

작성자:

Global X Team

날짜: 2021년 9월 9일

주제: 테마



Global X ETFs 리서치

풍력 에너지 소개

지구의 기후는 점점 더 악화되고 있습니다. 인간이 만들어낸 배출가스로 인해 대기 중의 이산화탄소 농도가 증가하여 기온이 장기적으로 상승하고 외부 효과와 함께 환경에 부정적인 영향을 주고 있습니다. 하지만 인간 활동이 현재의 기후 난관에 대해 책임이 있는 것처럼 인간의 혁신과 투자를 통해 기후가 악화되는 것을 제한할 수 있습니다. 탈탄소는 21세기 전 세계가 공유하는 가장 긴급한 목표 중 하나입니다. 화석 연료를 줄이고 풍력과 같은 청정 및 재생 에너지원의 사용을 가속화함으로써만 이를 달성할 수 있습니다. 이렇게 전환하려면 향후 10년 내에 수십 조 달러의 투자가 필요하며, 다른 에너지원 중에서도 풍력 에너지에 대한 기초 기술을 향상시키고, 청정 에너지 미래에 대한 경제성을 공고히 해야 합니다.

보고서 다음 부분에서는 글로벌 기후 위기를 조사하고, 기후 위기를 해결하는 데 있어 풍력 에너지와 같은 청정 및 재생 에너지원이 해야 할 역할을 평가할 것입니다.

주요 요약:

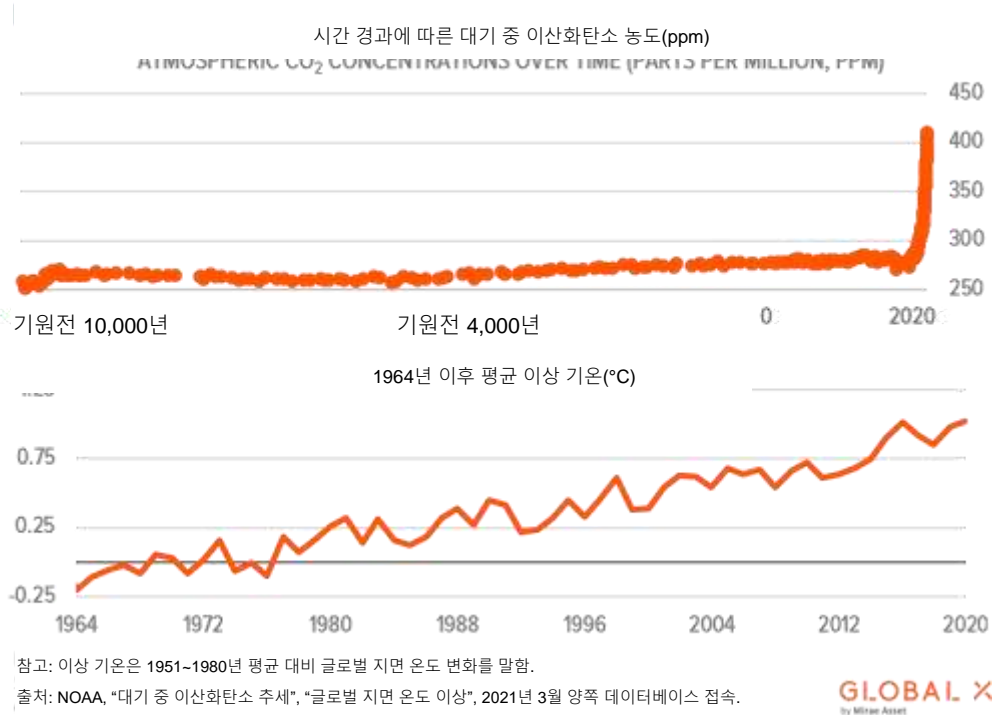
- 대기 중의 이산화탄소 수준이 높아지고 관련 기온이 상승함으로써 생명과 생활, 그리고 지구의 자연 환경을 위협하고 있습니다. 배출가스 감축을 통해 지구 온난화를 산업화 이전 수준보다 1.5 °C 높은 정도로 제한하면 기후 변화의 부정적인 영향을 상당히 완화할 수 있습니다.¹
- 탈탄소와 배출이 심한 화석 연료의 단계적인 축소는 풍력 에너지와 같은 청정 및 재생 에너지원으로의 이전을 통해 달성할 수 있습니다. 이렇게 하기 위해서는 기초 기술, 실행 기술 및 인센티브에 수십 조 달러의 투자가 필요하며 이를 통해 비용을 줄이고 채택을 가속화해야 합니다.
- 풍력 에너지와 같은 청정 및 재생 에너지원은 관련 기술이 더 저렴해짐에 따라 화석 연료 기반 에너지원 대비 점유율이 계속 높아지고 있습니다. 전기화, 규모의 경제 및 기후 조치에 의해 이러한 진출이 계속될 것으로 예상합니다.

여건 마련: 글로벌 기후 위기

지구의 기온은 신 최고점에 도달하고 있습니다. 과거 40년은 최소 1850년까지의 그 어떤 때보다 연속적으로 기온이 높았으며, 2011~2020년의 평균 기온은 1850~1900년(산업화 이전 기간)의 기온보다 최대 1.09 °C 높았습니다.² 이러한 온난화의 거의 대부분은 원천이 어디이든 간에(인간이 만들었든 아니든) 대기 중의 온실가스, 주로 이산화탄소 농도가 높아진 것이 직접적인 원인입니다.^{3, 4} 역사상 처음으로 기후 변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC)가 이 우연한 관계를 그들의 랜드마크 2021년 보고서(AR6)에서 '명백한' 것으로 지칭했습니다.^{5*} 온실가스는 대기 중에서 절연체 역할을 하여 지구 표면으로부터 열을 흡수하여 시간이 지나면서 이를 방출합니다. 자연적으로 발생하는 온실가스는 거주하기에 충분한 정도로만 지구를 따뜻하게 유지하며 태양이 흡수하거나 식물 광합성에 의하여 조절되었습니다. 그러나 오늘날의 온실가스량은 자연적인 수준을 훨씬 넘어 지구가 이를 감당할 수 없습니다.



글로벌 평균 기온이 조금씩 오르면서 점차 급해지는 배출에 대한 개입



대기 데이터를 보면 2010~2019년 이산화탄소의 평균 농도가 289.3 ppm에서 410 ppm으로 증가하여 산업화 이전 평균보다 43% 높습니다.⁶ 이러한 증가는 가장 최근 빙하기가 종료된 수천 년을 포함하여 알려진 자연적인 증가보다 100배 이상 빨리 진행되었습니다.⁷ 2019년 이산화탄소 농도는 과거 2만 년 동안의 어느 때보다 더 높은 수준에 도달했습니다.⁸ 20세기 산업혁명 직후 이런 현상이 시작되었다는 점은 우연이 아닙니다. 인간이 발생시킨 배출가스가 온실가스 증가에 거의 대부분 역할을 했으며 기온 상승을 초래했습니다(자연적인 온실가스의 존재/부재로 인하여는 +/- 0.1°C). 에너지를 얻기 위해 화석 연료를 태우는 것이 주된 원인입니다. 1990년 이후 화석 연료 에너지원은 평균적으로 연간 이산화탄소 배출의 74%를 차지했습니다.^{9, 10}

배출과 온난화의 영향은 이미 시작되었으며 갑자기 생긴 것이 아닙니다.¹¹

- 육지에서의 극단적인 기온과 열파의 정도, 빈도가 1950년대 이후 증가한 반면에 대양의 열파는 1980년 이후 두 배가 되었습니다.
- 호우가 1950년대 이후 더 자주 발생하고 강해졌습니다. 약간 직관에 어긋나게, 농경 가뭄과 환경적인 가뭄 역시 따뜻한 기온으로 인해 그 이후 심해졌습니다.
- 지난 100년 동안 대양은 이전의 11,000년 동안보다 더 빠르게 따뜻해져 빙하가 녹고 후퇴하고 있습니다. 상대적으로 해수면이 이전 3,000년 동안의 비교 대상 기간보다 빠르게 상승했습니다. 또한 대양은 이산화탄소 흡수가 높아졌기 때문에 더 산성화되고 있습니다.
- 허리케인이 지난 40년 동안 더 자주 발생하여 자연 변화로는 설명할 수 없을 정도입니다. 더 따뜻해진 대양과 해수면 상승으로 인해 이러한 폭풍은 더 강력해지고 위험해지며, 더 따뜻한 기온이 태풍의 새로운 온상을 마련함에 따라 북쪽으로 이동하고 있습니다.

이러한 영향은 다른 시스템 중에서도 특히 물 순환을 통해 연결되어 자연재해에서부터 물 부족 및 식량 부족에 이르는 참화를 불러 일으키고, 이러한 현상은 모두 생명, 생활 및 글로벌 경제를 위협합니다(관련 분석은 [클린 워터](#) 및 [농업 기술 및 식량 혁신](#) 참조).¹² 이는 겨우 ~1.1°C 온난화의 결과입니다. 2021년 현재 마련된 배출 정책에 따르면 2100년 기온은 산업화 이전보다 2.1~3.9°C 높은 범위에 도달할 수 있습니다.¹³ 2°C만 따뜻해져도 '10년에 한 번 있을' 극단적인 기후 사건의 강도와 빈도가 상당히 높아질 수 있고, 극단적인 더위가 5.6배 더 자주 발생하며 2.6°C 더 뜨거워지고, 호우가 1.7배 더 잦아지며 14% 더 습도가 높아지고, 극심한 가뭄이 2.4배 더 자주 발생하며 0.6 표준 편차만큼 더 건조해집니다(토양의 습도 기준으로).¹⁴ 인간 삶에 대한 영향은 측정할 수 없을 정도입니다. 분명한 것은 현재 개입으로는 충분하지 않다는 점입니다.

* 본 문서에서 언급한 IPCC AR6 보고서는 AR6의 첫 발행 부분인 IPCC 실무그룹 I 보고서를 말합니다. AR6는 기후 변화에 대한 과학적 근거에 따른 IPCC의 6차 평가 보고서입니다. 동 보고서는 2021년 1월까지 모든 동료들(14,000명)이 검토하여 발간한 기후과학 조사를 요약 및 분석한 234명의 과학자(유엔의 195개 회원국 모두가 과학자를 지명할 수 있음)가 집필한 것입니다. 출판에 앞서 동 보고서는 참여했던 과학자와 정부 모두의 동료 검토를 받아 편향성을 없애고 정확성을 확보했습니다.

기후 변화에 대한 해결책으로서 청정 및 재생 에너지

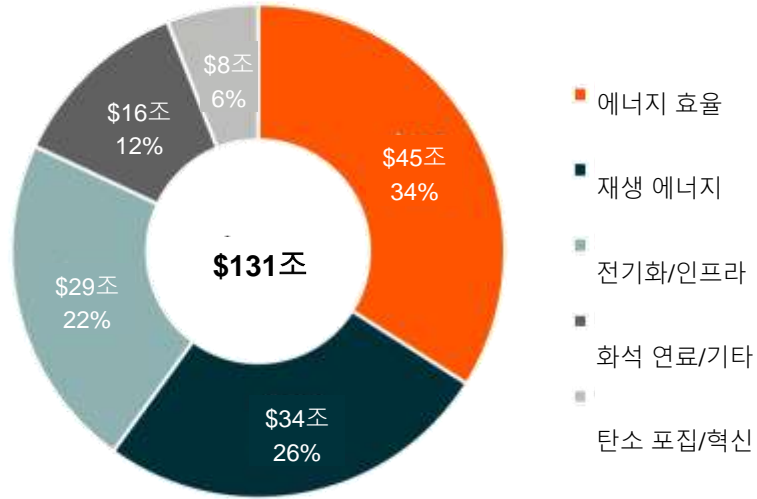
2016년 파리협약은 온난화를 산업화 이전 대비 2°C보다 훨씬 아래로 상승치를 제한하는 법적 구속력 있는 목표를 세웠습니다. 동 협약은 위에서 언급한 기후 변화의 영향을 극적으로 제한하려는 달성 가능한 목표로서 1.5°C 온난화를 강조합니다. AR6에 따르면, 기후 변화는 2016년 이후 빠르게 진행되었고 1.5°C 온난화와 관련된 배출 경로는 그 어느 때보다 더 좁아졌습니다. 하지만 AR6는 여전히 배출이 2020년대에 최고치에 달한 다음 2050년까지 순제로 수준으로 줄어든 후 그 이후에는 탄소 포집 기술을 통해 순 배출이 제로 이하가 된다면 1.5°C 시나리오가 달성 가능하다고 말합니다.¹⁵ 재생 에너지 생산과 청정 기술의 적극적인 채택은 이러한 경로의 모든 단계에 필수적입니다.

기존의 입법, 공약, 목표를 달성하려면 2021년과 2050년 사이에 총 98조 달러의 투자가 필요한데, 그 중 10조 달러는 재생 에너지에, 13조 달러는 재생 에너지로 가능해진 운송 및 난방용 전기 인프라에(자세한 설명은 다음 섹션 참조), 32조 달러는 에너지 효율 기술에, 그리고 나머지 자금은 화석 연료에 사용되어야 합니다.¹⁶ 이는 상당한 규모로 장단기적으로 재생 에너지 및 청정 기술 생산에 종사하는 회사들에게 혜택을 줄 것이 분명하지만 온난화 감축이 성공하려면 상당히 더 많은 자금이 필요할 것입니다.



청정 에너지 및 기술에 상당한 투자가 필요한 기후 변화 완화 노력

2021년과 2050년 사이에 필요한 누적 투자액(단위: 조 달러)



참고: 투자 금액은 국제재생에너지기구(IRENA)의 1.5°C 시나리오를 달성하는 데 필요한 지출을 반영합니다. 이 시나리오는 온난화를 산업화 이전 수준보다 1.5°C 높은 정도로 제한하려는 것입니다.
출처: 출처: IRENA, "세계의 에너지 전환 전망: 1.5°C", 2021년 6월.

IRENA의 실행 중심의 1.5°C 시나리오는 같은 기간 동안에 전체 투자를 131조 달러로 늘리고 그 중 상당한 부분을 재생 에너지 및 전기화에 투자해야 하는 것으로 추정합니다.¹⁷ 2050년까지 이러한 투자는 신중한 집행을 통해 이산화탄소 순 연간 배출을 -0.4 기가 톤으로 줄일 수 있는데, 이는 현재 경로에 따라 가능한 이산화탄소 순 연간 배출 36.5 기가 톤보다 상당히 개선된 것입니다.¹⁸

파리협약을 채택한 이후, 여섯 국가에서 탄소 중립 목표를 법으로 통과시켰으며 EU, 캐나다 및 한국을 포함한 다섯 국가/지역이 같은 맥락에서 입법 제안을 평가하기 시작하였습니다. 미국 및 중국(이들 국가는 글로벌 배출의 36.8%를 차지함)을 포함한 다른 24개 국가는 기후 목표를 공식 정책으로 정했지만 더 의미 있는 행동을 취하지는 못하고 있습니다.¹⁹ 하지만 향후 정부의 행동에 상관없이 재생 및 청정 기술에 대한 투자가 현재 정책이 제시하는 것보다 더 많이 이루어지리라 예상합니다. 구속력 있는 입법과 즉시 실행할 수 있는 행동을 기대하지만 이러한 기술은 사회경제적인 관점에서 의미가 있습니다.

- 특히 여전히 코로나19 팬데믹으로부터 벗어나지 못한 현재의 상황 속에서도 화석 연료로부터의 전환이 꾸준히 이루어지고 있으며 재생 에너지 분야의 고용이 빠르게 성장하고 있기에 이러한 추세는 계속 지속될 것입니다(다음 섹션 참조).
- 세계 인구의 75% 이상이 화석 연료 순 수입국에서 삽니다. 이러한 사람들과 국가에는 재생 에너지가 에너지 독립을 달성하는 수단이 될 수 있습니다.²⁰
- 재생 전기는 화석 연료가 생산하는 전기보다 더 저렴해지고 있습니다(다음 섹션 참조). 이러 저러한 이유로, 특히 아마존, 월마트와 같은 회사들은 이미 재생 에너지 및 청정 기술을 활용한 탈탄소 계획을 발표했습니다.²¹

풍력 에너지: 과거 및 현재

풍력 에너지 활용은 결코 새로운 개념이 아닙니다. 풍차는 약 2,000년 전에 처음 도입되어 물을 길어 올리고 낱알을 갈아 밀가루를 만드는데 사용되었습니다. 물론 현재의 풍력원은 과거 시골지역의 방앗간과는 모습이 상당히 다르고 역할도 다릅니다. 오늘날 풍력 단지는 터빈이 장착된 타워로 구성되어 육지(육상 풍력)와 넓은 수역(해상 풍력) 모두에 설치됩니다. 풍속을 감지하는 기술을 갖춘 커다란 날개가 바람의 운동 에너지를 포착하여 나셀이라고도 부르는 터빈 하우징의 구동축에 연결된 회전자를 돌립니다. 터빈 내에 있는 기어 박스가 회전을 가속화하고, 발전기는 자석을 사용하여 그러한 운동으로부터 전기를 생산하여 전력망에 공급합니다.

10년 전만 해도 청정 에너지원이 전력에서 차지하는 비율은 10% 밖에 되지 않았습니다. 댐과 같은 수력전기와 흐르는 물을 이용하는 발전이 재생 발전의 대부분을 차지했습니다. 2010년에 수력 발전이 모든 재생 발전의 82%를 차지한 반면에 풍력과 태양광 발전은 겨우 8.3% 및 0.8%였습니다.²² 하지만 수력 발전만으로는 청정 에너지 미래의 핵심이 될 수 없습니다. 수력 에너지원은 위치의 제약을 받으며 이미 수력 발전에 현저히 의지하고 있어 성장에 한계가 있습니다. 2010년부터 2019년까지 수력 발전은 23% 증가하여 전반적인 에너지 소비 증가를 8% 초월했지만 그것만으로는 전통적인 에너지원 시장 점유율을 따라잡기에 충분하지 않습니다.²³



글로벌 전기 믹스 중에서 풍력 에너지의 점유율이 2010년 이후 3배 이상 증가하여 이제는 세계 전기의 6.2%를 차지하게 되었다

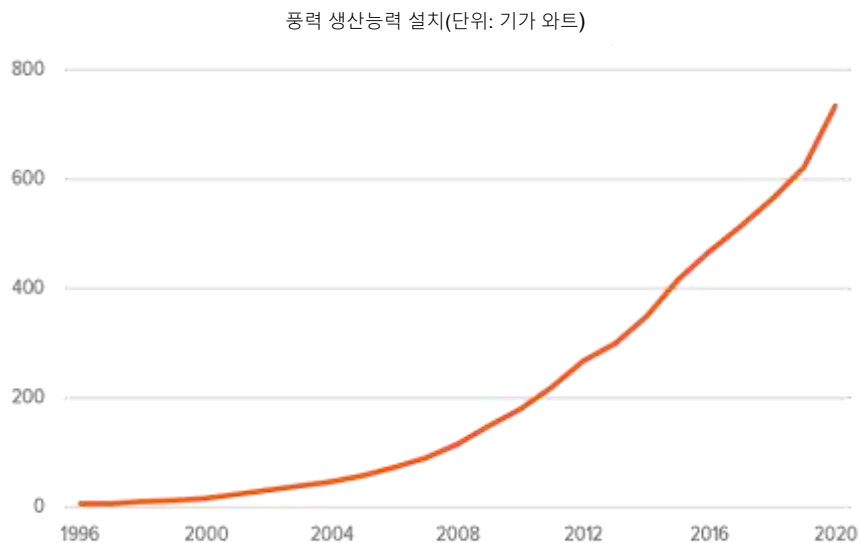


출처: BP, 2021년 8월 접속.

참고: 0~100% 척도로 표시한 전기/전력 믹스 점유율

2010년 이후 많은 것이 변했습니다. 전력 부문의 글로벌 전기 생산에서 청정 에너지원의 점유율은 상당히 증가하여 2020년에 29%에 도달하여 2019년 말보다 2% 증가했고 2010년 말보다는 거의 10% 증가했습니다.²⁴ 풍력 및 태양광 전력이 재생 에너지로의 전 세계적인 전환에 있어 과거 누락되었던 분야라는 것이 증명되고 있습니다. 풍력 발전을 보자면, 풍력 에너지원의 설치된 생산능력이 2010년과 2020년 사이에 4배(305%), 180.9 기가 와트에서 733.3 기가 와트로 증가했습니다.²⁵ 그리고 오늘날 태양 에너지원은 전체 글로벌 전기의 6.2%를 생산하는데, 이는 재생 전력 생산의 21.4%에 해당합니다.²⁶

지난 10년 동안 극적으로 성장한 풍력 에너지원의 생산능력 설치



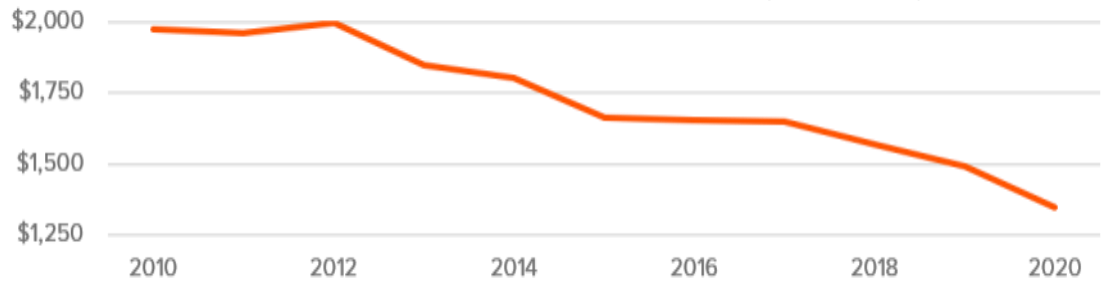
출처: BP, 2021년 8월 접속.



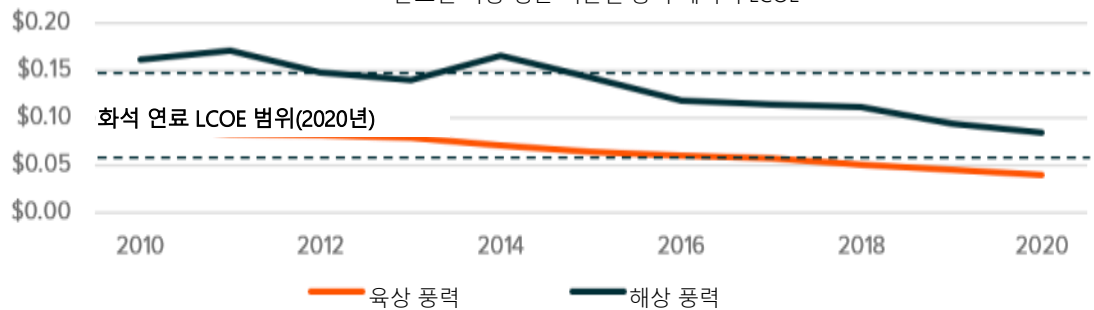
이러한 최근 성장의 많은 부분이 기초 기술의 혁신과 급속한 비용 감소 때문입니다. 풍력 터빈의 가격은 점점 저렴해지고 있어 2008년 말 1,866달러였던 육상 Vestas 풍력 터빈의 이동 평균 가격은 2019년 말 킬로 와트당 834달러가 되었습니다.²⁷ 다른 비용 요인 중에서 특히 이 요인은 동일 기간의 육상 풍력 프로젝트의 총 설치 비용을 27% 감소시켰습니다.²⁸ 특정 비용 회수 기간 동안 전력을 생산하고 운영하는 데 필요한 수익을 의미하는 풍력 발전의 균등화 발전비용(LCOE)을 보면 이를 파악할 수 있습니다. 지난 10년 동안 풍력 발전의 LCOE는 55% 감소하여 대부분의 세계에서 화석 연료보다 더 저렴하게 되었습니다.²⁹

풍력 에너지 비용을 낮추고 있는 부품 비용 하락과 효율성 향상

평균 육상 풍력 프로젝트 총 설치 비용(2020년 미 달러/킬로 와트)



글로벌 가장 평균 기술별 풍력 에너지 LCOE



출처: IRENA, Global X ETFs, 2021년 6월.

참고: 화석 연료는 \$0.055 ~ \$0.148 범위임

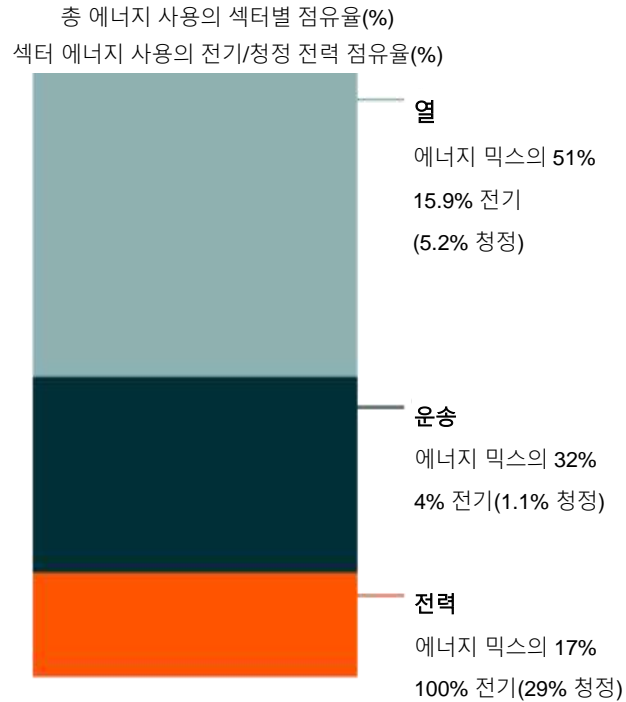
풍력 발전의 미래 모습

규모의 경제, 더 많은 투자, 지원 정책 및 시장의 힘이 부품, 설치 및 풍력 에너지원의 운영 비용을 더욱 낮춤에 따라 풍력 발전의 성장이 계속될 것으로 예상합니다. 풍력 날개와 터빈 기술의 혁신을 통해 효율성이 향상되고 적은 바람으로 더 많은 전력을 생산할 수 있게 됨에 따라, 터빈의 수명 비용은 계속해서 낮아지고 있습니다. 새로운 풍력 터빈의 날개 길이가 더 길어지고 표면이 더 넓어짐에 따라 바람 속도가 낮아도 더 많은 전기 생산이 가능합니다. 21세기의 풍력 타워 엔지니어링 기술과 자율 수리 로봇 역시 계속해서 비용 절감에 도움이 되고 있습니다.

또한, 실행 기술에 대한 투자가 모든 재생 에너지원 및 청정 에너지원의 성장을 추진할 것입니다. 전기는 총 최종 에너지 소비(TFEC)의 37%에 해당하며, 이 소비의 대부분은 전력 부문이 직접 생산합니다. 즉, TFEC의 나머지 63%는 운송, 건물 및 산업에서 화석 연료의 직접 연소에서 나옵니다.³⁰ 전기화된 최종 사용은 전력 부문을 재생 에너지원으로 전환함으로써 탈탄소할 수 있지만 방금 언급한 바와 같은 비전기화된 최종 사용의 경우에는 직접 또는 간접 전기화를 통하여만 탈탄소가 가능합니다. 직접 전기화에는 화석 연료에 의해 구동되는 차량 및 건물 난방 시스템을 전력에 의해 구동되는 것으로의 전환이 필요합니다. 이를 염두에 두면 재생 에너지 및 전기화는 보완적인 것이 됩니다.



전체적인 에너지 믹스에서 한 부분에 불과한 전력 부문



참고: 열은 산업 및 건물의 난방/냉방을 의미합니다.

출처: REN21, IEA, Global X ETFs, 2021년 7월.

완전한 재생 에너지 사용은 전기화를 통하여만 달성할 수 있지만 추가 전기화는 재생 전기에 매우 의존적입니다. 이런 논리라면 전기화의 추가 확장과 재생 에너지 생산은 글로벌 탄소 중립성 목표를 달성하는 데 있어 커다란 역할을 할 수 있습니다. 일부 추정치에 따르면 석탄, 석유 및 천연 가스와 같은 화석 연료를 클린 에너지원으로 대체하면 온난화를 적절히 제한하는 데 필요한 수준의 52%까지 배출을 줄일 수 있습니다. ³¹

풍력 에너지에 대한 투자

탈탄소를 통한 기후 변화 해결은 우리 시대의 아주 중요한 도전입니다. 인간 활동 사이의 연계성은 어쩔 수 없는 것이므로, 풍력 및 태양광과 같은 재생 에너지원으로의 전환은 이를 달성하는 데 있어 가장 바람직한 것입니다. 우리는 최근 클린 에너지원으로의 전환을 긍정적으로 바라보고 있으며, 혁신과 비용 감소가 그러한 전환을 가속화함에 따라 화석 연료원으로부터 지속적으로 시장 점유율을 확대하리라 예상합니다. 투자자는 이러한 원천으로의 전환에 참여할 수 있는 한편 혁신적인 기초 기술의 성장과 이들을 제공하는 회사의 성장을 활용할 수 있을 것입니다.

1. IRENA, "세계의 에너지 전환 전망: 1.5°C 경로", 2021년 6월.
2. IPCC, "AR6 - 기후 변화 2021년: 자연 과학 편향", 2021년 8월.
3. 같은 출처.
4. Bloomberg, "연간 온실가스 배출량", 2021년 7월 12일 접속.
5. IPCC, "AR6 - 기후 변화 2021년: 자연 과학 편향", 2021년 8월.
6. NOAA Global Monitoring Laboratory, 대기 중 이산화탄소 데이터베이스; Global X 분석
7. NOAA, "기후 변화: 대기 중 이산화탄소", 2020년 8월.
8. IPCC, "AR6 - 기후 변화 2021년: 자연 과학 편향", 2021년 8월.
9. 같은 출처.



10. Climate Watch, "과거의 온실가스 배출", 2021년; Global X 분석
11. IPCC, "AR6 - 기후 변화 2021년: 자연 과학 편향", 2021년 8월.
12. 같은 출처.
13. 기후 행동 트래커, "글로벌 업데이트: 기후 정상 모멘텀", 2021년 5월.
14. IPCC, "AR6 - 기후 변화 2021년: 자연 과학 편향", 2021년 8월.
15. 같은 출처.
16. IRENA, "세계의 에너지 전환 전망: 1.5°C", 2021년 6월.
17. 같은 출처.
18. 같은 출처.
19. Visual Capitalist, "순제로를 향한 경주: 국가별 탄소중립성 목표", 2021년 6월.
20. IRENA, "세계의 에너지 전환 전망: 1.5°C", 2021년 6월.
21. Bloomberg, "Amazon은 기후를 주 지침으로 삼으려 노력하고 있다", 2020년 9월 21일.
22. BP, "세계 에너지에 대한 통계적 고찰 2021년", 2021년.
23. 같은 출처; Global X 분석
24. IEA, "글로벌 에너지 검토 2021년", 2021년 4월.
25. 같은 출처; Global X 분석
26. BP, "세계 에너지에 대한 통계적 고찰 2021년", 2021년.
27. IRENA Database, Vestas Wind
28. 같은 출처.
29. Energy Transitions Commission, "임무 수행을 가능하게: 순 제로 이코노미 제공", 2020년 9월.
30. REN21, "재생 에너지 2021년: 글로벌 상태 보고서", 2021년.
31. IRENA, "글로벌 재생 에너지 전망: 에너지 전환 2050년", 2020년.
32. Solactive Wind Energy Index Methodology 집중 투자 회사가 25개 미만인 경우, 풍력 에너지 활동이 주 사업 영역이지만 현재 매출을 올리고 있지 않은 회사들이 지수에 포함됩니다.



투자에는 원금 손실 가능성을 포함한 리스크가 수반됩니다. 투자 범위가 좁으면 해당 섹터에 영향을 주는 요인에 더 취약하며 변동성이 더 커집니다. 풍력 에너지 회사는 정부 지원금, 정부 기관과의 계약, 신규 및 독점 기술의 성공적인 개발에 대한 의존도가 매우 높을 수 있습니다. 계절별 기후 조건, 에너지 제품에 대한 수요 공급의 변동, 에너지 가격의 변화, 국제 정치 사건에 따라 이러한 회사의 성과에 변동이 생길 수 있습니다. 국제 투자에는 통화 가치의 불리한 변동, 일반회계원칙의 차이, 또는 다른 국가의 사회적, 경제적 또는 정치적 불안정으로 인한 자본 손실 리스크가 수반됩니다. 신흥시장에는 동일한 요인뿐만 아니라 변동성의 증가 및 낮은 거래량과 관련된 고도의 리스크가 수반됩니다.

