



해상풍력발전사업 현황



Sang-II Lee, Ph.D.

Wind Turbine Development & Engineering Team, DHI



군신대학교
KUNSAN NATIONAL UNIVERSITY

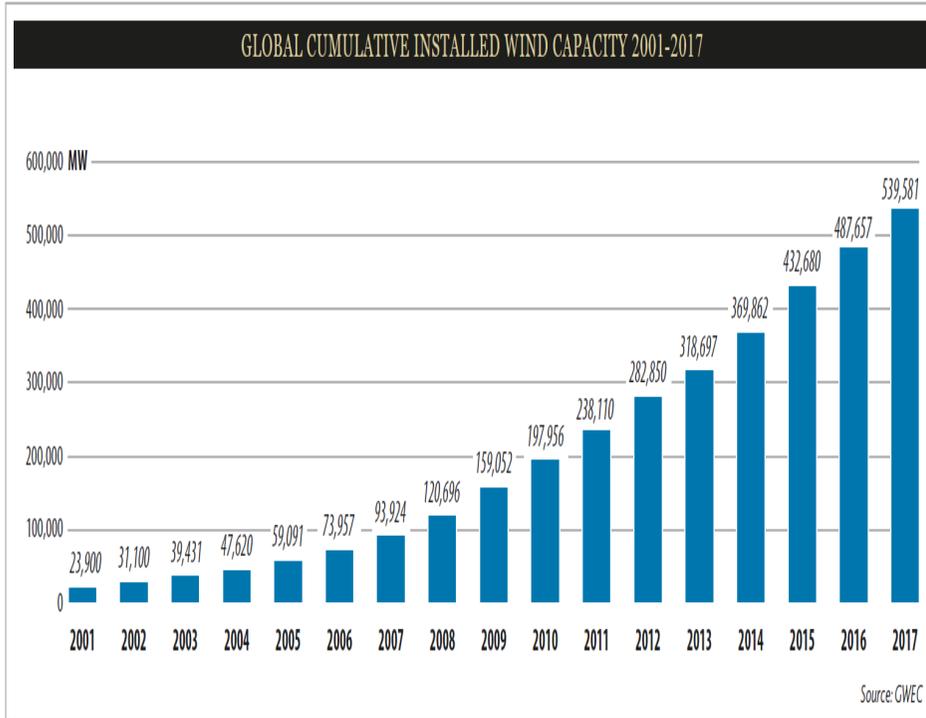
2018 년 10월 31일



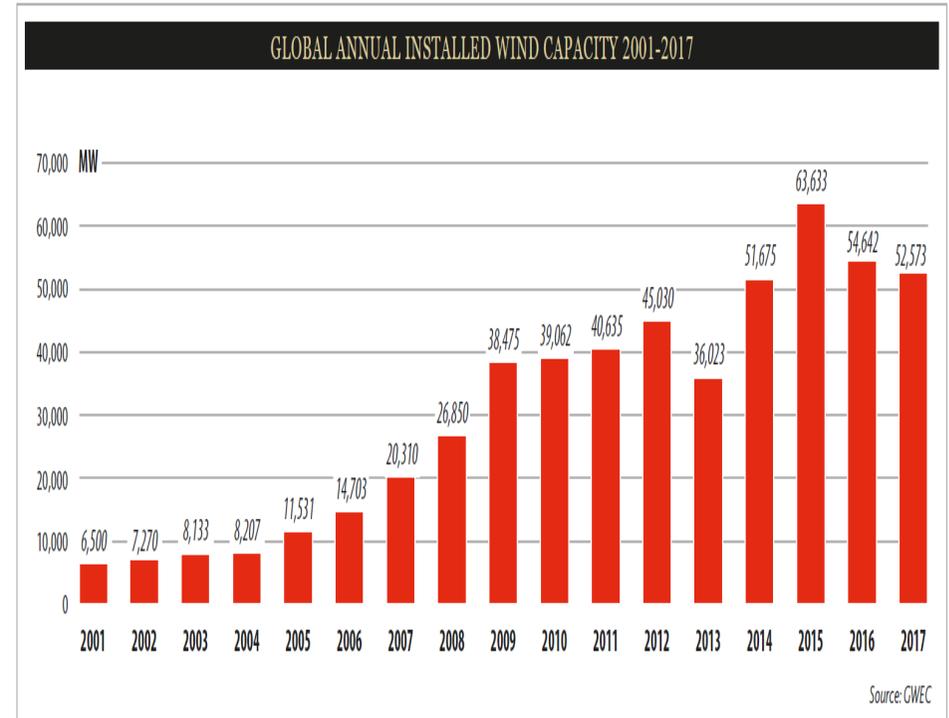
1. 국내외 풍력산업 동향
2. 두산중공업 풍력사업 소개
3. 풍력 터빈 요소 설계기술
4. WinDS3000/134 모델용 카본블레이드 개발
5. WinDS5500/140 개발현황
6. 탐라해상풍력발전단지 사례

세계풍력 설치 용량

Global Cumulative Installed Capacity [MW]



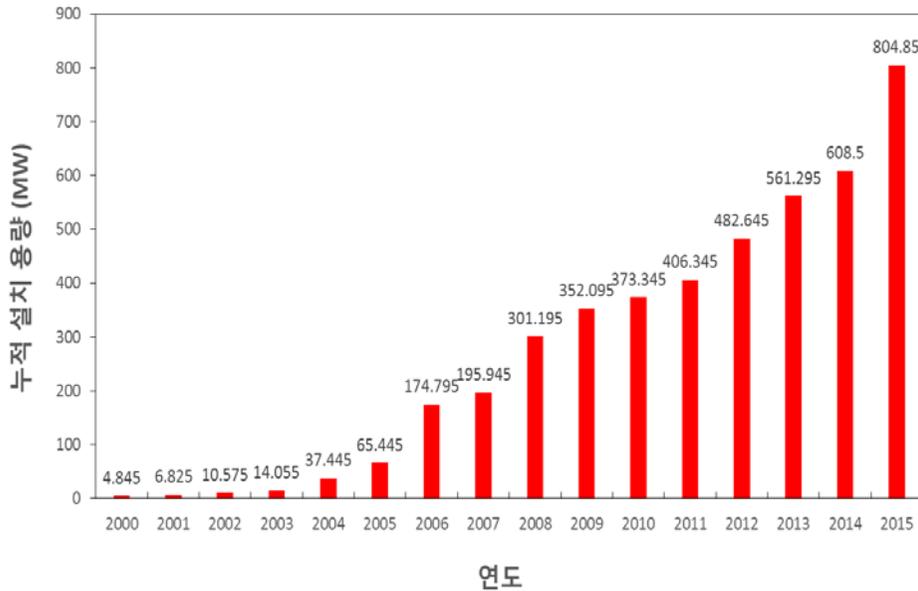
Annual Installed Capacity [MW]



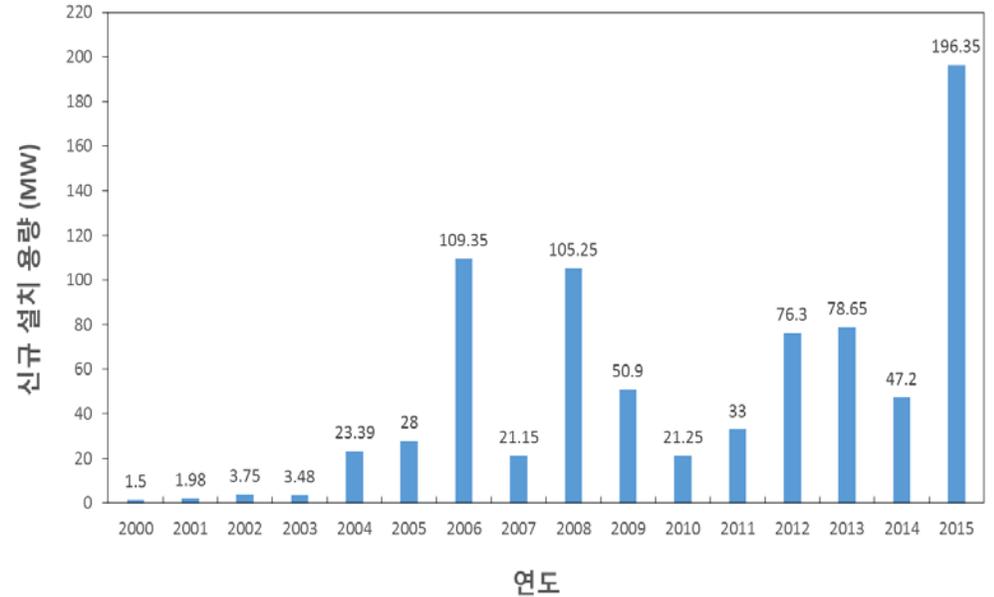
- 2017년 세계풍력 누적 설치용량: 539.6 GW
- 2017년 세계풍력 신규 설치용량: 52.6 GW
- 2015년을 정점으로 세계풍력 신규 설치 용량이 다소 감소 추세임

국내 풍력시장 현황

국내 풍력 누적 설치 용량



국내 풍력 신규 설치 용량

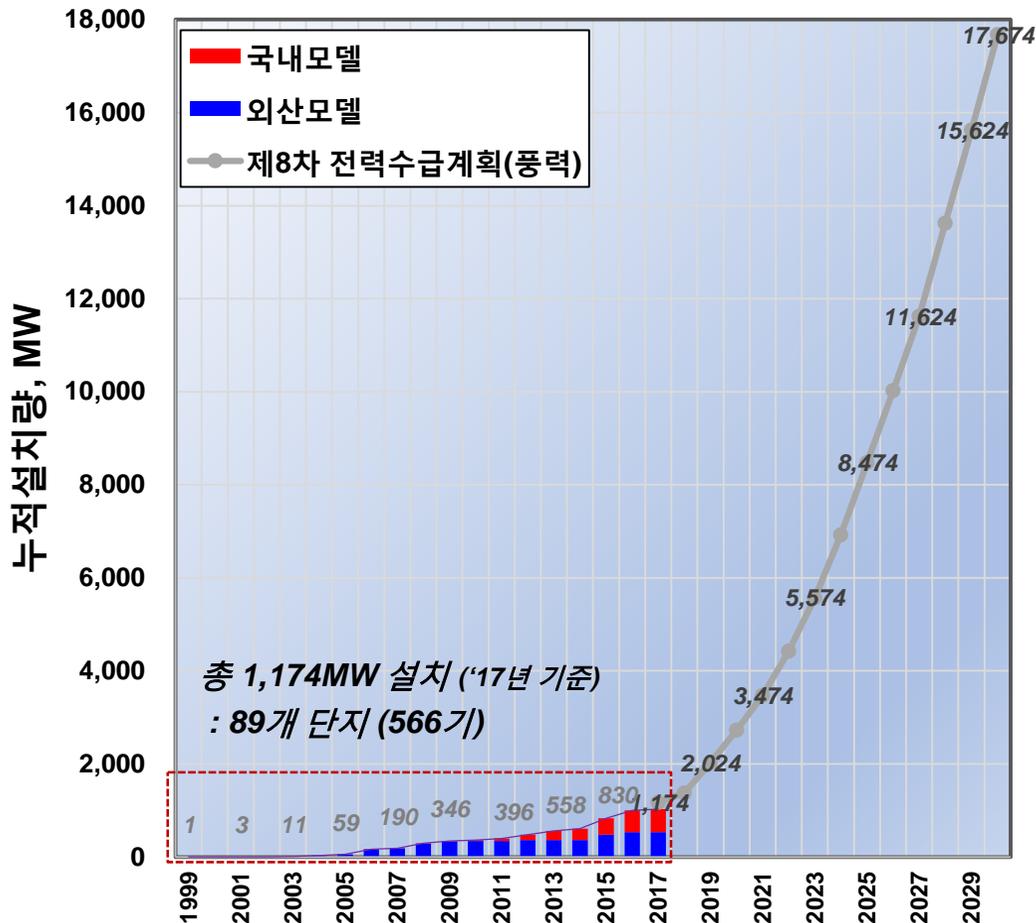


- 국내 풍력시장은 해외의 경우에 비해 규모는 적은 편이지만, 꾸준히 증가하는 추세이며, 2015년 누계 805MW가 설치되어 운영. (2015년 10월 기준)
- 2013년 79MW, 2014년 47MW가 설치되었으며, 2015년에 가장 많은 196MW가 설치 되었음. (2015년 10월 기준)
- 2017년 106MW 신규 설치되었고, 누적설치 용량은 1,136MW임. (source: GWEC global wind statistics 2017)

국내 풍력시장 전망

‘17년까지 누적설치 1.2GW 실적, ’30년까지 누적설치 17.7GW 계획 전망

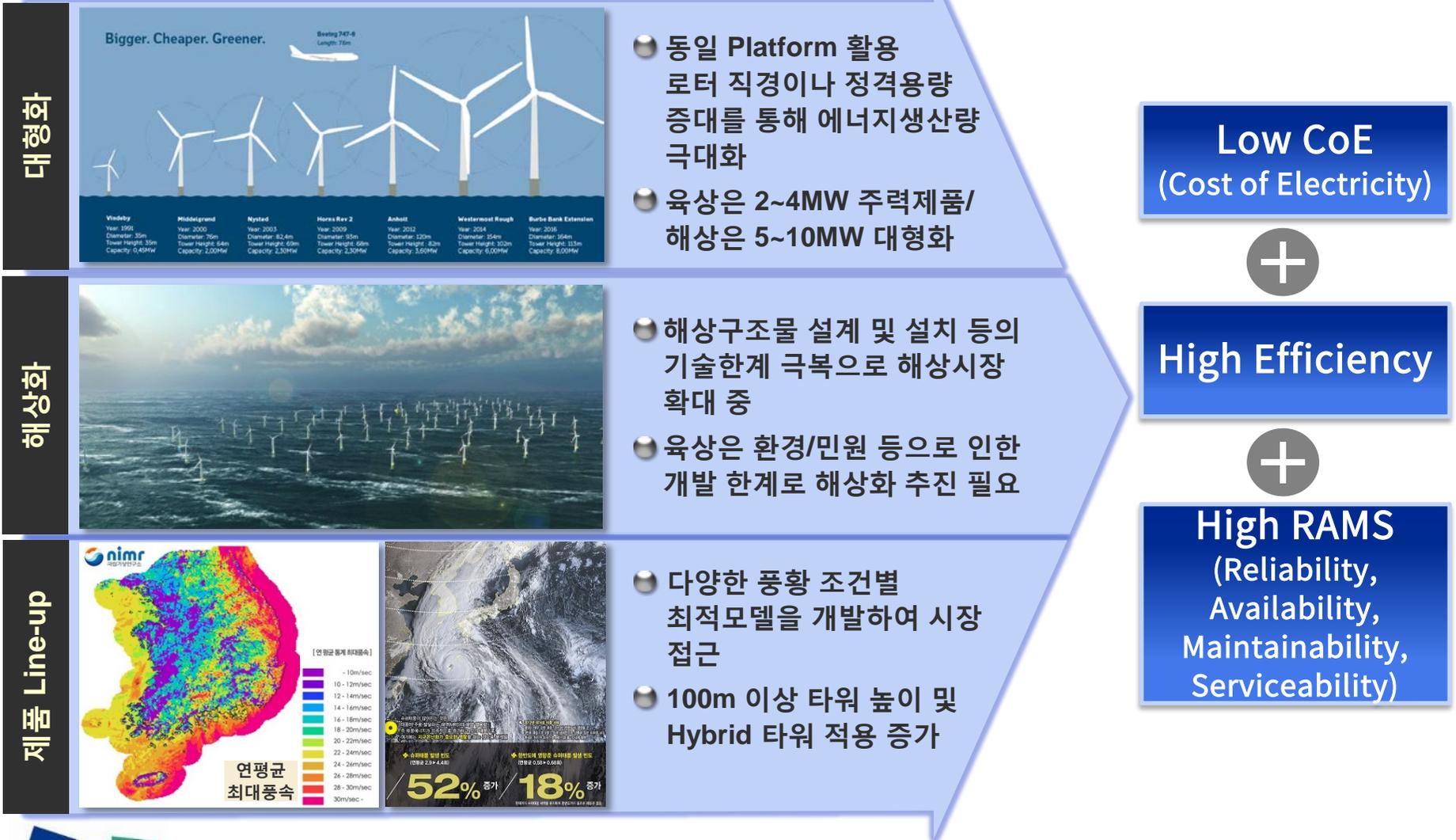
국내 풍력단지 누적 설치량 및 향후 계획



- 국내 2017년 풍력설치 용량은 1.2GW임
- 정부의 신재생 3020 계획 발표
 - 2030년 전체 풍력설비 17.7GW 보급 목표 (해상 13GW 이상)
 - 풍력 REC 가중치 조정 예상되며, 정부 R&D 과제를 통해 국내 100MW급 해상단지를 지자체 중심으로 개발 추진 중
- 국내 풍력사업은 고효율 모델이 요구됨
 - 제주도과 일부 산악지역을 제외한 국내지역은 저풍속 지역으로 발전량 증가를 위한 이용율이 높은 모델이 필요하며, 동시에 태풍에 대한 고려 필요
 - 국내 풍력 제조사는 사업규모가 작아 해외 경쟁사 대비 사업적 경쟁력이 취약하나, 기술역량을 향상시키고 경쟁력 강화 중
 - 국내 산업기반을 바탕으로 신재생 3020 정책목표를 달성하고, 향후 수출 산업화 가능한 발전 전략 수립 필요

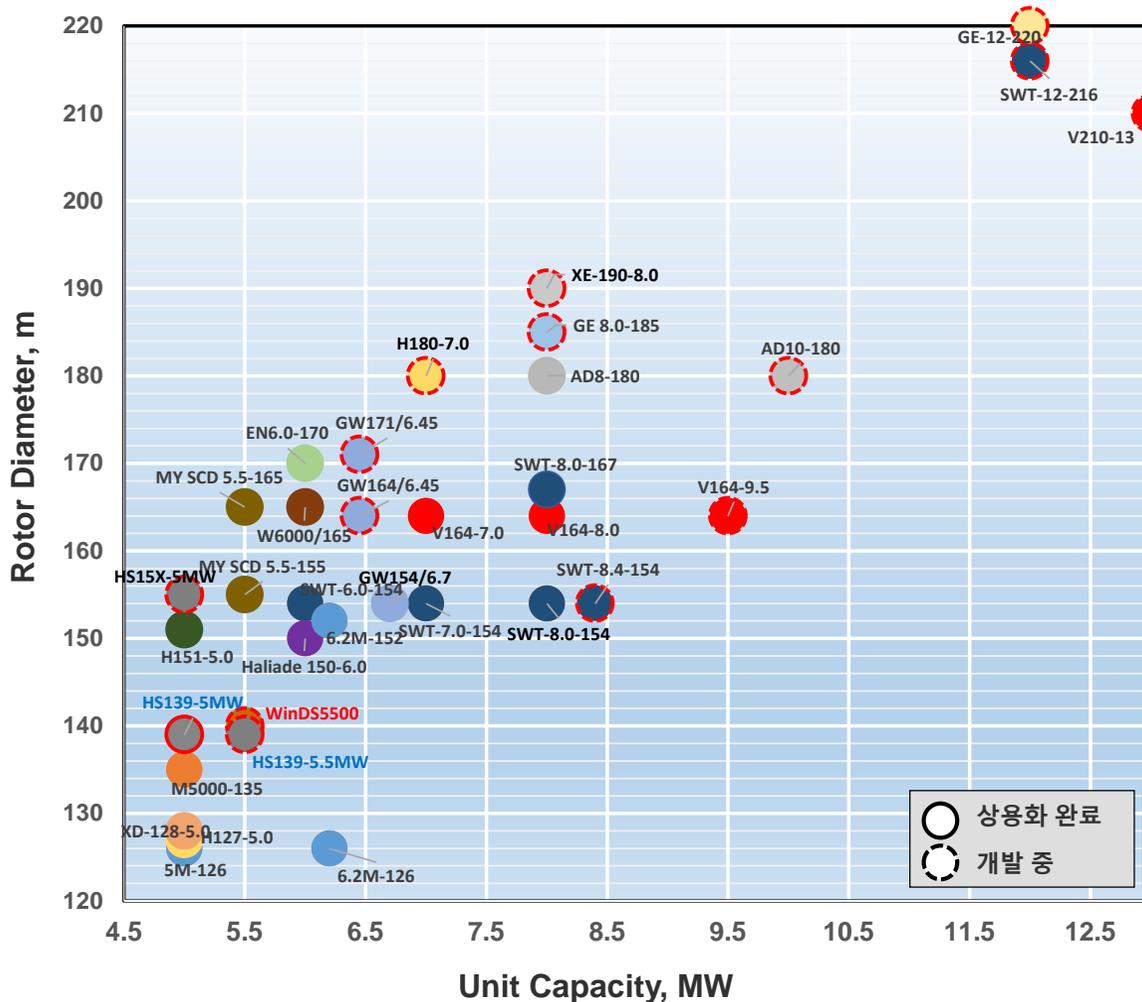
풍력산업 동향

기술개발 Mega Trend는 대형화, 해상화 및 고효율 제품 Line-up 강화 추세



해상풍력모델 개발 Trend

지속적인 대형화 예상되며, 경제성 증대를 위한 기술개발 및 부품 Supply Chain 확보



정격용량 증가

• 동일 Platform 활용 정격용량 증가 (고풍속해상/태풍지역 적합)

- Vestas 7MW ⇒ 9.5MW (D164m)
- Siemens 6MW ⇒ 8.4MW (D154m)
- Adwen 8MW ⇒ 10MW (D180m)
- Senvion 5MW ⇒ 6.2MW (D126m)

로터직경 극대화

• 저풍속/해상 지역 이용율 향상 (중국제작용체 중심 개발 중)

- MingYang 5.5MW (D165m)
- Envision 6MW (D170m)
- Goldwind 6.45MW (D171m)
- XEMC 8MW (D190m)

초대형 제품개발

• 12MW+급 초대형 제품개발 중

- GE 12MW (D220m)
- Siemens 12MW (D216m)
- Vestas 13MW (D210m)

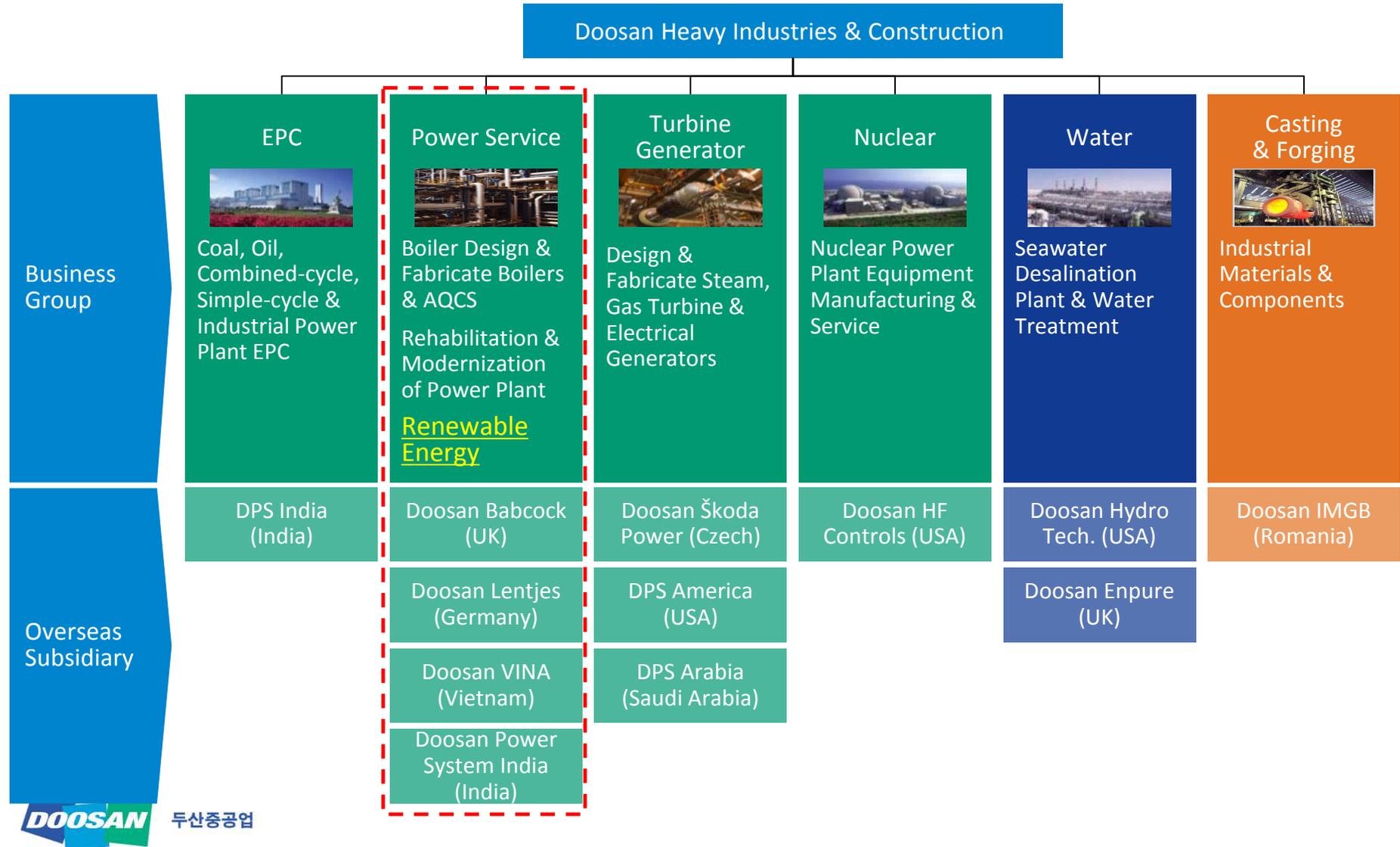
● 해상풍력단지는 건설공사비 등 경제성 측면에서 지속적인 대형화 예상

● 풍력부품 Supply chain 개발/확보 요구됨



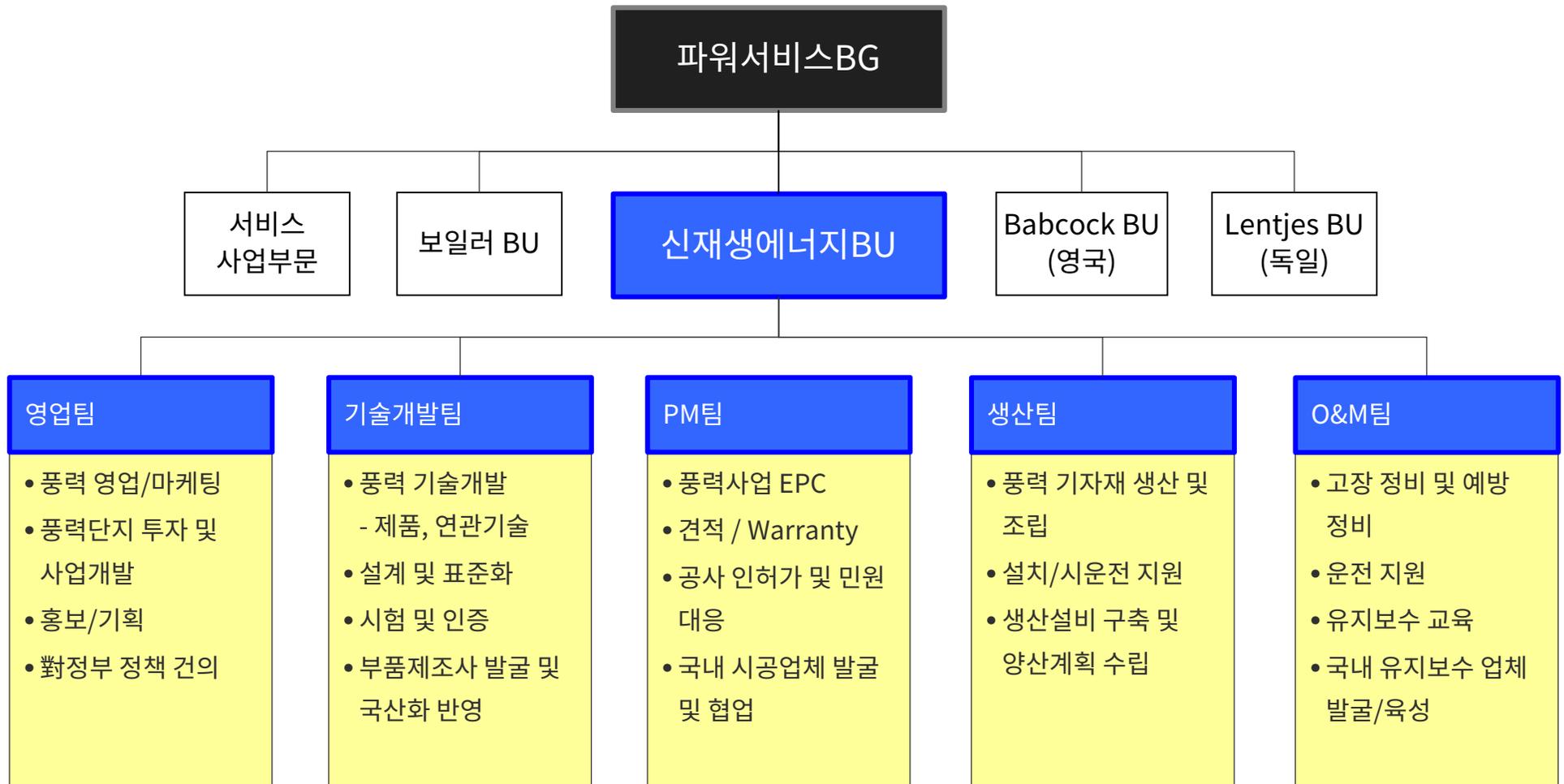
1. 국내외 풍력산업 동향
- 2. 두산중공업 풍력사업 소개**
3. 풍력 터빈 요소 설계기술
4. WinDS3000/134 모델용 카본블레이드 개발
5. WinDS5500/140 개발현황
6. 탐라해상풍력발전단지 사례

There are 6 Business Groups (BG) under Doosan Heavy Industries & Construction.



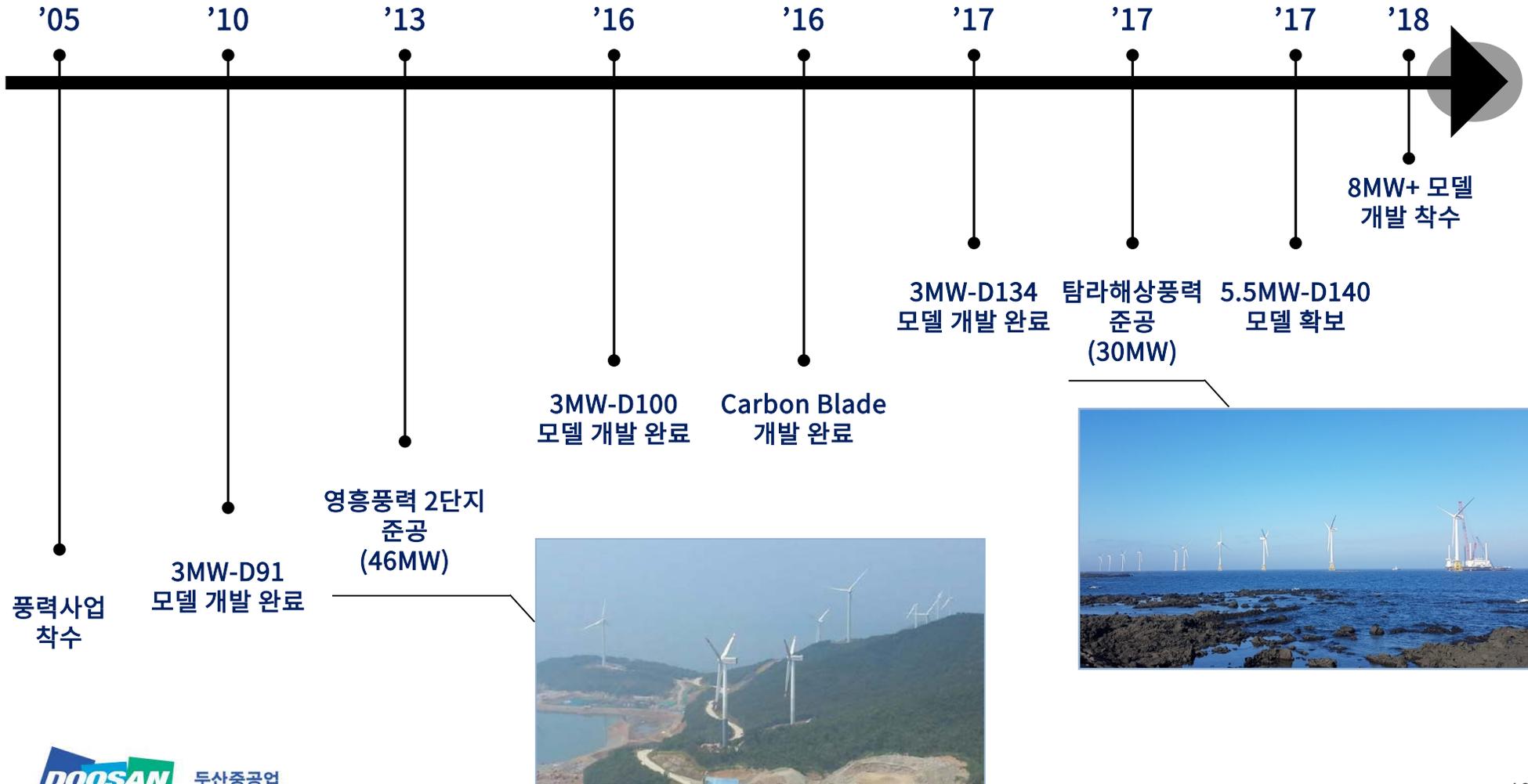
풍력사업 조직 현황

정부의 신재생에너지 확대정책의 선제적 대응을 위해 '18년 파워서비스BG 산하에 신재생에너지BU 신설, 풍력사업은 신재생에너지BU에서 사업개발/수주/실행/사후관리등 Value Chain 전체 총괄



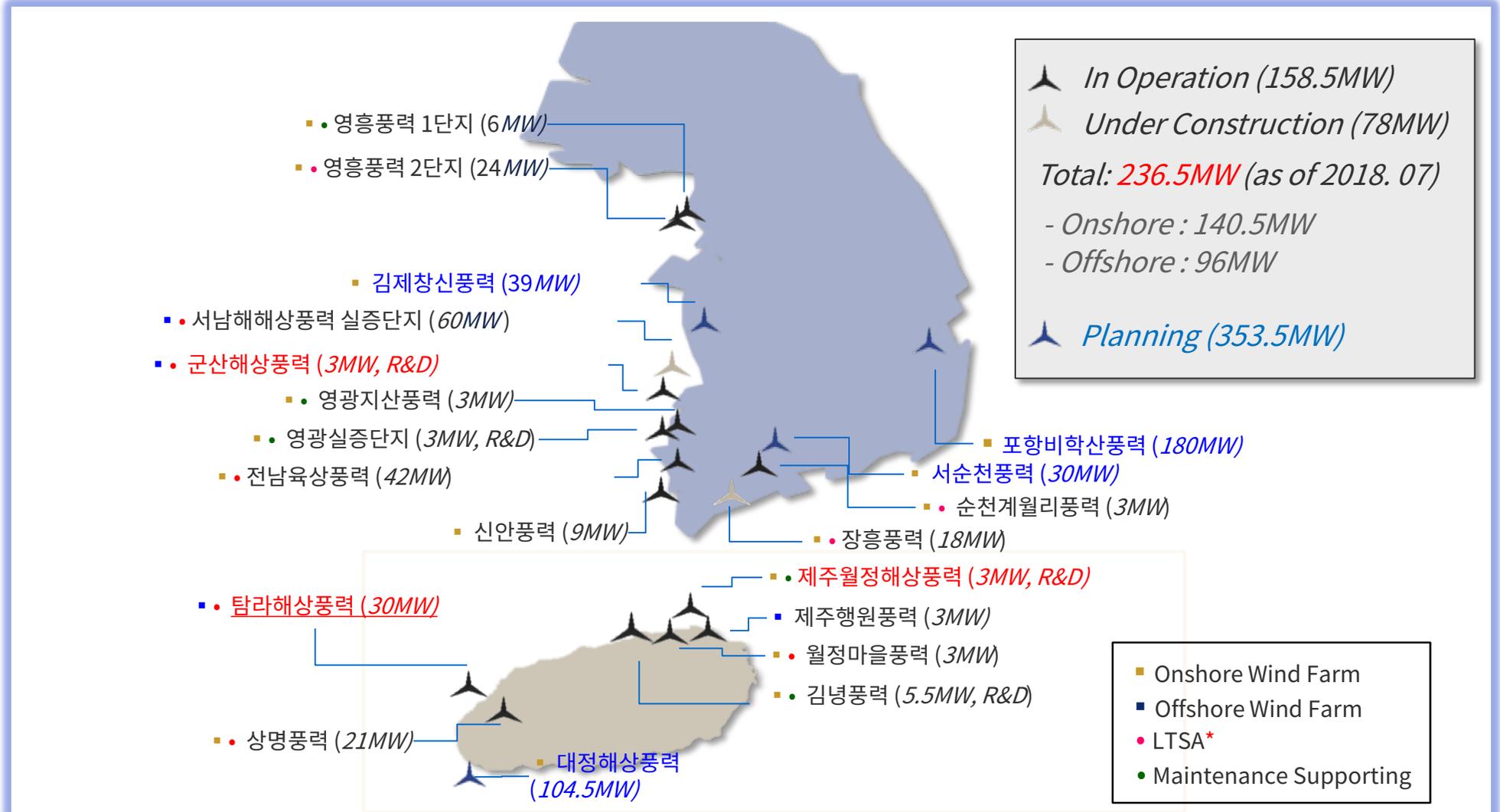
풍력사업 주요현황

'05년 풍력사업 착수 이후, 약 10여년간 단계적이고 지속적으로 사업을 성장시켜 나가는 중



풍력사업 주요 공급 실적

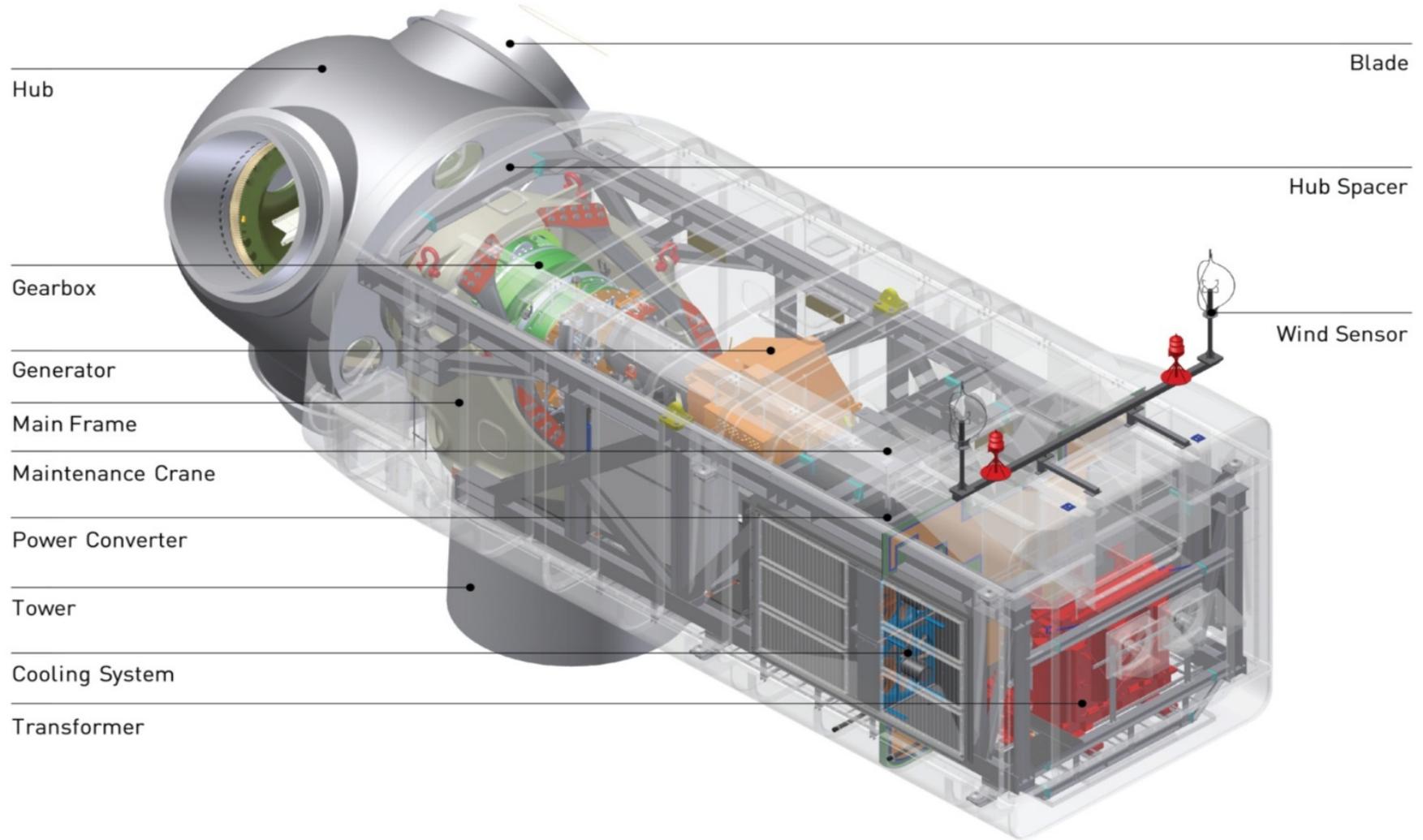
'18년 6월 기준, 236.5MW 계약실적 보유, 국내 유일의 해상풍력 실적 확보





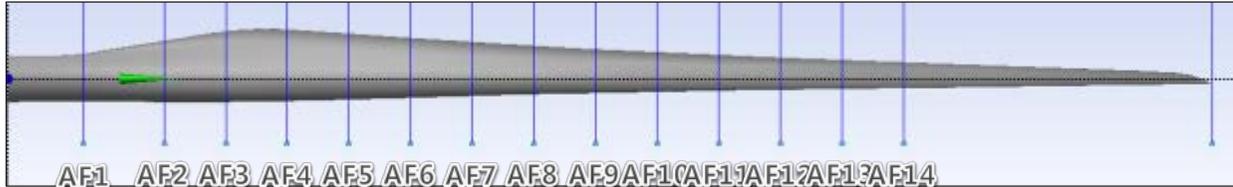
1. 국내외 풍력산업 동향
2. 두산중공업 풍력사업 소개
- 3. 풍력 터빈 요소 설계기술**
4. WinDS3000/134 모델용 카본블레이드 개발
5. WinDS5500/140 개발현황
6. 탐라해상풍력발전단지 사례

WinDS3000 Nacelle Layout

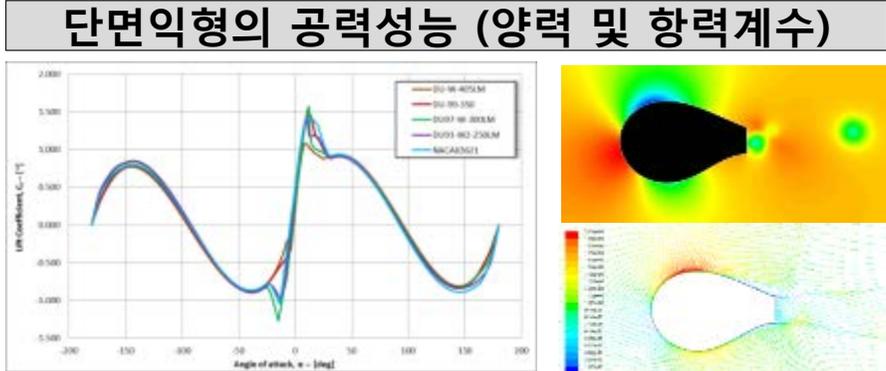
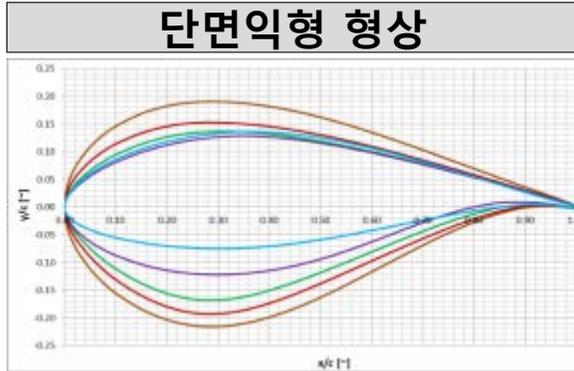


블레이드 공력설계

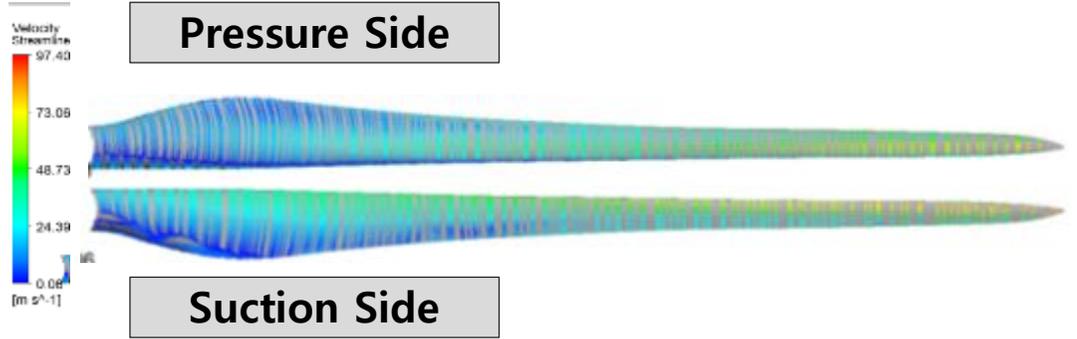
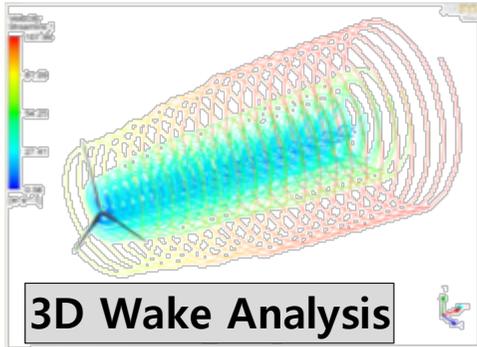
블레이드
형상정의



단면
설계 및 해석

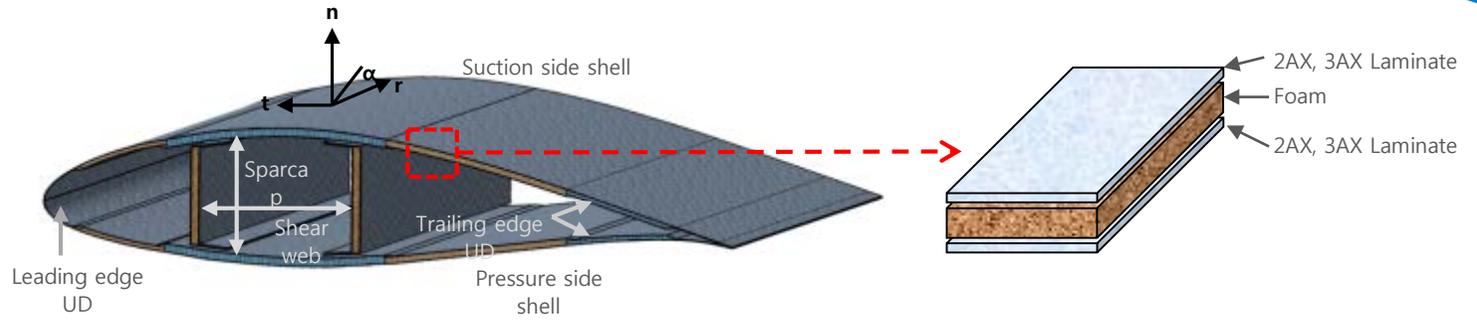


3차원 공력
특성 해석



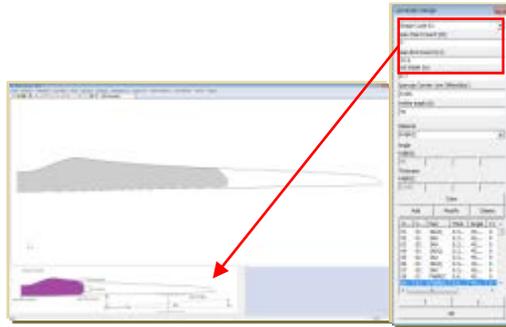
블레이드 구조설계

단면 구조 설계

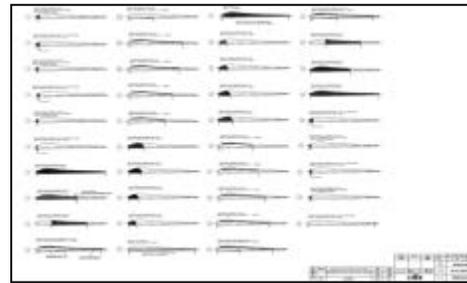


복합재 구조 모델링

복합재 적층 모델링 (In-house)



Lamination Plan

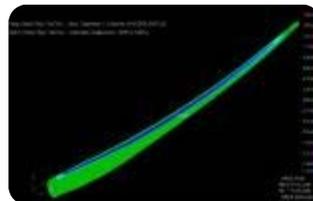


FE modeling



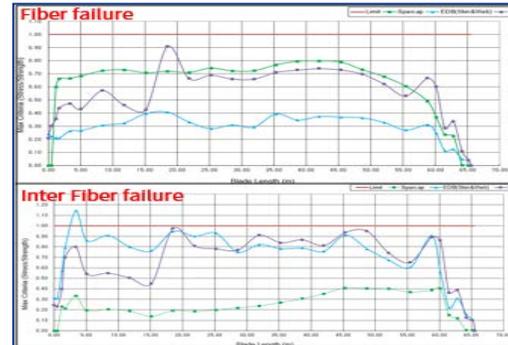
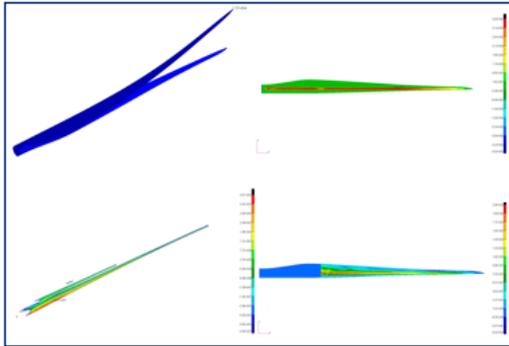
구조 안정성 해석

형상 외곡 검토 및 주요 구조부재 구조 안정성 해석

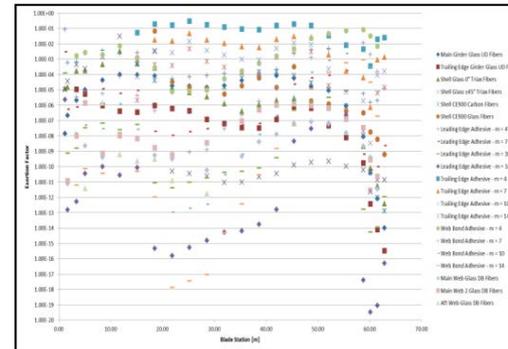
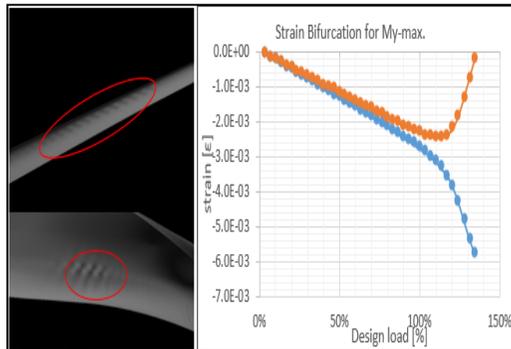


블레이드 구조해석

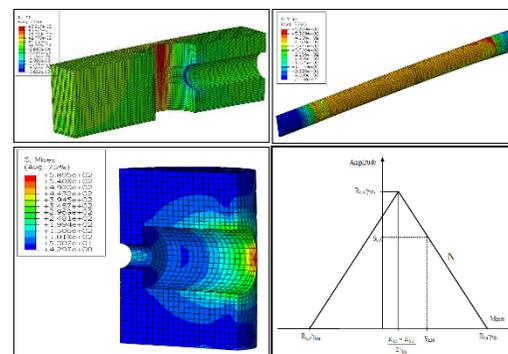
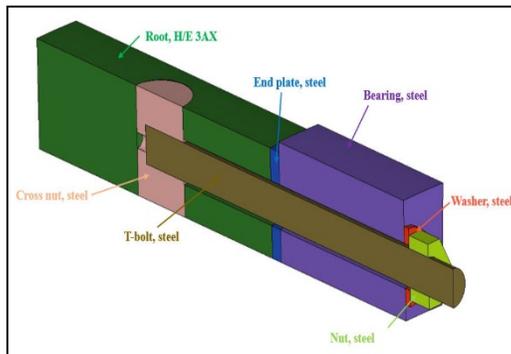
FF/IFF
analysis
results



Buckling/
Fatigue
analysis
results



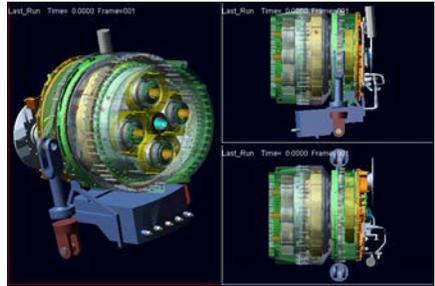
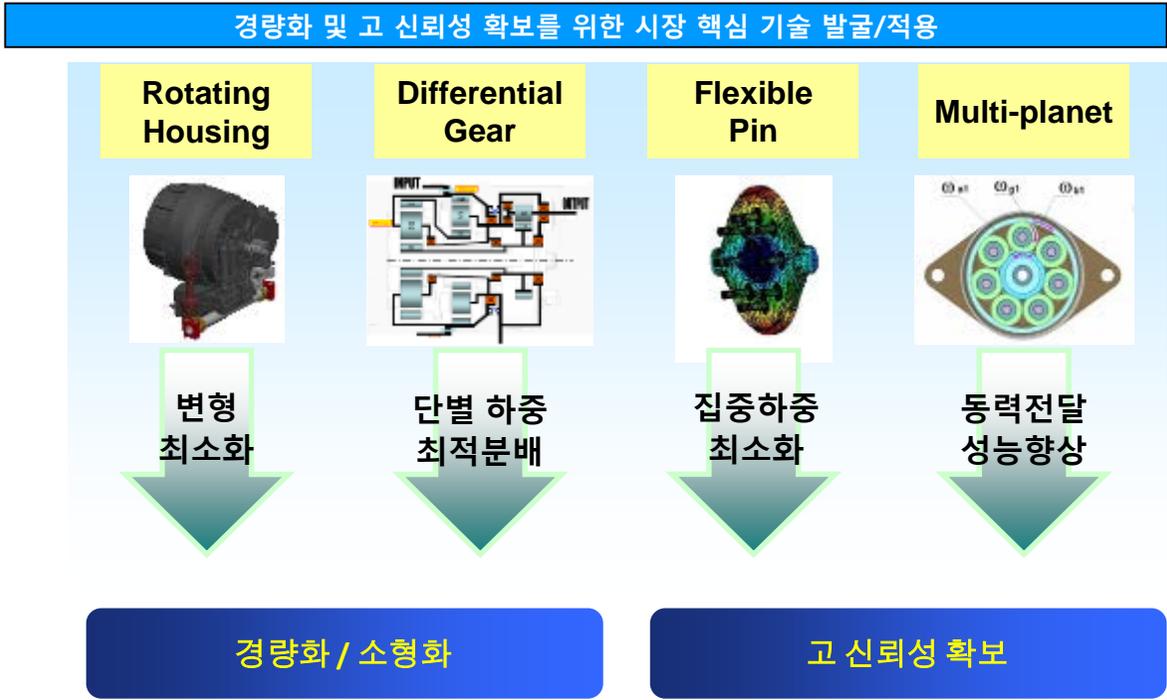
Root
connection
analysis
results



- FF analysis
 - 모든 layer에서 margin 확보
- IFF analysis
 - Flat back 지점 시험 검증 => 정하중시험으로 검증완료
- Buckling analysis
 - 모든 하중 case에 대해 구조 안정성 확보
- Fatigue analysis
 - 모든 layer에서 margin 확보
- Root connection analysis:
 - Static 및 fatigue analysis 수행하여 구조 안전성 확보

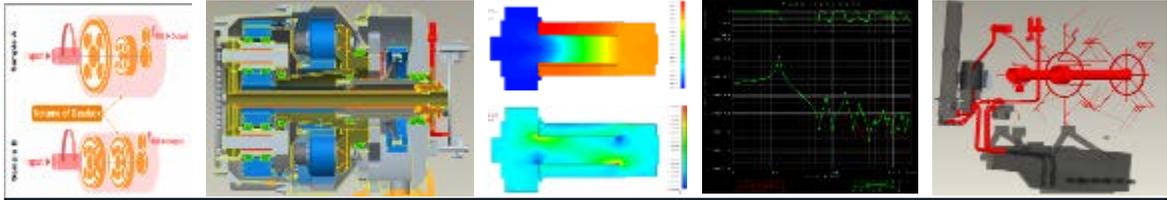
증속기 설계

적용기술



WinDS3000™ 증속기 수치 모델

구조 해석 기술



자체 설계/해석 기술 적용 (사이즈/무게 최적화, 구조해석, 진동해석, 유로설계, 공진회피, 등)



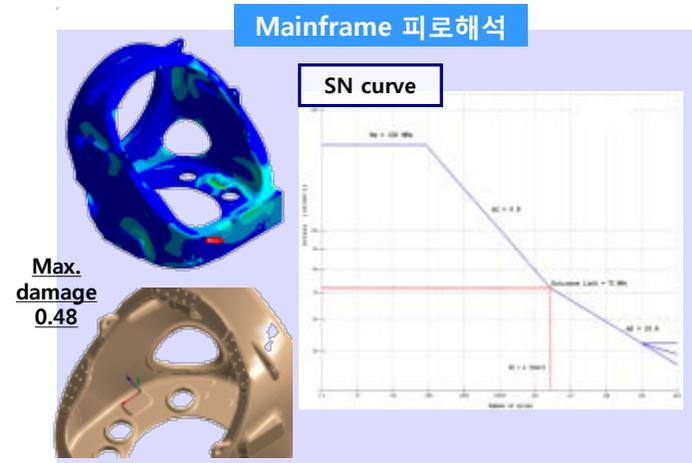
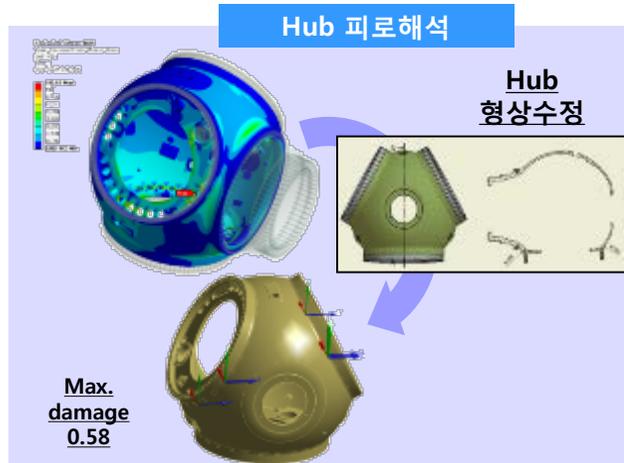
Back-to-back 인증시험



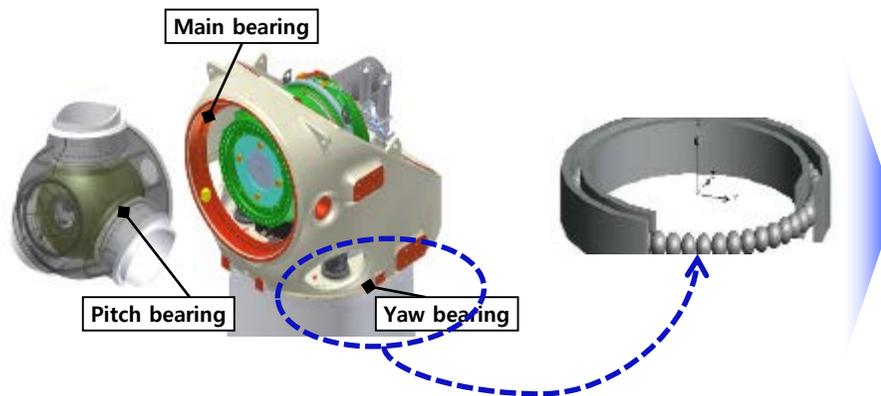
주요 기계 구성품 설계

허브 / 메인프레임

- 주요 주조품의 극한 하중조건에 대한 구조 강도 평가
- Mainframe 과 Hub에 대해서 발전기 운용시 발생할 수 있는 피로 하중 조건으로 수명 평가



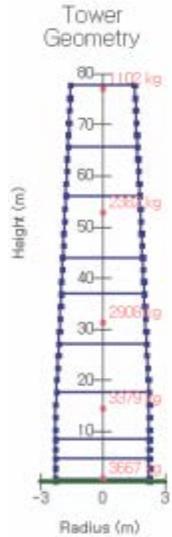
베어링 류



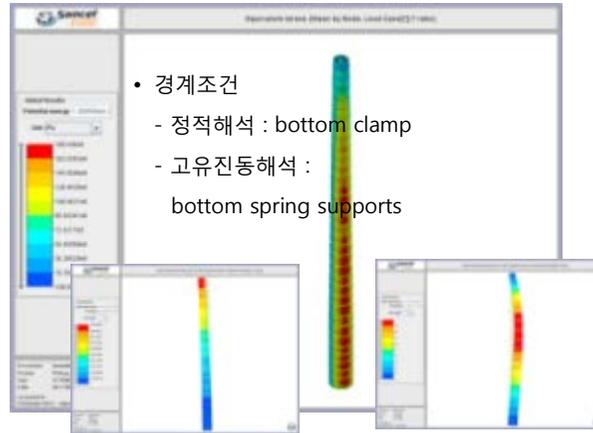
타워 및 기초구조물 설계

타워

• 개념설계

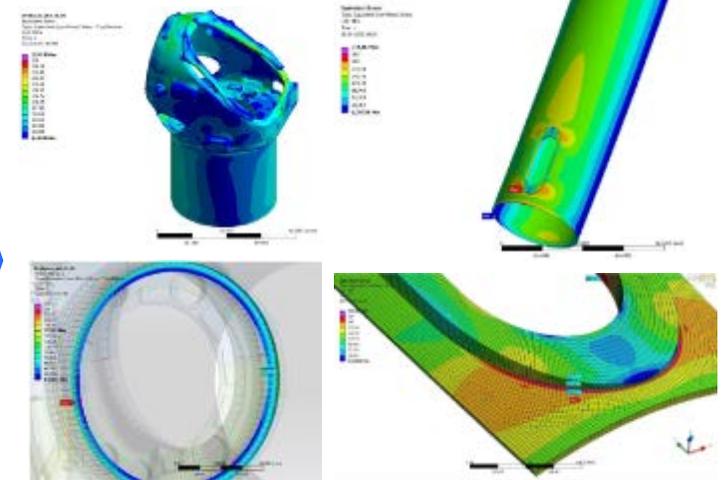


• 정적 해석 및 고유진동수 해석

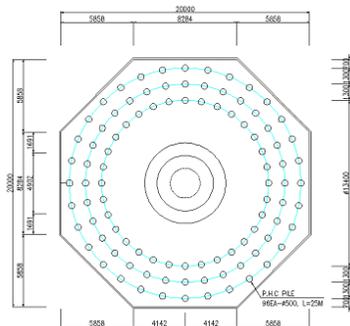


- 경계조건
- 정적해석 : bottom clamp
- 고유진동해석 : bottom spring supports

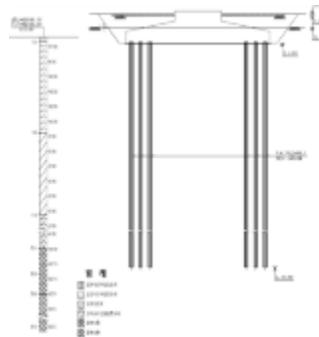
• 상세설계



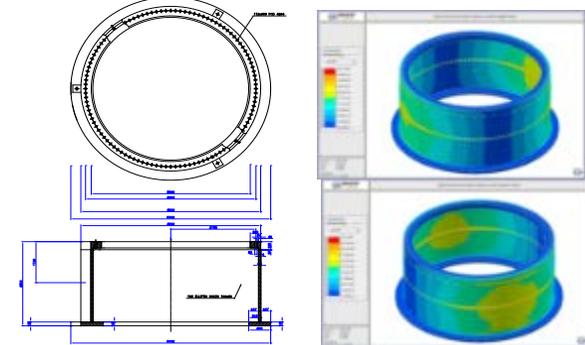
• 개념설계



• 지반보강



• Embedment Shell 설계 및 해석



기초구조물

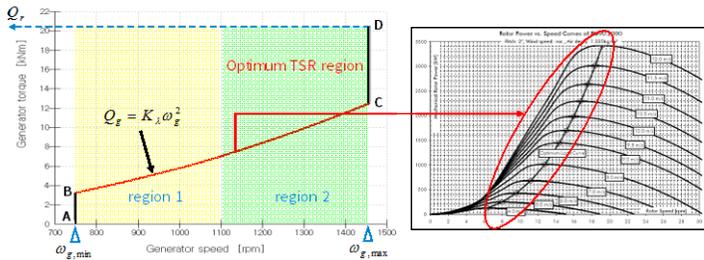
제어시스템 설계

터빈 운용의 핵심인 제어 소스코드 내재화를 통해 O&M 역량을 확보하고, SCADA & CMS와 연계하여 터빈 상태 모니터링 및 고장 결함 진단 가능

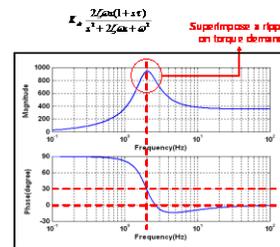
제어로직



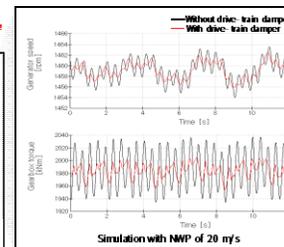
제어기술



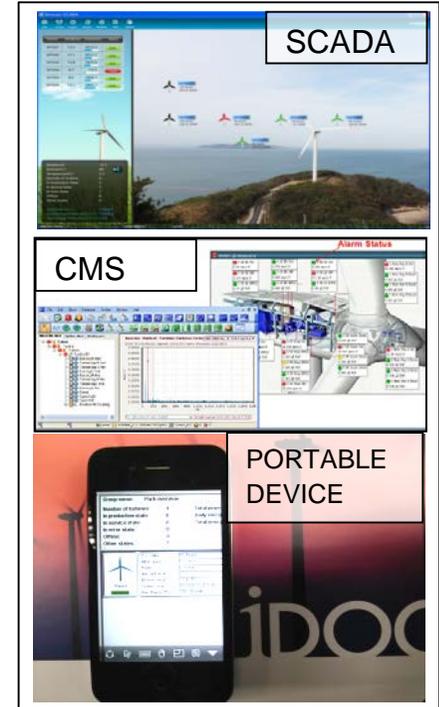
Torque control



Drivetrain damper



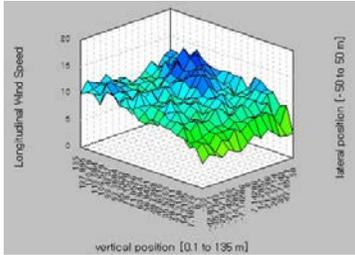
Tower control



시스템 통합 하중해석

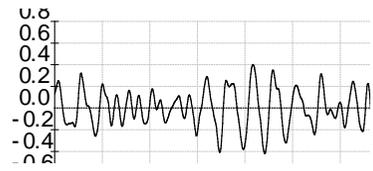
통합해석 S/W

- 외부 조건 (풍해황)



풍속

파고



- 통합해석 S/W



- 해석규정 - GL Guideline / IEC

Limit state	Design condition	DLC
ULS	Normal operation	1.1, 1.4, 1.5, 1.10, 2.1, 3.1, 3.2, 4.1, 9.5
	Emergency stop procedure	5.1
	Normal operation with extreme environmental conditions (wind, wave, current, icing, sea ice, temperatures, seismic)	1.2, 1.3, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 9.1, 9.2, 9.7, 9.8
	Normal operation plus occurrence of safety-system-relevant fault	2.2, 10.1, 10.2, 10.3
	Parked/standstill or idling with extreme environmental conditions (wind, wave, current, icing, sea ice, temperatures, seismic)	6.1, 6.3, 6.5, 9.3, 9.4, 9.9
	Parked/standstill or idling	6.4, 9.6
FLS	Parked plus fault conditions	6.2, 7.1, 7.2, 8.2, 8.4, 8.5, 10.4, 10.5, 10.6
	Transport, installation, maintenance and repair	8.1
	Normal operation	1.1, 9.1, 9.5
	Normal operation, ice formation on blades and on structures	1.8, 1.9
	Power production plus occurrence of failure	1.4, 2.1
	Start/normal stop procedures	3.1, 4.1
Parked/standstill or idling, parked due to fault conditions	6.4, 7.2, 9.2	
Transport, installation, maintenance and repair	8.3	

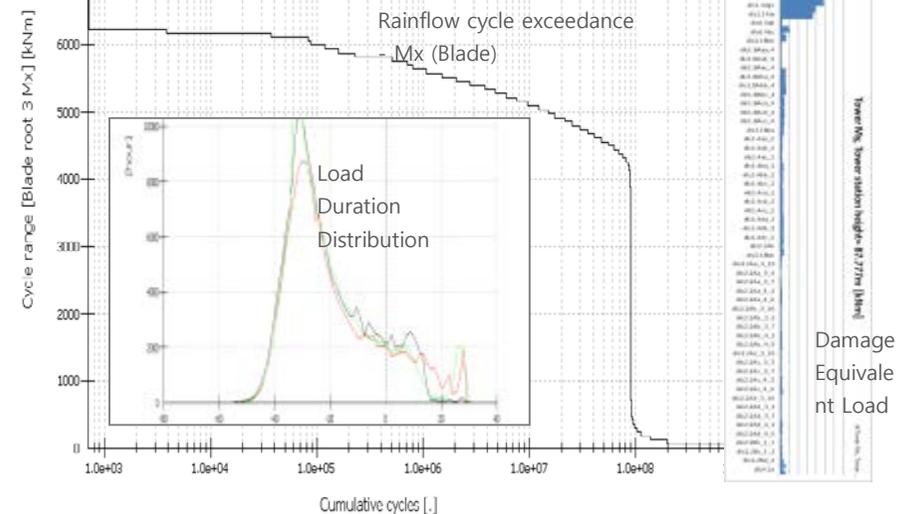
극한/피로 하중

- 극한하중

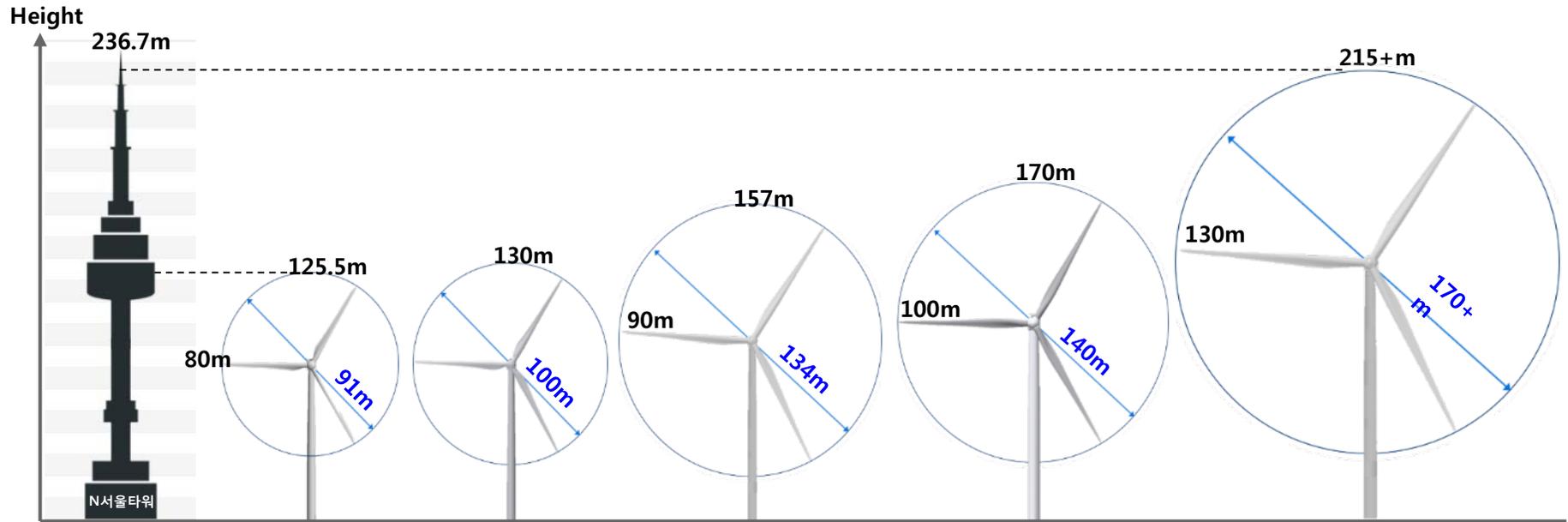
		Mx	My	Mz	Fx	Fy	Fyz	Fz	Safety Factor		
	Load case	kNm	kNm	kNm	kN	kN	kN	kN	-		
Mx	Max	dic5.fc_3	12548	-1559.8	10982	-81	-82.7	-385.3	383.8	-142.8	1.38
Mx	Min	dic5.2c_1	-8254.4	-422.3	8216.3	88.2	-4.66	342.8	342.8	-120	1.1
My	Max	dic1.8ba_3	4154.3	-12476	13153	-74.8	369.7	-188.9	405.4	447	1.35
My	Min	dic1.6dc_3	779.1	-10196	10226	241.8	-264.4	-101.7	283.3	890.2	1.38
My	Max	dic1.8ba_3	4382.9	-12416	13167	-76.4	369	-199.3	410.6	473.2	1.35
My	Min	dic2.2c_1_1	-0.087	0.36	0.36	-11.2	10.6	-43.1	44.3	89.8	1.1
Mz	Max	dic1.6dc_3	673	-8979.7	10502	248.8	-264.8	81	270.4	891.2	1.38
Mz	Min	dic5.2c_3	4226.1	1593.3	4818.4	-100.1	73.7	-232.8	244.2	19.6	1.1
Fx	Max	dic1.8ba_3	4281.9	-12466	13164	-71.6	369.1	-192.9	407.6	460.2	1.35
Fx	Min	dic1.6dc_3	779.1	-10196	10226	241.8	-264.4	-101.7	283.3	890.2	1.38
Fy	Max	dic5.2c_1	-8254.4	-422.3	8216.3	88.2	-4.66	342.8	342.8	-120	1.1
Fy	Min	dic5.fc_3	10489	-1598.8	10819	-85.8	-85.8	-385.2	381	-141.8	1.38
Fyz	Max	dic1.8ba_4	4679.7	-12304	13129	-73.7	368.9	-211.9	414.2	510.6	1.38
Fyz	Min	dic7.fc_2_2	-629	-266.4	583.1	0.14	-0.016	-0.018	0.024	113.1	1.1
Fz	Max	dic1.6dc_4	-148.3	-3.38	148.3	-18.1	39.9	-8.47	80.7	244.6	1.38
Fz	Min	dic5.1fk_2_1	-212.6	765.2	794.2	-9.92	30.7	4.7	31.1	-191.6	1.6

Table 30: Blade root at 1.66m radius (Pa)

- 피로하중



육해상풍력발전기 모델 Line-up



모델명	WinDS3000/91	WinDS3000/100	WinDS3000/134 WinDS3300/134	WinDS5560/140	WinDS8000
정격 용량	3.0 MW	3.0 MW	3.0 MW / 3.3MW	5.5 MW	8.0 MW+
풍속 등급	I _A	II _A	Extreme: II Fatigue: III _A	I _B	Extreme: I Fatigue: II _B
양산 착수	2011년	2013년	2017년 / 2019년	2019년	2022년 (예정)
주요 실적	탐라해상풍력	신안그린에너지	서남해해상실증사업	대정해상풍력	(개발 중)

1. 국내외 풍력산업 동향
2. 두산중공업 풍력사업 소개
3. 풍력 터빈 요소 설계기술
- 4. WinDS3000/134 모델용 카본블레이드 개발**
5. WinDS5500/140 개발현황
6. 탐라해상풍력발전단지 사례



WinDS3000/134 모델용 카본블레이드 개발 개요

과제명

대형 블레이드를 위한 카본파이버 적용 블레이드 기술 개발 및 실증

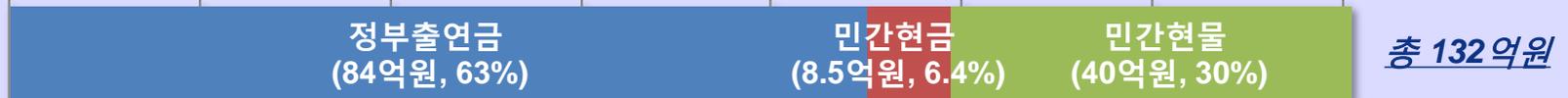
개발목표

- 두산의 성공적 3MW 사업화 경험을 활용
 - ✓ 저풍속 지역용 대형 카본 블레이드 개발
 - ✓ 카본 블레이드 실증 및 성능평가

- Rated Power : 3MW
- Rotor Diameter : 120m 이상
- Blade Length : 60m 이상
- Capacity Factor : 37% 이상
(평균풍속 7m/s 기준)



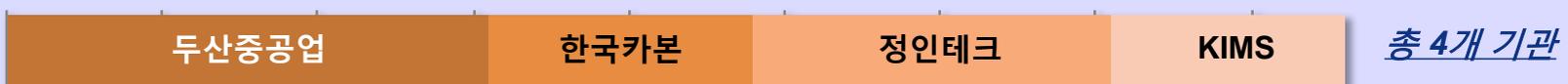
사업비



사업기간



참여기관



WinDS3000/134 기술사양

- 운송 무게 : 87 ton 이하 (*2pcs 분리운송*)
- 폭 * 높이 * 길이 : 4.2 m * 4.0m * 13.7m

Blade

- 공력성능 최적화 설계
- Carbon fiber 적용으로 경량화

Drive-Train

- Main shaft가 없는 일체형 Drive-train
- Hydraulic gearbox damper 적용

Gearbox

- 소음 최소화 설계
- Compact, 하중분배, 신뢰성 향상

Generator

- PMSG(영구자석형 동기발전기) 적용
→ 전부하 영역에서 고효율 전기 생산

Full Power Converter

- 계통친화적, 전세계 Grid-code 대응 가능
- 높은 전력품질 및 LVRT 기능
- 간편한 유지보수, 부품수명 고려 설계

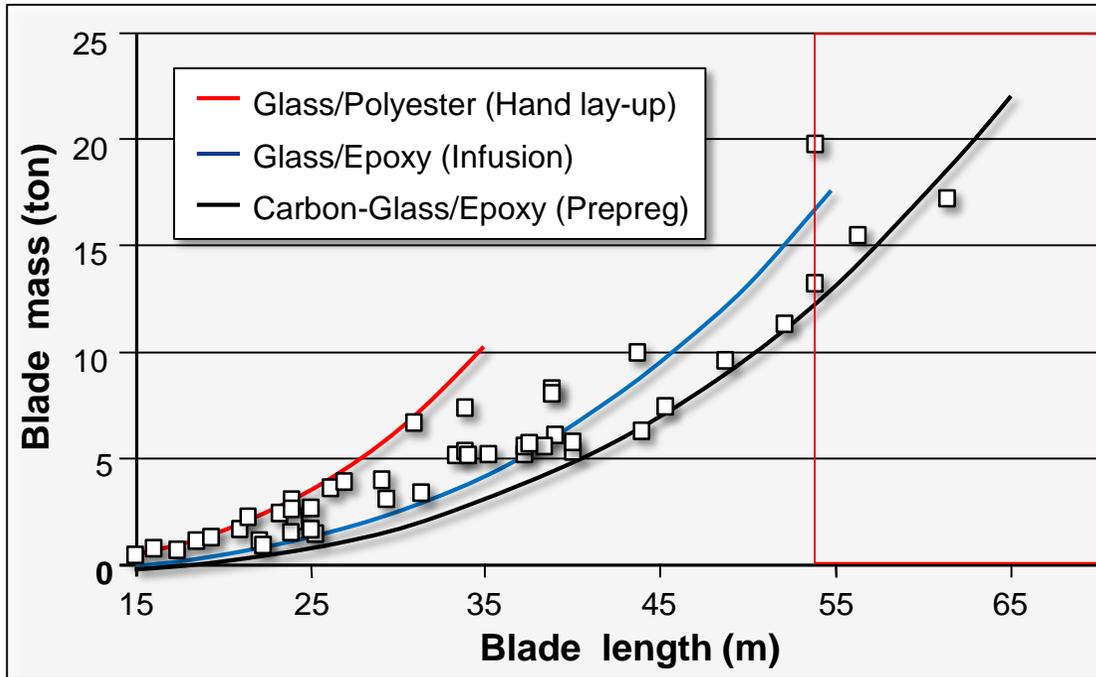
Transformer

- 가연성 및 오염물질이 없는 친환경
- 향상된 절연성능 설계

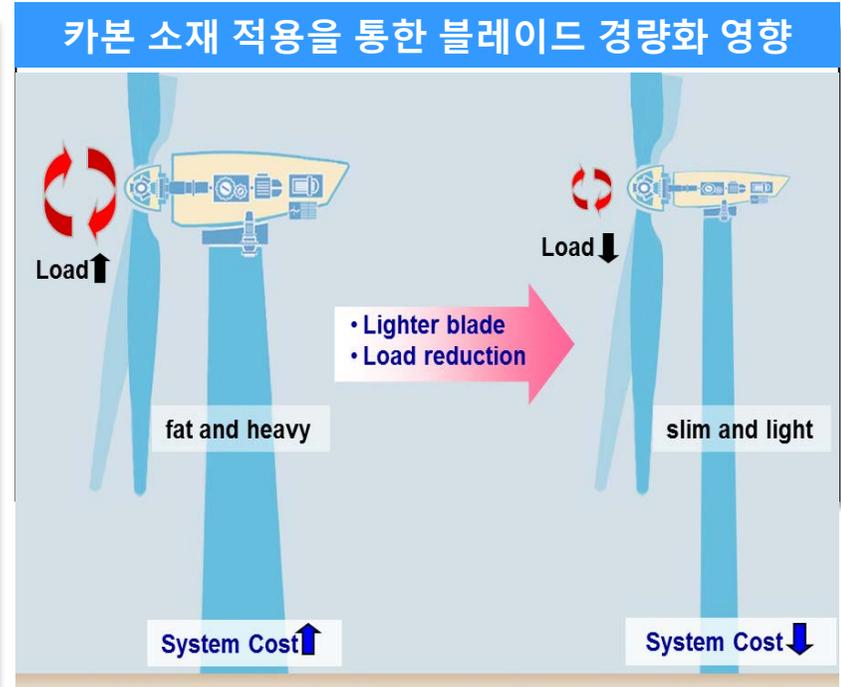
Maintenance Crane

- 12톤 Overhead Crane 적용 나셀 내부 유지보수
- 외부대형크레인 없이 교체 가능
- 일반유지보수 활용 1톤 Hoist 보유

카본블레이드 개발 필요성

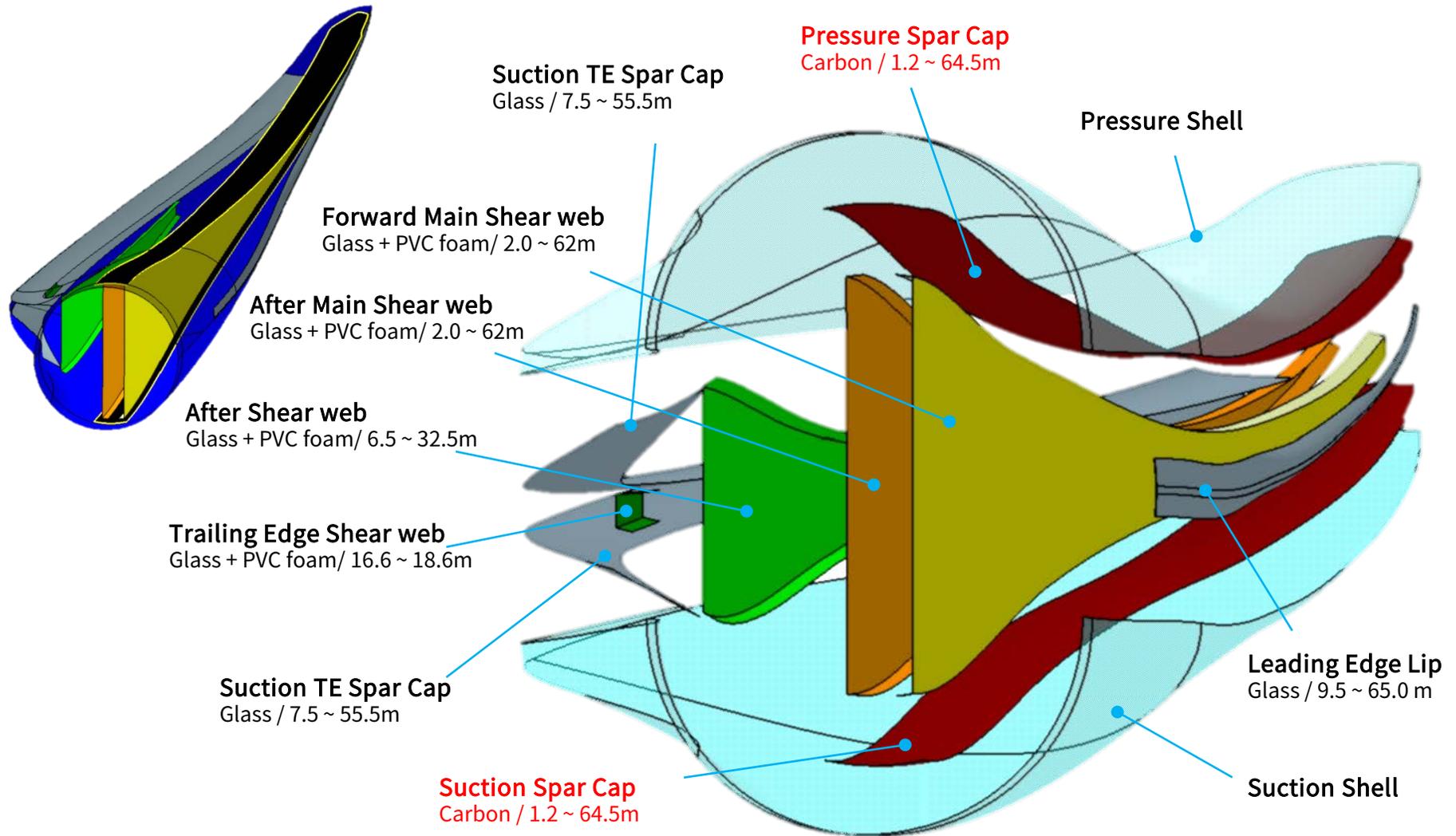


Source: Scaling limits & costs regarding WT blades, UpWind Project Report



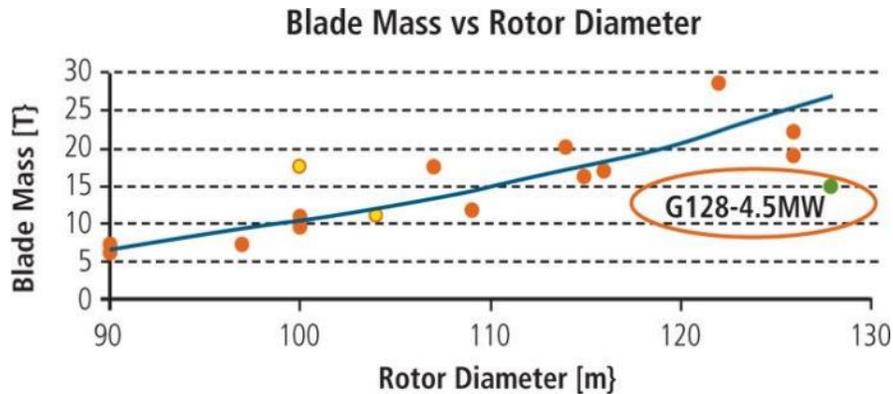
- 60m 이상 대형 블레이드 경량화와 강성 증가, 시스템 하중 감소를 위해 카본 소재 적용 필요
- 블레이드 경량화를 위해서는 하중지지 주구조물인 Spar-cap 부분 카본 섬유 적용
 - 카본섬유: 유리섬유에 비해 비강도(specific strength) 및 비강성(specific stiffness) 우수
- 제작공정 간소화를 통한 제작비용 저감 및 생산성 향상, 블레이드 하중 저감에 따른 시스템 비용 감소 예상

3MW 카본블레이드 Layout

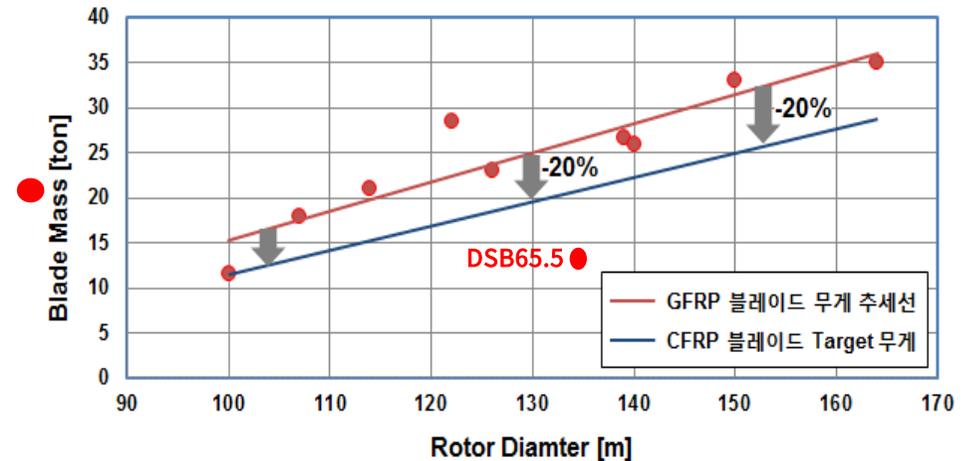


카본 블레이드 무게

Company	Model	Capacity	Rotor Diameter	Blade Length	Weight
Siemens	SWT-3.6-120	3.6 MW	107m	58.5m	18.0ton
Enercon	E112	4.5 MW	114m	53.0m	21.0ton
BARD	Bard5.0	5.0 MW	122m	60.0m	28.5ton
효성	HS139	5.0 MW	139m	68.0m	26.7ton
Repower	Repower6M	6.0 MW	126m	61.5m	23.0ton
Alstom	Haliade-6MW-150	6.0 MW	150m	73.5m	33.0ton
Vestas	V164-8.0MW	8.0 MW	164m	80.0m	35.0ton
두산중공업	WinDS3000/100	3.0 MW	100m	48.3m	11.6ton
두산중공업	WinDS3000/134	3.0 MW	134m	65.5m	14.2ton



* Composites Technology, August 2013



카본블레이드 개발 - 성과

풍력발전시스템 성능 증가

- 카본 블레이드(DSB65.5)가 탑재된 WinDS3000/134 모델의 이용율은 평균풍속 6m/s에서 30%, 평균풍속 7m/s에서 40% (가동율 95%, 단지 손실 10% 가정)이며, WinDS3000/100 모델에 비해 이용율 48% 향상

블레이드 제작성 향상 및 소재 국산화

- 저온 경화용 카본 프리프레그 소재 도입으로 블레이드 제작성 향상
- 블레이드 소재인 Carbon prepreg와 Epoxy 수지/접착제를 국산화하여, 가격경쟁력을 확보하였고, 수급의 용이성을 향상시켰으며, 구체적으로 수입대체효과 달성

국내최초 카본소재 적용 및 고효율/경량화

- 동급 최대 길이 65.5m, 무게 13.8톤(T-bolt 제외)으로 동급 블레이드 중 가장 경량화
- 국내 최초 국산 carbon prepreg 적용, 공력성능 최적화와 카본섬유 적용으로 고효율/초경량화 달성

세계최초 상용블레이드 TBC 기술 적용

- 세계 최초로 TBC(Torsion-Bending Coupling) 기술 적용, 풍력발전시스템 하중의 약 10% 정도 저감
- 카본 블레이드 적용과 TBC 기술을 적용하여 블레이드/풍력발전시스템 경량화 달성

카본 블레이드 LPS 독자기술 적용

- 최적 Lightning Protection System(LPS)를 자체개발, 카본 블레이드를 낙뢰로부터 시스템을 보호할 수 있도록 구축(관련특허 출원)

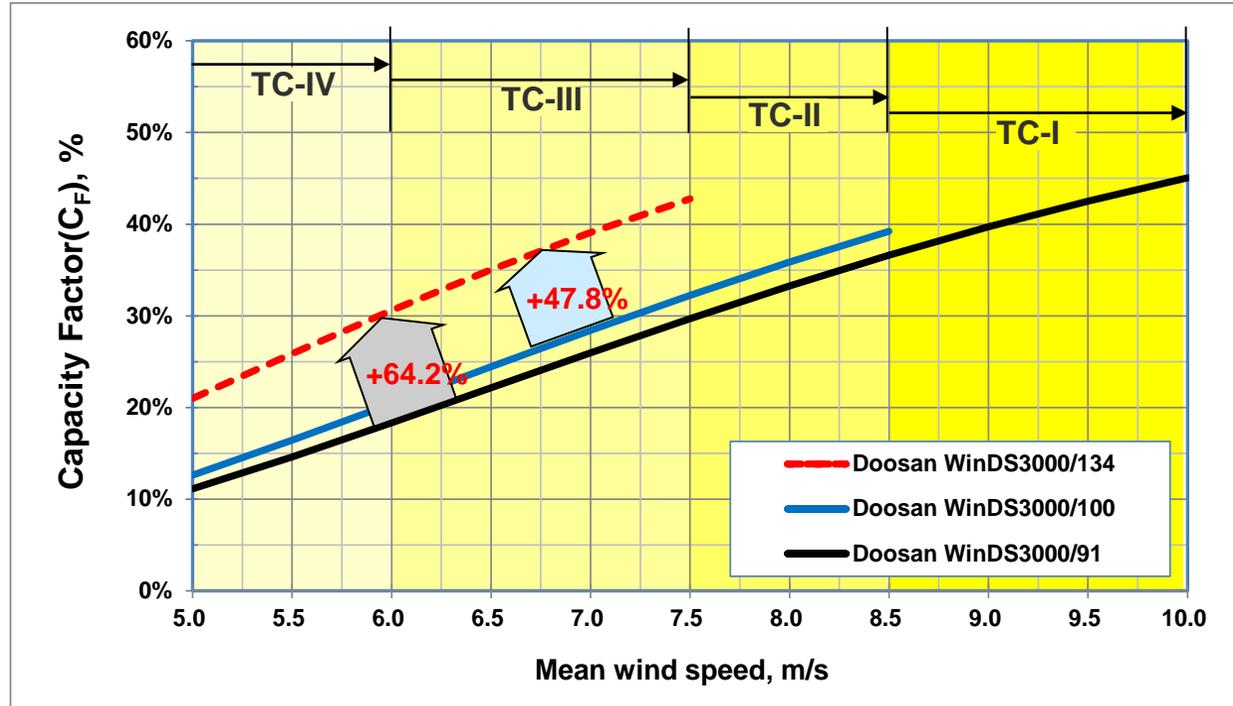
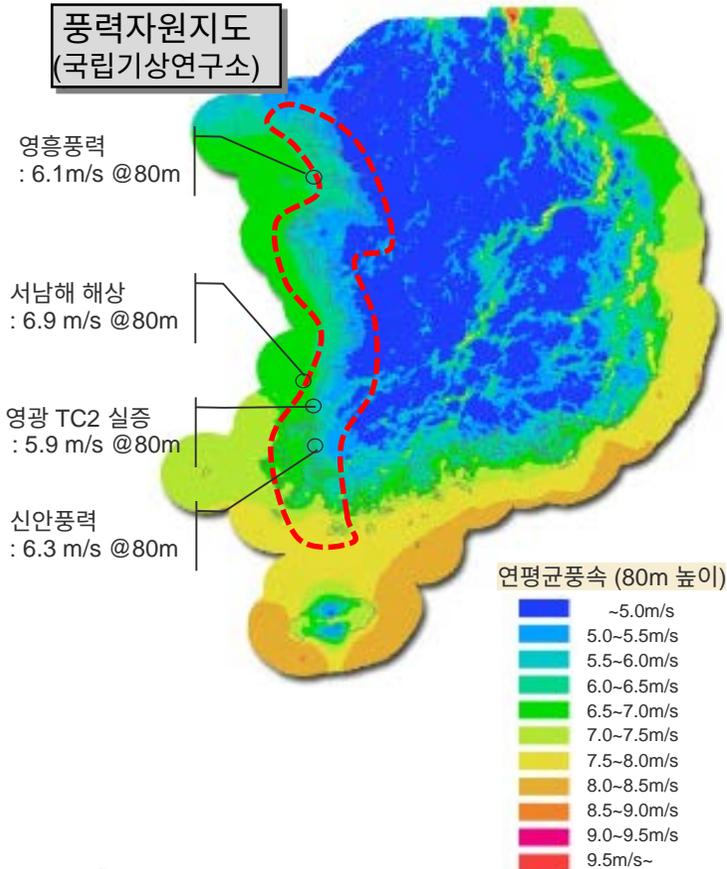
국내최초 Static/Fatigue/Post-static Test 진행

- KOLAS 인증 확보를 통해 국내에서도 인증기관 witness 없이 국내 블레이드 실물 시험이 가능하였으며, 그 결과 국내 최초로 IEC 61400-25 기준에 따라 Static/Fatigue/Post-static test를 성공적으로 완료하여 인증 획득

WinDS3000/134 성능

풍력터빈 기술개발에 따라 국내 저풍속에서 경제성을 갖춘 풍력단지 개발이 가능함

- 국내는 제주도과 일부 내륙지역을 제외하고 저풍속지역이며, 해외 고풍속지역을 위해 개발된 제품 적용시 이용률 저하로 경제성 악화 예상
- 기술개발에 따라 저풍속지역에서 이용률이 높은 제품이 개발되고 있으며, 이를 활용 필요
- 국내 풍황조건인 태풍에 대한 고려 필요



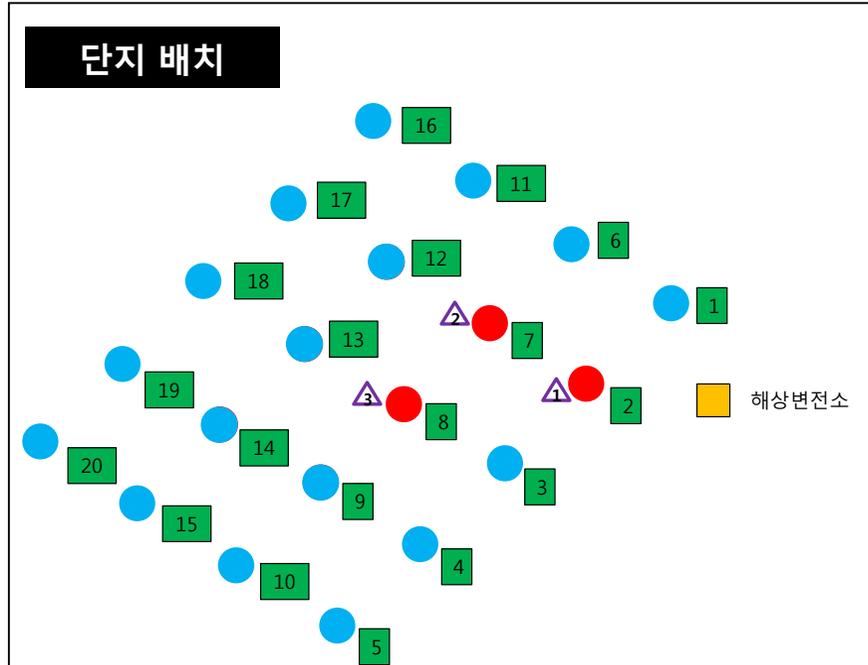
* 이용률(Availability) 95%, Wake Loss 10% 고려

WinDS3000/134모델의 사업적 성과

• 서남해해상풍력PJT 1단계 실증사업 17기 공급 계약



- PJT명: 서남해해상풍력 실증사업(1단계)
- 발주처: 한국해상풍력(주)
- 계약기간: 2015.10 ~ 2019.12
- 위치: 전북 부안 ~ 전남 고창 해상 (위도 인근)
- 단지여건: 해안 20km
- 단지용량: 60MW
 - WinDS3000/100 : 3기/
 - WinDS3000/134 : 17기/



범례

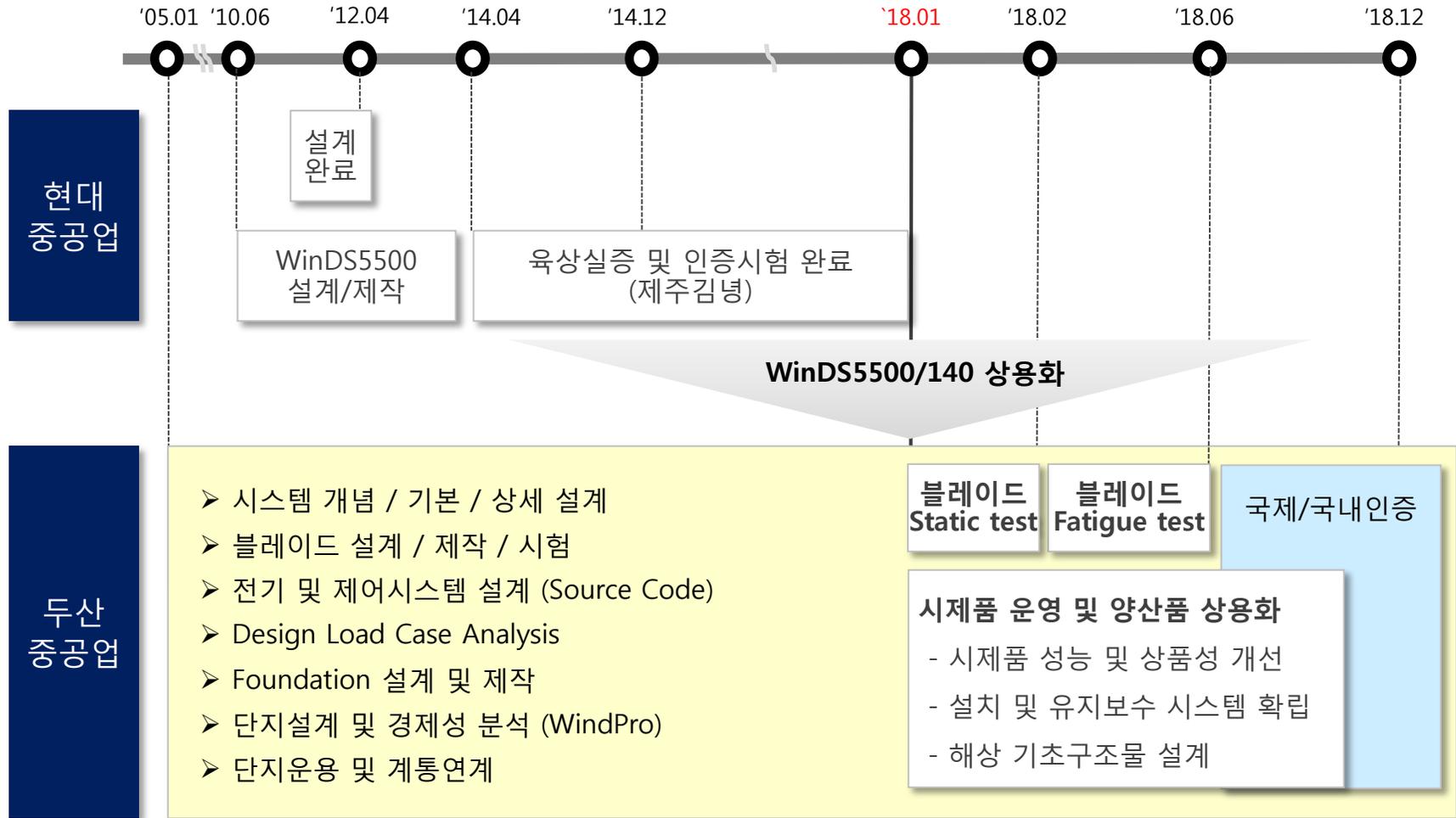
- △ 1 R&D(포스코, '17년 완료)
- △ 2 R&D(전력연, '17년 완료)
- △ 3 두산중공업('17년 완료)

- WinDS3000/100
- WinDS3000/134

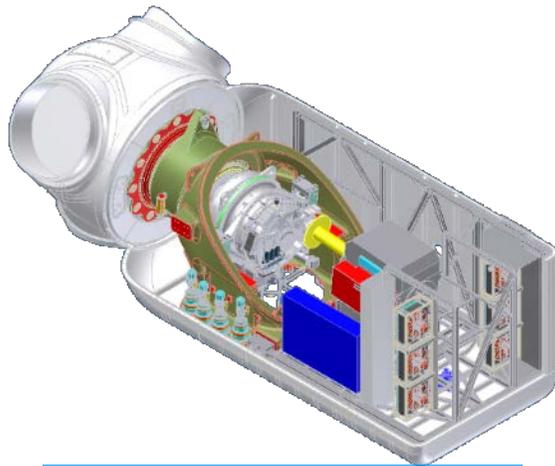
1. 국내외 풍력산업 동향
2. 두산중공업 풍력사업 소개
3. 풍력 터빈 요소 설계기술
4. WinDS3000/134 모델용 카본블레이드 개발
- 5. WinDS5500/140 개발현황**
6. 탐라해상풍력발전단지 사례



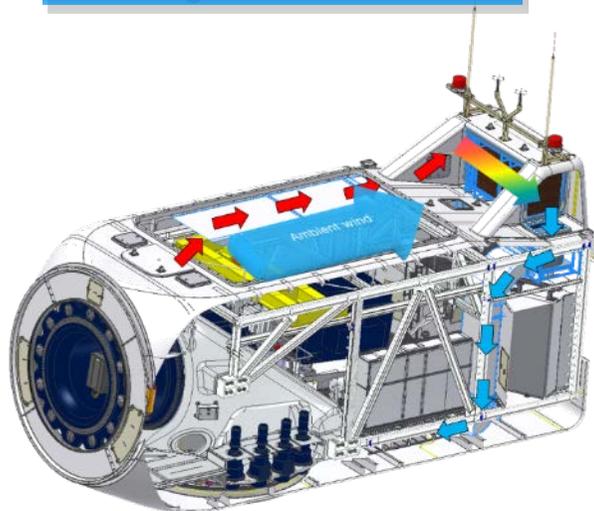
WinDS5500/140 개발현황



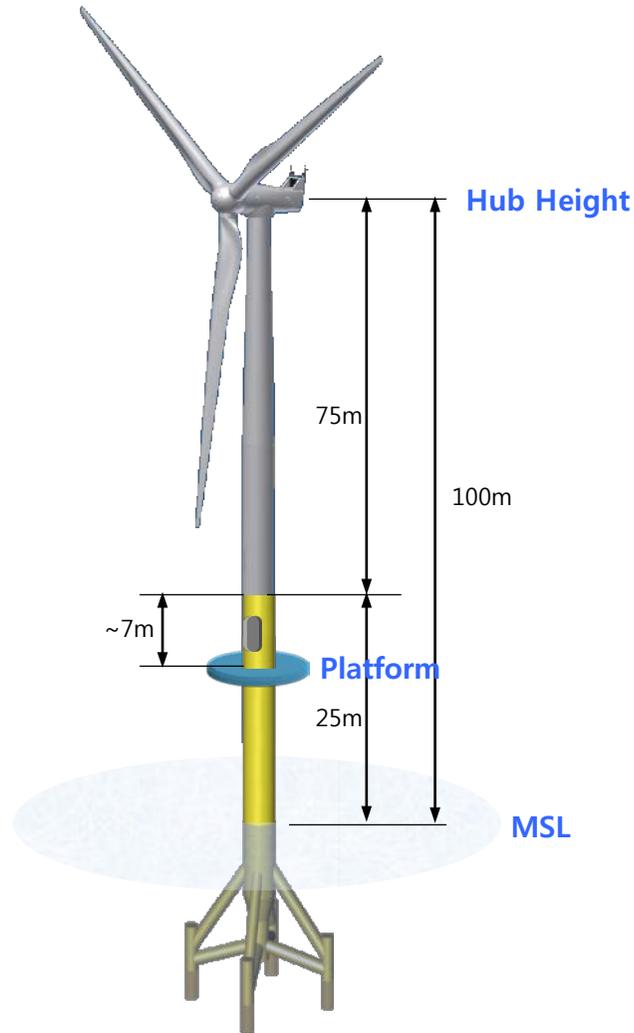
WinDS5500/140 Nacelle Layout



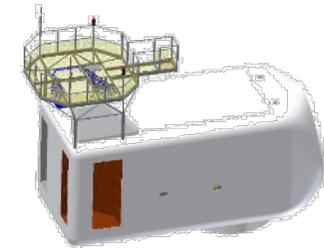
Integrated DriveTrain



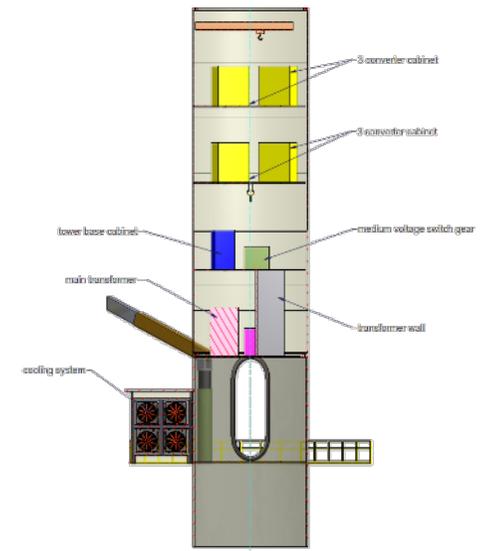
Closed Nacelle Cooling



Offshore Layout



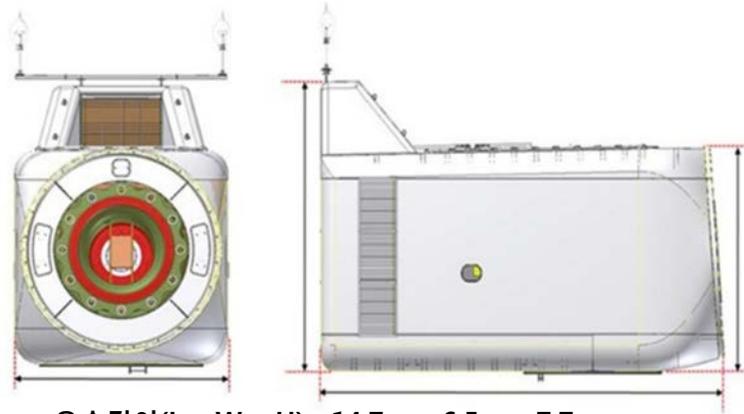
Helideck (Optional)



Electrical layout at tower bottom

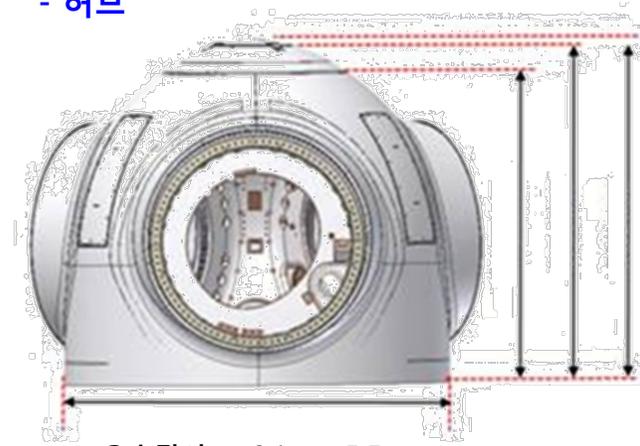
WinDS5500/140 제원

- 나셀



- 운송길이(L x W x H) : 14.7m x 6.5m x 7.7m
- 중량: 246 ton

- 허브

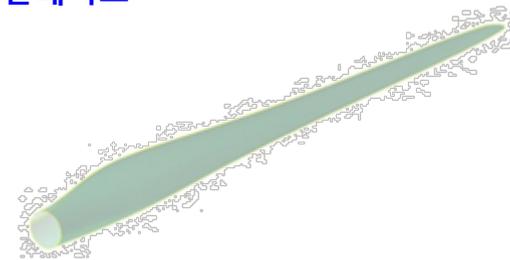


- 운송길이 : ϕ 6.1m x 5.5m
- 중량: 58 ton

- 타워 (내장부품 제외)

구분	길이 (m)	상부직경 (m)	하부직경 (m)	중량 (ton)
Top	23.2	5.09	5.55	63
Mid 4	19.1	5.55	6.0	58
Mid 3	14.9	6.0	6.0	59
Bottom	14.6	6.0	6.0	74
합계	71.8			254

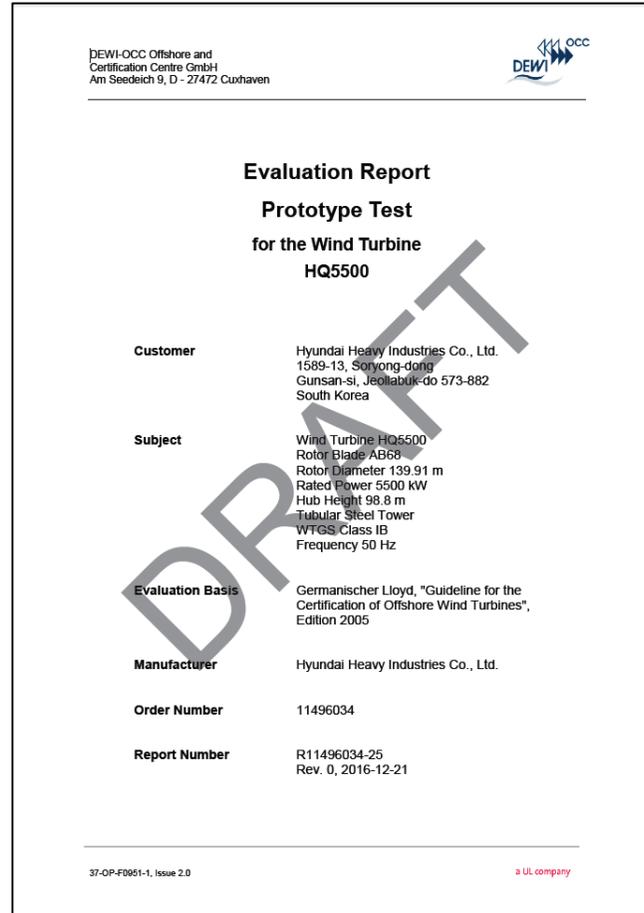
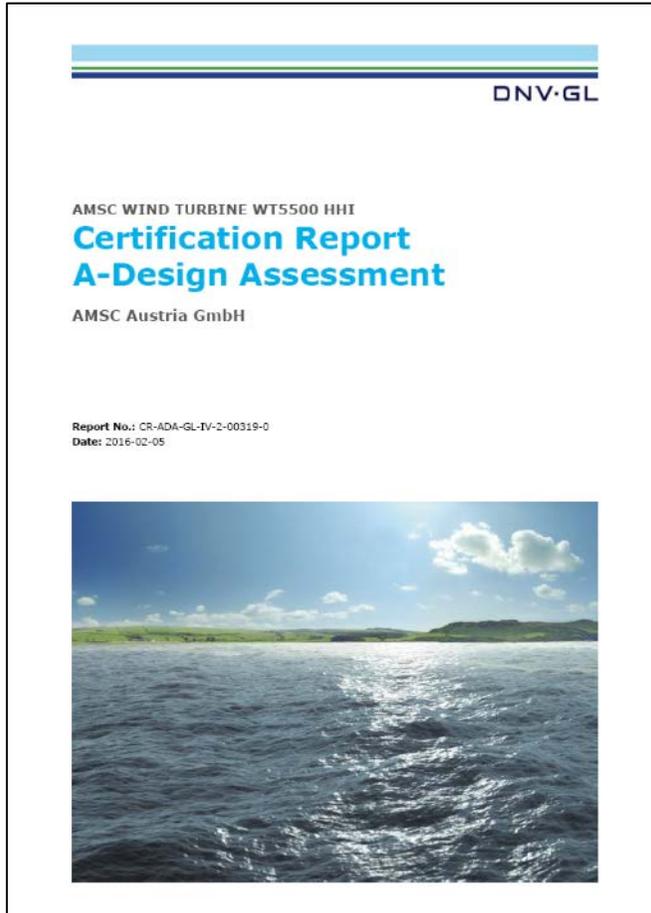
- 블레이드



- 운송길이(L x W x H) : 68.0m x 4.7m x 3.4m
- 중량: 28 ton/EA (총 3 EA)

WinDS5500/140 인증현황

'17.09 Prototype Certificate 취득 및 '18.12 Type Certificate 취득 예정



인증 현황 및 계획

[현황]

- GL 설계평가 (DNVGL)
 - 블레이드 정하중 시험 외 완료
- GL 형식시험 완료 (DEWI)

[개선]

- IEC 설계평가 (DEWI-OCC)
 - 신규 재수행
- IEC 형식시험 예정 (KIER)
- 프로토타입 인증 ('17.09) 취득
- 두산중 제조평가 포함 형식인증 취득 예정 ('18.12)

1. 국내외 풍력산업 동향
2. 두산중공업 풍력사업 소개
3. 풍력 터빈 요소 설계기술
4. WinDS3000/134 모델용 카본블레이드 개발
5. WinDS5500/140 개발현황
6. **탐라해상풍력발전단지 사례**



탐라해상풍력발전단지

국내 최초 100% 국산기술 활용 상업용 해상풍력발전단지 개발함



사업 개요

- 위치 : 제주도 한림읍 두모리 전면해상
- 발전용량 : 30MW (3MW x 10기)
- 해상풍력발전 설비 : WinDS3000/91 (TC 1_A)
- 건설기간 : '15.04 ~ '17.12
(두산중공업 EPC 일괄 수행)

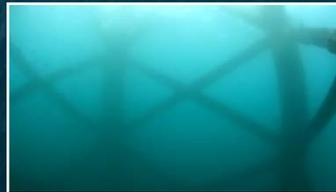
사업 경과

- '15.04 : 건설공사 착공
- '16.09 : 풍력발전기 발전개시
- '16.10 : 풍력발전기 설치 완료
- '17.09 : 종합 준공



기대 효과

- 풍력발전단지 관광자원화
- 소음관련 주민 우려사항 해소
- Jacket 구조물 인공어초 / 생태환경 형성



월정해상풍력 건설 완료
(2011.11)



운영 중 추적조사
(2015.09)

탐라해상풍력단지 주요 일정

'06년 8월 개발사업 승인 완료 후 '17년 9월 상업운전 개시까지 총 11년 소요

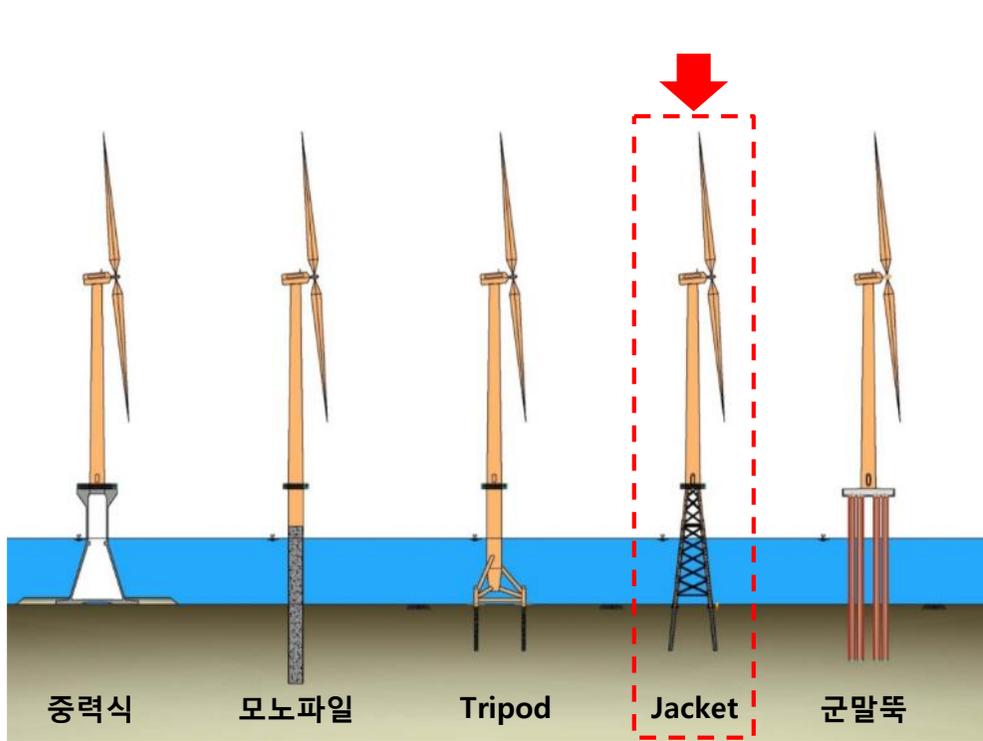
- '06.08 발전사업을 위한 개발사업 승인 (제주특별시)
- '10.08 기본 및 실시설계 착수
- '11.05 SPC(탐라해상풍력발전) 설립
- '11.09 사업구역 해양 및 경과지 조사
- ▲ '11.10 (제주)3MW 해상풍력 실증과제 준공
- '11.12 기자재 공급계약 (3MW x 10기)
- '12.05 EPC 일괄 도급계약
- '14.10 주민보상 합의
- '15.04 건설공사 착공
- '16.03 PF 금융약정 체결
- '16.09 최초 계통병입
- '17.09 종합준공 및 상업운전 개시



2017.11.17 탐라해상풍력단지 준공식 (주최: 산업통상자원부)

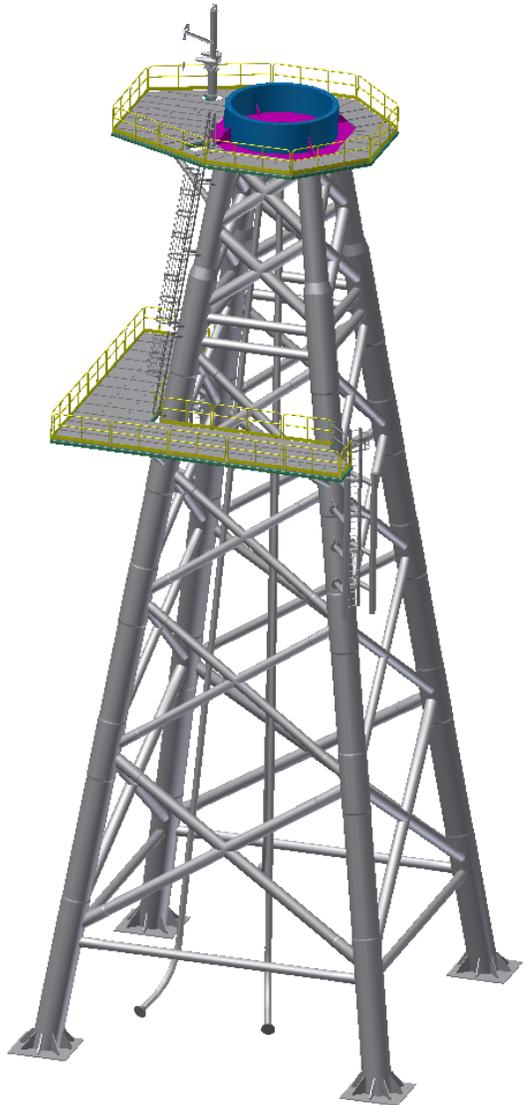
기초구조물 형식검토

제주도 현무암 지질 특성 및 국내 시공여건을 고려한 기초구조물 형식검토 결과 Jacket 구조물 시공 선정



	중력식	모노파일	Tripod	Jacket	군말뚝
수 심	○	◐	●	●	◐
제작성	◐	●	○	◐	●
시공성	○	◐	◐	●	●
장비조달	◐	○	○	●	●
시공실적	●	●	○	●	◐
경제성	●	◐	○	◐	○
적 용				●	

해상 자켓 구조물 제작 및 설치시공



풍력발전기 설치공사 (I)

1단 타워 인양



1단 타워 설치



2단 타워 설치



3단 타워 설치



나셀 인양



나셀 설치



풍력발전기 설치공사 (II)

허브 인양



허브 설치



블레이드 인양



No.1. 블레이드 설치



No.2 블레이드 설치



No.3 블레이드 설치

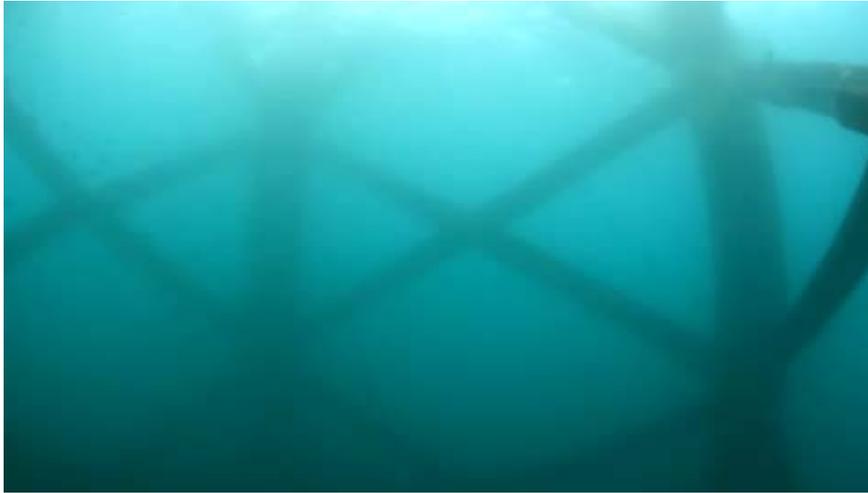


제주해상풍력단지 생태환경 추적조사

2011 November : Construction Completion

2 years later

2013 September : Maintenance Survey



4 years later

2015 October : Maintenance Survey



- The jacket structure is functioning as artificial reef
- New ecosystem has been created around the jacket structure
- Marine growth on the jacket surface is still under measurement



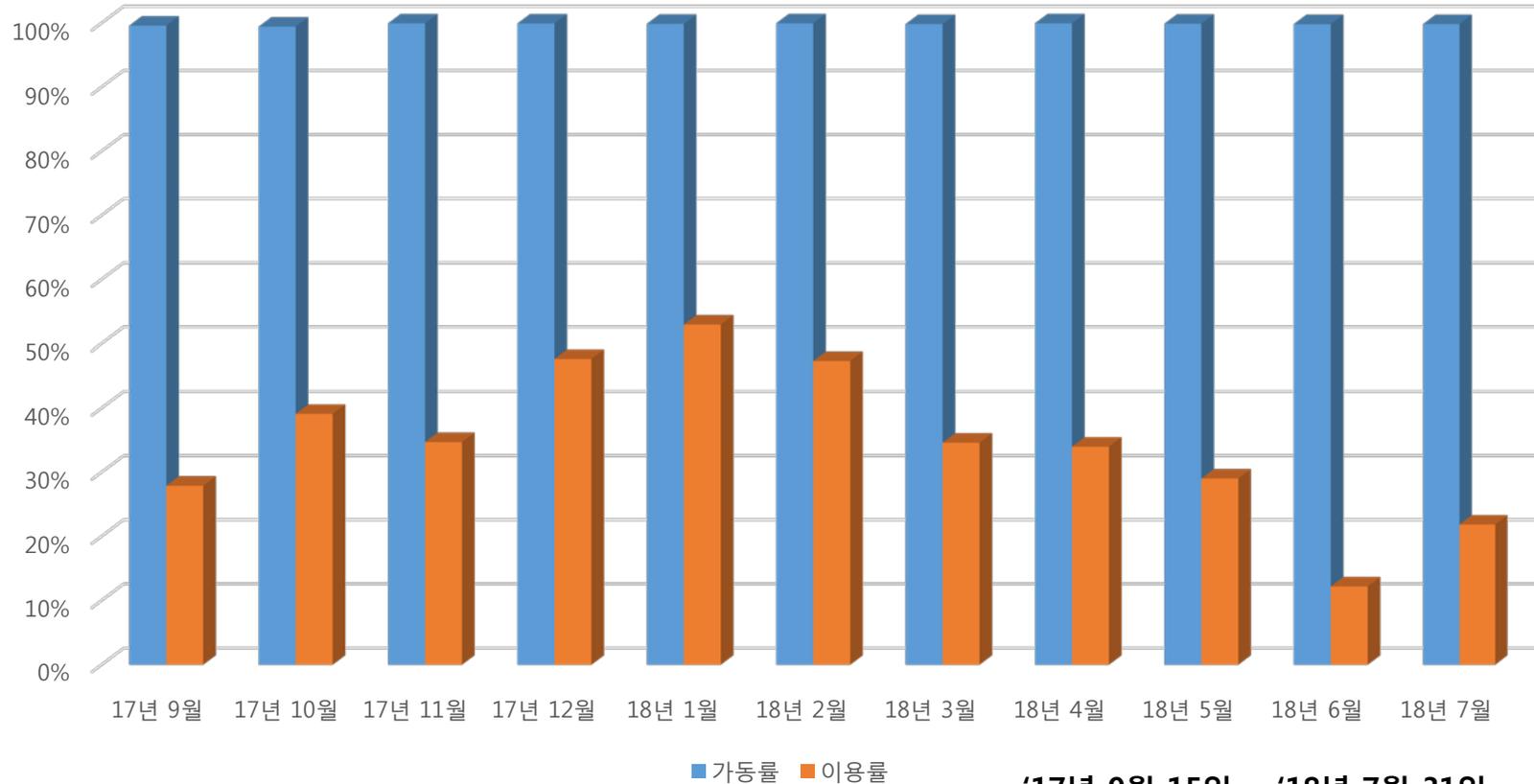
해양환경 생태변화

탐라해상풍력단지 주변 남방큰돌고래 출현으로 해양환경 생태변화 우려 불식



탐라해상풍력단지 주요 운영 실적

사업개발시 이용률(CF) 약 30% 예상하였으나, '18년 7월 약 34% 운영실적 확보



'17년 9월 15일 ~ '18년 7월 31일

- 누적 가동률 : 99.8%
- **누적 이용률 : 34.2%**
- 누적 발전량 : 80GWh

풍력발전단지와 지역 상생

사업초기 주민들의 우려가 제기되었으나, 건설 및 운영과정에서 주민들의 체험을 통해 수용성이 해결됨

- 사업초기 환경 등에 대한 주민들의 우려로 발전사업허가 이후 약 8년간 사업이 지체됨
- 준공 후 주민들의 우려와 달리 주민들에게 미치는 소음 등의 환경영향이 거의 없고,
- 해삼/소라 등 어획량 증가와 소득지원사업으로 주민수용성이 높음 (지역에서는 "우리발전소"라고 지칭)



발전소주변지역 특별지원금
소득지원사업으로 마을 펜션 건립

마을주도 리조트 운영을 통한 지속가능 수익 창출

두모리 마을주도 "두모리에 리조트" 운영 및 주변지역 관광자원 조성을 통해 마을 수익 창출



출처 : <두모리에 리조트> 홍보 naver 블로그

지구와 인류의 미래를 위해
어떤 기술이 필요할까요?

지금의 에너지를 만드는 자원은 영원할 수 없기에

그래서 누군가는 반드시 새로운 에너지를 찾아야 하기에

두산은 지구의 무한한 바람과 수소에서 인류의 에너지를 찾고 있습니다

이것은 인류가 영원히 쓸 수 있는 에너지를 만드는 기술

지금은 조금 낯선 에너지지만

미래엔 지구와 사람을 지켜줄 생명의 에너지입니다

두산은 지금
내일을 준비합니다



**Thanks for
your attention**

sang-il.lee@doosan.com



세계 최대 해상풍력발전기 2MW



세계 최대 수전 수소발전기 100MW

두산은 무한한 바람과 수소를 활용한
풍력 및 수소연료전지(FC)발전설비의
신재생 에너지 기술로 지구와 인류의
미래를 준비하고 있습니다