

2004. 12. 3. ~ 4. 인하대학교

2004 유체기계연구개발 발표회, 유체기계공업학회

발표순서

- 풍력발전 기술의 개요
- 국외 시장 현황 및 기술 동향
- 국내 시장 현황 및 기술 동향
- 선진 제작사의 사업추진 전략
- 결론

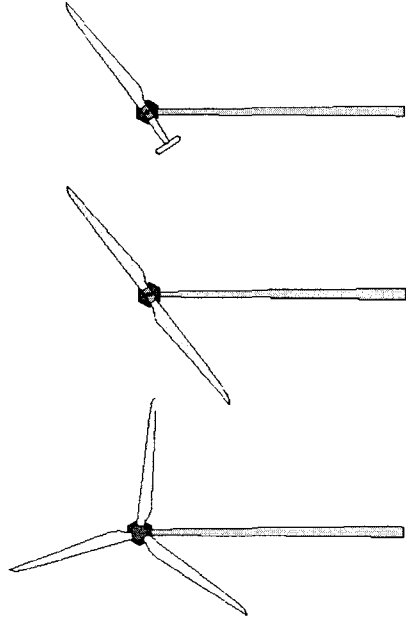
Si-Dock Oh

HYUNUNG CORPORATION

2004. 12. 3. ~ 4. 인하대학교

2004 유체기계연구개발 발표회, 유체기계공업학회

□ 풍력발전의 개념 (1)



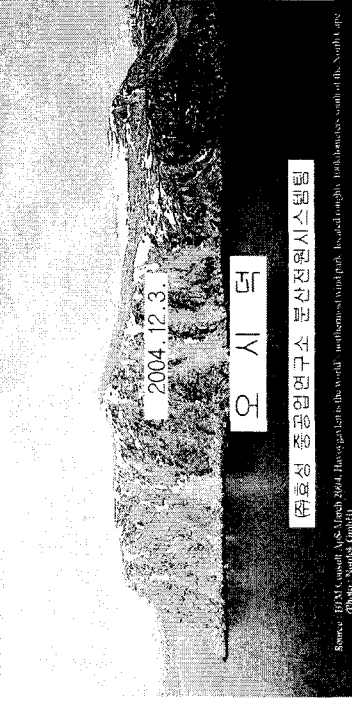
Si-Dock Oh

HYUNUNG CORPORATION

2004. 12. 3. ~ 4. 인하대학교

2004 유체기계연구개발 발표회, 유체기계공업학회

풍력발전 기술 동향 및 전망



2004. 12. 3.

오 시 덕

원흥성 중공업연구소 풍산전원시스템팀

HYUNUNG CORPORATION

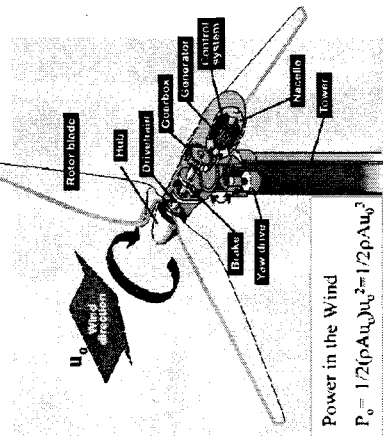
Si-Dock Oh

2004. 12. 3. ~ 4. 인하대학교

2004 유체기계연구개발 발표회, 유체기계공업학회

□ 풍력발전 기술의 개요

□ 풍력발전이란?

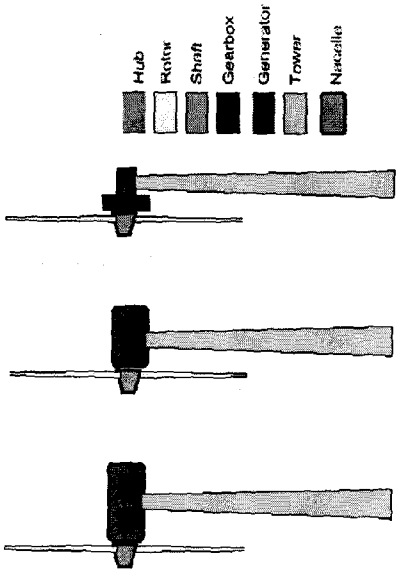


Power in the Wind
 $P_0 = 1/2(\rho A u_0^3) = 1/2 \rho A u_0^3$

Si-Dock Oh

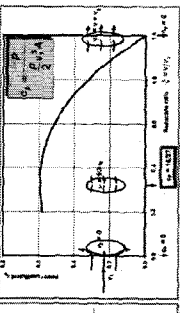
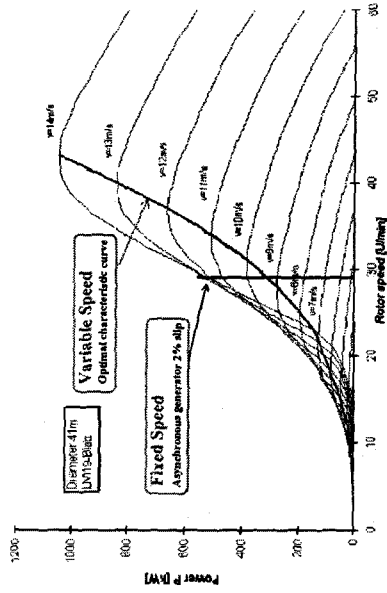
HYUNUNG CORPORATION

□ 풍력발전의 개념 (2)



□ 풍력발전의 개념 (3)

Power-Rotor speed characteristic field of a three blade rotor

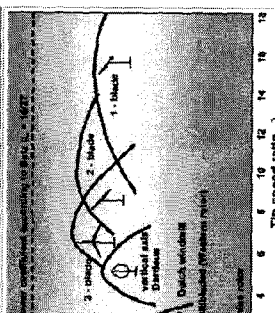


✓ Betz' Law

$$P_p = \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot (V_1 + V_2) \cdot (V_1^2 - V_2^2)$$

$$P_p = \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot V_1^3 \cdot \left[1 - \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^3 \right]$$

$$P_{max} = \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot V_1^3 \cdot 0.59 \text{ at } \frac{V_2}{V_1} = 1/3$$



Cp-λ-Diagram

$\lambda = \frac{\omega \cdot R}{V_1}$

λ = tip speed ratio

R = rotor radius

V_1 = undisturbed wind speed

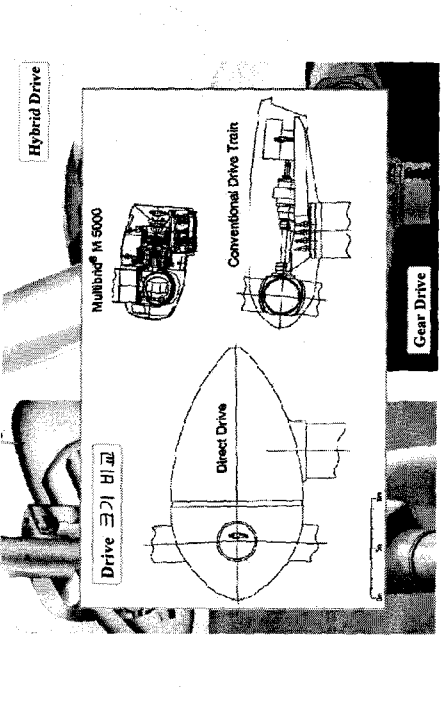
$C_p = \frac{P_{rot}}{\frac{1}{2} \rho V_1^3 A_{rot}}$

C_p = rotor power coefficient

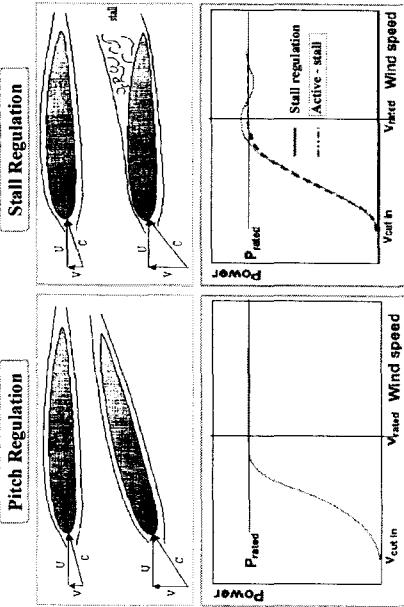
P_{rot} = mechanical rotor power output

ρ = air density

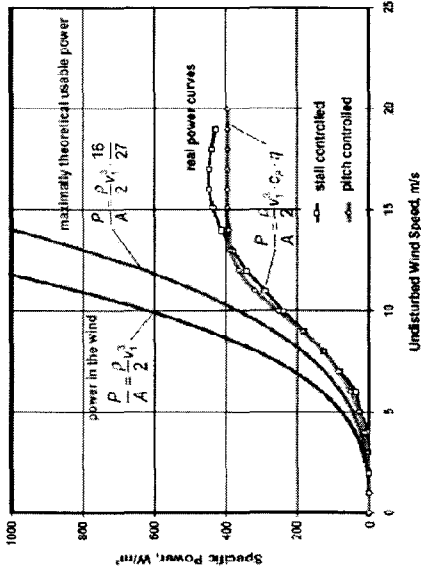
A_{rot} = rotor area



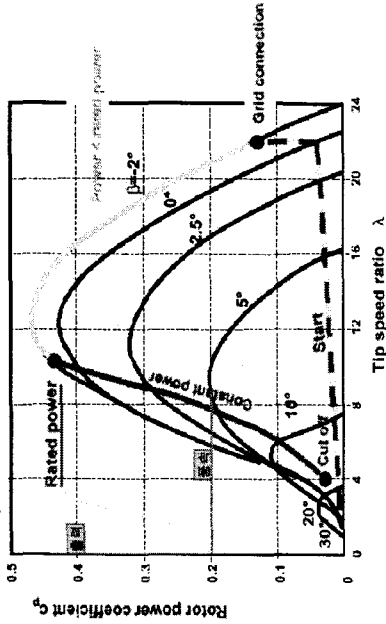
□ 풍력발전의 개념(4)



□ 풍력발전의 출력 곡선

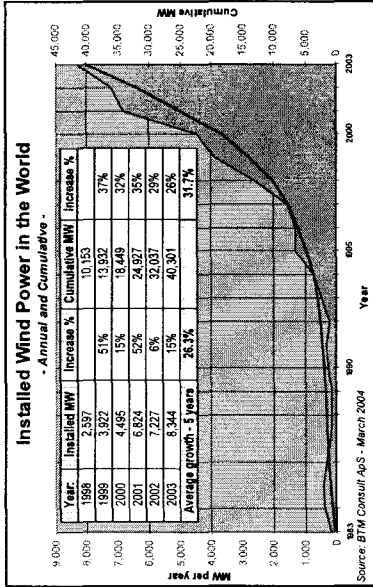


□ C_p-λ-Diagram of a pitch controlled WT



□ 풍력발전 시장 현황

□ 풍력발전 도입 현황



□ 선도 10개국 도입 현황

Country	2001		2002		2003		Share %	Cum. Share %
	MW	Share %	MW	Share %	MW	Share %		
Germany	8,734	11.968	14,612	36.3%	14,612	36.3%	36%	
Spain	3,550	5.043	6,420	15.9%	6,420	15.9%	52%	
USA	4,245	4.674	6,361	15.8%	6,361	15.8%	68%	
Denmark	2,456	2.880	3,076	7.6%	3,076	7.6%	76%	
India	1,456	1.702	2,125	5.3%	2,125	5.3%	81%	
Netherlands	523	727	933	2.3%	933	2.3%	83%	
Italy	700	806	922	2.3%	922	2.3%	85%	
Japan	357	466	761	1.9%	761	1.9%	87%	
UK	525	570	759	1.9%	759	1.9%	89%	
P.R. China	406	473	571	1.4%	571	1.4%	91%	
Total	22,952	29,329	36,545		36,545			
Percent of World	92.1%	91.5%	90.7%		90.7%			

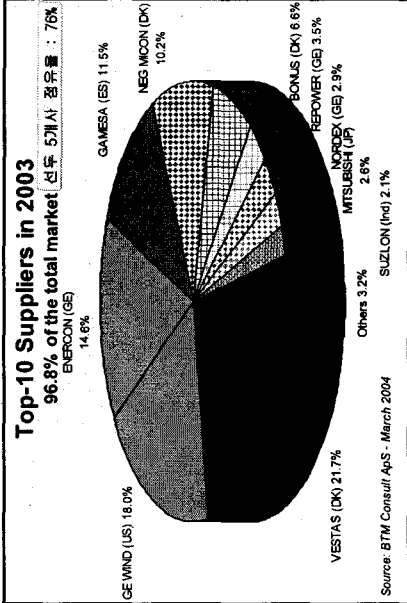
Source: BTM Consult ApS - March 2004

□ 선도 10개 제작사 추이

구분	1998		1999		2000		2001		2002		2003	
	MW	Share %	MW	Share %	MW	Share %	MW	Share %	MW	Share %	MW	Share %
선두 10개사	2,597	91.4(8)	3,922	92.1(7)	4,495	91.5(7)	6,824	90.7(7)	7,227	90.7(7)	8,344	90.7(7)
기타	205	7.4(1)	327	7.5(1)	400	8.5(1)	721	9.3(1)	727	9.3(1)	900	9.3(1)
총계	2,802	100	4,249	100	4,895	100	7,545	100	7,954	100	9,244	100
선두 10개사	2,597	91.4(8)	3,922	92.1(7)	4,495	91.5(7)	6,824	90.7(7)	7,227	90.7(7)	8,344	90.7(7)
기타	205	7.4(1)	327	7.5(1)	400	8.5(1)	721	9.3(1)	727	9.3(1)	900	9.3(1)
총계	2,802	100	4,249	100	4,895	100	7,545	100	7,954	100	9,244	100

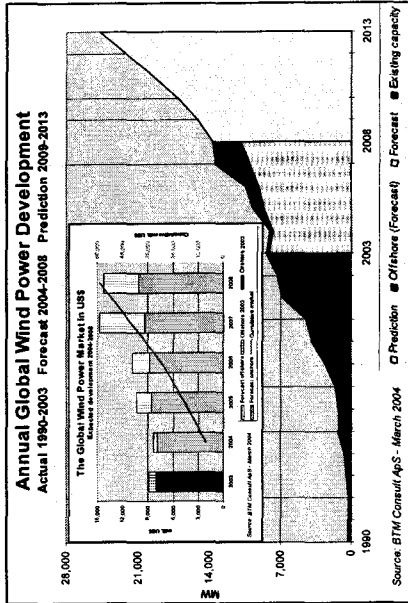
Source: BTM Consult ApS - March 2004

□ 선도 10개사 현황



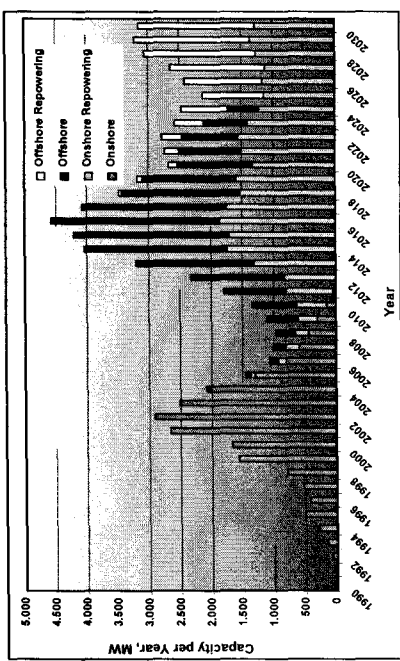
Source: BTM Consult ApS - March 2004

□ 풍력발전 시장 전망



Source: BTM Consult ApS - March 2004

□ 독일의 풍력발전 시장 전망



Source: Thorsten Herdian, Managing Director VDMA - Power Systems, Trend in Windenergy
 HYUNJUNG CORPORATION
 Si-Dock Oh

□ 풍력발전 기술동향

□ 도입 단위 용량 추이

Year	China	Denmark	Germany	India	Spain	Sweden	UK	USA
1999	610	750	919	283	889	775	617	720
2000	600	831	1,101	401	648	802	795	686
2001	661	850	1,281	441	721	1,000	941	808
2002	709	1,443	1,397	553	845	1,112	843	893
2003	726	1,988	1,850	729	872	876	1,773	1,374

Source: BTM Consult ApS - March 2004

□ 용량별 시장 점유율

Product (Size range)	Units	MW	kW/unit	Share
0-749KW	948	565	585	6.9%
750-999KW	2,001	1,825	812	20.2%
1000-1500KW	2,084	2,875	1,380	35.7%
1501-2500KW	1,539	2,931	1,905	36.4%
2501 and up	24	75	3,142	0.9%
Total	6,596	8,062	1,222	100.0%

Source: BTM Consult ApS - March 2004

HYUNJUNG CORPORATION
 Si-Dock Oh

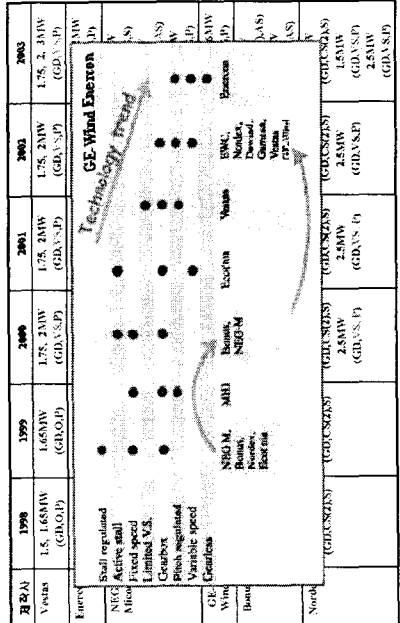
□ MW급 풍력발전 기술 상용화 현황

Technical Specs	Capacity (MW)	Height (m)	Pitch System	Control System
Bonus 2M	2000	70-77	Active Stall (C)	2-speed CombisStall
Bonus 3.1M	3100	82.4	Pitch (V)	IGBT-Inverter
Danwind 2M	1750	80	Pitch (V)	IGBT-Inverter
Ecostratus 1.67 MW	1670	74	Pitch (V)	IGBT-Inverter
Envision 1.66, 1.5 MW	1500	66	Pitch (V)	Multipole generator
Envision 1.66, 1.8 MW	1800	70	Pitch (V)	Multipole generator
Envision 1.66, 2.0 MW	2000	70	Pitch (V)	Multipole generator
Falldinger MID77	1500	77	Pitch (V)	
NEG Micon NM 1.5/0.6C	1500	64	Stall (C)	
NEG Micon NM 2000	2000	72	Active Stall (C)	
NEG Micon NM 2750	2750	92	Pitch (V)	
Nordex N60/N62	1300	60/62	Stall (C)	
Nordex S77	1500	77	Pitch (V)	
Nordex 2.5 MW	2500	80	Pitch (V)	
REPOWER MM70	2000	70	Pitch (V)	
REPOWER MM82	2000	82	Pitch (V)	
GE Wind 1.5	1500	65-70.3	Pitch (V)	IGBT-Inverter
GE Wind 3.2	3200	104	Pitch (V)	IGBT-Inverter
GE Wind 3.6	3600	104	Pitch (V)	IGBT-Inverter
Vestas V26	2600	80	Pitch (V)	Variable Frequency Control System
Vestas V30	3000	80	Pitch (V)	Variable Frequency Control System
Vestas V33	3300	90	Pitch (V)	Variable Frequency Control System

Source: BTM Consult ApS - March 2004

The new generation of multi-MW turbines is already under test as prototypes in 2004. These are PLEIDERER 5MW multibrid concept, Repower 5MW, NEG MICON 4.2MW and ENERCON 4.5MW
 HYUNJUNG CORPORATION
 Si-Dock Oh

□ MW급 상용 풍력의 기술조합 추이



Source: 韓國풍 산업고교서, "풍력발전기술 현황"
 HYUNJUNG CORPORATION
 Si-Dock Oh

□ 해상 풍력 단지 현황

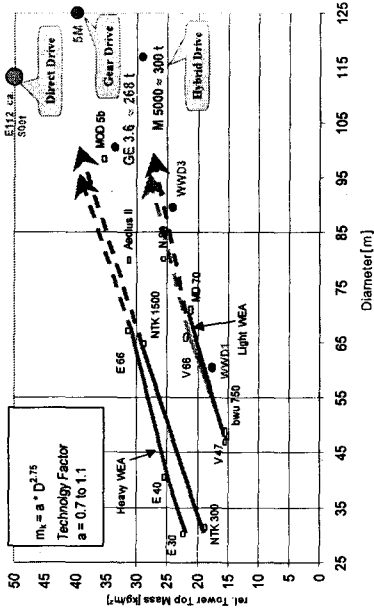
Country	Capacity (MW)	WTG #	Type of foundations	Construction
Vindby (DK)	4.95	11 x 450 kW	Concrete caisson	1981
Lely (NL)	2.0	4 x 500 kW	Driven monopile	1984
Tuna Knob (DK)	5.0	10 x 500 kW	Concrete caisson	1985
Dronning Isineer (NL)	16.8	28 x 600 kW	Driven Monopile	1986
Becksjygen (S)	2.75	5 x 550 kW	Drilled Monopile	1987
Ungunden (S)	19.5	7 x 1.5 MW	Driven Monopile	2000
Blyth (UK)	4.0	2 x 2 MW	Drilled Monopile	2000
Middelgrunden (DK)	40.0	20 x 2 MW	Concrete caisson	2001
Vina Steingund (S)	160.0	80 x 2 MW	Drilled Monopile	2001
Horns Rev (DK)	23.0	10 x 2.3 MW	Driven Monopile	2002
Palluaun Flak (DK)	165.6	72 x 2.3 MW	Driven Monopile	2002
Avonow Bank Phase 1 (IRL)	25.2	7 x 3.6 MW	Concrete caisson	2003
North Hoyle (UK)	60.0	30 x 2 MW	Driven Monopile	2003

Source: BTK Consult ABS - March 2004



Horns Rev(DK)

□ 대형화에 따른 타워 상부 무게 추이



Source : G. Bihmeke, WINWIND OY, Development and operating experience of the WEC Winwind WWD-1

□ 정부의 기술개발 및 보급 계획

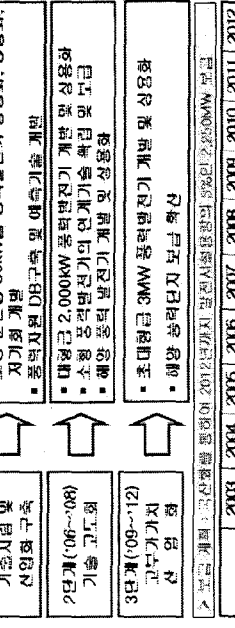
Year	Target
1년 계획 (05)	기초시험 및 산업화 구축
2년 계획 (06~08)	기술 고도화
3년 계획 (09~12)	고부가가치 산업 육성

□ 정부의 기술개발 및 보급 계획

- 기술개발 : 1) 시험, 실용화 시험, 보급 계획 수립
- 1년 계획 : 750kW, 2.0MW(08) → 3,000kW(12)
- 2년 계획 : 12,000kW(현재) → 600~7000kW(12)
- 3년 계획 : 10cent/kWh(현재) → 3~4cent/kWh(12)

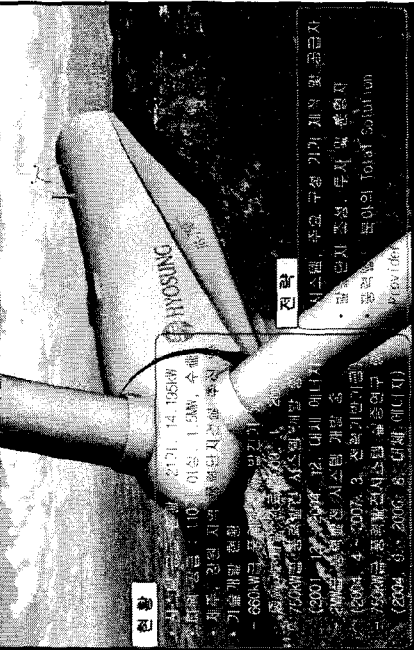
□ 국내 시장 현황

- 현재 가장 중점인 풍력발전 시설 용량은 29기, 22,695kW임
- 현재 공사 중 또는 발주 완료된 시설 용량은 35기, 53,350kW임
- 가장 중점인 최대 단위기기 용량 : 1,500kW급, 남부발전(4기, 6,000kW)
- 가장 중점인 최대 단위기기 용량 : 2,000kW급, 코메지(4기, 8,000kW)
- 발주 중인 최대 발전 단지 : 영덕풍력발전, 39,600kW(24기, 1,650kW)



Source : 한국에너지공단

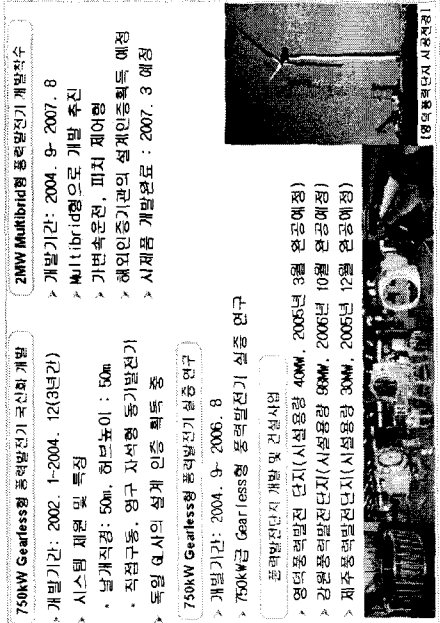
□ 풍력발전 기술개발 및 사업추진 현황



현황
 1. 14.1.156kW
 2. 1.5MW 수백
 3. 100kW 이상
 4. 1.5MW 수백
 5. 100kW 이상
 6. 1.5MW 수백
 7. 100kW 이상

진략
 1. 1.5MW 수백
 2. 100kW 이상
 3. 1.5MW 수백
 4. 100kW 이상
 5. 1.5MW 수백
 6. 100kW 이상
 7. 1.5MW 수백

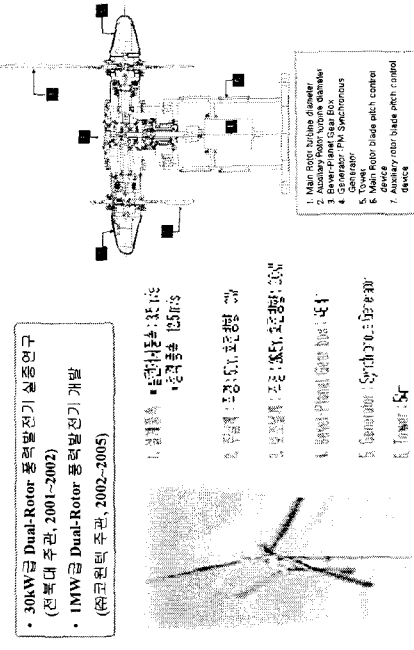
□ 유니콘의 기술개발 및 사업추진 현황



750kW Gearless형 풍력발전기 국산의 개발
 > 개발기간: 2002. 1~2004. 12(3년간)
 > 시스템 제원 및 특징
 • 날개직경: 50m, 허브높이: 50m
 • 직립구동, 영구 자석형 동기발전기
 • 독일 Q사의 설계 인증 획득 중

750kW Gearless형 풍력발전기 실증연구
 > 개발기간: 2004. 9~ 2006. 8
 > 750kW급 Gearless형 풍력발전기 실증 연구
 • 풍력발전단지 개발 및 건설사업
 • 영덕풍력발전 단지(시설용량 40MW, 2005년 3월 준공예정)
 • 강원풍력발전단지(시설용량 98MW, 2006년 10월 준공예정)
 • 제주풍력발전단지(시설용량 30MW, 2005년 12월 준공예정)

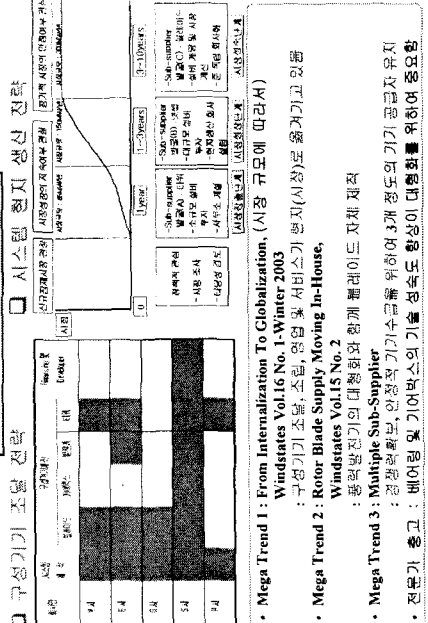
□ (주)코넥트 기술개발 현황



30kW급 Dual-Rotor 풍력발전기 실증연구 (전북대 주관, 2001-2002)
1MW급 Dual-Rotor 풍력발전기 개발 (주)코넥트 주관, 2002-2005)

1. 발전용량 : 30kW, 100kW, 300kW, 500kW, 1000kW, 1500kW
2. 발전용량 : 30kW, 100kW, 300kW, 500kW, 1000kW, 1500kW
3. 발전용량 : 30kW, 100kW, 300kW, 500kW, 1000kW, 1500kW
4. 발전용량 : 30kW, 100kW, 300kW, 500kW, 1000kW, 1500kW
5. 발전용량 : 30kW, 100kW, 300kW, 500kW, 1000kW, 1500kW
6. 발전용량 : 30kW, 100kW, 300kW, 500kW, 1000kW, 1500kW
7. 발전용량 : 30kW, 100kW, 300kW, 500kW, 1000kW, 1500kW

□ 시스템 총지 생산 전략



구성기기 조달 전략
 • 구성기기 조달, 소팅, 용접 및 서브스기 설치(시장)로 옮겨가고 있음
 • Windstates Vol.15 No. 2
 • 풍력발전기의 대형화와 함께 블레이드 자체 제작
 • Mega Trend 3 : Multiple Sub-Supplier
 • 경쟁력 확보, 인공적 가격수급을 위하여 3개 정도의 기기 공급자 유지
 • 전문가 총고 : 배어링 및 기타박스 기술 성능도 향상이 대형화를 위하여 중요함

결론

시장 현황

- 풍력발전은 독일, 스페인, 미국 및 덴마크 4개국이 선도하고 있으며(점유율 : 76%)
- 대수시장 규모가 작음(전화 또는 미성숙) 지역의 제작사, 신규도 시장에 진입하기 어려운 제작사들의 해외 시장 진출이 두드러짐
- 선진 제작사의 시장 지배력이 커져 신규 제작사의 시장 진입이 어려움
- 선도 10개사의 시장 지배력도 계속 증가하고 있음(98년 : 91.4% → '03년 94.7%)
- 선도 5개사의 시장 지배력은 더욱 증가하고 있음(98년 : 68% → '03년 : 76%)
- 덴마크의 시장 지배력이 감소하고 있으나 지배력 강화('99년 : 54% → '03년 : 38%)
- 시장은 지속적으로 성장하며, 2000년대 중반 이후 해상풍이 급격하게 증가될 전망이다
- 2000년대 중반 이후 육상용 Repowering 시장이 급격히 성장할 것으로 전망됨

기술 현황

- 육상용의 경우 Gear Drive와 Direct Drive가 경쟁하고 있으나 GD가 주류 (80% 이상)
- 용량은 1.5-2.5MW, 기술은 Gear Drive, Variable Speed, Pitch Regulation 이 주류임
- 해상용의 경우 3-6MW, Gear Drive, Direct Drive, Hybrid Drive가 경쟁할 전망임
- Hybrid Drive는 단단 증속기와 다극 영구자석 발전기가 탑재된 Gear Drive의 유형
- Globalization, 플레이드의 자체 제작, 위험 분산을 위한 Sub-supplier의 복수화 추진
- 대용화에 대한 학습에 근거한 전문기 용기(Windstates Vol.16 No. 1-Winter 2003)
- 분야별 및 기업별 수준의 성장도 향상이 예상되며, 풍속 측정기(NEG-Micon)의 사용

선진 제작사의 사업 추진 전략(사례)

ABB

- Step 1 : 발전기, 제어기 공급자 (시장 점유율 : 1위)
- Step 2 : 시스템 개발 (2000년 발표)

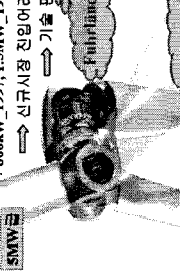


Windformer
Wind power goes large-scale

- Step 3 : 시스템 개발 및 공급 포기 (2002년 공식 발표)
- 발전기 및 제어기에 주력 (DF, PM 및 제어기)

Pfisterer

- Step 1 : 터빈 공급 (시장 점유율 하락)
- Step 2 : 시스템 공급 준비(On Shore)



- Step 3 : 특허권 인수(On Shore)
- Step 4 : 상용화 개발 및 실증 준비
- aerodyn으로 부터 2.5MW 이상 특허권 인수
- aerodyn과 상용화에 관한 기술개발 협력
- Rank, Alstom, Euro, Windtec, Universities

Wind Farm in Jeju Island

