

하늘공원 풍력발전기 개선 및 정비공사 설계용역

목 차

1. 용역 개요
2. 하늘공원 풍력발전기(1~5호기) 개별 가동실태
(기계, 전기, 통신분야)
3. 하늘공원 풍력발전 시스템 개선 방안
4. 하늘공원 풍력발전 시스템 정비 방안
5. 하늘공원 신재생 에너지 설비 홍보대책
6. 하늘공원 풍력발전기 개선 및 정비에 따른
시설계획 및 실시 설계
7. 결 론
8. 소형풍력발전에 관하여

1. 용역 개요

1-1 용역 개요

1-2 20kW 풍력발전기 구성도

가. 풍력발전기 사진

나. 20kW 풍력발전기 구성

다. 20kW 풍력발전기 기본사양

라. 각종 기어의 종류에 관한 설명

마. 하이포이드 기어의 사진설명

1-1. 용역 개요

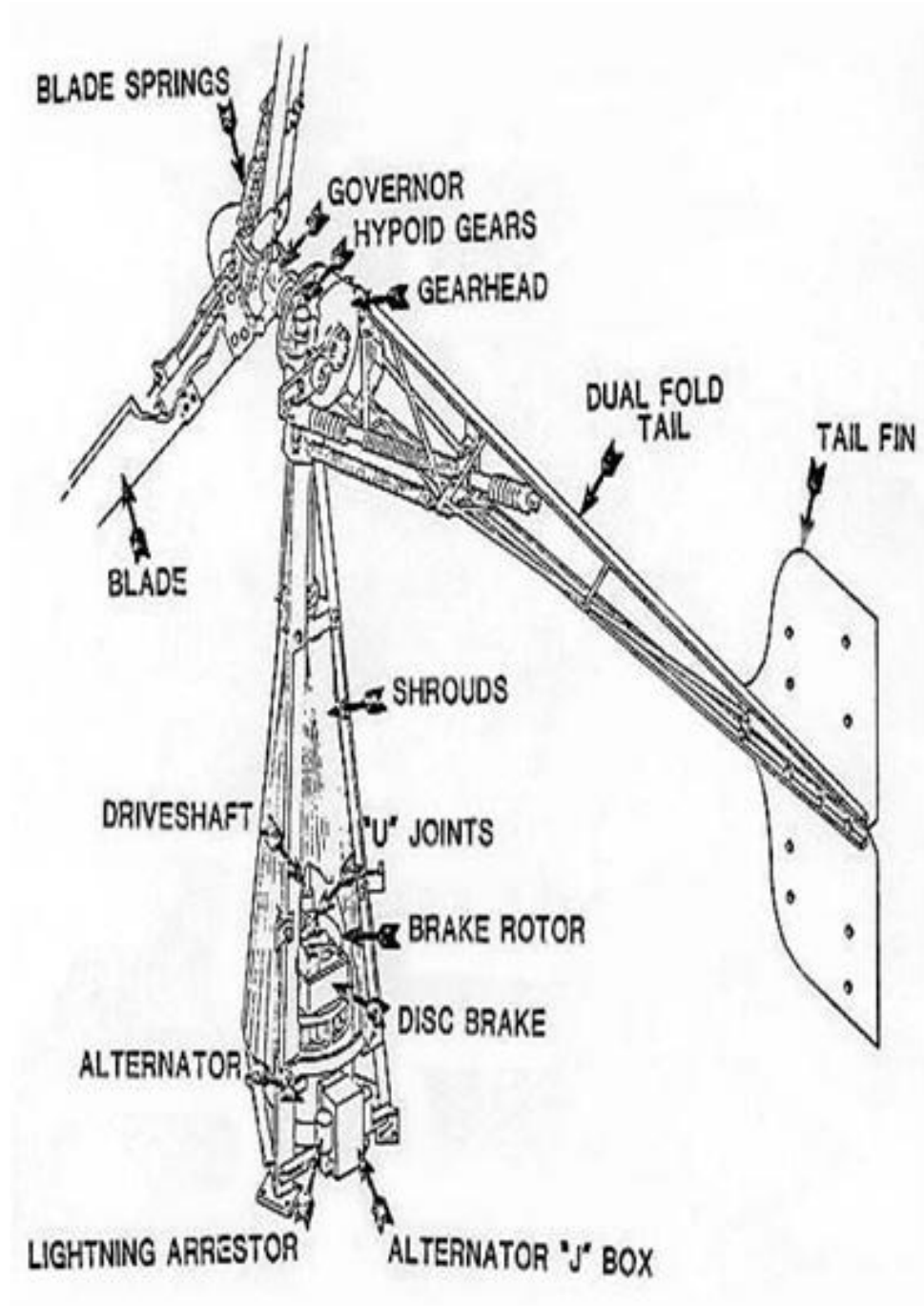
- ◎ 용역명 : 하늘공원 풍력발전기 개선공사 설계용역
- ◎ 용역기간 : 2008. 12. 15. ~ 2009. 1. 12.
- ◎ 용역수행업체 : 대현설계감리사무소
- ◎ 시설 개요 :
 1. 20kW 풍력발전기 5기
 2. 20kW 계통연계인버터 5기
 3. 모니터링 시스템
- ◎ 참여기술자
발송배전 기술사 : 신 만 철

1-2. 20kW 풍력발전기 구성도

가. 풍력발전기



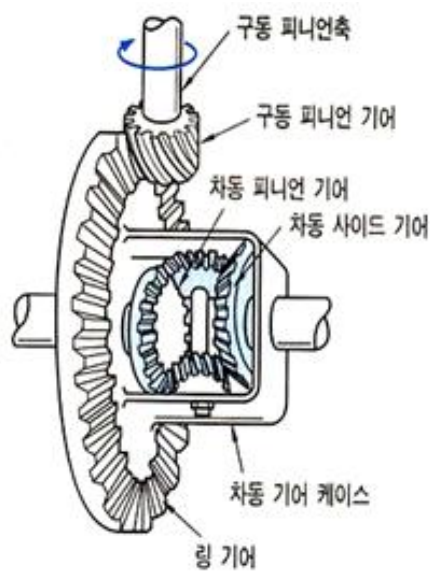
나. 20KW 풍력발전기 구성



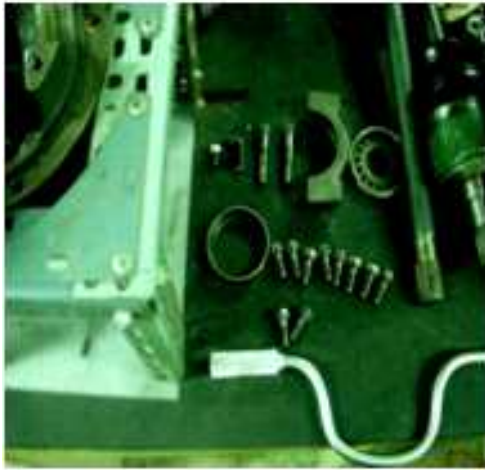
다. 20kW 풍력발전기 기본사양

공급자		기존시설	계통연계 인버터 개선공사
원제작자		WTIC (미국)	
제안모델 및 전격용량		Model 29-20 / 20kW	
설계 풍속 (m/s)	시동풍속 / 정격풍속	3.5 / 11.6	
	중단풍속	None	
	최대 내풍속	54.0	
날개 개수 및 직경(m)		3개 / 8.8	
발전기		Brushless 3상 동기 발전기	
연간 발전량(kW/h)		32,000	
속도제어		Auto-furling	
계통연계 인버터		Synchronous-current source line commutated	
수량		5 Sets	
발전기 출력전압 및 주파수		0~180V, 3Phase, 0~40Hz	
컨트롤러 입력전압			0~180V, 3Phase, 0~40Hz
계통연계 인버터 입력전압		A/C 0~180V, 3Phase, 0~40Hz	D/C 0~180V, 3Phase, 0~40Hz
계통연계 인버터 출력전압		A/C 240V, 3Phase, 60Hz	A/C 380V, 3Phase, 60Hz
Transformer 입력전압		A/C 240V, 3Phase, 60Hz	제외
Transformer 출력전압		A/C 380V, 3Phase, 4Wire 60Hz	제외

라. 각종 기어의 종류



마. 하이포이드 기어



2. 하늘공원 풍력발전기(1~5호기) 개별 가동실태
(기계, 전기, 통신분야)

2-1 풍력발전기 인버터 시스템 분야

가. 현 상태 (외부)

나. 현 상태 (내부)

다. 점검 현황

2-2 풍력발전기 모니터링 시스템 분야

2-3 풍력발전기 기계요소

(기어박스, 샤프트, 블레이드 등) 분야

2-1 풍력발전기 인버터 시스템 분야

가. 현 상태 (외부)



1호기 계통연계인버터



2호기 계통연계인버터



5호기 계통연계인버터



3호기 계통연계인버터

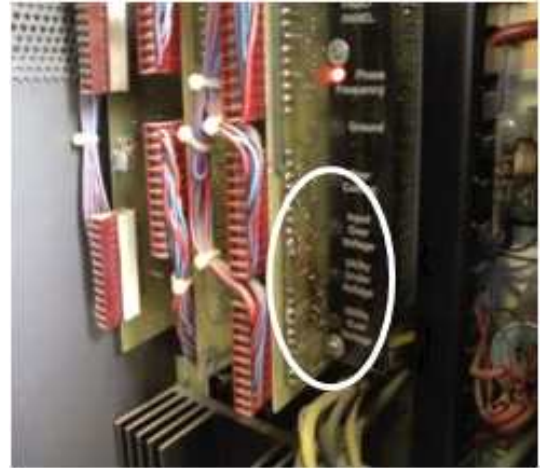


4호기 계통연계인버터

나. 현 상태 (내부)

현 상태 인버터(1호기에서 5호기 동일)

회로기판과 SCR소자의
손상으로 인하여 작동 불능



현 상태 인버터 (1호기, 2호기)

회로기판 손상으로 인하여
SCR소자에도 심각한 문제가
발생 한 것으로 추정.



현 상태 인버터 (1호기, 2호기)

인버터의 주파수가 현팅하여
상용전원과 연결 상태가 불량

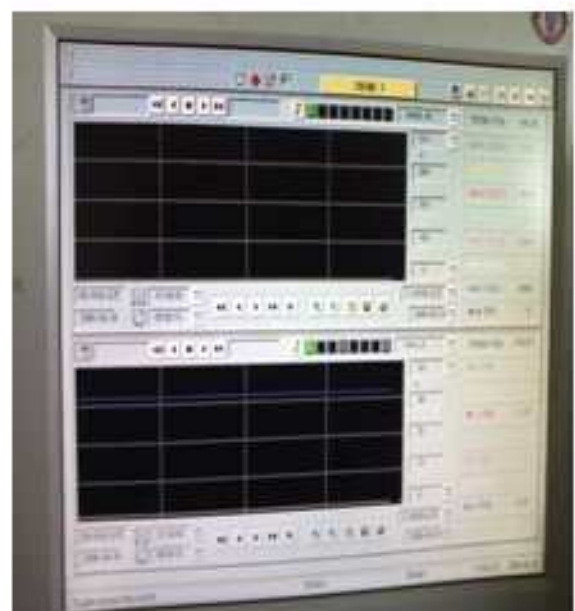
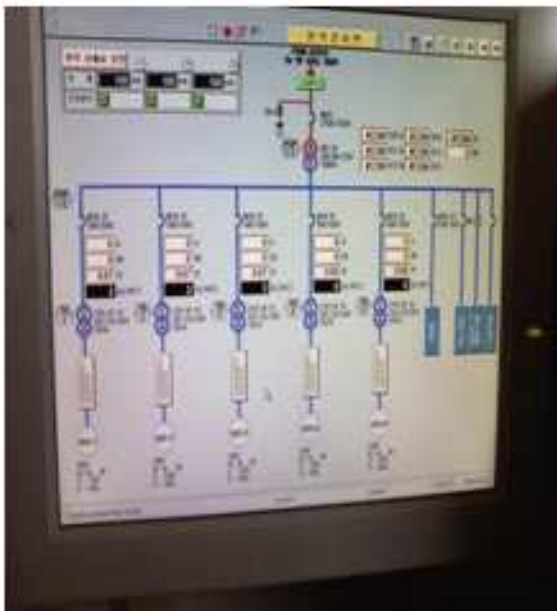


다. 점검 의견

- 1) 3호기, 4호기, 5호 기는 계통연계 인버터 고장으로 인하여 가동이 정지 되어 있음.
- 2) 1호기, 2호기는 가동 중이었으나 상당한 소음이 발생하는 것으로 보아 시스템자체에 심각한 문제점이 있는 것으로 사료 됨.
- 3) 모든 시스템의 회로기판에서 저항 소자의 과열로 인하여 회로기판이 손상된 걸 시안으로 확인 할 수 있었음.
- 4) 3호기, 4호기, 5호기의 계통연계인버터는 회로기판 및 SCR의 손상으로 인하여 작동이 불가능 한 상태임..
- 5) 4호기는 계통연계인버터에서 발생하는 주파수가 일정하기 않아 상용전원과의 연계가 불안전하여 가동하지 못하고 있음.
- 6) 1호기, 2호기에서 3kW의 적은 발전에도 상당한 소음이 발생
(원인 : 풍력발전기상에서의 전기는 3상(선)으로 발전되며, 발전된 3상에 SCR이란 소자 연결 되어있으며, 이에 3상에 연결되어 있는 SCR중 1개 이상의 SCR이 손상되면 상 밸런스가 맞지 않아서 소음이 발생 하게 되고, 전기 발전량도 현저하게 감소한다. 따라서, 3호기, 4호기, 5호기와 같은 현상을 초래 하여, 사용 할 수 없는 상황에 이르기에는 시간 문제임.)

2-2 풍력발전기 모니터링 시스템 분야

모니터링 프로그램 손상으로 인하여 기능 저하



모니터링 시스템

1. 모니터링의 프로그램 프로토콜 문제로 인하여 컨트롤이 안되고 있음.
2. 모니터링의 내용을 전송하는 RS변환기에 펄스(신호) 불량으로 인하여 프로그램 이 정상적으로 작동이 안 되고 있다.

2-3 풍력발전기 기계요소(기어박스, 샤프트, 블레이드 등) 분야

가. 풍력발전기 1호기, 5호기 소음

원인 : 풍력발전기는 풍속이 11.17m/s 이상이 되면 러셀과 날개부분이 뒤로 젖혀져서 날개축의 회전을 감소하게 된다. Blade Springs은 날개 축의 중간부분과 날개 와 연결되어있는 Springs으로 이때 Blade Springs이 늘어나서 Springs의 장력을 지니게 되며 풍속이 낮아지면 Springs은 원상태의 복원력을 갖게되며, 풍력발전기 날개가 뒤로 젖혀 졌다 날개가 원상태로 복원하는 기능을 보완하는 부품으로 이러한 현상에 계속 되면 Springs의 길이가 늘어난다. Springs이 늘어나면 정기적으로 점검 할 때 Springs의 장력이 늘어 난만큼 볼트를 조여주어야 한다. 이러한 정비를 시행하지 않으면 Blade Springs 의 기능을 상실하게 된다. 또한 늘어난 Blade Springs 은 날개가 회전 시 탄성에 의해서 다른 부분과 마찰이 발생하여 소음 및 마찰 부분의 기기 손상을 가져온다.

나. 풍력발전기 2호기는 Disc Brake 손상으로 인하여 Blade 정지기능 상실

원인 : 풍력발전기의 날개를 임의로 정지시킬 때에는 풍력발전기 타워 아래 부분에 설치 되어 있는 와이어를 릴에 감아 줌으로서 Disc Brake와 Brake 페드와의 마찰에 의해서 풍력발전기의 날개가 정지된다. 이에 장기간 사용시에는 와이어가 외부에 노출이 되어 있어 고장의 원인이 될 수 있으며, Brake 페드는 소모품이며, 정기적으로 점검 할 때 상태를 면밀히 파악해서 교체하여야 하며, 다른 여러 가지 원인으로 인하여 정지기능이 상실 될 수 있다.

다. 풍력발전기 3호기, 4호기, 5호기의 공 회전

원인 : 3호기, 4호기, 5호기의 계통연계 인버터 고장으로 인하여 공전 한다.

(풍력발전기의 공 회전은 매우 위험한 상황을 초래할 수 있다)

- 1) 풍력발전기는 날개축의 회전으로 인한 기계적 에너지를 발전기를 돌려서 전기에너지로 변환하는 발전방식이다.
- 2) 기계적 에너지에서 전기에너지로 변환하는 과정에서 날개의 속도는 일정한 회전을 가지게 된다. 현 설치된 풍력발전기는 풍속이 11.17m/s 이상이 되면 러셀 과 날개부분이 뒤로 젖혀져서 날개축의 회전을 감소하게 되며, 풍속이 17.8m/s 이상이면 하이포이드기어가 자동으로 작동되어 날개의 회전을 감속시킨다.
- 3) 이에 풍력발전기 4호기, 5호기 상태의 공 회전 (기계적 에너지만 가지고 회전)을 계속 한다면 바람이 부는 데로 날개가 회전 할 수밖에 없는 상태이기 때문에, 이때에는 날개의 손상뿐만 아니라 기계적인 부분도 엄청난 손상 및 재난을 초래 할 수 있다.

라. 전체적인 가동 실태

- 1) 20kW 풍력발전기 5기중 5호기 및 1호기에 회전 중 바람이 없어서 풍력발전기 날개가 정지하려면 풍력발전기 부분에서 소음발생.
- 2) 1호기에서 5호기 까지 운전 중 3호기, 4호기, 5호기는 계통연계 인버터 고장으로 인하여 풍력발전기 날개가 공 회전 중임.
- 3) 4호기는 운전 중 베어링 이상으로 추정되는 소음 발생
- 4) 2호기는 Disc Brake손상으로 인하여 풍력발전기 날개가 회전 중 임의로 정지 시킬 수 없음.
- 5) 풍력발전기 5기 전체의 하이포이드기어 실의 손상으로 인하여 하이포이드 기어유 유출로 인하여 풍력발전기 러셀부분의 오일 오염도가 심각하며, 하이포이드기어 외부에도 부식상태가 심각함
- 6) 볼트 조임은 대부분 안정되어 있으며, 윤활유는 전혀 없는 상태로 인하여 부분 마찰시 부품의 손상이 부분 부분 발생 하였음.

7) 풍력발전기 5기 전체가 장기간 회전에 의하여 전체적으로 오염되어 있음.

마. 점검 현 상태

현재 상황 1호기



하이포이드기어박스
외부 부식상태



러셀부분의 부식상태



Blade Springs 기능상
실



기어유 유출로 인한
오일 오염 상태



Blade Springs 상태



Blade Springs 고정틀
마모 상태

현재 상황 3호기



3호기 상태



하이포이드기어박스
외부 부식상태



Blade Springs 상태



기어유 유출로 인한
오일 오염 상태



기어유 유출로 인한
오일 오염 상태



러셀부분의 부식상태

현재 상황 4호기

현재 상황 5호기



하이포이드기어박스
외부 부식상태



기어유 유출로 인한
오일 오염 상태



러셀부분의 부식상태



기어유 유출로 인한
오일 오염 상태



러셀부분의 부식상태



Blade Springs 상태



Blade Springs 고정틀
마모 상태



하이포이드기어박스
외부 부식상태



Blade Springs 상태

3. 하늘공원 풍력발전 시스템 개선 방안

3-1 풍력발전기 인버터 시스템 개선 방안

3-2 풍력발전기 모니터링 시스템 개선 방안

3-3 풍력발전기 계측장비(풍속, 풍향 등) 신설 방안

3-4 풍력발전기 시스템 보호장치 신설 방안

3-1 풍력발전기 인버터 시스템 개선 방안

계통연계 인버터

- 1) 전면적인 교체 이외에 방안이 없음.
- 2) 수리는 불 가능 함. (사유 : SCR방식의 연계계통 인버터는 제품 자체 및 부품을 조달 할 수 가 없고, 현 제품의 회로기판의 수리를 한다 해도 제품의 완성도는 그 누구도 책임 질 수 없다.)

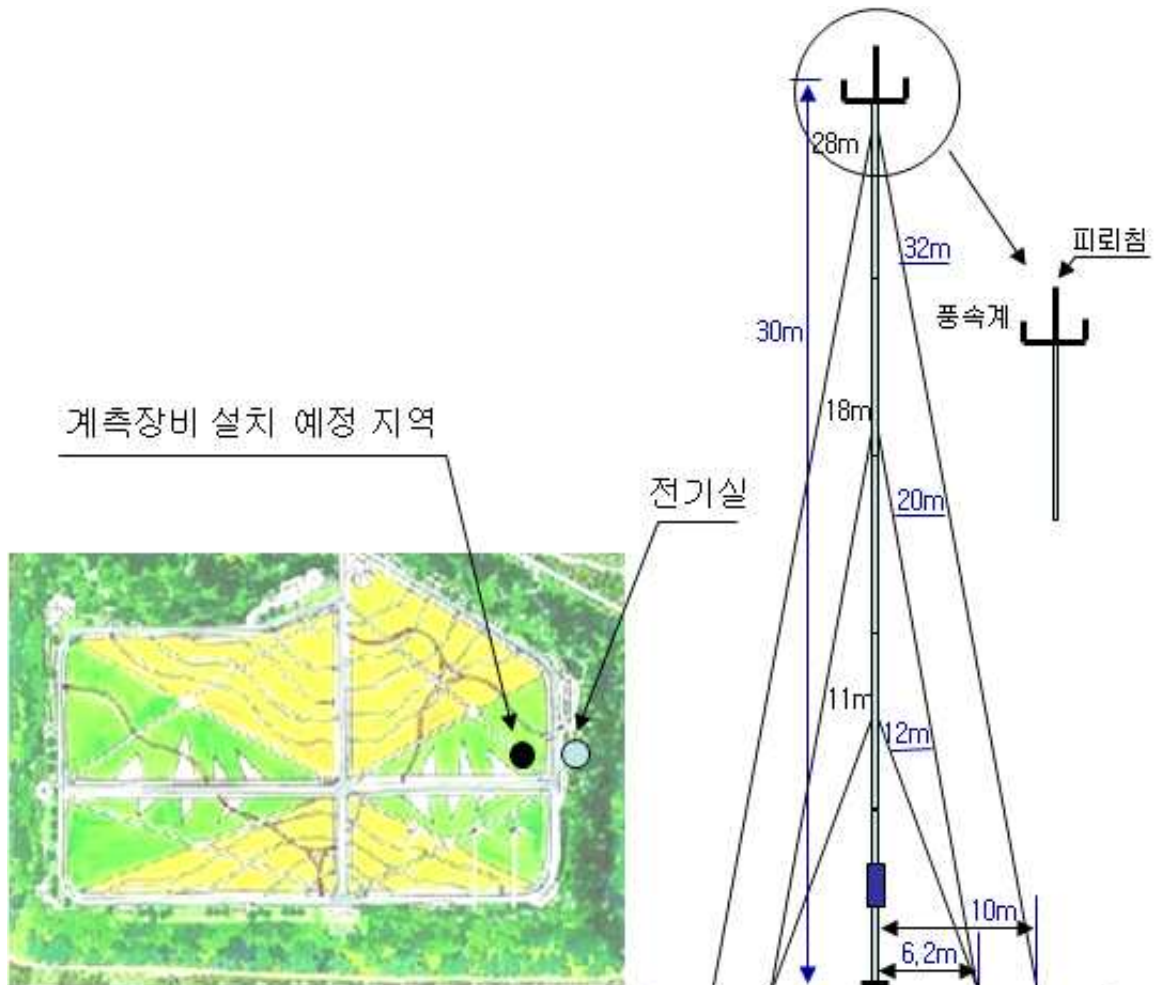
3-2 풍력발전기 모니터링 시스템 개선 방안

모니터링 시스템

- 1) 계통연계 인버터가 교체 되면 따라서 모니터링 시스템도 교체 어야 한다.
(사유 : 요즘 출시되는 계통연계 인버터는 종전의 아날로그방식이 아닌 디지털방식 이기 때문에 기기의 모든 제어를 프로세서화 하여 컨트롤하기 때문에 계통연계 인버터 제작자가 모니터링의 프로그램을 같이 구성 한다. 또한, 웹 모니터링을 이용하여 어느 장소에서든지 관리자가 항상 모니터링을 볼 수 있어야 하며, 유지보수 관리를 할 수 있는 회사와 용역 계약을 체결하여 전문관리를 하는 것이 바람직하다고 사료됨.)

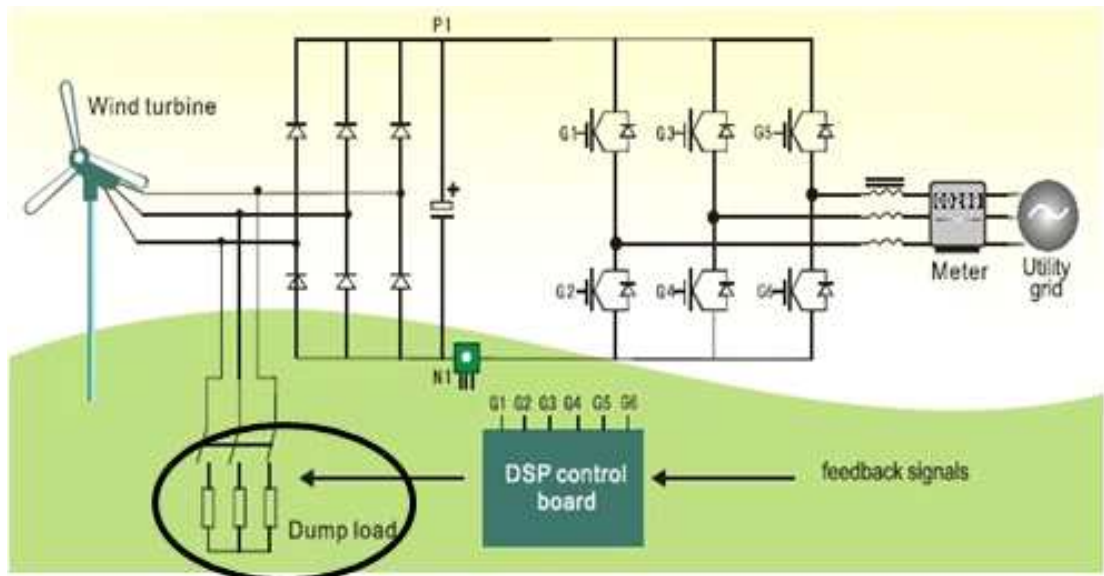
3-3 풍력발전기 계측장비(풍속, 풍향 등) 신설 방안

- 설치장소는 전기실 (풍력발전기 계통연계 인버터 및 콘트롤 설치) 부근에 설치하며, 각종 데이터를 수신하는 케이블은 지선작업(60cm 이상 매설)을 원칙으로함.



3-4 풍력발전기 시스템 보호장치 신설 방안

- 1) 풍력발전기 높이와 같은 위치에 풍향계1기와 풍속계2기를 설치하여 모니터링 화면에 표시하여 바람의 속도와 풍력발전기의 발전량을 비교하며 관리 하여야 하며, 풍력발전기를 설치하면 풍향계와 풍속계는 필연적으로 설치하여야 한다.
- 2) 더미부하를 설치하여 계통연계인버터를 정지시키거나 상용전원의 정전시 풍력발전의 전력을 더미부하로 공급함으로써 풍력발전기의 발전기 보호와 계통연계 인버터를 보호 할 수 있다.



- 3) 전광판을 설치하여 공원을 방문한 탐방 객에게 풍력발전의 발전현황을 공지함으로써 신 재생에너지 의 홍보 효과 및 풍력발전기에 대한 인식을 고취시키는 데 목적이 있다.

4. 하늘공원 풍력발전 시스템 정비 방안

4-1 풍력발전기 기계요소

(기어박스, 샤프트, 블레이드 등) 정비 방안

4-2 기타 가동실태 조사결과

정비가 요구되는 부위별 정비 방안

4-1 풍력발전기 기계요소(기어박스, 샤프트, 블레이드 등) 정비 방안

풍력발전기

- 1) 1호, 5호는 Blade Springs 샤프트와 브라켓트를 교체하며 Blade Springs 의 장력을 정밀하게 조절한다.
- 2) 2호기는 Disc Brake, Brake 페드, 와이어 등 의 기능을 보수 및 교체 하여야 한다.
- 3) 하이포이드 기어 유를 교체하거나 보충 해야 한다.
- 4) 하이포이드기어박스의 실링을 5기 전부 보수 및 교체 해야 한다.
- 5) 하이포이드기어박스의 외부를 샌딩하고 2번의 방청 후 페인트로 마감 한다.
- 6) 오일오염은 완전하게 크리닝 후 코팅제를 바른다.
- 7) 윤활유를 보충 해야 한다.

4-2 기타 가동실태 조사결과 정비가 요구되는 부위별 정비 방안

풍력발전기	1호기	2호기	3호기	4호기	5호기	비고
1. 풍력발전기 Blade Springs 유무	손상	중	중	중	손상	보수/교체
2. 볼트의 조임 부분	중	중	중	중	중	보수
3. 풍력발전기 Disc Brake 작동유무	중	손상	중	중	중	보수/교체
4. 회전부분의 윤활유 상태	하	하	하	하	하	보수
5. 풍력발전기의 부식 상태	하	하	하	하	하	샌딩/도포
6. 풍력발전기의 회손 여부	중	중	중	중	중	보수
7. 풍력발전기의베어링상태	하	중	중	하	하	교체
8. 하이포이드 기어 상태 (오일 실)	손상	손상	손상	손상	손상	교체
9. 발전기의 절연 상태	중	중	중	중	중	보수
10. 스프링 장력 상태	중	중	중	중	중	보수
11. 접지 상태	중	중	중	중	중	보수
풍력발전기 운전 여부 상태	정지	가동	가중	가동	정지	
계통연계 인버터	1호기	2호기	3호기	4호기	5호기	교체
1. 이상유무 상태	가동	가동	고장	고장	고장	
2. 접지 상태	중	중	중	중	중	
3. 인버터 운전 상태	중지	가동	손상	손상	손상	
계통연계 인버터 운전 여부	정지	가동	정지	정지	정지	

20kW 풍력발전기 운전상태	가동 중지	발전중	공회전	공회전	가동 중지	
-----------------	----------	-----	-----	-----	----------	--

5. 하늘공원 신.재생 에너지 설비 홍보대책

5-1. 풍력발전기 홍보용 전광판 시설 계획

5-2. 풍력발전기 정비공사 추진과정의 홍보

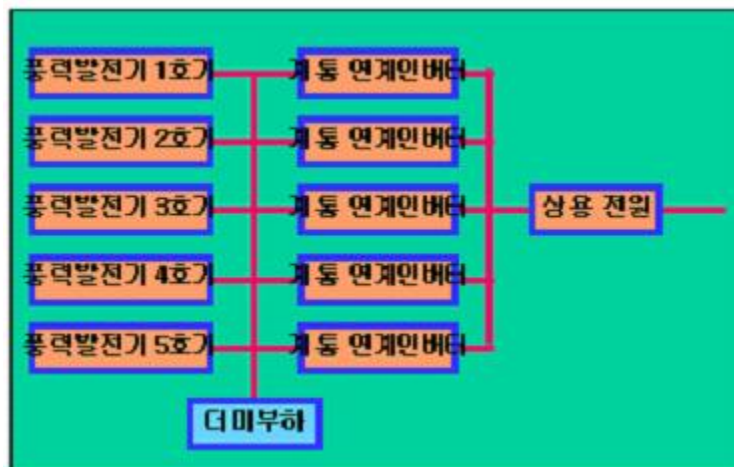
및 교육 방안

(학생 등 시민고객 대상의 풍력발전기
분해, 조립 과정 안내 및 교육 등)

5-1 풍력발전기 홍보용 전광판 시설 계획

가. 홍보 전광판

■ 내부 모니터링 시스템



■ 외부 전광판

현재 합계 발전량	2,458 kW
현재 누계 발전량	412,688 kWh
풍속 (Wind Speed)	4.8 m/s
풍향 (Wind Direction)	N.S. 남서풍
2009-05-01 10:52	정상가동 

나. 시설계획

현재 합계 발전량	2,458 kW
현재 누계 발전량	412,688 kWh
풍속 (Wind Speed)	4.8 m/s
풍향 (Wind Direction)	N.S. 남서풍
2009-05-01 10:52	정상가동 

- 현재 합계 발전량 : 5대의 풍력발전기의 현재 발전량을 합산한 용량
- 현재 누계 발전량 : 계통연계 인버터를 교체한 이후 5대 풍력발전기에서 발전한 총 합계
- 풍속 : 풍속계를 설치하여 풍속의 데이터
- 풍향 : 풍향계를 설치하여 풍향의 데이터

- 년 월 일 초를 표시하며, 풍력발전기시스템의 전체적인 가동 여부를 표시

5-2 풍력발전기 정비공사 추진과정의 홍보 및 교육 방안

- ◎ 5기의 풍력발전기 중 1대를 선정 해서 정비공사를 완료 후 홍보기간 중 풍력발전기를 분해하여 공원 탐방 객에게 풍력발전기의 원리 및 발전현황을 알려 줌으로서 대체에너지보급 및 풍력발전의 교육 방안으로 활용

- ◎ 풍력발전기 및 계통연계인버터에 이상유무가 발생 시 램프의 점등으로 인하여 유지 관리 용이

- ◎ 발전전원 및 사용전원의 정전 시 램프의 점등으로 인하여 유지 관리 용이

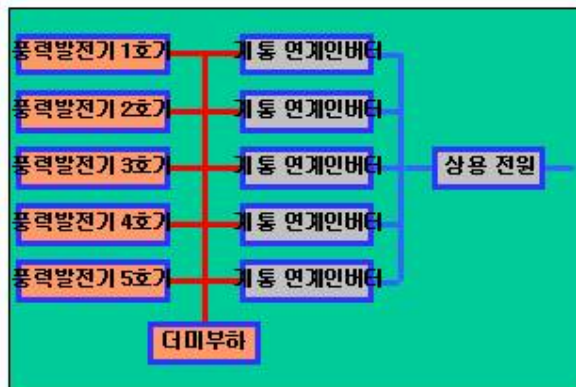
정상가동



정상가동 : 바람이 없어 풍력발전기가 정지 시



풍력발전기 가동 중 상용전원정전 시



1호기 풍력발전기 및 계통연계인버터 고장 시



6. 하늘공원 풍력발전기 개선 및

정비에 따른 시설계획 및 실시 설계

6-1 인버터 및 모니터링 시스템 개선

6-2 계측장치 및 시스템 보호장치 신설

6-3 기계요소 정비
(기어박스, 샤프트, 블레이드 등)

6-4 홍보용 전광판 시스템 신설

6-1 인버터 및 모니터링 시스템 개선

가. 연계 계통인버터

■ 제품 장점

- 1) WEL-30K 소형 풍력 발전 솔루션과 호환하여 작동함
- 2) 미쓰비시 5세대 인텔리전트 파워모듈을 사용하여 시스템의 효율성을 크게 향상함
- 3) 시스템의 발전용량의 최대화하는 MPPT 자동최적화 기술을 통합함
- 4) 멀티 랭귀지 LCD 디스플레이 설치로 다양한 언어의 수행을 가능케 함
- 5) 사용자 - 친화적인 LCD는 인터페이스의 열쇠를 눌러 작동, 매개 변수를 설정할 수 있음

통신포트를 쉽게 수행할 수 있음

- 7) 효율적인 보호 기능은 시스템 신뢰성을 향상시킴
- 8) DC 입력 전압의 넓은 범위
- 9) 파워 커브를 완전히 조절.
- 10) CE 인증

나. 연계 계통인버터 사양

■ 기술적 설계 사양

교류 출력 용량	20Kw
동작 전압	310 -450v (3상 연계)
동작 주파수	57~61.5 (60Hz)
역율	>0.99
최대효율	94%
효율 (유럽기준)	93%
허용 전류	3% 미만
과부하 용량	110%
야간 자가 소비	30W
고립형 방식	저변조, 무 변환 방식
DC 입력 전압	120V~450V
최대 전류	120V~220V
동작 온도	-20℃~~+ 40℃
냉각 방식	자동 팬 냉각 방식
방수 방진 종류	IP20(EN60529),(indoor)

6. 하늘공원 풍력발전기 개선 및

정비에 따른 시설 계획 및 실시 설계	하늘공원 풍력발전기 개선 및 정비공사 설계용역
무게	400Kg
크기(폭x높이x깊이)	820x1900x650 (mm)
소음 계수	<45 dB
정보처리방식	RS485/Ethernet
교류 전극	지락, 과부하, 단락 보호형
내구 년수	5년

6-2 계측장치 및 시스템 보호장치 신설

가. 풍속계 사양

입력전압	D/C 10V~35V	
소비전류	50mA	입력전압 : D/C 12V
측정범위	1m/s ~ 70m/s 이상	기상청 성적서
풍속검출방식	비접촉식 Hall Effect	
통신출력 방식	RS-485 디지털 출력 및 펄스 출력	4800bps, 9600bps
재질	AL 6061	

시험항목	사양
------	----

6. 하늘공원 풍력발전기 개선 및

정비에 따른 시설계획 및 실시설계		하늘공원 풍력발전기 개선 및 정비공사 설계용역
풍동 시험	기동시험, 풍동시험	0.1m/s 이하 기동, 1~70m/s
온도 시험	저온시험 (-40 °C, 9h)	
	고온시험 (+35 °C, 9h)	
습도 시험	+55 °C, 95%. 12h, 2Cycle	IACS E-10
진동 시험	X, Y, Z 각 방향으로 진동시험	IEC60945 Section 8.7 기준

나. 풍향계 사양

입력전압	D/C 12V	
소비전류	100mA	입력전압 : D/C 12V
측정범위	0° ~ 359°	기상청 성적서
풍향검출방식	Resolver Sensor	12 bits
통신출력 방식	RS-485 디지털 출력	4800bps, 9600bps
재질	AL 6061	

시험항목		사양
풍향 시험	기동시험, 풍향시험	0.1m/s 이하 기동, 0° ~ 359°

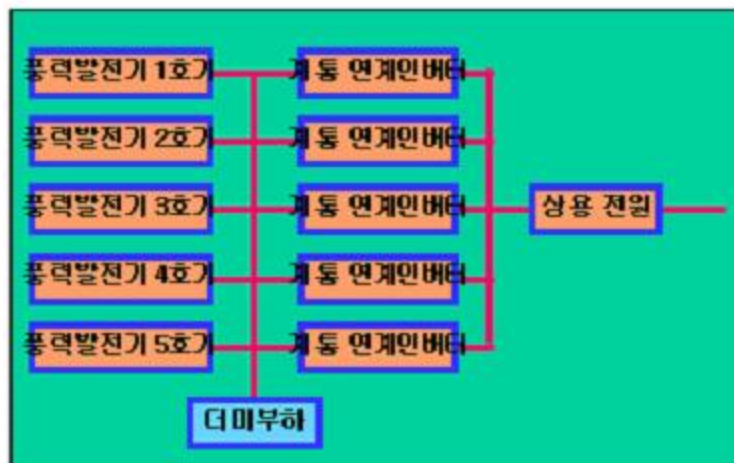
6-3 기계요소(기어박스, 샤프트, 블레이드 등) 정비

가. 풍력발전기

1. 1호, 5호는 Blade Springs 샤프트와 브라켓트를 교체하며 Blade Springs 의 장력을 정밀하게 조절한다.
2. 2호기는 Disc Brake, Brake 페드, 와이어 등 의 기능을 보수 및 교체 하여야 한다.
3. 하이포이드 기어 유를 교체하거나 보충해야 한다.
4. 하이포이드기어박스의 실링을 5기 전부 보수 및 교체해야 한다.
5. 하이포이드기어박스의 외부를 샌딩하고 2번의 방청 후 페인트로 마감 한다.
6. 오일오염은 완전하게 크리닝 후 코팅제를 바른다.
7. 윤활유를 보충해야 한다.

6-4 홍보용 전광판 시스템 신설

■ 내부 모니터링 시스템



■ 외부 전광판

연재 압계 발전량	2,458 kW
연재 누계 발전량	412,688 kWh
풍속 (Wind Speed)	4.8 m/s
풍향 (Wind Direction)	N.S. 남서풍
2009-05-01 10:52	정상가동 고정

7. 결 론

2008년 12월 17일부터 19일 까지 하늘공원에 설치되어있는 20kW 풍력발전기 및 계통연계 인버터를 면밀히 점검한 결과 풍력발전기 1호기에서 5호기 까지 전체적으로 보수 및 부품교체 공사가 절실히 필요한 상태이며, 계통연계인버터 또한, 5기 전체적으로 교체작업이 필수적인 상태이다, 5기의 풍력발전기중에서 정상적으로 가동중인 풍력발전기는 전무한 상태라 결론하며, 아래와 같이 부연 한다.

- 아래-

1. 풍력발전기 1호, 5호는 Blade Springs 고정장치의 손상으로 인하여 정지되어야 한다.
2. 풍력발전기 2호기는 Disc Brake 손상으로 인하여 Blade 정지기능 상실.
3. 계통연계인버터 3, 4, 5호기 고장으로 인하여 풍력발전기 3, 4, 5호기 공회전.
4. 하이포이드기어박스의 오일 실 손상으로 인하여 오일 유출, 러셀주변 오일오염 심각
5. 계통연계인버터는 SCR방식 이며, SCR방식은 현재 사장되었으며, A/S 불가

6. 풍력발전기 모니터링은 프로그램 손상으로 인하여 기능 저하
7. 향후, 풍력발전시스템의 원활한 유지관리를 위하여 시설유지관리용역계약을 체결하여야 한다.
8. 풍력발전 계통연계인버터 교체 시 전력성능개선공사가 필요하다.

8. 참 고 자 료 [“소형풍력발전에 관하여”]

- 8-1 소형 풍력발전 보급사태 위태
- 8-2 일본, 소형 풍력발전시스템의 시장 확대
- 8-3 소형풍력발전기의 기술 개요

- 8-4 소형풍력발전기의 종류
- 8-5 소형풍력의 발전 방식
- 8-6 소형풍력의 기술적 측면
- 8-7 소형풍력의 경제적 측면
- 8-8 소형풍력발전기의 당해 기술관련
국내외 실용화 평가 현황
- 8-9 풍력발전기의 당해 기술관련
국내외 실용화 평가 현황
- 8-10 소형풍력발전의 기대효과 및 활용방안
- 8-11 소형풍력발전의 경제적 파급효과
- 8-12 소형풍력발전의 국 내외 시장현황

8-1 소형 풍력발전 보급사태 위태

에관공 신 재생에너지센터,올 참여업체 전무 4년 만에 '개점휴업'

2004년부터 시작된 국내 소형 풍력발전 보급사업이 정부 지원이 시작된 지 불과 4년 만에 개점휴업에 들어갔다. 에너지관리공단 신 재생에너지센터(소장 이성호)에 따르면 올 국내 소형풍력발전설비 일반보급사업에 참여코자 하는 업체가 전무한 것으로 드러났다.

전문업체인 (주)준마와 한국솔라(주)가 수익성과 시장성 문제로 2006년에 이미 사업을 포기한 상황이며, 유일하게 명맥을 유지하던 오로라에너지(주)도 경제적인 문제로 A/S를 제대로 하지 못해 보급사업 참여 자격이 제한되면서 사실상 소형풍력발전 시장이 문을 닫았다.

연도별 지원현황을 보면 2004년 6개소 3억8792만원, 2005년 8개소 7억3782만원이 지원되는 등 어느 정도 시장이 형성되는 듯 했으나, 2006년 1개소로 대폭 감소됐다. 그나마 지난해 설치된 2개소도 공기업인 한전KPS가 전력공급이 어려운 시루성에 설치한 게 전부다.

센터에 따르면 시장이 활성화되지 못한 것은 소형풍력발전 일반보급사업의 경우에특자금에서 설치비의 60%를 지원받고 있는 상황이지만 설치비가 10kW당 4000여 만원에 달해 일반 수용 가들에게는 적지 않은 부담으로 작용했기 때문이다.

현재 소형풍력발전설비의 경우 인증만 받으면 누구나 사업에 참여할 수 있지만 현재

자가용 소형 풍력발전기의 국내 인증제품은 없는 상황이며, 국내 업체의 기술력 부족으로 고장이 잦았던 것으로 조사됐다. 또 보급 초기단계에서 대부분 독립 형으로 설치, 축전지 수명저하와 부주의 등으로 문제가 발생했을 경우 소비자가 유지관리를 하기 어려운데다 A/S도 제대로 이뤄지지 않았다.

풍력으로 발전하기 위해서는 평균 초속 3~4m 이상의 바람이 불어야 하지만 지리적 특성상 연중 일정하게 바람 부는 곳이 없어, 이용률이 적은 것도 문제다. 바람이 많은 해안에 설치해도 이용률이 25%에 그치는 상황에서 육지에서는 자가발전용으로 의미 없다는 게 전문가들 견해다. 이에 대해 신 재생에너지 보급실 관계자는 “지난해 신 재생에너지 보급 사업 사후관리 전수 현장점검과 풍력발전기 실태조사를 통해 운영현황을 파악한 후 고장난 발전기에 대해서는 A/S를 실시하거나 계통연계 형으로 전환을 추진하고 있다”며 “앞으로 소형풍력의 경우 인증제품에 한해서만 지원하고, 전력공급이 어려운 지역에 독립 형으로 공급하되 A/S가 보장된 사업만 지원할 계획”이라고 밝혔다.

그는 또 “전력공급이 불가능한 도서지역을 제외하고는 설비 유지 관리가 용이한 계통연계 형으로 설치토록 유도하고, 하자 보증기간 외 A/S와 관련 예산은 전문기업과 사용자간 사전 협의한 후 센터에서 검증토록 할 예정”이라며 “유지관리가 우수한 사업에 대해서는 참여기업 과 시행기관에 인센티브를 부여하는 한편, A/S가 미흡한 전문기업에 대해서는 관련 규정에 의해 참여제한 조치를 취하는 등 소형 풍력발전 정상화에 만전을 기할 것”이라고 덧붙였다.

8-2 일본, 소형 풍력발전시스템의 시장 확대

제 목 : 일본, 소형 풍력발전시스템의 시장 확대

- ◎ - 일본, 소형 풍력발전시스템 시장의 확대, 2005년은 41% 증가한 46억 엔 규모로 -
- ◎ Yano 경제연구소가 2005년 6월 9일 일본의 풍력발전 시장에 관한 조사결과를 발표 하였다. 그에 따르면, 2005년의 소형 풍력발전 시스템의 시장 규모는 판매금액 기준으로 전년대비 41% 증가한 46억 600만 엔에 달할 것으로 예상되고 있다.
- ◎ 발전력이 2 kW 미만인 소형 풍력발전 시스템은 환경의식 고취로 자치체를 중심으로 도입이 진행되고 있으며, 참여 업체도 Ishigawa 중공업, Toshiba Plant 시스템, Matsushita Eco 시스템 등 80개 사 이상으로 늘어나고 있다.
- ◎ 현재 시장을 견인하는 것은 발전력 500 W 미만의 타입으로 2005년 시장규모는 전년대비 32 % 증가한 29억 9,500만 엔까지 확대될 전망이다. 특히 태양광 발전을 병용한 축전지 부착의 조명등이 인기로, 기업이나 관공청의 환경 PR에 가세해 방재/방법 용도 에서의 실효성도 인정되어 수요가 늘어나고 있다.
- ◎ 또한, 향후 자가발전용 1 kW 이상 2 kW 미만 타입도 무전원지역 등에서의 설치가 진행 되어 2005년 시장규모는 전년 대비 129 % 증가한 12억 1,600만 엔이 될 것으로 예측되었다

- ◎ 2008년에는 소형 풍력발전 시스템 전체에 있어 시장규모는 143억 2,700만엔까지 확대될 것으로 예상되면서 분명한 성장세를 보이고 있다.
- ◎ 하지만, 풍력발전 시스템이 보급한 지역에서는 이미 고장, 파손 등의 문제가 발생하고 있어 업계로서는 제품의 안전성 향상을 도모함과 동시에 설치업자, 운용자의 계발에 참여할 필요가 있다고 한다.
- ◎ 한편, 상용발전을 목적으로 한 중/대형 풍력발전 시스템은 시장 규모가 2004년부터 19 % 감소한 197억 2,400만 엔으로 줄어들 것으로 예상된다. 매입하는 전력 회사가 주파수 변동의 문제로 PPS 등 신규 참여전기사업자로부터의 전력 매입에 제한을 둔 것 등이 영향을 준다고 한다.
- ◎ 일본 정부에서는 2010년까지 일본 풍력발전량을 300만 kW까지 확대하는 것을 목표로 하고 있다. Yano 경제연구소에서는 향후 전력회사에 의무시되는 전력 매입량의 수정과 풍력발전 시스템의 설치장소에 관한 규제 완화 등 정부 주도의 참여가 필요할 것으로 지적하고 있다.

8-3 소형풍력발전기의 기술 개요

기술의 개요

소형풍력발전기는 상용전원과 풍력발전을 연계하여 부하전원에 전기를 사용하는 것에 있어서, 바람의 힘을 이용하여 풍력발전기의 날개를 회전케 하며 날개 축과 풍력발전기의 발전기축을 직결하여 날개 회전에 의하여 발전기의 동력으로 사용하여 풍력발전기의 발전기에서 전기를 발전하며, 기 발전된 전기는 상용전원과 연계하여, 바람이 많아 풍력발전용량이 부하용량 보다 큰 경우는 풍력발전의 잉여전력이 상용전원으로 송전되며, 바람이 약해 풍력발전용량이 부하용량보다 작을 경우는 풍력발전과 상용전원이 같이 부하전원으로 송전되며, 바람이 없어 풍력발전이 발전을 않는 경우는 상용전원으로 부하전원을 공급한다. 소규모의 풍력발전을 연계함으로 소규모의 풍력발전의 확대보급과 대체에너지의 발전효과를 원활하게 할 수 있는 소형풍력발전기에 관한 것이다.

풍력발전이란 공기의 유동이 가진 운동 에너지의 공기역학적(aerodynamic) 특성을 이용하여 회전자(rotor)를 회전시켜 기계적 에너지로 변환시키고 이 기계적 에너지로 전기를 얻는 기술이다. 풍력 발전기는 지면에 대한 회전축의 방향에 따라 수평형 및 수직형으로 분류되고, 주요 구성 요소로는 날개(blade)와

허브(hub)로 구성된 회전자와 회전에 의하여 발전기를 구동시킨다.

풍력발전은 어느 곳이나 산재되어 있는 무공해, 무한정의 바람을 이용하므로 환경에 미치는 영향이 거의 없고, 국토를 효율적으로 이용할 수 있으며, 대규모 발전 단지의 경우에는 발전 단가도 기존의 발전 방식과 경쟁 가능한 수준의 신 에너지 발전 기술이다. 또한 풍력 발전 단지의 면적 중에서 실제로 이용되는 면적은 풍력 발전기의 기초부, 도로, 계측 및 중앙 제어실 등으로 전체 단지 면적의 1%에 불과하며, 나머지 99%의 면적은 목축, 농업 등의 다른 용도로 이용할 수 있다. 일반적으로 발전 방식에 따른 소요 면적은 풍력 1,335 m²/GWh, 석탄 3,642 m²/GWh, 태양열 3,561 m²/GWh 그리고 태양광 발전 3,237 m²/GWh로서 풍력 발전이 가장 작은 면적을 필요로 한다.

8-4 소형 풍력발전 기의 종류

종래 및 현재의 풍력발전기의 형태에 따라 농형 유도발전기, 권선형 유도발전기, 일반 권선형 동기발전기, 영구자석여자 동기발전기로 구별되며, 이들의 기본구성은 아래에 그 특징은 다음과 같다.

- 1) 농형 유도발전기 : 발전기의 구조는 간단하나, 출력특성상 운전의 폭이 매우 좁다.
- 2) 권선형 유도발전기 : 가변속 정주파수 운전이 가능하고, 회전자 회로를 통한 여자제어 로 운전영역의 확장이 가능하다. 발전기 자체의 한정된 출력비 (출력/무게 : kW/kg) 때문에 부피가 크고, gear가 필요하기 때문에 발전기 지지대 등 튼튼한 하부구조가 필요하다.
- 3) 일반 권선형 동기발전기 : 가변속 정전압 운전이 가능하고, 전력변환장치에 의한 정전 압 정주파수 변환이 가능하므로 터빈선택의 폭이 넓은 편이다. 다극기 제작에 의한 기어 없는 형태의 발전기가 가능 하고, 높은 효율과 역율을 나타내고 있다.
- 4) 영구자석여자 동기발전기 : 새로운 영구자석 재료와 설계기술의 발달로 높은 출력밀도 를 가지는 영구자석여자 동기기가 산업의 전반에 적용되고 있는데 이를 풍력발전에 적용 시 다음과 같은 장점이 있다.
 - 넓은 운전범위와 고효율
 - 발전기의 고풍력비(kW/kg)

- 경량화 된 발전기와 기어 없는 구조에 의한 하부구조의 경량화
- 유지보수의 간략화(slip ring과 브러스 필요 없음)

연계설비의 구성은 계통연계 보호 장치(보호계전장치, 차단기, 개폐기) + 변압기 + 측정설비 + 보상장치(필터, 역률보상장치 등) 등으로 구성되어 계통과의 병렬운전을 안전하게 수행하게 한다.

특히, 유도발전기의 경우 소프트기동을 위한 한류리액터, 역률보상용 콘덴서와 이의 투입, 해열제어장치 등이 포함되어야 하며, 자기여자에 의한 철공진현상방지를 위한 용량선정도 고려해야 한다.

측정설비로서는 인버터의 제어에 필요한 피이드백요소인 전압, 전류, 주파수 등을 측정할 수 있는 설비로 이들은 보안감시용으로 필요하다. 또한 역조류가 있는 경우는 전력회사와의 전력요금산정에 필요한 유효전력량계 및 무효전력량계를 설치할 필요가 있다.

8-5 소형풍력의 발전방식

풍력발전의 발전방식으로는 독립형 발전방식과 연계 계통형 발전방식 으로 두 가지 형태로 구분 되어 있다. 독립형 발전방식은 상용전원이 없는 지역에서 풍력발전에서 발전된 전기를 축전지에 축전하여 축전지의 직류전원을 교류전원으로 변환시키는 전력변환장치를 사용하며 부하전력에 전기를 사용하며, 주로 소형 풍력발전기를 사용하였으며, 연계 계통형 발전방식은 상용전원과 연계하여 발전하는 방식으로 축전지를 사용하지 않으며 풍력발전기에서 발전된 전기는 상용전원의 전력선에 연결하여 부하측에 전기를 공급하는 방식으로 주로 중형급 이상 대형급 풍력발전기의 형태로 사용하고 있다.

또한, 현재의 독립형 소형풍력발전기는(풍력발전기에서 발전된 전력을 축전지에 자동으로 충전시키며, 축전지의 직류전원을 교류전원으로 변환시키는 인버터 기능이 첨가된 장치) 도서지역 및 전기 공급이 않되는 지역 즉 미 전화지역에서만 사용되고 있는 실정이다. 따라서 상용전기가 공급되는 지역에서는 상용전기 와 연계 계통하여 전기를 발전할 수 없는 문제점이 있다.

또한, 그 동안의 풍력발전에 투자된 연구개발비는 많았다고 판단되나, 연구 개발비가 주로 중, 대형급 풍력발전의 자체 구성 성분의 개발에 집중적으로 치중되어 있었다고 보여 지며, 전체의 시스템, 운영 및 적용에 관련된 지원이 부족하였기 때문에 일부의 기술을 제대로 활용 하는데 문제점이 있다.

또한, 가정 및 소형건물에 소형풍력 발전장치를 설치하여 상용전원과 연계 계통 하여 운용하려 해도 소형 풍력 연계 계통 인버터가 개발되지 않아 설치를 할 수 없는 문제점마저 있는 것이다.

이에 최근에 소형풍력 연계계통 인버터가 개발됨에 따라 풍력발전기에서 발전된 전력이 축전지에 축전되는 것이 아니라 상용전원과 부하전원으로 송전되는 기능으로서 소규모로 가정 및 건물에 풍력발전을 이용하여 상용전원과 연계 운용하는 소형풍력 발전기로서, 연계 계통형 인버터도 중요하지만, 태양광발전과 달리 풍력발전은 연계형 인버터에 적합한 풍력발전기의 개발이 절실히 필요한 것이다.

태양광발전의 일출 적인 전류에 비해 풍력발전기의 전류는 난이 하기 때문에 풍력발전기에 적절한 연계 계통형 인버터가 있어야 한다. 이에 소형풍력발전기 개발이 소형풍력발전의 저변 확대 및 경제적인 발전방법과 효율적인 발전방법에 주력해야 한다.

이러한 신 에너지 중에서 풍력발전시스템은 우리주변에 존재하는 바람에너지를 전기에너지로 변환하는 대체에너지 기술로서, 자원의 무한정성, 청정성, 그리고 기술의 범용성 등으로 각광받는 대체에너지 중의 하나이다. 풍력 발전 시스템은 크게 바람 에너지를 기계적 에너지로 변환하는 기계장치부와 기계에너지를 전기에너지로 변환하는 전기장치부 그리고 이들 시스템의 인공 지능적 작동 성을 구성하는 제어장치부로 대별된다. 기계장치는 바람으로부터 회전력을 생산하는 블레이드를 포함한 Rotor로 구성되며, 전기장치부는 발전기와 발전된 전력을 계통으로 보내주는 부분과 안정된 전력을 공급토록 하는 전력안정화 장치로 구성된다.

소형풍력 발전기의 주요 구성설비를 정리하면 다음과 같다. (주요 구성설비)

- ▶ 블레이드
- ▶ 풍력발전기동체(발전부)
- ▶ 풍력기초공사 및 부대시설
- ▶ 출력안정화장치 및 계통연계형 인버터
- ▶ 중앙감시장치(모니터링 시스템) : 전체시스템 데이터, 이상상태 감시 및 기록장치

8-6 소형풍력의 기술적 측면

기술적 측면

소형풍력발전기는 상기한 바와 같이 종래의 소형풍력발전기에서 발전된 전력을 상용전원과 연계계통하지 못하는 발전방식의 문제점해소와 풍력발전에 적합한 환경과 지역에서의 가정 및 소형 건물에서의 풍력발전을 효과적으로 이용함으로써 환경오염을 여러 방면에서 예방할 수 있으며 또한, 화력발전에 의한 고 유가시대를 대비 할 수 있는 경제력을 보강 할 수 있으며, 대체에너지의 보급과 이용을 극대화하기 위하여 의견 된 것이다.

또한, 풍력발전기가 정지하고 있다가 회전하여 전기를 발전하면 풍력발전기에서 발전된 A/C 전원은 0~220V이며, 주파수는 0~60Hz 이다. 이러한 풍력발전기의 전원을 D/C로 전환하여 계통연계 인버터에 보내진다. 계통연계 인버터에 인입된 풍력발전기 전원과 전류는 전력변환방식에 의하여 전원의 전압과 주파수가 허용 범위 내(전압 : A/C 220V \pm 10%, 주파수 : 60Hz \pm 5Hz)에 도달하면 발전전원은 상용전원과 계통한다.

또한, 더미부하를 설치하여 불필요한 전기를 더미부하에서 소멸한다.

또한, 계통 전원의 전압과 주파수가 허용범위를 벗어나면 인버터는 즉시 연결을 단락하게 되며, 계통전원이 정상 상태로 돌아오면 인버터는 다시 계통으로 연결되어 전원을 공급한다. 바람이 적어서 풍력발전기로부터 인버터에 유입되는 전원이 거의 없거나 최소 수치 이하인 경우에는 시스템이 Stand-by(제어시스템만 동작) 상태가 되며 계통 전원으로부터 인버터를 단락 시킨다. 이때의 이 모드 하에서 인버터는 제어시스템만 동작을 한다. Stand-by(제어시스템 만 동작)상태는 인버터의 자체소비전력을 최대한 줄이므로 발전효율을 증가시킴으로 경제성 있는 대체에너지의 전기를 공급한다.

8-7 소형풍력의 경제적 측면

경제적 측면

이와 같이 소형풍력 발전기의 설치 이용으로 인하여 소형풍력발전에 적합한 환경과 지역에서의 가정 및 소형 건물에서 설치하여 기존의 대체에너지시설에 비해 경제적이며 실용성 있는 대체에너지를 사용할 수 있는 시스템의 성능을 극대화 하였으며, 기대효과와 활용방안을 서술 하였다.

우리나라의 발전설비는 1960년 약 400MW, 1996년 30,000MW를 넘어서게 되어 불과 몇 십년동안 괄목할 만한 성장을 가져왔으나, 유류 의존 발전설비 용량이 전체 발전설비의 절반이상을 차지하여 왔다. 한국전력의 장기 수급계획에 의하면 1996년과 2006년의 전력원 구성계획을 아래와 같이 계획하고 있다.

표 1 한국전력 장기 전력 수급 계획

단위:MW(구성비%)

연도	원자력	석탄	LNG	유류	석탄 (국내탄)	수력	계
1996	6,616 (29.3)	6,800 (20.8)	6,409 (19.6)	5,798 (17.7)	1,020 (3.1)	3,108 (9.5)	32,751 (100)
2006	20,416 (37.7)	15,290 (28.3)	9,522 (17.6)	2,593 (4.8)	800 (1.5)	800 (10.1)	54,098 (100)

이에 따르면, 2006년에는 유류 의존 발전은 상당히 줄고 원자력발전은 비약적으로 증가됨을 알 수 있다. 특히 앞으로 다가올 기후변화협약 (Non-Fossil Fuel Obligation, NFFO)에 있어서 화석연료 57% 수준의 사용이라는 제약조건을 고려하면 장기 전력수급 계획상의 전력배분은 상당히 개선되어야 하며, 대체에너지를 이용한 전력수급계획이 상당부분 도입되어야 한다는 것을 알 수 있다. 현재 대체에너지 개발촉진법에 따르면 2006년에 우리나라의 신 재생에너지에 의한 에너지 대체효과를 2%를 목표로 하고 있어, 총 1,080MW의 발전설비가 필요하여 이에 대한 대책 수립이 시급한 실정이며, 최근의 그칠 줄 모르는 유가 상승으로 무역적자가 더욱 누적되고 있어서 대체 에너지개발에 대한 정부차원의 강력한 지원이 절실히 요구되고 있다. 대체에너지원으로는 크게 태양광과 풍력에 의한 발전이며, 현재 설치비를 기준하여도 풍력에 의한 발전이 태양광 발전의 1/4정도가 되어 풍력발전의 경제성이 월등히 우수하며, 공간적으로도 점유면적이 좁고 육지뿐만 아니라 해안에도 설치가 가능해 태양광보다 훨씬 가능성이 높은 에너지원으로 알려지고 있으며, 이들 두 대체에너지전원을 복합적으로 활용할 수 있으면 경제성은 배가되리라 기대된다.

8-8 소형풍력발전기의 당해 기술관련 국내외 실용화 평가 현황

국내의 경우

우리나라 에서도 1970년대부터 정부의 주도하에 풍력발전시스템의 기술개발 사업을 전개하여 왔으나, 주로 도서지방을 위한 소형시스템의 설계와 실험에 주력하였지만 기술자립도는 아직 많이 낮은 것으로 나타나고 있다. 그러나, 최근의 고유가 시대를 맞아서 대체에너지에 대한 체산성이 높아짐에 따라서 지역에너지사업의 일환으로 추진중인 제주도 600kW, 2기 설치사업, 울릉도 풍력발전기 설치사업, 6MW 포함 풍력단지 조성사업, 전국지방자치체에 지원되는 태양광발전 설치사업 및 지금까지의 시범보급사업 등 정부차원의 대체에너지사업이 진행되고 있다. 또한, 정부는 대체에너지 기술개발 중·장기 계획안을 수립하여, 2006년까지 국내 총 전력설비용량의 2%(1,080MW)를 대체에너지로 이용할 계획을 수립하여 이들 기술개발을 지원하고 있으며, 여러 연구소 및 기업 그리고 학계에서 대체에너지 개발에 참여하고 있다.

지금까지의 풍력, 태양광 등 복합에너지 전원 관련 개발동향을 시대별로 살펴보면 아래와 같다.

- 1970년 -
 - ⊙ 기초연구(학계중심)
 - ⊙ 대체에너지 개발촉진법 시행
 - ⊙ 모형 설계 및 해석
- 1980년 -
 - ⊙ 소형시스템의 모형시험 및 설치, 운용
 - ⊙ 0.3kW ~ 20kW급 설치운용
 - ⊙ 국내지역의 풍황 자료조사
- 1990년 -
 - ⊙ 실증연구 및 중형급 풍력시스템 개발착수
 - ⊙ 250kW 수평축풍력발전기 도입설치(제주, 중문, HSW사)
 - ⊙ 중형급(300kW) 풍력발전시스템 개발 및 운용시험평가
 - ⊙ 대형급(750kW이상) 풍력발전시스템 개발 (진행중)

국외의 경우

미국, 유럽 등 선진국에서는 오래 전부터 풍력사업을 시작하였으며, 지속적인 기술개발로 1MW급 정도의 대형 풍력시스템까지 상용화가 되어 있으며, 대단위 풍력발전단지를 조성 등으로 전체 전력생산량의 상당부분을 풍력발전으로 충당하고 있다. 또한, 축적된 기술을 이용 풍력발전시스템을 외국으로 수출하여 무역흑자를 보고 있기도 하다. 현재에도 풍력발전시스템의 효율향상과 원가절감, 및 대용량화를 위해서 지속적인 연구를 계속하고 있다.

세계 각국의 풍력발전기 이용현황을 살펴보면, 1998년 현재 전세계에서 보급된 풍력발전시스템의 용량은 8,120MW에 달하며, 해마다 유럽지역을 위주로 약 350MW씩 증가하고 있다. 유럽 풍력 에너지 협회에 따르면, 유럽 지역의 국가에서만 2,000년도까지 4,000MW의 풍력발전시스템이 보급되며, 2,030년도까지 100,000MW이 풍력발전시스템이 운용될 것으로 전망했다.

소형 영구자석형 풍력복합발전시스템은 상용화 단계로 광범위한 시장 형성 중 호주, 아일랜드나 내몽고 등을 중심으로 풍력-디젤-축전지 등의 복합발전시스템 개발 보급 단계임 (100kW 내외)

중대도시를 대상으로 하여 200~600kW 계통연계형 풍력발전시스템의 복합병렬도 시험단계임

타 에너지원인 디젤, 태양광 등과 복합하여 응용범위를 발전, 담수화, 온수 등의 제용도로 활용중임

8-9 풍력발전기의 당해 기술관련 국내외 실용화 평가 현황

국가별로 대체에너지 이용실태 및 정책 그리고 향후 계획을 살펴보면 다음과 같다.

미국

- ◎ 지원기관(주도) : DOE (Department of Energy)
- ◎ 설비계획 : 2000년, 3,500 MW 건설
- ◎ 목 표 : 2000년까지 전체 전력소비량의 2%를 풍력에너지로 대체

덴마크

- ◎ 지원기관 : 정부주도
- ◎ Project명 : ENERGY 2000 Project
- ◎ 설비계획 : 2000년 , 2,000MW 규모 건설
- ◎ 2005년 1,500MW를 추가 건설 계획

독일

- ◎ 지원기관 : 정부주도

네덜란드

- ◎ 지원기관 : 정부주도
- ◎ Project명 : TWIN Program
- ◎ 설비계획 : 2000년 , 1,000MW
- ◎ 내 용 : 풍력개발재단 및 8개의 전력회사로 구성 주관 투자비의 40%를
정부가 지원

이외에도, 풍력에너지 미개발 지역인 아시아에 있어서는 중국이 활발히 사업을 추진 중에 있다. 중국은 최근 3기의 시험용 터빈을 개발·제작 하여 시험운용 중이며, 5곳의 wind farm을 운용 중에 있으며, 총 설비용량을 2000년도까지 1,000MW의 풍력발전단지를 건설할 계획에 있다. 인도의 경우는 1991년 풍력발전량이 2,200만 kWh, 1991년 총 설비용량은 34.2MW로 2000년에는 1,000MW로 증가 설치할 계획에 있다.

8-10 소형 풍력발전의 기대효과 및 활용방안

가. 기대효과

- ◎ 소형풍력 발전장치기술 부양
- ◎ 광범위한 지역에 연계 계통형 소형풍력발전시스템 개발로 전력수급에 대비
- ◎ 소형풍력 발전장치발전시스템 개발로 청정에너지 보급기반 조성
- ◎ 기계, 전기 및 전자 등의 복합기술 개발로 관련기술의 파급효과와 고용 창출 등의 부수 효과 기대
- ◎ 새로운 기술에 대한 특허출원을 통해서 기술보호
- ◎ 선진외국과의 연계 계통형 소형풍력에 관한 기술 교류 가능
- ◎ 소형풍력 발전장치 사업에 실용화 방안 제시
- ◎ 소형풍력의 독립형 발전시스템 운전에 의한 전력공급의 불안정성을 해소하여 안정된 상용전원과 연계 전력 공급 효과
- ◎ 소형풍력발전 시범설치 이후 보급 확대와 시장 창출에 의한 새로운 기업 육성 및 수입 대체효과
- ◎ 태양광, 풍력 Hybrid 시스템 이외의 연료전지, 소수력 등과도 복합발전이 가능하며 연구 결과를 타 에너지원과의 응용기술 개발에 기여
- ◎ 저가형 원격계측시스템 개발에 의한 향후 보급시스템에 대한 운전현황 분석 용이

나. 활용방안

- ◎ 도서 수요전력 및 기상조건에 따른 최적의 연계 계통형 인버터 구성기술 및 제어장치 개발로 국내 기술에 의한 대체에너지 전원의 활용가능성 부여
- ◎ 소형풍력발전에 적합한 환경과 지역에서의 가정 및 소형 건물에 대체에너지 발전사업의 모델로 적극 추진
- ◎ 장기계획에 의거 자연에너지 발전시스템의 관련기술에 의한 대단히 쾌적한 도시 건설
- ◎ 소규모 시스템 개발에 의한 산간벽지 등으로 응용분야 확대
- ◎ 동남아시아, 유럽, 미주 등 무궁한 시장을 겨냥한 해외시장 확대사업으로 활용
- ◎ 여러 가지 형태의 복합발전시스템의 응용에 활용
- ◎ 실증운전을 통한 연계 계통 인버터의 구축 및 실용화 방안 제시

8-11 소형 풍력발전의 경제적 파급효과

가. 당해 기술의 에너지자원 효과

- ◎ 기술시장 미비로 기술개발지연중인 풍력 태양광 복합 발전기술 부양
- ◎ 소형풍력 발전장치 개발로 도서지역에 대한 전화사업 대비
- ◎ 형풍력 발전장치로 기존디젤발전기 보완 및 청정에너지 보급기반 조성
- ◎ 기계, 전기 및 전자 등의 복합기술 개발로 관련기술의 파급효과와 고용 창출 등의 부수 효과 기대 (수입대체효과: 10억원/2009년, 100억원/2010년, 500억원/2012년)
- ◎ 새로운 기술에 대한 특허출원을 통해서 기술보호
- ◎ 선진외국과의 풍력 및 태양광 기술 교류 가능
- ◎ 소형풍력 발전장치로 인한 낙도 전화 사업에의 실용화 방안 제시
- ◎ 저가형 원격계측시스템 개발에 의한 향후 보급시스템에 대한 운전현황분석 용이

나. 당해 기술의 보급 환경 (제도적, 경제적 여건 등)

1). 전력 측면 (풍력발전 20kW X 5 Sets)

- ◎ 풍력발전량 : $100\text{kW} \times 25.723\% \times 24 = 617\text{kW/day} \times 365 = 225,205\text{kW}$ (년간 발전량)

◎ 효율 25.723%는 풍속이 년 평균 6.5m/s 적용 시

◎ 연간전력 발전량 : 225,205kW (도심지역 61가구 주택용 전력)

2). 환경 측면 (풍력발전 100kW적용) 연간전력 발전량 : 225,205kW

◎ 신재생에너지보급량 근거제출

◎ 바람에너지를 사용함으로써 타 발전방식에 비해 공해발생 없음.

◎ 석유환산톤 : 19,3675toe

$$225,205\text{kW(전력량)} \times 860 = 193,676,300\text{Kcal}$$

$$193,676,300\text{Kcal} / 10,750\text{Kcal(원유총발열량)} = 18,016\text{kg (원유)}$$

$$18,016\text{kg (원유)} \times 1.075 \text{ (원유 석유환산계수)} = 19,367 \text{ (toe)}$$

◎ 화력발전에 의한 전력발생시 연간 원유 19,367kg 절감

석유 22,008리터 절감

국내 무연탄 42톤 절감

8-12 소형풍력발전의 국 내외 시장 현황

가. 국내시장

대체에너지에 대한 국내의 시장현황은 현재 아주 미미한 상태이며, 시장규모라고 말할 수 없는 상황이다. 현재 태양광발전의 경우 정부의 시범사업으로 명맥을 유지하는 형태로 미미하나마 시장을 형성하고 있다고 할 수 있다. 풍력의 경우는 시스템 전체를 외국에서 수입하여 계통연계로 활용하는 정도이다. 따라서 본 과제가 성공적으로 추진되어 확대보급을 위한 기반기술이 확립되면

1) 미 전화 상태로 남아 있는 50호 미만의 유인도서이며, 이에 해당되는 유인 도서는 87개소 이고 대략 1,000 가구정도가 거주. 가구당 3kW를 적정 용량이라고 하면 모두 $1,000 \times 3 \text{ kW} \rightarrow 3 \text{ MW}$ 정도

2) 50호 이상의 도서 전화 사업의 대상인 유인 도서는 88개소이며 대략 10,000 가구 정도가 거주. 내연 발전으로 전화 사업이 완료되었으나 디젤 엔진과 발전기의 수명이 5~7년 정도에 불과하므로 시설 개체

시기가 된 곳을 모두 대체에너지(신 재생에너지) 발전으로 시설한다면
 대략 30 MW 정도의 잠재량을 갖는 시장을 확보할 것으로 사료
 된다.

나. 국외시장

1991년도에 전세계에서 보급된 풍력발전시스템은 2,500MW에 달하며,
 이로부터 생산된 전력량은 38억kWh로 현재 가장 각광을 받는 대체에너지의
 하나로 자리를 잡고 있다.

유럽에서는 2000년도까지 4,000MW의 용량이, 2030년까지 100,000MW의
 풍력발전시스템이 운용될 것으로 전망된다. 이와 같은 풍력발전시스템이
 대체에너지 이용기술 중에서 가장 활발한 이용실적을 가지며, 많은 보급계획이
 예상되고 있다. 현재 미국에서는 2000년까지 전체 소비전력 중 2% 정도를
 풍력발전시스템에 의하여 공급할 것으로 전망되고, 덴마크 또한 1992년 현재
 410MW에 달하는 풍력발전시스템을 보급하였으며, 총 26곳의 wind farm을
 운용하고 있다.

이외에도 독일, 네덜란드, 영국, 이탈리아 스페인, 스웨덴 등의 국가에서
 대규모 wind farm을 운용하고 있으며, 점차 그 규모를 증대시키고 있다. 최근
 중국에서도 3기의 시험용 터빈을 개발 제작하여 시험운용 중이며 23MW의
 풍력발전 설비용량을 가지는 5곳의 wind farm을 운용하고 있는 등 풍력에너지

이용선진국의 경우는 이미 풍력에너지를 이용하는 기술이 상당히 발달이 되어 있다. 또한, 태양광 역시 전 세계적으로 유가상승 등으로 인한 대체에너지의 관심이 고조되면서 시장은 계속적으로 증대되고 있는 실정이다.