

Marija Radošević
HEP ODS d.o.o.
marija.radosevic@hep.hr

Vedran Radošević
HEP ODS d.o.o.
vedran.radosevic@hep.hr

ULOGA BATERIJSKIH SPREMNIKA ELEKTRIČNE ENERGIJE USLIJED EKSPANZIJE OBNOVLJIVIH IZVORA ELEKTRIČNE ENERGIJE U PLANIRANJU RAZVOJA ELEKTROENERGETSKE DISTRIBUCIJSKE MREŽE

SAŽETAK

Tehnološki razvoj, djelotvorna politička potpora, nestabilnost tržišta cijena el. energije te financijski poticaji u energetskom sektoru doveli su do sve većeg broja zahtjeva za priključenjem obnovljivih izvora el. energije na hrvatski elektroenergetski distribucijski sustav, koji se suočava s izazovima i mogućnostima prilagodbe mreže ovim promjenama te zahtjeva uvođenje novih tehnologija i pristupa za podršku rastu kapaciteta obnovljivih izvora.

Distribucijska elektroenergetska mreža nije projektirana u svrhu priključenja proizvodnih postrojenja, što znači da je za priključenje istih potrebno provesti dodatna ulaganja u mrežu, koja ovisno od lokacije do lokacije, mogu biti značajna te mogu zahtijevati veliki period realizacije. Alternativa konvencionalnim ulaganjima u mrežu uključuje integraciju baterijskih spremnika u distribucijsku mrežu, čime bi se umanjila lokalna ograničenja u mreži te uravnotežila nepredvidljiva proizvodnja i potrošnja energije, omogućujući na taj način priključenje većeg broja novih proizvodnih postrojenja i kupaca. Primjenom mogućnosti baterijskih sustava u vidu upravljanja punjenjem i pražnjenjem spremnika u vrijeme povećane proizvodnje ili potrošnje električne energije dodatno bi se osigurala i upravljivost sustava te smanjilo zagušenje.

Ključne riječi: planiranje razvoja distribucijskog sustava, obnovljivi izvori energije, baterijski spremnik

THE ROLE OF BATTERY STORAGE IN THE PLANNING OF POWER DISTRIBUTION NETWORK DEVELOPMENT AMIDST THE EXPANSION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES

SUMMARY

Technological development, effective political support, electricity price market instability, and financial incentives in the energy sector have led to a growing number of requests for the connection of renewable energy sources to the Croatian electricity distribution system. This system faces challenges and opportunities in adapting the grid to these changes, requiring the introduction of new technologies and approaches to support the growth of renewable energy capacity.

The distribution electricity network was not designed for the purpose of connecting generation plants, which means that additional investments in the grid are necessary for their connection. Depending on the location, these investments can be significant and may require a long period for realization. An alternative to conventional grid investments involves the integration of battery storage systems into the distribution network, which would reduce local network limitations and balance unpredictable energy generation and consumption, thereby enabling the connection of a larger number of new generation plants and customers. By utilizing battery systems for managing the charging and discharging of storage during periods of increased generation or consumption of electricity, the system's manageability would be further ensured, and congestion would be reduced.

Key words: distribution system development planning, renewable energy sources, battery storage

1. UVOD

U okviru energetske tranzicije, baterijski spremnici postaju ključan element moderne distribucijske mreže u Hrvatskoj, osiguravajući potrebnu fleksibilnost i pouzdanost za širu primjenu obnovljivih izvora energije (OIE) i postizanje klimatski neutralne energetike. Raniji pristupi rješavanju mrežnih ograničenja oslanjali su se isključivo na konvencionalna ulaganja u mrežnu infrastrukturu (povećanje prijenosne moći transformatora, zamjena vodiča mreže uz povećanje presjeka i dr.), no ista iziskuju dug period realizacije i značajna financijska sredstva. [1]

Prema zakonodavstvu Europske Unije, konkretno Uredbi (EU) 2019/943 i Direktivi (EU) 2019/944), operator distribucijskog sustava dužan je, sukladno *Zakonu o tržištu električne energije*, na razumljiv i jednostavan način, u desetogodišnjem planu razvoja distribucijske mreže prikazati potrebe za uporabom fleksibilnosti, upravljanja potrošnjom, skladištenja energije i mjera energetske učinkovitosti. Ove mjere usmjerene su na osiguravanje kapaciteta u distribucijskoj mreži i pouzdanu opskrbu unutar distribucijskog sustava.[1] Desetogodišnji plan razvoja mreže izrađuje se svake godine, s pomicanjem horizonta planiranja za jednu godinu, s detaljnim prikazom investicija u trogodišnjem i jednogodišnjem razdoblju, a smjernice za izradu planova razvoja mreže opisane su u Prilogu II *Mrežnih pravila distribucijskog sustava* u kojem je prikazana metodologija i kriteriji planiranja razvoja distribucijske mreže.

Desetogodišnji plan razvoja distribucijske mreže nalaže da je nužno implementirati nova tehnološka rješenja i alternativne oblike energije, a dinamika promjena ovisiti će o pristupačnosti tehnologija za građane (uz prihvatljivu razinu troškova), razvoju infrastrukture te tempu tehnološkog napretka, posebno u području baterijskih spremnika električne energije. [2]

2. EKSPANZIJA PRIKLJUČENJA DISTRIBUIRANIH IZVORA ELEKTRIČNE ENERGIJE TE ZAGUŠENJE DISTRIBUCIJSKE MREŽE

2.1. Priključenje distribuiranih izvora električne energije

Postupak priključenja distribuiranih izvora električne energije, bilo da se radi o proizvodnim postrojenjima priključenima direktno na elektroenergetsku mrežu ili preko instalacije kupca električne energije, opisan je Pravilima o priključenju na distribucijsku mrežu.

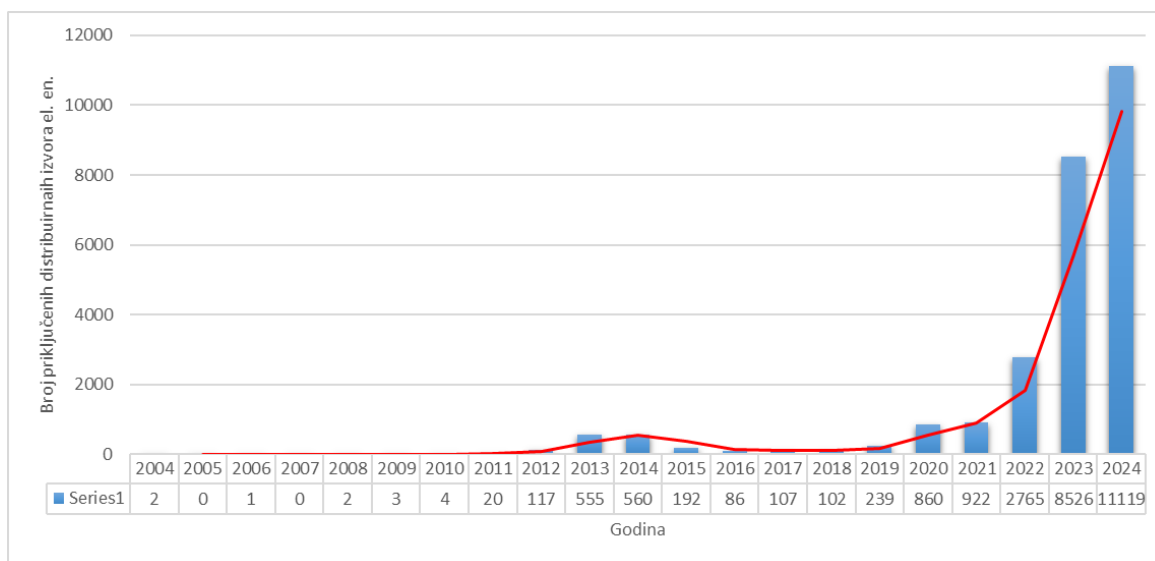
Na distribucijsku elektroenergetsku mrežu, sukladno *Mrežnim pravilima distribucijskog sustava*, priključuju se sva proizvodna postrojenja priključne snage do 10 MW, s time da se mogu priključiti i postrojenja priključne snage od 10 do 20 MW uz suglasnost operatora prijenosnog sustava.

2.2. Statitika priključenja distribuiranih izvora električne energije

Na dan 01.01.2025. g. na distribucijsku elektroenergetsku mrežu priključeno je ukupno 26.524 distribuiranih izvora električne energije s dozvolom za trajni pogon, ukupne priključne snage 1.186.968,35 kW. Na grafikonu 1 prikazana je dinamika priključenja distribuiranih izvora električne energije na elektroenergetsku mrežu. Na grafikonu je vidljiva ekspanzija priključenja distribuiranih izvora električne energije od 2020. godine na dalje, a posebno je izražena u 2023. i 2024. godini.

U tablici 1 prikazana je podjela distribuiranih izvora električne energije po vrsti izvora električne energije te naponskoj razini priključenja (NN i SN).

Graf 1. Dinamika priključenja distribuiranih izvora električne energije na distribucijsku mrežu



Tablica 1. Podjela distribuiranih izvora električne energije po vrsti izvora električne energije i naponskoj razini

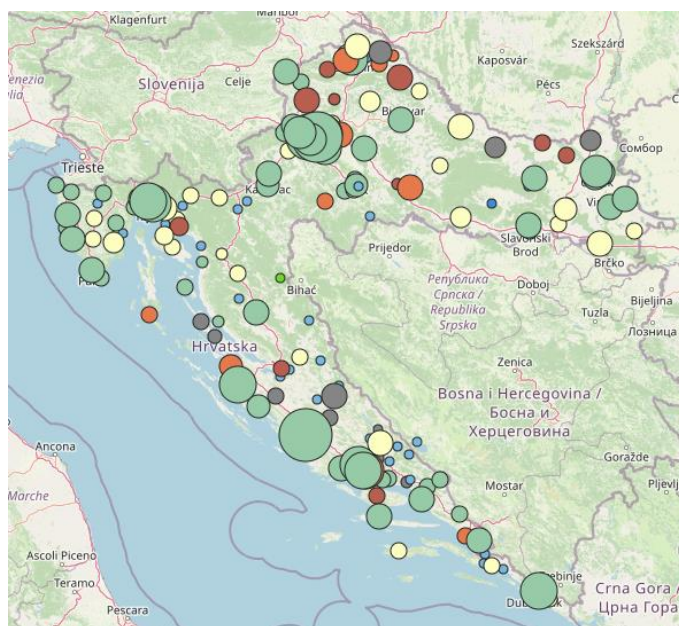
Vrsta primarnog izvora	Broj priključenih izvora el. en.		Priključna snaga (kW)		Ukupno	
	NN	SN	NN	SN	Broj priključenih	Priključna snaga (kW)
Sunce	25.862	484	469.977	339.984	26.346	809.961
Vjetar	0	9	0	91.250	9	91.250
Biomasa	10	36	4.334	97.648	46	101.982
Voda	18	28	3.281	73.022	46	76.303
Geotermalna	0	1	0	10.000	1	10.000
Ostalo	14	62	3.789	93.683	76	97.472
Ukupno	25.904	620	481.381	705.587	26.524	1.186.968

Operator distribucijskog sustava svakodnevno zaprima zahtjeve za priključenjem novih distribuiranih izvora električne energije na elektroenergetsku mrežu te isto tako svakodnevno i priključuje nove izvore električne energije na mrežu. Na dan 01.01.2025. g. u postupku priključenja na distribucijsku mrežu bilo je ukupno 42.920 proizvodnih postrojenja ukupne priključne snage 3.036.849,7 kW.

2.2. Mogućnosti priključenja proizvodnih postrojenja na distribucijsku mrežu i nastali problemi u mreži - hosting

S obzirom na veliki broj priključenih proizvodnih postrojenja te veliki broj proizvodnih postrojenja u postupku priključenja, HEP ODS je, sukladno *Zakonu o tržištu električne energije*, objavio na svojim internetskim stranicama dokument naziva *Informacije o mogućnostima priključenja proizvodnih postrojenja na distribucijsku mrežu* na dan 09.10.2024. g. U navedenom dokumentu su prikazane 110 kV transformatorske stanice te slobodni kapaciteti za priključenje novih proizvodnih postrojenja. [3]

Na slici 1 prikazani su dostupni kapaciteti na karti Republike Hrvatske [4]. Zelene točke predstavljaju lokacije 110 kV transformatorske stanice u kojima ima više od 20 MW slobodnih kapaciteta, dok crvene točke označavaju 110 kV transformatorske stanice u kojima nema slobodnih kapaciteta.



Slika 1. Dostupni kapaciteti po TS 110 kV [4]

S obzirom na dinamiku priključenja distribuiranih izvora te veliki broj distribuiranih izvora u procesu priključenja na elektroenergetsku mrežu dostupni kapaciteti se iz dana u dan smanjuju te se povećava broj TS 110 kV u kojima više ne postoji mogućnost priključenja.

Uz popunjenost kapaciteta u transformatorskim stanicama, ograničenja se pojavljuju i u samoj mreži na koju se proizvodna postrojenja priključuju.

2.3. Izazovi prilikom priključenja distribuiranih izvora električne energije na mrežu

Unazad dvadesetak godina pojam distribuirane proizvodnje električne energije nije bio poznat jer se proizvodnja električne energije odvijala daleko od potrošnje te se energija prijenosnim vodovima visokog napona prenosila do mjesta potrošnje. Navedeno sugerira da se sustav gradio za jednosmjernan tok električne energije te je mreža bila podređena kupcima, odnosno potrošačima električne energije.

S pojavom izvora električne energije raspoređenih po dubini mreže, način rada distribucijske mreže se promijenio. Mreža je prešla iz pasivnog u aktivni način rada, što je zahtijevalo njezinu prilagodbu novim uvjetima u kojima se našao elektroenergetski sustav.

Prilikom definiranja tehničkih rješenja priključenja proizvodnih postrojenja sagledavaju se najgori scenariji koji se mogu pojaviti u mreži. S obzirom na dobivene rezultate definira se tehničko rješenje priključenja i eventualno potreba za stvaranjem uvjeta u mreži kako bi se proizvodno postrojenje moglo priključiti na mrežu. Sukladno Metodologiji utvrđivanja naknade za priključenje na elektroenergetsku mrežu novih korisnika mreže i za povećanje priključne snage postojećih korisnika mreže proizvodna postrojenja plaćaju stvarne troškove priključka uključujući i troškove stvaranja uvjeta u mreži. Kod stvaranja uvjeta u mreži, isti se naplaćuju korisniku za onu naponsku razinu na koju se korisnik priključuje, što znači da se korisnik može priključiti na NN razinu uz stvaranja uvjeta na SN-u te da se priključenje odgađa do trenutka dok se ne stvore uvjeti za priključenje. Alternativa navedenome je mogućnost pogonskog ograničenja proizvodnog postrojenja, odnosno omogućavanja rada proizvodnog postrojenja uz ograničenje priključne snage u trenucima kada sustav nije u mogućnosti preuzeti svu proizvedenu električnu energiju, do stvaranja uvjeta u mreži.

Kako je ranije u radu navedeno, distribucijska elektroenergetska mreža, odnosno općenito cijeli elektroenergetski sustav, nije projektiran i građen za ovakav način priključenja proizvodnih postrojenja električne energije i potrebna su velika ulaganja kako bi se elektroenergetski sustav prilagodio i omogućilo priključenje što većeg broja proizvodnih postrojenja.

Prema godišnjem izvješću operatora distribucijskog sustava, distribucijska elektroenergetska mreža sastoji se od 27.178 transformatorskih stanica i 143.130 kilometara vodova. [5] Prema navedenom godišnjem izvješću, HEP ODS je u 2023. godini imao ukupna ulaganja u elektrodistribucijsku mrežu i

poslovnu infrastrukturu nužnu za obavljanje djelatnosti elektrodistribucije u iznosu 171,0 milijuna €. dok je taj iznos u 2022. godini iznosio 151,2 milijuna €. [5]

Iz navedenog je jasno da operator distribucijskog sustava ulaže značajna sredstva u izgradnju nove i rekonstrukciju postojeće mreže kako bi osigurao sigurnu opskrbu i omogućio priključenje novih korisnika. S obzirom na veličinu elektroenergetske distribucijske mreže i veliki broj energetskih objekata, potrebno je puno više resursa i vremena kako bi se omogućilo priključenje svim zainteresiranim korisnicima.

Budući da su za priključenje potrebna velika financijska ulaganja i vrijeme, nužno je razmisliti o alternativnim rješenjima koja bi privremeno ili trajno omogućila priključenje proizvodnih postrojenja na distribucijsku mrežu. Time bi se mogla odgoditi potreba za velikim ulaganjima u određene dijelove mreže, uz obavezno održavanje ili čak poboljšanje sigurnosti opskrbe električnom energijom i stabilnosti energetskog sustava.

3. ULOGA I MOGUĆNOSTI PRIMJENE BATERIJSKIH SPREMNIKA U ELEKTROENERGETSKOJ DISTRIBUCIJSKOJ MREŽI

Posljednjih godina u elektroenergetsku distribucijsku mrežu integriran je značaj broj obnovljivih izvora el. energije te novih vrsta opterećenja, poput punionica el. vozila i dizalica topline što donosi značajne promjene u distribucijskoj mreži. Zbog navedenog se operator distribucijskog sustava suočava s novim tehničkim izazovima, uključujući održavanje stabilnosti i pouzdanosti mreže. [6] Očekuje se daljnji nastavak ovakvog scenarija razvoja mreže u budućnosti što će dovesti do potpunog prelaska elektroenergetske pasivne mreže, namijenjene isključivo opskrbi električnom energijom, u aktivnu s mnoštvom priključenih fleksibilnih jedinica spremnih proizvoditi, pohranjivati, trošiti električnu energiju te pružati usluge sustavu i drugim korisnicima mreže.

Baterijski spremnici električne energije su perspektivna alternativa konvencionalnim pojačanjima mreže, posebno zbog nepredvidivosti i varijabilnosti obnovljivih izvora energije jer omogućuju balansiranje proizvodnje i potrošnje čime se osigurava stabilnost sustava.

3.1. Osnovne značajke baterijskih spremnika

Prilikom integracije baterijskog spremnika u elektroenergetsku mrežu, nužno je provesti detaljnu tehničku analizu njegovog utjecaja na pojave unutar mreže, a kako bi se takva analiza provela nužno je poznavati osnovne značajke i parametre koji definiraju pojedine spremnike.

Osnovni parametri baterijskih spremnika jesu:

- nazivni napon – vrijednost napona na terminalima baterijskog spremnika, ovisi o naponskoj razini distribucijske mreže na mjestu ugradnje
- nazivna snaga – najviša izlazna snaga baterijskog spremnika
- gustoća energije – količina pohranjene energije u odnosu na masu ili volumen spremnika, bitna za dimenzioniranje prostora za smještaj spremnika
- vrijeme odziva – vrijeme potrebno da spremnik dosegne maksimalnu snagu pražnjenja od trenutka primitka signala
- vrijeme trajanja – vrijeme potrebno da se spremnik u potpunosti isprazni
- učinkovitost – omjer električne energije predane elektroenergetskoj mreži tijekom ciklusa pražnjenja i primljene električne energije tijekom ciklusa punjenja, izraženo u postocima
- samopražnjenje – gubitak pohranjene energije tijekom mirovanja, bez utjecaja ciklusa punjenja i pražnjenja
- cijena – nije tehnički parametar, ali je ključna zbog određivanja isplativosti ugradnje takve investicije [7].

3.2. Uloga baterijskih spremnika u distribucijskoj mreži

S rastućom potrebom za električnom energijom, obnovljivi izvori energije (posebno energije sunca i vjetra) sve su zastupljeniji u distribucijskoj mreži, no izazov korištenja istih leži u njihovoj prirodnoj nepredvidivosti i promjenjivosti zbog čega skladištenje električne energije ima važnu ulogu u osiguranju pouzdanog i fleksibilnog distribucijskog sustava. Baterijski spremnici predstavljaju naprednu tehnologiju za pohranu električne energije, dizajniranu s namjenom da rastereti energetski sustav, smanji

neizvjesnost proizvodnje iz obnovljivih izvora energije te omogućiti vremenski pomak između proizvodnje i potrošnje električne energije kada to zahtijevaju okolnosti u mreži. [8]

Zahvaljujući mogućnostima pohranjivanja viškova energije u optimalnim uvjetima, baterijski spremnici omogućuju učinkovito upravljanje distribucijom energije, osiguravajući njezinu dostupnost u trenucima kada je sustav najviše zahtijeva. Na taj način, baterijski spremnici podržavaju neprekidno napajanje, optimiziraju potrošnju i pomažu u smanjenju opterećenja sustava tijekom vršnih sati čime se poboljšava pouzdanost i kvaliteta opskrbe električnom energijom te se pridonosi ukupnoj stabilnosti energetskeg sustava.

Zaključno, baterijski spremnici imaju pionirsku (ključnu) ulogu u modernizaciji elektroenergetske distribucijske mreže. Uloga baterijskih spremnika u planiranju razvoja distribucijske mreže:

- skladištenje viška energije: kada proizvodnja iz obnovljivih izvora energije nadmašuje potrošnju, višak energije može se pohraniti u baterijske spremnike, a energija se potom koristi tijekom razdoblja kada je proizvodnja energije niska ili potrošnja veća, čime se smanjuje potreba za fosilnim gorivima i povećava kapacitet distribucijske mreže za daljnju integraciju obnovljivih izvora energije (primjenjivo u slučaju samostalnih baterijskih spremnika (operator skladišta) ili baterijskih spremnika u sklopu proizvodnih postrojenja);
- podrška stabilnosti napona i frekvencije: baterijski spremnici reagiraju na promjene u opterećenju i proizvodnji čime se osigurava stabilnost mreže;
- smanjenje zagušenja u mreži: baterijski spremnici mogu smanjiti opterećenje u mreži, omogućujući operatoru bolje upravljanje protokom energije i smanjenje zagušenja tijekom razdoblja visokog opterećenja te se na taj način mogu odgoditi i/ili smanjiti potrebe za investicijskim projektima što je ključna prednost u dugoročnom planiranju mreže;
- povećanje hosting kapaciteta: baterijski spremnici omogućavaju mreži veći prihvati obnovljivih izvora energije zahvaljujući fleksibilnijem upravljanju energijom;
- podrška u slučaju nestabilnosti i nepredviđenih događaja: u slučaju iznenadnih događaja i/ili kvarova, baterijski sustavi mogu djelovati kako rezervni izvori energije, osiguravajući kontinuitet opskrbe i smanjujući utjecaj prekida u mreži.

3.3. Mogućnosti primjene baterijskih spremnika u distribucijskoj mreži

Primjena baterijskih spremnika u distribucijskoj mreži uvelike ovisi o lokaciji njihove ugradnje unutar mreže, a navedene su u nastavku teksta. [9]

3.3.1. Primjena baterijskih spremnika u mreži s velikim udjelom distribuiranih izvora energije

Nedostatak obnovljivih izvora energije je neujednačena i nestalna proizvodnja električne energije zbog ovisnosti o atmosferskim prilikama, što može predstavljati značajan problem pri vođenju distribucijskog sustava. Implementacijom baterijskih spremnika u mrežu, navedeni problemi se mogu eliminirati ili značajno smanjiti, omogućujući pohranu viška proizvedene energije u baterije tijekom razdoblja vršne proizvodnje i male potrošnje energije, odnosno injektiranjem energije u mrežu u vrijeme vršnog opterećenja mreže.

3.3.2. Primjena baterijskih spremnika u mreži s velikim potrebama za ulaganjima (nadogradnja ili revitalizacija distribucijske mreže)

Implementacijom baterijskih spremnika može se odgoditi nadogradnja postojeće mreže, tako da se smanji opterećenje transformatora i distribucijskih vodova tijekom perioda visoke potrošnje/proizvodnje električne energije. U slučaju da u budućnosti prestane potreba za dodatnim kapacitetima energije, baterijski spremnik se može premjestiti na drugu lokaciju u mreži, no nije za očekivati da će se to činiti s obzirom na ipak povećana ulaganja u same baterijske sustave, njihovo priključenje na mrežu te administrativnu proceduru. Uz primjenu smanjenja opterećenja vodova, baterijski spremnici mogu služiti za osiguranje n-1 kriterija i olakšanje integracije obnovljivih izvora energije.

3.3.3. Primjena baterijskih sustava kod osiguranja n-1 kriterija sigurnosti

U distribucijskoj mreži aktivnosti srednjoročnog planiranja često su motivirane potrebom osiguranja sigurnosti i pouzdanosti, uključujući zadovoljenje kriterija n-1 ili lociranje uočenih (očekivanih) ograničenja. Takva ograničenja jesu učestali kvarovi na određenim dijelovima mreže, preopterećenje ili

pogon blizu termičke izdržljivosti što se može odraziti na strujne ili naponske prilike u mreži koje mogu doseći granične vrijednosti (napona prema mrežnim pravilima i struje prema tehničkim karakteristikama opreme). U planovima (studijama) razvoja analiza ispunjenja n-1 kriterija provodi se za transformatore VN/SN i TR SN/SN, 35 kV mrežu te 10(20) kV mrežu. Provođenjem takve analize za cijelo razdoblje planiranja dobiva se popis elemenata distribucijske mreže koji predstavljaju ograničenje za ispunjenje n-1 kriterija u smislu preopterećenja ili iznosa napona van dopuštenih granica. [1]

Ugradnjom baterijskih spremnika energije u distribucijsku mrežu, može se osigurati n-1 kriterij sigurnosti u širem rasponu pogonskih uvjeta budući da baterijski spremnici mogu utjecati na smanjenje preopterećenja elemenata kao što su transformatori i vodovi distribucijske mreže.

Povećana integracija obnovljivih izvora energije, osobito u područjima s visokom proizvodnjom i niskom potrošnjom, pridonosi poremećaju tokova snage u mreži što može ugroziti n-1 kriterij, a jedno od mogućih rješenja je ugradnja baterijskih spremnika na lokacije s čestim zagušenjima, koji injektiranjem energije smanjuju opterećenje i sprječavaju ispade elemenata, čime se osigurava stabilnost sustava te se u konačnici postiže osiguranje n-1 kriterija. U periodima niskih opterećenja, baterijski spremnici se pune ili ostaju u pripravnosti.

3.3.4. Baterijski spremnici kao pružatelji pomoćnih usluga

Baterijski spremnici postaju značajna komponenta modernih distribucijskih mreža jer, između ostalog, omogućavaju pomoćne usluge sustavu i pri tome povećavaju njegovu sigurnost, fleksibilnost i pouzdanost mreže te na taj način operator može bolje upravljati fluktuacijama u proizvodnji i potrošnji, smanjiti potrebu za velikim ulaganjima te integrirati obnovljive izvore energije na stabilan i učinkovit način.

Usluge koje baterijski spremnici mogu pružiti operatoru distribucijskog sustava u cilju optimalnog upravljanja i korištenja mreže jesu:

- upravljanje vršnim opterećenjem – baterijski spremnici mogu rasteretiti element ili dio mreže čime se odgađa potreba ulaganja u mrežu i povećava iskoristivost postojeće mreže
- doprinos regulaciji napona – usmjerivač u baterijskim spremnicima električne energije po potrebi može upravljati jalovom ili djelatnom snagom kako bi održao napon u zadanim granicama (dopuštena odstupanja napona definirana normom HRN EN50160) [7]
- nefrekvencijska pomoćna usluga otočnog pogona djela distribucijske mreže – sposobnost postrojenja pružatelja usluge za regulaciju frekvencija i napona u otoku te predaju energije mreži u otoku. Ovu uslugu, u pravilu mogu pružati elektrane, no mogu je pružati i baterijska postrojenja dovoljnog kapaciteta. Moguća primjena usluge otočnog pogona može se primijeniti u dijelovima mreže gdje nije zadovoljen kriterij n-1. [1]

3.4. Baterijski spremnici električne energije i regulatorni okvir

Tehnologija baterijskih spremnika električne energije u elektroenergetskoj distribucijskoj mreži relativno je nova, no izuzetno je značajna za hrvatsko energetske tržište i elektroenergetski sustav jer bi trebala pridonijeti razvoju i stabilnosti elektroenergetskog sustava, osobito u kontekstu obnovljivih izvora energije s varijabilnom proizvodnjom.

Ključan preduvjet za veću integraciju baterijskih spremnika električne energije u elektroenergetsku mrežu jest regulatorni okvir. Naime, europsko zakonodavstvo, kroz EU Direktivu 2019/944 o zajedničkim pravilima za unutarnje tržište električne energije te Izmjenu Direktive 2012/27/EU, posebice člancima 36. i 54., koji se odnose na vlasništvo operatora distribucijskih i prijenosnih sustava nad postrojenjima za skladištenje energije, nalaže sljedeće:

1. Operatori distribucijskih/prijenosnih sustava ne smiju imati u vlasništvu niti razvijati postrojenja za skladištenje energije, voditi ih niti njima upravljati.

2. Odstupajući od stavka 1. države članice mogu operatorima distribucijskih/prijenosnih sustava dopustiti da imaju u vlasništvu ili razvijaju postrojenja za skladištenje energije, vode ih ili njima upravljaju ako su ona u potpunosti integrirane mrežne komponente i ako je regulatorno tijelo dalo svoje odobrenje ili ako su ispunjeni svi sljedeći uvjeti:

(a) drugim stranama, nakon otvorenog, transparentnog i nediskriminacijskog postupka javnog natječaja, koji je podložan preispitivanju i odobrenju od strane regulatornog tijela, nije se dodijelilo pravo

da imaju u vlasništvu ili razvijaju takva postrojenja, vode ih ili njima upravljaju ili nisu mogle po razumnoj cijeni i pravodobno isporučiti te usluge;

(b) takva su postrojenja potrebna da bi operatori distribucijskih sustava mogli ispuniti svoje obveze u skladu s ovom Direktivom u vezi s učinkovitim, pouzdanim i sigurnim radom distribucijskog sustava i postrojenja se ne koriste za kupovinu ili prodaju električne energije na tržištima električne energije;

(c) regulatorno tijelo procijenilo je nužnost takvog odstupanja i provelo je ocjenu javnog natječaja, uključujući uvjete postupka javnog natječaja, te je dalo svoje odobrenje. [10]

Prema navedenom, zaključak je da se dopušta, uz odobrenje regulatornog tijela, operatorima distribucijskih/prijenosnih sustava vlasništvo i razvijanje baterijskih spremnika električne energije kada se radi o potpuno integriranoj mrežnoj komponenti koja služi sigurnom i pouzdanom radu sustava, a ne uravnoteženju ili upravljanju zagušenjima u mreži. U nekim slučajevima, upravo takva postrojenja su nužna kako bi operatori ispunili svoje obveze prema gore navedenoj Direktivi, a u vezi s učinkovitim, pouzdanim i sigurnim radom sustava. Regulatorna tijela svakih pet godina provode javno savjetovanje o mogućnostima ulaganja trećih strana. Ako se utvrdi da treće strane mogu učinkovito upravljati takvim postrojenjima, aktivnosti operatora u tom području ukidaju se postupno u roku od 18 mjeseci uz mogućnost kompenzacije za preostalu vrijednost ulaganja u postrojenja za skladištenje energije.

Prema Zakonu o tržištu električne energije (NN 111/2021, 83/2023), operator skladišta energije je fizička ili pravna osoba s dozvolom za skladištenje energije, financijski odgovorna za odstupanja koja uzrokuje u elektroenergetskom sustavu, može sudjelovati na tržištu električne energije i ugovorno prenijeti odgovornost za odstupanja. Energetsko odobrenje, koje izdaje Ministarstvo, potrebno je za projekte novih proizvodnih postrojenja i/ili postrojenja za skladištenje energije projekte ili projekte povećanja snage postojećih postrojenja proizvodnih postrojenja i/ili postrojenja za skladištenje energije.

Skladištenje energije nije elektroenergetska djelatnost ako se postrojenje nalazi iza obračunskog mjernog mjesta aktivnog kupca, koristi isključivo za vlastite potrebe, ili ga koriste prijenosni i distribucijski operatori za ispunjenje svojih zakonskih obveza.

Operator skladišta ima pravo koristiti tehnologije po vlastitom izboru, kupovati i prodavati energiju, pružati pomoćne usluge i usluge fleksibilnosti, te pristupati prijenosnoj i distribucijskoj mreži u skladu s propisanim uvjetima. [11]

4. ZAKLJUČAK

Uslijed ekspanzije priključenja distribuiranih izvora električne energije i izazova koji oni donose (promjena tipa mreže iz pasivne u aktivnu, potreba za ulaganjem u mrežu, zagušenja, itd.) javlja se potreba za dodatnim rješenjima koja bi omogućila brže priključenje proizvodnih postrojenja, a istovremeno omogućila sigurnost opskrbe i pouzdano funkcioniranje sustava.

Jedno od rješenja koje se nameće i koje je ovim radom obrađeno, jest primjena baterijskih sustava koji mogu biti ključni u balansiranju ponude i potražnje u mreži, osobito zbog nepredvidivosti obnovljivih izvora. Ovaj pristup može značajno pomoći u stabilizaciji i povećanju fleksibilnosti mreže, omogućujući brže priključenje novih proizvodnih postrojenja, istovremeno održavajući sigurnost opskrbe i pouzdanost sustava.

Upotrebom baterijskih sustava, operatori mogu lakše upravljati dinamičnim uvjetima u mreži, čime se smanjuje potreba za velikim infrastrukturnim ulaganjima i smanjuje rizik od zagušenja ili preopterećenja mreže.

Također, važno je napomenuti da baterijski sustavi mogu omogućiti različite oblike usluga poput podrške stabilnosti frekvencije i poboljšanja kvalitete napona što ih čini ključnima za održavanje pouzdanosti distribucijskog sustava.

Prisutnost baterijskih sustava u distribucijskoj mreži ne znači prestanak ulaganja u istu već donosi fleksibilnost operatoru distribucijskog sustava u planiranju razvoja mreže i daljnjim ulaganjima u istu.

5. LITERATURA

- [1] Energetski institut Hrvoje Požar, "Pristup alternativama pojačanja distribucijske mreže u desetogodišnjim planovima razvoja", listopad 2024.
- [2] HEP ODS d.o.o., Sektor za upravljanje imovinom, "DESETOGODIŠNJI (2024. – 2033.) PLAN RAZVOJA DISTRIBUCIJSKE MREŽE HEP ODS-a s detaljnom razradom za početno trogodišnje i jednogodišnje razdoblje", lipanj 2024.
- [3] Internet preglednik - <https://www.hep.hr/ods/>
- [4] Internet preglednik - <https://www.gridone.hr/en/map/>
- [5] HEP ODS Godišnje izvješće o poslovanju i održivosti 2023.
- [6] Vuković Ivan, „Ugradnja baterijskih spremnika u distribucijske mreže“, rujan 2021.
- [7] I. Đurić, J. Škare, T. Marijanić: „Baterijski spremnici električne energije u distribucijskoj mreži“, 6. (12.) savjetovanje HO CIRED, Vol. S05–17, 2018.
- [8] Mujić Erik, „Baterijski spremnici električne energije“, rujan 2021.
- [9] Ivan Dokozić, „Primjena spremnika energije u prijenosnim mrežama“, rujan 2022.
- [10] EU Komisija, Direktiva 2019/944 o zajedničkim pravilima za unutarnje tržište električne energije i izmjeni Direktive 2012/27/EU, SL L 158/125, 14.6.2019
- [11] K. Dundović, I. Andročec, M. Mikulić, L. Alujević: Pregled projekata baterijskih sustava pohrane električne energije Hrvatske elektroprivrede“