

## 계통유연자원을 활용한 분산에너지 계통접속 한계용량 증대 기술

박정민†

조선이공대학교 자동화시스템과

## Distributed Energy System Connection Limit Capacity Increase Technology Using System Flexible Resources

Jeong Min Park<sup>†</sup>

*Department of Automatic system, Chosun college of science technology*

### Abstract

Due to changes in the distribution system and increased demand for renewable energy, interest in technology to increase the limit capacity of distributed energy grid connection using grid flexible resources is also increasing.

Recently, the distribution system system is changing due to the increase in distributed power from renewable energy, and as a result, problems with the limited capacity of the distribution system, such as waiting for renewable energy to connect and increased overload, are occurring.

According to the power generation facility status report provided by the Korea Power Exchange, of the total power generation capacity of 134,020 MW as of 2021, power generation capacity through new and renewable energy facilities is 24,855 MW, accounting for approximately 19%, and among them, power generation through solar power accounts for a total portion of the total. It was analyzed that the proportion of solar power generation facilities was high, accounting for 75%. In the future, the proportion of new and renewable energy power generation facilities is expected to increase, and accordingly, an efficient operation plan for the distribution system is needed.

Advanced country-type NWAs that can integrate the operation and management of load characteristics for each line of the distribution system, power distribution, regional characteristics, and economic feasibility of distributed power in order to improve distribution network use efficiency without expanding distribution facilities due to the expansion of renewable energy. An integrated operating system is needed.

In this study, in order to improve the efficiency of distribution network use without expanding distribution facilities due to the expansion of renewable energy, we developed a method that can integrate the operation and management of load characteristics for each line of the distribution system, power distribution, regional characteristics, and economic feasibility of distributed power. We want to develop an integrated operation system for NWAs similar to that of advanced countries.

**Keywords:** NWAs, Renewable energy, Advanced Distribution Management System

---

(Received December 4, 2023; Revised December 25, 2023; Accepted December 28, 2023)

---

† Corresponding author: netpius@cst.ac.kr

# 1. 서론

배전계통 변화와 재생에너지 수요 증가로 인해 계통유연자원을 활용한 분산에너지 계통접속 한계용량 증대 기술 관심도 증가하고 있다.

최근, 재생에너지의 분산전원 증가로 인해 배전계통의 체계가 변화하고 있으며, 그로 인하여 재생에너지의 접속대기 및 과부하 증가 등의 배전계통 한계용량 문제가 발생하고 있다.



Fig. 1. 배전계통(또는 배전망)의 패러다임 변화

전력거래소에서 제공하는 발전설비현황 보고서에 의하면 2021년도 기준 총 발전 용량 134,020 MW 중 신재생에너지 설비를 통한 발전 용량은 24,855 MW로 약 19%의 비중을 차지하고 있으며 그중에서 태양광을 통한 발전은 전체 비중에서 75%를 차지하여 태양광발전 설비의 비중이 높은 것으로 분석되었다. 향후, 신재생에너지 발전 설비의 비중은 증가할 것으로 예측되며, 그에 따른 배전계통의 효율적인 운영방안이 필요한 실정이다.<sup>[1]-[3]</sup>

재생에너지 보급 확대에 따른 배전설비 증설이 없이 배전망 이용효율을 향상하기 위해 배전계통의 선로별 부하 특성, 전원 분포, 지역적 특성, 분산전원에 대한 경제성 등을 통합운영·관리할 수 있는 선진국형 NWA 통합운영시스템이 필요하다.<sup>[4]-[5]</sup>

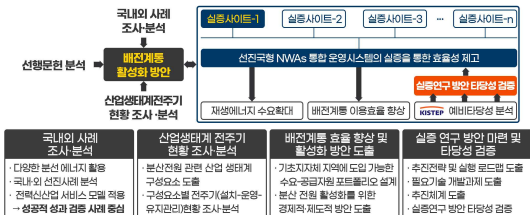


Fig. 3. NWA 통합운영시스템 연구개발 방안 예시

재생에너지 이용 증가 문제점으로 자연을 기반으로 하는 재생에너지는 출력(발전)이 변동이 쉽고 예측이 어려워 여러 문제를 일으키고 있어 아무런 대책 없이 재생에너지 설비를 대량 도입할 경우, 기존 수급 및 배전 제어로는 전력계통 품질 유지가 어려워 이에 대응하는 기술도입이 필요한 실정이다.

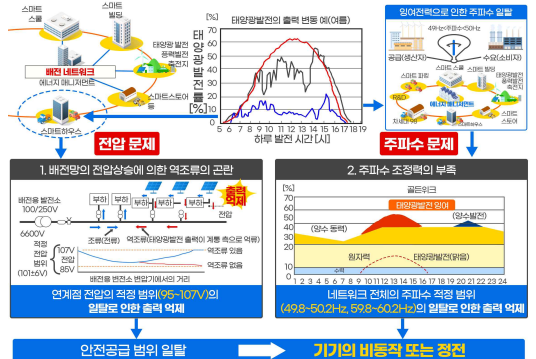


Fig. 2. 재생에너지 이용 증가 문제점

또한 배전계통에서의 태양광발전 연계량이 증가해 발전전력이 소비전력을 웃돌게 되면 배전계통 말단부의 경우, 태양광발전 설치 부분에서 배전계통으로의 전기가 역방향으로 흘러(역조류) 배전계통 전압이 상승하는 문제가 발생하고 재생에너지 연계량이 증가하면서 일사 및 풍향의 변동으로 단기적인 발전전력과 소비전력의 수급 균형이 붕괴하여 주파수 적정값 범위를 이탈하는 문제가 발생하였다. 이러한 세계적인 재생에너지 보급 확대의 흐름 가운데 발생하는 여러 문제에 대응할 수 있는 고품질의 전력을 공급이 가능한 통합운영시스템의 필요성이 대두되고 있다.<sup>[6]-[7]</sup>

배전계통의 증설 없이 분산전원에 대한 보다 높은 신뢰성과 유연성이 요구되고 있으며, 분산형 전원·정보기술을 융합한 선진국형 전력공급 시스템의 수요를 불러일으키고 있으며 선진국의 통계·분석·연구개발 사례를 반영하여 배전 건설에 발생하는 비용을 줄이고 자원의 효율 향상을 극대화하여 배전계통의 선로별 부하 특성, 전원 분포, 지역적 특성, 분산전원에 대한 경제성 등 다양한 요소를 고려한 중장기 운영계획 수립 및 기술도입이 필요하다.

미국	독일
<ul style="list-style-type: none"> <li>미국 버몬트주의 GMP는 전력 구입비용 절감 및 계통운영 보전을 위한 ESS 보급 및 VPP 운영</li> <li>버몬트주 하계 피크전력 발생 시 ESS 방전을 통해 전력 구입 비용 및 송전요금 절감</li> <li>미국 MECO는 전기차 V2G 기능을 활용, 재생에너지의 변동성에 대응하기 위한 VPP 구축</li> <li>미국 PGE는 계통 현대화 계획의 일부로 VPP 실증 프로그램 구축 및 운영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sonnen Community는 설치된 태양광과 ESS를 모아 잉여전력을 공유, 온라인 가상전력 플랫폼 제공</li> <li>태양광과 Sonnen ESS를 설치하고 일정 금액의 멤버십 비용만 내면 최대 사용량 내에서 무료로 전기를 이용할 수 있는 Sonnen flint 요금제 제공</li> <li>GE Ventures, Shell Ventures 등에서 Sonnen에 투자하였으며, Engie는 Sonnen과 협력하여 프랑스에 가정용 태양광+ESS 패키지를 판매할 계획</li> </ul>
호주	기타
<ul style="list-style-type: none"> <li>호주 Ausgrid는 송배전망 투자 회피 및 지연율 위해 자체적인 VPP 프로그램 진행</li> <li>가용용 ESS를 활용하여 피크전력 저감효과를 검증하고, 고역 도망 및 운영을 위해 판매입찰제인 Repository와 협업하여 고역 관리 수행</li> <li>ESS의 총 용량에 의한 배전망의 전압 변화 효과를 실험하고, 계통 전압 및 무효전력을 고려한 VPP 운영 기술 도입 검토</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tesla: Tesla 및 SA Power Network의 VPP 사업을 통해 1년 13 MW 확보, ESS 및 협조제어 기술로 사용량제가 제한된 PV 전력 판매량(5MW)을 증가시키는 효과를 확보(6~8MW)</li> <li>일본: 스프링브레이크에너지와 한화큐셀(자본은 소규모 가정용 PV와 ESS 등 보유자원을 활용하여 VPP 구축)</li> <li>국내: 에너지기업(가정 및 공공)간을 중심으로 전력계통을 효율화하면서 안정적으로 운영할 수 있는 계통유연자원을 활용한 시범사업 진행 중</li> </ul>

Fig. 4. 선진국 운영·관리 기술 활용 사례

이에 정부에서도 제5차 신재생에너지 기본계획 (2020 ~ 2034) 발표하였으며, 그에 따른 재생에너지 확대에 따른 운영체계 및 기술확보 중장기 운영 계획 수립하였고 제5차 신재생에너지 기본계획에 따르면 정부는 재생에너지의 주전원화를 목표로 하고 있어 그에 따른 배전계통의 혁신 및 운영관리 시스템을 개발하고자 한다.

## 2. 본 론

### 2.1. 계통 영향 및 경제성을 고려한 재생에너지 발전소 운영을 위한 AI학습 데이터 수집

계통 영향 및 경제성을 고려한 재생에너지 발전소 운영을 위한 AI학습 데이터 수집하였다. 각 모선 라인별 할당된 발전소 전력데이터 수집하고 계통 내 유연자원 최적 운영을 위한 유연자원 타입 및 용량 설정하여 계통 내 유연자원 최적 운영을 위한 재생에너지 데이터 수집하였다.

계통내 유연자원으로 활용 가능한 재생에너지 중 ESS 발전소의 데이터 수집을 진행하였고 시뮬레이션에 적용 및 활용하기 위하여 자사가 보유 및 운영중인 사이트를 기반으로 데이터 활용하였다.

재생에너지 수집 장소에 대한 계통과 변전소, 해당 D/L과의 연동하여 데이터를 제공하기 위한 해당 사이트의 주소와 그에 따른 위도 경도 데이터 수집하였고 계통 내 유연자원으로 활용하기 위한 각 사이트별로 PV, Battery, PCS 별 용량 수집하였다.

Table. 1. 모선 사이트에 따른 신재생에너지 용량

사이트 구분	주소	위도, 경도	용량		
			PV [kW]	Battery [kW]	PCS [kW]
무안 (sunday)	전남 무안군 청계면 청계리 753-1	126.423594, 34.893968	100	272	100
흥성 (eggone)	충남 홍성군 광천읍 월림리 322-1, 산116	126.645610, 36.526515	500	1506	500
남원 (jtsolar2)	전라북도 남원시 보절면 향별리 산 83-1	127.384170, 35.524323	499.8	1004	220
남원 (jtsolar3)	전라북도 남원시 보절면 향별리 산 83-1	127.384170, 35.524323	499.8	1004	220
논산 (jisan2)	충청남도 논산시 부석면 신교리 22	127.153565, 36.197260	100	273.96	100
논산 (jisan3)	충청남도 논산시 부석면 신교리 22	127.153565, 36.197260	100	273.96	100

Table. 2. 모선 사이트에 따른 신재생에너지 연동 용량

구분	태양광 연동 개수 [ea]	태양광 설비 용량 [kw]	태양광 금일 발전량 [kwh]	구분		
				태양열 연동 개수 [ea]	태양열 설비 용량 [kw]	태양열 금일 사용량 [kwh]
무안 (sunday)	192	910	430	18	0.18	32.7
흥성 (eggone)	77	640	190	3	0.10	-
남원 (jtsolar2)	4	110	40	-	-	-
남원 (jtsolar3)	4	110	40	-	-	-
논산 (jisan2)	103	360	160	-	-	-
논산 (jisan3)	103	360	160	-	-	-

ESS 발전사이트의 계통내 유연자원에 대한 현황 정보 수집 진행하였고 유연자원의 항목으로는 태양광, 지열, 태양열, 풍력, 소수력, 연료전지, ESS 항목으로 수집 진행하였다. 해당 지역에 존재하는 유연자원 연동된 설비 개수와 해당 설비의 종합 용량, 일별 사용량 데이터 수집하였다.

### 2.2. 일간 태양광·풍력 발전전력 및 수요 전력 패턴 변화 분석

발전소 발전 데이터 패턴 변화 분석하였다. 재생 에너지 수집 장소 리스트에 있는 발전소로부터 23/11/23을 기준으로 최근 2년에 대한 발전전력에 대한 패턴 분석 진행하였다. 2년간 일별 발전량에 대한 항목을 추출하여 날짜 요일을 기준으로 각각의 발전장소별 발전 패턴 시각화 진행하였다.

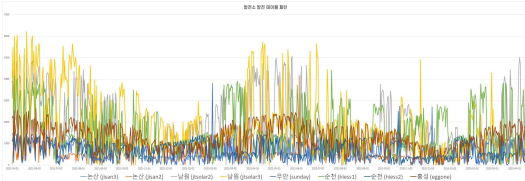


Fig. 5. 재생에너지 수집별 계통 연계된 재생 에너지 개요

### 2.3. 수요전력 패턴 변화 분석

상기 5개 계통 관련 행정구역을 대상으로 2022년 10월부터 2023년 09월까지의 계약종별 수요전력 데이터 수집(한국전력, 에너지마켓플레이스, 전력데이터개방포털시스템-계약종별 전력사용량 등) 하였고 각 계통별 수요 전력 변화 추이를 보기 위한 전력사용량 데이터 추출하였다.

Table 3. 무안 일반용 계통 현황

일반용			
고객 호수	사용량	전기요금	평균판매 단가
6,951	14,939,982	2,053,605,425	137.5
6,993	14,966,836	2,330,845,654	155.7
7,030	17,881,188	2,898,848,171	162.1
7,108	21,246,801	3,426,055,008	161.3
7,147	20,707,860	3,520,622,721	170.0
7,171	16,823,890	2,765,937,693	164.4
7,205	16,237,497	2,500,400,196	154.0
7,202	14,919,897	2,374,946,819	159.2
7,220	16,238,491	2,906,197,690	179.0
7,218	18,392,288	3,564,057,104	193.8
7,233	21,689,725	4,077,829,670	188.0
7,243	20,774,715	3,595,169,574	173.1

Table 4. 무안 주택용 계통 현황

구분	주택용			평균판매 단가
	고객 호수	사용량	전기요금	
202210	31,691	10,513,382	1,392,632,704	132.5
202211	31,705	10,715,226	1,491,111,339	139.2
202212	31,740	11,829,299	1,654,283,458	139.8
202301	31,757	12,751,287	1,966,278,876	155.8
202302	31,810	12,220,170	1,933,689,546	158.2
202303	31,827	10,586,113	1,617,479,344	152.8
202304	31,847	10,794,242	1,662,462,772	154.0
202305	31,868	10,532,346	1,606,680,576	152.5
202306	31,884	10,854,582	1,749,585,251	161.2
202307	31,927	13,664,460	2,168,518,674	158.7
202308	31,986	16,932,326	2,858,505,783	168.8
202309	32,020	13,519,045	2,239,539,805	165.7

Table 5. 무안 주택용 계통 현황

산업용			
고객 호수	사용량	전기요금	평균판매 단가
777	9,058,174	1,206,230,755	133.2
781	9,512,489	1,435,110,596	150.9
780	9,755,764	1,544,475,031	158.3
780	17,670,043	1,247,321,950	70.6
786	8,865,954	1,559,546,605	175.9
786	8,680,936	1,405,640,139	161.9
787	8,690,438	1,340,372,530	154.2
786	8,493,278	1,328,124,337	156.4
784	8,692,765	1,532,519,376	176.3
785	8,727,799	1,632,922,530	187.1
787	8,745,747	1,640,279,535	187.6
789	8,768,803	1,483,241,774	169.1



Fig. 6. 무안 계통 현황에 대한 사용량 패턴 변화 추이(1년)

다른지역에 대비 여름계절에 사용하는 전기부하가 타지역 대비 상승률이 높은편이며 지속적인 계약종에 따른 고객 호수가 전체적으로 증가하는 추세이며 그에 따른 평균 판매 단가도 같이 상승하는 추세 이며 가로등과 심야의 경우 낮 시간이 줄어들

고 밤시간이 길어지는 시기부터 점차 사용량 상승하였다.

### 2.4. 신재생에너지 발전량 예측

각 모선 라인별 할당된 발전소 전력데이터 수집 신재생에너지 발전량 예측을 위한 실시간 공공 기상데이터 수집하였다.

```

// Example code snippet for weather data collection
// This represents the logic shown in Figure 7
// It involves API calls and data processing for weather forecasts.

```

Fig. 7. 공공 기상 데이터 수집 코드

데이터 수집용 자바스크립트 기반 코드 구현하였고 penWeather API 이용을 위한 홈페이지 회원 가입 진행 및 API Key 값 발급하였고 발급된 Key 값과 좌표값을 JSON url에 포함하여 날씨 예측값 조회하였다. 조회 가능한 날씨 예측 데이터는 예측 시간, 지역, 온도, 최저온도, 최고온도, 습도 등이 있으며 5일간의 날씨를 수집하여 DB에 저장하였다.

날씨 예측 데이터 수집을 위한 DB 테이블 설계하여 OpenWeather API에서 수집되는 데이터 항목에 맞춰 DB 테이블 항목 및 d\_time(저장시간)은 수집 코드를 실행하여 DB에 저장된 시간이며 f\_time(예측시간)은 API를 통해 조회된 데이터이며 3시간 간격으로 5일간의 시간값이 저장되었다.

데이터명	#	Data type	Identity	Collation	Not Null	Default	Comment
time	1	timestamp				now()	저장시간
time	2	timestamp				now()	예측시간
lat	3	varchar		default			지역명
lat	4	float4					온도
low_temp	5	float4					최저온도
high_temp	6	float4					최고온도
humidity	7	float4					습도
pressure	8	float4					대기압
weather	9	varchar		default			날씨
weather	10	varchar		default			날씨
wind_speed	11	float4					풍속
wind_dir	12	float4					풍향
rain_per	13	float4					강수량
rain_3h	14	float4					3시간강수량
sunrise	15	int4					일출시간
sunset	16	int4					일몰시간

Fig. 8. 날씨 예측 데이터 수집을 위한 DB 테이블 설계

id	time	lat	lon	temp	low_temp	high_temp	humidity	pressure	weather
1	2023-11-14 09:24:46.769	2023-11-14 09:00:00.000	Georgia	8.8999979	8.8999979	8.8999979	65	1028.18	Clouds
2	2023-11-14 09:24:46.875	2023-11-14 09:00:00.000	Georgia	9.18000205	9.18000205	9.18000205	60	1028.28	Clouds
3	2023-11-14 09:24:46.912	2023-11-14 09:00:00.000	Georgia	8.93000205	8.93000205	8.93000205	69	1028.90	Clouds
4	2023-11-14 09:24:46.820	2023-11-14 12:00:00.000	Georgia	7.88000114	7.88000114	7.88000114	77	1027.93	Clouds
5	2023-11-14 09:24:46.838	2023-11-14 15:00:00.000	Georgia	7.91000229	7.91000229	7.91000229	78	1027.94	Clouds
6	2023-11-14 09:24:46.882	2023-11-14 18:00:00.000	Georgia	7.82000276	7.82000276	7.82000276	77	1027.84	Clouds
7	2023-11-14 09:24:46.845	2023-11-14 21:00:00.000	Georgia	7.82000276	7.82000276	7.82000276	78	1028.100	Clouds
8	2023-11-14 09:24:46.813	2023-11-15 00:00:00.000	Georgia	8.02000662	8.02000662	8.02000662	75	1029.100	Clouds
9	2023-11-14 09:24:46.822	2023-11-15 03:00:00.000	Georgia	13.14000343	13.14000343	13.14000343	54	1029.41	Clouds
10	2023-11-14 09:24:46.810	2023-11-15 06:00:00.000	Georgia	13.44000338	13.44000338	13.44000338	51	1027.28	Clouds
11	2023-11-14 09:24:46.878	2023-11-15 09:00:00.000	Georgia	9.18000205	9.18000205	9.18000205	70	1028.9	Clear
12	2023-11-14 09:24:46.888	2023-11-15 12:00:00.000	Georgia	7.97000276	7.97000276	7.97000276	76	1029.39	Clouds
13	2023-11-14 09:24:46.866	2023-11-15 15:00:00.000	Georgia	7.94999979	7.94999979	7.94999979	77	1027.100	Clouds
14	2023-11-14 09:24:46.805	2023-11-15 18:00:00.000	Georgia	7.19999866	7.19999866	7.19999866	78	1027.100	Clouds
15	2023-11-14 09:24:46.823	2023-11-15 21:00:00.000	Georgia	7.17000134	7.17000134	7.17000134	71	1027.28	Clouds
16	2023-11-14 09:24:46.820	2023-11-16 00:00:00.000	Georgia	8.52000458	8.52000458	8.52000458	75	1029.100	Clouds
17	2023-11-14 09:24:46.828	2023-11-16 03:00:00.000	Georgia	8.65999847	8.65999847	8.65999847	78	1029.100	Rain
18	2023-11-14 09:24:46.837	2023-11-16 06:00:00.000	Georgia	8.67000276	8.67000276	8.67000276	63	1027.100	Rain
19	2023-11-14 09:24:46.845	2023-11-16 09:00:00.000	Georgia	8.72999542	8.72999542	8.72999542	96	1029.100	Rain
20	2023-11-14 09:24:46.817	2023-11-16 12:00:00.000	Georgia	7.84000257	7.84000257	7.84000257	92	1018.81	Rain
21	2023-11-14 09:24:46.862	2023-11-16 15:00:00.000	Georgia	7.40000205	7.40000205	7.40000205	86	1018.33	Rain
22	2023-11-14 09:24:46.870	2023-11-16 18:00:00.000	Georgia	8.09999895	8.09999895	8.09999895	78	1018.69	Rain
23	2023-11-14 09:24:46.878	2023-11-16 21:00:00.000	Georgia	7.34000153	7.34000153	7.34000153	78	1017.100	Rain
24	2023-11-14 09:24:46.867	2023-11-17 00:00:00.000	Georgia	7.23000178	7.23000178	7.23000178	63	1018.68	Rain
25	2023-11-14 09:24:47.005	2023-11-17 03:00:00.000	Georgia	9.35000381	9.35000381	9.35000381	48	1018.61	Rain
26	2023-11-14 09:24:47.016	2023-11-17 06:00:00.000	Georgia	9.77000458	9.77000458	9.77000458	56	1014.76	Rain
27	2023-11-14 09:24:47.020	2023-11-17 09:00:00.000	Georgia	9.88000416	9.88000416	9.88000416	60	1016.75	Rain
28	2023-11-14 09:24:47.029	2023-11-17 12:00:00.000	Georgia	5.25	5.25	5.25	69	1017.88	Rain
29	2023-11-14 09:24:47.037	2023-11-17 15:00:00.000	Georgia	4.59999962	4.59999962	4.59999962	68	1017.100	Rain
30	2023-11-14 09:24:47.042	2023-11-17 18:00:00.000	Georgia	4.63000205	4.63000205	4.63000205	61	1014.100	Rain

Fig. 9. OpenWeather API를 통해 수집된 날씨 예측 데이터

수집된 날씨 예측 데이터는 추후 태양광 발전데이터와 함께 신재생에너지 발전량 예측 알고리즘 개발에 활용 예정이며 날씨 예측 지역은 좌표값을 통해 설정 가능하며 현재 설정된 위치는 광주로 설정되어 저장하였다. 데이터 수집 진행 시 예측 데이터 특성상 수시로 예측값이 바뀌기 때문에 기존 5일간의 데이터를 삭제하고 수집 시간 기준 5일간의 예측데이터 재수집 진행하였다.

수집이 완료된 공공 기상 데이터는 신재생에너지 발전량 예측을 위한 데이터로 활용 예정이다.

### 2.4. 계통 영향 및 경제성을 고려한 최적 운영 알고리즘 설계

태양광·풍력 등의 재생에너지 발전 시, 배전계통 안정 유지를 위한 ESS 충·방전 제어 알고리즘 도출하였다.

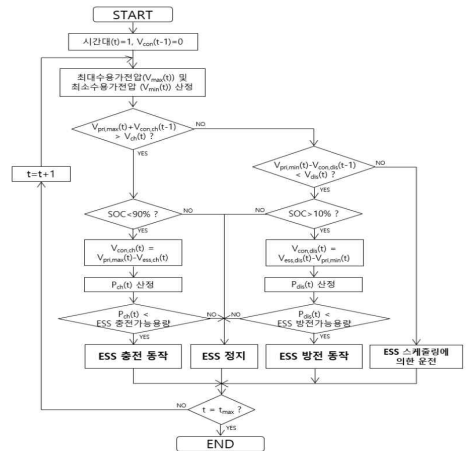


Fig. 10. 배전계통 안정 유지를 위한 ESS 충·방전 제어 알고리즘

배전계통의 전체 수용가에 대하여, 최대수용가전압 및 최소수용가전압을 산정하였고 최대수용가전압을 고압측으로 환산한 값이 ess의 충전 동작전압보다 큰 경우 ESS의 SOC가 90% 미만이면 ESS의 전압조정범위 및 kW 충전용량을 산정하였다.

산정된 kW 충전용량이 ESS의 충전가능용량보다 작은 경우 ESS는 충전동작을 수행하며, 충전가능용량보다 큰 경우 ESS는 정지하며, ESS의 SOC가 90% 초과인 경우에도 ESS는 정지하도록 설계하였다. 최소 수용가전압을 고압측으로 환산한 값(이 ESS의 방전동작전압보다 작은 경우, ESS의 SOC가 10%를 초과한 상태이면 ESS의 전압조정범위 및 kW 방전용량을 산정하였다. 산정된 kW 방전용량이 ESS의 방전가능용량보다 작은 경우 ESS는 방전동작을 수행하며, 큰 경우 ESS는 정지하며 ESS의 SOC가 10% 미만인 경우에도 ESS는 정지하도록 설계하였다. 모든 수용가 전압이 규정전압 범위를 만족하는 경우, ESS는 미리 정해진 스케줄에 따라, 규정전압 범위를 벗어나지 않는 범위 내에서 충방전 동작을 수행하며 전체시간대에 대하여 상기의 절차를 반복하여 ESS를 운용하였다.

### 2.5. 신재생에너지 및 변전소 여유용량 모니터링 서비스 구현

신재생에너지 통합 모니터링 서비스 구현하였으며 지역별 신재생에너지 연계현황을 접속현황 기능의 전국 신재생에너지 페이지에서 조회가능하고 조회 가능 데이터는 각 지역명, 태양광 설비 개수, 태양광 설비용량, 태양광 금일 발전량 등 여러 가지 신재생에너지를 비교 분석 하며 데이터 조회 가능하도록 구현하였다.

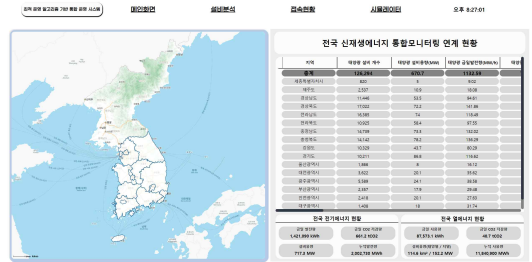


Fig. 11. 접속현황 - 전국 신재생에너지 통합 모니터링 연계 현황

지역별 변전소 연계용량/여유용량 DB 테이블의 수집 내용을 기반으로 접속현황 기능의 지역별 변전소 여유용량 조회 페이지 구현하였고 추가접속 가능 용량 확인을 통해 여유용량을 상세 조회 가능하도록 구현하였다. 지역 선택을 통해 선택지역의 변전소 리스트 및 변전소명, DL명, 전세용량, 현재 접속용량, 여유용량 확인 가능하도록 하였다.

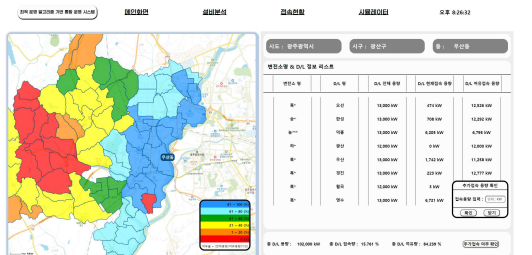


Fig. 12. 접속현황 - 지역별 변전소 여유용량 조회 페이지

## 4. 고찰

본 연구에서는 재생에너지 보급 확대에 따른 배전설비 증설이 없이 배전망 이용효율을 향상하기 위해 배전계통의 선로별 부하 특성, 전원 분포, 지역적 특성, 분산전원에 대한 경제성 등을 통합운영·관리할 수 있는 선진국형 NWAs 통합운영시스템을 개발하고자 하였다. 계통 영향 및 경제성을 고려한 재생에너지 발전소 운영을 위한 AI 학습데이터 수집하였고 계통 영향 및 경제성을 고려한 최적 운영 알고리즘 설계하였으며 계통 데이터 분석을 위한 데이터 항목 설계 지역별 유연자원 잠재량 및 배전계통 취약개소 분석을 위한 배전망 용량 분석할 수

있는 통합운영시스템을 설계하였다. 향후 지역 배전 시스템으로 전달되는 전기의 발전, 송전 및 제어를 담당하는 송전시스템의 편익을 분석을 실시하여 계통접속 NWAs 통합운영시스템을 개발하고자 한다.

이 논문은 산업통상자원부의 23년도 계통유연자원서비스화기술개발사업 신규연구개발과제의 계통유연자원을 활용한 분산에너지 계통접속 한계용량 증대 기술 과제의 (RS\_2023-00239204)지원을 받아 수행된 연구임

PSPES Annual Conference and General Meeting, pp. 16~23, February 2019.

## 참고문헌

- [1] Emile Dusabimana, Sung-Guk Yoon, "A Servey on the Micro-Phasor Measurement Unit in Distribution Networks", MDPI Electronics, 2020
- [2] Suwimon Vongsingthong, Sucha Smanchat, "A Review of Data Management in Internet of Things", KKU Research Journal, 20(2), 215-240, 2015
- [3] 윤상윤, 홍지송, "배전계통에서의 PMU 활용 기술동향", 대한전기학회 전기의세계, 69권6호, 29-33, 2020
- [4] Douglas Kunda, Hazael Phiri, "A Comparative Study of NoSQL and Relational Database", Zambia Information Communication Technology, 2017
- [5] Muntazir Fadhel, Emil Sekerinski, Shucaï Yao, "A Comparison of Time Series Database for Storing Water Quality Data", IMCL, 2018
- [6] J..M. Min, "PMU Technology Overview and Status," PSPES Annual Conference and General Meeting 2019, pp. 1~21 2019, 2.
- [7] J.Y. Hong, K.M. Lee, H.S. Jin, D.Y. Kwon, Y.S. Kwon, B.H. Yun, Jeon, C.W. Park., "Real-time Monitoring of PMU based PV & Wind Generation Resources in S/S,"