



재생e 증가에 따른 계통운영 여건 변화 및 대응방안

그리드코드 WG 5차 회의

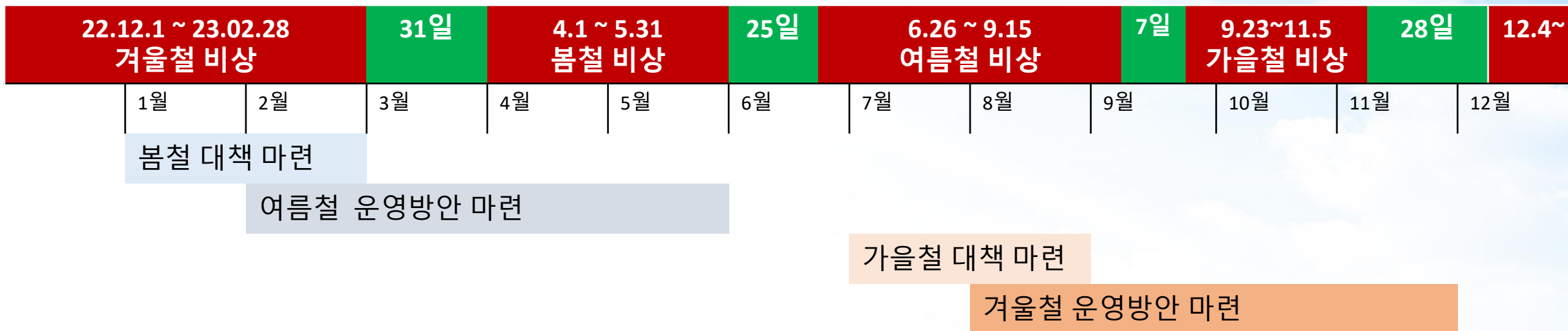
춘계학술대회, 여수, 2024.04.25

전력거래소 계통기술팀 신병윤 차장

2023년도 비상대책기간



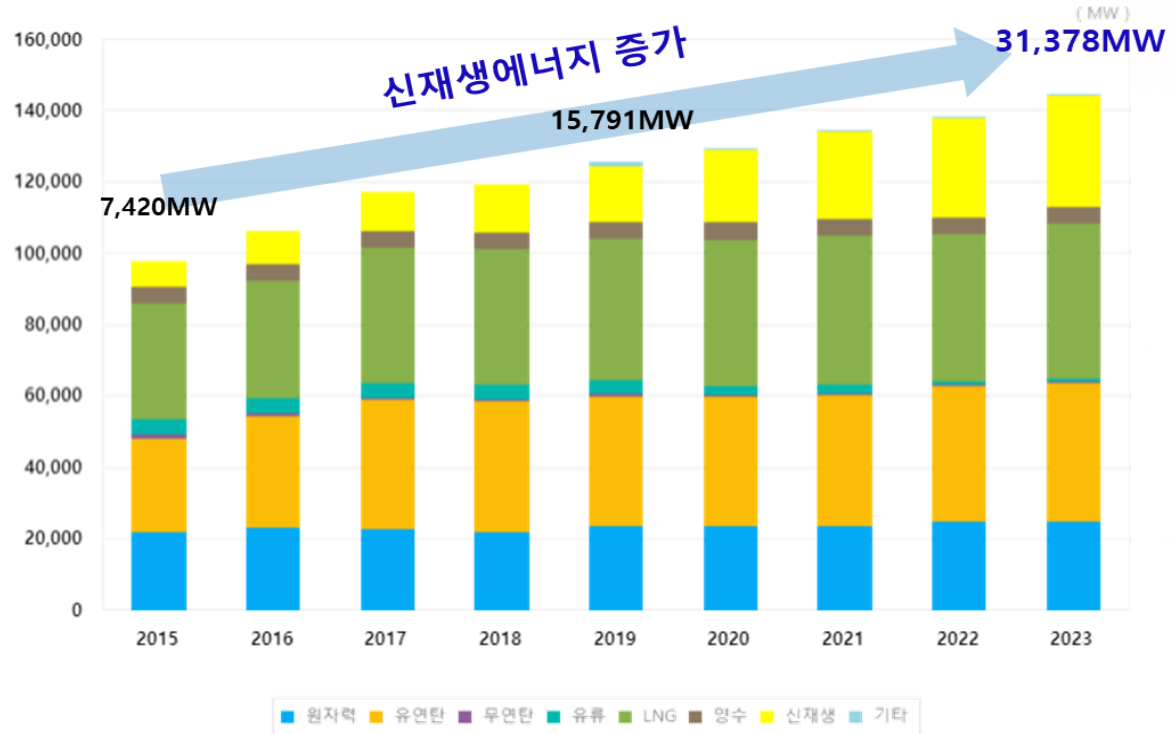
91일만 정상...



2024년도 비상대책기간

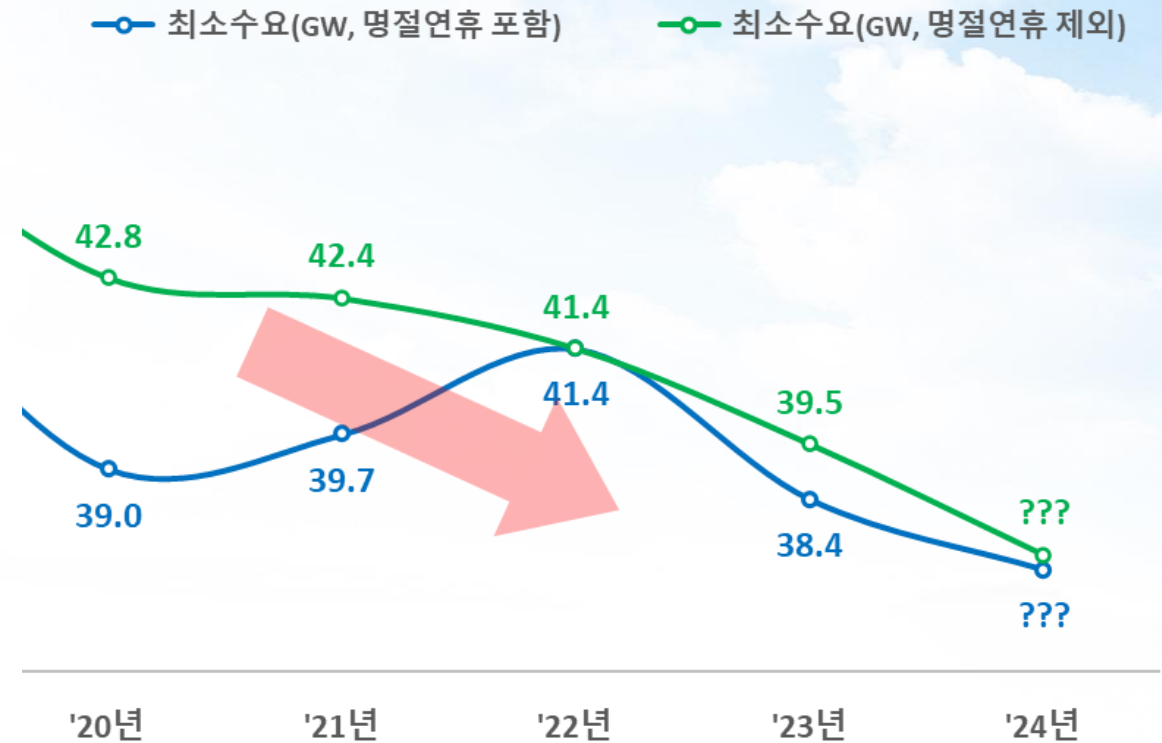


최근 태양광 확대로 봄·가을철 최소 수요 지속 하락



태양광 설비용량(GW, 육지)	전력시장	PPA	합계
'19.12	3.0	7.2	10.2
'23.12	8.1	15.3	23.4
증가량	+5.1	+8.1	+13.2(+129%)

※ 자가용 태양광(BTM) 포함 시 28.4GW로 추정('23.12월 기준)



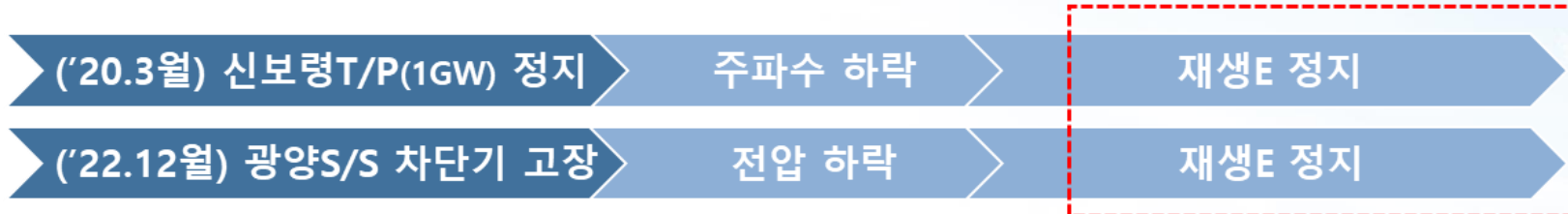
태양광을 중심으로 재생에너지가 확대되고 있어,
이용률이 높은 주간시간 대 수요가 지속적으로 하락

1 재생E 인버터의 계통연계 유지 성능* 미구비

* 계통연계 유지 성능 : 저주파수 또는 저전압에도 재생E 설비가 탈락하지 않고 지속 운전(LVRT, LFRT)

- 전력계통 고장 시 순간 **저전압**에 따른 재생E 설비 정지(성능 26% 확보)
- 주파수 하락**에 따른 전국 재생E 설비 추가 정지(성능 64% 확보)

정지 사례



취약지역 설비 고장 시 **재생E 추가 탈락으로 전국 광역정전 우려**

2 재생E 발전 과잉 · 밀집

- 재생E가 특정 지역에 과잉 · 밀집되어 전력계통 신뢰도 유지 어려움

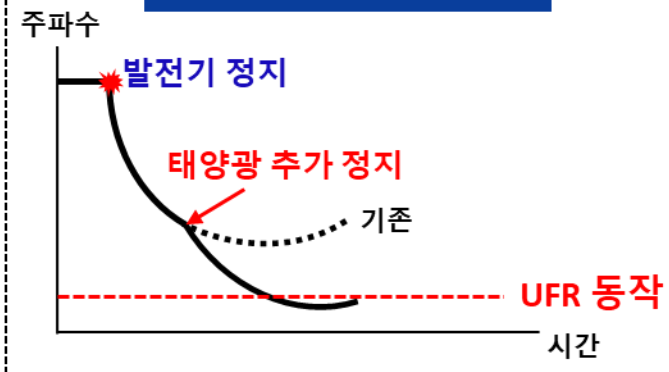
< 지역별 태양광 발전설비 현황('24.3월 기준) >

구분	수도권	강원권	충청권	호남권	영남권	총계
설비용량(MW)	1,721	1,755	4,711	10,163	5,590	23,940
비율	7%	7%	20%	42%	23%	100%

호남 · 영남권을 중심으로 태양광 설비 집중 가속화

1 재생E 인버터 성능 미구비

저주파수 시 추가 정지

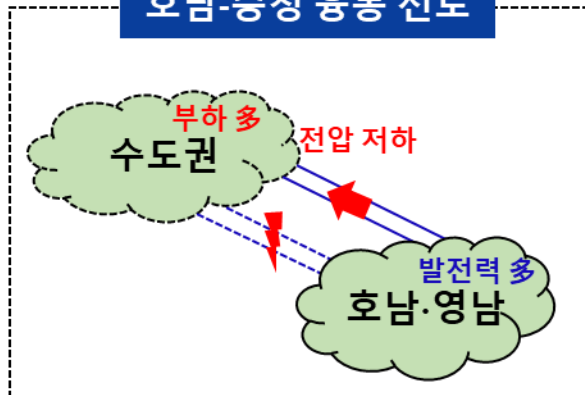


저전압 시 추가 정지



2 재생E 발전 과잉 · 밀집

호남-충청 융통 선로



한빛 발전단지 대규모화

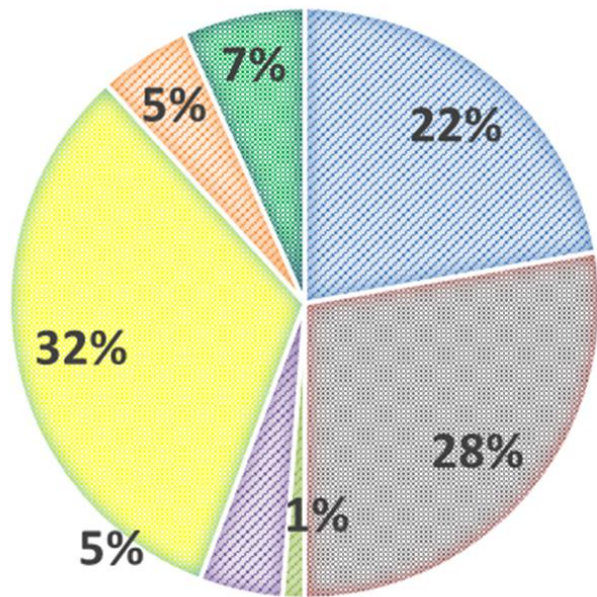


154kV 지역망 포화

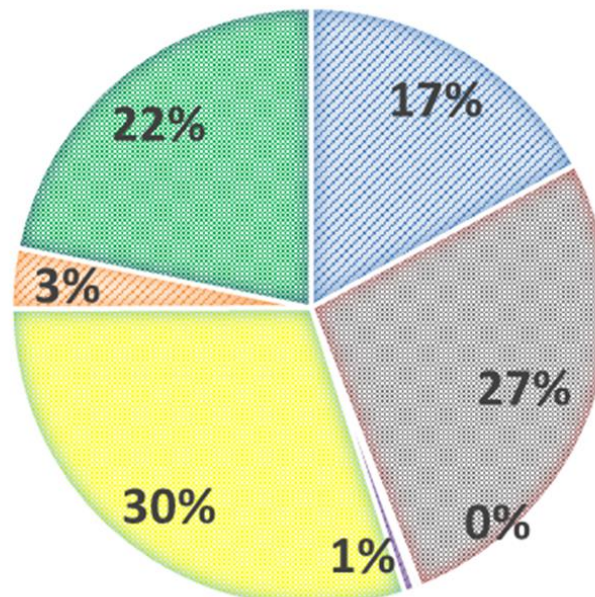


전력계통 신뢰도 유지를 위해 안정 운영 대책 수립 필요

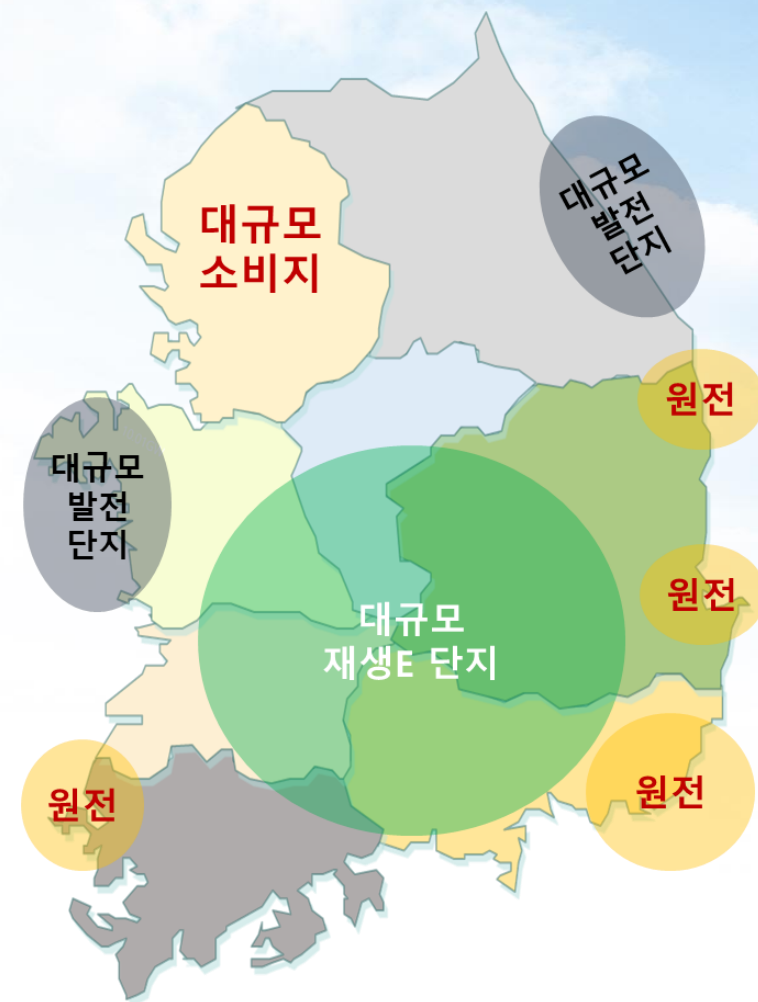
2014년



2024년

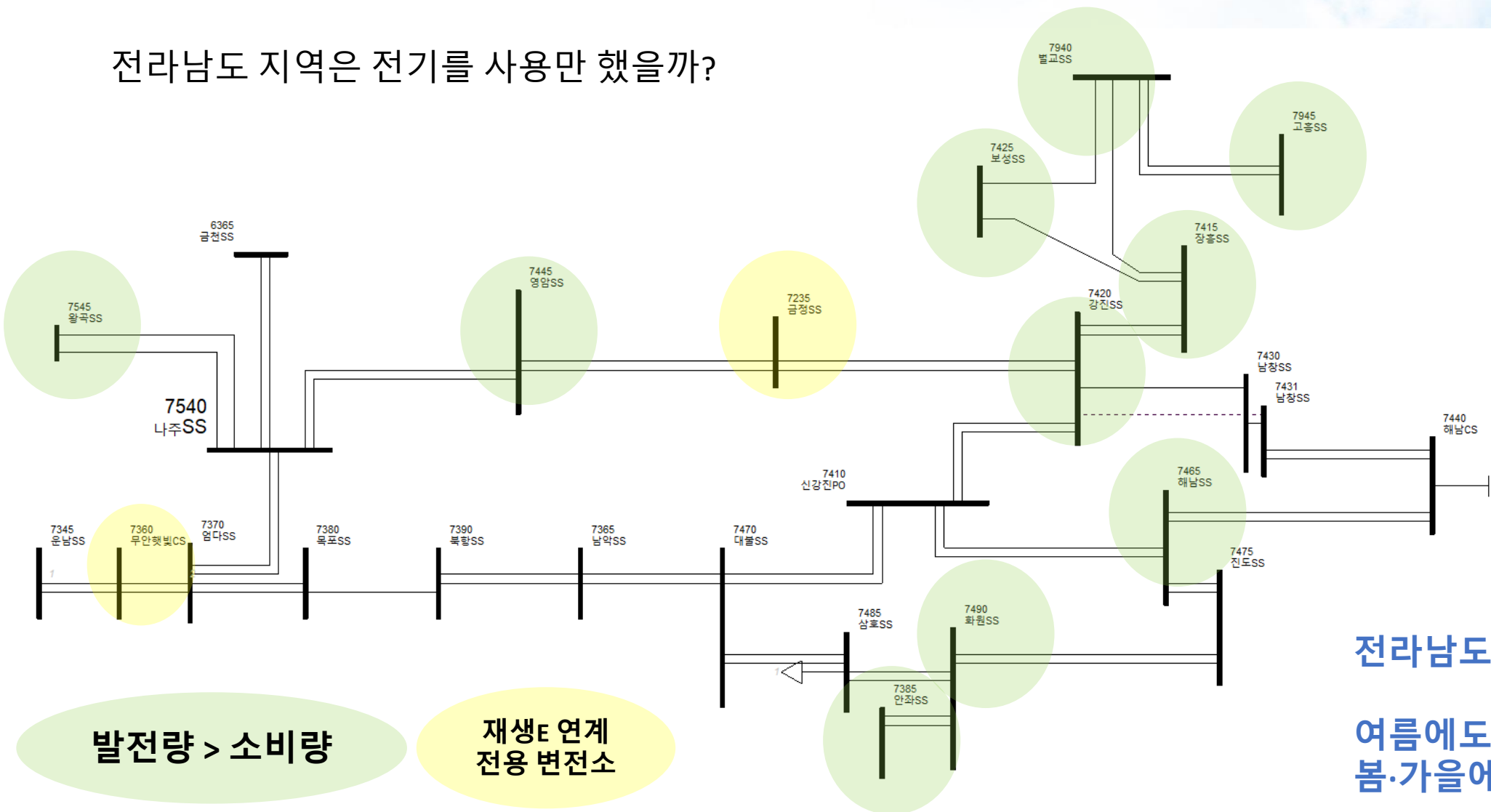


■ 원자력
 ■ 유연탄
 ■ 무연탄
 ■ 유류
 ■ LNG
 ■ 양수
 ■ 신재생



23년 8월 21일 15시(총수요 최대)

전라남도 지역은 전기를 사용만 했을까?



22.9kV M.Tr 조류(MW)
*154kV 연계 재생E 제외

왕곡SS	-47.307
화원SS	-44.26
보성SS	-38.231
별교SS	-37.65
곡성SS	-33.941
고흥SS	-25.217
영암SS	-20.809
승주SS	-17.912
장흥SS	-10.521
안좌SS	-9.512
홍농SS	-5.497
영광SS	-4.02
강진SS	-2.431
화순SS	-2.425

전라남도만 이럴까?

여름에도 이정도..
봄·가을에는 어떨까?

발전량 > 소비량

재생E 연계
전용 변전소

재생e 증가에 따른 계통불안정 지속 확대

문제점	사유	비고
재생e LFRT 성능 미비	주파수안정도	'22년~
호남-충청 용통선로 고장시 전압불안정	전압안정도	'22년~
재생e LVRT 성능 미비	주파수안정도	'23년 봄~
345kV 연계선로 고장시 과도불안정	과도안정도	'23년 가을~
154kV 송전망 포화	전압안정도 & 고장시 과도한 과부하	'24년 봄~



운영대책

- 계통수요 및 재생e 발전량에 따라 주간시간 양수 펌핑 운전

수요 \ 태양광 이용률	30% 이하	30% 초과 ~ 50% 이하	50% 초과 ~ 70% 이하	70% 초과
85GW 이상	2대(465MW)	2대(465MW)	3대(730MW)	4대(1,050MW)
85GW 미만 ~ 50GW 이상	2대(465MW)	3대(730MW)	3대(730MW)	4대(1,050MW)
50GW 미만 ~ 45GW 이상	3대(730MW)	4대(1,050MW)	4대(1,050MW)	4대(1,050MW)
45GW 미만 ~ 40GW 이상	4대(1,050MW)	4대(1,050MW)	4대(1,050MW)	5대(1,375MW)
40GW 미만	-	-	5대(1,375MW)	5대(1,375MW)

- 주파수 제어용 ESS 200MW 별도 활용

운영대책

- (송전제약) 호남-충청 연계선로 조류 한계량 설정 : 4,900 MW 이하 운전

- (수요증대) Plus-DR 운영으로 비수도권 부하 창출

재생e 연계용 ESS의 충전시간 조정으로 취약시간대 출력량 최소화

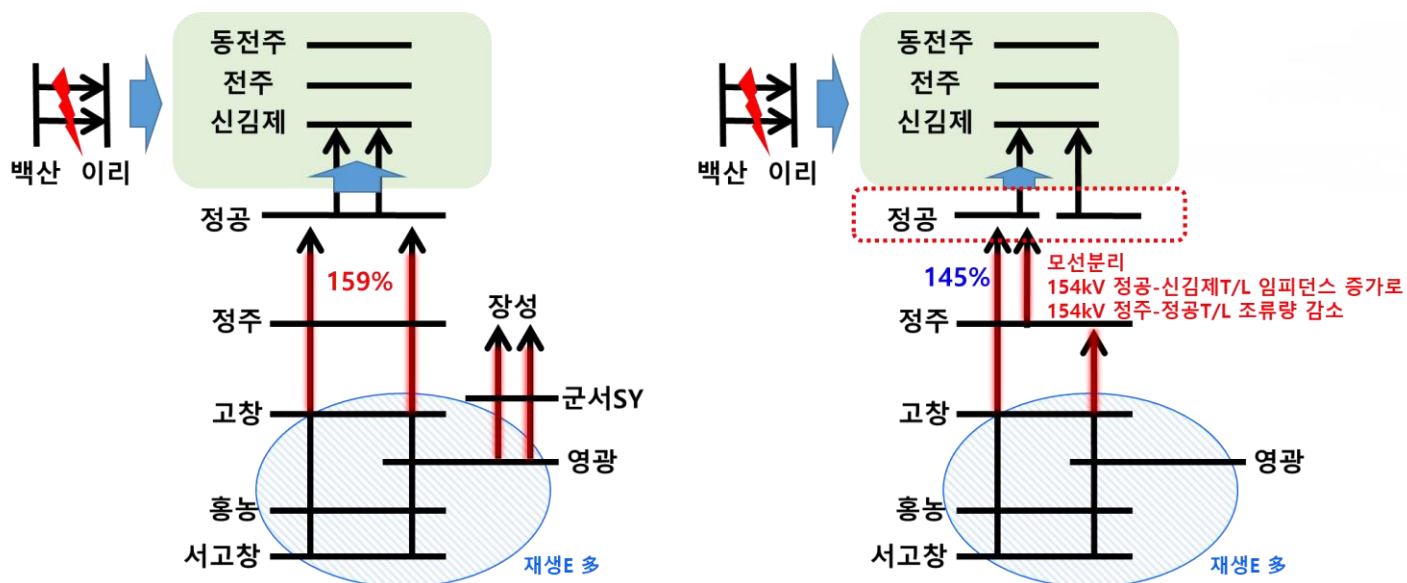
- (발전최소화) 취약시간대 필수 운전 발전기를 제외한 남부지역 발전기 전호기 정지

- (출력제한) 발전력 최대 정지에도 송전제약 초과시 비중앙발전 출력제한 필요

운영대책

- (수요증대) 재생e 연계용 ESS의 충전시간 조정으로 취약시간대 출력량 최소화
- 계통구성 변경
 - 송전선로 임피던스 증가로 상정고장시 과부하율 저감 (약 11~30%)

정주-정공T/L



“NERC **strongly recommends that PRC-024 be retired** and replaced with a comprehensive ride-through standard

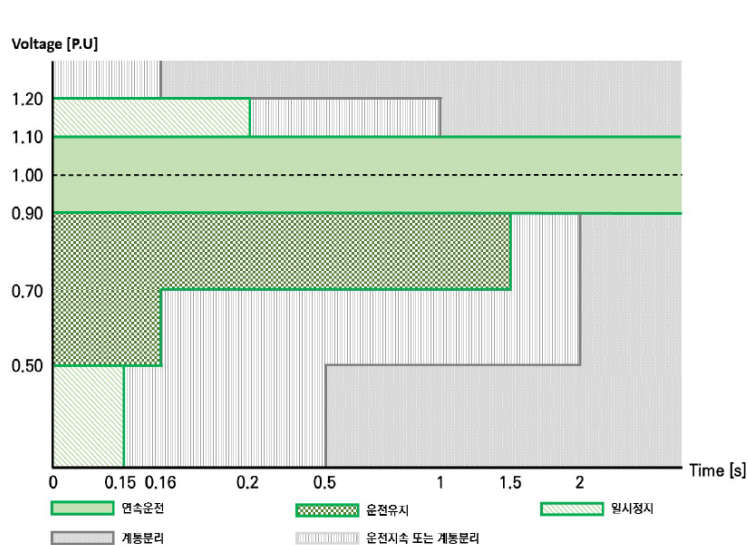
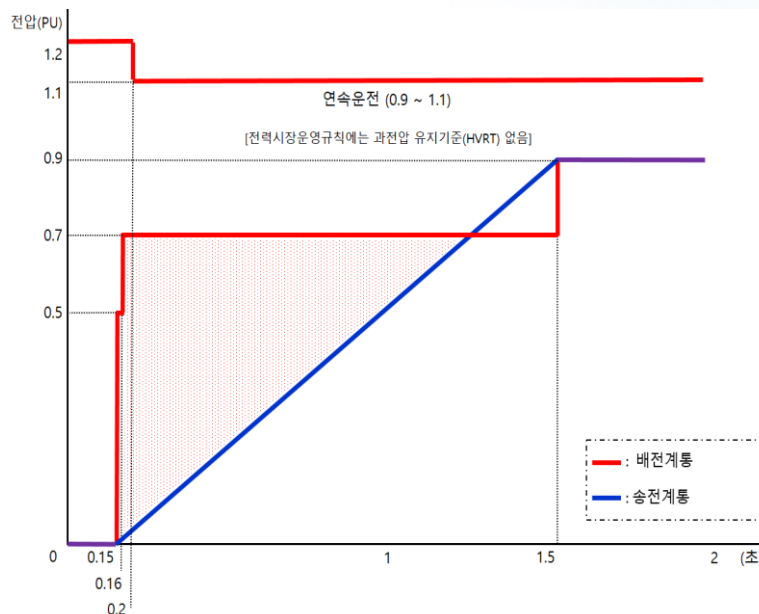


그림 6 - 전압 라이드 스루 그래프



PRC-024 — Attachment 2
(Voltage No-Trip Boundaries – Eastern, Western, and ERCOT Interconnections)

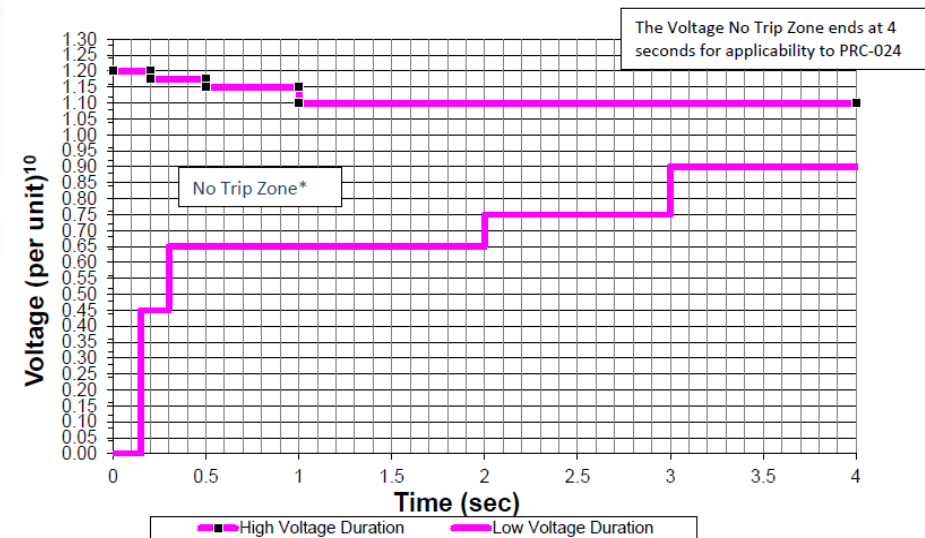


Figure 1

* The area outside the "No Trip Zone" is not a "Must Trip Zone."

Voltage Boundary Data Points

High Voltage Duration		Low Voltage Duration	
Voltage (pu)	Minimum Time (sec)	Voltage (pu)	Minimum Time (sec)
≥ 1.200	0.00	< 0.45	0.15
≥ 1.175	0.20	< 0.65	0.30
≥ 1.15	0.50	< 0.75	2.00
≥ 1.10	1.00	< 0.90	3.00
< 1.10	4.00	≥ 0.90	4.00

Table 1

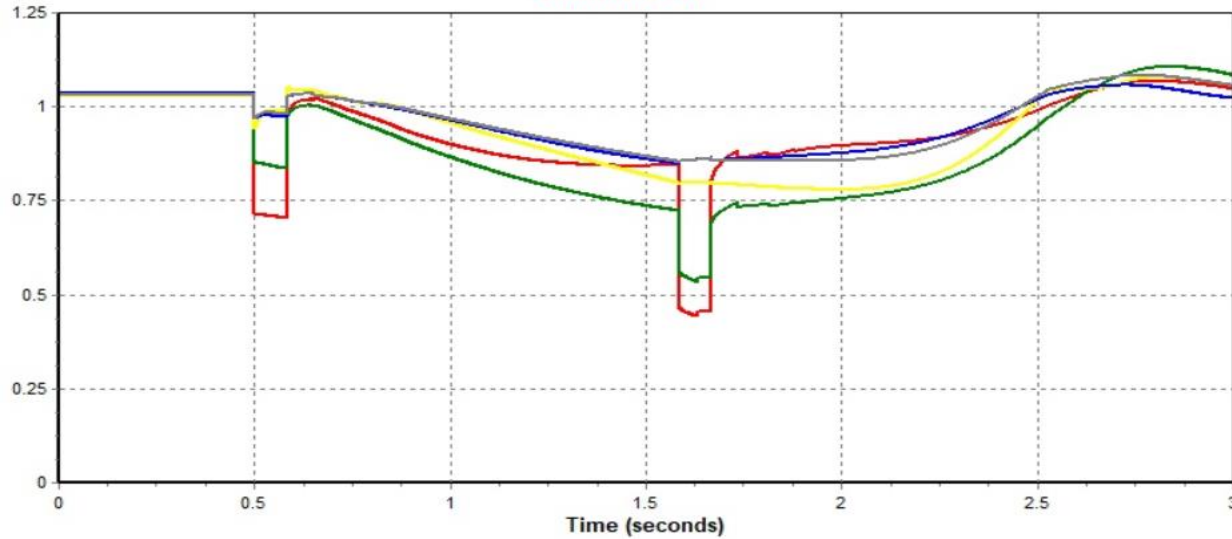
괜찮을까?



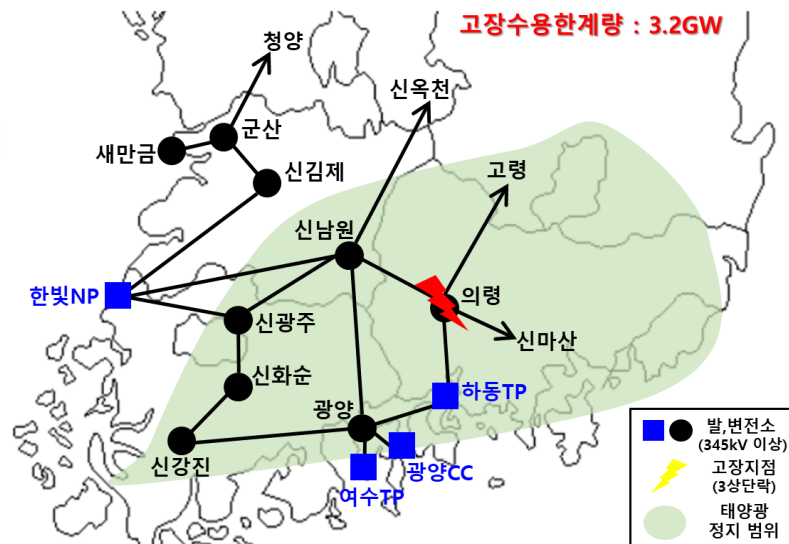
- 작은 계통, 높은 분산형 재생E 밀집도
- 고장 지속시간이 0.1초라 괜찮은 걸까?
- 고장 후 초기 RoCoF

765kV 신가평-신태백 #1,2T/L 상정고장 시

Channel Plot



- 7 - 345_SJB_V : 2601_주간최소_40GW_예전P2_양양P4_정송P2_#1_#2_#3_#4_7100S700_SHW1_HW5_HW6_TRIP
- 8 - 345_CY_V : 2601_주간최소_40GW_예전P2_양양P4_정송P2_#1_#2_#3_#4_7100S700_SHW1_HW5_HW6_TRIP
- 9 - 345_SNW_V : 2601_주간최소_40GW_예전P2_양양P4_정송P2_#1_#2_#3_#4_7100S700_SHW1_HW5_HW6_TRIP
- 10 - 345_BKN_V : 2601_주간최소_40GW_예전P2_양양P4_정송P2_#1_#2_#3_#4_7100S700_SHW1_HW5_HW6_TRIP
- 11 - 345_UR_V : 2601_주간최소_40GW_예전P2_양양P4_정송P2_#1_#2_#3_#4_7100S700_SHW1_HW5_HW6_TRIP





감사합니다.