21	Brazil	**600,0**	261,5	77,3	24	338,5	247,1	236,9
22	Belgium	**555,0**	171,0	44,6	22	383,6	286,9	194,3
23	New Zealand	**497,0**	172,0	52,9	26	325,3	321,8	171,0
24	Chinese Taipeh	**436,0**	78,0	21,8	23	358,2	279,9	187,7
25	Norway	**431,0**	2,0	0,5	20	429,0	333,0	325,0
26	Egypt	**430,0**	40,0	10,3	21	390,0	310,0	230,0
27	Mexico	**402,0**	317,0	372,9	34	85,0	85,0	84,0
28	Korea (South)	**364,4**	86,4	31,1	27	278,0	192,1	176,3
29	Morocco	**253,0**	129,0	104,0	32	124,0	125,2	64,0

1-2.한국의 위상

1. 설비 용량: 0.2% 점유로 28위(2009년 자료)

   *전세계 풍력설비 증가율: 31.7%/년 (2001년이후), 159GW, 340 TWh 2009년

2. 전력생산량:0.2%

   * 전세계 풍력의 전력 생산량:340,000GWh,우리나라 풍력 생산량:700GWh
   * 전세계 전력 생산량:17,000TWh,우리나라 전력생산량:405.7TWh

3. 우리나라에 건설된 국산 풍력설비: 1%
4. 2001년 이후 투입된 R&D자금 액: 1,000억 원 정도?
5. 국산풍력설비 수출: 기록 없음
6. 국산 부품 수출액: 640백만 불(2008년 기준)
7. 조선업체가 풍력산업에 참여 후 외국에 상담하여 MOU 체결: 카나다,파키스탄,동구유럽 등 활발히 진행되고 있음.

2-1. 한국과 미국의 풍력발전 개발 전략 비교

2008.3.

항목	미국	한국
정부	Barack Obama	MB Lee
정책	재생에너지 장려 정책	녹색성장 정책I
내용	➢ 총생산 전력 중 20%의 전력을 풍력에서 조달(2030년) : 전력용 가스의 50%, 석탄의 18%를 각각 풍력으로 대체 ➢ 탄소방출 절감 ➢ 지구 온난화 억제	➢ 신재생에너지에서 11% 조달(2030년) ➢ 탈 화석연료, 원자력 증설 (온실가스 없는 에너지원27%조달(2050), ➢ 화석연료의 청정화 37%달성(2050), ➢ 효율 향상 : 36%(2050) ➢ 4대강 정비로 홍수억제 및 수자원 확보 ❖ Dream : 10% 전력을 풍력에서 조달(2030) ➢ 해상풍력을 집중 개발 및 수출전략 상품화 함 ➢ 농어촌 및 도서에 소형풍력과 연계 하이브리드 Grid 개발 확충 ➢ Smart Grid 선도 정착

2-2. 한국과 미국의 에너지 수요 전망

	미국		한국		한국의 Dream
연도	2007	2030	2007	2030(R)	2030(D)
총 에너지	101.9QBtu	113.35QBtu	241MTOE	300MTOE	300MTOE
원자력	8.41	9.44	36	83.4	
석탄	22.74	26.41	61	47.1	
가스	23.7	25.08	33.3	36	
석유	40.75	41.56	104.6	99	
수력	2.46	2.97	기타에 포함	기타에 포함	
바이오	2.65	5.52			
신재생,기타	1.2	2.38	6	34.5	

2-3. 미국과 한국의 에너지 원 별 수급 전망

	미국		한국		한국의 Dream
연도	2007	2030	2007	2030 (R)	2030 (D)
Grid 용량	927.5GW	1,123.6GW	68GW	105GW	105GW
풍력	25	305	0.191	2 (7.3)*	6 (23)
원자력	100.5	112.2	17.7	42.72	42.72
석탄	306.7	346.2	19.96	31.28	26.5
가스/석유	398	506.4	22.2	30	25.78
수력			5.4		
기타 신재생	100.8	137.82	2.7	1(4)	1(4)

주: *( )숫자는 풍력설비 용량이며, 실제는 이용율 25%적용

2-4. 미국과 한국의 에너지 원별 수급 전망

	미국		한국		한국의 Dream
연도	2007	2030	2007	2030(R)	2030(D)
총 Grid 전력 생산 /년	4,159TWh	5,150TWh	425TWh	550TWh	550TWh
풍력	48	1,160	0.5	16	50
원자력	806	905	144.7	295(239)	295
석탄	2021	2401	167	139	116
가스/석유	892	1025	92	109	89
수력			21.5		
기타 신재생	318.25	612.32	위에 포함		
풍력에너지 비중	1%	20%	0.10%	1.40%	10%

주: *( )숫자는 풍력설비 용량이며, 실제는 이용율 25%적용

2-5. 미국과 한국의 풍력사업 추진 기대 효과

	미국		한국		한국의 Dream
연도	2007	2030	2007	2030(R)	2030(D)
탄산 가스 저감 량		825M tons/y 2030년까지 누계 7,600G ton저감		9.9 M tons/y	31 M tons/y
투자금액		1,970억 달러 (2030년까지 280 GW증설 소요 자금) 연간 약100억 달러 투자 200억 달러 : 송변전 설비 보강		180억 달러 (7.3GW 증설)	570억 달러 (23GW 증설) 연간 약27억 달러 소요
연료 절감 효과 (외화 절감)		화석연료 절감 액을 약 1,550억 달러로 예상		연간 21억 달러	연간 67억 달러 (LNG 750달러/톤 기준)
물절약		4 T Gallons			

2-6. 미국과 한국의 풍력사업 추진 기대효과

	미국		한국		한국의 Dream
연도	2007	2030	2007	2030(R)	2030(D)
고용증대(명)		500,000		30,400	96,000
직접종사인력		170,000		11,500	36,000
제조		32,000		3,000	10,000
건설		65,000		4,000	12,000
운영		76,000		4,500	14,000
간접 종사인력		330,000		18,900	60,000

풍력증대로 기대효과

- 대기오염과 수질 오염을 줄이고, 지구온난화 억제에 크게 기여 함.
- 화석연료 값을 줄이고 전력요금을 안정화 시킴.
- 고용 증대 및 수출 산업으로 육성
  (한국:풍력설비의 부품 수출:6.4억 달러, 2008년)
- 2030년 한국의 수출 기대: 누계 750억 달러, 이후 연간 75억 불

3-1.우리나라 풍력발전 설비 제조 업체 현황

No	업체명	주 생산품목
1	(주)효성	□ 풍력발전시스템 및 부품생산, □750kW 및 2MW풍력터빈의 개발완료 및 실증 중 □ 5MW 해상 풍력 발전 설비를 국책과제로 연구 개발 중(2009).
2	유니슨(주)	□ 풍력발전시스템 및 부품생산, □ 750kW급 개발완료/실증완료 및 인증완료 □ 2MW급 개발 완료, 실증 중
3	현대중공업	□ 변압기, 차단기, 회전기 등을 주력 생산, □ 일본 미쓰비시에 1,100kW급 발전기 수출 중, □ 군산에 연산 600MW규모의 풍력발전 설비 생산 공장 건설 중.1차로 1.65MW,2MW,2.5MW 급 설비를 기술 도입. 5MW급 해상 풍력발전 설비를 기술 도입 추진 중. □ 파키스탄의 YB사와 50MW(1.65x30기),미국 Wave Wind에 10MW(1.65x6기)계약 체결.
4	두산중공업	□ 3MW급 해상풍력시스템 개발 하여 실증 중.
5	(유)한진산업	□ 1.5MW 풍력터빈을 개발하여 실증 및 인증 완료, □100 kW 개발 완료, 실증 중
6	오로라에너지(주)	□ 65kW, 225kW급의 비교적 소형 시스템을 생산, □1MW급을 개발 중
7	KM(애드컴텍)	□ 2MW급 Blade 제작 기술 개발 완료, 실증 준비 중, □3MW급 및 5MW급 Blade 개발 중 □ 7,000평 부지에 3,000평 규모의 공장 건설, 효성,두산 및 유니슨 의 Blade제작을 공급하고 있음.
8	보국전기	□ 750kW 기어리스 풍력발전시스템의 발전기제작, □발전기 제작 기술 개발 중
9	(주)플라스포	□ 750kW 기어리스 풍력발전시스템의 인버터제작 , □인버터 제작 기술 개발 중
10	코윈텍	□ 1MW급 풍력시스템 개발 완료 실증 준비 중
11	동진기술	□ 미국 Bergey사의 1kW, 7.5kW, 10kW급을 수입 판매
12	준마엔지니어링	□ 1kW, 6kW, 10kW급의 개발 및 생산
13	한국화이바	□ 풍력터빈용 저풍속 고효율 750kW급 블레이드 개발 완료
14	한국쏠라(주)	□ 풍력발전 가로등(250W ~ 5kW)의 생산/설치운용
15	(주)태웅	□ Main shaft, 타워플랜지 등 단조부품
16	(주)현진소재	□ Main shaft, 타워 플랜지 등 단조부품
17	CS Wind	□ Main shaft, 타워플랜지 등 단조부품 공장은 Vietnam과 중국에 소재, 전남지역에 제조 설비 투자 계획.
18	동국S&C	□ 풍력타워 생산
19	PSM (주)평산	□ 플렌지, gear rim, distance plate, lock plate, rotor shaft
20	Korea Tech	□ Rotor Hub, Bed Plate
21	㈜금성기공	□ 풍력발전 타워 구조물 제작

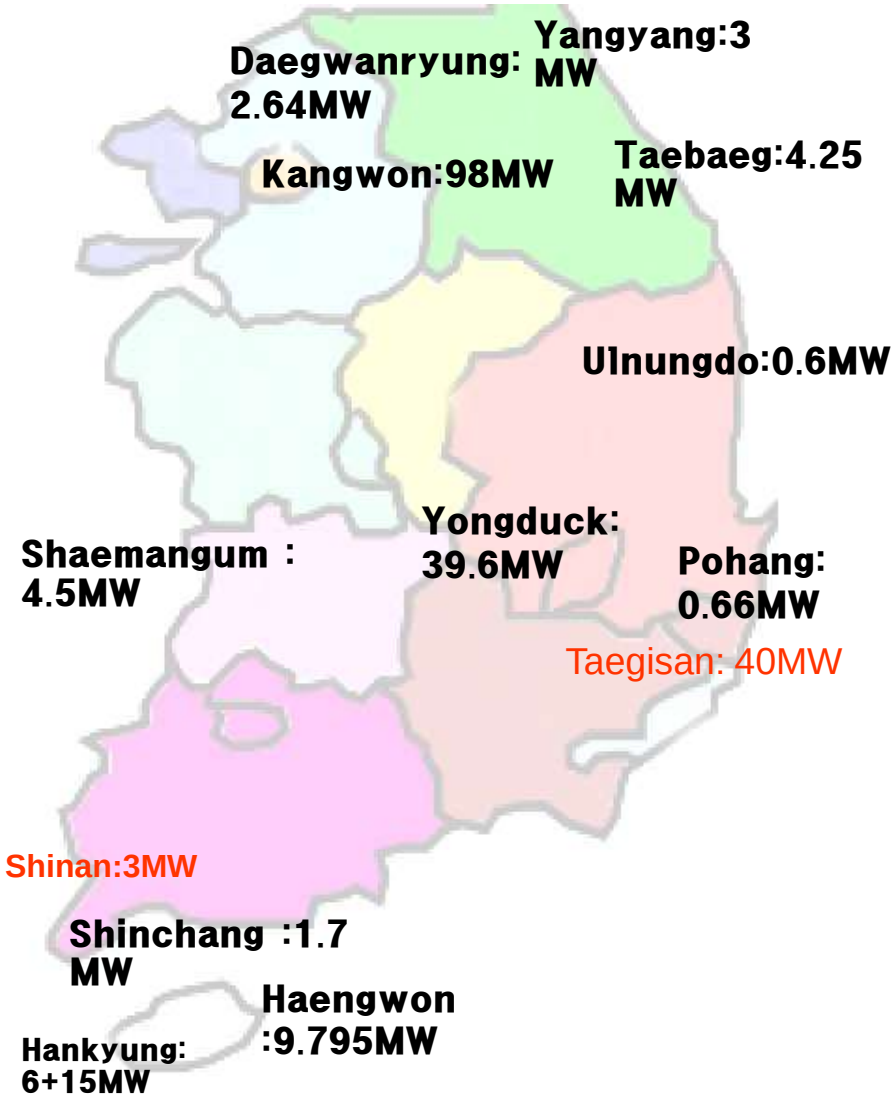
3-1.풍력발전 설비 제조 업체 현황(계속)

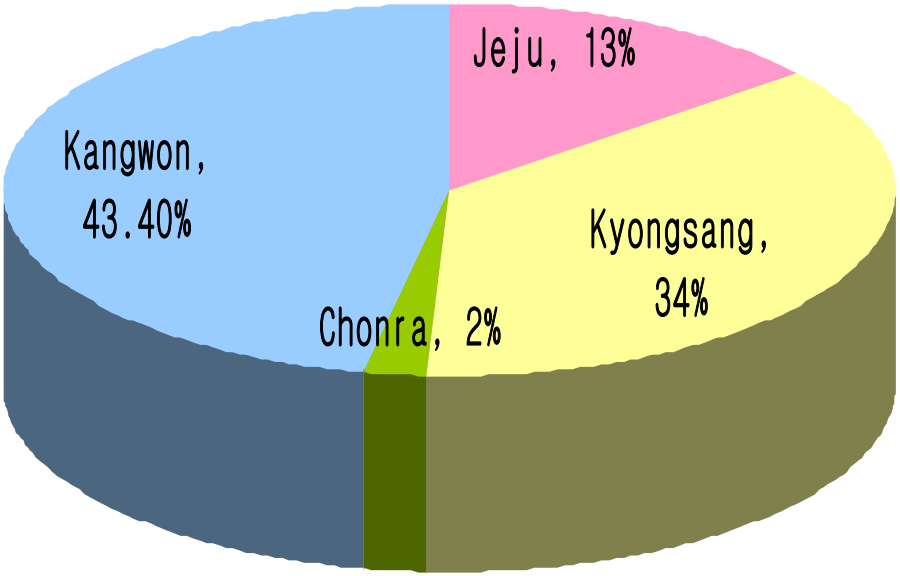
No	업체명	주 생산품목
22	삼성 중공업	영국의 설계업체와 2.5MW풍력발전기 가발 계약을 체결하고,미국의 시엘로사 와 2.5MW 3기를 2011년 까지 Texas주에 공급 하기로 LOI체결 함.영구 자석형 풍력발전 설비 사업을 신 성장 동력으로 육성하기 위해 총 6000억원을 투자하기 함.2010년까지 2.5㎿급 및 5㎿급 풍력발전 설비를 연간 200기씩 생산하고 2015년에는 풍력발전 설비 부문에서만 매출 3조원(800기 생산)을 올린다는 야심 찬 계획도 세움.이를 위해 현재 4개 팀 80명 수준인 풍력발전 설비 관련 인력을 2015년까지 1000명 수준으로 늘릴 예정임. 장기적으로는 연간 1600기까지 생산 규모를 확대할 방침임.
23	대우조선해양	□ 벤턴 윌콕슨 CTC 회장과 드윈드社에 대한 인수계약을 체결.미국의 설비 업체를 인수하여 시장에 진입 함. 미국의 CTC (Composite Technology Corp)社의 자회사인 드윈드(DeWind)社를 약 5000만달러에 인수 함.1995년 설립된 드윈드社는 독일 함부르크에 소재하고 있으며, 풍력터빈의 설계, 기술개발 및 마케팅이 주요 사업으로 알려졌다. 2006년에 본사를 미국으로 이전했으며 현재까지 자체 기술로 개발한 750W, 1.5MW, 2MW 터빈을 유럽・중국・남미・미국 등에 총 710기(760MW 규모)를 공급했다. 우선 신모델 개발을 위해 약 7000만달러를 곧바로 투자하고, 북미 지역에 생산 공장도 조만간 설립할 계획. 또한 미국 텍사스에 1차로 2MW급 풍력터빈 20기의 풍력단지를 조성한 후 지속적인 투자를 통해 대형화 단지 건설을 계획 중. 이로써 오는 2015년 풍력발전설비 분야에서 세계 10위, 2020년에는 전 세계 시장의 15%가량을 점유해 3위권으로 도약하겠다는 미래 비전을 제시 함. “회사의 제조 노하우와 드윈드의 풍력 기술이 결합되면 짧은 시간에 시장을 석권할 수 있다”며 “특히 해상 풍력은 풍속자원이 풍부해 발전 가능성이 크고, 미래 신성장동력으로서 큰 역할을 할 것으로 기대한다”고 말했다.
24	STX 중공업	□ 네덜란드 하라코산유럽社(Harakosan Europe B.V) 지분 및 풍력발전 관련 특허 인수를 위한 계약을 체결 함. 인수 금액은 약 240억 원으로, 육상용(Onshore) 및 해상용(Offshore) 풍력발전기 원천 기술 확보는 물론, 그 동안 축적한 풍력발전기 설치·유지보수 기술을 토대로 명실공히 국내 풍력발전사업 선두기업의 입지를 구축한다는 전략임. 향후 공장건설 및 R&D투자 등 에 약 1,000억 원 이상을 투자해 글로벌 풍력기업으로서의 초석을 마련할 계획임.1979년 네덜란드에 설립돼 2005년 라거웨이社(Largerwey)에서 하라코산유럽으로 사명을 변경한 이 회사는 풍력발전 원천기술 개발 및 풍력발전 핵심 특허를 보유한 풍력발전기 제조업체임. 특히 네덜란드에 R&D센터를 보유하고 있어 향후 기술개발 및 마케팅분야에서 STX중공업과 큰 시너지 효과를 창출할 수 있을 것으로 예상. 하라코산 유럽社는 현재 2~3MW급 풍력발전기 3개 기종을 보유하고 있으며 이중 2개 기종은 육상용 풍력발전기뿐만 아니라 악천후 해상환경에 필요한 침식방지 특허기술로 설계 및 제작, 상용화돼 판매, 설치 및 운전 중에 있어 향후 해상용 풍력발전단지에 적용 시, 최적의 성능을 발휘할 것으로 기대됨. 특히 개발완료단계에 있는 4세대 저(低)풍속형 기종은 향후 국내뿐 아니라 해외시장 진출에 있어 유리한 고지를 선점할 수 있는 제품으로 평가 받고 있음. 이 부문에서 2015년매출 1조5,000억 원 목표의 글로벌 Top 10 풍력발전기업으로 도약할 수 있도록 최선을 다할 계획 임.

3-2. 풍력발전 단지 개발 및 용역 업체 현황

No.	업 체 명	사 업 내 용
1	유니슨	□ 사업단지 개발
2	한국에너지기술연구	□ 단지의 타당성 조사
3	STX 엔진	□ 풍력발전 설비 설치(한경, 성산, 삼달 사업의 실적 보유)
4	대우엔지니어링	□ 단지 설계, Engineering 실적 확보
5	현대 Eng'g	□ 단지 설계, Eng'g 실적 확보
6	한국전력기술(주)	□ 단지 설계,Eng'g 실적 확보
7	한국남부발전	□ 발전단지 개발 실적 확보(한경 21MW, 성산 12MW준공 운영 중)
8	포스코건설	□ 발전단지 개발(대기리 40MW 준공하여 운영 중)
9	한신에너지(주)	□ 발전단지 개발 실적 확보(삼달 풍력 33MW 2009년11월 6일 준공 예정)
10	영양풍력발전공사	□ 발전단지 개발(영양군 삼의면에 151.5MW,1.5 x 101기 건설 중. 2009년 12월 까지 51기 준공, 2010년 까지 잔여 50기 준공 예정)
11	한라풍력㈜	□ 해상 풍력 300MW급 발전단지 개발 중
12	한국중부발전	□ 발전단지 개발 중
13	한국동서발전	□ 발전단지 개발 중
14	한국동서발전	□ 발전단지 개발 중

3-3. 풍력단지 설치 분포





Total installed: 191.7MW + 43MW(Taegisan:40MW, Shinhan:3MW) = 237.7MW (As of Dec.30th, 2008)

+ 60MW(Acciona Korea)+ 12MW(Sungsan)+ 33MW(Samdal)=342.7MW (As of Sept.2009)

4-1. 풍력 사업 단지 현황 (제주 한경 풍력)

■ **위치 : 제주도 한경면**

■ 개발 업체:한국남부발전㈜

■ **공정:2003. 6 ~ 2004. 4 [제 1단계]**
2007. 4 ~ 2008. 1 [제 2단계]

■ **사업비 : 509 억 원**

■ **용량 : 21 MW(1.5 MWx4units, 3MWx 5 units)**

■ EPC 업체: STX Engine + Samhwan

■ 기자제 공급업체 : Vestas (Denmark)

■ 용역 업체: 대우엔지니어링

■ 타당성 조사: 한국에너지기술

4-2. (강원 풍력)

■ **위치: 강원도 평창군**

■ 개발업체: 유니슨

■ **사업 기간 : 2001.11~2008. 10**

■ **사업비 :1588 억 원**

■ **용량 : 98MW (2 MW x 49 units)**

■ 발전 예상량: **244,400 MWh/년**

■ 탄소 배출 저감량: **140,000 tons/년**

■ **EPC 업 체 : Unison/ Vestas consortium**

■ **기자제 공급 : Vestas (Denmark)**

■ 투자회사: Unison, Axia Power, KOMIP, MMAA, Eurus Energy, GDCO, etc.

4-3. (영덕 풍력)

■위치: 경상북도 영덕군

■ 개발 업체: 유니슨

■ 사업 기간: 2001. 8 ~ 2005. 4

■ 사업비: 675 억 원

■ 발전 예상 량: 96,539 MWh/년

■ 용량: 39.6 MW (1.65 x 24units)

■ 탄소배출권: 60,000 tons/년

■ EPC 업체: 유니슨

■ 기자제 공급업체: VESTAS (Denmark)

■ 용역업체: 대우 엔지니어링

■ 타당성 조사: Lahmeyer Intl. (Germay)

■ 투자회사:
Unison,AxiaPower,MMAA,GBDC,

4-4. (태기산 풍력)

- 위치:강원도 횡성군
- 개발업체: 포스코 건설
- 사업 기간:2005. 4 ~ 2008. 11
- 사업비 :850억 원
- 용량:40 MW (2MW x 20 units)
- 전력 생산 예상량: 91,300 MWh/년
- 탄소 배출권: 60,000 tons/년
- EPC업체 : 포스코 건설
- 기자제 공급 업체: VESTAS (Denmark)
- 용역 업체: 현대엔지니어링
- 투자회사: POSCO Const.,
  Eurus Energy (Japan

4-5. (영양 풍력)

- 위치: 경상북도 영양군
- 개발업체: Acciona Energy Korea
- 사업 기간: 2006. ~ 2010.
- 사업비 : 5000 억 원
- 용량: 151.5MW(1.5MW x 101 units)
- 발전 예상량: 400,000 MWh/년
- 탄소배출권: 248,000 tons/년
- EPC 업체: 동국S&C/Acciona
- 기자제 공급 : Acciona(Spain)
- 투자회사:Acciona Energy Korea (Spain Origin)

4-6. (성산 풍력)

위치	제주도 성산읍
개발 업체	한국남부발전㈜
사업 기간	2008. 5 ~ 2009. 3
용량	12MW(2MW × 6units)
전력발전량	31,500 MWh/년
탄소배출권	24,600 tons/년
사업비	300억 원
용역 업체	한국전력기술㈜
EPC업체	STX Engine/Samhwan
기자제 공급	Vestas(Denmark)
타당성 조사	한국에너지 기술연구원
투자회사	한국남부발전㈜

4-7. (삼달 풍력)

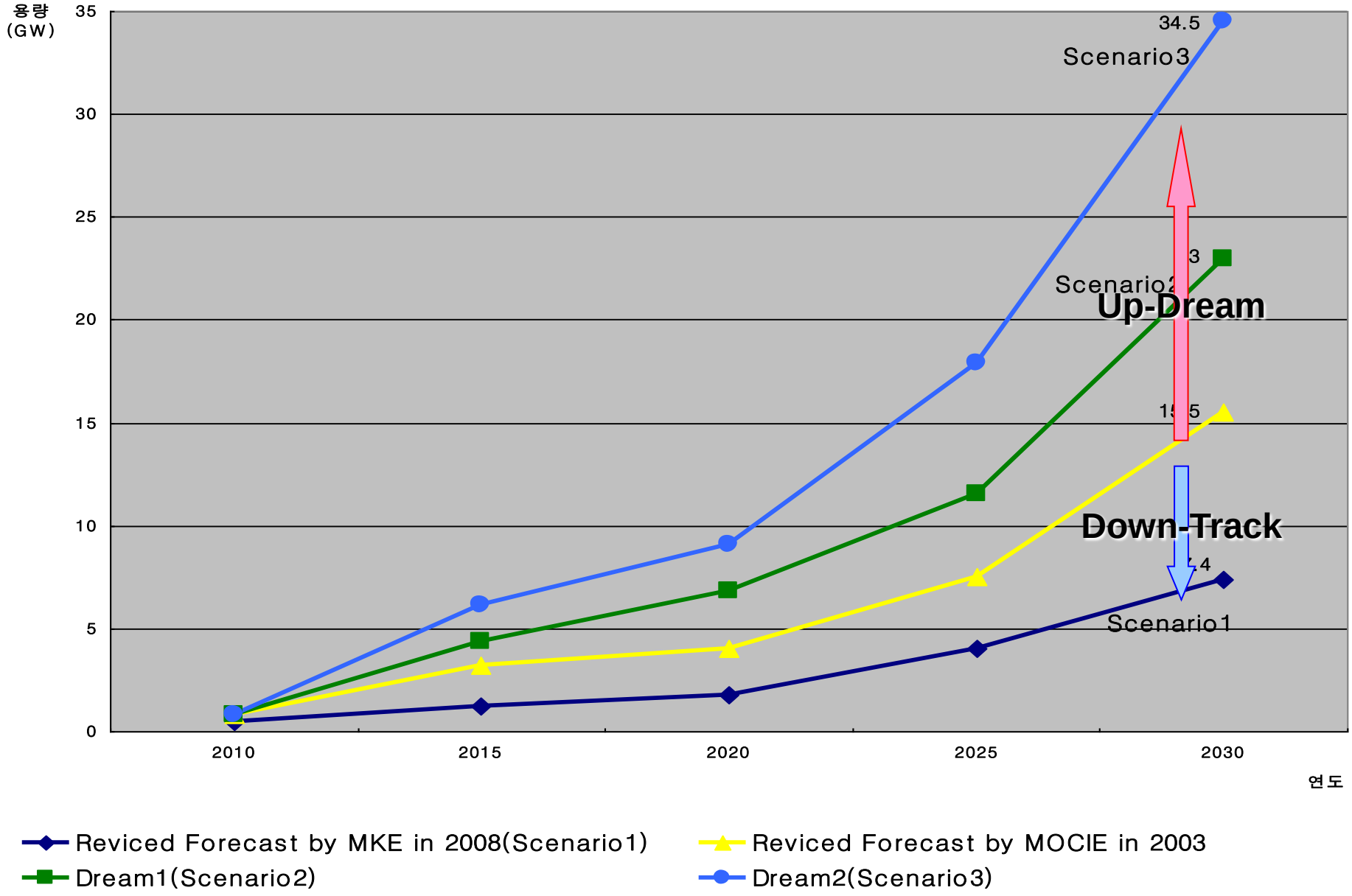
- 위치: 제주도 성산읍
- 개발업체: 한신에너지
- 사업기간: 2006. 11 ~ 2009. 10
- 사업비: 860억 원
- 용량 : 33 MW (3MW x 11 units)
- 탄소 배출권: 65,000 tons/년

- 건설.: 남해종합건설(총괄)
  (STX Engine+ Iljin + Hyosung Heavy)
- 기자제 공급: Vestas (Denmark)
- 용역 회사: 도암 + 한국전력 기술㈜
- 타당성 조사: 한국에너지기술 연구원/한국신용
- 투자회사: 남해개발, 한국남부발전㈜, 기타

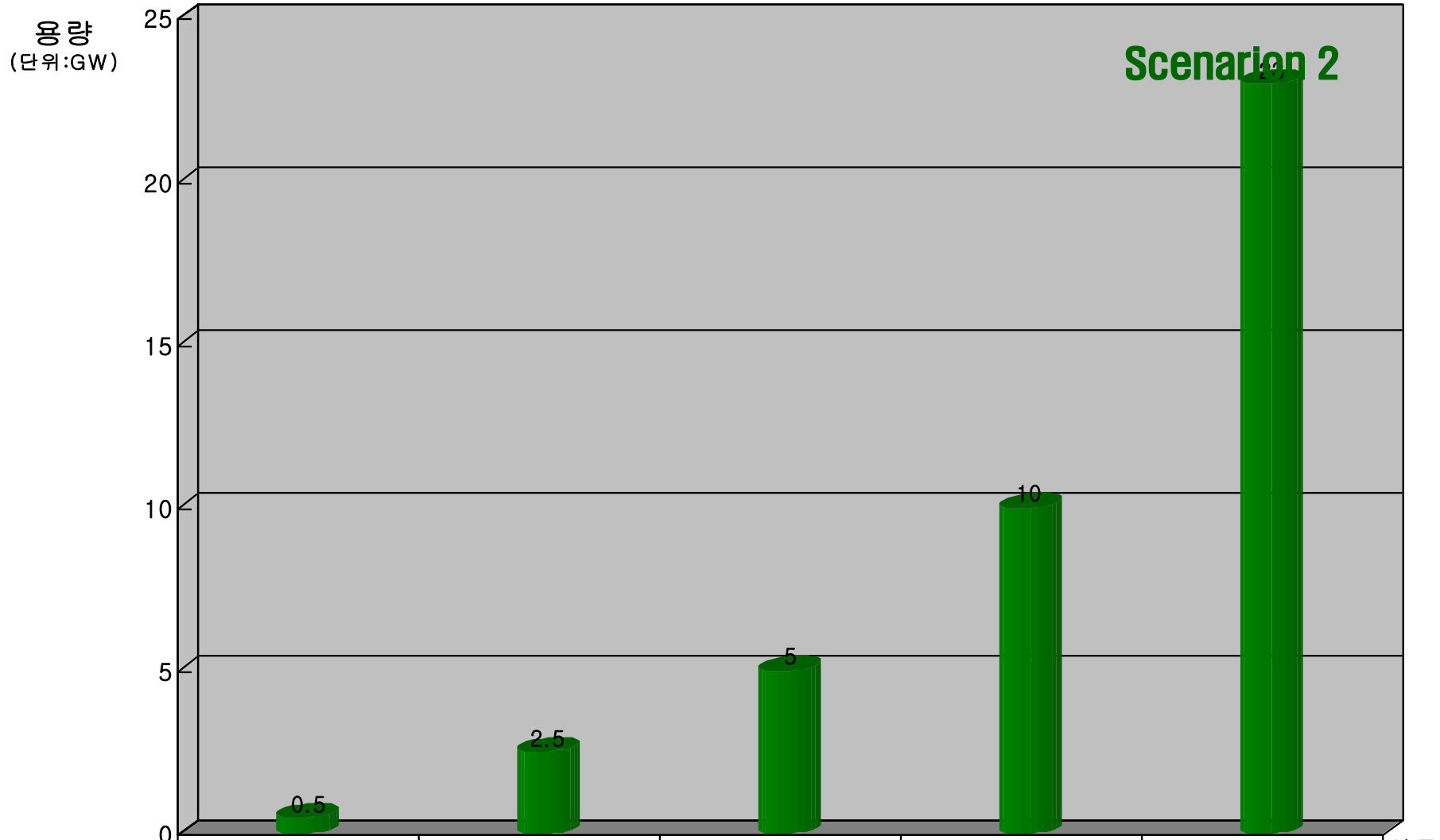
4-8. 소형 풍력발전 설비 현황

발전소명	설비용량 (㎿)	발전기 (용량×대수)	계시 (준공년월)
양양풍력	3	1.5×2	2006년 6월
포항풍력	0.66	0.66×1	2001년 2월
전북군산풍력	1.5	0.75×2	2002년 11월
	1.5	0.75×2	2003년 9월
	1.5	0.75×2	2004년 10월
	3.4	0.85×4	2007년 8월
울릉도풍력	0.6	0.6×1	1999년 8월
행원풍력	1.2	0.6×2	1998년 2월
	1.32	0.66×2	1999년 3월
	0.225	0.225×1	
	1.5	0.75×2	2000년 1월
	1.32	0.66×2	2001년 5월
	2.25	0.75×3	2002년 11월
	1.98	0.66×3	2003년 4월
대관령풍력	2.64	0.66×4	2003년 10월
매봉산풍력	1.7	0.85×2	2004년 12월
	2.55	0.85×3	2006년 5월
신창풍력	1.7	0.85×2	2006년 3월
효성대기풍력	2	2.0×1	2007년 11월
	0.75	0.75×1	
제주월정풍력	1.5	1.5×1	2006년 7월
고리풍력	0.75	0.75×1	2008년 5월
신안풍력	3	1.0×3	2008년 11월
풍력 계	38.545		

5-1. 한국의 풍력 에너지 실적 및 전망 (사례)

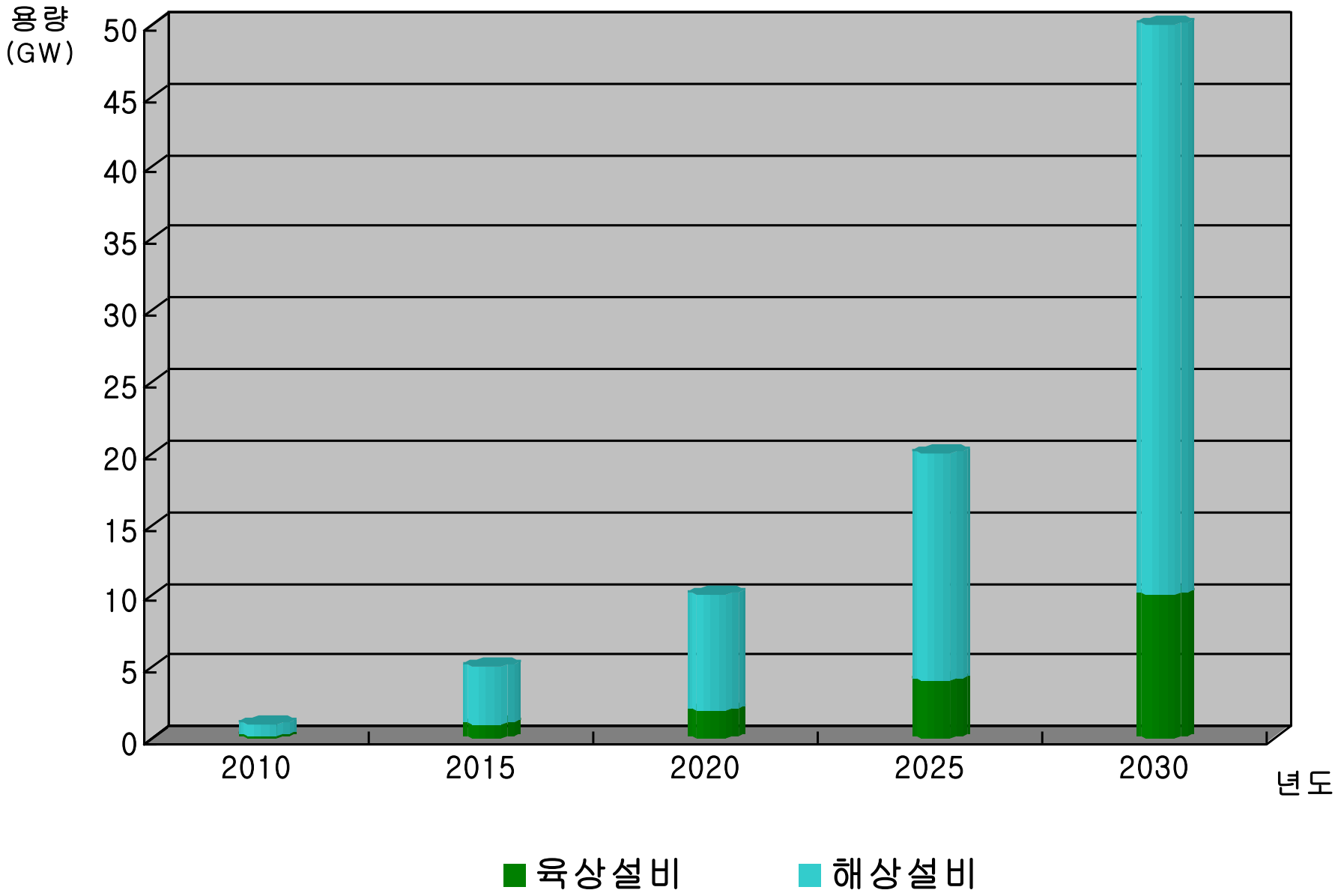


5-2. 풍력발전 설비 증가 전망 (Dream)



	2010년	2015년	2020년	2025년	2030년
Scenario 2	0.5	2.5	5	10	23
Scenario 1	0.5	1	1.5	3.3	7.4
Scenario 3	0.5	3.5	7.7	15.5	34.5

5-3. 풍력발전설비 수출 전망 (1GW당 1.5 B USD)



5-4. 구체적인 추진 풍력발전 사업

개 발 업 체	위 치	규 모 (용 량)	참 고 자 료
1.석유공사/현대엔지니어링	전남 여수 석유비축기지	20MW	설계 중, 2012년 준공 예정 예상 공사비: 830억원
2. 금호산업	전남 여수	100MW	
3. 한국남부발전	부산 앞 바다	350MW(3.5MWx100기)	준공 예정 2020. 390W/m2, 0~30m depth, 10Km away
4. 한수원/두산/NCE	제주 한경 앞 바다	30MW	
5. 동국 S&C/동서발전/Yurus	전남 비금도	200MW	준공 예상 2013 예상 사업비:1.2 조 원
6. 포스코 건설	전남 서남 해상	600MW	예상 준공: 2015 예상 사업비:2.5 조 원
7.포스코 건설	전라북도	100MW(5MWx20)	예상 공기: 2011 ~ 2015 예상 사업비:0.5 조 원
8. 한화 콘소시움	인천 앞 바다	100MW (2.5MWx40기/3MWx33기)	333W/m2/7mdepth/20Km awy. 착공:2012, 예상사업비:5,000억원
9. 한신 에너지 콘소시움	제주 가파도 주변	50MW	준공 예상: 2012
10. 한라풍력 콘소시움	제주 동북 해상	300MW	준공 예상: 2015
11. 한신에너지	삼달 확장(onshore)	32 MW	준공 예상: 2011
12. Accioner Korea	경남 양양(onshore)	500MW	60MW는 2009년 완공 됨. 잔여 설비는 순차적으로 준공
13.DMS/Enometal Ezrobot	태안 앞바다	100MW(3.6MWx27)	예상 사업비:4,000억원
14. 중부발전	제주도 이시돌 목장(on shore)	20MW	설계중
15. 한국정부	새만금 방조제및 앞 바다	40MW	2MW track record build-up, Open for the new model from
16. 논어촌공사 콘소시움 (남부발전,포스코,STX중공업,보아건설)	전남 해남 간척지	400MW	1.2조원 투자,2016년 완공
총 계		2,942MW	

5-5. 전남도의 지원으로 추진 중인 사업

	총발전량(MW)	육상(MW)	해상(MW)	투자금액(억원)
한국남동발전	600	40	560	9,386
한국중부발전	300	100	200	2,500
한국남부발전	500	100	400	4,600
한국동서발전	200	50	150	1,813
한국수력원자력	50		50	600
국내외 금융컨소시엄	1,000	200	800	44,000
포스코파워	600	200	400	23,000
LG씨엔에스	1,000	1,000		30,000
미쓰이/대우건설	400	400		12,000
동국S&C	200		200	12,000
악시오나에너지코리아	720	120	600	16,000
계	5,570	2,210	3,360	155,899

전남도 발표

5-6. 제주도의 저탄소 녹색성장 Road Map (한국풍력산업협회)

2008

녹색성장
Smart Grid

시설	석유: 640 MW 풍력: 21MW 연계선: 150 MW
현황	사용량: 3,200GWh
	전력판매적자: 3,000억원

4차 전원개발계획

2020

시설	석유: 575 MW 풍력:50 MW 연계선: 400 MW
결과	전력사용량: 4,000 GWh 전력판매적자: 연간 3,000억원

*풍력에서 3.2%전력공급
*누계적자 3.6조원 예상

시설	석유: 415 MW 풍력:1,000 MW 연계선: ± 400 MW
결과	전력사용량: 4,000 GWh 전력판매적자:연간 1,000억원

*풍력발전 2,600GWh로 65% 점유
• 누적적자 1.2조원으로 축소 가능
*구체적인 사업계획은 작성 조정 중임.

2030

시설	석유: 200 MW (비상용) 풍력:3,000 MW 연계선: ±600 MW
결과	전력사용량: 5,000 GW전력 판매적자: 없음

*풍력발전 7,800 GWh로 충분한 자급자족 및 육지로 송전 가능

5-7. 제주도의 기대효과

1.탄소배출권(CER) 확보: 312,000 ton/year

2.풍력산업 (해상포함) 유발로 고용증대 및 수출증대

3.제주도 에너지자립 및 carbon free 지역 성취

4.제주도의 전력거래로 만성적자해소

5. 정부에서 주도하는 Smart Grid System 달성에 큰 기여

6-1. 전국 2008년 전력판매 단가 실적

▷ 원자력:39.02원/KWh

▷ 석탄:51.15원/KWh

▷ 수력: 134.30원/KWh

▷ 복합:142.41원/KWh

▷ LNG연료: 163.83원/KWh

▷ 석유 연료:191.97원/KWh

출처 : 전력거래통계('08)

▷ RPS 적용 예시:

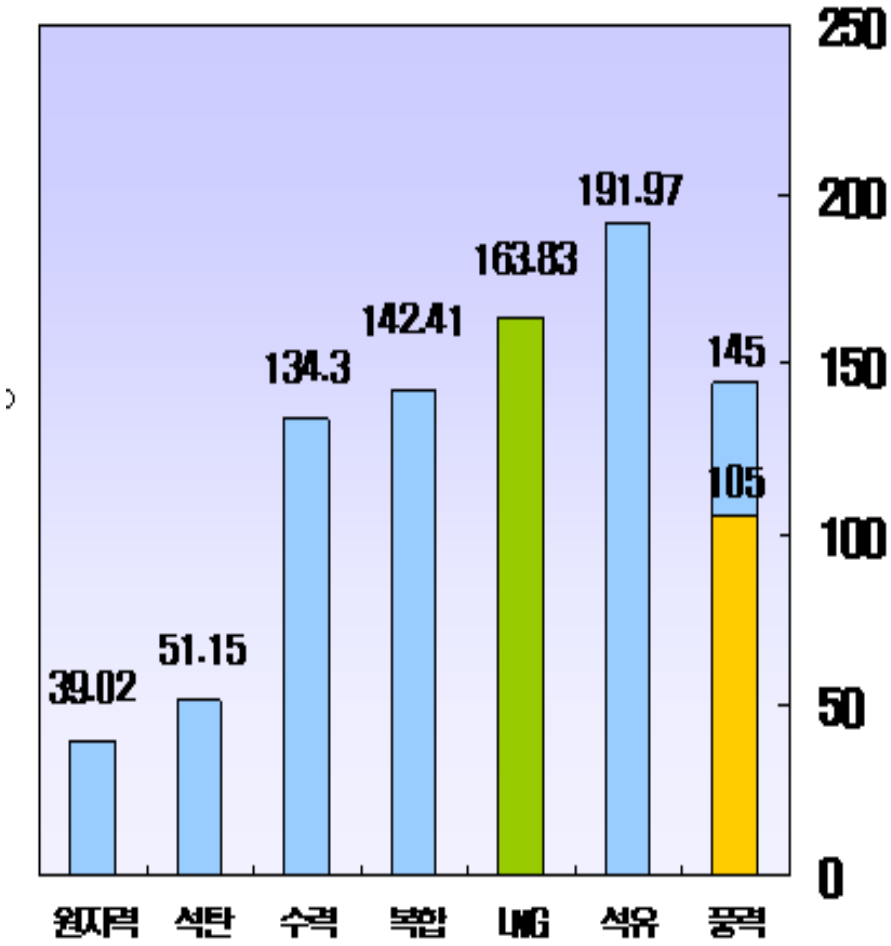
육상:40원/KWh

해상:80원/KWh

참고 :I EA World Energy Outlook 2009, CO2 450 ppm 유지하기 위하여는 배출 부담금을 50 $/ton제시 함.

▷ 전세계 평균풍력단가:228원/KWh

50 B eu/340TWh x1,550원/eu= 228원/KWh (wwea 2009 Report)

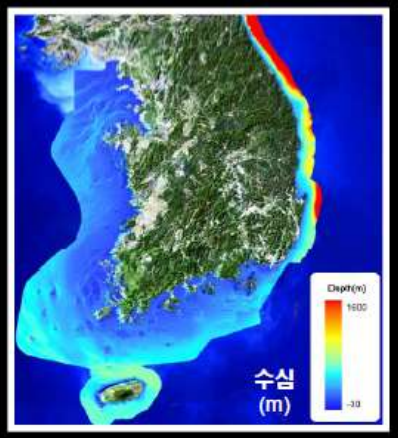


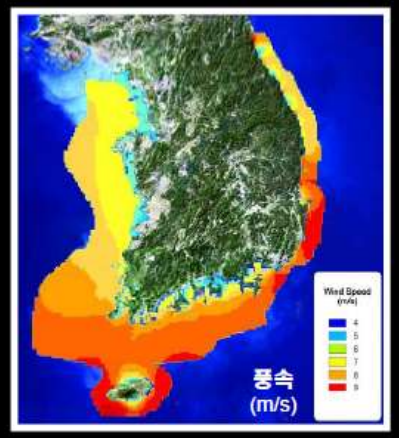
(단위 : 원/kWh, 2008년 기준)

6-2. 해상 풍력 자원도 (Data from Satellite)

II-4. 국내 해상 풍력 자원 및 기술 전망

- **해상 풍력자원의 지리적 잠재량**
  - 한반도 주변 0~30m 수심 : 해상면적의 17.5%
  - 공급 가능 전력량 : 20.1TWh/year
  - 제주도와 남해가 가장 우수
- **해상 풍력자원의 기술적 잠재량**
  - 국내 발전기의 90% 정도가 수입 제품을 사용하고 있는 실정
  - 가장 중요시 되는 기초, 타워 기술은 세계 정상급





Source : 에너지기술연구원(바람지도)

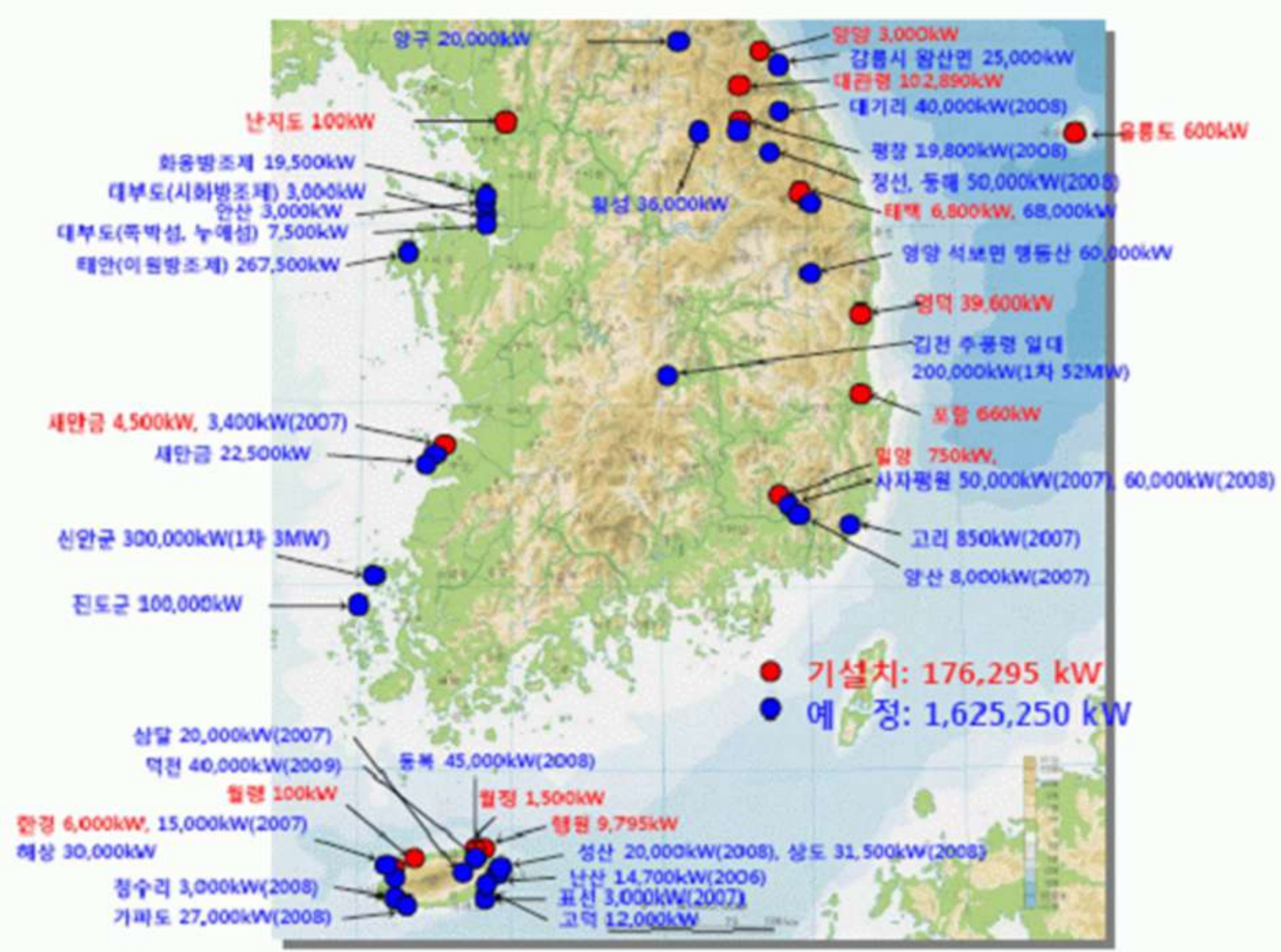
KOREA 2009 **OFFSHORE WIND** 40

한경섭박사 발표자료,2009.

6-3. 가용 풍력 에너지 자원

항목	가용 풍력 에너지	개발 가능 풍력 에너지	2050도 전력 수요 및 전력 설비 용량
육상	186.5TWh/y	30TWh/y 14GW (20%)	-
해상	460.5TWh/y	120TWh/y 55GW(80%)	-
합계	647TWh/y	150TWH/y 69GW (100%)	600TWh, 120GW
참고: 동해 가스전에서 15년간 가스 생산량은 5백만 ton으로 예상. 전력 환산 량은 28TWh 임. (1.86TWh/y x15y = 28TWh)			

6-4. 2005년 풍력발전 계획 사업



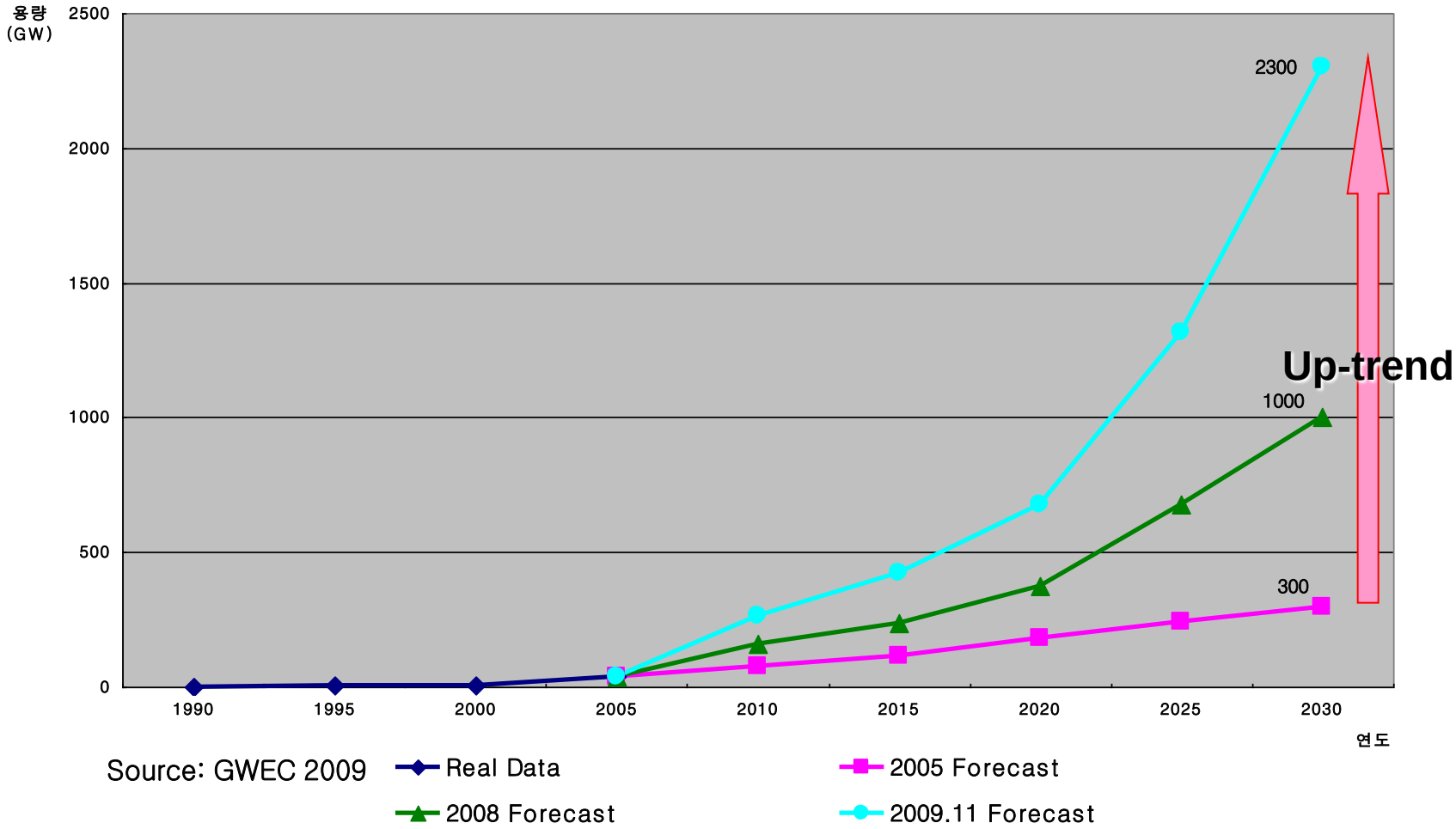
6-5. 제 3차 전원개발 계획에 반영되었던 풍력발전 사업

(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	12	지연(2008)/감축(12)
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(악숀아 코리아)	0	60.5	
삼달풍력(한신에너지)	0	33	
덕평(중부발전)	40		환경 문제
대흘 제주(유니슨)	18		민원

7-1. 전세계의 풍력발전 설비 설치 누계 용량 (실적 및 예측 추이)



7-2. 전세계 풍력발전 설비 증가 전망 (Scenario1,2,3)

2020	
Europe	176 GW
Transition Economies	7 GW
North America	92 GW
Latin America	5 GW
Dev. Asia (excl. S. Korea)	7 GW
India	20 GW
China	27 GW
Middle East	2 GW
Africa	4 GW
OECD Pacific (incl. South Korea)	12 GW

2020	
Europe	182 GW
Transition Economies	9 GW
North America	214 GW
Latin America	50 GW
Dev. Asia (excl. S. Korea)	40 GW
India	63 GW
China	101 GW
Middle East	8 GW
Africa	10 GW
OECD Pacific (incl. South Korea)	30 GW

2020	
Europe	213 GW
Transition Economies	10 GW
North America	243 GW
Latin America	100 GW
Dev. Asia (excl. S. Korea)	61 GW
India	134 GW
China	201 GW
Middle East	25 GW
Africa	17 GW
OECD Pacific (incl. South Korea)	75 GW

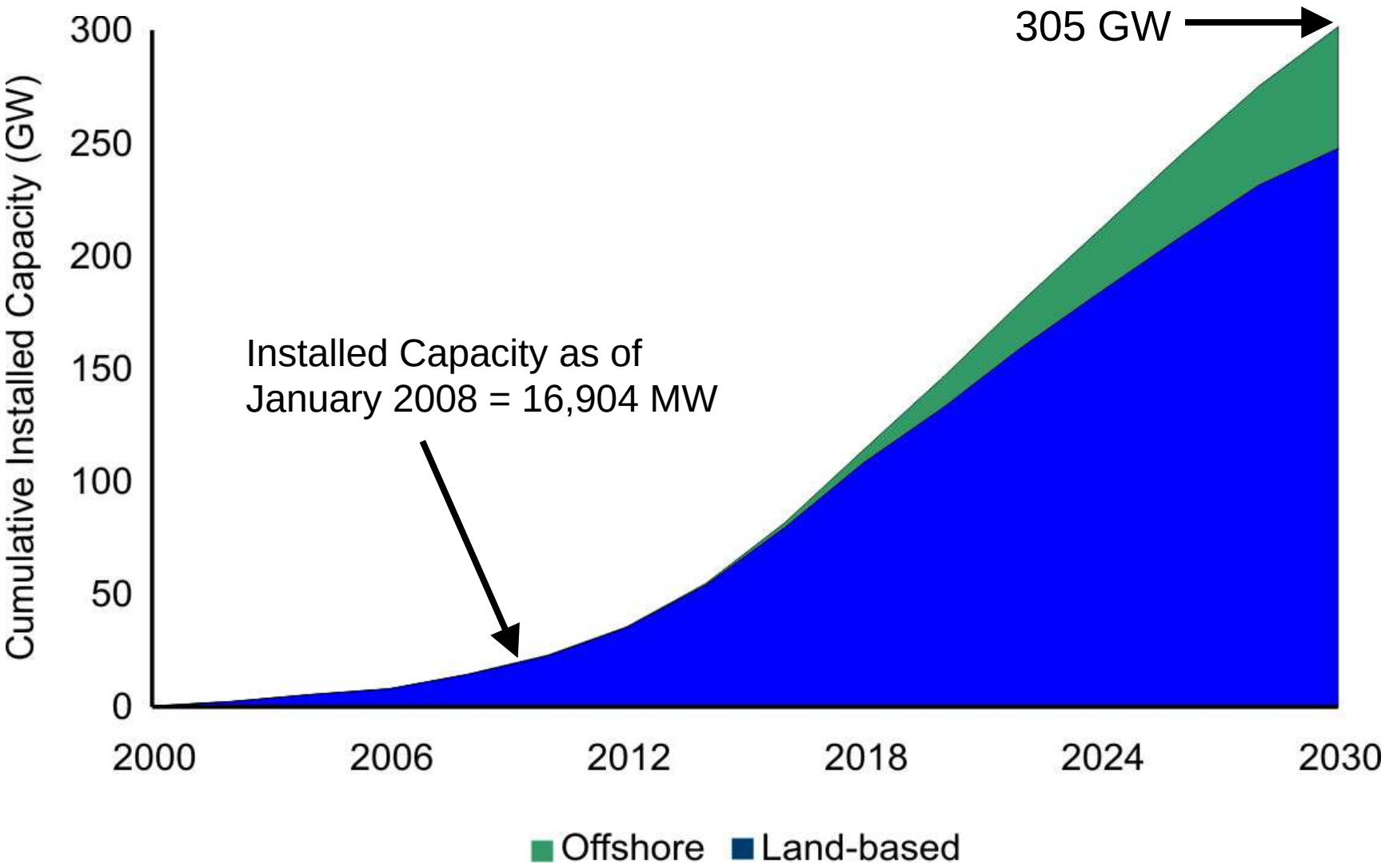
2030	
EUROPE	227 GW
Transition Economies	11 GW
North America	132 GW
Latin America	8 GW
Dev. Asia (excl. S. Korea)	16 GW
India	27 GW
China	49 GW
Middle East	4 GW
Africa	7 GW
OECD Pacific (incl. South Korea)	16 GW
Total	497 GW

2030	
EUROPE	306 GW
Transition Economies	34 GW
North America	366 GW
Latin America	103 GW
Dev. Asia (excl. S. Korea)	140 GW
India	142 GW
China	201 GW
Middle East	20 GW
Africa	21 GW
OECD Pacific (incl. South Korea)	70 GW
	1,382GW

2030	
EUROPE	353 GW
Transition Economies	75 GW
North America	520 GW
Latin America	201 GW
Dev. Asia (excl. S. Korea)	211 GW
India	241 GW
China	451 GW
Middle East	63 GW
Africa	52 GW
OECD Pacific (incl. South Korea)	215 GW
	2,382GW

Indian Wind Energy Outlook 2009

7-3. 미국의 20% Wind Scenario



7-4. 중국의 풍력발전 개발 전망(Scenario 1,2,3)

Table 7 Projection of wind power development in China

Year	Development Scenario (Low)			Development Scenario (Mid)			Development Scenario (High)			Global Annual Growth estimated byGWEC /%
	Installed Capacity /GW	Yearly Average Newly Installed /GW	Yearly Average Growth Rate /%	Installed Capacity /GW	Yearly Average Newly Installed /GW	Yearly Average Growth Rate /%	Installed Capacity /GW	Yearly Average Newly Installed /GW	Yearly Average Growth Rate /%	
2006	2.6			2.6			2.6			
2010	8	1.35	32.4	10	1.85	40.0	13.16	2.64	55.0	18.0
2015	20	2.4	20.1	30	4	24.6	48.87	7.14	30.0	18.0
2020	40	6.4	14.9	70	8	18.5	122.12	14.65	20.1	14.0
2030	120	8	11.6	180	11	9.9	268.56	14.65	8.2	7.0
2040	250	13	7.6	300	12	5.2	429.20	16.06	4.8	2.0
2050	400	15	4.8	450	15	4.1	611.30	18.21	3.6	0.5

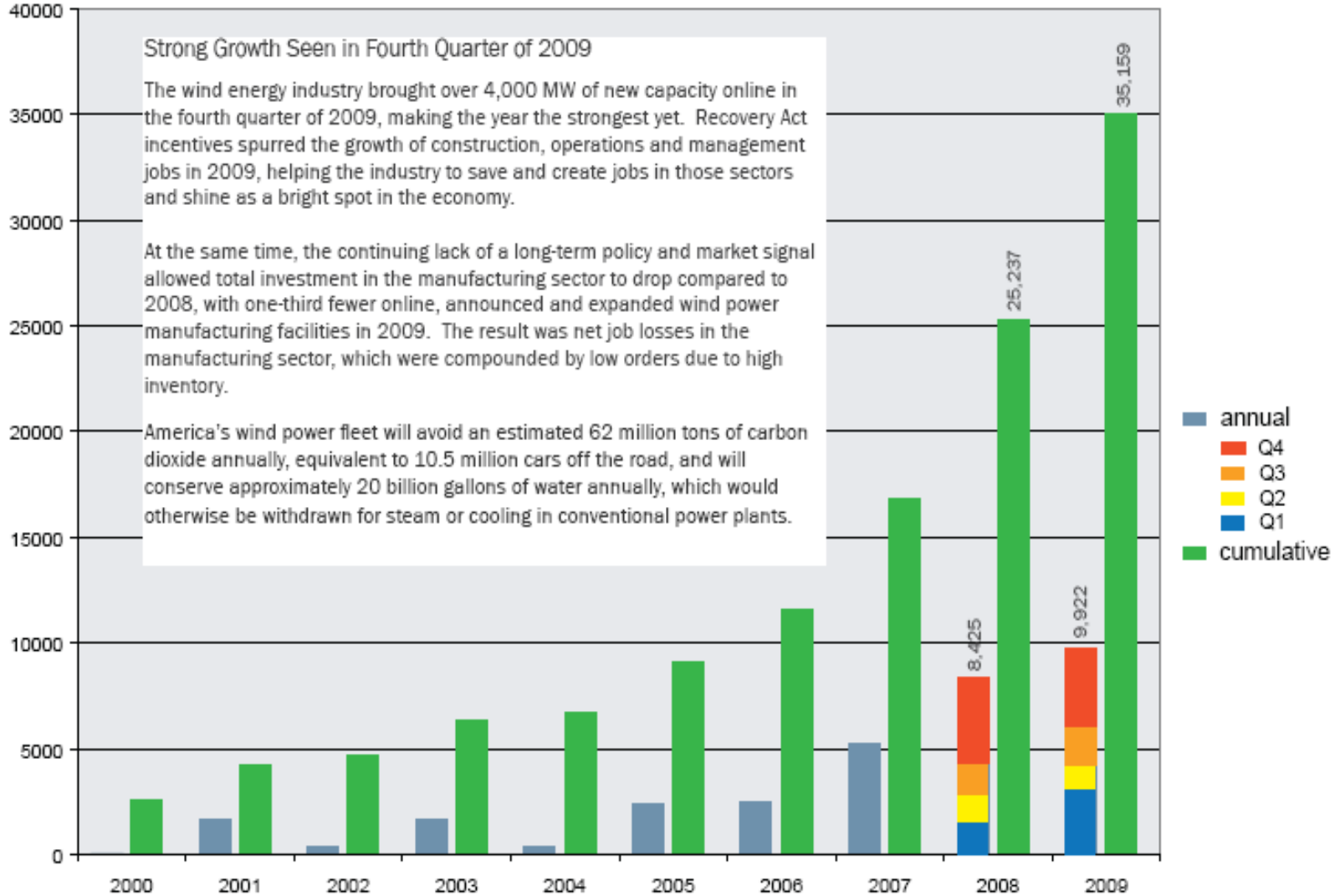
7-5. 중국의 부품 생산 전문 업체 (China Wind Power Report 2007)

Table 4 Main component manufacturers in China

No.	Component	Name of enterprise	Technical resource	Stage
1	Gearbox	Nanjing High-speed & Accurate Gear Group Co. Ltd	Own research & development	Batch production
2		Chongqing Gearbox Co. Ltd	Own research & development	Batch production
3		Hangzhou Advance Gearbox Group Co. Ltd	Own research & development	Batch production
4	Generator	Lanzhou Electric Corporation	Own research & development	Batch production
5		Haerbin Hadian Wind Power Equipment Co. Ltd	Own research & development	Batch production
6		Beiche Group Yongji Electric Motor Factory	Own research & development	Batch production
7		Shanghai Electric Group Shanghai Electric Motor Co., Ltd	Own research & development	Trial production: batch production started in the first quarter of 2007
8		Shangxi Fengxi Heavy Industry Co. Ltd	Own research & development (1.5MW) Technology introduced (transferred from Germany for 2MW by license)	Design phase, trial production in March 2007
9	Blades	Shanghai FRP Research Institute	Joint design (Germany Company)	Batch production
10		China Composites Group Corporation Ltd	Technology transfer (purchase the technology from NOI)	Batch production
11		LM Glasfiber (Tianjin) Co. Ltd	Sole foreign proprietorship Own research & development	Batch production
12		ZhongHang (Baoding) Huiteng Windpower Equipment Co. Ltd	Own research & development	Batch production
13	Electrical control	Beijing Corona Science & Technology Co. Ltd (Institute of Electrical Engineering Chinese Academy of Sciences)	Own research & development	Trial production
14		Hefei Sunlight Power Co. Ltd	Own research & development (joint development with Hefei Industry University)	Trial production Batch production will start in 2008
15		Nanjing Automation Research Institute (Nanrui Group)	Own research & development	Trial production
16	Tower	Shanghai Taisheng Power Engineering Machinery Co. Ltd	Technology introduction (learn and simulate processing according to the design)	Batch production
17		Qingdao Wuxiao Pipe Co. Ltd	Technology introduction (design provided by client)	Batch production
18		South China Pipe Industry Company (Guangzhou)	Joint design with Gold Wind	Batch production

7–6. US Wind Power Installations

U.S. Annual and Cumulative Wind Power Installations



Strong Growth Seen in Fourth Quarter of 2009

The wind energy industry brought over 4,000 MW of new capacity online in the fourth quarter of 2009, making the year the strongest yet. Recovery Act incentives spurred the growth of construction, operations and management jobs in 2009, helping the industry to save and create jobs in those sectors and shine as a bright spot in the economy.

At the same time, the continuing lack of a long-term policy and market signal allowed total investment in the manufacturing sector to drop compared to 2008, with one-third fewer online, announced and expanded wind power manufacturing facilities in 2009. The result was net job losses in the manufacturing sector, which were compounded by low orders due to high inventory.

America's wind power fleet will avoid an estimated 62 million tons of carbon dioxide annually, equivalent to 10.5 million cars off the road, and will conserve approximately 20 billion gallons of water annually, which would otherwise be withdrawn for steam or cooling in conventional power plants.

FIG 1.3: **EU Energy mix 1995 (Total 532 GW)**

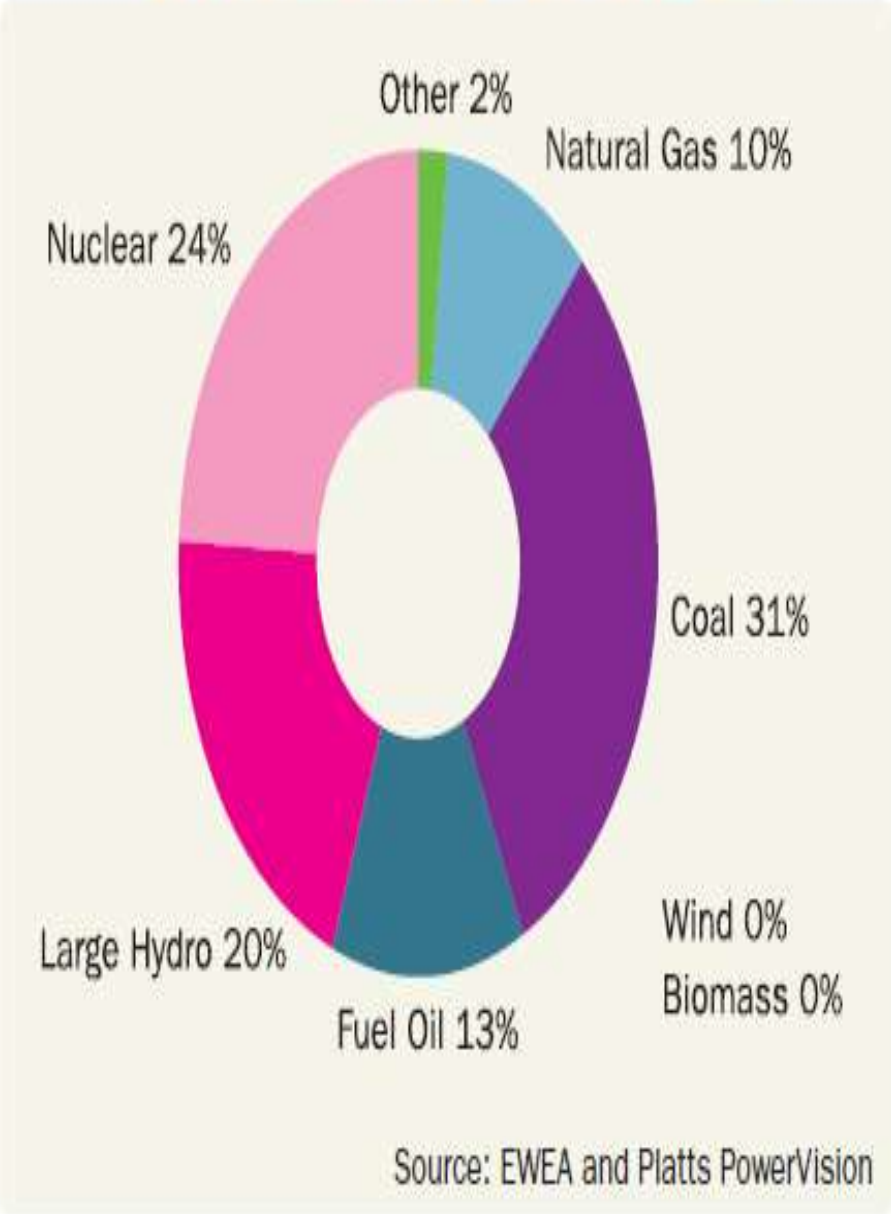
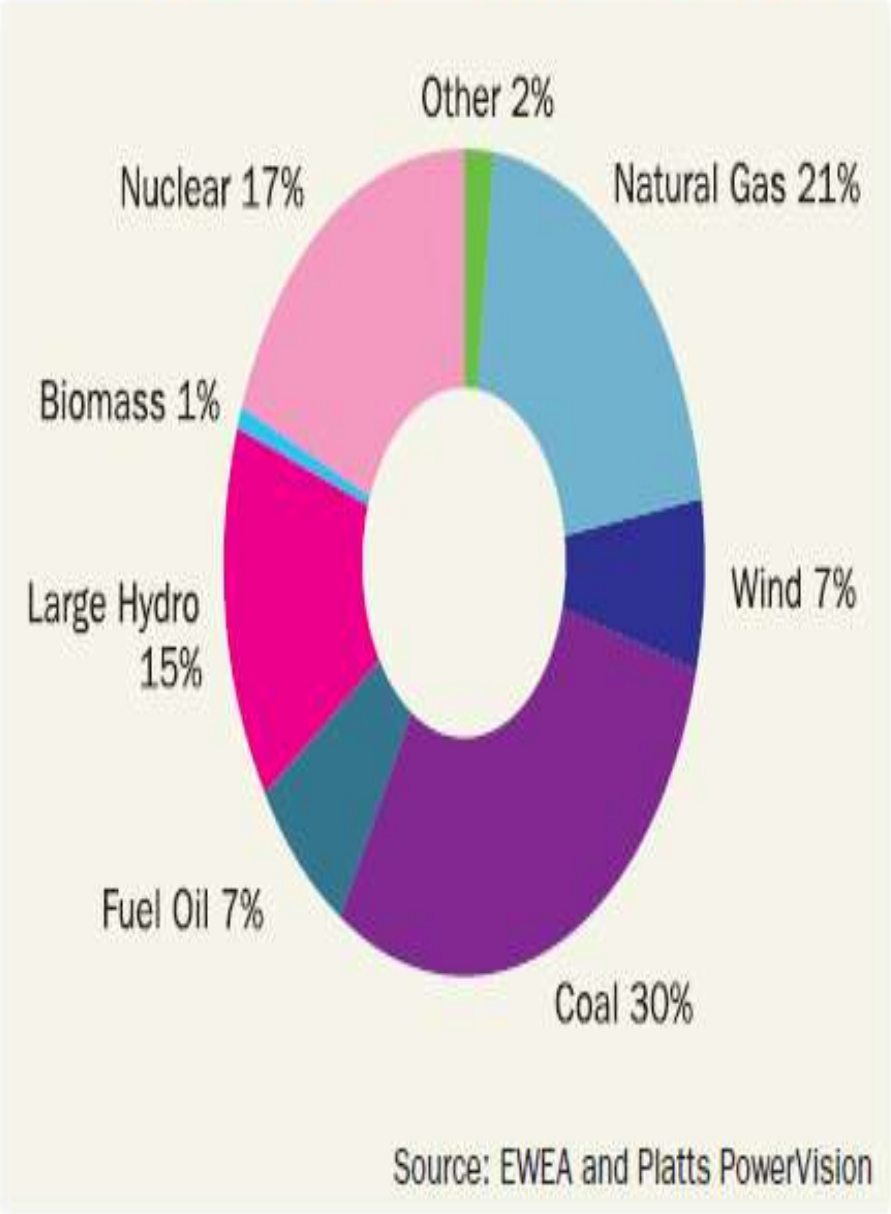
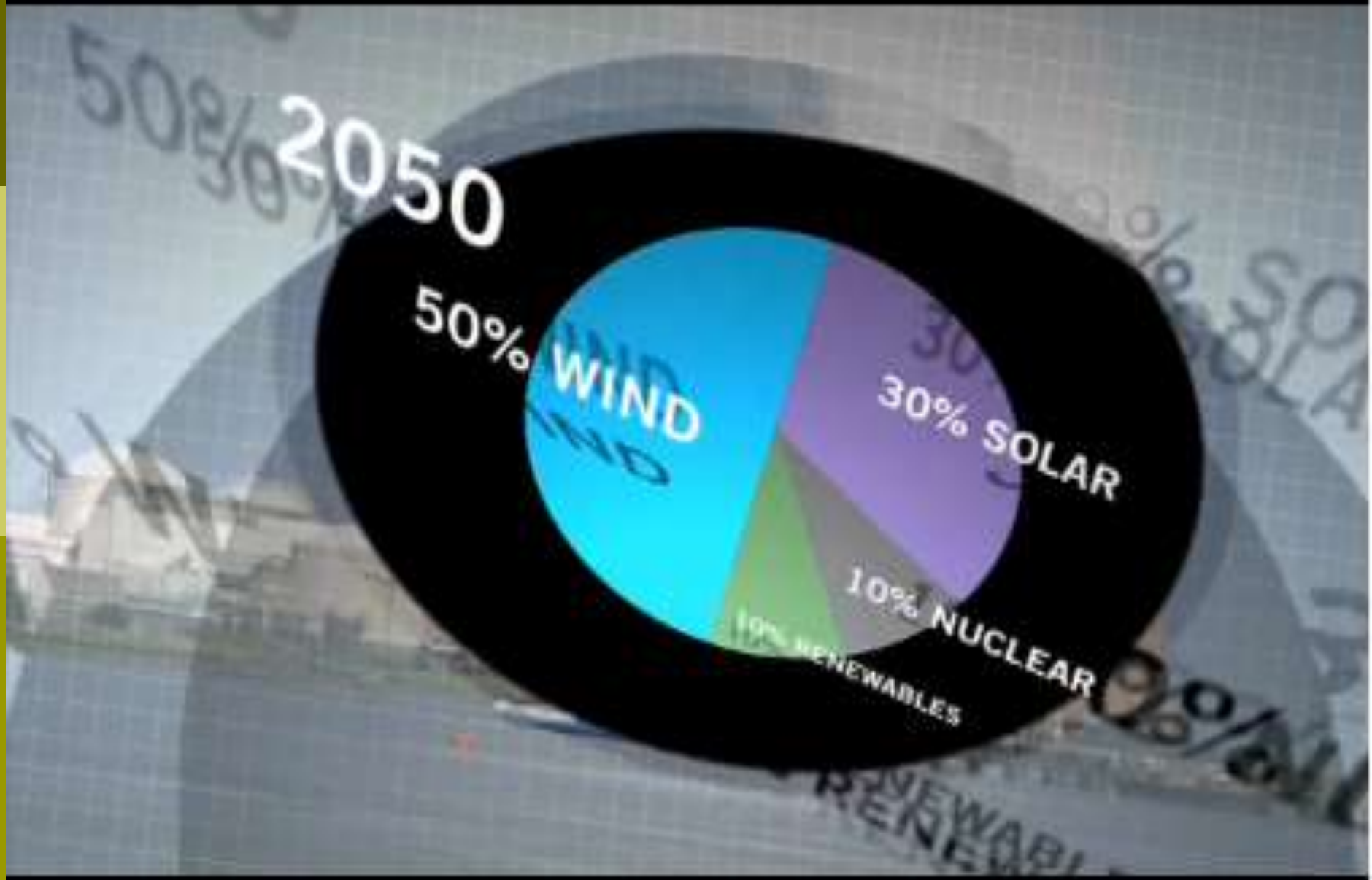


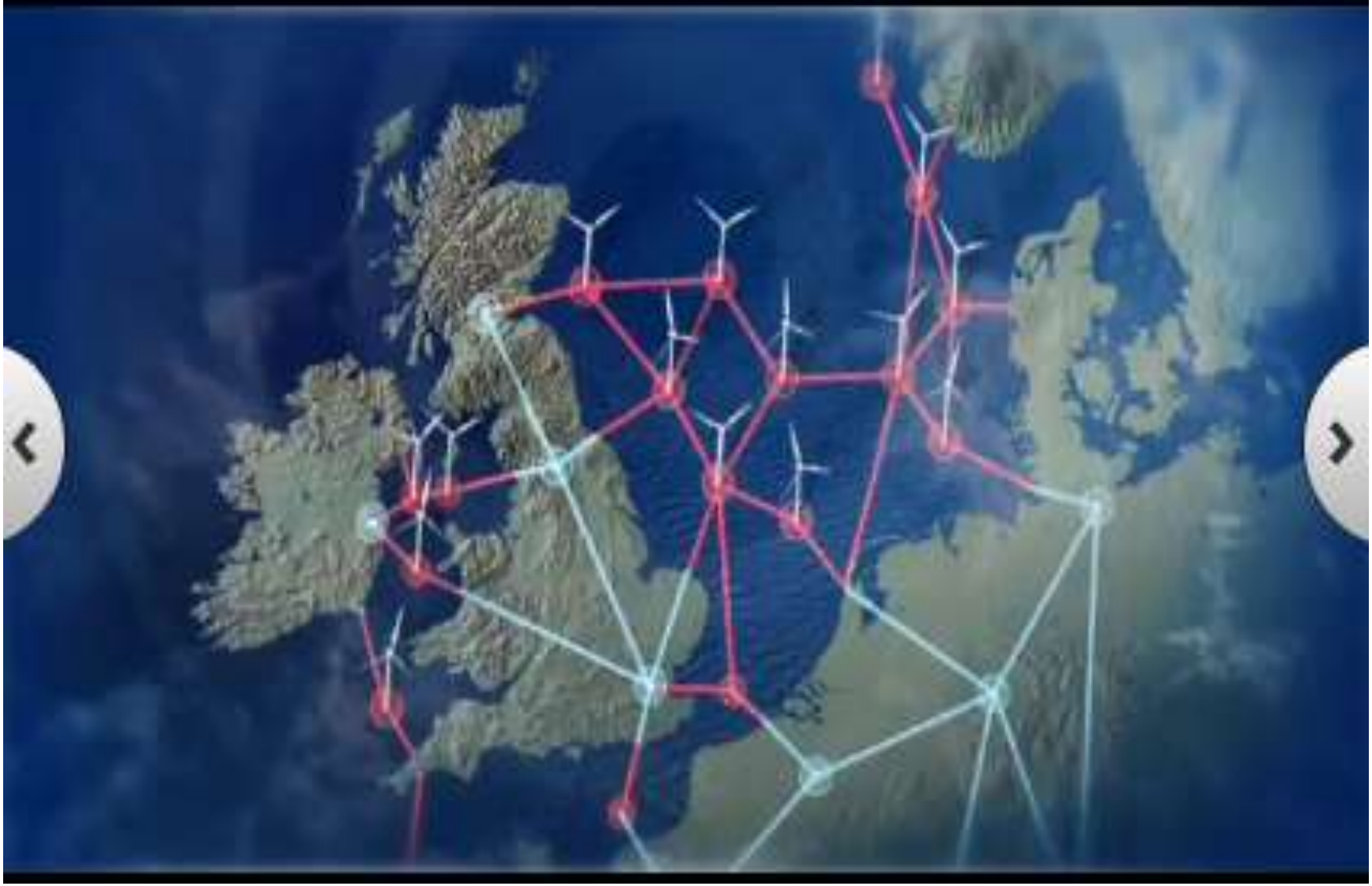
FIG 1.4: **EU Energy mix end 2007 (Total 775 GW)**



Module 1 : 2050 Challenge

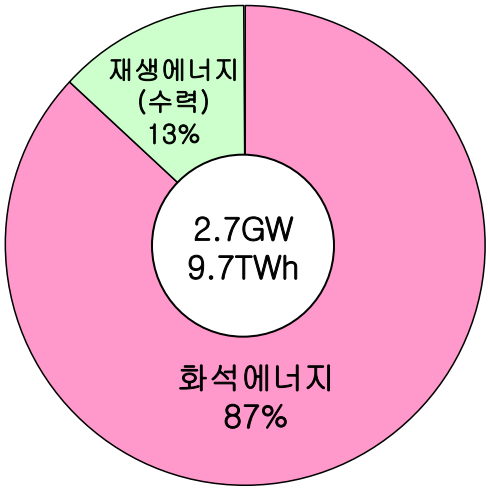


Module 2: 2050 Supergrid (ISO and Utility 회사 주도로 건설 추진)

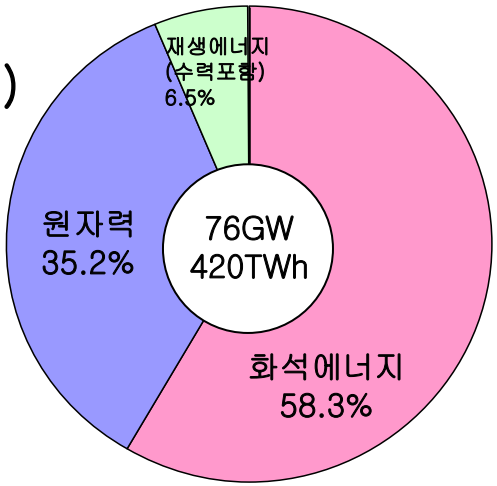


8-1.우리나라 전력의 에너지 원 구성 (과거-현재-미래)

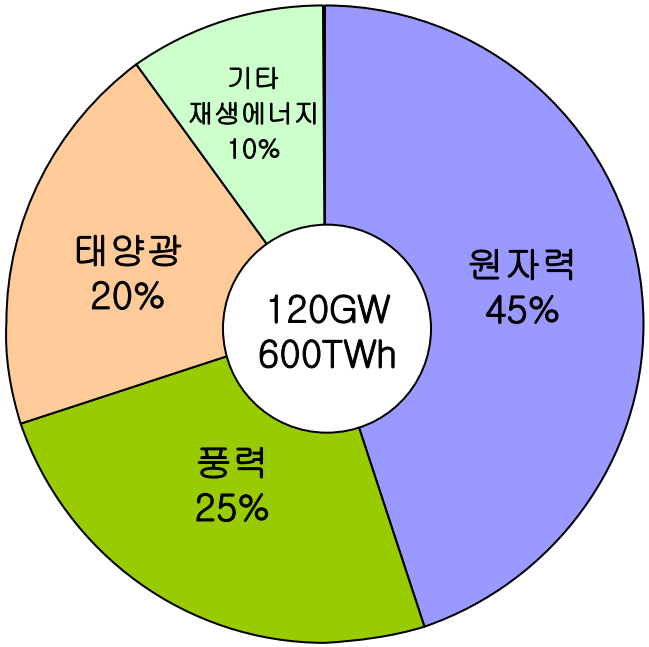
1970년
(-40)



2010년
(현재기준)



2050년
(+40)



8-2. 업계의 발전 방향

1. 분야별로 전문화 하여 세계 챔피언으로 발전
   (해상풍력,육상 MW급,소형풍력,부품전문화)
2. 분업과 협조
3. R&D는 선수를 육성하는 코치의 기능개발로 전환
4. 세계 시장 개척을 위한 종합 상사의 역할 증대
5. 대정부 건의에 업계의 힘을 모아야 함
6. 금융권의 과감한 Project Financing 제도 적용
7. 수출보험공사 기능의 유관 기관 확보 노력

8-3. Grid System Operator에 요망 사항 (GSO)

1. 20MW이하의 풍력설비는 단독배전 선로를 추가 설치하는 대신 바로 연결토록 제도 개선.

2. 해상 풍력설비의 인근에 변전소를 신설하여 접속 비용은 녹색 성장 분담금(전기 요금에 장기 분할 배분)제도 수립.

3. ISO는 적극적인 연구 및 사업을 평가하여 지원제도 수립에 협조 및 시행.

4. 제주도의 Grid System에 Battery Station 설비 설치하여 안정도 증진 및 Smart Grid System에 해상풍력용 송.변전 설비 확대.

8-4. 정부에 건의 사항

1. 녹색성장 위원회 산하에 사업허가 팀 조직.
   (관련부처 및 지방정부 책임자로 구성한 팀이 의제처리 방식 적용)
2. R & D 자금은

   선수는 기업체, 코치는 연구원 개념으로 배정
3. 사업은 기업이, 정부는 제도 수립
4. 사업성을 부여할 수 있는 요금 제도 수립(RPS등)
5. 수출보험공사의 기능을 부여한 조직 지정
6. 금융권에 Project Financing 적용 유도
   (정부의 지원자금은 PF적용 은행에만 한정)

결론: 한국기업가는 사업성 사업에는 세계 어느 곳에나 투자한다. [독일 해상 풍력사업에 투자한 사례]

1.투자회사:(주)이윈드게이트(한국)

2.사업 명:Off-shore Wind Farm Sandbank 24

3.위치:독일 북부 북해연안

4.개발회사:Sandbank Power Gmbh & Co. KG

5.용량:288MW(3MWx96기)

6.D/E 비율:80: 20

7 총 사업비:918 M Eu

8.사업성: Project IRR=13.5%

Equity IRR=31.5%

9.전력판매단가:232.5원/KWh

(15 Eu cent/KWh로 15년 보장 및 Grid 접속설비 제공)

참고: 독일 투자사업의 사업 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

참고 자료 목록

- 참고(Acronyms and Abbreviations)
  - Q Btu : Quadrillion Btu,
  - M TOE : Million Tons Oil Equivalent
  - GW: Gigga Watt.
  - TWh : Trillion Watt Hour
  - T Gallons : Trillion Gallons
  - E: Estimation
  - R: Revised Estimation
  - D: Dream

- 자료 참조(Reference Documents and Data)

  - 1. 20% Wind Energy by 2030, Increasing Wind Energy's Contribution to U.S. Electricity Supply, DOE of USA.
  - 2. Annual Energy Outlook 2009,Energy Information Administration, USA.
  - 3. Global Wind 2008 Report. GWEC.
  - 4. 녹색 성장을 위한 국가에너지기본계획,2008년 지식경제부,한국에너지포럼 12월 월례세미나
  - 5. 제 3차 및 4차 전원 개발 계획
  - 6. 한국 풍력발전협의회 자료(Dream)
  - 7.Vestas Products, Siemens Products
  - 8. Indian Wind Energy Outlook 2009
  - 9. China Wind Power Report 2007
  - 10. Wind Energy Report 2009 (WWEA)
  - 11. Off-shore Wind Energy 2009(한경섭 박사 자료)