

## A New Template for the Integrated Grid

### 전력망 연계를 위한 새로운 템플릿

Electric Power Research Institute

지붕 태양광 및 다른 분산자원의 광범위한 보급은 전력 산업계에게는 상황을 근본적으로 바꿔버린 게임 체인저이다. 미국 에너지정보국(U.S. Energy Information Administration)에 따르면 2018년 소규모 태양광시스템의 발전은 2016년에 비해 60% 증가하였다. 이제 전력 회사와 규제당국은 분산자원을 전력망 계획 및 운영과 연계하는데 도움이 될 새로운 도구를 탐색하고 있다.

중요한 첫 단계는 분산자원과 전력망이 만나는 곳, 즉 인터페이스에 대한 요구사항과 기능을 정의하는 것이다. 그리고 바로 이것이 IEEE 1547 표준 개정판의 목적이다. IEEE가 2018년 4월 전면 개정된 표준을 발표하고 1년 후 전력회사와 규제당국은 분산자원과 전력망의 연결과 상호운용을 위한 기술 규격을 받아들이기 시작했다. 2003년 첫 발표된 IEEE 1547 표준은 분산자원의 성능, 운용, 시험, 안전성 그리고 유지보수 등 분산자원 요구사항을 정한 유일한 표준이다.

개정 표준의 가장 중요한 점은 스마트 인터버를 위한 기술규격이다. IEEE는 분산자원과 전력망의 연결을 위해 사용되는 인터버 및 기타 기기의 상호호환성을 확보하기 위한 표준적합성 시험절차인 IEEE 1547.1을 2020년 발표할 예정이다. 2021년까지 제작사는 개정된 표준을 만족하는 상품을

출시할 것으로 기대된다.

기술 역량은 물론 전력회사와 기타 이해관계자들과의 관계를 이용하여 EPRI는 새로운 표준을 만들기 위한 협력적 노력에 가장 중요한 역할을 수행하였다. 4년의 작업에 모든 전력산업계에서 100명 이상의 전문가가 모였고, EPRI의 전문가는 표준 개정의 중심인 기술 규격을 만드는 3개의 전문가 그룹을 주도하였다. 전문가 그룹은 전압 제어, Ride Through, 통신 인터페이스와 프로토콜에 집중하였다. EPRI는 표준안 투표단계에서 나온 1,500개 이상의 의견을 해결하고, 최종 개정안을 검토 및 수정하는 데 도움을 주었다.

새로운 표준은 분산자원을 전력망과 연계하는 방법을 근본적으로 바꾸기 때문에 송배전망 계획 및 운영자들로부터 많은 의견이 있었다. EPRI는 주기적으로 그들과 협력하였으며 이런 협력이 용이한 표준 개정을 위한 도움이 되었다. 하지만 독립적인 연구기관인 EPRI로서는 어떤 특정 관점을 위한 구성원의 행동이나 로비를 용인하지 않았으며, 연구 결과와 모든 이해관계자의 고려사항을 전달되도록 하였다.

EPRI는 2년에 걸친 프로젝트의 하나로, 표준 적용을 위한 20개 이상의 전력 회사와 협업하였다. 주로 전력 회사의 직원 교육, 분산자원 연계와 상호운영성 요구사항 및 기능

이 기사는 Electric Power Research Institute와의 협약에 의해 한국어로 번역되어 게재되었습니다. Electric Power Research Institute와 한국전력공사는 원문 및 한국어판의 저작권을 보유하고 있습니다. 원문은 Electric Power Research Institute 홈페이지 <https://epri.com>에서 보실 수 있습니다.

Copyright © 2019 Electric Power Research Institute, Inc.

The Electric Power Research Institute, Inc. ("EPRI") assumes no liability with respect to the translation or use of, or for damages resulting from the translation or use of the information contained herein. Further, EPRI makes no warranty or representations, expressed or implied, with respect to the accuracy or completeness of the translation or the usefulness of the information contained herein.

설정과 같은 일반적이고 개별 회사에 맞는 권고안을 개발하는 데 협업하였다, 또한 EPRI는 전력산업 이해관계자에게 절차나 방법 등의 개발, 웹세미나 및 기타 다른 방법으로 표준 적용에 관한 정보를 제공하고 있다. 더불어 EPRI는 송배전망 계획 및 운영자들간 표준을 적용하는 적절한 방법에 관한 토론을 가능하게 하고 있다. 수 년간의 시험 경험을 이용하여 EPRI는 IEEE 1547.1 표준안의 표준 시험 절차를 알려주고 있다.

## An Important Tool for Utilities 전력 회사를 위한 중요한 도구

어떤 전력 회사는 표준을 에너지 자원을 최적 관리하고 전력망을 개선하기 위한 중요한 도구로 인식하고 있다.

EPRI 프로젝트의 파트너 중 하나인 Xcel Energy는 미국 미네소타 주정부 및 잠재적으로 콜로라도 주정부와 함께 전력망 연계 표준을 검토 중이다. 미네소타와 콜로라도 외, Xcel Energy는 미시간, 뉴멕시코, 다코타, 텍사스, 위스콘신주의 고객들에게도 서비스를 제공 중이다.

Xcel Energy의 분산자원 엔지니어인 패트릭 달튼(Patrick Dalton)에 따르면 Xcel Energy가 서비스를 제공 중인 지역의 분산자원 비중은 상대적으로 낮음에도 불구하고, 이것들을 마치 미네소타와 콜로라도에 지붕 태양광으로 설치한 5 MW짜리 태양광 정원과 같은 분산자원 클러스터로 인식하기 시작했다. 미래의 전력망은 더 많은 분산자원을 갖게 될 것으로 보이며, Xcel Energy는 그런 전력망을 운영할 적절한 능력과 도구를 갖기를 원한다.

패트릭 달튼은 표준이 전력 회사에 송전망이나 발전소가 에너지를 공급하는 방식의 신뢰성을 해치지 않고 더 많은 분산자원을 연계할 수 있는 기술 규격을 제공한다고 덧붙혔다.

## "A Sense of Urgency" for State Regulators 규제당국의 긴급함

전력망 현대화를 우선하고 있는 규제당국은 IEEE 1547을 면밀히 검토 중에 있다. 규격 자체가 바로 적용할 수 있는 것이 아니다 보니 규제당국은 지역별 문제, 조건 및 요구사항 등의 정책 결정에 기초할 필요가 있다. 규제당국은 분산전원 용량과 분산전원과의 연결을 위한 통신 규격 등을 정하기 위해 지역별 산업계의 이해관계자와 협업할 수 있다.

이해관계자와의 토론은 1년 또는 2년도 소요될 수 있는데, 특히 규제당국이 2021년 표준을 준수하는 스마트 인버터가 출시될 때 새로운 표준을 적용하고자 하는 경우 이 소요시간으로 인해 지금 당장 착수해야 한다는 긴급함이 발생한다.

미네소타주 공공사업 위원회의 분산전원 전문위원인 마이클 로시어(Michelle Rosier)에 따르면 위원회는 개정된 표준을 전력 회사와 분산전원을 위한 기술적 요구사항과 합치는 작업을 수행 중이다.

미네소타의 분산전원 비중은 높지 않다. 하지만 미네소타주 공공사업 위원회는 선제적 준비를 위해 표준이 제자리에 준비되어 있기는 바라고 있다.

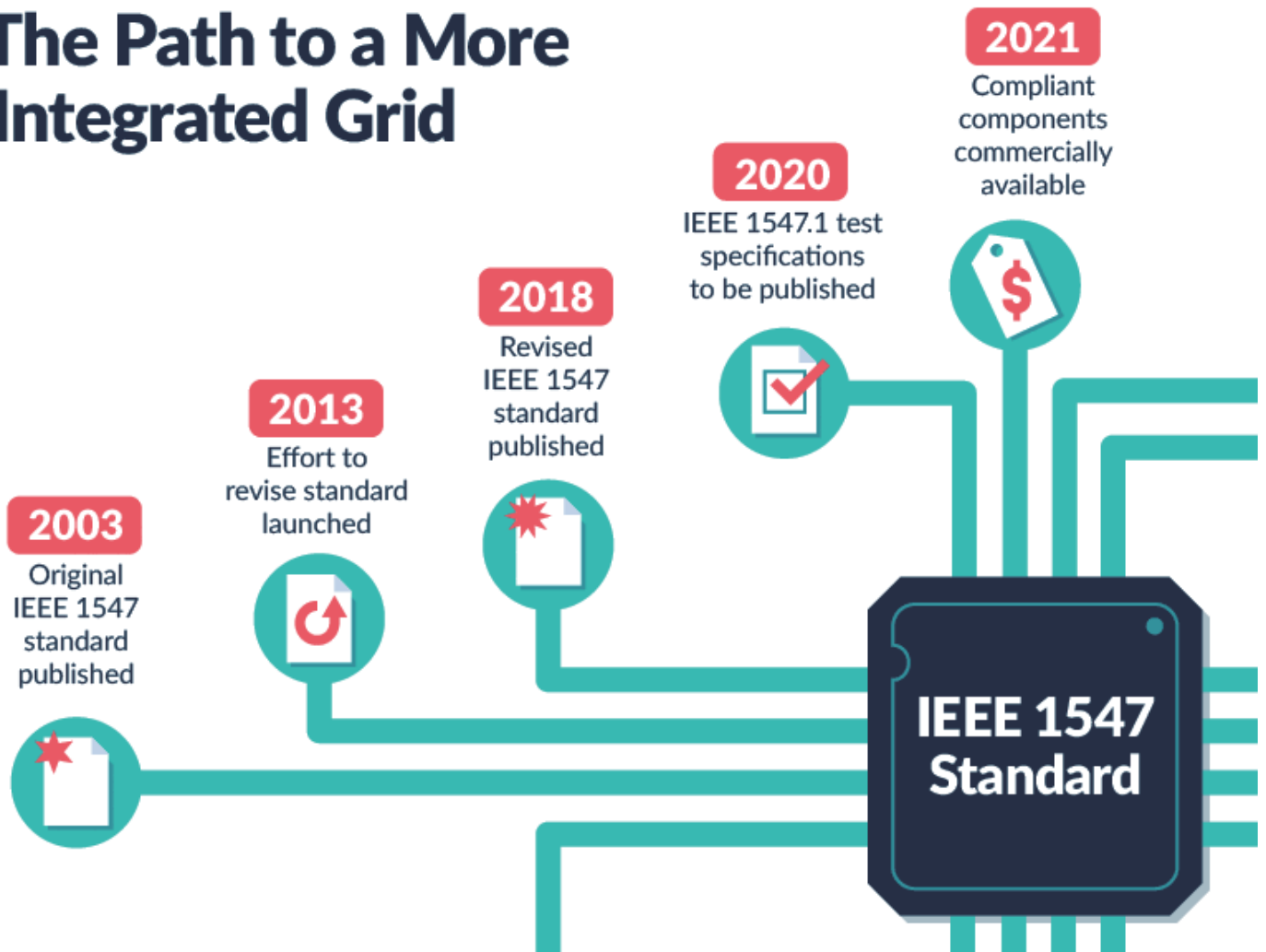
IEEE 1547은 스마트 인버터의 많은 기능을 요구한다.

- 전력망 상태를 감시하고 전력망과 통신을 하며, 원격지에서 운영명령을 받으며, 전력망의 안정성과 신뢰성을 유지하기 위해 자동화된 의사결정을 수행한다.
- 짧은 시간 동안 주파수 또는 전압 불안정이 발생하는 경우 지붕 태양광이나 기타 분산자원이 일정 시간 계통과 연결 후 분리되거나 지속적으로 연결을 유지할 것을 지시한다. (지금까지 미국이나 다른 나라에서 분산자원은 장애 발생 시 자동으로 계통에서 분리되어 왔다. 만일 많은 수의 분산자원이 동시에 전력 공급을 중지한다면 정전이나 또 다른 전력망 장애가 발생할 수 있다.)
- 전력망으로 또는 전력망에서 들어오는 전력량을 변경한다.
- 정전 이후 출력 침두를 피하기 위해 분산자원이 전력망에 재연결되도록 지시한다.
- Volt-VAR라고 불리는 기능으로, 무효전력을 조절함으로써 전력망이 전압 편차에 대응한다.

많은 규제당국이 스마트 인버터를 위한 이런 종류의 요구사항을 검토 중이다. 규제당국은 전력망 운영자가 전력망을 강화할 목적으로 고객의 스마트 인버터 기능을 사용하게 할지 결정하여야 할 것이다. 그런 기능들이 기술적으로 가능하다면 전력 회사가 얼마나 자주 고객의 전압 또는 주파수 유지 능력을 사용할 수 있을까? 또는 고객에게 그런 기능의 사용요금을 지급해야 할까? 지급한다면 얼마나 지급해야 할까?와 같이 고려해야 할 문제가 있다.

IEEE 1547은 "현재 사용 중인 정비나 운용방식을 대체한다"거나, "최악의 상태에 대비한 백업으로 사용한다"와 같이 전력 회사가 어떻게 이런 기능을 이용할 지에 대한 새로운 토론을 유도하는 기초적인 구성 블록이다. 규제당국은 이런 새로운 기능 중 어떤 것이 가장 안전한지, 훨씬 신뢰

# The Path to a More Integrated Grid



성 있는지, 그리고 공공의 이해관계에 맞는 지를 결정해야 한다. 이 부분이 EPRI의 독립적이고, 사실에 기초한 연구개발이 결정적이고 구체적인 요구사항에 대응할 수 있는 곳이다.

태양광 보급이 많은 캘리포니아와 하와이주는 그들만의 분산자원 연계 표준을 수립하였다. 이 표준은 IEEE 1547만큼 적극적이지는 않지만 매우 유사하여, 전력망과 분산자원의 더 높은 신뢰성과 상호운용성을 요구한다.

향후 수 년간 상당한 수준의 분산자원 보급을 전망하지 않는 지방 정부에서는 당장 분산자원 연계 기준을 개선함으로써 예상치 못한 갑작스러운 분산자원 증가에 대비할 수 있다.

IEEE 1547을 새로운 분산자원 연계 규칙을 위한 청사진 정도로 받아드린 지방 정부는 전력망이 예정된 또는 예상하

지 못한 분산자원 확산에 실패없이 대응하도록 할 수 있다. 이런 지방 정부는 지금 당장 분산자원 기능을 키울 수 있고, 분산자원이 상당한 수준에 도달할 때 그 기능을 사용할 수 있을 것이다.

상당한 수준의 분산자원 확산을 구성하는 것은 지역적인 전력망의 특성에 의존한다. EPRI는 규제당국과 송전망 계획자에게 도움이 되는 모델과 틀을 개발했다.

## Coordination among Transmission and Distribution Systems

### 송전시스템과 배전시스템의 협조

많은 전력 회사나 규제당국처럼 송전망 계획 및 운영자는 IEEE 1547을 분산전원과 전력망의 상호작용을 개선할

방법으로 보고 있다. 표준의 성공적인 적용은 종종 경쟁적인 배전망과 송전망의 계획 및 운영자들간 협력을 요구한다. 예를 들어 전력망의 장애가 발생 중일 때 배전망 운영자는 장애일 조치 중인 작업자의 안전을 위해 분산자원이 잠시 전력공급을 중지할 것을 원할 수 있다. 반면 송전망 운영자는 전압 조정과 전력망 안정성을 높이기 위해 분산전원이 중단없이 전력을 공급해 주길 원할 수 있다.

표준은 분산전원의 기능과 설정을 규정하기 위해 송전망과 배전망 계획 및 운영자간의 대화를 할 수 있는 바탕을 제공한다. 또한 표준은 Momentary Cessation이라 불리는데, 새로운 분산전원 Ride-Through 모드 같은 것도 제공하는데, 이 기능은 송전과 배전 사이의 긴장을 완화시킬 수 있다.

배전망에 연결된 분산전원은 송전망에 대해 집합적 효과를 가진다. 예를 들어 배전망에 연결된 500,000개의 지붕 태양광이 송전망의 문제로 인해 일시에 분리된다면 송전망에 심각한 전력수립 불균형이 발생할 수 있다. 이 위험성을 해결하기 위해 IEEE 1547은 주파수와 전압 편차 발생 시 분산전원이 전력망에 연결되어 있도록 한다.

이런 동작이 없다면 전력망 운영자는 예비 전력의 사용을 늘리거나 다른 지역의 전력 공급을 줄여야 하는데 이것은 기술적으로 가능하지 않을 수도 있고, 비용 효과적이지 않을 수 있다. 송전망 사고는 꽤 자주 발생하기 때문에 분산전원의 정지는 가급적 최소화시켜야 한다.

미국 중부, 동부, 중서부 지역의 13개 주에 공급되는 전력을 제어하는 송전회사인 PJM Interconnection은 새로운 표준을 면밀히 검토 중이다.

PJM은 특히 태양광 발전이 증가 중인 뉴저지와 북캐롤라이나주에서 분산전원이 전력망의 문제 발생 시 분리되도록 되어 있는 현 전력망 구성에 대해 많은 관심을 가지고 있다.

현재와 같은 구성이라면 송전망의 문제가 뉴저지주에 있는 분산전원이 일시에 전력망과 분리되도록 할 수 있다. 2021년까지 PJM은 일시에 1,000 MW가 분리되는 것을 목격할 수도 있다.

어떤 전력 회사의 이해관계자는 광범위한 분산전원 정지가 미국에서 발생한 사례가 없으므로 분산전원 Ride-

Through 요구사항이 불필요하다고 불평한다. 그들은 뜻하지 않게 발생하는 단독운전 같은 분산전원 Ride-Through의 잠재적 문제를 지적한다.

이런 우려들은 심각하게 받아들여져야 하지만, 미국과 호주에서 전력망에 연결된 재생에너지가 대규모로 정지하여 전력망을 불안정하게 한 사례가 있었다. 북미신뢰도위원회(NERC: North American Electric Reliability Corporation)의 보고서에 따르면 2016년 8월 남부 캘리포니아에서 발생한 대형산불 외중에 500 kV 송전선에서 발생한 일련의 문제로 인해 총 1,200 MW의 여러 대형 태양광발전소가 계통에서 분리되었다. 호주에너지시장운영국(AEMO: Australian Energy Market Operator)의 보고서에 따르면 2016년 9월 강력한 태풍이 왔을 때 여러 풍력발전소의 전력공급이 갑작스럽게 끊겨 광역정전을 일으켰다. 최근의 분석보고서는 2018년 캘리포니아에서 배전망에 연결된 많은 수의 태양광 발전이 정지하거나 발전 출력을 중지하였을 수 있음을 시사한다.

분명 PJM은 상당한 양의 발전 정지가 갑자기 발생하는 경우에도 전력 공급을 유지하기 위한 절차와 장비가 있다. 하지만 분산전원의 증가로 분산전원 Ride-Through 요구사항은 전원 상실을 피하는 데 도움이 된다.

대형 발전소는 어떤 특정 상황에서 계통과 연결되어 있도록 요구된다. 분산전원 역시 어떤 조건에서 단시간 동안에는 정지할 수 없도록 하는 것과 같은 동일한 요구사항을 가지는 것이 좋을 것이다.

PJM은 분산전원에 대한 규제 권한은 없지만, 표준이 가져올 잠재적 이점을 규제당국에 교육시켜 왔으며, 최근에는 워크숍을 열고 규제당국과 송전 및 배전 엔지니어가 분산전원의 Ride-Through 기능에 대해 토론할 수 있는 태스크포스를 구성하였다.

EPRI 역시 전력 산업계의 이해관계자들이 웹세미나 또는 워크숍을 통해 이런 주제들을 논의하도록 하고 있다. 의도하지 않은 단독운전의 가능성을 최소화하기 위한 방법을 조사하기 위해 전력 회사와 스마트 인버터 제조사와 같이 협업 중이며, 전력 회사가 스마트 인버터 연계와 실증 프로젝트의 교환, 사례 등을 공유하기 위한 일련의 워크숍을 주최하고 있다. [EPRI](#)