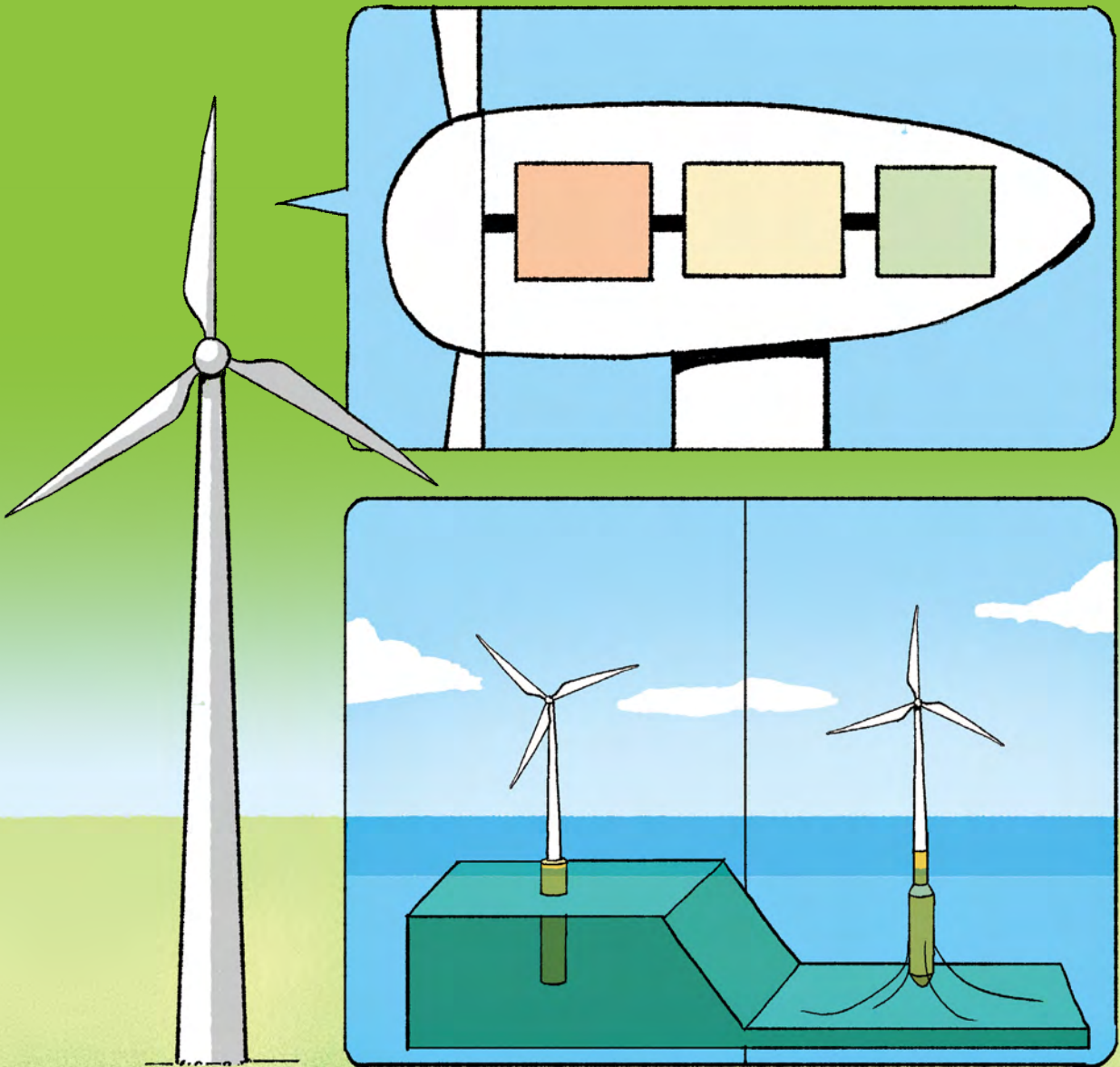


# 10

전기를 만드는 다양한 방법 ④

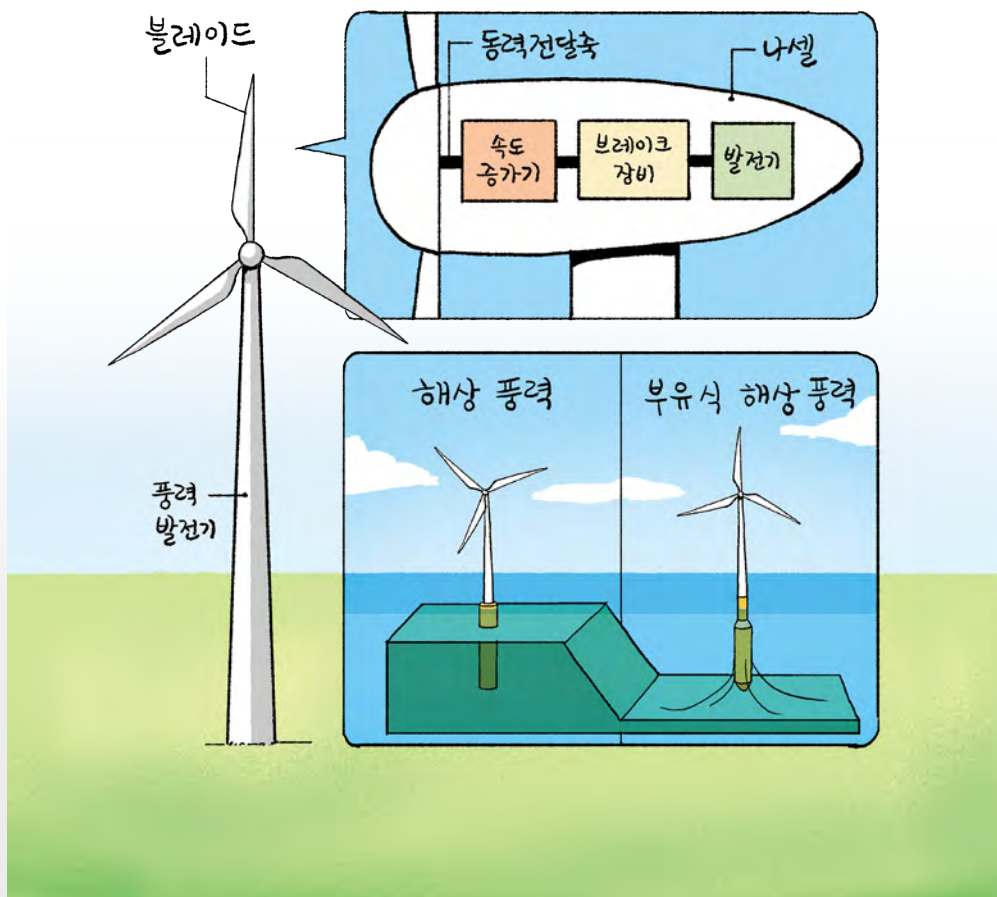
## 바람의 힘을 이용하는 풍력





## 전기를 만드는 다양한 방법 ④

## 바람의 힘을 이용하는 풍력



## 바람 에너지로 회전력을 얻다

양떼목장으로 유명한 대관령에 가면 커다랗게 돌아가는 대형 풍력 발전기를 쉽게 찾아볼 수 있습니다. 뭔가 풍차와도 같은 이색적인 모습이 사람들의 눈길을 사로잡고 있죠. 오늘의 강의는 바람의 힘을 이용한 풍력 발전입니다.

풍력 발전은 간단히 말해 물(수력)이나 증기(기력) 대신 바람을 이용한 전기 생산 방식을 말해요. 원 운동, 그러니까 회전 운동을 통해 전기를 생산하는 원리는 수력, 기력과 동일하답니다. 바람개비를 생각하면 이해가 쉬울 거예요.

이러한 풍력 발전기는 타워(Tower: 풍력 발전기를 지지해주는 구조물), 회전축(Shaft: 블레이드의 원 운동에너지를 기어박스나 발전기에 전달하는 축), 발전기와 함께 각종 제어 시스템 등 다양한 구조로 만들어졌어요. 그중에서도 핵심이 풍력 발전기만의 정체성인 블레이드(Blade)입니다.

### 풍력 발전의 꽃, 블레이드와 기어박스

이름 그대로 칼날처럼 생긴 블레이드는 풍력 발전기 앞쪽에 있는 거대한 날개를 말해요. 날개가 없으면 선풍기가 아무리 세게 돌아도 바람이 나오지 않듯이, 불어오는 바람의 에너지를 회전 운동으로 바꿀 수가 없겠죠. 1차 에너지인 바람을 직접적으로 획득하는 장치이므로, 블레이드의 성능은 곧 풍력 발전기의 성능으로 이어집니다.

멀리서 보거나 사진으로만 관찰할 때는 선풍기 날개와 비슷해 보이지만, 블레이드의 실제 길이는 무려 50m 정도로 하나의 무게만 10여 톤에 이릅니다. 블레이드는 클수록 바람 에너지를 많이 얻을 수 있기 때문에 이렇게 큰 것이에요. 대신 부러지거나 휘면 안되니까 유리, 탄소, 현무암 등 다양한 소재를 바탕으로 최대한 튼튼하게 만들어지고 있습니다. 이 블레이드를 바람이 오는 방향에 맞춰주기 위한 요잉시스템(Yawing System), 바람의 세기에 따라 블레이드의 각도를 조절해주는 피치시스템(Pitch system) 등도 블레이드의 든든한 지원군이랍니다.

풍력 발전기의 또 다른 핵심 부품으로는 기어박스(Gearbox)가 있어요. 기어박스는 블레이드를 통해 얻는 회전에너지를 최적화하여 발전기에 전달하는 장비인데, 풍력 발전의 효율을 높여주는 아주 중요한 장비랍니다.

블레이드는 많은 바람을 받기 위해 최대한 크게 만들어지는 대신 선풍기나 바람개비처럼 빠르게 돌지 않아요. 보통 1분당 15회~40회 정도만 돌아가니까, 이 회전속도를 그대로 활용한다면 전기 만들기에 어려움이 있겠죠? 대신 많은 바람을 받아 회전하는 힘 자체는 매우 강하기에, 이를 회전속도로 바꿔주면 딱 좋을 거예요. 즉 기어박스는 ‘회전하는 힘은 강하지만 느린’ 블레이드의 회전을 ‘힘은 약하지만 빠른’ 회전으로 바꿔주는 장치랍니다. 이를 위해 기어박스 안에는 수많은 톱니바퀴가 정교하게 배치돼 있어요.

### 경제성적인 친환경 에너지 그러나 제한된 입지, 풍력 발전의 장점과 단점

한편 풍력 발전은 지금까지 알아본 수력, 원자력, 화력과 다른 점이 한 가지 있어요. 바로 발전의 근원이 되는 바람이 매 순간 변한다는 사실이죠. 때문에 풍력 발전기는 일정한 바람의 세기에 맞춰 발전량이 변한다는 특징이 있습니다. 예를 들어 바람속도가 초속 3m보다 낮거나 초속 25m보다 높으면 풍력 발전기는 전기를 생산하지 않는답니다.

그런데 초속이 낮아 바람이 약한 경우는 그렇다 치고, 왜 바람이 너무 세게 불어도 발전이 안 되는 것일까요? 너무 빨리 블레이드가 돌아가면 부품이 과열돼 망가지거나 타버릴 수 있기 때문이에요. 때문

에 일정 수준 이상 바람세기가 올라가면, 블레이드가 자동으로 멈추도록 되어 있다고 합니다. 결국 풍력 발전은 초속 15~25m 정도의 바람이 일정하게 불어올 때 가장 많은 전기를 안정적으로 만들어 낼 수 있어요.

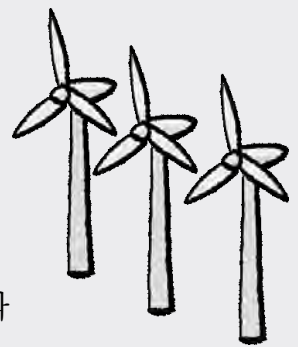
그런데 이러한 풍력 발전의 특징은 곧 풍력 발전의 큰 단점이기도 해요. 항상 일정한 발전량을 기대하기 힘들기에, 에너지를 저장해주는 저장장치 혹은 다른 발전기의 도움 없이 혼자서 안정적인 전력 공급원이 되기 힘들어요. 이론적으로 초속 3m만 넘으면 발전이 가능하다지만, 실제로 풍력 발전기가 전기를 제대로 생산하기 위해선 초속 10m 수준의 바람이 꾸준히 불어와야 한답니다. 때문에 풍력 발전기를 설치할 수 있는 위치가 굉장히 제한적인 것도 문제라 할 수 있죠.

블레이드가 돌아가며 내는 소음 역시 단점입니다. 선풍기 소음을 생각하면 이해가 쉬울 텐데요, 날개 하나가 50m 수준인 선풍기가 모여 있다고 생각하면, 얼마나 시끄러울 지 상상이 가겠죠? 대략 20Hz 보다 낮은 '저주파 소음'을 낸다고 하는데, 저주파 소음은 멀리까지 전달되기에 사람이 사는 곳에서 충분한 거리를 뒤편해야 하죠. 또한 블레이드와 충돌해 죽는 새들도 적지 않다고 합니다.

하지만 풍력 발전은 장점 또한 매우 많은 발전방식입니다. 먼저 설치 면적이 매우 적다는 장점이 있는데요, 같은 재생에너지인 태양광에 비해 1/4의 면적으로도 같은 설비용량을 설치할 수 있다고 해요. 비교적 간단한 구조로 인해 설치 기간 역시 짧죠. 또한 풍력 발전은 이산화탄소, 각종 폐기물 배출 없이 에너지를 얻는데요, 그에 비해 연료비는 들지 않아 환경과 경제 두 마리 토끼를 다 잡을 수 있답니다.

발전효율이 높은 것도 풍력 발전의 장점입니다. 풍력 발전은 이론적으로 최대 약 59%의 발전효율을 얻을 수 있는데, 이는 상당히 높은 수치입니다. 전기 생산과정에서 생기는 이런저런 손실이 적다는 애기인데, 실제 유럽 등지의 풍력 발전 단지에서는 약 50% 수준의 높은 발전효율을 기록하고 있어요. 참고로 이는 화력 발전과 비슷한 수치입니다.

최근에는 육지가 아닌 바다에 풍력 발전기를 설치하는 해상풍력이 주목받고 있어요. 바다에서 부는 바람은 육지 바람에 비해 그 에너지 밀도가 높고, 풍속 변화도 상대적으로 적어요. 또 입지선정에도 비교적 자유로워서 대규모 풍력 발전 단지를 조성하는 것도 보다 쉬운 일이죠. 3면이 바다로 둘러싸인 우리나라 역시 점차 해상풍력을 늘리는 추세입니다.



### 기둥 흔들고, 연 날리고? 기상천외 풍력 발전 아이디어

한편 기존 선풍기 모양의 풍력 발전기를 새롭게 바꿔보려는 참신한 시도 역시 주목해 볼만 합니다. 블레이드로 인한 소음이나 새 충돌 등을 방지하고자 하는 것인데요, 스페인에서 만들어진 '보텍스 블레이드리스(Vortex Bladeless)'라는 발전기는 긴 기둥 모양입니다. 바람이 불어 그 윗부분이 떨리게 되면, 그 진동을 전기로 바꾸는 구조라고 하네요.

거대한 연을 하늘에 띄워 전기로 만드는 아이디어도 있어요. 독일의 '스카이세일즈(SkySails)'라는 회

사가 만든 것인데요, 최대 400m까지 날아간 연이 바람에 따라 이리저리 움직이면, 그 움직임을 전기로 바꾼다고 합니다. 이외에도 큰 도로 중간에 설치해 자동차가 일으키는 바람을 이용한다든지, 일종의 바람막이를 설치해 그 움직임을 활용하는 등 다양한 시도가 이뤄지고 있습니다.

### 연관콘텐츠



날개없는 풍력발전기,  
혁신은 계속된다

[https://blog.naver.com/  
energyinfoplaza/222315629003](https://blog.naver.com/energyinfoplaza/222315629003)



[영상] 에너지진로체험교육 :  
풍력발전기를 만들어서  
에너지를 모아보자!

[https://blog.naver.com/  
energyinfoplaza/222515558392](https://blog.naver.com/energyinfoplaza/222515558392)



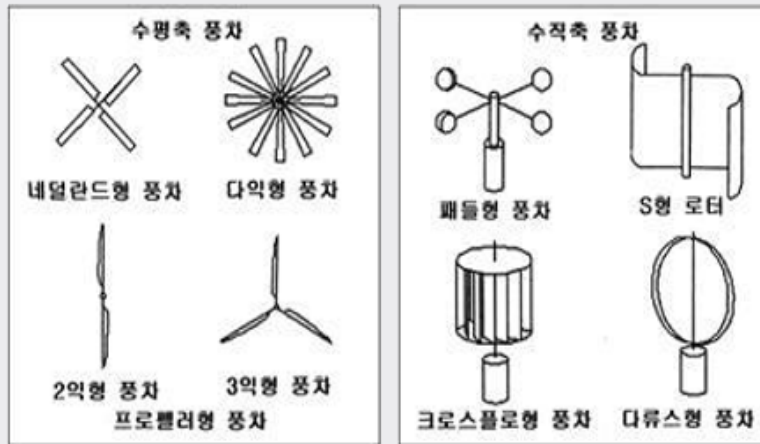
## 전기를 만드는 다양한 방법 ④

# 바람의 힘을 이용하는 풍력

풍력 발전은 한번 설치하면 별도의 연료가 필요하지 않고 수력발전에 비해서도 설치비가 저렴하여 가장 널리 사용되는 재생에너지 중 하나입니다. 그러나 지나치게 거대해서 풍경을 해치거나, 철새가 날개에 부딪혀서 죽거나, 도시 한가운데는 설치하기 어렵다거나 소음이 크다는 단점이 있는데요, 이러한 문제를 해결하기 위해 다양한 연구가 이루어지고 있습니다. 여러분도 자신만의 풍력 발전기를 설계해볼까요?



다음은 여러 방식의 풍차입니다. 다음 풍차를 보고 바람의 힘을 어떻게 모을지 생각해 봅시다.



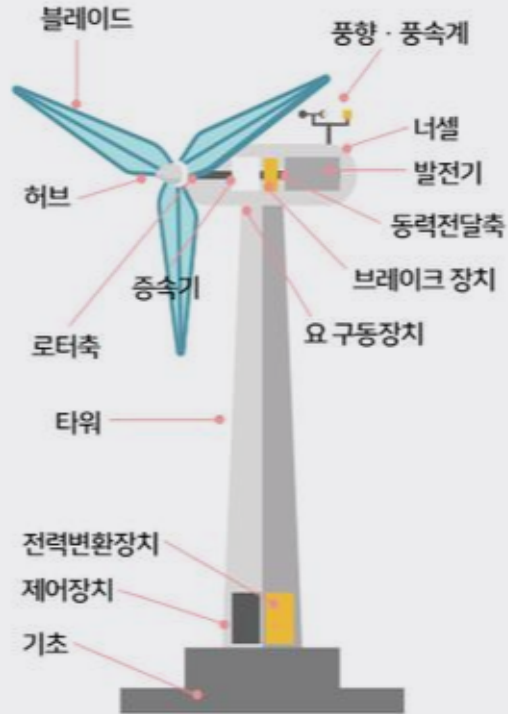
수직축 풍차는 마치 물레방아처럼 바람의 방향과 축의 방향이 수직인 풍차입니다. 이러한 풍차는 바람 방향으로 회전하기에 풍차의 한쪽이 바람 방향으로 움직이면 다른 한쪽은 바람을 거슬러 움직이는 대신 어느 방향으로 바람이 불어오든 회전할 수 있는데요, 이러한 풍차의 장점과 단점은 무엇일까요?

수평축 풍차는 마치 바람개비처럼 바람의 방향과 축의 방향이 나란한 풍차입니다.  
이러한 풍차는 회전 방향이 바람 방향과 수직이라 불어오는 바람의 힘을 거스르지 않는 대신  
바람이 불어오는 방향에 따라 풍차가 받는 힘이 달라지는데요,  
이러한 풍차의 장점과 단점은 무엇일까요?

여러분의 집에 풍력 발전기를 설치한다면 어떤 풍차를 사용하겠어요?  
그리고 그 풍차를 선택한 이유가 무엇인가요? 자신의 생각을 종합해서  
집에 설치하면 좋을 만한 풍력 발전기를 그려봅시다.



아래는 풍력 발전기의 구조를 참고해서 나만의 풍력 발전기를 디자인해보세요. 완성한 디자인에는 각 부분의 이름과 역할도 같이 적어보세요.



원 출처: NEDO 「대표적인 풍력발전 시스템」

전기를 대량으로 생산해서 팔기 좋은 풍력 발전기	건물이 많은 도시 한가운데, 또는 집 근처 아파트단지에 설치하기 좋은 풍력 발전기





## 전기를 만드는 다양한 방법 ④

# 바람의 힘을 이용하는 풍력

풍력 발전은 현재 가장 경제적인 재생에너지로 손꼽힙니다. 여기에는 여러 이유가 있지만 대표적으로 어디에나 있는 바람의 힘을 이용한다는 점과 함께 전통적인 기력발전의 기계적 요소를 그대로 활용할 수 있다는 점이 있습니다. 풍력 발전은 발전원리 면에서 기력발전과 완전히 동일하므로 이를 따로 설명할 필요는 없습니다. 그보다는 연료를 사용하는 기존 발전 대비 풍력 발전의 장단점과 단점을 개선하는 방법을 중심으로 설명하는 것이 좋습니다. 이러한 방향성은 태양광과 태양열, 지열 등 재생에너지 전반에 모두 적용됩니다.



### 생각해 볼 문제

#### 바람의 힘을 최대한 이용하려면?

풍력은 인류가 가장 오래 사용해 온 에너지원 중 하나입니다. 바람의 힘을 이용하여 풍차를 돌리는 방식은 고대 메소포타미아부터 계속 이어졌지요. 과거에는 이러한 힘을 관개를 위한 펌프질이나 용광로의 온도를 높이는 풀무질에 사용했다면, 현대의 풍력 발전에서는 똑같은 힘을 발전에 사용한다는 점만 다를 뿐입니다.

풍차는 바람의 힘으로 회전운동을 일으키는 장치입니다. 따라서 기력발전에서 살펴본 발전방식, 회전을 돌려서 전기를 발생시키는 방식과 풍차를 연결하면 바람의 힘을 중간 과정 없이 바로 전기에너지로 바꿀 수 있습니다. 풍력 발전의 발전기는 원리상으로 기력발전의 발전기와 완전히 동일하며, 그래서 풍력 발전의 핵심 요소들은 기술적으로 거의 완성된 상태입니다.

기력발전과 결정적인 차이가 있다면 '회전 운동을 제어하는 기술'입니다. 기력발전은 연료를 태워 증기를 발생시켜 이 힘으로 터빈을 돌립니다. 따라서 연료의 양과 연소 속도를 조절함으로써 터빈을 회전시키는 속도를 조절할 수 있으며, 이에 따라 발전 출력도 조절 가능합니다. 게다가 일정한 양의 연료를 꾸준히 공급하기만 하면 일정한 출력을 지속적으로 유지할 수 있으므로 발전 출력을 예측하거나 관

리하기도 수월합니다.

그러나 바람은 시시각각 그 세기나 방향이 변합니다. 풍차와 풍향의 각도에 따라 풍차에 전달되는 힘과 효율이 달라지니 발전효율을 극대화하고 출력을 조절하기도 어렵지요. 이 때문에 풍력 발전에는 필수적인 장치들이 필요합니다. 풍향 변화에 따라 최적의 효율을 유지할 수 있도록 회전날개 방향을 조절하는 장치도 필요하고, 풍속이 바뀌더라도 일정한 출력을 낼 수 있게 변속장치도 필요합니다. 이러한 요소들이 풍력 발전의 기술적인 과제들입니다.

특히 현재 널리 사용되는 회전날개식 풍력 발전기를 운영할 때 풍향은 매우 중요한 요소입니다. 바람이 시종일관 강한 곳이라도 풍향이 일정치 않아서 회전날개가 바람의 힘을 충분히 이용할 수 없으면 효율이 낮습니다. 이 때문에 풍향에 관계 없이 최상의 효율을 낼 수 있도록 거대한 회전날개를 사용하지 않는 형태의 풍력 발전기도 개발중입니다.



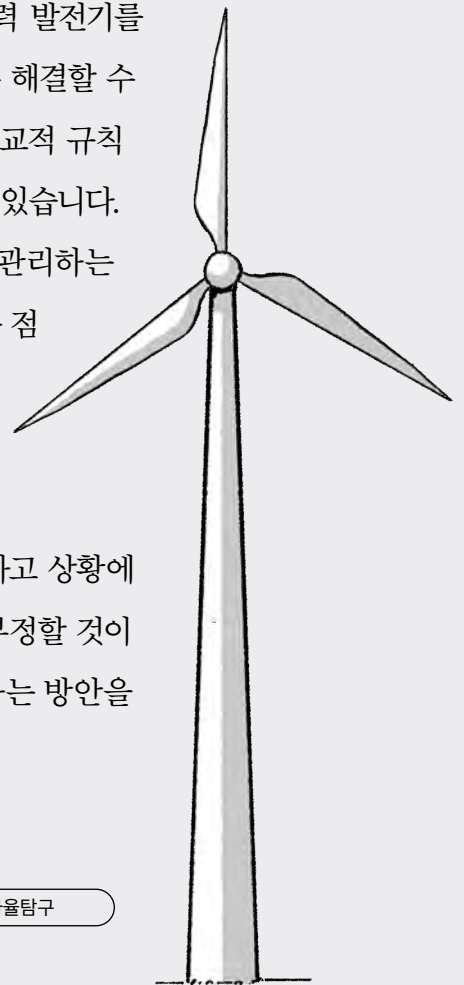
### 생각해 볼 문제

#### 풍력 발전의 한계와 새로운 방식의 풍력 발전

풍력 발전은 에너지 시스템에서 나름 중요한 역할을 하고 있으나 앞서 언급한 효율과 함께 개선해야 할 점이 많습니다. 풍력 발전단지 건설시 반대측이 내세우는 이유 중 하나는 바로 경관 문제입니다. 바람의 힘을 안정적으로 이용하기 위해 회전날개의 크기를 키우다 보니 풍력 발전기가 지나치게 거대해지는 것입니다. 이는 스카이라인이나 경관을 해쳐서 관광자원에 악영향을 주곤 합니다. 회전날개가 움직이면서 내는 소리도 문제점입니다. 풍력 발전기의 작동 특성상 이러한 소리는 지속적으로 날 수밖에 없으므로 인근 주민의 삶의 질을 떨어뜨리는 요인이 됩니다.

이에 대한 실현가능한 대안 중 하나가 해상풍력입니다. 해상풍력은 풍력 발전기를 사람이 살지 않는 바다에 건설한다는 개념으로, 소음과 경관 문제를 모두 해결할 수 있어 많은 나라에서 추진하고 있습니다. 게다가 장애물이 없고 바람이 비교적 규칙적으로 부는 바다에 건설하기에 발전 효율을 극대화할 수 있다는 장점도 있습니다. 다만 바다 한가운데서 생산된 전기를 육지로 끌어오는 시설을 건설하고 관리하는데 적지 않은 비용이 들고, 풍력 발전기를 물 속 깊은 곳에 고정해야 한다는 점에서 건설비가 높다는 단점이 있습니다. 이러한 문제는 부유식 해상풍력과 같은 대안을 통해 해결해 나가고 있습니다.

이상에서 살펴본 바와 같이 풍력 발전은 연료비가 들지 않는 경제적인 청정에너지지만 완벽하지는 않습니다. 어떤 에너지원이든 장단점이 존재하고 상황에 따라 적합한 에너지원이 달라지므로, 풍력에 대해서도 마냥 긍정하거나 부정할 것이 아니라 그 특징을 정확히 파악하고 이로부터 현재 에너지 시스템에 활용하는 방안을 이해할 수 있어야 합니다.





# MEMO

A series of horizontal dotted lines for writing a memo.