

Obnovljivi izvori energije (OIE) prepoznati su kao ključna tehnologija u energetskej tranziciji širom sveta. U Evropskoj uniji su jedan od tri stuba energetske i klimatske strategije, zajedno sa smanjenjem emisija ugljen-dioksida i povećanjem energetske efikasnosti. Njihovi specifični troškovi ulaganja stalno se smanjuju i tako postaju jedna od najjeftinijih dostupnih tehnologija za proizvodnju električne energije u smislu ujednačenih troškova električne energije (LCOE). Najbrži pad cena zabeležen je za solarne panele (PV) što ih čini, zajedno sa vetroturbinama, najperspektivnijom tehnologijom obnovljivih izvora energije za buduće sisteme električne energije.

Iako imaju brojne prednosti, njihova ključna slabost često se stavlja u fokus kada se razgovara o integraciji OIE u energetskom sektoru. Naravno, reč je o njihovoj varijabilnosti, tj. isprekidanoj proizvodnji. Nemaju svi OIE ovaj problem. Elektrane na biomasu, biogas, geotermalne i akumulacione hidroelektrane mogu manje ili više raditi na zahtev i o njima se neće raspravljati ovde.

U ovom radu, fokus je stavljen na solarne fotonaponske panele i vetroelektrane, poznate kao varijabilne tehnologije obnovljivih izvora. Sunčeva svetlost je dostupna samo tokom dana, odnosno čak ni tada kada je oblačno vreme. Vetrenjače rade obično na brzini vjetroj od 5 m/s, dok se pri brzini vetra od oko 25 m/s, pri takozvanoj brzini isključivanja, moraju ugasiti. To je realnost s kojom se moramo suočiti – rad ovih tehnologija uglavnom zavisi od vremenskih uslova, što se obično ne poklapa sa potražnjom za električnom energijom.

Postoje dve moguće neusklađenosti: proizvodnja OIE može biti veća nego što je potrebno ili manja od potrebne. Ovo predstavlja ključni problem vezan za integraciju varijabilnih OIE. Sistem električne energije mora biti balansiran u svakoj sekundi, tj. napajanje mora tačno odgovarati potrošnji električne energije. U suprotnom, sistem će biti van ravnoteže, uzrokujući nestabilnost frekvencije i napona.

Integracija varijabilnih OIE predstavlja izazov sa kojim se treba suočiti u narednim decenijama i predstavlja, takozvanu, „vruću temu“ – kako u industrijskoj tako i u naučnoj zajednici. U ovom članku ćemo pokazati kako se efekat varijabilnosti OIE može ublažiti primenom mera planiranja energetskeg sistema zasnovanim na optimizaciji i simulaciji. Da bi se sprovele ove mere, potrebno je sistematsko planiranje, koje obično zahteva izradu nacionalne ili regionalne energetske strategije. To takođe podrazumeva da je vremenski raspon takvih mera obično više od jedne godine.

Pre nego što se pozabavimo metodama vezanim za planiranje energetskeg sistema, kratko ćemo razmotriti kako se promenljivošću OIE upravlja iz sata u sat, odnosno na dnevnom novou. Isprekidanoš OIE, odnosno njihova predvidljivost, je relativan pojam. Na primer, znamo da sunce neće sijati tokom noći i verovatno će vrhunac dostići tokom podneva i kada

je vedro. Proizvodnja vetro turbina varira iz sata u sat, ali godišnja proizvodnja obično ne varira. Pored toga, varijabilna proizvodnja OIE ima sezonske varijacije koje su, manje ili više, predvidljive. Na primer, planeri energetskeg sistema smislili su često korišćeni izraz „dve tamne zimske nedelje“ kada proizvodnja vetra i sunca dostiže svoj minimum tokom godine.

Međutim, kako se ide ka detaljnijem vremenski koraku, jedan sat ili manje, varijabilnost OIE postaje mnogo veća. Štaviše, dispečing se obično vrši najmanje jedan dan unapred, što znači da se mora predvideti proizvodnja varijabilnih OIE. Postoje brojni modeli zasnovani na meteorološkim podacima koji pružaju ulazne podatke za strategije dispečinga. Međutim, tačnost takvih modela i problemi vezani za strategije dispečinga neće biti obuhvaćeni ovim radom.

Kada govorimo o integraciji varijabilnih obnovljivih izvora energije, vetra i solarne energije, moramo imati na umu da je sektor električne energije samo jedan deo energetskeg sistema. To nam daje glavnu prednost - elektroenergetski sektor mogao bi biti integrisan sa drugim sektorima, kao što su grejanje, hlađenje, transport i gasne mreže, čime se povećava fleksibilnost celokupnog sistema.

Kako bi iskazali kvalitet integracije varijabilnih OIE, planeri energetskeg sistema obično koriste izraz „Kritični višak proizvodnje električne energije“ (CEEP). On predstavlja količinu električne energije koja se ne može lokalno koristiti ili izvoziti u drugi granični sistem korišćenjem prenosne mreže. U stvarnosti, ovu proizvodnju električne energije, obično povezanu sa varijabilnim OIE, treba ograničiti, tj isključiti. Ovo je poslednja opcija koja bi trebalo da se koristi za održavanje stabilnosti sistema.

Pored pada učešća OIE u proizvodnji električne energije, ograničenje takođe snižava faktor planiranog opterećenja ograničene tehnologije, umanjujući na taj način profitabilnost projekta. Iako zavisi od sistema do sistema, prihvatljivi CEEP obično iznosi oko 5% ukupne proizvodnje varijabilnih OIE. Da bi se postiglo ovo stanje, mora se sprovesti planiranje energetskeg sistema. Većina energetskeg sistema može podneti oko 20% varijabilne proizvodnje električne energije. U takvom sistemu, jednostavno se upravlja proizvodnjom varijabilnih OIE dobro planiranim dispečingom, uz pomoć postojećih sistema za skladištenje, kao što su reverzibilne hidroelektrane (PHS), ili berze električne energije.

Da bi se povećala proizvodnja varijabilnih OIE na više od 20%, zadržavajući CEEP ispod 5%, moraju biti sprovedene mere planiranja: 1) integracija sektora električne energije i grejanja / hlađenja; 2) pametno punjenje i vehicle-to-grid; i 3) Power-to-X tehnologije. One su povezane sa ranije pomenutom integracijom energetskeg sektora, zajedno sa tehnologijama reakcije na potražnju i različitim vrstama skladištenja.

Počecemo sa prvim - integracijom električne energije sa sektorom grejanja i hlađenja. To je relativno jednostavno postići s obzirom da većina potrebne infrastrukture već postoji. Većina evropskih zemalja već je uvela daljinsko grejanje. Ovi sistemi proizvode toplotnu energiju na centralnoj lokaciji i distribuiraju je krajnjim kupcima koristeći termalnu mrežu, koja obično pokriva okrug, za pružanje usluga grejanja.

Sada se postavlja pitanje: kako povezati sektor grejanja i električne energije? Odgovor je jednostavan: upotrebom takozvanih power-to-heat tehnologija, poput električnih grejača ili toplotnih pumpi, koji koriste električnu energiju za proizvodnju toplotne energije. Oni imaju visoku efikasnost (preko 90%, a toplotne pumpe mogu da dosegnu čak više od 500%) i veliku brzinu rampiranja. To ih u kombinaciji sa termičkim skladištenjem čini savršenim za transformaciju viška električne energije u toplotnu energiju, omogućavajući skladištenje i kasnije korišćenje za daljinsko grejanje.

Ako postoji prevelika proizvodnja varijabilnih OIE, power-to-heat tehnologije mogu se lako pokrenuti i preuzeti višak električne energije. Proizvedena električna energija može se direktno koristiti za pokrivanje toplotnih potreba ili može biti skladištena za upotrebu kasnije tokom dana.

Električna vozila polako ali sigurno prodiru na tržište i očekuje se da će imati veliku ulogu u budućim energetske sistemima. Postoje dva razloga za to: oni predstavljaju dodatno skladište električne energije, koje bi moglo poslužiti za balansiranje elektroenergetskog sistema i obično su parkirani oko 70% vremena u toku dana. Postoje dva moguća načina na koje bi se to moglo iskoristiti.

Prvi se naziva pametno punjenje. Zamislite buduću energetske sistem u kome preovladavaju električni automobili koji su istovremeno priključeni. To bi uzrokovalo ogromno vršno opterećenje koje ne bi bilo moguće pokriti. Međutim, ta vozila ne bi trebala da se puni istog trenutka. Sistem bi mogao biti organizovan tako da punjenje vozila prati višak električne energije koja dolazi iz varijabilnih OIE. To znači da se punjenje ne vrši na zahtev, već se optimizuje na nivou sistema.

Drugi korak integracija elektroenergetskog i transportnog sektora je takozvani koncept vehicle-to-grid (V2G). Slično pametnom punjenju, i u sistemu V2G baterije takođe služe kao skladište za elektroenergetski sektor tokom perioda sa viškom električne energije. Međutim, ovaj put energija može teći u oba smera, tj. električna energija iz automobilske baterije može napajati mrežu, na taj način pomažući održavanju stabilnosti mreže.

Treća mera energetske sistema o kojoj će ovde biti reči, naziva se power-to-X, gde X obično označava sintetički gas, vodonik ili neki drugi sličan proizvod. Ove tehnologije su relativno skupe i imaju malu efikasnost. U osnovi, power-to-X uključuje procese, poput elektrolize,

gde se električna energija koristi za stvaranje goriva. One lako mogu iskoristiti višak električne energije i dugoročno skladištiti proizvedeni gas, što trenutno predstavlja najveći izazov u razvoju klasičnih baterija. Pored toga, ovo sugerise i integraciju elektroenergetskog i gasnog sektora. Sintetički gas se može lako ubrizgati u gasnu infrastrukturu i dalje koristi u raznim sektorima, kao što su grejanje, transport ili čak proizvodnja električne energije. Ovaj treći metod se obično ne preporučuje, jer uključuje dodatnu nisko efikasnu transformaciju. Važno je napomenuti da gorivo proizvedeno u tim procesima treba tretirati samo kao skladište, a ne kao resurs.

Postoji razlog zašto su ove tri mere navedene ovim redosledom. Integracija elektroenergetskog i termo sektora je najjeftinija za implementaciju jer uključuje već postojeće tehnologije i infrastrukturu. Međutim, upotrebom samo ovog pristupa, oko 40% varijabilnih OIE moglo bi se uspešno integrisati.

Sledeći korak je integracija transportnog sektora, što zahteva više vremena za punu implementaciju. Iako je ova mera relativno skuplja od prve, ukupni troškovi biće raspodeljeni između građana i operatora mreže. Dodavanjem ove integracije sektora, uz prvu meru, udeo varijabilnih OIE mogao bi se efikasno povećati na oko 70%.

Da bi se dostiglo 100% udela OIE, potreban je poslednji korak, koji je ujedno i najskuplji: tehnologije power-to-X. Integrisanje varijabilnih obnovljivih izvora energije promeniće paradigmu planiranja energetskog sistema. Prethodnih godina sistem napajanja je optimizovan kako bi se strogo pratila potražnja korišćenjem baznih kapaciteta, zajedno sa tehnologijama brzog odziva za pokrivanje vršnih opterećenja. U budućim sistemima takav koncept neće moći da funkcioniše jer će tehnologije varijabilnih OIE uticati na proizvodnju baznog opterećenja. Da bi se povećao udeo varijabilnih OIE, moraće da se promeni način razmišljanja, gde ponuda ne sledi potražnju, već obrnuto: potražnja će morati da se premesti kako bi pratila promenljivu ponudu.

U ovom tekstu smo prikazali moguće integracije sektora koje se mogu efikasno nositi sa promenljivom proizvodnjom električne energije korišćenjem tehnologija brzog odgovora na potražnju i različitim vrstama skladištenja. Iako sve ove tehnologije postoje, neke od njih još uvek treba razviti kako bi se dostigla puna tržišna spremnost.