

Godišnje izvješće o sigurnosti opskrbe u distribucijskom sustavu za 2024. godinu s projekcijom za 2025. godinu

Sadržaj

Popis kratica	3
1. Uvod.....	4
1.1. Osnovne značajke distribucijskog sustava.....	4
2. Sigurnost opskrbe	6
2.1. Osiguravanje potrebnih količina električne energije	6
2.2. Proizvedena energija preuzeta iz elektrana priključenih na distribucijsku mrežu	15
2.3. Fleksibilnost korisnika distribucijske mreže i pružanje pomoćnih usluga sustavu.....	20
2.4. Pokazatelji pouzdanosti napajanja u distribucijskoj mreži.....	24
2.5. Podaci o većim prekidima isporuke električne energije.....	28
2.6. Mjere za sigurnost opskrbe	30
2.6.1. Redovite mjere	30
2.6.2. Mehanizam praćenja ključnih pokazatelja uspješnosti	30
2.6.3. Kibernetička sigurnost	34
3. Osvrt na sigurnost opskrbe u budućem razdoblju.....	35
3.1. Redovite mjere	35
3.2. Novi propisi – novi pristup	36
3.2.1. Izrada novih podzakonskih akata	37
3.3. Nove mjere – fleksibilnost u distribucijskom sustavu	37
3.4. Put prema naprednom vođenju distribucijskog sustava - koncept strategije	38
3.5. Aktivnosti u tijeku – korak na putu prema naprednom vođenju distribucijskog sustava	39
3.5.1. Aktivnosti na postizanju strateškog cilja: osmotrivost točaka distribucijske mreže	40
3.5.2. Aktivnosti na postizanju strateškog cilja: Upravljanje podacima napredne distribucijske mreže	40
3.5.3. Aktivnosti na postizanju strateškog cilja: Upravljivost/ automatiziranost i fleksibilnost distribucijske mreže.....	41
3.5.4. Aktivnosti na postizanju strateškog cilja: Jačanje kapaciteta.....	42
4. Zaključak	43

Popis kratica

CAIDI	prosječno trajanje dugotrajnog prekida napajanja po korisniku mreže pogođenom prekidom napajanja (eng. Customer Average Interruption Duration Index)
DIE	distribuirani izvori električne energije
HEP ODS	HEP Operator distribucijskog sustava d.o.o.
HOPS	Hrvatski operator prijenosnog sustava d.o.o.
KPI	ključni pokazatelj uspješnosti (eng. Key Performance Indicator)
SAIDI	prosječno godišnje trajanje dugotrajnih prekida po korisniku mreže (eng. System Average Interruption Duration Indeks)
SAIFI	prosječan godišnji broj dugotrajnih prekida po korisniku mreže (eng. System Average Interruption Frequency Index)
ZoTEE	Zakon o tržištu električne energije

1. Uvod

Temeljem članka 73. stavka 6. Zakona o tržištu električne energije (ZoTEE) (Narodne novine 111/21, 83/23, 17/25), obaveza HEP Operatora distribucijskog sustava d.o.o. (HEP ODS) je objaviti Godišnje izvješće o sigurnosti opskrbe u distribucijskom sustavu.

Sigurnost opskrbe je opskrba električnom energijom te tehnička sigurnost, odnosno sposobnost elektroenergetskog sustava da jamči opskrbu kupaca električnom energijom tako da se krajnjim kupcima osigura i isporuči potrebna količina električne energije (točka 92. čl. 3. ZoTEE).

1.1. Osnovne značajke distribucijskog sustava

Tehnička sigurnost opskrbe distribucijskog sustava donedavno se svodila na osiguravanje dostave potrebne energije iz prijenosnog sustava kroz distribucijski sustav do krajnjih kupaca, dakle jednosmjerni tijek energije kroz radijalnu distribucijsku mrežu. Nakon pojave distribuiranih izvora sigurnost opskrbe u širem smislu podrazumijeva i osiguravanje raspoloživosti mreže za preuzimanje proizvedene energije iz distribuiranih izvora, dakle dvosmjerni tok energije kroz i dalje radijalnu distribucijsku mrežu, što podrazumijeva prilagodbu distribucijske mreže različitim potrebama krajnjih korisnika: i kupaca, ali i proizvođača, kao i novih podvrsta korisnika mreže: npr. kupaca s vlastitom proizvodnjom, operatora skladišta energije, te novih energetskih subjekata: agregatora.

Stoga se podaci o korisnicima mreže i njihovoj potrošnji odnosno proizvodnji smatraju pokazateljem potreba na koje operator distribucijskog sustava mora odgovoriti osiguravajući adekvatnu razinu tehničke sigurnosti opskrbe. Tablica 1. prikazuje osnovne potrebe korisnika distribucijskog sustava (stanje na dan 31. prosinca promatrane godine), te ukazuje na promjenu koja je nastupila u promatranoj godini u odnosu na iznose iz prethodnih godina. U ovoj tablici prikazana je i dvogodišnja postotna promjena promatranih veličina, što je posebno indikativno za identifikaciju trendova.

Najveći pomak u 2024. godini uočava se u broju distribuiranih izvora, koji je porastao za 68,21%, no posebno je indikativan dvogodišnji rast, koji iznosi 278%. Tijekom 2024. godine priključeno je čak 10.751 distribuiranih izvora, što je pokazatelj snažnog uzlaznog trenda priključenja novih elektrana koji kontinuirano raste. U posljednje dvije godine priključeno je gotovo 20.000 distribuiranih izvora (točnije: 19.498), dok je do kraja 2022. godine sveukupno priključeno 7.014 elektrana. Temeljem ovih pokazatelja očekuje se daljnji rast broja priključenih distribuiranih izvora.

Ukupna priključna snaga distribuiranih izvora porasla je u 2024. godini za 334,8 MW, što je usporedivo s hrvatskom polovinom Nuklearne elektrane Krško (348 MW). Priključna snaga svih priključenih distribuiranih izvora porasla je u 2024. godini samo za 39.74%, što je porast od samo 58% porasta broja distribuiranih izvora koji iznosi 68,21%, što upućuje na nastavak trenda izgradnje većeg broja elektrana manje priključne snage. Pri tom je važno prepoznati da se priključna i instalirana snaga

elektrane mogu značajno razlikovati, pogotovo kod kupaca s vlastitom proizvodnjom, kod kojih se proizvedena energija primarno koristi za vlastite potrebe, te se priključna snaga definira prema razlici proizvedene i potrebne energije, tj. prema višku proizvedene energije koji se namjerava predavati u mrežu.

Tablica 1: Osnovni podaci – promjene potreba korisnika distribucijske mreže

Parametar	2022.	2023.	2024.	Dvogodišnja promjena
Ukupan broj obračunskih mjernih mjesta	2.514.048	2.543.982	2.575.510	+2,44%
Razlika u odnosu na prethodnu godinu		+1,19%	+1,24%	
Ukupan broj distribuiranih izvora priključenih na distribucijsku mrežu	7.014	15.761	26.512	+277,99%
Razlika u odnosu na prethodnu godinu		+124,71%	+68,21%	
Ukupna priključna snaga distribuiranih izvora priključenih na distribucijsku mrežu (kW)	592.269	842.485	1.177.309	+98,78%
Razlika u odnosu na prethodnu godinu		+42,25%	+39,74%	
Ukupna potrošnja distribucijskog sustava u 2023. godini (kWh)	15.608.610.400	15.179.158.191	15.746.636.512	+0,88%
Razlika u odnosu na prethodnu godinu		-2,81%	+3,74%	
Ukupna proizvodnja u distribucijskoj mreži u 2023. godini (kWh) (*)	1.686.944.857	1.767.570.723	1.965.417.934	+16,51%
Razlika u odnosu na prethodnu godinu		+4,78%	+11,19%	

(*) Ukupna proizvodnja u distribucijskoj mreži je ukupna proizvodnja iz distribuiranih izvora koja je predana distribucijskoj mreži, uključivo i od korisnika kategorije kupca s vlastitom proizvodnjom

Godina 2024. bit će zabilježena i kao godina u kojoj je priključna snaga distribuiranih izvora premašila 1 GW (iznosi 1,177 GW), čime se distribuirana proizvodnja približila raspoloživim neobnovljivim proizvodnim kapacitetima HEP Proizvodnje, tj. svih termoelektrana i termoelektrana-toplana na fosilna goriva, koji ukupno iznose 1,249 GW.

Prosječna priključna snaga distribuiranog izvora priključenog tijekom 2024. godine iznosi 31,14 kW (za razliku od prošlogodišnjih 28,5 kW), što upućuje da je još uvijek veći udio elektrana manjih priključnih snaga, priključenih na niskonaponsku mrežu. U usporedbi s 2023. godinom, prosječna priključna snaga porasla je za 9,3%, dok je u prethodnoj godini, prosječna priključna snaga porasla je za 22,6% (sa 23,27 kW). Iako je trend porasta zadržan, još uvijek nije dovoljno značajan da bi ukazivao na smanjenje dominacije mikroelektrana.

Porast broja distribuiranih izvora može se u većem dijelu objasniti izdašnim poticajima (za energetske obnovu, te poticajnom tarifom - netiranjem za kućanstva s vlastitom proizvodnjom), reakcijom građana na energetske krize uvjetovanu ratom u Ukrajini, te sve većoj ponudi i broju izvođača (projektanata i instalatera) elektrana.

U 2024. godini zaustavljen je presedan - pojava smanjenja ukupne godišnje potrošnje u odnosu na godinu prije, uočena u 2023. godini po prvi puta od nastanka elektroenergetskog sustava, u svih 130 godina postojanja sustava, u uvjetima bez izvanrednih okolnosti (bez rata). Podaci za 2022. godinu (porast godišnje potrošnje za samo 0,06%) ukazivali su da se približava povijesna prekretnica. Međutim, zabilježeni pad potrošnje u 2023. godini od čak 2,81% premašio je očekivanja. Ipak, 2024. godina donosi ozbiljan porast potrošnje od 3,74% i time ne samo da anulira pad u godini prije, nego se na dvogodišnjoj razini uočava porast potrošnje od gotovo 1% (točnije 0,88%). Godišnji porast zabilježene potrošnje, unatoč značajnom rastu proizvodnje distribuiranih izvora i broja elektrana, od kojih je dio napajao i vlastite potrebe kupaca s vlastitom potrošnjom i nije evidentiran kao proizvodnja predana mreži, nedvojbeno ukazuje na znatan porast potrošnje, što se može protumačiti kombinacijom gospodarskog rasta i porasta potrošnje građana, koja je posljedica sve većeg oslanjanja građana na električna trošila, što povećava njihovu ovisnost o električnoj energiji. Ovaj trend dodatno povećava odgovornost operatora sustava za osiguranjem još sigurnije opskrbe svim korisnicima mreže.

2. Sigurnost opskrbe

2.1. Osiguravanje potrebnih količina električne energije

Potrebne količine električne energije za krajnje kupce koji su korisnici distribucijske mreže i za pokriće gubitaka u distribucijskoj mreži osigurane su iz prijenosne mreže i distribuiranih izvora priključenih na distribucijsku mrežu (priključenih izravno na mrežu ili priključenjem na instalaciju kupaca s vlastitom proizvodnjom ili samoopskrbljivača priključenih na mrežu). Tablica 2 pokazuje odziv distribucijskog sustava na potrebe svojih korisnika.

Tablica 2: Odziv distribucijskog sustava na potrebe korisnika mreže

Parametar	2022.	2023.	2024.	Dvogodišnja promjena
Neto energija preuzeta iz prijenosne mreže (kWh)	15.130.841.835	14.778.813.110	15.196.337.976	0,43%
Razlika u odnosu na prethodnu godinu		-2,33%	+2,83%	
Gubici u distribucijskom sustavu (kWh)	1.198.780.333	1.348.668.662	1.379.202.645	15,05%
Razlika u odnosu na prethodnu godinu		+12,50%	+2,26%	

Pod neto električnom energijom preuzetom iz prijenosne mreže podrazumijeva se razlika između preuzete energije iz prijenosnog sustava i isporučene iz distribucijskog prijenosnom sustavu.

Porast gubitaka indikator je povećane neusklađenosti istodobne lokalne proizvodnje i potrošnje. Indikativno je da je porast gubitaka u odnosu na prethodnu godinu značajno manji, iznosi manje od 2,3%, unatoč sve značajnijih tokova snaga u uzlaznom smjeru energije, koja je nepotrebna distribucijskom sustavu te se mora prenositi od distribuiranog izvora kroz cijelu distribucijsku mrežu sve do prijenosne mreže, i unatoč

netiranju kojim je distribucijska mreža pretvorena u besplatni spremnik viška proizvedene energije koju kućanstvo s vlastitom proizvodnjom može preuzeti („uzeti nazad“) u bilo kojem, uključivo i za elektroenergetski sustav najnepovoljnijem trenutku. Gubitci će početi padati kada se proizvodnja bude približila istodobnoj potrošnji (usklađena i lokacijski i u vremenu), odnosno kada lokalna proizvodnja bude u balansu s istodobnom lokalnom potrošnjom.

Distribucijski sustav treba osigurati tehničku sigurnost opskrbe u svakom trenutku, neovisno o trenutnim potrebama korisnika mreže. Fluktuiranje potreba, sada već i u oba smjera tokova snage kroz mrežu, postavlja sve više zahtjeve na operativno osiguranje tehničke sigurnosti opskrbe. Stoga HEP ODS prati fluktuacije ne samo opterećenja, nego i potrošnje i proizvodnje korisnika distribucijske mreže.

Tablica 2, koja je prije rasta udjela distribuirane proizvodnje bila dovoljni pokazatelj potrebe za opskrbom, sada više ne daje uvid u rastuću složenost situacije u distribucijskom sustavu. Tek kada se u neto energiji (neto je preuzeta umanjena za isporučenu energiju) preuzetoj iz prijenosne u distribucijsku mrežu identificiraju smjerovi energije, dobiva se cjeloviti uvid (Tablica 3).

Povećana integracija distribuiranih izvora dovodi do porasta proizvodnje električne energije koja povremeno, na pojedinim dijelovima distribucijske mreže, nadrašta potrebe korisnika lokalne distribucijske mreže. Uočava se da tijekom 2024. godine za dio električne energije preuzete iz distribuiranih izvora nije bilo potrebe u distribucijskoj mreži, te je evidentan daljnji porast isporuke električne energije iz distribucijske u prijenosnu mrežu (Tablica 3, Slika 2).

Tablica 3: Razmjena energije na sučelju distribucijskog i prijenosnog sustava

Parametar	2022.	2023.	2024.	Dvogodišnja promjena
Energija preuzeta iz prijenosne mreže (kWh)	15.378.248.337	15.089.658.406	15.505.007.017	+0,82%
Razlika u odnosu na prethodnu godinu		-1,88%	+2,75%	
Energija predana prijenosnoj mreži (kWh)	247.406.502	310.845.296	308.669.041	+24,76%
Razlika u odnosu na prethodnu godinu		25,64%	-0,70%	
Neto (kWh)	15.130.841.835	14.778.813.110	15.196.337.976	+0,43%
Razlika u odnosu na prethodnu godinu		-2,33%	+2,83	

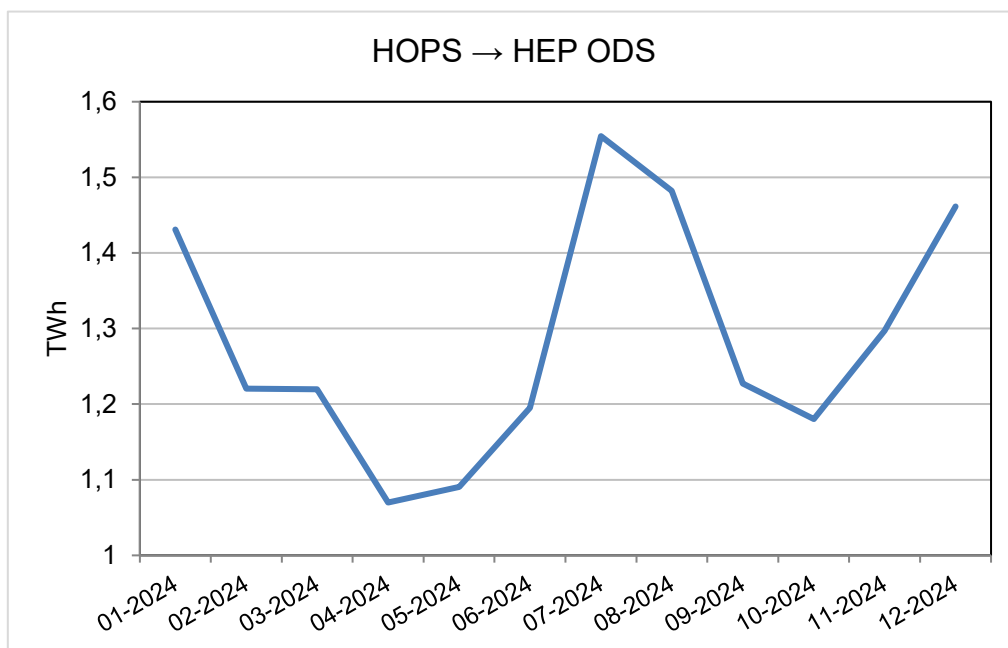
Dok se u 2023. godini bilježi smanjenje energije preuzete iz prijenosne mreže, te značajno povećanje predaje energije prijenosnoj mreži (povećanje je veće od 25%), u 2024. godini situacija je drugačija, te se bilježi porast energije preuzete iz prijenosne mreže za 2,75% i smanjenje predaje energije u prijenosnu mrežu za 0,7% u odnosu na prethodnu godinu.

Uz činjenicu da je distribuirana proizvodnja u 2024. godini porasla za preko 11% (Tablica 1), podaci u Tablici 3 ukazuju da se sve više distribuirane proizvodnje uspješno koristi za istodobne potrebe potrošnje korisnika distribucijske mreže, te se

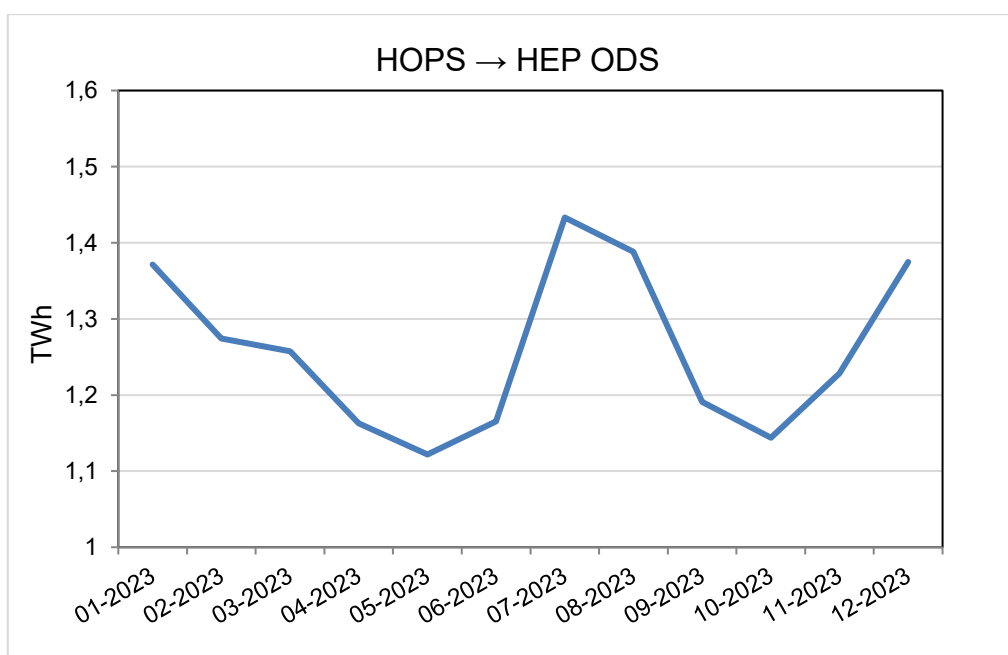
potrebe korisnika distribucijske mreže sve više zadovoljavaju unutar distribucijske mreže, jer se u 2024. godini smanjuju viškovi distribuirane proizvodnje koji se prelijevaju u prijenosnu mrežu.

Predaja 308,7 GWh energije u prijenosnu mrežu odgovara kontinuiranoj cjelogodišnjoj maksimalnoj proizvodnji nadomjesne elektrane instalirane snage 35,2 MW priključene na prijenosnu mrežu, zbog čega distribucijska mreža ima i status izvora na prijenosnoj mreži.

Energija preuzeta iz prijenosnog sustava može se interpretirati i kao nedostatak energije iz distribuiranih izvora za zadovoljenje potreba kupaca distribucijske mreže (Slike 1a i 1b).



Slika 1a: Energija preuzeta iz prijenosnog sustava u 2024.



Slika 1b: Energija preuzeta iz prijenosnog sustava u 2023.

Usporedbom Slika 1a i 1b uočava se znatno širi raspon iznosa mjesečno preuzete energije iz prijenosnog sustava u 2024. godini nego u godini prije. Raspon u 2024. godini iznosi čak 484 MWh, dok je u godini prije iznosio samo 290 MWh, što je na godišnjoj razini porast od 67%, odnosno 194 MWh. Porast širine raspona može se objasniti i većim doprinosom distribuirane proizvodnje u mjesecima s niskom potrošnjom (npr. travanj i svibanj), te izrazito visokom potrošnjom tijekom ekstremnih dugotrajnih toplinskih valova u srpnju i kolovozu. Proširenje ovog raspona, koje je suprotno temeljnom cilju uravnoteženog opterećenja distribucijskog sustava, ukazuje i na doprinos distribuirane proizvodnje porastu neuravnoteženosti unutar sustava zbog disbalansa istodobne proizvodnje i potrošnje.

Ovako širok raspon dovodi do znatnog porasta složenosti i promjenjivosti tokova snaga u i inače krhkom radijalnom distribucijskom sustavu, što je dodatni izazov za upravljanje sustavom u realnom vremenu, te je zbog toga potrebno ulagati dodatne napore za osiguranje normalnog pogona sustava pri sve brojnijim promjenama i iznosa i smjera tokova snaga. Unatoč svim ovim izazovima HEP ODS je uspio održati iznimnu razinu pouzdanosti i raspoloživosti distribucijske mreže, a time i sigurnoj opskrbi.

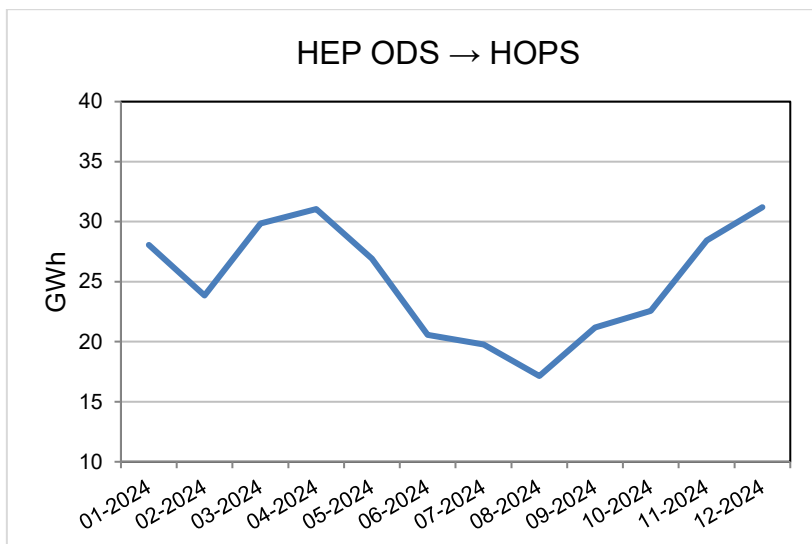
Indikativno je da je maksimalno mjesečno napajanje iz prijenosnog sustava u ljetnim mjesecima značajno veće od onog u zimskim mjesecima, iako je donedavno zimski maksimum bio znatno izraženiji, dok je ljetni bio zanemariv. Izrazito vruća ljeta s dugotrajnim toplinskim valovima doprinose značajnom povećanju potrošnje u ljetnim mjesecima, što se može smatrati još jednim negativnim ishodom klimatskih promjena. Ovaj trend je postojan posljednjih godina.

Energija predana iz distribucijskog prijenosnom sustavu može se interpretirati kao višak energije koju proizvode distribuirani izvori, koja je veća od istodobnih lokalnih potreba korisnika distribucijske mreže (Slike 2a, 2b i 2c).

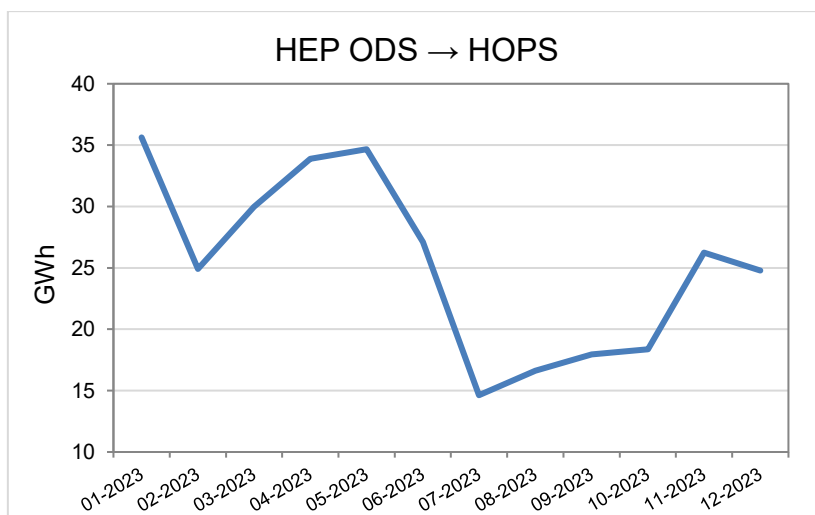
Usporedbom Slika 2a, 2b i 2c uočava se, nakon značajnog širenja raspona unutar kojeg oscilira mjesečna predaja energije u prijenosnu mrežu u 2023. u odnosu na 2022. godinu, da se u 2024. godini sužava taj raspon što ukazuje da distribucijski sustav poprima odlike stabilnijeg izvora napajanja prijenosne mreže, odnosno ukazuje na viši stupanj uravnoteženja istodobne proizvodnje i potrošnje unutar distribucijskog sustava. Također se može uočiti da su maksimumi predaje energije u prijenosnu mrežu zabilježeni u 2023. godini ublaženi u 2024. godini.

Uočava se da unatoč postojanja viška energije u pojedinim dijelovima distribucijske mreže istodobno u drugim dijelovima postoji znatni manjak. Stoga i u periodu isporuke viška energije u prijenosnu mrežu još uvijek dominira preuzimanje energije iz prijenosnog sustava (Slike 1a, 1b i 1c).

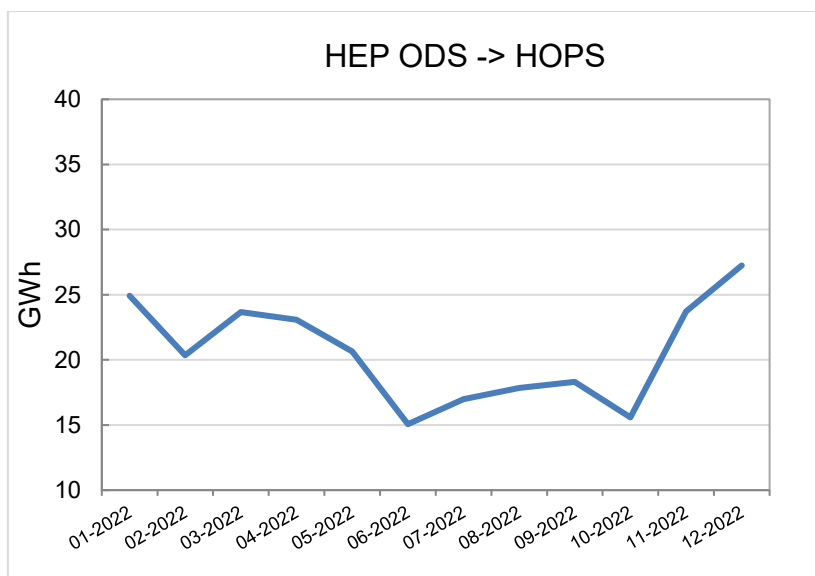
Usporedbom podataka o godišnjoj proizvedenoj energiji iz distribuiranih izvora i energiji isporučenoj prijenosnoj mreži konstatira se da je prijenosnom sustavu u 2024. godini isporučeno 15,7% proizvedene energije iz distribuiranih izvora priključenih na distribucijsku mrežu (za razliku od 17,92% u 2023., te 14,67% u 2022., odnosno 12,7% u 2021. godini). Zamjetan je pad udjela energije predane HOPS-u u proizvedenoj energiji, što predstavlja prekid dosadašnjeg kontinuiranog trenda porasta ovog udjela



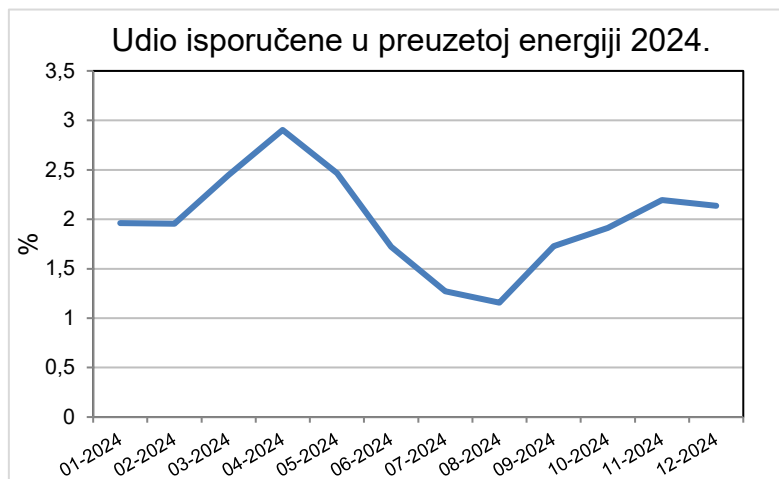
Slika 2a: Energija predana iz distribucijske u prijenosnu mrežu u 2024.



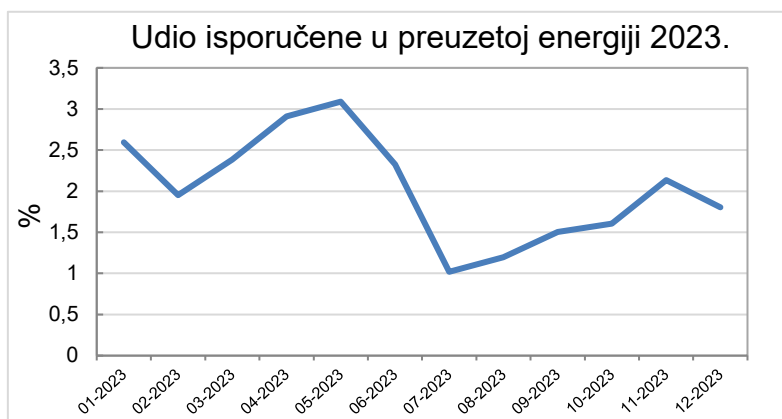
Slika 2b: Energija predana iz distribucijske u prijenosnu mrežu u 2023.



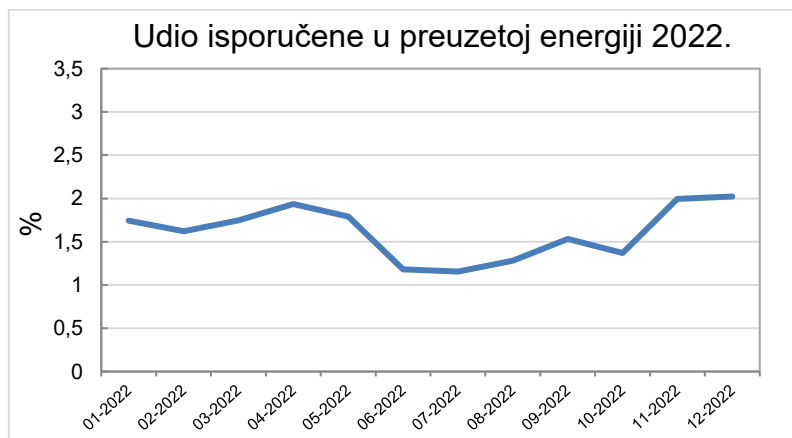
Slika 2c: Energija predana iz distribucijske u prijenosnu mrežu u 2022.



Slika 3a: Udio energije isporučene iz distribucijske mreže prijenosnoj mreži u odnosu na energiju preuzetu iz prijenosne mreže u 2024.



Slika 3b: Udio energije isporučene iz distribucijske mreže prijenosnoj mreži u odnosu na energiju preuzetu iz prijenosne mreže u 2023.



Slika 3c: Udio energije isporučene iz distribucijske mreže prijenosnoj mreži u odnosu na energiju preuzetu iz prijenosne mreže u 2022.

Zaključak koji se nameće je da spomenutih 15,7% energije isporučene prijenosnom sustavu zapravo nije višak, nego je proizvedeno u pogrešnom dijelu mreže ili u pogrešnom trenutku. U cilju dugoročnog smanjenja gubitaka u distribucijskom sustavu, te povećavanja iskoristivosti postojeće mreže, a time i povećanja sigurnosti opskrbe,

bilo bi potrebno sustavno balansirati lokalnu proizvodnju s potrošnjom, tj. proizvodnju približavati težištu konzuma (u prostoru i vremenu), ili konzum približavati težištu proizvodnje. Pokazatelji za 2024. godinu pokazuju pomak u željenom smjeru.

Na Slikama 3a, 3b i 3c prikazan je udio energije isporučene prijenosnom sustavu u odnosu na energiju preuzetu iz prijenosnog sustava po mjesecima u protekle tri godine.

Indikativno je smanjenje udjela energije isporučene iz distribucijske mreže prijenosnoj mreži u odnosu na energiju preuzetu iz prijenosne mreže u odnosu na prošlu godinu. Godišnji prosjek ovog udjela u 2024. godini je 1,99%, u 2023. godini je 2,01%, u 2022. godini je iznosio 1,61%. Ni maksimalni mjesečni udio više ne raste, te ove godine iznosi 2,9%, dok je 2023. godine iznosio čak 3,09%, dok je u 2022. godine iznosio 2,09%. Minimalni mjesečni udio u 2024. godini raste i iznosi 1,15%, dok u 2023. iznosi 1%.

Nakon što je raspon udjela u 2022. godini bio uzak i skroman, te se zadržavao unutar 0,5% (između 1,55% i 2,02%), raspon udjela u 2023. značajno je širi (od 1,02% do 3,09%) i iznosi više od 2% (točnije 2,07%), da bi se u 2024. godini opet suzio (od 1,16% do 2,90%) te iznosi 1,74%, što bi moglo ukazivati na stabilizaciju i postizanje pomaka prema uspostavljanju bolje korelacije lokalne proizvodnje i potrošnje u distribucijskoj mreži.

Stoga se može zaključiti da je udio energije isporučene prijenosnom sustavu u energiji preuzetoj iz prijenosnog sustava nakon uskog raspona u 2022. godini, te znatnog fluktuiranja u 2023. pokazao izvjesnu stabilizaciju u 2024. godini. Još je rano za zaključke o promjeni trenda, to će tek pokazati podaci u slijedećim godinama.

U Tablici 4 prikazani su zabilježeni ekstremi opterećenja u distribucijskom sustavu u 2024. i u 2023. godini.

Ukupno opterećenje distribucijskog sustava je zbroj svih tokova snaga istodobno preuzetih u distribucijski sustav:

$$P_{\text{opterećenja}} = S P_{\text{iz HOPS-a}} + S P_{\text{iz DIE}} = S P_{\text{kupaca}} + S P_{\text{gubitaka}} \quad (1)$$

odnosno ukupna trenutna potrošnja svih krajnjih kupaca uvećana za istodobne gubitke distribucijskog sustava.

Maksimalno ukupno opterećenje distribucijskog sustava u 2024. godini zabilježeno je 17.07.2024. u 13:15 h, a iznosi 3.174 MW (od čega je 88,5 % opskrbljeno iz prijenosne mreže), što je 3,7% više od maksimalnog ukupnog opterećenja distribucijskog sustava u 2023. godini koje je zabilježeno 24.08.2023. u 13:15 h, a iznosi 3.061 MW, od čega je 92 % opskrbljeno iz prijenosne mreže, a u 2022. godini zabilježeno je 04.07.2022. u 13:15 h, a iznosi 2.999 MW, od čega je 92,3% opskrbljeno iz prijenosne mreže (za razliku od 94,0 % godinu ranije). Kontinuirano se smanjuje udio energije iz prijenosne mreže u podmirenju potreba distribucijskog sustava, čak i u maksimumu opterećenja. U posljednje tri godine taj se udio s 94% smanjio na 88,5%, što znači da udio distribuirane proizvodnje kontinuirano raste, te je u 2024. godini distribuirana potrošnja pokrila čak 11,5% maksimuma opterećenja, čime je u 2024. godini prešla psihološku

granicu od 10%. Očekuje se daljnji porast udjela distribuirane proizvodnje u pokrivanju potrošnje u distribucijskom sustavu.

Tablica 4. Ekstremi opterećenja u distribucijskom sustavu

	2023. Iznos (MW)	2024.		
		Iznos (MW)	Datum	Sat
Maksimalno ukupno opterećenje distribucijskog sustava	3.061	3.174	17.07.2024.	13:15
Minimalno ukupno opterećenje distribucijskog sustava	1.092	1.094	14.04.2024.	03:45
Maksimalno distribucijsko opterećenje prijenosnog sustava	2.819	2.998	16.07.2024.	19:30
Minimalno distribucijsko opterećenje prijenosnog sustava	913	902	01.04.2024.	03:45
Maksimalna istodobna proizvodnja korisnika u distribucijskoj mreži	390	530	30.07.2024.	12:15
Minimalna istodobna proizvodnja korisnika u distribucijskoj mreži	85	101	03.09.2024.	06:30

Minimalno ukupno opterećenje distribucijskog sustava u 2024. godini zabilježeno je 14.04.2024. u 03:45h i iznosi 1.094 MW, dok je u 2023. godini iznosilo 1.092 MW, a u 2022. je iznosilo 1.082 MW, iz čega se može zaključiti da je minimum stabilan, jer je dvogodišnji porast samo 1,1%, a porast u posljednjoj godini samo 0,2%.

Distribucijsko opterećenje prijenosnog sustava je zbroj svih tokova snaga istodobno preuzetih u distribucijski sustav iz prijenosnog sustava, tj. iznos kojim distribucijski sustav predstavlja opterećenje prijenosnom sustavu.

Maksimalno distribucijsko opterećenje prijenosnog sustava u 2024. godini zabilježeno je 16.07.2024. u 19:30h, a iznosi 2.998 MW, a u 2023. godini zabilježeno je u trenutku maksimalnog opterećenja distribucijskog sustava 24.08.2023. u 13:15h, a iznosi 2.819 MW i predstavlja 92% ukupnog opterećenja distribucijskog sustava, dok je u 2022. godini zabilježeno u trenutku maksimalnog opterećenja distribucijskog sustava 04.07.2022. u 13:15h, a iznosilo je 2.767 MW, i predstavljalo 87,7% ukupnog opterećenja distribucijskog sustava. Ova, 2024. je povijesna godina, jer se po prvi puta u povijesti elektroenergetskog sustava maksimalno distribucijsko opterećenje prijenosnog sustava ne javlja u trenutku maksimalnog opterećenja distribucijskog sustava. To pokazuje značaj utjecaja distribuirane proizvodnje.

Minimalno distribucijsko opterećenje prijenosnog sustava u 2024. godini zabilježeno je 01.04.2024. u 03:45h, a iznosi 902 MW. Indikativno je da nije nastupilo tijekom minimuma opterećenja distribucijskog sustava koje je bilo 13 dana nakon ovog datuma, kada je opterećenje prijenosnog sustava iznosilo 946 MW.

Minimum opterećenja distribucijskog sustava 2024. godine iznosi samo 34,5% maksimalnog, dok je 2023. iznosio 35,7% maksimalnog, 2022. iznosio je 36,1% maksimalnog (za razliku od 2021. godine kada je iznosio 36,8%), što znači da opterećenje (čak i uz pretpostavku zadržavanja istog smjera energije) varira na razini

čitavog distribucijskog sustava za 65,5%, (dok je u 2023. godini varirao za 64,3%, a u 2022. za 63,9%) maksimalnog opterećenja, pri čemu raspon variranja iznosi 2080 MW, (dok je u 2023. iznosio 1969 MW, a u 2022. iznosio je 1.917 MW), što znači da sustav mora biti sposoban održati sigurnost napajanja i uz značajno fluktuiranje opterećenja, čak i uz gubitak 66,5% opterećenja sustava. Za radijalnu distribucijsku mrežu s distribuiranim izvorima to je iznimno izazovan zadatak, koji s povećanjem udjela proizvodnje iz intermitentnih distribuiranih izvora i evidentnu neistodobnost proizvodnje i potrošnje postaje sve zahtjevniji. Rastući utjecaj distribuiranih izvora doprinosi i povećanju raspona fluktuacije opterećenja distribucijskog sustava sa 63,2% preko 63,9%, pa 64,3% na 65,5% u posljednje tri godine, što se može interpretirati kao pogoršanje za 2,3% u tri godine. Također je indikativno da je raspon fluktuiranja opterećenje distribucijskog sustava u 2024. godini premašio psihološku granicu od 2 GW.

Pod pojmom ukupna proizvodnja iz distribuiranih izvora u smislu razmatranja opterećenja smatra se zbroj svih tokova snaga istodobno preuzetih iz distribuiranih izvora u distribucijsku mrežu, odnosno zbroj snaga koje korisnici istodobno predaju distribucijskom sustavu.

Maksimalna ukupna istodobna proizvodnja iz distribuiranih izvora na distribucijskoj mreži ostvarena je 30.07.2024. u 12:15h i iznosila je 530 MW (za razliku maksimuma godinu ranije koji je ostvaren 10.04.2023. u 10.45h, a iznosio je 390 MW), dok je minimum ostvaren 03.09.2024. u 06:30h i iznosio je 101 MW (za razliku od minimuma 19.07.2023. u 19:45h kada je iznosio 85 MW). Indikativno je da je maksimum proizvodnje u 2024. godini preseljen iz proljeća (travanj) na ljeto (srpanj), što ukazuje na dominaciju proizvodnje iz sunčanih elektrana, za razliku od prijašnjih godina, kada je vrijeme nastanka maksimuma proizvodnje ukazivalo na dominantni utjecaj proizvodnje iz vjetroelektrana. Dakle, ekstremi proizvodnje na razini distribucijskog sustava više ne ovise o trenutno raspoloživom vjetro potencijalu, jer je utjecaj sunčanih elektrana postao presudan za postizanje ekstrema proizvodnje.

Budući da minimum istodobne proizvodnje iznosi samo 19% maksimuma istodobne proizvodnje (za razliku od 2023. godine kada je iznosio 21,8%, i 2022. kada je iznosio 36,7%) te raspon variranja istodobne proizvodnje iznosi čak 81% odnosno 429 MW (za razliku od 78,2% odnosno 305 MW u 2023. godini, odnosno 2022. kada je iznosio samo 155 MW, odnosno 57,4% svog maksimuma), uočava se značajno povećanje raspona variranja istodobne proizvodnje zbog sve većeg udjela intermitentnih izvora (u posljednje vrijeme najviše raste utjecaj sunčanih elektrana), što dodatno otežava održavanje normalnog pogona radijalnog distribucijskog sustava.

Ako bi se sva distribuirana proizvodnja, uz uvažavanje njene neistodobnosti, interpretirala kao jedna virtualna elektrana, mogla bi se prikazati kao elektrana vršne snage 530 MW s tehničkim minimumom 101 MW (za razliku od prošle godine kada je to iznosilo 390 MW s tehničkim minimumom 85 MW) koja proizvoljno mijenja svoju proizvodnju u rasponu od svog tehničkog minimuma do vršne snage, što se može interpretirati kao sporadični proizvoljni ispadi proizvodnih modula snage 429 MW (prošle godine 305 MW), što je 154% punog proizvodnog kapaciteta RHE Velebit (276 MW u generatorskom režimu rada). Ukupnoj volatilnosti distribuirane proizvodnje

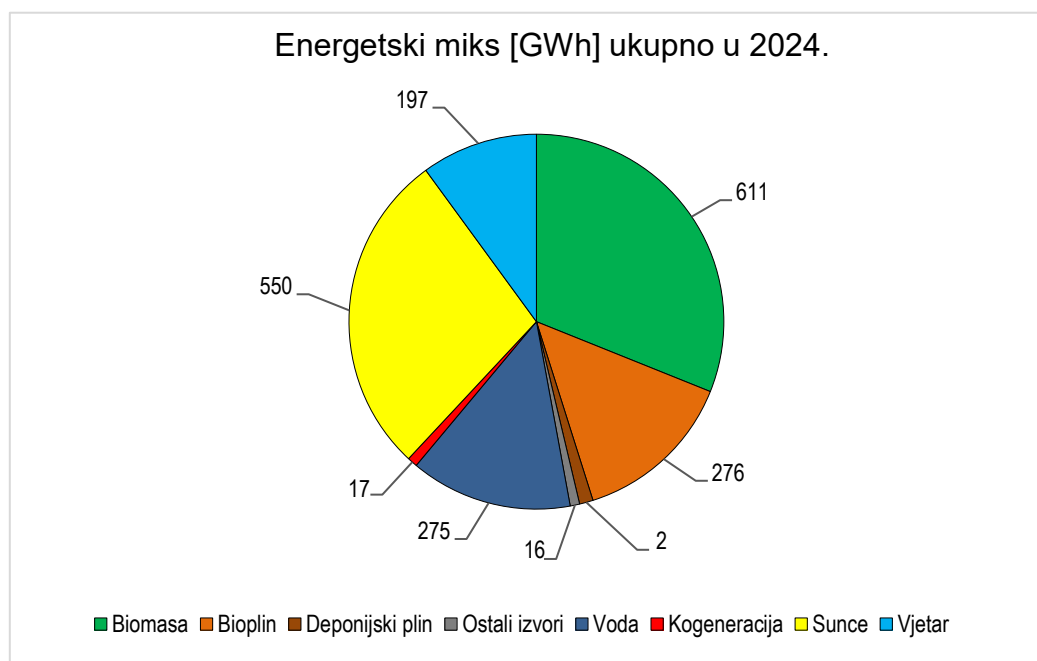
doprinosi intermitentnost proizvodnje pojedinih distribuiranih izvora i činjenica da se potencijalno upravljivom proizvodnjom za sada ne upravlja, kao niti potrošnjom proizvedene energije kod kupaca s vlastitom proizvodnjom. Stoga se za sada volatilnost distribuirane proizvodnje kao i fluktuiranje potrošnje vlastite proizvedene energije od strane kupaca s vlastitom proizvodnjom ne može promatrati u kontekstu doprinosa fleksibilnosti distribucijskog sustava – čak suprotno, to donosi nove rizike s kojima se mora suočiti HEP ODS u vođenju sustava s ciljem očuvanja normalnog pogona sustava.

2.2. Proizvedena energija preuzeta iz elektrana priključenih na distribucijsku mrežu

Najveći pomak u 2024. godini uočava se u povećanju broja distribuiranih izvora (Tablica 1), koji je porastao za 68,21%, što znači da je tijekom 2024. godine priključeno čak 10.751 elektrana, čime je premašena psihološka barijera od 10.000 elektrana godišnje.

Prosječna priključna snaga svih priključenih elektrana do kraja 2024. godine iznosi 44,4 kW, dok je do kraja 2023. iznosila 53,5 kW, a do kraja 2022. iznosila je čak 88,4 kW. Iz opisanog se zaključuje da je značajno porastao broj distribuiranih izvora male priključne snage, odnosno da dominira integracija sunčanih elektrana, te elektrana primarno za vlastite potrebe kupaca, u kojem slučaju priključna snaga nema jasnu korelaciju s instaliranom snagom elektrane, nego s veličinom viška proizvodnje koji se namjerava predavati u mrežu.

Ukupna proizvedena električna energija preuzeta u 2024. godini iz distribuiranih izvora iznosi ukupno 1,965 GWh što je godišnji porast od 11,2% (za razliku od porasta u 2023. koji iznosi cca. 4,78 %).



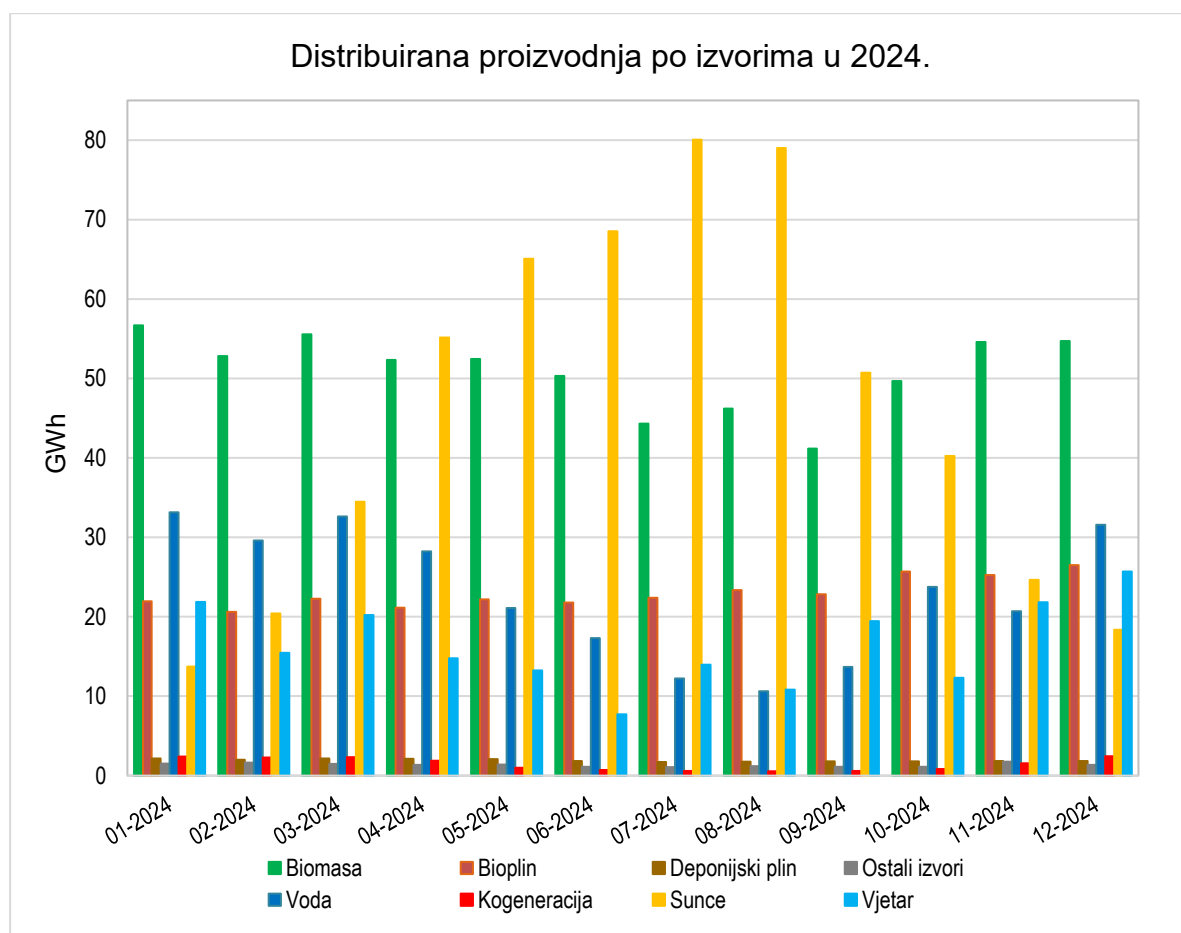
Slika 4: Udjeli pojedinih obnovljivih izvora energije u ukupno proizvedenoj energiji u distribuiranim izvorima predanoj u distribucijsku mrežu u 2024. godini

Električna energija preuzeta iz elektrana priključenih na distribucijsku mrežu u 2024. godini pokriva cca. 12,5% (dok je u 2023. to iznosilo 11,6%, a u 2022. 10,8%) godišnje potrošnje električne energije krajnjih kupaca distribucijske mreže. U razmatranju ovog porasta treba uvažiti i da je ukupna godišnja potrošnja distribucijskog sustava u 2024. godini porasla za 3,73%.

Na Slici 4 prikazani su udjeli primarnih izvora u proizvedenoj energiji predanoj u distribucijsku mrežu u 2024. godini. Energija iz sunčanih elektrana zauzima sve značajniju ulogu, dok se relativni udio vjetroelektrana smanjuje, a time i utjecaj intermitentosti vjetera na ukupnu distribuiranu proizvodnju.

Postojani izvori energije, kao što su elektrane na biomasu i na bioplin zastupljeni su u sve manjem udjelu, zbog uzlaznog trenda sve izraženije dominacije priključenja sunčanih elektrana, te stabilni izvori već u 2024. godini daju manje od pola godišnje ukupne distribuirane proizvodnje (Slika 4).

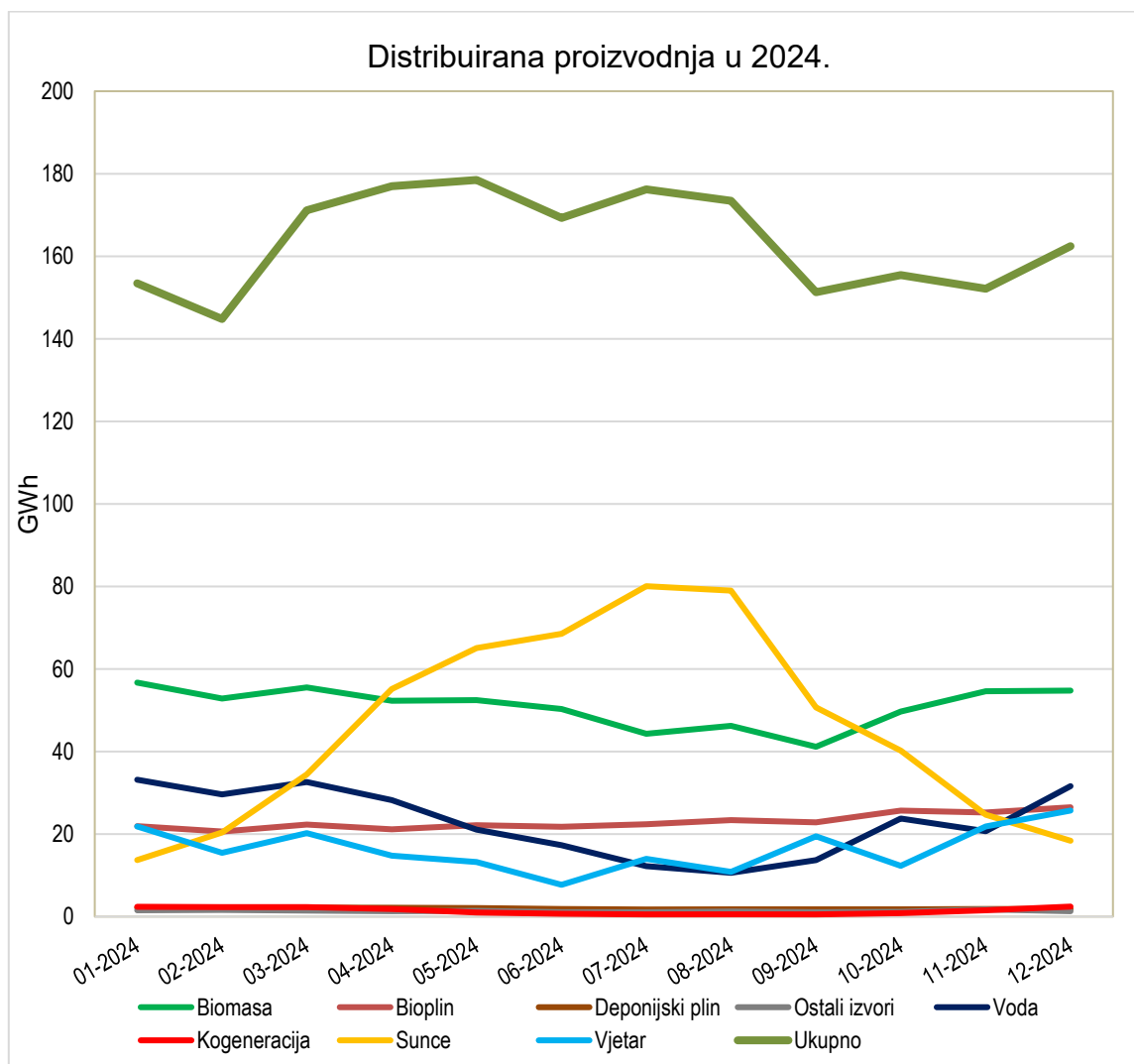
Variranje udjela proizvodnje energije iz pojedinog izvora u ukupnoj proizvodnji uočljivo je i na mjesečnoj razini (Slika 5). Energija iz sunčanih elektrana zauzima sve značajniju ulogu te ukazuje da će uskoro dominirati svojim udjelom u ukupnoj proizvodnji i na godišnjoj razini (Slika 4). Njena dominacija je već prisutna u ljetnim mjesecima, čak i u drugoj polovini proljeća (Slika 5).



Slika 5: Mjesečno proizvedena energija po vrsti primarnog izvora predana u distribucijsku mrežu u 2024. godini

Za cjelovito sagledavanje razmjera dominacije proizvodnje iz sunčanih elektrana treba uvažiti da je njena proizvodnja limitirana samo na svijetli dio dana (nije prisutna noću), te je stoga njena dominacija na satnoj razini u svijetlom dijelu dana više no dvostruko veća od onoga što se može uočiti iz mjesečnih vrijednosti. Dominacija proizvodnje iz intermitentnog izvora kao što je sunce predstavlja poseban izazov u vođenju distribucijskog sustava jer se radi o proizvodnji koja fluktuiira od nule do svog maksimuma unutar svakog dana i izravno utječe ne samo na strujne, nego i na naponske okolnosti u radialnoj distribucijskoj mreži. Iako je proizvodnja iz sunčane energije načelno predvidiva, njena stvarna raspoloživost ovisi o trenutnim vremenskim prilikama koje mogu značajno reducirati njenu trenutnu proizvodnju i time prouzročiti nagle promjene strujno naponskih okolnosti u lokalnoj mreži. Izazovi koje ovakav energetski miks distribuirane proizvodnje donosi rastu svake godine i kontinuirano podižu potrebu za povećanjem fleksibilnosti distribucijske mreže.

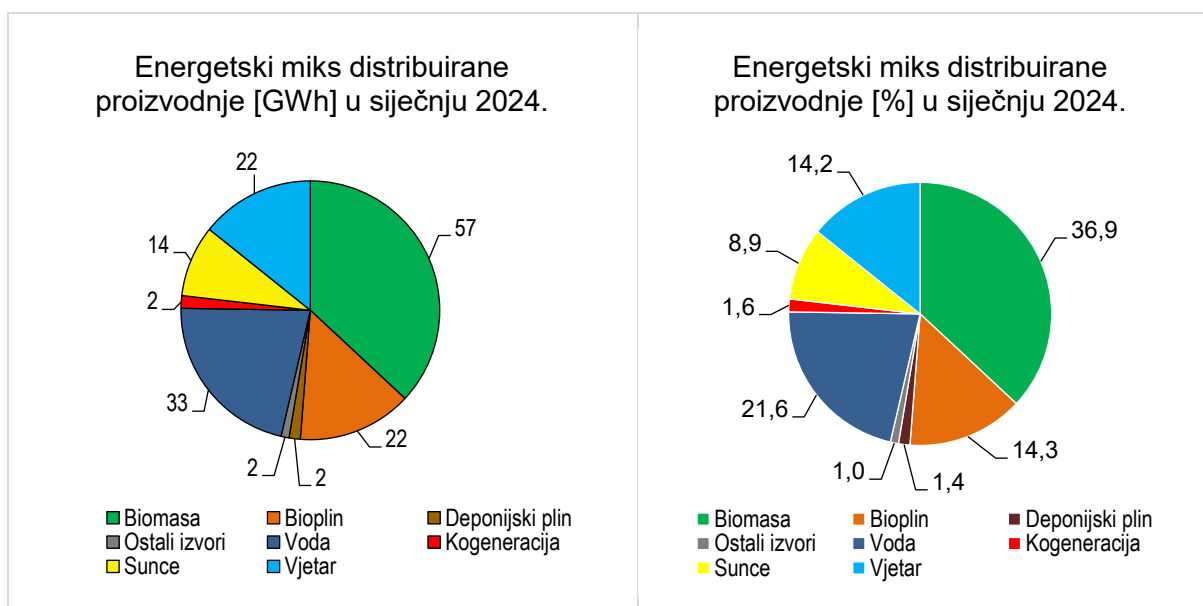
Fluktuiranje ukupne mjesečne proizvodnje tijekom godine prikazano je na Slici 6. Svaka vrsta obnovljivog izvora ima svoju dinamiku promjena u vremenu, a fluktuacije su karakteristične ne samo po sezonama, nego i po danima, pa i satima unutar dana.



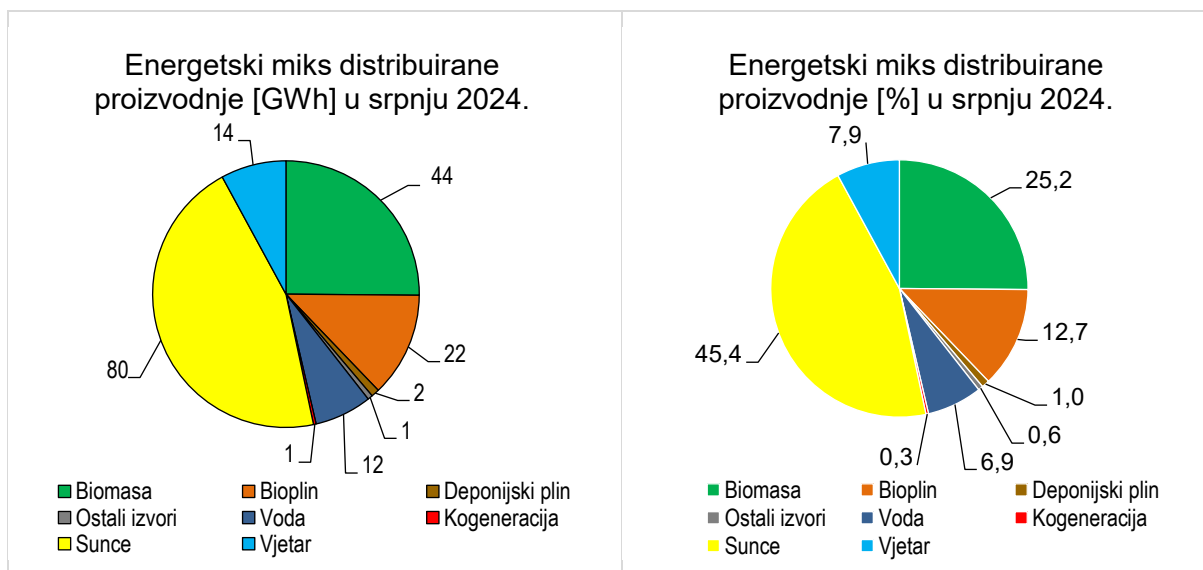
Slika 6: Ukupna mjesečno proizvedena energija i udjeli po vrsti primarnog izvora predana u distribucijsku mrežu u 2024. godini

Ovaj prikaz ukazuje na promjenu energetskega miksa proizvedene energije po mjesecima, primarno zbog fluktuiranja raspoloživosti primarnog energenta (sunce, hidrologija, vjetar). Unatoč tome mjesečno ukupno proizvedena energija predana distribucijskoj mreži zadržava se unutar relativno malog raspona od 145 GWh u veljači do 178 GWh u svibnju, dakle unutar 33 GWh, što iznosi 18,5% maksimuma mjesečne proizvodnje. Ovaj podatak treba promatrati s dužnim oprezom, uvažavajući činjenicu da postoje velike oscilacije u proizvodnji na dnevnoj razini unutar mjeseca, a posebice na satnoj razini unutar svakog dana, te se ova ujednačenost na mjesečnoj razini ne treba shvatiti kao postojanost proizvodnje u svakom satu tijekom promatranog mjeseca.

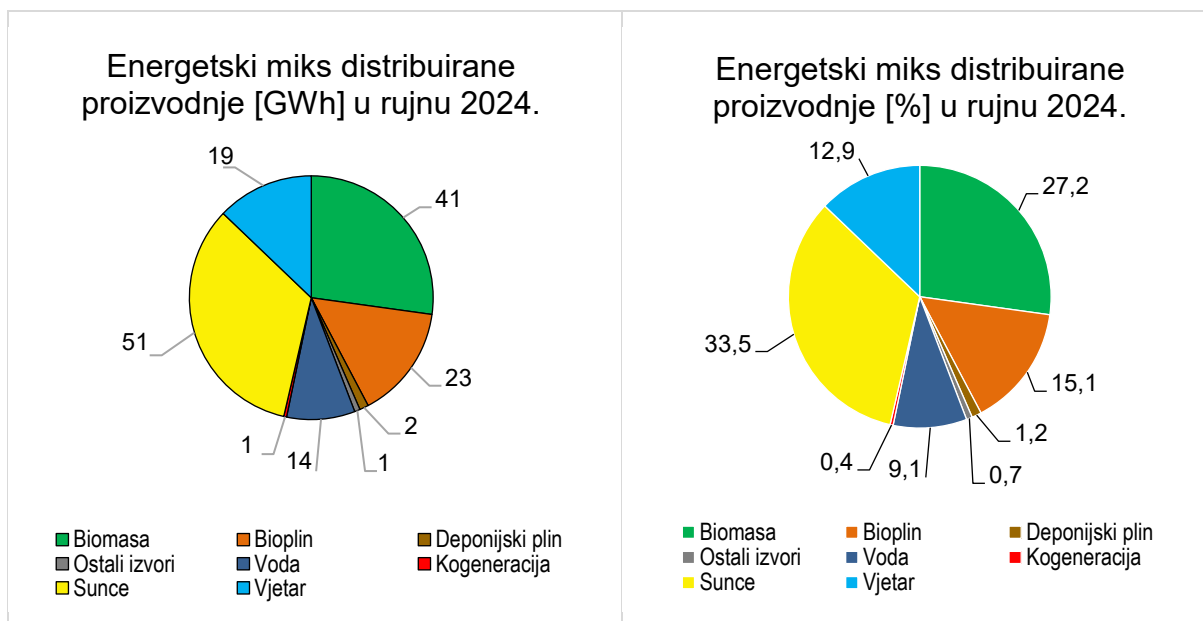
Ilustracija širokog raspona variranja miksa u mjesečnoj proizvodnji prikazana je na Slici 7a, Slici 7b i Slici 7c.



Slika 7a: Udjeli pojedinih obnovljivih izvora energije u ukupno proizvedenoj energiji u distribuiranim izvorima predanoj u distribucijsku mrežu u siječnju 2024.



Slika 7b: Udjeli pojedinih obnovljivih izvora energije u ukupno proizvedenoj energiji u distribuiranim izvorima predanoj u distribucijsku mrežu u srpnju 2024.



Slika 7c: Udjeli pojedinih obnovljivih izvora energije u ukupno proizvedenoj energiji u distribuiranim izvorima predanoj u distribucijsku mrežu u rujnu 2024.

Pri analizi ovih prikaza treba obratiti pozornost ne samo na mjesečni udio energije u GWh proizvedene iz pojedinog izvora, nego i na postotni iznos mjesečno proizvedene energije iz pojedinog izvora. Tako, npr. u srpnju stabilna biomasa doprinosi sa 44 GWh, i time sudjeluje sa samo 25,2% u energetskom miksu, dok u rujnu doprinosi s manje, samo 41 GWh, ali time doprinosi čak 27,2% u ukupnom energetskom miksu.

Unatoč dinamičnim promjenama u proizvodnji iz obnovljivih izvora energije i prilagodbi energetskog miksa, distribucijskim sustavom i dalje se uspješno upravlja u realnom vremenu, koristeći postojeće operativne alate i iskustvo stručnog kadra. Iako distribucijska mreža nije izvorno projektirana za ovako izražene fluktuacije u intenzitetu i smjeru tokova snaga, kontinuirano se poduzimaju mjere kako bi se osigurala stabilnost i pouzdanost sustava.

Razvoj i implementacija naprednih sustava upravljanja složen je proces koji zahtijeva dugoročno planiranje i postupnu prilagodbu infrastrukture. Istovremeno, regulativa potiče sve veću integraciju distribuiranih izvora energije, što otvara niz operativnih i tehničkih izazova koje je potrebno sustavno adresirati.

Održavanje visoke razine sigurnosti i pouzdanosti distribucijske mreže u uvjetima ubrzane energetske tranzicije zahtijeva koordinirani pristup svih dionika elektroenergetskog sektora. Kontinuirana suradnja i odgovorno upravljanje prilagodbama ključni su za uspješnu integraciju novih tehnologija i osiguranje dugoročne stabilnosti sustava.

2.3. Fleksibilnost korisnika distribucijske mreže i pružanje pomoćnih usluga sustavu

Aktualni Zakon o tržištu električnom energijom donesen 2021. godine stvorio je preduvjete za pružanje usluga sustavu od strane korisnika mreže (individualno ili agregirano), uključivo i korisnika distribucijske mreže. Korisnici distribucijske mreže su tijekom 2024. godine pružali usluge osiguravanja rezerve snage i energije uravnoteženja nužne za sigurnost elektroenergetskog sustava operatoru prijenosnog sustava.

Tijekom 2024. godine korisnici distribucijske mreže pružali su usluge operatoru prijenosnog sustava (HOPS) (Slike 8, 9 i 10). Dio korisnika mreže pružao je usluge putem agregatora, dok je jedan korisnik distribucijske mreže pružao svoje usluge individualno, bez agregatora. U 2024. godini usluge su pružala tri agregatora, za razliku od 2023., kada je usluge pružao samo jedan agregator i jedan korisnik mreže, što znači da se tijekom 2024. godine broj agregatora povećao za dva.

I tijekom 2022. godine korisnici distribucijske mreže pružali su usluge HOPSu (Slike 8a, 9a i 10a). Dio korisnika je pružao usluge 2022. godine putem agregatora (njih 17), dok su 3 korisnika distribucijske mreže pružala svoje usluge individualno, bez agregatora. U 2022. godini aktivan je bio jedan agregator. Može se uočiti trend povećanja interesa za pružanje usluga HOPS-u jer se povećava broj korisnika koji agregirano pružaju uslugu i broj agregatora. Agregirano pružanje usluge je u porastu, ali ne i broj individualnih pružatelja usluge (ne agregiranih)

Tijekom 2024. godine usluge su pružene 56 puta, pri čemu je aktivirano ukupno 867 MW, što je godišnji porast aktivirane snage za ekstremnih 263% uz značajan porast broja aktivacija za 133%, dok je u 2023. godini usluga pružena 24 puta, pri čemu je aktivirano ukupno 239 MW, što je godišnji porast aktivirane snage za 20,1% uz pad broja aktivacija na 55,8%, jer je tijekom 2022. godine usluga je pružena 43 puta, pri čemu je aktivirano ukupno 199 MW.

Zaključno, za razliku od 2023. godine u kojoj je porasla aktivirana snaga, ali je smanjen broj aktivacija, u 2024. godini porasla je i ukupna aktivirana snaga, ali i broj aktivacija.

Od aktiviranih 867 MW usluga HOPS-u od strane korisnika distribucijske mreže u 2024. godini u smjeru dizanja aktivirano je 310 MW, a u smjeru spuštanja 557 MW, dok je u 2023. godini od ukupnih 239 MW iznos od 144 MW bio u smjeru dizanja, a 95 u smjeru spuštanja. U 2022. godini aktivirano je 199 MW, sve u smjeru dizanja.



Slika 8a: Broj aktivacija pomoćnih usluga HOPS-u po mjesecima u 2022.



Slika 8b: Broj aktivacija pomoćnih usluga HOPS-u po mjesecima u 2023.



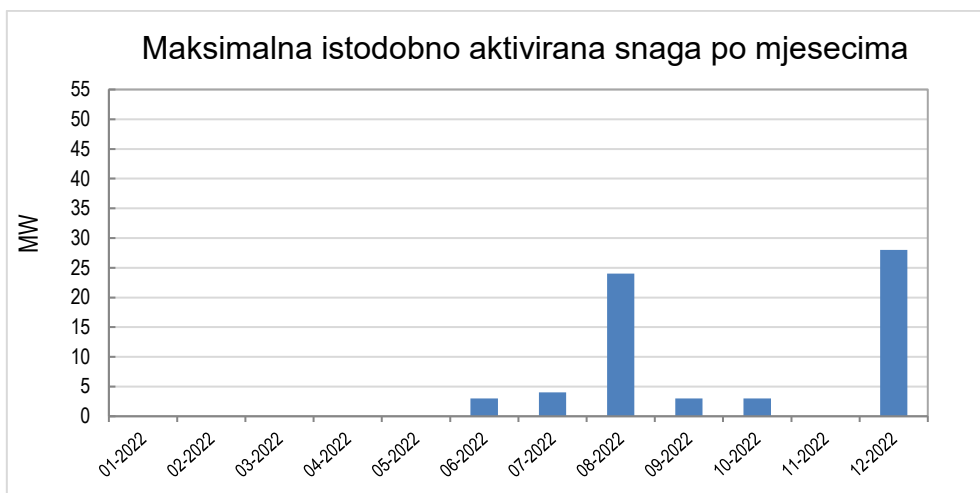
Slika 8c: Broj aktivacija pomoćnih usluga HOPS-u po mjesecima u 2024.

Po broju aktivacija u 2024. godini dominira prosinac, sa 11 aktivacija (Slika 8c). Najviše je snage aktivirano u prosincu, za kojeg mjesečni kumulativ iznosi 172 MW. Najviše aktivacija u 2023. bilo u srpnju, njih 5 (Slika 8b). Najviše je snage aktivirano u listopadu, za kojeg mjesečni kumulativ iznosi 48 MW, dok je u godini prije najviše aktivacija (18) bilo u srpnju (Slika 8a), a najviše snage je u 2022. aktivirano u kolovozu (74 MW).

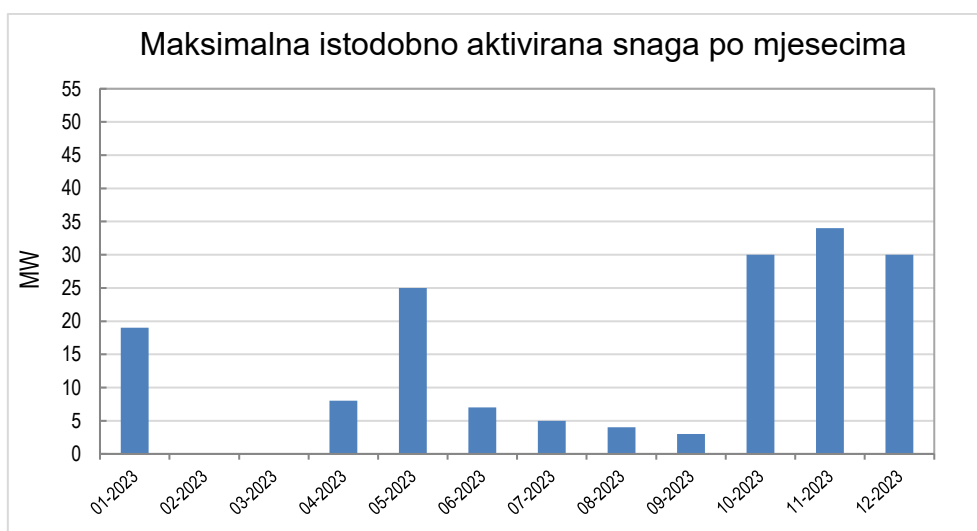
Slike 9a, 9b i 9c pokazuju da u kritičnim danima dolazi do velikih istodobnih potreba za uslugama. U godini 2022. maksimalna istodobno aktivirana usluga korisnika

distribucijske mreže radi pružanja pomoćnih usluga HOPS-u u iznosila je 28 MW i nastupila je u prosincu (Slika 9a), u 2023. godini iznosila je 34 MW i nastupila je u studenom, dok je 2024. godini iznosila 54 MW i nastupila je i u lipnju i u srpnju (Slika 9c). Dakle maksimum istodobno pružene usluge gotovo da se udvostružio (porastao je 93%) u samo dvije godine.

Od prve aktivacije iznosa 3 MW u lipnju 2022. godine do kraja 2024. godine ostvaren je najveći pojedinačni nalog za aktivaciju iznosa 49 MW, što je značajno povećanje od 1533% u samo godinu i pol. Ovaj odziv pružio je agregator. Kada bi odziv ovog reda veličine bio agregiran od korisnika distribucijske mreže koji su međusobno lokacijski blizu, mogao bi prouzročiti značajne fluktuacije struja i napona u lokalnoj distribucijskoj mreži.



Slika 9a: Maksimalna istodobno aktivirana usluga (snaga) korisnika distribucijske mreže radi pružanja pomoćnih usluga HOPS-u po mjesecima u 2022.



Slika 9b: Maksimalna istodobno aktivirana usluga (snaga) korisnika distribucijske mreže radi pružanja pomoćnih usluga HOPS-u po mjesecima u 2023.



Slika 9c: Maksimalna istodobno aktivirana usluga (snaga) korisnika distribucijske mreže radi pružanja pomoćnih usluga HOPS-u po mjesecima u 2024.

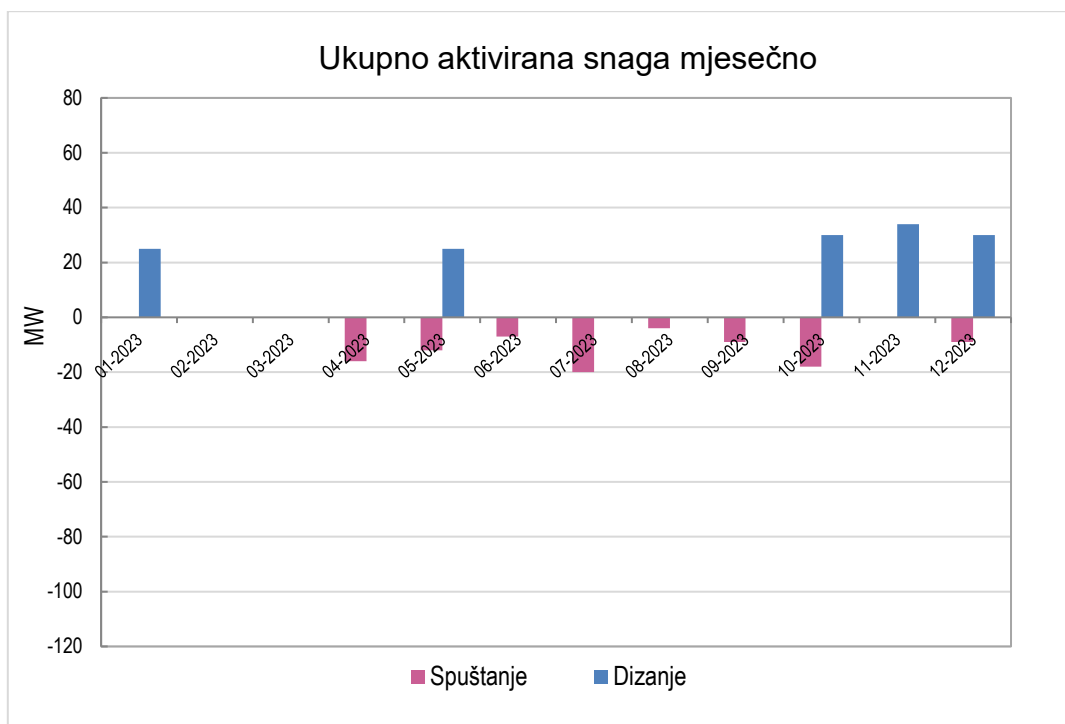
Praćenje i kontrola pružanja ovih usluga je sve veći izazov s kojim se suočava operator distribucijskog sustava.

Dok su u 2022. godini sve aktivacije usluga HOPS-u bile u smjeru dizanja, u 2023. godini aktivacije u smjeru spuštanja su dominirale i brojem aktivacija i brojem mjeseci u kojima su se pojavile: 7 aktivacija dizanja raspoređenih u 5 mjeseci tijekom 2022. godine nasuprot 17 aktivacija spuštanja tijekom 8 mjeseci tijekom 2023. godine (Slike 10a i 10b). Međutim, usluge dizanja u 2023. još uvijek su dominirale iznosom, i pojedinačno (30 MW) i kumulativno dnevno (34 MW) i mjesečno (30 MW), naspram spuštanja pojedinačno (9 MW) i kumulativno dnevno (9 MW) i mjesečno (20 MW).

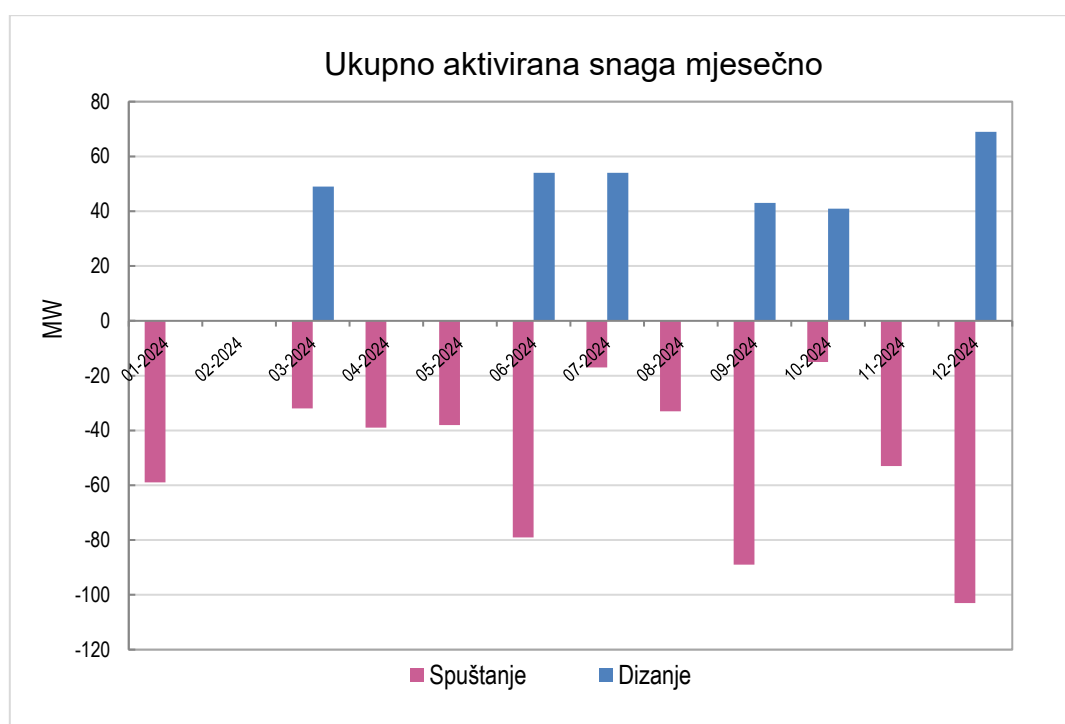
Međutim, u 2024. godini aktivacije usluga HOPS-u bile su po broju dominantno u smjeru spuštanja, iako u pojedinačnoj aktivaciji i dalje dominira dizanje (49 MW), dok kumulativno mjesečno dominira spuštanje iznosom 103 MW (Slika 10c).



Slika 10a: Ukupno aktivirana snaga mjesečno uvažavajući smjer u 2022.



Slika 10b: Ukupno aktivirana snaga mjesečno uvažavajući smjer u 2023.



Slika 10c: Ukupno aktivirana snaga mjesečno uvažavajući smjer u 2024.

2.4. Pokazatelji pouzdanosti napajanja u distribucijskoj mreži

Statistički pokazatelji pouzdanosti napajanja odnose se na određeno (promatrano) područje potrošnje električne energije s točno određenim brojem kupaca, promatrano kroz određeno vremensko razdoblje.

Neka se na promatranom području potrošnje električne energije ima N_{uk} kupaca i tijekom razmatranog vremenskog perioda dogodi K prekida. Svakim i -tim prekidom napajanja, koji traje T_i minuta a zahvaćeno je N_i kupaca.

Za promatrano područje (Republika Hrvatska) se mogu izračunati pokazatelji pouzdanosti napajanja za razmatrani vremenski period jedne godine:

a) SAIFI (eng. System Average Interruption Frequency Index) - prosječni broj dugotrajnih prekida napajanja po korisniku mreže:

$$SAIFI = \frac{\sum_{i=1}^K N_i}{N_{uk}}, \frac{\text{prekida}}{\text{korisniku}} \quad (1)$$

b) SAIDI (eng. System Average Interruption Duration Index) - prosječno trajanje dugotrajnog prekida napajanja po korisniku distribucijske mreže:

$$SAIDI = \frac{\sum_{i=1}^K N_i \cdot T_i}{N_{uk}}, \frac{\text{min}}{\text{korisniku}} \quad [\text{min}] \quad (2)$$

c) CAIDI (eng. Customer Average Interruption Duration Index) - prosječno trajanje dugotrajnog prekida napajanja po korisniku distribucijske mreže pogođenom prekidom napajanja:

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI}, \frac{\text{min}}{\text{prekidu}} \quad [\text{min}] \quad (3)$$

U tablicama 5. i 6. te na slikama 11. i 12. prikazan je trend promjene pokazatelja sigurnosti napajanja SAIDI i SAIFI u posljednjih trinaest godina.

Aktivnosti redovnog i preventivnog održavanja se u cilju smanjenja trajanja prekida provode uz bolju koordinaciju terenskih ekipa, te uz primjenu naprednijih tehnika rada radi smanjenja trajanja prekida. Učestalije su i aktivnosti vezane uz nove investicije te uz priključenja povijesno velikog broja elektrana koja iziskuju i dodatne prekide napajanja zbog provedbe ispitivanja tijekom pokusnog rada. Unatoč tome, zahvaljujući nastojanjima za postizanjem što veće raspoloživosti mreže, smanjen je i broj (SAIFI) i trajanje (SAIDI) planiranih prekida napajanja u odnosu na prošlu godinu, što je zadovoljavajuće jer pokazuje na učinkovitije obavljanje planiranih radova.

Brojna olujna nevremena koja su poharala Hrvatsku tijekom 2024. godine utjecala su na visoke iznose parametara SAIDI i SAIFI za neplanirane prekide. Neplanirani prekidi napajanja koji su posljedica kvarova na opremi te građevinskih radova trećih osoba su imali značaj kod pokazatelja neplaniranih prekida napajanja, posebice učestali radovi na drugim infrastrukturnim objektima potaknutim sredstvima iz Nacionalnog plana oporavka i otpornosti.

Tablica 5. Pokazatelj SAIDI u distribucijskoj mreži

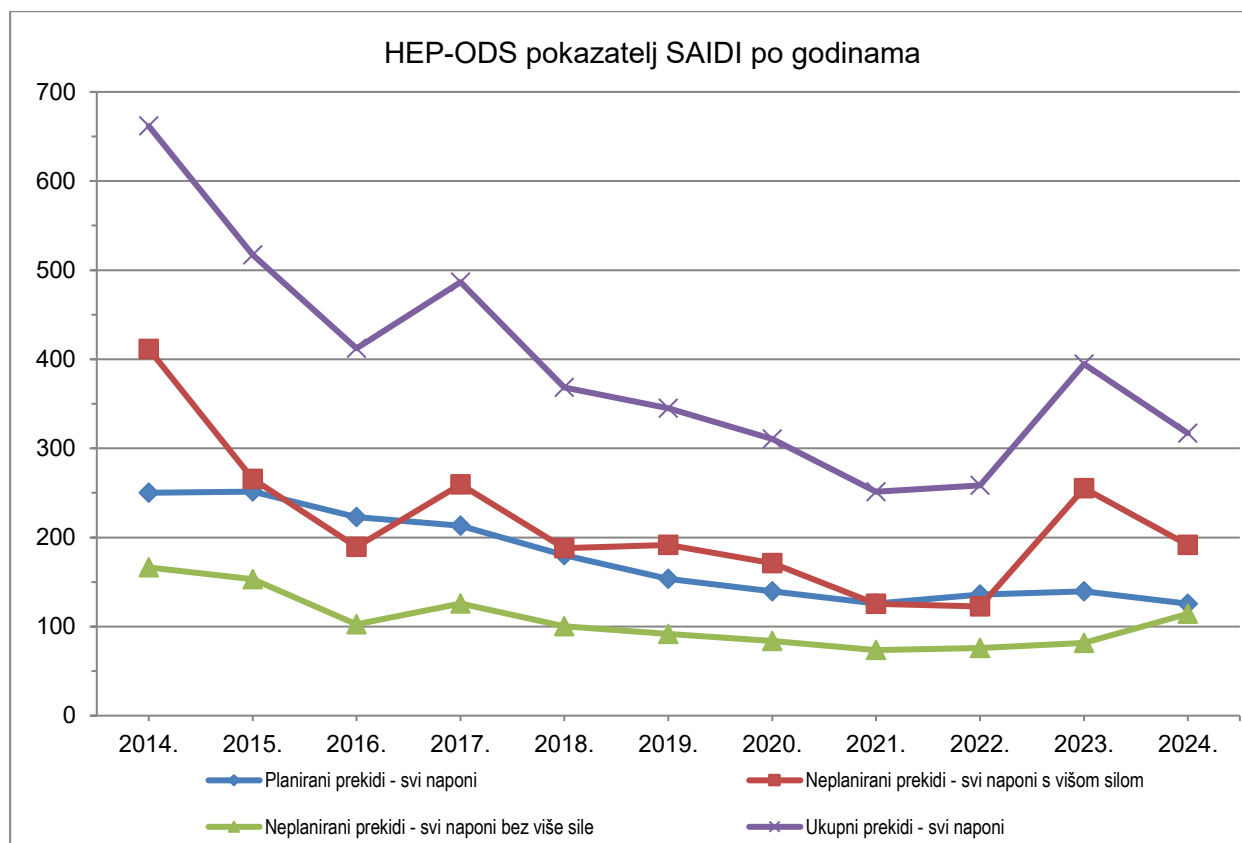
Godina	SAIDI (min)			
	Planirani prekidi	Neplanirani prekidi (bez više sile)	Neplanirani prekidi (s višom silom)	Ukupni prekidi
2011.	308,50	151,95	250,59	559,09
2012.	295,45	196,84	372,49	667,94
2013.	253,49	176,12	306,03	559,52
2014.	250,15	166,34	411,57	661,72
2015.	251,43	152,99	264,89	516,98
2016.	222,85	102,40	189,39	412,24
2017.	213,12	125,71	259,46	486,58
2018.	180,06	100,46	188,17	368,23
2019.	153,36	91,87	191,53	344,89
2020.	139,48	83,68	171,09	310,49
2021.	125,99	73,60	125,32	251,31
2022.	135,76	75,95	122,54	258,30
2023.	139,67	81,49	255,04	394,71
2024.	125,64	114,31	191,44	317,08

Vremenske prilike u 2024. nisu bile na razini ekstremne 2023. godine, kada su snažna olujna nevremena sredinom srpnja poharala veliki dio Hrvatske, obuhvativši područje od Zagreba sve do krajnjeg istoka Slavonije i dovela do dugoročne neraspoloživosti dijelova mreže.

Međutim, 2024. godina je obilovala značajnim brojem oluja praćenih iznimno snažnim vjetrovima koje su zahvaćale velika područja, posebice kontinentalne Hrvatske. Za istaknuti je ne samo teritorijalna, nego i vremenska rasprostranjenost ovih oluja, koje su se u 2024. godini sasvim neuobičajeno pojavljivale tijekom čitave kalendarske godine.

Stoga su parametri SAIDI i SAIFI bolji nego 2023. godine, ali lošiji nego u godinama prije 2023. Može se zamijetiti da su na snazi klimatske promjene koje utječu na promjene vremenskih prilika, koje postaju sve ekstremnije i u iznosu i u učestalosti i u trajanju, na način da sve više ugrožavaju pouzdanost i raspoloživost distribucijske mreže.

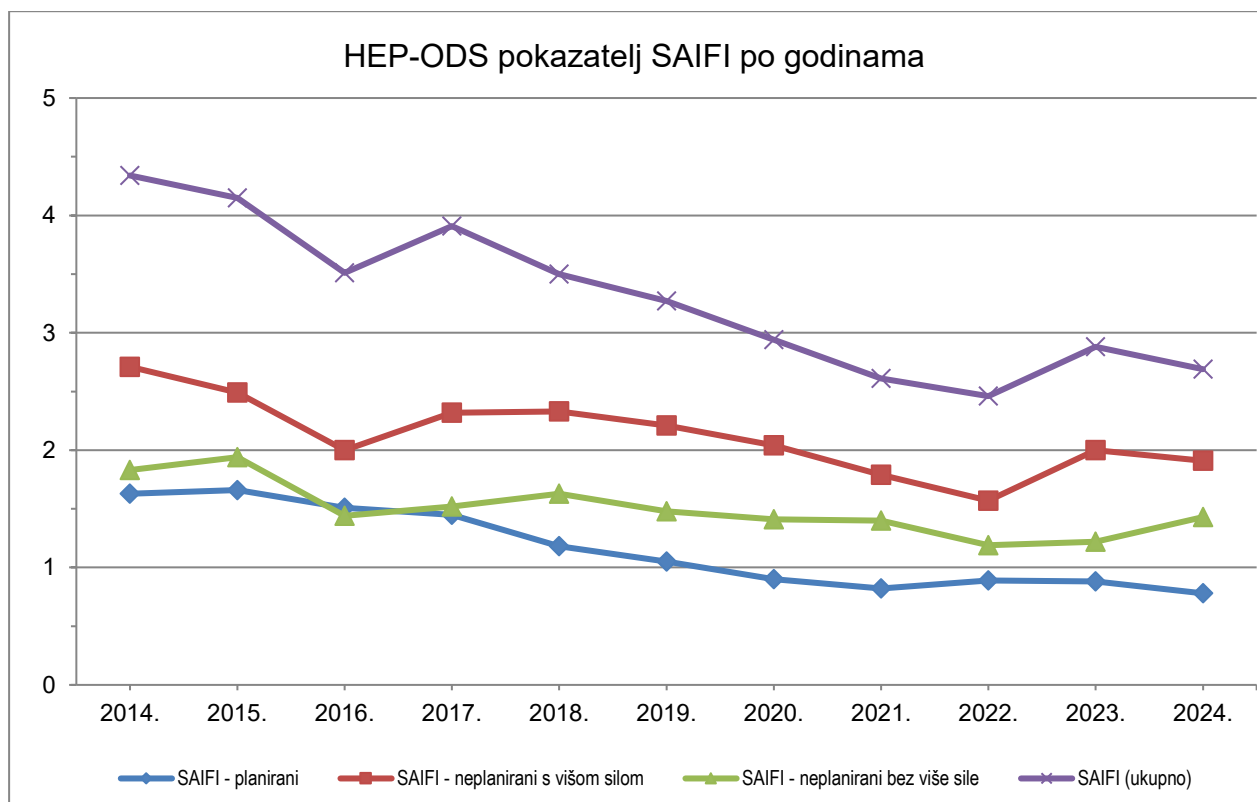
To je još jedan u nizu izazova s kojima se suočava HEP ODS, pogotovo na razini vođenja sustava u realnom vremenu.



Slika 11. Pokazatelj SAIDI (min) u distribucijskoj mreži po godinama

Tablica 6. Pokazatelj SAIFI u distribucijskoj mreži

Godina	SAIFI			
	Planirani prekidi	Neplanirani prekidi (bez više sile)	Neplanirani prekidi (s višom silom)	Ukupno prekidi
2010.	2,12	2,27	2,96	5,08
2011.	2,14	2,06	2,70	4,84
2012.	2,00	2,36	3,12	5,12
2013.	1,63	1,95	2,70	4,33
2014.	1,63	1,83	2,71	4,34
2015.	1,66	1,94	2,49	4,15
2016.	1,51	1,44	2,00	3,51
2017.	1,45	1,52	2,32	3,91
2018.	1,18	1,63	2,33	3,50
2019.	1,05	1,48	2,21	3,27
2020.	0,90	1,41	2,04	2,94
2021.	0,82	1,40	1,79	2,61
2022.	0,89	1,19	1,57	2,46
2023.	0,88	1,22	2,00	2,88
2024.	0,78	1,43	1,91	2,69



Slika 12. Pokazatelj SAIFI u distribucijskoj mreži po godinama

HEP ODS kontinuiranim ulaganjem u elektroenergetska postrojenja i mrežu te sustave automatizacije elemenata mreže poduzima korake u cilju poboljšanja pokazatelja pouzdanosti napajanja električnom energijom i u slučaju neplaniranih prekida s višom silom.

U cilju povećanja pouzdanosti napajanja smanjivanjem prekida napajanja (i broja i trajanja prekida) kontinuirano se unaprjeđuje organizacija i koordinacija radova u mreži te dograđuje programska podrška za praćenje pouzdanosti napajanja (DISPO aplikacija).

2.5. Podaci o većim prekidima isporuke električne energije

Pregled važnih pogonskih događaja prikazan je po kvartalima i distribucijskim područjima.

Indikativan je iznimno velik broj olujnih, često i razornih, nevremena s jakim vjetrom, koja su obuhvaćala velika područja i prouzročila brojne ispade u mreži u svim godišnjim dobima.

I KVARTAL

Krajem siječnja, točnije, 19. i 20. siječnja, područja Elektre Zabok i Elektre Karlovac pogođena su prekidom napajanja koji je bio izazvan obilnim snijegom, da bi mjesec dana kasnije olujni vjetar prouzročio brojne ispade u mreži Elektre Karlovac, a mjesec kasnije oluja s vjetrom je dovela do ispada u mreži Elektre Karlovac i Elektre Sisak.

Krajem ožujka olujni vjetar koji je trajao danima prouzročio je brojne ispade diljem distribucijske mreže: u Elektrolici Gospić, Elektri Karlovac, Elektri Zagreb, Elektri Križ, Elektri Sisak, Elektri Slavonski Brod i Elektri Šibenik.,

II KVARTAL

Snježno nevrijeme 16. i 17. travnja dovelo je do brojnih ispada u mreži Elektri Karlovac, Sisak, Križ i Zabok

Krajem travnja grmljavinsko nevrijeme prouzročilo je brojne ispade u mreži Elektrodalmacije.

Dana 21. 06. 2024. godine u 12:24h došlo je do raspada elektroenergetskih sustava Albanije, Crne Gore, Bosne i Hercegovine i dijela Hrvatske. Raspad je počeo u 12:20h u elektroprijenosnoj mreži Albanije, ispadom interkonekcijskog dalekovoda 400 kV Zemlak (Albanija) – Kardia (Grčka). Ovaj kvar u prijenosnoj mreži izvan elektroenergetskog sustava Republike Hrvatske imao je za posljedicu nestanak napajanja u dijelu distribucijskog sustava, kojeg je osjetilo gotovo 200.000 (točnije 197.572) korisnika mreže. Ponovno napajanje je uspostavljano postupno, prateći povratak napona u prijenosnoj mreži, te je posljedično izostanak napajanja pojedinim korisnicima mreže trajao od 16 minuta do 231 minutu.

III KVARTAL

Srpanj je obilovao snažnim olujama, često praćenim tučom i olujnim vjetrom. Dana 1. srpnja vjetar i oluja poharali su područje od Zaboka do Vinkovaca i prouzročili ispade u Elektri Zabok, Elektri Zagreb, Elektri Sisak, Elektroslavoniji Osijek i Elektri Vinkovci, da bi sutradan nove oluje prouzročile ispade u Elektri Zagreb, Elektri Slavonski Brod i Elektri Šibenik. Dana 13. 07. oluja je poharala Elektre Čakovec i Koprivnicu, a dan poslije Elektru Požega, Elektroslavoniju Osijek i Elektru Vinkovci.

Dana 30. i 31. srpnja isključeni su zbog požara na zahtjeve županijskih operativnih vatrogasnih centara dijelovi distribucijske mreže u Elektri Zadar, Elektri Šibenik i u Elektrodalmaciji Split, čime je pogođeno 6296 korisnika mreže. Trajanje isključenja je variralo od 803 do 1667 minuta.

Druga polovina kolovoza, kao i početak rujna, obilježeni su brojnim olujnim nevremenima, koja su rezultirala brojnim ispadima diljem Hrvatske.

Dana 5. i 6. rujna došlo je do čak pet velikih ispada dijelova mreže zbog atmosferskih prenapona. Ispadi su zahvatili Istru i Dalmaciju.

IV KVARTAL

Dana 21. 10. u Elektri Karlovac testiran je otočni pogon HE Ozalj što je popraćeno brojnim sklopnim operacijama u mreži, te je dovelo do sukcesivnih isključenja 12 zona unutar trafopodručja TS 35/20/10 kV Ozalj i TS 35/10 kV HE Ozalj 2, što je osjetilo 18.106 korisnika mreže. Najkraće isključenje trajalo je 14 minuta, a najdulje 493 minute.

Dana 22. studenog olujno nevrijeme sa snažnim vjetrom, a ponegdje i snijegom, poharalo je Hrvatsku prouzročivši brojne ispade u mreži Elektri Čakovec, Varaždin, Karlovac, Vinkovci, Elektroslavonije Osijek, Elektrolike Gospić i Elektre Zadar, čime je zahvaćeno 21.751 korisnik mreže.

U prosincu je početkom mjeseca, došlo do brojnih ispada u Elektrolici Gospić zbog pucanja vodova zbog pada drveća pod teretom snijega i leda.

Dana 20. prosinca oluja praćena vjetrom prouzročila je brojne ispade u Dalmaciji, a 23. prosinca gotovo cijela Hrvatska zahvaćena je nevremenom (u kopnenim krajevima sa snijegom) koje je prouzročilo brojne, često i dugotrajne ispade.

2.6. Mjere za sigurnost opskrbe

2.6.1. Redovite mjere

Mrežnim pravilima distribucijskog sustava definirane su vrste pogona i propisana postupanja kod određenog stanja pogona mreže: normalni pogon, poremećeni pogon ili izvanredni pogon.

Sukladno zakonskim obvezama HEP ODS je u koordinaciji s HOPS-om razradio plan provedbe Plana obrane od velikih poremećaja koji mogu narušiti stabilan i siguran pogon elektroenergetskog sustava. Ovim planom obrane propisane su mjere za sprečavanje širenja poremećaja u sustavu. Plan obrane također sadrži procedure vezane uz sustave zaštite od kvarova u elektroenergetskom sustavu, plan podfrekvencijskog rasterećenja i plan hitnog rasterećenja.

U skladu s ovim planom obrane, HEP ODS izrađuje svake godine planove za svako distribucijsko područje:

- Plan hitnog rasterećenja - po zahtjevu HOPS-a, prema ograničenju snage i energije po stupnjevima u postocima (10 stupnjeva)
- Plan podfrekvencijskog rasterećenja - po zahtjevu operatora prijenosnog sustava, prema zadanim parametrima (6 stupnjeva).

Zbog sve veće integracije distribuiranih izvora u distribucijsku mrežu raste broj SN izvoda, čak i trafopodručja, koji stalno ili povremeno imaju uzlazni smjer snage i stoga nisu kandidati za sudjelovanje u planovima hitnog odnosno podfrekvencijskog rasterećenja (njihovo isključenje bilo bi kontraproduktivno). HEP ODS još uvijek uspijeva ispuniti planirane razine rasterećenja isključivanjem dominantno potrošačkih strujnih krugova (sa silaznim tokom snage), ali se predviđa da će u budućnosti biti potrebna promjena pristupa koja može varirati od naprednog upravljanja rasterećenjem do automatskih aktivacija usluga korisnika mreže. Budući da se radi o strateškom zaokretu u pristupu rasterećenju, očekuju se preporuke s razine EU.

2.6.2. Mehanizam praćenja ključnih pokazatelja uspješnosti

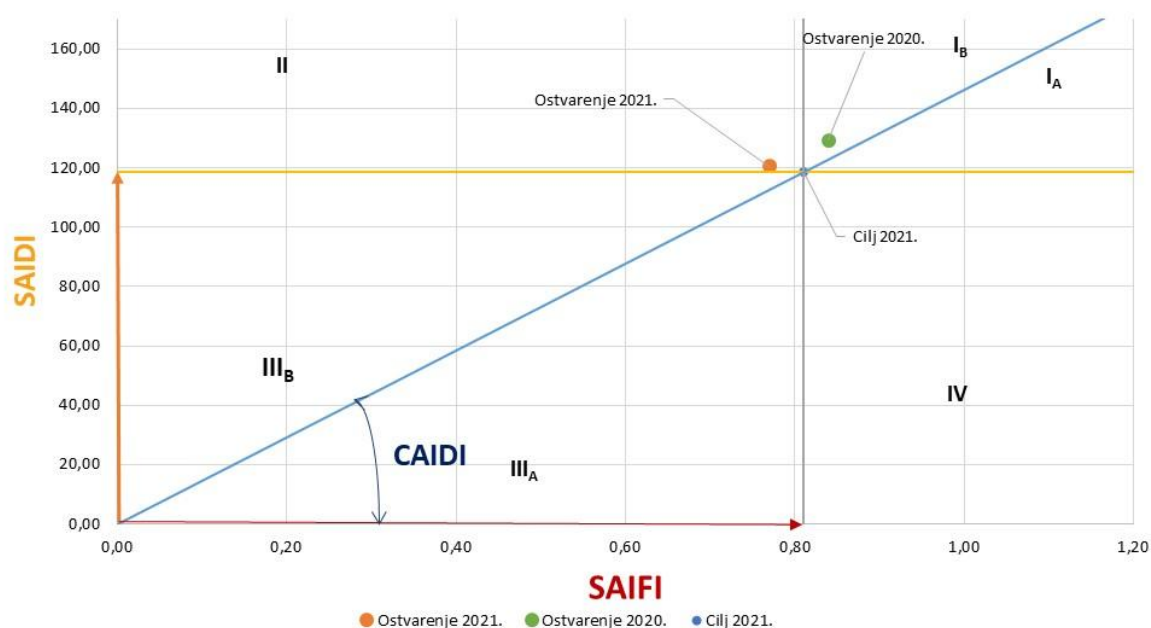
U cilju praćenja svoje uspješnosti u povećavanju pouzdanosti napajanja u distribucijskom sustavu HEP ODS je razvio mehanizam praćenja ključnih pokazatelja uspješnosti (KPI eng. Key Performance Indicator). Za ključne pokazatelje uspješnosti poslovanja HEP ODS-a u povećanju sigurnosti opskrbe odabrani su pokazatelji

pouzdanosti napajanja: SAIDI, SAIFI i CAIDI za planirani i neplanirani tip prekida napajanja unutarnjeg uzroka.

Pokazatelji su međusobno ovisni i mogu se prikazati prema metodologiji „trokuta pouzdanosti“. SAIDI, odnosno trajanje prekida, je funkcija frekvencije SAIFI (broja prekida) i uspješnosti u povratku napajanja CAIDI (prosječno trajanje prekida).

Određena je bazna godina (2019.). Planirano smanjenje promatra se razdoblje od pet godina: od 2020. do 2024. u odnosu na 2019. S obzirom na to da je SAIDI funkcija SAIFI-a i CAIDI-a, planirano smanjenje postavljeno je za ta dva parametra, a smanjenje za SAIDI je računsko. Postavljeni su ciljevi: planirano smanjenje CAIDI i SAIFI u razdoblju od 5 godina. Razvijen je mehanizam postavljanja i redovite godišnje revalorizacije ciljanih vrijednosti pokazatelja.

Grafičkim prikazom korelacije u koordinatnom sustavu svih pokazatelja pouzdanosti napajanja: SAIFI, SAIDI i CAIDI dobiva se prikaz stanja iz kojeg se jasnije može zaključiti što je potrebno učiniti kako bi se ukupna pouzdanost napajanja poboljšala odnosno približila ciljanim vrijednostima (Slika 13).



Slika 13: Grafički prikaz principa korelacije pokazatelja pouzdanosti

Grafičkim prikazom pokazatelja pouzdanosti napajanja opisane su zone pouzdanosti napajanja (I - IV). Svaka zona ima svoje karakteristike i rang (Slike 14).

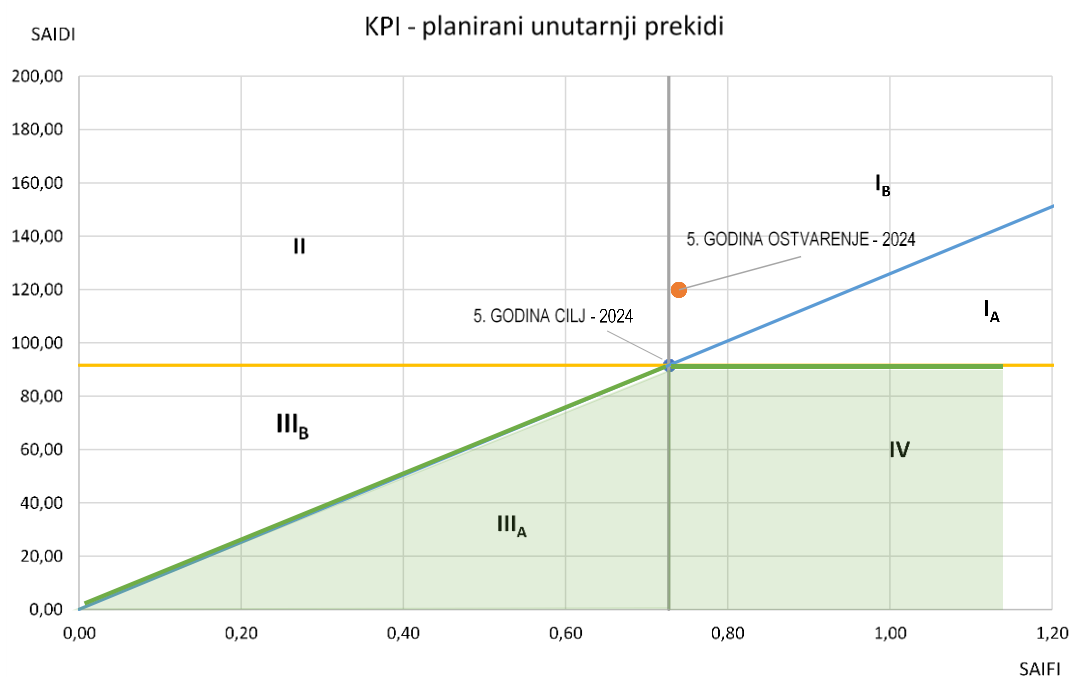
U zoni III_A nalazi se distribucijsko područje koje je ostvarilo jednake ili bolje vrijednosti sva tri pokazatelja. U zoni IV nalazi se distribucijsko područje koje je ostvarilo ciljane vrijednosti za pokazatelje SAIDI i CAIDI, dok za SAIFI nije, odnosno ono je uz povećan broj prekida napajanja bilo bolje organizirano i efikasnije u radu.

Zone III_A i IV na grafu predstavljaju pozitivno ocjenjene zone. Sukladno tome, pozitivno ocjenjena distribucijska područja su ona koji ostvare ciljane vrijednosti za pokazatelje SAIDI i CAIDI kako je prikazano u Tablici 7.

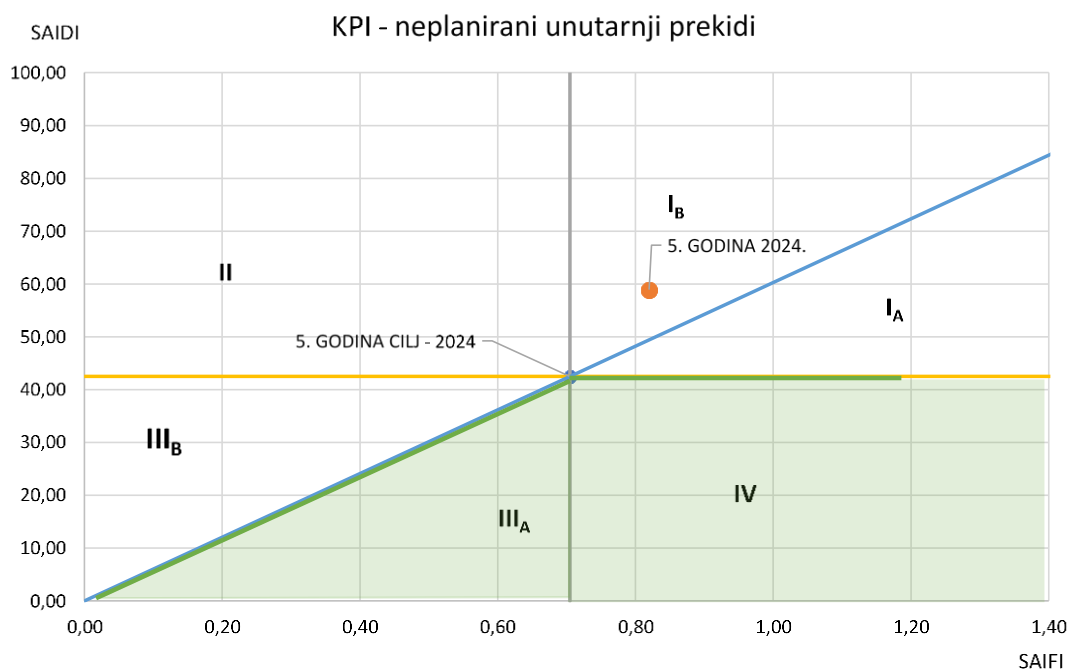
Tablica 7: Pokazatelji pouzdanosti po zonama

Pokazatelj	Pokazatelji pouzdanosti prema zonama					
	I _A	I _B	II	III _A	III _B	IV
SAIFI	-	-	+	+	+	-
SAIDI	-	-	-	+	+	+
CAIDI	+	-	-	+	-	+
Ocjena	-	-	-	+	-	+

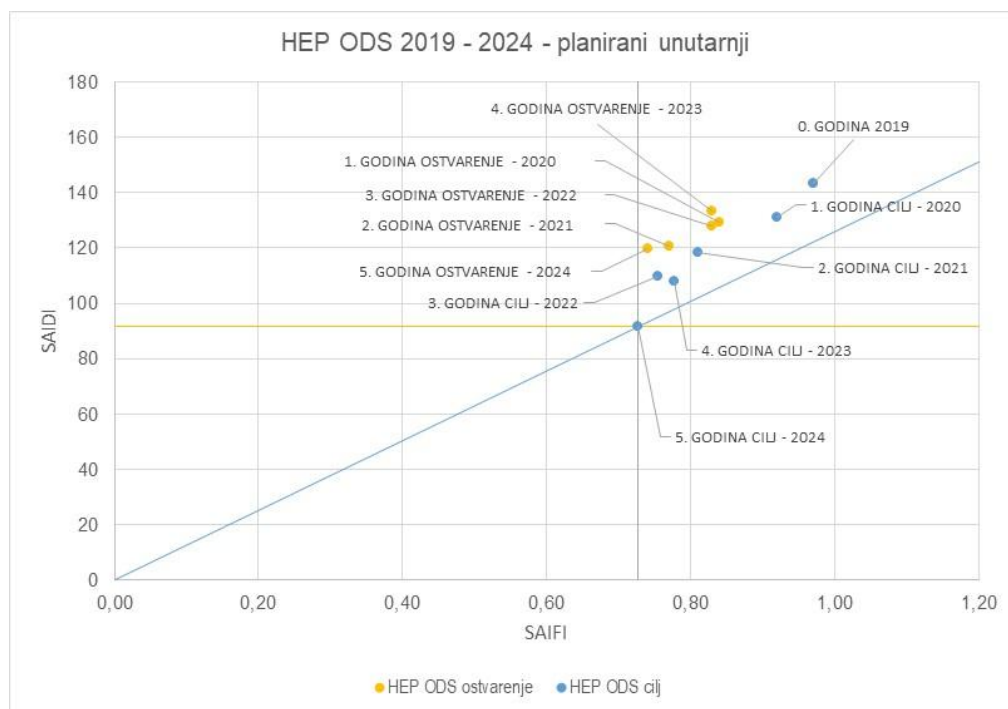
Cilj se svake godine računa prema ranijem ostvarenju na način da kroz preostali broj godina dosegne postavljeni cilj 2024. i svake se godine korigira prema zadnjem ostvarenju (Slike 14 - 16).



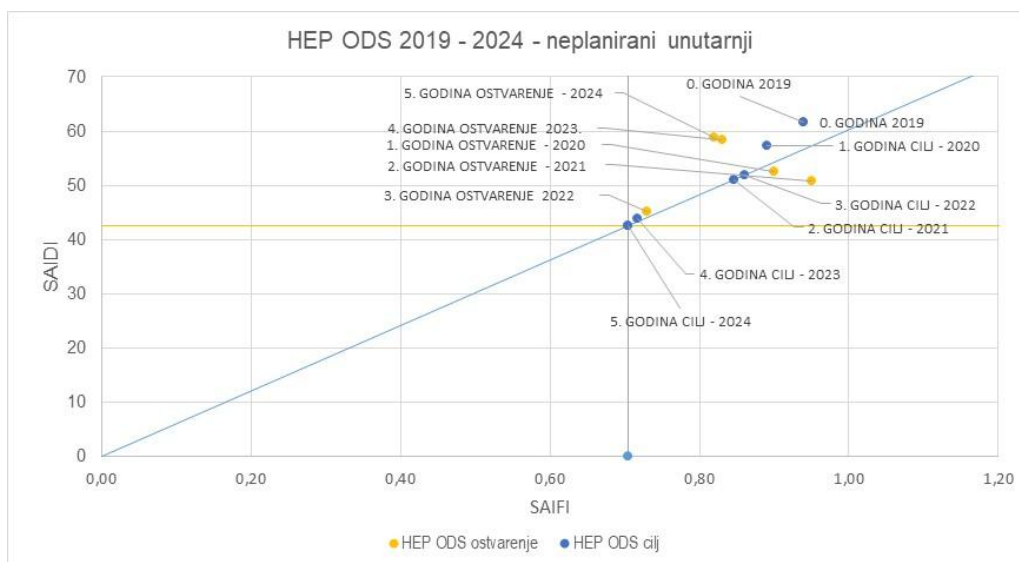
Slika 14a: Ocjena kretanja pokazatelja - planirani unutarnji prekidi



Slika 14b: Ocjena kretanja pokazatelja - neplanirani unutarnji prekidi



Slika 15: Kretanje pokazatelja – planirani unutarnji uzrok



Slika 16: Kretanje pokazatelja – neplanirani unutarnji uzrok

Nakon izrade izvješća o kretanju pokazatelja u pojedinoj godini, u cilju povećanja uspješnosti poslovanja, tj. povećanja pouzdanosti napajanja odnosno sigurnosti opskrbe temeljito se analiziraju slijedeći aspekti: je li ostvaren zadani cilj, pojašnjenje (obrazloženje) ostvarenih vrijednosti, konkretni primjeri i problemi, mjere u tijeku te prijedlozi za poboljšanje pokazatelja.

Opisano praćenje ključnih pokazatelja uspješnosti provodi se posljednjih pet godina i već pokazuje svoju djelotvornost jer jasno artikulira postavljene ciljeve i ukazuje na izazove na putu njihova ostvarenja, te stvara preduvjete za otklanjanje prepreka na putu ostvarenja zadanih ciljeva.

2.6.3. Kibernetička sigurnost

HEP ODS je identificirani operator ključne usluge za uslugu: distribucija električne energije, temeljem Zakona o kibernetičkoj sigurnosti operatora ključnih usluga i davatelja digitalnih usluga (NN 64/2018) (dalje u tekstu: ZKS). Procesni i telekomunikacijski sustavi koji pružaju podršku funkciji daljinskog vođenja distribucijskog sustava u svrhu pružanja ključne usluge distribucije električne energije, identificirani su kao ključni sustavi HEP ODS-a.

Sukladno zakonskoj obavezi i zahtjevima definiranim u Uredbi o kibernetičkoj sigurnosti operatora ključnih usluga i davatelja digitalnih usluga (NN 68/2018) (dalje u tekstu: uredba), HEP ODS kontinuirano radi na unaprjeđenju sustava upravljanja informacijskom sigurnošću (ISMS) s posebnim naglaskom na kibernetičku sigurnost te redovito provodi provjeru sukladnosti sa ZKS-om i Uredbom. Krajem 2024. godine ovlašteni vanjski auditor proveo je redoviti godišnji audit o sukladnosti „Operatora ključnih usluga s mjerama Zakona o kibernetičkoj sigurnosti“. U trećem kvartalu 2024.g. provedena je i interna revizija implementacije zakonske regulative o kibernetičkoj sigurnosti.

HEP ODS kontinuirano provodi mjere za postizanje visoke razine kibernetičke sigurnosti sukladno zakonskim obavezama. Paralelno HEP ODS ulaže sustavne napore na podizanju svijesti zaposlenika o značaju skrbi o kibernetičkoj sigurnosti kao i mogućem utjecaju kibernetičke sigurnosti na sigurnost opskrbe električnom energijom i sigurnost samog sustava vođenja distribucijske mreže.

Skrb o kibernetičkoj sigurnosti postala je sastavni dio uobičajenih poslovnih procesa, te se o njoj vodi briga od faze dizajna preko procesa nabave sve do faze implementacije i same produkcije. Na razini HEP ODS-a u 2024.g nije bilo kibernetičkih incidenata.

3. Osvrt na sigurnost opskrbe u budućem razdoblju

3.1. Redovite mjere

U okviru strateških ciljeva i poslovne politike HEP ODS će kao redovite mjere povećanja sigurnosti opskrbe u narednom periodu provoditi niz aktivnosti sa slijedećim ciljevima:

- digitalizacija u svim segmentima poslovanja, ulaganje u telekomunikacijsku infrastrukturu, nove tehnologije i opće povećanje razine kibernetičke sigurnosti procesno-komunikacijskog sustava,
- uvođenje platformskih rješenja za napredne funkcije vođenja u distribucijskom sustavu, kao jedan od preduvjeta za uspostavu tržišta električne energije na distribucijskoj razini (fleksibilnost i pomoćne usluge sustavu),
- nastavak automatizacije postrojenja po dubini SN mreže te povećanja stupnja osmotrivosti cjelokupne distribucijske mreže po svim naponskim nivoima,
- kontinuirana edukacija ključnih radnika nužnih za sigurnost pogona distribucijskog sustava,
- povećanje opće učinkovitosti poslovanja u dijelu ostvarenja plana održavanja i investicija,
- optimizacija funkcije upravljanja distribucijskom mrežom s ciljem ujednačavanja i povećanja stupnja učinkovitosti i sigurnosti te poboljšanja pouzdanosti napajanja električnom energijom,
- povećanje stupnja uvedenosti objekata u tehnički sustav vođenja i optimalno održavanje tehničkog sustava vođenja HEP ODS-a,
- optimizacija procesnih informacijsko-komunikacijskih sustava.

Za naredni period osigurana su ulaganja u modernizaciju centralnih SCADA sustava, daljnja proširenja i modernizaciju infrastrukture govornih i podatkovnih radijskih mreža za kritične situacije u procesima vođenja pogona distribucijske mreže, kao i ulaganja u modernizaciju sustava mrežnog tonfrekventnog upravljanja s ciljem očuvanja funkcije ovih sustava i potencijalne primjene istih u području distribucijske fleksibilnosti i tržišta pomoćnih usluga te nastavak automatizacije zračne i kabela mreže kao i modernizacije sustava daljinskog vođenja u trafostanicama.

U narednom periodu očekuje se šira primjena novih tehnologija na ekonomski optimalan način, od IoT (internet of things) tehnologija do daljnjeg povećanja stupnja osmotrivosti distribucijske mreže kroz prikupljanje informacija iz jednostavnih postrojenja koji nemaju kritičnu vremensku funkciju.

Daljnja istraživanja mogućnosti naprednog upravljanja sustavom tijekom 2025. godine fokusirat će se prema operativnoj implementaciji mehanizama automatske aktivacije usluga distribucijskom sustavu u skladu s Tehničkim uvjetima za pružanje usluga distribucijskom sustavu i pravilima koja reguliraju to područje, a koja su u fazi donošenja.

HEP ODS je uspostavio blisku suradnju s HOPS-om koju njeguje i nastaviti će sustavno razvijati u cilju koordiniranja aktivnosti oba operatora u području vođenja sustava kako bi stvorio preduvjete za očuvanje i porast sigurnosti opskrbe. Ova koordinacija poprima nove, znatno složenije dimenzije, kroz koordinaciju dva operatora oko pružanja usluga HOPS-u od strane korisnika distribucijske mreže.

HEP ODS će u budućem razdoblju nastaviti provoditi postupke i mjere za postizanje visoke zajedničke razine kibernetičke sigurnosti ovisno o rezultatima procjene rizika, a sukladno zakonskim odredbama kao i preporukama standarda vezanih za informacijsku sigurnost poput ISO 27001/27002 te ISA/IEC 62443.

3.2. Novi propisi – novi pristup

U planovima razvoja distribucijske mreže kriterij za postizanje nužne razine sigurnosti opskrbe temelji se na dva uvjeta koji moraju biti zadovoljeni uvijek i svugdje u mreži u normalnom pogonu:

- niti jedan element mreže ne smije biti preopterećen,
- svaki korisnik mreže mora imati dostupan mrežni napon unutar propisanih granica.

Po istim načelima bili su donedavno definirani i kriteriji sagledavanja mogućnosti priključenja, te posljedično i uvjeti priključenja. Međutim, aktualnim ZoTEE ukida se institut stvaranja nužnih uvjeta u mreži kao preduvjet priključenja te se uvodi opcija operativnog ograničenja korištenja (priključne) snage u slučaju nedostatnih mrežnih resursa. U skladu sa ZoTEE HEP ODS je u 2023. godini donio Pravila o priključenju na distribucijsku mrežu. Tijekom 2023. godine počela je i operativna provedba ograničenja korištenja priključne snage uvjetovane priključenjem koja se nastavila i u 2024. godini.

HEP ODS će se i u nastupajućem razdoblju posvetiti razvoju i razradi svih vrsta mehanizama provedbe operativnog ograničenja korištenja priključne snage, odnosno uvođenja fleksibilnog korištenja priključne snage kod korisnika kojima je to uvjetovano u postupku priključenja. Načelno, cilj je unificirati odziv, te stoga, tamo gdje je to tehnički primjenjivo, za operativno ograničenje korištenja priključne snage koristiti mehanizam reguliranog odziva korisnika mreže razvijen za pružanje usluga distribucijskom sustavu.

3.2.1. Izrada novih podzakonskih akata

HEP ODS-u je ZoTEE-om propisano donošenje Pravila o nefrekvencijskim pomoćnim uslugama za distribucijski sustav, Pravila o upravljanju zagušenjima u distribucijskom sustavu te pripadajućih tehničkih uvjeta.

HEP ODS je tijekom 2024. godine intenzivno radio na izradi ovih propisa kojima se treba omogućiti reguliranje sasvim novog poglavlja u razvoju odnosa operatora distribucijskog sustava i korisnika distribucijske mreže – uvođenje fleksibilnosti u aktivnosti i korištenja mreže i vođenja sustava. HEP ODS se oslanjao na spoznaje iz dvaju studija čiju izradu je HEP ODS okončao u 2023. godini s ciljem prikupljanja spoznaja i znanja nužnih za razvoj fleksibilnosti distribucijskog sustava i kroz korištenje potencijala fleksibilnosti korisnika mreže kroz pružanje usluga distribucijskom sustavu: studija „Stručna i znanstvena potpora uvođenju nefrekvencijskih pomoćnih usluga za distribucijski sustav u Republici Hrvatskoj“ i studija „Stručna i znanstvena potpora uvođenju upravljanja zagušenjima u distribucijskoj mreži u Republici Hrvatskoj“.

HEP ODS je u 2024. godini izradio prijedloge slijedećih akata: Pravila o nefrekvencijskim pomoćnim uslugama za distribucijski sustav, Pravila o upravljanju zagušenjima u distribucijskom sustavu i Tehnički uvjeti za pružanje usluga distribucijskom sustavu, kojima se regulira pružanje nefrekvencijskih pomoćnih usluga te usluga za upravljanje zagušenjima u distribucijskom sustavu.

HEP ODS je sredinom 2024. godine za oba pravila proveo savjetovanje sa zainteresiranom javnošću, te temeljem zaprimljenih primjedbi i sugestija izradio konačne prijedloge obaju pravila. Prijedlozi obaju pravila dostavljeni su u 2024. godini na suglasnost HERA-i.

HEP ODS je tijekom 2024. godine intenzivno radio na izradi novih Mrežnih pravila distribucijskog sustava koja će u području reguliranja vođenja distribucijskog sustava doživjeti značajno proširenje. To je odgovor na nove izazove koji se postavljaju pred HEP ODS, od uvođenja novih do širenja opsega postojećih poslovnih procesa u vođenju distribucijskog sustava s ciljem postizanja znatno veće fleksibilnosti distribucijskog sustava promjenom načina vođenja distribucijskog sustava. Tijekom izrade Mrežnih pravila distribucijskog sustava izmijenjen je prethodno predviđeni pristup propisivanja i donošenja Tehničkih uvjeta za pružanje usluga distribucijskom sustavu, te je ovaj akt dorađen i uvršten kao dodatak novim Mrežnim pravilima distribucijskog sustava, dok će se detaljnije specifikacije tehničkih uvjeta za pružanje usluga distribucijskom sustavu, nužne za operativnu primjenu ovih tehničkih uvjeta, nalaziti u dokumentu Operativna primjena i specifikacije tehničkih uvjeta za pružanje usluga distribucijskom sustavu.

3.3. Nove mjere – fleksibilnost u distribucijskom sustavu

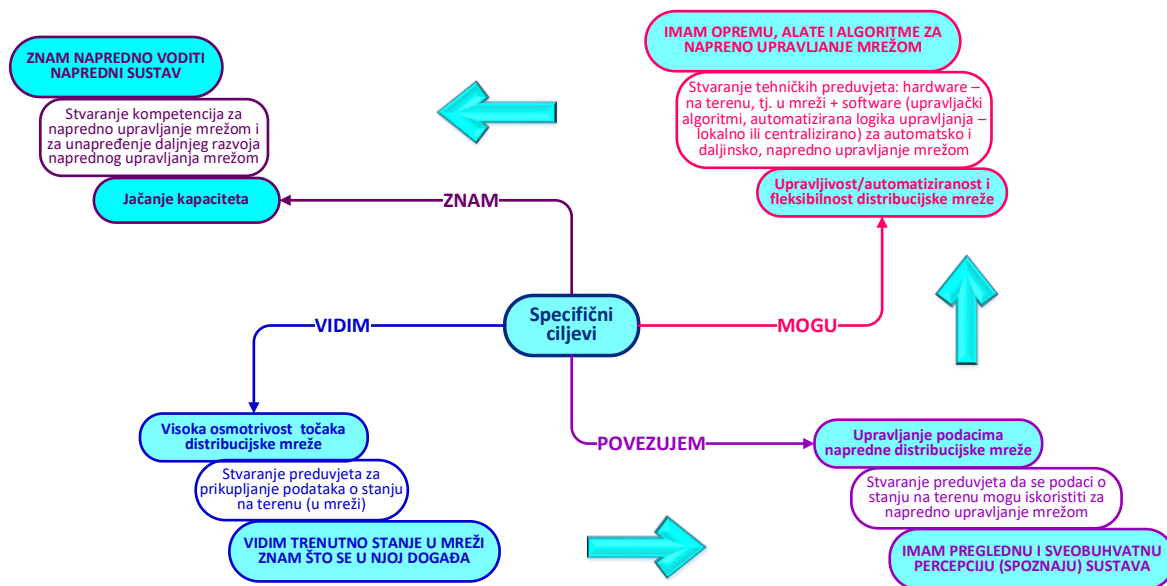
HEP ODS će tijekom 2025. godine donijeti Pravila o nefrekvencijskim pomoćnim uslugama za distribucijski sustav, Pravila o upravljanju zagušenjima u distribucijskom sustavu te pripadajuće tehničke uvjete za pružanje usluga distribucijskom sustavu nakon provedbe procedure propisane zakonom. Donošenjem ovih pravila stvorit će se pravni preduvjeti za primjenu fleksibilnosti u distribucijskom sustavu.

HEP ODS blisko surađuje s HOPS-om u cilju koordiniranja aktivnosti oba operatora s novim aktivnim/fleksibilnim korisnicima distribucijske mreže i drugim energetske subjektima uključenim u aktivnosti vezane uz fleksibilnost (npr. agregatori) kako korisnika, tako i elektroenergetskog sustava. Zbog kontinuiranog rasta broja korisnika distribucijske mreže koji pružaju usluge prijenosnom sustavu očekuje se daljnje intenziviranje suradnje oba operatora u operativnoj provedbi ovih aktivnosti.

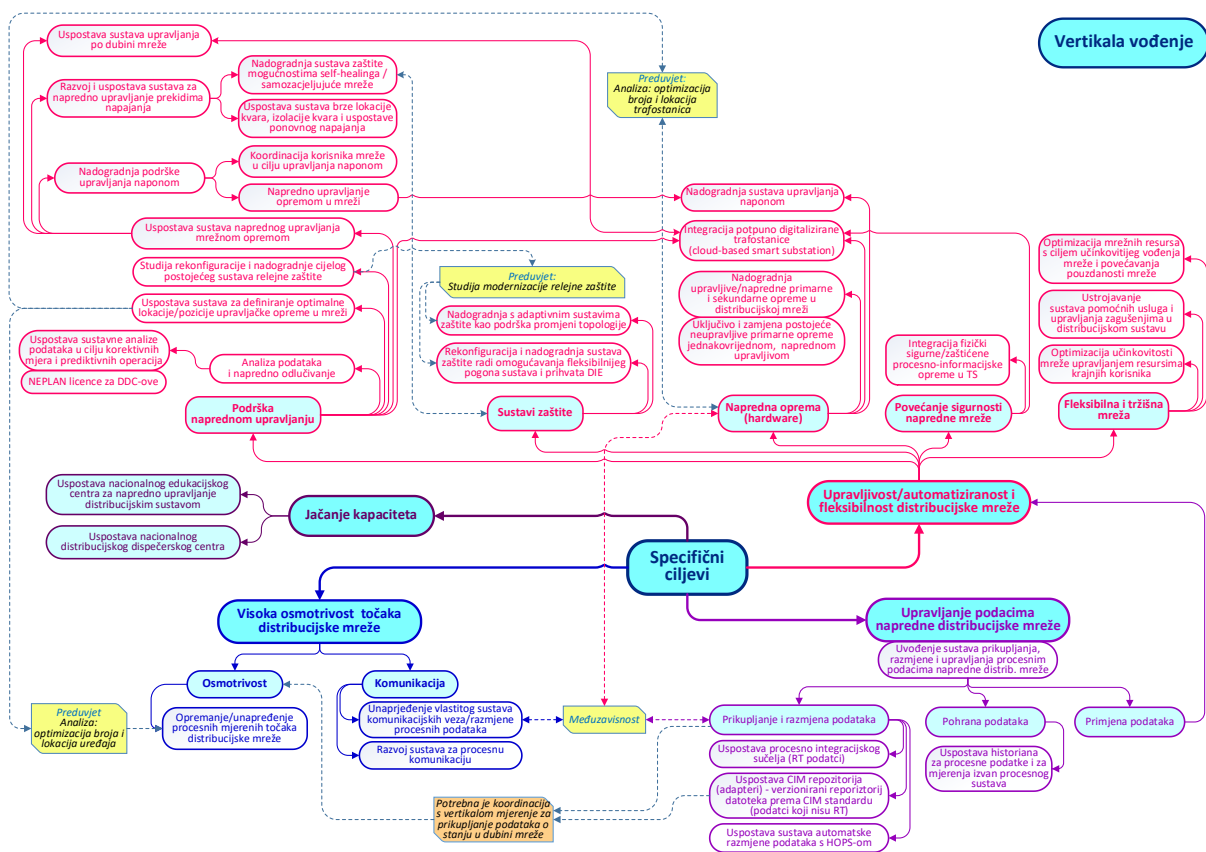
3.4. Put prema naprednom vođenju distribucijskog sustava - koncept strategije

HEP ODS, svjestan novih izazova koje pred vođenje distribucijskog sustava postavlja ZoTEE, pristupio je u 2021. godini izradi preliminarnog nacrtu strategije kreiranja napredno vođenog distribucijskog sustava.

Kreiranje napredno vođenog distribucijskog sustava je kontinuirani proces evolucije distribucijskog sustava iz tradicionalnog u napredni (smart) sustav tijekom kojeg će biti potrebno preispitivati planirane korake i prilagođavati ih trenutnim potrebama i mogućnostima ne samo distribucijskog sustava, nego i korisnika mreže i ostalih energetske subjekata koji su svojom djelatnošću vezani uz elektroenergetski sustav. Identificirani su specifični ciljevi (Slika 17) koji su dali načelni okvir za izradu preliminarnog koncepta strategije (Slika 18).



Slika 17: Specifični ciljevi evolucije sustava prema naprednom vođenju distribucijskog sustava



Slika 18: Koncept strategije evolucije sustava prema naprednom vođenju distribucijskog sustava

Cilj je identificirati projekte koje je nužno provesti da bi se ostvarili specifični ciljevi precizirani u preliminarnom konceptu strategije.

Potom je potrebno identificiranim projektima definirati prioritete i međuzavisnosti, te temeljem ovih spoznaja definirati dinamiku (ili barem redoslijed) realizacije identificiranih projekata.

Projekte treba razraditi do razine koja je nužna za dodjeljivanje sredstava (tuzemnih i/ili EU) za njihovo financiranje, kako bi projekti bili spremni za realizaciju čim im se dodijele potrebna sredstva.

Definirat će se i mehanizam revalorizacije zacrtane strategije, kako bi se mogla redovito i sustavno preispitivati i po potrebi korigirati radi usklađivanja s aktualnim i očekivanim okolnostima (zahtjevima i/ili potrebama distribucijskog sustava, korisnika mreže ili drugih subjekata poslovno vezanih uz rad elektroenergetskog sustava).

3.5. Aktivnosti u tijeku – korak na putu prema naprednom vođenju distribucijskog sustava

HEP ODS provodi kontinuirano aktivnosti u cilju postizanja strateških ciljeva prema naprednom vođenju distribucijskog sustava (Slike 17 i 18). Tijekom 2024. godine radi postizanja ovih ciljeva provedene su brojne aktivnosti. Većina aktivnosti adresira više identificiranih strateških ciljeva, a za potrebe ovog izvješća aktivnosti su razvrstane prema svom dominantnom cilju.

3.5.1. Aktivnosti na postizanju strateškog cilja: osmotrivost točaka distribucijske mreže

Kao nužan preduvjet daljinskog vođenja i osmotrivosti distribucijskog sustava provode se aktivnosti na proširenju i modernizaciji telekomunikacijskih sustava, kao i na prilagodbi te povećanju raspoloživosti mrežne infrastrukture.

Dovršavaju se aktivnosti na integraciji procesnih informacijsko-komunikacijskih sustava za nadzor i upravljanje mrežom 21 distribucijskog upravljačkog centra (DUC) u 4 distribucijska dispečerska centra (DDC) - Zagreb, Rijeka, Split i Osijek. Navedene aktivnosti stvaraju tehničke pretpostavke za ujednačavanje prakse i principa vođenja distribucijske mreže u čitavom distribucijskom sustavu.

Tijekom 2024. godine završena je druga faza projekta integracijom svih funkcija distribucijske mreže za naponski nivo 10(20) kV, osim prikaza SN mreža koje će se sukcesivno implementirati za pojedina distribucijska područja u narednom periodu. Osim navedenoga, tijekom 2024. godine započete su aktivnosti platformizacije u jedinstveni SCADA/ADMS sustav ODS-a koji osigurava napredne funkcije upravljanja distribucijskom mrežom u integriranom okruženju ostalih poslovno-tehničkih sustava ODS-a kao što su SAP, GIS, MDM i slični.

U završnoj fazi je izgradnja infrastrukture TETRA radijske mreže na području Elektroprimorja Rijeka i Elektrolike Gospić.

HEP ODS je tijekom 2024. godine uveo koncept povremenog slanja vremenski nekritičnih podataka za potrebe vođenja mreže iz TS SN/NN prema IoT računalnoj platformi posredstvom LoRAWAN radijske mreže, a ugrađena je i veća količina krajnjih uređaja. Računalna platforma preuzima tako ulogu centralnog mjesta za spremanje, vizualizaciju i analitičku obradu velike količine podataka iz osmotrivih točaka mreže, dok samo nužne informacije prosljeđuje prema SCADA sustavima, čime se iz temelja mijenja paradigma prikupljanja podataka u funkciji vođenja distribucijske mreže.

Tijekom 2024.godine kroz projekt Nacionalni plan oporavka i otpornosti započete su aktivnosti revitalizaciji MTU postrojenja na području Rijeke i Splita, te implementaciji CIM repozitorijja za energetske mreže. Nastavljene su redovite aktivnosti na povećanju stupnja kibernetičke sigurnosti procesnih informacijsko - komunikacijskih sustava u skladu s preporukama norme ISO 27002.

3.5.2. Aktivnosti na postizanju strateškog cilja: Upravljanje podacima napredne distribucijske mreže

HEP ODS je i u 2024. godini nastavio sustavno razvijati MJERinfo ekosustav u kojem samostalno, temeljem vlastitih stručnih resursa, razvija alate za napredne analize prikupljenih, ažuriranih i sistematiziranih podataka o stanju mreže u cilju razumijevanja izmjerenih stanja i ponašanja sustava, te stvaranja preduvjeta za predikciju budućih stanja i odziva sustava, nužnih za napredno upravljanje sustavom, te za upravljanje uslugama distribucijskom sustavu kao jednim od prvih koraka prema naprednom upravljanju sustavom. Štoviše, trenutna razina razvijenosti MJERinfo ekosustava omogućila je prikupljanje gotovo svih mjernih podataka prikazanih u ovom izvješću.

HEP ODS je u 2024. godini proveo edukaciju i krenuo u redovnu primjenu vlastitim snagama izrađenog programskog alata za vođenje sustava (AVS) koji omogućava digitalizaciju rada dispečerskog centra, uklanjanje nepotrebne papirologije, digitalizira pogonski dnevnik i time omogućava provedbu brojnih analiza u svrhu lakšeg detektiranja nedostataka na postrojenjima, a posljedično i njihovog efikasnijeg otklanjanja. Analize je moguće provesti primjenom filtera po svim implementiranim kategorijama. Ovaj programski alat optimira vođenje pogona distribucijskog sustava i značajno umanjuje mogućnost ljudske pogreške. Aplikacija obuhvaća kalendar radova, pogonski dnevnik te svu dokumentaciju za rad definiranu granskom normom Bilten 496: Pravila i mjere sigurnosti pri radu na električnim postrojenjima, koja je usklađena s Pravilnikom o sigurnosti i zdravlju pri radu s električnom energijom (NN 88/2012) te s hrvatskom normom HRN EN 50110-1.

3.5.3. Aktivnosti na postizanju strateškog cilja: Upravljivost/ automatiziranost i fleksibilnost distribucijske mreže

HEP ODS sudjeluje kao partner na EU projektu GreenSwitch sufinanciran 50% sredstvima CEF-a (Connecting Europe Facility) s ciljem provedbe Europskog zelenog plana. Opći ciljevi projekta uključuju uvođenje različitih elemenata napredne mreže, povećanje mogućnosti integracije većeg broja obnovljivih izvora energije u prijenosnu i distribucijsku mrežu, povezivanje sektora električne energije, transporta i grijanja te povećanje sigurnosti opskrbe električnom energijom.

GreenSwitch je šestogodišnji projekt kojim se osnažuje suradnja operatora prijenosnog i operatora distribucijskog sustava u Hrvatskoj, Sloveniji i Austriji u zajedničkim nastojanjima za poboljšanjem infrastrukture elektroenergetskih sustava triju država partnera na projektu. Benefiti GreenSwitch projekta za HEP ODS, a koji pridonose rješavanju izazova u distribucijskoj mreži su: povećanje kapaciteta za prihvatanje distribuirane proizvodnje iz obnovljivih izvora, omogućavanje priključenja novih potrošača, optimiziranje ulaganja u mrežu, poboljšanje kvalitete opskrbe, poboljšanje dogledivosti distribucijske mreže i optimalno korištenje mrežnih resursa.

HEP ODS na projektu sudjeluje u investicijskim aktivnostima na području Elektroprimorja Rijeka sa tri grupe projektnih aktivnosti čija je realizacija planirana za period od 2024. do 2026. godine:

- zamjena relejne zaštite i sekundarne opreme u tri transformatorske stanice: TS 110/35kV Lošinj, TS 110/20kV Krk i TS 35/20kV Osor;
- zamjena 35kV vodiča novim visokotemperaturnim vodičem (HTLS) u DV 35 kV TS 110/35kV Lošinj - TS 35/20kV Osor (dionica duljine 12 km);
- ugradnja kompenzacijskih prigušnica u četiri transformatorske stanice: TS 20/0,4kV Curak 1, TS 35/20kV Gerovo, TS 35/20kV Kupjak i TS 110/20kV Krk.

Investicije na projektu, kojeg HEP ODS sufinancira s 50% iznosa, predstavljaju redovne i planirane aktivnosti HEP ODS-a koje su uključene u Desetogodišnji plan HEP ODS-a.

Tijekom 2024. godine provedene su slijedeće aktivnosti u HEP ODS-u predviđene GreenSwitch projektom: ugrađene i puštene u rad kompenzacijske prigušnice u

TS 20/0,4kV Curak 1 i TS 35/20kV Gerovo, te je započeta zamjena relejne zaštite i sekundarne opreme u TS 110/35kV Lošinj (sve je dovršeno u veljači 2025.)

U nastupajućem periodu nastavljaju se aktivnosti na realizaciji aktivnosti prema ovom projektu, od kojih je u 2025. godini predviđeno zamijeniti relejnu zaštitu i sekundarnu opremu u transformatorskoj stanici TS 110/20kV Krk, ugraditi kompenzacijske prigušnice u transformatorskoj stanici TS 35/20kV Kupjak te zamijeniti 35kV vodič novim visokotemperaturnim vodičem (HTLS) u DV 35 kV TS 110/35kV Lošinj – TS 35/20kV Osor.

Kroz Pilot projekt uvođenja naprednih mreža (Smart Grid) i projekt Nacionalni plan oporavka i otpornosti, montiran je i uveden u SDV značajan dio energetske opreme koji je podigao stupanj upravljivosti i automatizacije srednjenaponske nadzemne i podzemne mreže, čime je podignuta razina fleksibilnosti prilikom upravljanja mrežom, otklanjanja kvarova i ponovne uspostave napajanja električnom energijom korisnika mreže.

Kroz EU projekte te redovne investicijske aktivnosti u dijelu modernizacije tehničkih sustava vođenja na postrojenima provedene su aktivnosti izgradnje, revitalizacije i modernizacije ovih sustava u slijedećem obuhvatu:

- 32 objekata naponske razine x/10(20) kV
- 99 objekata naponske razine 10(20)/0,4 kV
- 235 sklopnih naprava u mreži 10(20) kV.

Izradom tehničkih uvjeta za pružanje usluga distribucijskom sustavu razrađen je mehanizam pružanja usluga koji se temelji na koordiniranom automatskom odzivu korisnika mreže - pružatelja usluga po ugovorenoj regulacijskoj krivulji ovisno o trenutnim okolnostima u distribucijskom sustavu, što podrazumijeva i razmjenu mjernih i upravljačkih podataka s korisnikom mreže u stvarnom ili blisko stvarnom vremenu. Tehnički uvjeti za pružanje usluga distribucijskom sustavu u 2024. godini integrirani su u aktualni prijedlog Mrežnih pravila distribucijskog sustava, dok će se detaljnije specifikacije tehničkih uvjeta za pružanje usluga distribucijskom sustavu, nužne za operativnu primjenu ovih tehničkih uvjeta, nalaziti u dokumentu Operativna primjena i specifikacije tehničkih uvjeta za pružanje usluga distribucijskom sustavu.

3.5.4. Aktivnosti na postizanju strateškog cilja: Jačanje kapaciteta

U 2024. godini provedene su edukacije osoblja za rad u Aplikaciji za vođenje sustava koja je u redovnoj primjeni od 2024. godine. Edukacija je obuhvatila sva distribucijska područja HEP ODS-a. Edukacija, aplikativna podrška, kao i aplikacija, u potpunosti je djelo radnika HEP ODS-a.

HEP ODS provodi redovite treninge osoblja u cilju usavršavanja postupanja u slučaju potrebe za hitnim rasterećenjem sustava. Treninzi se provode u svim distribucijskim područjima najavljenim, pa potom i nenavljenim zahtjevom za odzivom u realnom vremenu u skladu s Planom hitnog rasterećenja. Treninzi ispunjavaju oba zacrtana cilja: stručno usavršavanje osoblja koje provodi hitno rasterećenje i optimiranje i usavršavanje mehanizma operativne provedbe hitnog rasterećenja temeljem rezultata analize ishoda provedenih treninga.

4. Zaključak

Misija HEP ODS-a je upravljati, održavati, graditi i modernizirati, poboljšavati i razvijati distribucijsku mrežu u cilju sigurnog, pouzdanog i učinkovitog pogona distribucijskog sustava čime se osigurava potrebna razina sigurnosti opskrbe uvažavajući aktualne potrebe i mogućnosti i korisnika mreže i distribucijskog sustava. HEP ODS ozbiljno i odgovorno razrađuje, priprema i provodi nove zadaće, obveze i izazove, posebice u području vođenja sustava.

HEP ODS kontinuirano prati ključne pokazatelje pouzdanosti napajanja u distribucijskom sustavu (KPI) u cilju praćenja i poboljšanja svoje uspješnosti u povećavanju pouzdanosti napajanja u distribucijskom sustavu. HEP ODS već petu godinu sustavno prati KPI na mjesečnoj razini za svako distribucijsko područje i za HEP ODS u cjelini, analizira rezultate i temeljem provedenih analiza donosi mjere za poboljšanje pokazatelja.

HEP ODS je u 2024. godini izradio Pravila o nefrekvencijskim pomoćnim uslugama za distribucijski sustav i Pravila o upravljanju zagušenjima u distribucijskom sustavu, koja je nakon provedenog savjetovanja sa zainteresiranom javnošću dostavio HERA-i na suglasnost.

HEP ODS je tijekom 2024. godine pripremao prijedlog Mrežnih pravila distribucijskog sustava i s ciljem stvaranja potrebnih preduvjeta za povećavanje fleksibilnosti distribucijskog sustava. U prijedlog ovog akta integrirani su, između ostalog, i tehnički uvjeti za pružanje usluga distribucijskom sustavu, dok će se detaljnije specifikacije tehničkih uvjeta za pružanje usluga distribucijskom sustavu, nužne za operativnu primjenu ovih tehničkih uvjeta, nalaziti u dokumentu Operativna primjena i specifikacije tehničkih uvjeta za pružanje usluga distribucijskom sustavu. To je početak zakonske regulacije automatskog naprednog upravljanja distribucijskim sustavom u koordinaciji s fleksibilnim korisnicima mreže, što je donedavno bilo nezamislivo, a očekuje se biti primijenjeno u praksi već tijekom 2025. godine, nakon stupanja na snagu pravila koja reguliraju ovu tematiku.

HEP ODS percipira suradnju s HOPS-om na području sigurnosti opskrbe hrvatskog elektroenergetskog sustava u cjelini kao bitnu komponentu sigurnosti opskrbe električnom energijom u distribucijskom sustavu. Zbog premještanja težišta energetske aktivnosti iz prijenosnog u distribucijski sustav zahvaljujući aktivnim i sve fleksibilnijim korisnicima distribucijske mreže, HEP ODS dodatno intenzivira suradnju s HOPS-om i kontinuirano podiže kvalitetu i složenost suradnje. I ZoTEE ističe koordinaciju pogona distribucijskog sustava s prijenosnim sustavom kao prioritetnu odgovornost operatora distribucijskog sustava, te stoga ovu tematiku HEP ODS u 2024. godini dodatno razradio i integrirao u prijedlog Mrežnih pravila distribucijskog sustava. Godina 2024. obilježena je porastom i interesa korisnika distribucijske mreže i agregatora za agregirano pružanje pomoćnih usluga HOPS-u i porastom interesa HOPS-a za ovim uslugama. Tijekom 2024. godine provedeno je 56 aktivacija usluga korisnika distribucijske mreže HOPS-u pri čemu je aktiviran odziv korisnika distribucijske mreže pojedinačno ili agregirano kumulativnog ukupnog iznosa 867 MW,

što ukazuje na sve veći angažman HEP ODS-a u podršci HOPS-u u vođenju elektroenergetskog sustava.

HEP ODS je u 2024. godini pristupio provođenju brojnih aktivnosti u skladu s nacrtom strategije razvoja naprednog vođenja distribucijskog sustava, i nastavio zacrtanim putem raditi na ostvarivanju strategijom zacrtanih ciljeva. Kontinuirano unaprjeđenje zacrtanih koraka i koordinacija projekata koje je nužno provesti da bi se napredovalo na zacrtanom putu tranzicije prema napredno vođenom sustavu integrirano je u redovite poslovne aktivnosti. Revalorizacija provedenih i planiranih koraka provodi se u cilju uspješnog sukcesivnog usklađivanja strategije s rastućim potrebama i mogućnostima korisnika mreže i elektroenergetskog sustava, te s izmjenama propisa i obavezama HEP ODS-a koje proizlaze iz propisa.

HEP ODS koristi sve raspoložive mehanizme u cilju ubrzavanja digitalizacije i tranzicije prema naprednom distribucijskom sustavu, uključivo i kroz EU projekte kao što je i GreenSwitch, neprekidno i kontinuirano skrbeći o očuvanju maksimalne raspoloživosti i pouzdanosti sustava u svim fazama tranzicije prema naprednijem i fleksibilnijem distribucijskom sustavu.

U cilju priprema za stvaranje preduvjeta za napredno upravljanje distribucijskim sustavom HEP ODS radi na ustrojavanju sustava procesne komunikacije s HOPS-om, unapređuje i razvija nove komunikacijske puteve i u dubini svoje mreže, te intenzivira procesnu komunikaciju s korisnicima mreže u cilju optimiranja vođenja pogona distribucijskog sustava i povećavanja sigurnosti opskrbe, te u cilju omogućavanja korištenja fleksibilnosti korisnika mreže.

Pravilima o nefrekvencijskim pomoćnim uslugama za distribucijski sustav i Pravilima o upravljanju zagušenjima u distribucijskom sustavu i pripadajućim tehničkim uvjetima po prvi puta se uvodi koncept automatskog odziva korisnika mreže u realnom vremenu na mjerenja stanja u dubini mreže ili signale HEP ODS-a s ciljem održanja normalnog pogona, izbjegavanja ugroženog normalnog pogona i prevencije poremećenog pogona u distribucijskom sustavu, a temeljem algoritma odziva pružatelja usluge po ugovorenoj regulacijskoj krivulji što predstavlja povijesni iskorak prema naprednom upravljanju distribucijskim sustavom, za što se očekuje da će steći potrebne zakonske preduvjete donošenjem ovih propisa u 2025. godini.

Pravilima o nefrekvencijskim pomoćnim uslugama za distribucijski sustav i Pravilima o upravljanju zagušenjima u distribucijskom sustavu regulira se i uloga agregatora kao novog energetskog entiteta s kojim će HEP ODS surađivati u cilju povećanja pouzdanosti i raspoloživosti distribucijskog sustava.

HEP ODS je u 2024. godini uspješno omogućio korisnicima distribucijske mreže pružanje usluga operatoru prijenosnog sustava, te tako i praktično pokazao da je spreman prilagoditi se i suočiti se s novim izazovima i unatoč njima osigurati neometani normalni pogon distribucijskog sustava.

HEP ODS je razvio Aplikaciju za vođenje sustava, te je u 2024. godini provedena i edukacija i započela primjena ove aplikacije kojom se omogućava ubrzavanje

poslovnih procesa pri operativnom vođenju pogona distribucijskog sustava u realnom vremenu, što izravno doprinosi sigurnosti opskrbe.

HEP ODS intenzivno radi na donošenju propisa i razvija potrebne procedure čime stvara preduvjete za omogućavanje pružanja usluga distribucijskom sustavu, a istodobno radi i na nadogradnji Mrežnih pravila distribucijskog sustava čime će omogućiti korisnicima mreže da na transparentan, tehnički jasan i jednostavan način operativno doprinose fleksibilnosti sustava čime će povećati pouzdanost sustava i sigurnost opskrbe na dobrobit i sustava i korisnika mreže.