



KEARNEY

# 재생에너지 공급망의 취약점 노출: 위험요소 해체

May 2024

## 01 왜 재생 에너지 기업은 공급망을 걱정해야 하는가?

재생 에너지 산업은 지리적요인, 가격변동성, 규제, 노동에 대한 사회적 우려 등 많은 외부 환경적 요인으로 원자재 공급망에 상당한 어려움을 겪고 있다. 이 글에서는 재생 에너지 기업이 처한 다양한 리스크를 파악해 기업의 회복탄력성을 높이기 위한 공급망 관리 전략을 공유하고자 한다.

### Risk 01

#### 특정 국가에 대한 지나친 공급 의존

중국을 전세계 희토류 생산량의 90%를 차지하고 있으며, 전세계 풍력터빈과 전기차 배터리의 60%를 생산하고 있다. 또한 배터리에 사용되는 가공 재료 시장에서도 약 90% 내외의 시장점유율을 차지하고 있다. 이렇듯 특정 국가에 대한 지나친 원자재 공급 의존성은 지정학적 긴장을 높여 공급망 리스크의 원인이 되고 있다.

### Risk 02

#### 인플레이션으로 인한 재정적 압박

태양광 패널의 핵심 원자재인 폴리실리콘 가격은 2년 사이 300% 급등했으며, (2020년 kg당 7달러에서 2022년 kg당 30달러 이상) 강철, 구리, 알루미늄 가격 급등으로 풍력 터빈 생산도 타격을 입었다. 이러한 인플레이션 압박으로 인해 기업들의 투자 결정이 재평가되며 2030년까지 3만MW의 해상 풍력 발전소를 건설하려던 바이든 대통령의 계획에 의문이 제기되고 있다. 그 결과, 56GW 규모(약 천만 가구 전력 공급)의 청정 에너지 발전소 프로젝트도 2021년 말부터 지연되고 있다.

### Risk 03

#### 전력 소비 증가로 인한 전력망(electric grid) 부담

태양광과 풍력 발전은 기상 조건에 따라 전압 변동이 심해 전력망 불안정으로 이어진다. 또한, 전기차 충전으로 인한 전력 소비 증가도 전력망 부담의 원인이 되고 있다(테슬라 모델3의 전력 소비량은 신형 냉장고의 약 10배). 이러한 문제를 해결하지 못하면 전력망 혼잡과 전압 변동으로 인해 전력 공급 안정성까지 저하될 위험이 있다.

## 02 재생 에너지 가치사슬 리스크 평가

그림 1. 에너지 산업 장비 공급망의 리스크

상대적으로 위험 수준 높음		포함되는 카테고리	지리적 위치	리스크 근거
↑	변압기	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 대용량 변압기</li> <li>- 배전 변압기</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 변압기 리드 타임의 증가</li> <li>- 주요 원자재 부족</li> </ul>
	스마트 전력망장비	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 스마트 계량기</li> <li>- DMS 시스템</li> <li>- IEDs, 센서, PMUs</li> <li>- 광섬유, PLCs</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 반도체 부족</li> <li>- 빠른 기술 발달과 통합의 이슈</li> <li>- 사이버 보안에 대한 우려</li> </ul>
	전선, 케이블	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 강력 케이블</li> <li>- 오버헤드 컨덕터</li> <li>- 컨트롤 케이블</li> <li>- 지하 케이블</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 구리, 절연체 포함 주요 원자재 부족</li> <li>- 케이블 절연체의 품질 제어</li> </ul>
	전력망자동화및 제어장치	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SCADA 시스템</li> <li>- 보호 계전기</li> <li>- 전력망 관리 소프트웨어</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 제조 및 설치 숙련 기술자 부족</li> <li>- 제품 리드 타임의 지연</li> </ul>
	측정 및 모니터링 장비	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전력 계량기</li> <li>- 모니터링 시스템</li> <li>- SCADA 장비</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 엄격한 규정 준수 필요성</li> <li>- 복잡한 운송 및 물류</li> <li>- 빠른 기술 발달</li> </ul>
	가스운영	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 파이프, 밸브, 컴프레서</li> <li>- 가스 저장소</li> <li>- 유량 계측기</li> <li>- 누출 감지 장비</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 엄격한 품질과 안전성 준수</li> <li>- 배송 지연</li> <li>- 빠른 기술 발달</li> </ul>
	기둥 및 타워	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전신주</li> <li>- 전송 타워</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 강철 및 목재의 가용성</li> <li>- 환경 규제의 변화</li> <li>- 거대 구조물 배송 및 물류 우려</li> </ul>
	개폐기 및 차단기	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 개폐기</li> <li>- 차단기</li> <li>- 퓨즈</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 품질 제어 어려움</li> <li>- 복잡한 규제 준수 필요성</li> </ul>

Notes: DMS는 물류 관리 시스템(distribution management system), IED는 지능형 전자 장치(intelligent electronic device), PMU는 위상 측정 단위(phasor measurement unit), PLC는 평면 광파 회로(planar Lightwave circuit), SCADA는 관리 제어 및 데이터 수집(supervisory control and data acquisition)  
Source: Kearney analysis

그림 1은 각 카테고리별 리스크와 이에 기여하는 주요 요인을 보여준다. 지정학적 요인, 운영상의 요인이 가장 중요한 위협으로 보인다. 아래는 7가지 리스크 영역을 더 자세히 분석했다.

## 01 지정학적 요인

아시아 등 일부 지역에 집중되어 있는 희토류의 희소성은 재생 에너지 시장에 큰 영향을 미치고 있다. 희토류의 약 72%를 특정 국가에서 수입하는 미국은 특히 취약한 상황이다. 2030년에는 네오디뮴과 프라세오디뮴에 대한 글로벌 수요가 공급을 훨씬 초과할 것으로 예상된다. 대량 생산되는 청정 에너지의 기술의 60%가 단일 국가에서 공급되고 있기 때문에 단일 국가에 대한 높은 의존과 국가간 지정학적 긴장은 상당한 리스크를 초래한다. 2022년 우크라이나 전쟁으로 인한 철강, 구리, 알루미늄 공급 중단 사태, 2019년 볼리비아 쿠데타로 인한 리튬 공급 중단 사태와 같은 지정학적 긴장, 그리고 태양광 패널에 대한 관세는 공급망을 더욱 혼란에 빠트리고 있다.

## 02 운영적 요인

태양광용 폴리실리콘, 구리, 알루미늄, 강철 등 원자재 가격은 2020년부터 2022년 사이 2배 상승했으며, 2023년 다시 급락하기 전까지 폴리실리콘만 3.5배 상승했다. 2019년 이후 리튬의 평균 가격은 4배 가까이 올랐으며, 배터리 필수 원자재인 코발트와 니켈 가격은 2배 상승했다. 전력 수요 증가는 전력망 분배에 부담을 준다. 채굴 허가 지연과 인력 부족은 핵심 원자재 부족 리스크를 초래한다. 노후화된 인프라와 OEM 손실은 특히 해상 풍력 분야의 어려움을 가중시킨다. 전문 기술 인력 채용의 어려움과 폴리실리콘 생산 감소로 재생 에너지 산업의 확장에 대한 제약이 심화되고 있다.

## 03 ESG

원자재 채굴과 생산은 인권 침해 리스크를 동반한다. 지난 2022년, 풍력 터빈용 금속 주요 공급처인 콩고민주공화국의 코발트 광산에서 7세 어린이가 일하는 모습이 발견되었다. 또한 2021년 강제 노동에 대한 고발로 인해 미국은 중국 신장 지역에서 생산된 제품 수입을 금지했다.

## 04 규정 및 규제

채굴로 인한 피해가 잘 알려지지 않는다는 점은 피해 예방과 완화 노력을 방해한다. 신흥국의 불안정한 에너지 정책 또한 어려움을 주는 요인이기도 한다. EU의 화학물질 등록, 평가, 허가 및 제한(REACH) 규정은 재생 에너지 제품 생산시 특정 화학물질 사용을 제한하고 있다.

## 05 정보 보안

북미에서 에너지 기업은 가장 빈번한 사이버 공격을 받고 있으며, 그 횟수가 전체 사이버 공격의 20%에 달한다. 대표적인 사건으로 2021년 미국 연료 운송의 중요한 부분에 일시적으로 영향을 미쳤던 콜로니얼 파이프라인(Colonial Pipeline) 랜섬웨어 공격이 있으며, 셸(Shell)과 지멘스 에너지(Siemens Energy)에 영향을 미쳤던 무브잇 데이터 유출 사건이 있다. 2020년에는 미국에 본사를 둔 태양광 패널 제조 업체가 고객 데이터를 도난 당한 솔라윈즈(SolarWinds) 사이버 공격이 있었다. 주요 재생 에너지 프로젝트에 참여하는 계약업체, 공급업체, 장비 제조업체는 시스템을 공유하는 경우가 많기 때문에 민감한 장비에 악성 소프트웨어가 침입할 수 있는 잠재적인 진입로가 많다. 또한, 일반적으로 태양광 발전소와 풍력 발전기는 외진 곳에 위치하고 있어 중앙 시스템에 의해 원격 제어되므로 사이버 범죄에 더욱 취약하다.

## 06 재정적 요인

재생 에너지 산업은 다양한 요인으로 인해 파산 위험이 도사리고 있다. 유럽에서는 가격 하락으로 인해 2023년에 태양광 산업이 파산 위기에 직면했고, 주요 신흥국의 태양광 발전소 자본 비용은 선진국보다 2~3배 높아 재정적 부담이 가중되고 있다. 또한 미국 인플레이션 억제법 등 재생 에너지 기술에 대한 막대한 보조금은 정권 교체에 따라 언제든지 바뀔 수 있어 경제적 불확실성이 더욱 커지고 있다.

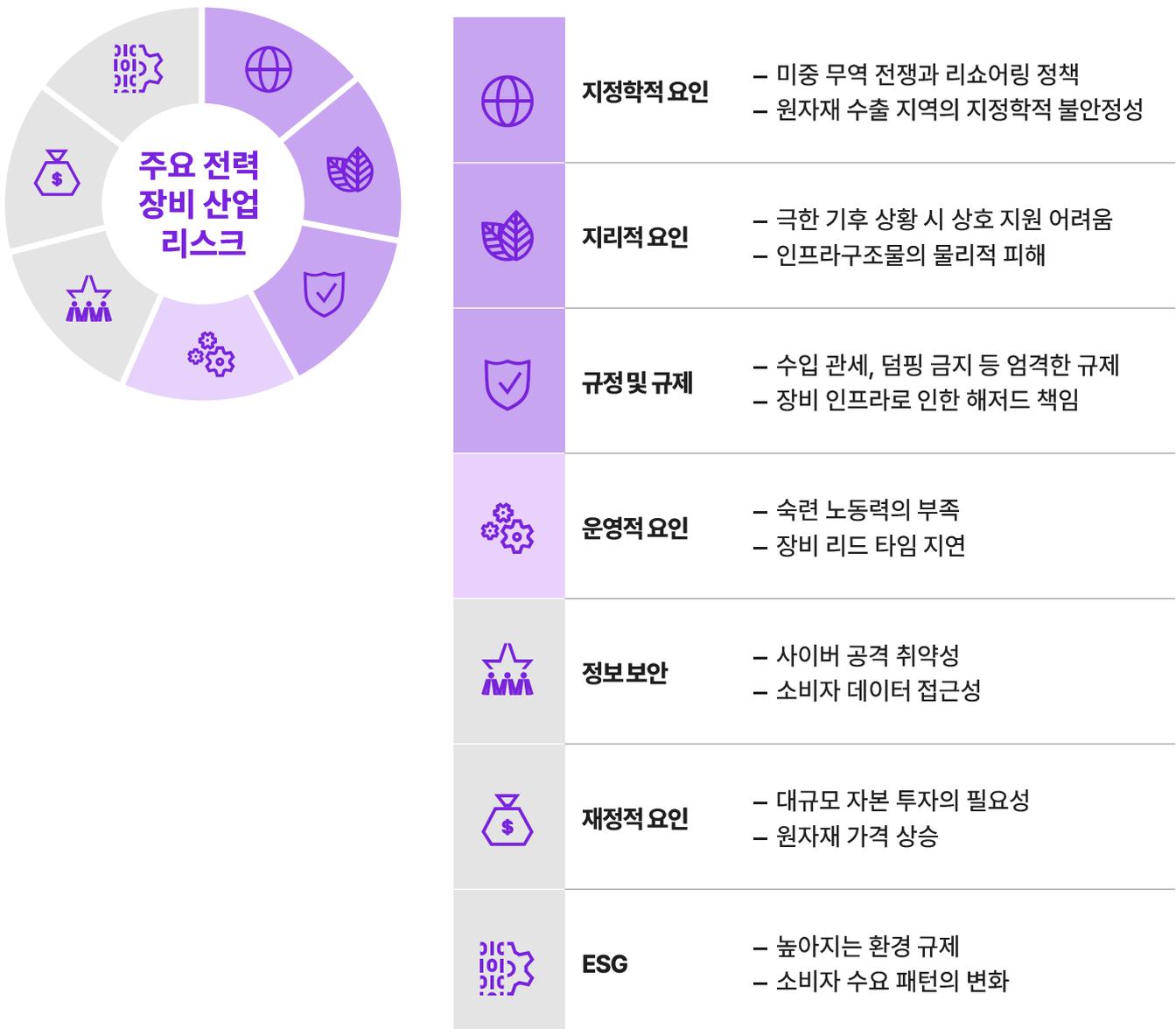
## 07 지리적 요인

재생 에너지 자산은 자연 재해로 인한 리스크도 상당하다. 예를 들어 2022년 여름, 텍사스에 쏟아진 우박이 태양광 발전소에 3억 달러 이상의 피해를 입힌 사례는 자연 재해에 대한 업계의 취약성을 잘 보여 준다.

### 03 태양광 산업 가치 사슬과 시장 역학 관계

태양광에너지 산업은 최근 몇 년 동안 괄목할 만한 성장을 거듭해왔다. 이러한 급속한 확장으로 인해 태양광 가치 사슬 내 핵심 원자재 공급과 조달에 심각한 문제점이 드러나게 되었다(그림2 참조).

그림 2. 전력 및 가스 장비 산업 리스크의 7가지 주요 카테고리



Notes: ESG는 Environment, Social, Governance  
Source: Kearney analysis

태양광 산업 공급망에서 가장 리스크가 높은 다섯 가지 원자재와 그 이유는 아래와 같다.

## 01 폴리실리콘

태양광 패널에 사용되는 주요 소재인 폴리실리콘은 태양광 에너지 공급망에서 아주 중요하다. 그러나 전세계 폴리실리콘 생산의 79%가 중국에 집중되어 있으며, 그 중 상당부분이 신장 지구에서 생산된다.

## 02 텔루륨

희귀 소재인 텔루륨은 전세계적으로 매장량이 제한적이다. 텔루륨은 기존 실리콘 기반 태양광 전지 패널의 대안인 박막 태양광 전지 생산에 사용된다. 텔루륨은 태양 전지 효율 향상에 효과적이지만, 수요가 증가함에 따라 장기적 공급 가능성에서 대한 우려가 제기되고 있다.

## 03 구리

구리는 태양광 에너지 시스템의 기본 재료로, 배선, 전도성 부품, 전기 연결에 필수적이다. 그러나 구리 가격은 공급 중단, 노동자 파업, 건설업이나 전자공업 등 타산업의 수요 변동에 따른 변동성이 높다. 태양광 설비에서 구리에 대한 의존도가 높기 때문에 업계 전체적으로 원자재 부족과 가격 변동의 리스크에 노출되어 있으며 이로 인해 프로젝트 비용과 일정에 영향을 미칠 수 있다.

## 04 유리

태양광 패널 보호 커버는 내구성과 내후성을 제공하는 동시에 태양광 전지에 빛이 통과할 수 있게 하는 역할을 한다. 태양광 산업 내 유리 수요는 패널 생산과 함께 급증하면서 공급망 제약과 생산 역량에 대한 우려로 이어지고 있다. 또한 태양광 응용 소프트웨어를 위한 특수 유리 배합에 의존하다 보니 일관된 품질과 가용성 보장이 어려워 공급망 역학이 더욱 복잡해지고 있다.

## 05 알루미늄

알루미늄은 태양광 패널의 프레임 및 지지 구조물, 마운팅 시스템, 전기 부품 등 다양한 용도로 사용된다. 알루미늄은 글로벌 시장 역학 관계로 인한 가격 변동, 지정학적 긴장, 지속 가능성 및 책임 있는 채굴에 대한 우려 등의 공급망 리스크가 있다. 태양광 에너지 시스템의 경제성과 친환경성을 유지하려면 안정적이고 지속 가능한 알루미늄 공급이 보장되어야 한다.

## 04 재생 에너지 공급망의 회복탄력성을 위해서 어떻게 해야 할까?

이제는 재생 에너지 공급망 강화에 있어 회복탄력성에 초점을 맞춘 포괄적인 접근이 필요한 때이다. 미래 지향적 기업은 핵심 원자재에 대한 리스크를 이해하고, 지리적 집중으로 인한 취약성, 단독 소스 노드 및 기타 고위험 요인을 확인해 공급망에 대한 거시적 관점을 견지해야 한다. 리스크의 원인은 1차 공급의 직접적인 단계에서는 명확하지 않을 수 있지만, N차 매핑을 통해 가시성을 강화하면 2차 3차 수준 업스트림 취약성을 드러낼 수 있고, 이를 통해 다운스트림에 미치는 악영향을 막을 수 있다.

다양한 재생 에너지 기업과의 경험을 바탕으로, 우리는 최고 경영진이 종합적인 공급망 리스크 관리 역량을 구축하는데 집중할 것을 권장한다. 다음은 리더가 취할 수 있는 접근 방식이다.

### 초기에 적합한 공급업체를 확보하라

프로세스 초기 단계에 리스크를 잘 관리하는 공급 업체와 적극적인 협상을 통해 계약을 체결하면, 안정적인 공급을 통해 관계를 더욱 공고히 할 수 있다. 초기 참여를 유도하면 서로에 대한 기대치를 잘 조율할 수 있으며, 투명한 커뮤니케이션과 협업을 더 잘 이끌어낼 수 있다. 또한 1차 공급업체 전반에 일관적인 위험 완화 전략을 적용하면 2차 공급 업체의 중단 가능성을 줄여 상호 파트너십을 강화할 수 있다.

### 기술 발전과 대체재에 대한 시장 동향을 파악하라

시장 동향을 주의 깊게 모니터링하려면 단순 관찰을 넘어 선제적 분석과 전략적 예측이 필요하다. 새로운 기술과 시장 역학을 깊이 이해함으로써 기업은 수요 변화를 예측하고, 잠재적인 혼란을 파악하며, 대체 공급원이나 제품을 탐색할 수 있다. 이러한 예방적 접근 방식을 통해 기업은 민첩한 의사결정과 새로운 기회 활용을 통해 리스크를 완화할 수 있다.

### 제조 공장의 품질 감사를 시행하라

정기적인 품질 감사는 단순한 규정 준수 점검을 넘어 운영 우수성과 제품 안전성을 보장하기 위한 예방적 조치이다. 감사는 표준 준수 여부 확인 기능 외에 프로세스 효율성, 공급망 회복탄력성, 개선 필요 영역에 대한 인사이트를 얻을 수 있다. 기업은 지속적인 개선과 책임감의 문화를 조성함으로써 전반적인 제품 품질, 고객 만족, 공급망 리스크 관리 역량을 개선해 회복탄력성을 향상시킬 수 있다.

## OEM과 전략적 파트너십을 구축하라

OEM의 전략적 파트너십은 단순한 거래 관계 이상의 협업 혁신과 공유 가치를 창출할 수 있다. 목표를 연결하고, 상호 보완적인 강점을 활용하고, 투명한 커뮤니케이션을 촉진함으로써 기업은 시너지를 창출하고, 혁신을 가속화하며 공급망 전반의 리스크를 완화할 수 있다. 전략적 파트너십 구축으로 전문적 지식, 리소스 및 지원을 활용함으로써 시장의 역동성과 혼란에 맞서는 민첩성, 유연성, 회복력을 강화할 수 있다.

## 리스크 관리 역량을 조직문화로 만들어라

선도 기업들은 회복탄력성을 구축하는 전략적 이니셔티브에 집중한다. 성공적인 전략은 리스크 관리 역량을 개발하고, 리스크 관리 문화를 조성하며, 공급 기반 다각화를 촉진하고, 비즈니스 프로세스를 더욱 애자일하게 만든다. 리스크 관리를 조직문화로 만드는 것은 지속 가능한 장기적 공급망 회복탄력성을 구축하는 기반이 된다.

### PRISM 소개

Kearney는 역동적인 환경 속 공급망 리스크 관리를 위한 접근 방식을 개발했습니다. Korn Ferry의 사전 예방적 리스크 인텔리전스 공급망 관리(PRISM, Proactive Risk Intelligence in Supply Management) 솔루션은 엔드투엔드 공급업체 리스크 관리를 위한 기술 자문 솔루션입니다. PRISM은 외부 시장 데이터, 내부 공급업체 성과 측정 및 독점적 분석 기능을 활용하여 잠재적 리스크에 대한 가시성을 확보하고, 위험 수준을 판단하며, 완화 전략 수립을 도와줍니다. 90년 이상의 컨설팅 경험과 공급망 관련 전략 역량을 보유한 Kearney는 PRISM의 포괄적인 접근 방식을 재생 에너지 기업의 자산으로 활용할 수 있는 준비가 되어 있습니다. 자세히 알고 싶으시다면 홈페이지를 방문해 주세요.



KEARNEY

Copyright©2024 A.T. Kearney Korea LLC. All rights reserved.