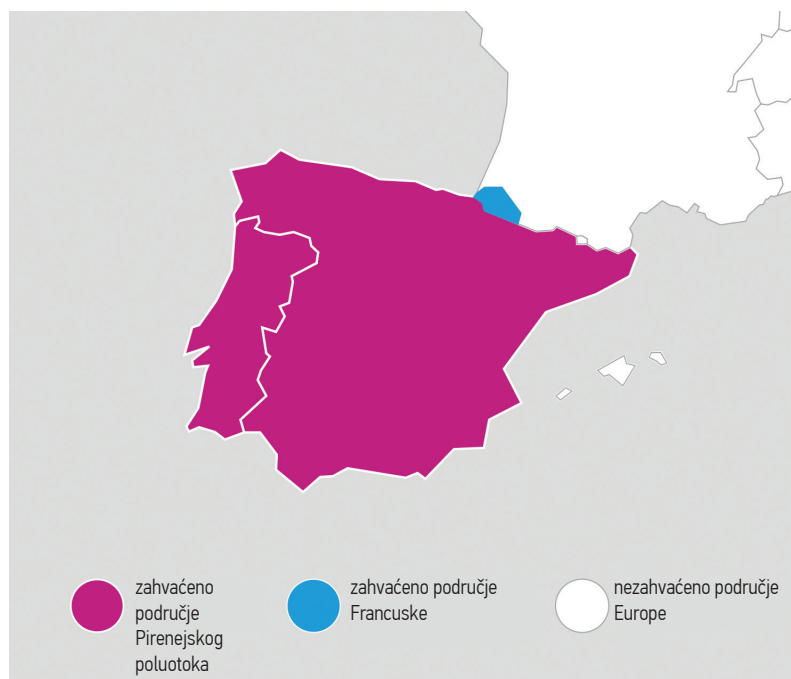


Nedavni raspadi elektroenergetskih sustava u Europi

KAKO? ZAŠTO?

Veliki ispad električne mreže koji je u travnju pogodio Portugal i Španjolsku i nešto manji slični incident koji je u svibnju pogodio Sjevernu Makedoniju izazvali su ozbiljne poremećaje u gospodarstvu i svakodnevnom životu građana tih zemalja. Iako je normalna opskrba električnom energijom u oba slučaja razmjerno brzo ponovno uspostavljena, ta dva incidenta otvorila su važna pitanja o ranjivosti elektroenergetskih sustava, koordinaciji među zemljama i operatorima elektroprijenosnih sustava, ali i o potrebi osuvremenjavanja elektroenergetske infrastrukture u doba sve veće ovisnosti o električnoj energiji.

▼ Ilustracija 1
Područje zahvaćeno raspadom EES-a 28. ožujka



U podne 28. travnja došlo je do raspada elektroenergetskog sustava na Pirenejskom poluotoku koji je, osim Španjolske i Portugala, zahvatio i manje dijelove Francuske, a potom je u jutarnjim satima 18. svibnja došlo i do djelomičnog raspada EES-a u Sjevernoj Makedoniji, koji je nasreću, bio ograničenog obuhvata i trajanja.

Postavlja se opravdano pitanje: koji su sve uzroci takvih incidenata koji se, očito, događaju sve češće. Primjerice, do sličnog incidenta došlo je prošle jeseni u najvećoj brazilskoj saveznoj državi São Paulo, a mnogima je u svježem sjećanju ostao onaj s početka prošloga ljeta u Crnoj Gori i Albaniji, koji je zahvatio i dijelove okolnih zemalja, pa i Dalmaciju.

REDOSLIJED DOGAĐAJA NA PIRENEJSKOM POLUOTOKU

Pola sata nakon podneva 28. travnja, točnije u 12:33 h po srednjoeuropskom vremenu došlo je do raspada EES-ova u Španjolskoj i Portugalu. Poremećaj je zahvatio obje zemlje i južne dijelove Francuske, dok ostatak Europe nije ničim bio ugrožen (il. 1).

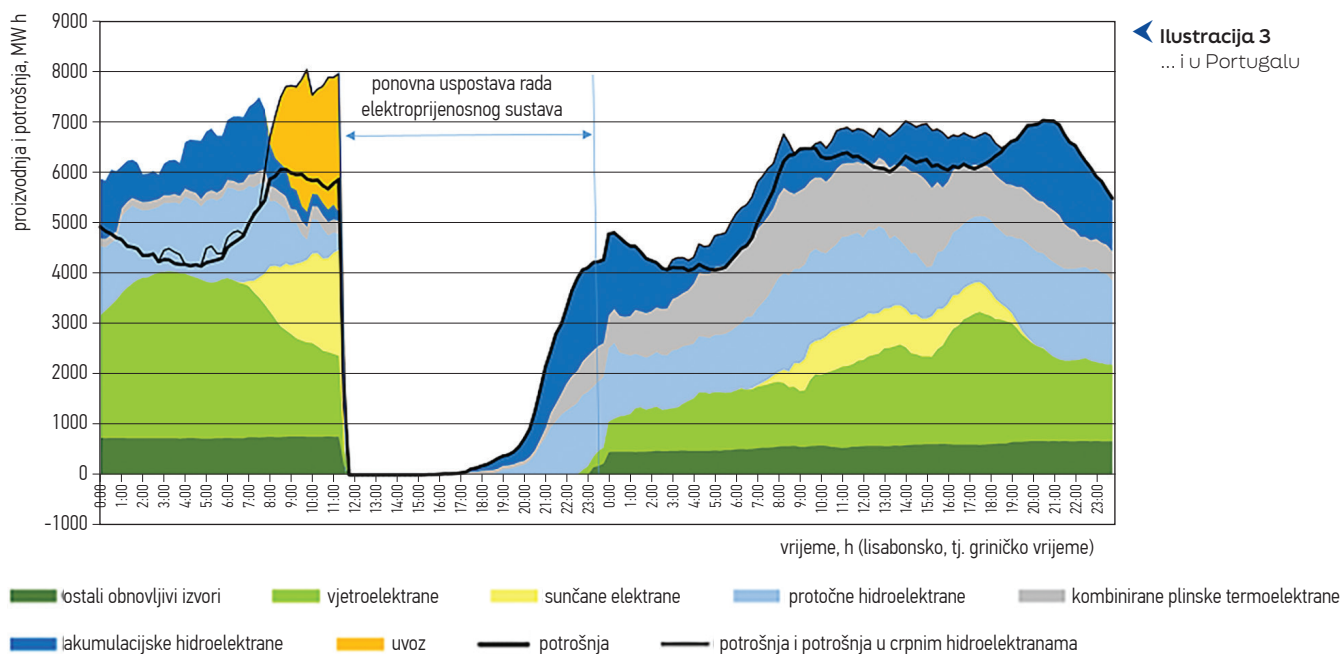
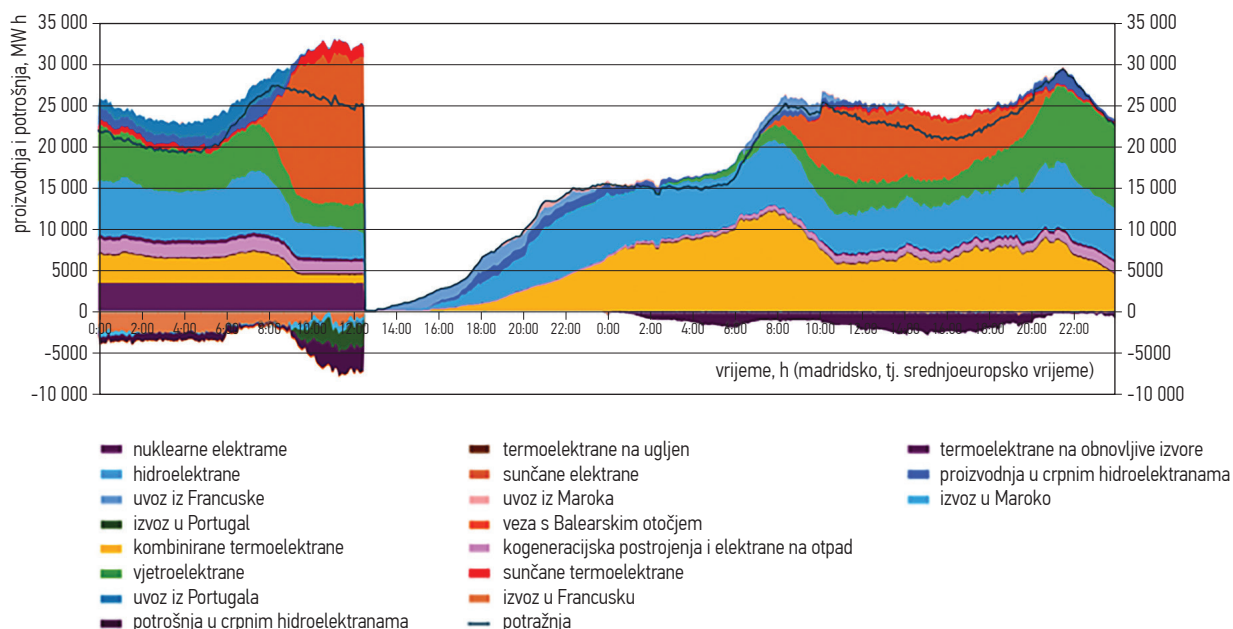
Na osnovi do sada poznatih informacija utvrđen je preliminarni redoslijed događaja koji su prethodili incidentu i samog incidenta (il. 2 i 3). Konačan redoslijed svih događaja bit će poznat tek nakon što Stručni panel Europske mreže operatora prijenosnih sustava za električnu energiju (ENTSO-E) objavi odgovarajuća izvješća s detaljnom analizom i preporukama.

U noći s 27. na 28. travnja španjolski i portugalski EES radili su normalno, bez značajnih varijacija u profilu napona. Oko 09:00 h prema srednjoeuropskom vremenu varijabilnost napona u Španjolskoj počela se povećavati, ali bez značajnih varijacija sve do 10:30 h, kada su one nastupile.

U pola sata prije incidenta u sinkronom području kontinentalne Europe primijećena su dva glavna razdoblja oscilacija (kolebanja snage i frekvencije). Prvo je bilo u vremenu

Ilustracija 2

Proizvodnja i potrošnja električne energije 28. i 29. travnja u Španjolskoj...



Ilustracija 3
... i u Portugalu

12:03 - 12:07 h, a preliminarna analiza dostupnih informacija ukazuje na to da se radilo o lokalnoj, prisilnoj oscilaciji (tj. induciranoj vanjskim izvorom), s dominantnom frekvencijom od 0,64 Hz, što je prvenstveno utjecalo na španjolski i portugalski EES. Prisilna oscilacija pobudila i međupodručni način rada istok - centar - zapad (0,21 Hz) s malom amplitudom. Nakon te prve oscilacije, način rada visokonaponskog istosmjernog dalekovoda (HVDC) između Španjolske i Francuske promijenjen je na fiksnu snagu, što je

postavljeno u 12:11 h kao mjera ublažavanja kako bi se stabilizirao EES, a primijenjene su i dodatne mjere.

Do druge oscilacije došlo je u vremenu 12:19 - 12:22 h. To je bila međupodručna oscilacija, s dominantnom frekvencijom od 0,21 Hz, što odgovara dobro poznatom kontinentalnom načinu rada istok - centar - zapad. Ta je oscilacija učinkovito ublažena odgovarajućim mjerama, pri čemu su smanjeni tokovi energije između Francuske i Španjolske, ali i povezani dalekovodi na jugu Španjolske.

Nakon te, druge oscilacije napon je bio u rasponu 390 - 420 kV, prije nego što je ponovno porastao, no to je i dalje bilo unutar pogonskog raspona napona u prijenosnoj mreži. U tom trenutku planirane međunarodne razmjene iz Španjolske, tj. izvoz, iznosile su 1000 MW prema Francuskoj, 2000 MW prema Portugalu i 800 MW prema Maroku.

Potom je krenuo sam incident. U 12:32:57, 12:33:16 i 12:33:17 h zabilježeni su ispadi proizvodnje u pokrajinama Granadi, Badajozu i Sevilli u ukupnom iznosu koji se procjenjuje na 2200 MW. U tom vremenu nisu zabilježeni ispadi proizvodnje u Portugalu i Francuskoj. Posljedica svih tih događaja bio je porast napona u Španjolskoj, što je dovelo do sličnog porasta i u Portugalu, dok se frekvencija snizila.

U vremenu 12:33:18 - 12:33:21 h napon u južnom dijelu španjolske naglo je porastao, a posljedično i u Portugalu. Takav prenapon izazvao je niz ispada proizvodnih jedinica, što je pak uzrokovalo pad frekvencije španjolskog i portugalskog EES-a.

U 12:33:19 h španjolski i portugalski EES počeli su gubiti sinkronizaciju s ostatkom europskog EES-a, a 12:33:19 - 12:33:22 h krenulo se s provođenjem planova za njihovo automatsko rasterećenje i zaštitu koji su izrađeni u skladu s Uredbom Komisije (EU) 2017/1485 o uspostavljanju smjernica za pogon elektroenergetskog prijenosnog sustava. No, to nije spriječilo nastupajući kolaps. U 12:33:21 h uređaji za zaštitu od gubitka sinkronizacije isključili su izmjenične dalekovode na spoju Francuske i Španjolske, a u 12:33:24 h srušili su se svi parametri španjolskog i portugalskog EES-a, dok su istosmjerni dalekovodi između Francuske i Španjolske prestali prenositi energiju.

NAKON INCIDENTA

Odmah nakon incidenta svaki pogođeni operator elektroprijenosnog sustava krenuo je provoditi planove za povratak EES-a u normalno stanje, izrađene u skladu s Uredbom Komisije (EU) 2017/2196 o uspostavljanju mrežnog kodeksa za poremećeni pogon i ponovnu uspostavu elektroenergetskih sustava, ali i sa svim drugim postupcima i protokolima za ponovnu uspostavu napona u EES-u.

Povratak EES-a u normalno stanje u nekim dijelovima dviju zemalja pogođenih incidentom, između ostalog, olakšan je pokretanjem pojedinih dijelova EES-a, primje-

rice 'crnim startom' pojedinih elektrana i uključivanjem interkonekcija s Francuskom i Marokom.

Brza ponovna uspostava normalnog rada EES-ova i opskrbe električnom energijom u Španjolskoj i Portugalu pokazala je spremnost i učinkovitost pogođenih operatora, tvrtki Red Eléctrica u Španjolskoj i REN u Portugalu. Uz to, bila je važna podrška i suradnja francuskog operatora RTE i marokanske elektroenergetske tvrtke ONEE. To je ostvareno zahvaljujući zajedničkom radu i suradnji operatora koja je razvijena tijekom godina i između njihovih kontrolnih centara i u sklopu ENTSO-E-a. Uz to, praćenje i koordinacija stanja u europskim EES-ovima u stvarnom vremenu ostvareni su pomoću platforme Europskog sustava za osvježavanje koju su razvili svi operatori iz ENTSO-E-a.

Dakle, već u 12:35 i 12:43 h (prema srednjoeuropskom vremenu) REN je zatražio 'crni start' u HE Castelo de Bode i TE Tapada do Outeiro u Portugalu, a u 12:44 h pod napon je ponovno stavljena prva 400 kV interkonekcija Francuske i Španjolske (na zapadnoj strani granice). U 12:45 h spomenuta HE Castelo de Bode, nakon 'crnog starta', priključena je na susjedno REN-ovo 220 kV rasklopno postrojenje, dok je u 13:04 h pod napon ponovno stavljena interkonekcija Maroka i Španjolske.

U vremenu do 13:30 h pokrenuto je nekoliko hidroelektrana u Španjolskoj s mogućnošću 'crnog starta', kako bi se u EES-u ponovno uspostavile potrebne naponske razine, a u 13:35 h u pogon su ponovno puštene istočne francusko-španjolske interkonekcije.

U 16:11 i 17:26 h REN je uspostavio dva 'otoka', odakle je krenula ponovna uspostava normalnog stanja u EES-u i u tim je područjima brzo ponovno uspostavljana opskrba električnom energijom, ponajviše zahvaljujući radu spomenutih HE Castelo de Bode i TE Tapada do Outeiro. Potom je u 18:36 h prvi 220 kV dalekovod između Španjolske i Portugala ponovno pušten u pogon, što je ubrzalo oporavak portugalskog EES-a, da bi u 21:35 h u pogon ponovno bila puštena južna 400 kV interkonekcija dviju zemalja.

Nakon ponoći, točnije u 00:22 h 29. travnja, završen je proces oporavka portugalskog EES-a, a oko 04:00 h to je uslijedilo i u Španjolskoj.

Dakako, točni uzroci raspada EES-ova još se istražuju. Razumijevanje događaja takvog

opsega i složenosti zahtijeva vrijeme i precizan tehnički i znanstveni pristup.

INCIDENT U SJEVERNOJ MAKEDONIJI

Svega dva i pol tjedna kasnije, u ranim jutarnjim satima 18. svibnja došlo je do djelomičnog raspada EES-a i u Sjevernoj Makedoniji.

Incident je za posljedicu imao gotovo 100%-tni gubitak opterećenja u makedonskom EES-u u vremenu od oko 1,5 h, tj. 04:59 - 06:27 h. Mjere koje je poduzeo makedonski operator MEPSO omogućile su brzu ponovnu uspostavu normalnog stanja u EES-u, dok ostatak kontinentalnog europskog EES-a incidentom nije bio značajno pogođen.

Neposredno prije incidenta u mreži MEP-SO-a primijećeni su neuobičajeno visoki naponi, uz vrlo malu potrošnju i vrlo male prekogranične tokove snaga u interkonekcijama prema susjednim operatorima.

Naravno, povezanost tih opažanja i incidenta analizirat će se u istrazi jer je i za taj događaj ENTSO-E, kao što je pravilo, uspostavio Stručni panel. Sama istraga podijeljena je u dvije faze. U prvoj će se fazi prikupiti i analizirati svi dostupni podaci o incidentu i utvrditi uzroci, a sve to objaviti će se u Činjeničnom izvješću. U drugoj fazi utvrdit će se preporuke koje će pomoći u sprječavanju sličnih incidenata u budućnosti, što će biti objavljeno u Konačnom izvješću.

NEMA 100%-tne ZAŠTITE

Na incident u Portugalu i Španjolskoj nedavno se za portal www.energetika-net.com osvrnuo Niko Mandić, dipl. ing., odličan poznavatelj problematike rada EES-ova i redoviti suradnik časopisa EGE.

Pri tome je naglasio kako je do danas vjerojatno bilo više od 1000 raspada EES-ova i nijedan nije bio identičan prethodnom. Zbog toga se prvenstveno radi o pitanju novca i ulaganja u elektroenergetiku, a ne o nekakvom kibernetičkom napadu, što se u prvo vrijeme smatralo.

“Osobno mišljenje i iskustvo mi kažu da se uz valjane dokaze iz više različitih izvora neće nikad jednoznačno pisati. Razlog je taj što to stvara osnovicu za podizanje odštetnih sudskih zahtjeva za sve one koji su doprinijeli takvom akcidentu. Proteklih godina je bilo puno poremećaja i, koliko znam, nikad nisu provedeni ili takva informacija nije došla u javnost. Odštetni zahtjev u sličnim poremećajima bi iznosio nezamislivo veliki iznos. Koliko znam, konačno pisano izvješće nije točno izričkom definiralo krivca. Zato će uvijek postojati riječi ‘vjerojatno’, ‘moguće’ i sl.”, kaže on.

Također se ne smije zaboraviti činjenica da se EES mijenja jer je to, zapravo, živi i dinamični organizam. To se može usporediti s ljudskim tijelom: kako je temperatura ljudskog tijela važna za čovjeka, tako je frekvencija EES-a životno važna za takav sustav. Ona tijekom 24 sata mora imati promjenjivu vrijednost oko 50 Hz, a svaka veća devijacija frekvencije govori o stanju EES-a.

“Sve europske zemlje su povezane dalekovodima u jedan zajednički sustav koji čine 36 zemalja,

čineći sustav ENTSO-E. To je općenito najveći povezani sustav u svijetu. Jedan od razloga povezivanja zemalja je i mogućnost pružanja pomoći u slučaju akcidenata u jednoj od njih. Ali, tu je i neugodna pojava da se veliki kvar u jednoj od članica ovog sustava prenosi na sve uvezane sustave. Zato postoje određena tehnička zaštita i zaštitne mjere - planovi za otkrivanje lokacije mjesta kvara u mreži i njihovo saniranje i selektivno ograničavanje od štetnih pojava,” dodaje Mandić. Pri tome je napomenuo i da se poremećaj u Španjolskoj i Portugalu dogodio u podne, kada je potrošnja energije velika u svim zemljama EU-a (tzv. dnevna špica).

U Španjolskoj je ostvarena špica toga dana bila 28 000 MW, dok je večernja špica 28. travnja trebala iznositi 30 000 MW (prema preliminarnim podacima za špice toga dana).

Kada je riječ o potencijalnim razlozima koji bi mogli izazvati tako nagli i veliki kolaps EES-a, svi potrebni podaci gotovo se sigurno neće brzo prikupiti. No, nikada u posljednjih 30 godina uzrok nekog poremećaja u EES-u nije bio samo jedan, već je uvijek bilo nekoliko uzroka spojenih u jedan veliki, koji je onda doveo do problema.

U svakom slučaju, rad EES-a je vrlo dinamičan, a njegove najkritičnije točke su sve one koje nisu redovno planski održavane baš svake godine. Primjerice, sječa šume ispod dalekovoda mora se redovito provoditi jer narasla stabla pri jačim udarima vjetrova mogu izazvati inicijalni kvar koji se dalje prenosi. *“Ranjivi smo onoliko koliko ne provodimo predviđene tehničke zaštitne mjere,”* zaključio je Mandić. ■

Izvornik:

www.entsoe.eu

