

David Kaurinović  
HEP ODS d.o.o. SVS  
[David.Kaurinovic@hep.hr](mailto:David.Kaurinovic@hep.hr)

Mirko Gagro  
HEP ODS d.o.o. SVS  
[Mirko.Gagro@hep.hr](mailto:Mirko.Gagro@hep.hr)

## IZRADA I PROVEDBA PLANA HITNOG RASTEREĆENJA

### SAŽETAK

Potreba za izradom Plana hitnog rasterećenja (PHR) proizlazi iz preventivnih razloga obrane elektroenergetskog sustava (EES) u slučaju ispada proizvodnih jedinica ili otkazivanja ugovorne nabave električne energije. Nositelj plana je Hrvatski operator prijenosnog sustava (HOPS). Svrha ovoga rada je pojasnit princip izrade plana hitnog rasterećenja u Odjelu za upravljanje mrežom Istok, Sektor za vođenje sustava (HEP ODS) te prikazati način provedbe istoga. Za planiranje rasterećenja sustava prvobitno je potrebno odrediti kategorije potrošača, lokacije većih distributivnih izvora, hitnih službi (112) i vodovodnih pumpnih stanica te izuzeti ih iz isključenja zbog održavanja sustava bitnih za očuvanja ljudskih života i stabilnosti EES. U ovom radu prikazati će se način kategorizacije vodnih polja, izazovi koji se pojavljuju prilikom cijelog procesa od planiranja rasterećenja sve do same provedbe Plana hitnog rasterećenja. Zaključak rada iznijeti će preporuke i iskustva autora kako unaprijediti planiranje i provedbu plana hitnog rasterećenja.

**Ključne riječi:** Plan hitnog rasterećenja, analiza distribucijske mreže, distribuirana proizvodnja električne energije

## DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF LOAD SHEDDING PLAN

### SUMMARY

Need to develop an Load Shedding Plan (LSP) arises from preventive reasons for the defence of the electrical power system in the event of a production units failure or cancellation of the contractual procurement of electricity. The holder of the plan is the Croatian Transmission System Operator (HOPS). The purpose of this paper is to clarify the principle of drafting an Load shedding plan in the Network Management Department East, Sector for System Management (HEP ODS) and to show the way of implementation of the plan. Development of load shedding plan, it is firstly necessary to determine the categories of consumers, locations of larger distribution sources, emergency services (112) and water pumping stations, then exempt them from LSP due to the preservation of essential systems for the protection of human life and stability of the electrical power system. This paper will present a way of categorization of power lines, challenges that arouse during the entire process from planning LSP all the way to the implementation of the LSP. The conclusion of the paper will present the recommendations and experiences of the authors on how to improve the planning and implementation of the LSP.

**Key words:** Load shedding plan, distribution network analysis, distributed power generation

## 1. UVOD

Plan hitnog rasterećenja EES-a je kreiran iz preventivnih razloga obrane elektroenergetskog sustava u slučaju ispada proizvodnih jedinica ili otkazivanja ugovorne nabave električne energije. Nositelj Plana hitnog rasterećenja hrvatskog EES-a je Hrvatski operator prijenosnog sustava i njegova svrha je sačuvati sustav od raspada [1]. HOPS dostavlja apsolutne veličine snage (MW) značajnim kupcima/distribucijskom području ovisno o postotku udjela u vršnoj snazi koju je potrebno rasteretiti u periodu od 24h. Iznos nedostatka snage u EES je podijeljen u deset slučajeva u rasponu od 100 do 1000 MW. U ovom radu će se prikazati način na koji se izrađuje plan hitnog rasterećenja u Odjelu za upravljanje mrežom Istok, kao i način provedbe istog. Autori rada će prikazati izazove s kojima se susreću prilikom izrade plana hitnog rasterećenja, određivanju ekstrema potrošnje, kategorizaciji vodnih polja za isključenje te utjecaju distribuiranih elektrana na mreži. Sve u svrhu očuvanja elektroenergetskog sustava od raspada uz održavanje normalnog rada hitnih i interventnih službi.

## 2. PIKUPLJANJE PODATAKA O OPTEREĆENJU

Iznosi opterećenja koje svako distribucijsko područje mora rasteretiti određuje se na način da HOPS odredi opterećenje prijenosnog sustava na karakterističan datum u određeno vrijeme, nadalje HOPS određuje s kojim iznosom snage je svako distribucijsko područje sudjelovalo u vršnom opterećenju. Uz distribucijska područja u hitnom rasterećenju sudjeluju i značajni korisnici mreže HOPS-a. Osnova za izradu Plana hitnog rasterećenja je prikupljanje podataka o opterećenju svih vodnih polja u distribucijskom području te kvalitetna obrada istih. Zatim se vrši analiza opterećenja svih vodnih polja u distribucijskom području. Za određivanje opterećenja izuzetno je važno poznavanje postrojenja, vrste priključenih korisnika mreže, također važno je uzeti u obzir sve planirane i ne planirane radove koji su se provodili na tom vodnom polju u trenutku ostvarivanja vršnog opterećenja obzirom da oni utječu na uklopno stanje, a posljedično time i na opterećenje. Također, u obzir se moraju uzeti i mogući kvarovi koji su se dogodili u zadanom trenutku.

Potrebno je napomenuti da se Plan hitnog rasterećenja ažurira dva puta godišnje i to jednom za ljetni i zimski period, time se uvažava sezonska promjena opterećenja sustava. Naravno, izmjene plana hitnog rasterećenja provode se i u slučaju promjena opterećenja uzrokovanih novim većim korisnicima mreže ili prekida rada postojećih velikih korisnika kao i promjenama uklopnog stanja mreže.

Očitane vrijednosti se upisuju u tablicu s popisom svih transformatorskih stanica i pripadajućih vodnih polja. Sve vrijednosti opterećenja se očitavaju iz povijesne baze SCADA sustava. Tablica I. prikazuje primjer tablice s popisom transformatorskih stanica, pripadajućim vodnim poljima, očitanom strujom, prikazom opterećenja u MW i kategorijom.

Tablica I. Tablica opterećenja vodnih polja i pripadajućih kategorija

Trafostanica	Vodno polje	I (A)	MW	Kategorija
TS Donji Grad	VP 10 kV KTS 186	25	0,43	1
	VP 10 kV KTS 185	24	0,42	1
	VP 10 kV KTS 112	0	0,00	NE
	VP 10 kV KTS 1	38	0,66	4
	VP 10 kV SAPONIA 1	0	0,00	NE
	VP 10 kV SAPONIA 2	97	1,68	4
	VP 10 kV BOLNICA 2	70	1,21	NE
TS Retfala	VP 10 kV KTS 256	32	0,55	2
	VP 10 kV KTS 145	32	0,55	1
	VP 10 kV KTS CRPILIŠTE	25	0,43	NE
	VP 10 kV KTS VIŠNJEVAC	23	0,40	1
	VP 10 kV OSIJEK 4/1	0	0,00	NE
	VP 10 kV OSIJEK 4/2	165	2,86	NE
	VP 10 kV KTS 13	42	0,73	1

Zbog lakšeg snalaženja dispečera sve vrijednost opterećenja izražavaju kao struja na 10 kV naponu.

## 2.1. Kategorizacija vodnih polja

Kategorizacija vodnih polja započinje analizom i određivanjem karakteristika vodnih polja, krivulja opterećenja svakog vodnog polje se detaljno pregledava i utvrđuje minimalno i maksimalno opterećenje, naravno u obzir se uzimaju i specifičnosti pojedinog vodnog polja te mogućnost napajanja putem rezervnog smjera napajanja.

Za određivanje minimalnih i maksimalnih opterećenja koriste se mjerenja iz SCADA sustava. Za svako vodno polje se prikupljaju podatci opterećenja za prethodnu godinu, zbog lakše analize opterećenja mjerni podaci se prikazuju u obliku grafa koji omogućava brže određivanje karakteristika vodnog polja. Spomenuti graf olakšava pronalaženje odstupanja od redovnog uklopnog stanja, a može ukazivati i na kvarove, redovna održavanja i slično. Velika razlika između minimalne i maksimalne potrošnje ukazuje na sezonsku ili periodičnu karakteristiku industrije, primjer je industrija obrade suncokreta gdje je vidljiva potrošnja od 15A do 120A, kod takvih vodnih polja očitane vrijednosti se korigiraju jer na karakterističan dan opterećenja iznosi se ne moraju uzimati kao referentni.

Izbjegava se prikazivati puno vršno opterećenje kako prilikom rasterećenja sustava ne bi rasteretili manje od traženog iznosa. Prilikom analize opterećenja pojedinih vodnih polja potrebno je uzeti u obzir promjene uklopnih stanja, provedbu planiranih radova, kvarove itd. Razlog za to je što vjerodostojniji prikaz vršnih opterećenja.

Nakon prikupljanja podataka o vodnim poljima i njihovim karakteristikama potrebno je definirati nalaze li se na istima povlašteni potrošači, hitne službe ili distribuirani izvori. U Odjelu za upravljanje mrežom Istok osmišljen je sustav kategorizacije vodnih polja koji olakšava sastavljanje plana za hitno rasterećenje. Korisnici mreže podijeljeni su u četiri kategorije prema Tablici II.

Tablica II. Kategorije korisnika

Kategorija	Korisnik
1.	Kućanstva, mali poslovni prostori i male trgovine
2.	male tvrtke
3.	Tvrtke srednje veličine, domovi zdravlja, škole, tramvaji, policijske postaje u manjim naseljima, veliki trgovački centri, centar grada (poslovni i javni prostori)
4.	Velike tvrtke, veliki proizvodni pogoni

Prikazana tablica značajno olakšava sastavljanje plana hitnog rasterećenja i omogućava sistematizirano isključenje korisnika mreže, naime niže kategorije korisnika mreže su kućanstva, male trgovine i slično odnosno potrošači koji bez većih posljedica podnose hitno rasterećenje. Više kategorije korisnika, naravno isključuju se prilikom viših traženih stupnjeva rasterećenja. Postoje i korisnici mreže koji se nikada ne isključuju, a to su bolnice, hitne i interventne službe koje su neophodne za održavanje života i sigurnosti stanovništva. Također, od isključenja su izuzete i vodocpilišta kako bi u trenutku provedbe plana hitnog rasterećenja stanovništvo imalo normalnu opskrbu pitkom vodom.

U mreži Elektroslavonije Osijek (ESO) je priključena velika količina distributivnih izvora električne energije koji tijekom provedbe plana hitnog rasterećenja mogu doprinijeti napajanju korisnika mreže kao i očuvanju naponskih prilika u svom okruženju. Veći distributivni izvori snage iznad 499 kW su u većini slučajeva izuzeti od isključenja, manje elektrane koje nisu vidljive u sustavu daljinskog vođenja dispečerskog centra zbog velike brojnosti i disperziranosti u mreži nije moguće izuzeti od svih isključenja.

U Tablici I. pod stupcem „Kategorija“ pokraj svakog vodnog polja je upisana kategorija od 1 do 4 ili „NE“ koje označava petu kategoriju korisnika najvišeg prioriteta koji neće biti isključivan zbog redukcije potrošnje električne energije.

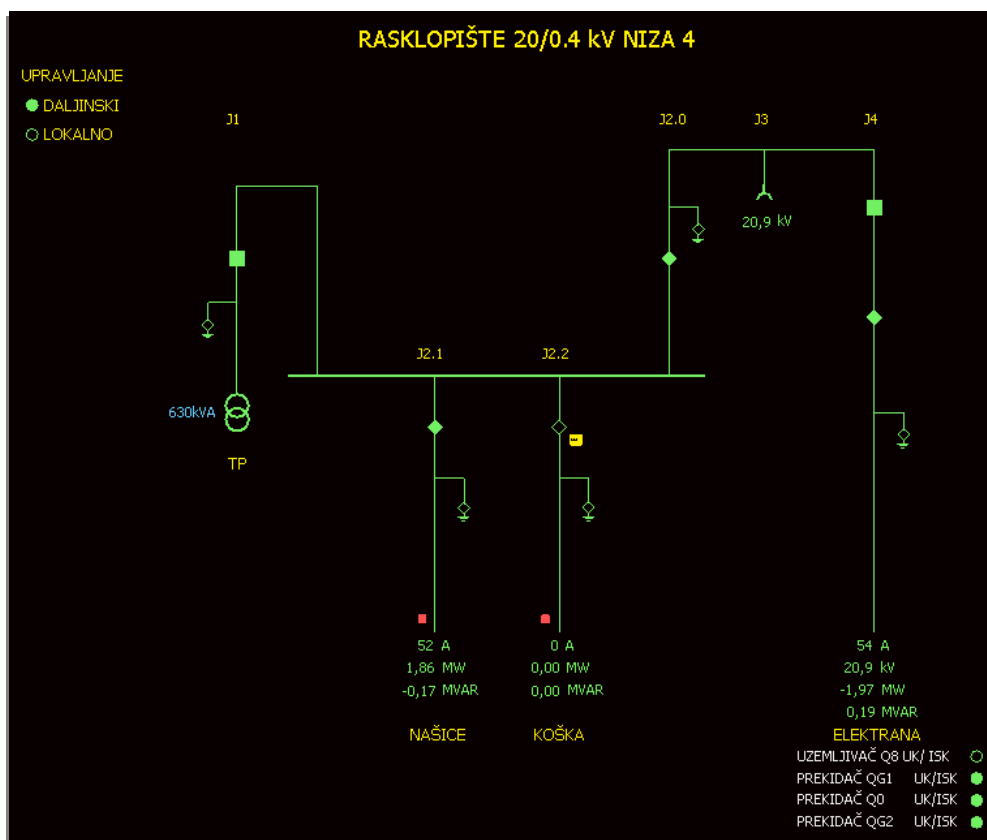
## 2.2. Distribuirani izvori i njihov utjecaj na plan hitnog rasterećenja

Plan ograničenja potrošnje električne energije koji je izradio HOPS, u obzir nije uzeo utjecaj elektrana priključenih na distributivnu mrežu te on nije vidljiv na mjeranjima u pojnim točkama HOPS-a. Ukupna proizvodnja elektrana na bioplin ili biomasu koje su u sustavu daljinskog vođenja u DP Elektroslavonija Osijek pokriva oko 25% ukupnog konzuma što značajno utječe na izradu Plana hitnog rasterećenja. Zbog velikog udjela proizvedene energije u ESO iz manjih elektrana disperziranih u mreži dolazi do otežanog praćenja opterećenja na svim vodnim poljima te mogućih izazova tijekom provedbe plana hitnog rasterećenja koji mogu uzrokovati poremećaje.

Tokom izrade Plana hitnog rasterećenja očekuje se da elektrane priključenje na distribucijsku mrežu rade punim kapacitetom. Načelno vodna polja koja sadržavaju distributivne izvore u SDV-u se ne isključuju, postoje iznimke gdje distributivni izvor pokriva jako manji udio opterećenja vodnog polja. Takva iznimna vodna polja se isključuju u višim stupnjevima rasterećenja kada su već isključena sva vodna polja nižih kategorija, a nisu zadovoljeni traženi iznosi rasterećenja.

Iako vodna polja koja sadrže elektrane u većini slučajeva ne isključujemo, potrebno je odrediti opterećenje vodnog polja s doprinosom elektrane jer prilikom provedbe u višim stupnjevima postoji velika vjerojatnost za ispadom distributivnih izvora zbog već narušenih uvjeta u mreži. Takva vodna polja na kojima su elektrane ispale iz pogona potrebno je obavezno omogućiti uvijete za ponovnu sinkronizaciju zbog toga što negativno utječu na traženi iznos rasterećenja jednako koliko su i doprinosile u radu. Određeni distributivni izvori zbog svoje pozicije na vodu imaju mogućnost napajanja rezervnim smjerom napajanja daljinski iz dispečerskog centra bez potrebe za uklopničarom i to u kratkom vremenskom roku što omogućava isključenje jednog djela vodnog polja tokom provedbe Plana hitnog rasterećenja.

Jedan od takvih primjera je elektrana Niza koja se nalazi u Rasklopištu 20/0,4 kV Niza 4 napojen putem VP 20 kV Niza u TS 110//10(20) kV Našice prikazana na Slici 1. Pozicija elektrane na vodu je približno u sredini, upravljanje rastavljačima u rasklopištu i susjednim trafostanicama je daljinski što znači da postoji mogućnost isključenja VP 20 kV Niza do rasklopišta Niza 4, dok elektrana i ostali konzum voda se može napojiti putem VP 20 kV Koška koje se napaja iz TS Budimci.



Slika 1. Prikaz Rasklopišta Niza u SCADA-i

Instalirana snaga novih distributivnih izvora u DP Elektroslavonija Osijek iz solarne energije od sredine 2022 godine iznose 11 MW, a niti jedna nije u sustavu daljinskog vođenja. Raspored solarnih elektrana u mreži i njihove snage otežavaju izradu Plana hitnog rasterećenja, te je potrebna evidencija svih instaliranih solarnih elektrana i vodna polja na kojima se nalaze za preciznu analizu vodnih polja. Vodna polja s distributivnim izvorima iz solarne energije koji pokrivaju zamjetan teret se isključuju tokom noći, isključenja se provode u iteracijama te njihov raspored se prilagođava dobu dana.

### 3. IZRADA PLANA HITNOG RASTEREĆENJA

Obzirom da smjernice za izradu Plana hitnog rasterećenja nisu detaljno opisale način izrade plana hitnog rasterećenja, pristup izrade i provedbe plana je osmišljen u Elektroslavoniji Osijek i prikazan u ovome radu. Pristup izrade je održavanje normalnog rada hitnih službi, osnovne životne potrebe korisnika, te smanjenje materijalne štete. Plan hitnog rasterećenja treba sadržavati tablicu elektrana koji imaju značajan utjecaj na mrežu, tablice klasifikacije vodnih polja i tablice s popisom vodnih polja za isključenje u svakom stupanju rasterećenja. Tablica s popisom elektrana sadržava nazive pogona, transformatorsku stanicu, vodno polje s kojeg se primarno napaja, proizvodni kapacitet i komentar ako je moguće napajanje putem rezervnog smjera. Primjer tablice klasifikacije vodnih polja prikazan je u Tablici III, a potrebno je izraditi tablicu za svaku TS koja sadrži 10 kV i 20 kV vodna polja. U primjeru pod stupcem „Napomena“ upisani su specifični korisnici koji se napajaju putem vodnog polje te im je dodijeljena kategorija.

Tablica III. Primjer klasifikacije vodnih polja u TS Kneževi Vinogradi

Trafostanica	Vodno polje	I <sub>max</sub> (A)	I <sub>min</sub> (A)	ISK	Napomena	Kategorija
TS Kneževi Vinogradi	VP 10 kV Kozjak	12	4	Da	Hr. Šume, Hladnjače	2
	VP 10 kV B. Brdo	33	8	Da		1
	VP 10 kV K.Vinogradi	33	15	Da	Silos, HEP Plin, D. Zdravlja	4
	VP 10 kV Kozarac	40	15	Da		1
	VP 10 kV KTS 10	22	2	Da	Hladnjače, Industrija plastike	3
	VP 10 kV Zmajevac	17	7	Da		1
	VP 10 kV Lug	99	18	Ne	Elektrana Mitrovac	

Hrvatski operator prijenosnog sustava je izradio preventivni plan ograničenja snage i potrošnje električne energije za cijeli elektroenergetski sustav države. Ograničenje je predviđeno za deset iznosa snage koja nedostaje u sustavu od 100 MW do 1000 MW u koracima po 100 MW. Za svaki korak izrađuje se raspored isključenja vodnih polja u periodu od 24h prema traženom iznosu snage u MWh. Isključenja se provode u iteracijama koje traju od 2 do 4 sata ovisno o stupnju rasterećenja, prilikom prvih nekoliko stupnjeva isključenja se odrađuju u većem broju iteracija s kraćim vremenskim periodima jer se rasterećenje ostvaruje pretežito s vodnim poljima na koja su priključena kućanstva, a duži periodi bi utjecali na hladnjake, toplu vodu i pripremu hrane. Prilikom isključenja srednjih stupnjeva gdje se isključuje industrija koristi se manji broj iteracija s dužim periodima isključenja jer kratki periodi loše utječu na proizvodne procese, organizaciju radnog vremena i opremu postrojenja.

Primjer jedne od jedanaest iteracija u slučaju prvog stupnja isključenja se nalazi u Tablici IV, u stupcu „TJ“ (terenska jedinica) dodijeljene su boje svakoj terenskoj jedinici isključivo zbog bržeg snalaženja dispečera. U polju trajanje navedeno je koliko će vremena vodna polja u navedenoj tablici biti isključena, u ovom slučaju to je 2,5h. Obzirom da je ovdje prikazana treća iteracija prvog stupnja, ukupno rasterećenje provodi se 7,5h. Za svaki stupanj rasterećenja napravljene su tablice za ukupno trajanje od 24h. Kako bi se izbjeglo isključenje vodnih polja na duže periode rasterećenje se provodi putem tri iteracije u trajanju od četiri sata ili četiri iteracije u trajanju od tri sata (ovisno o traženom stupnju rasterećenja) te se ponavlja dva puta kako bi se redukcija mogla provoditi 24h.

Tablica IV. Primjer iteracije u prvom stupnju

3.	Redukcija od 4,62 MW		Trajanje 2,5 h	Ukupno u redukciji 7,5h	
	267 (A)				
RB	TJ	TS	Vodno polje	Imax (A)	Komentar
1	Sjedište	Retfala	VP 10 kV KTS 145	32	
2	Sjedište	Jug	VP 10 kV KTS 92	35	
3	Sjedište	D.Grad	VP 10 kV KTS 186	25	
4	Sjedište	Samatovci	VP 10 kV PETRIJEVCI	25	
5	Našice	Našice	VP 10 kV PRKOS	56	
6	Našice	Našice	VP 10 kV NAŠICE 1	50	
7	Đakovo	Đakovo 2	VP 10 kV MBKTS 32 GAJEVA	23	
8	Đakovo	Budimci	VP 10 kV BRAČEVCI	19	
<b>Energija ukupno MW/h</b>				<b>11,47</b>	
<b>Ukupno opterećenje I(A)</b>				<b>265</b>	

#### 4. PROVEDBA PLANA HITNOG RASTEREĆENJA

U slučaju DP Elektroslavonija Osijek gdje distributivni izvori pokrivaju 25% ukupne potrošnje, prilikom zadnja tri stupnja u slučaju manjka 800 MW, 900 MW i 1000 MW dolazi do problema gdje nema dovoljno raspoloživih vodnih polja koja ne sadrže elektrane za pokrivanje zadane vrijednosti rasterećenja. Za dodatno rasterećenje upotrebljava se trajno isključenje vodnih polja ili pojedinih većih kupaca u industriji, u slučaj vodnih polja dolaze u obzir samo ona koja nemaju priključena kućanstva, odnosno gdje prevladava industrija. Primjer trajnog isključenja vodnih polja nalazi se u Tablici V. Ovakav pristup rasterećenju logičan je obzirom da veliki proizvodni pogoni ne mogu normalno proizvoditi s prekidima u napajanju.

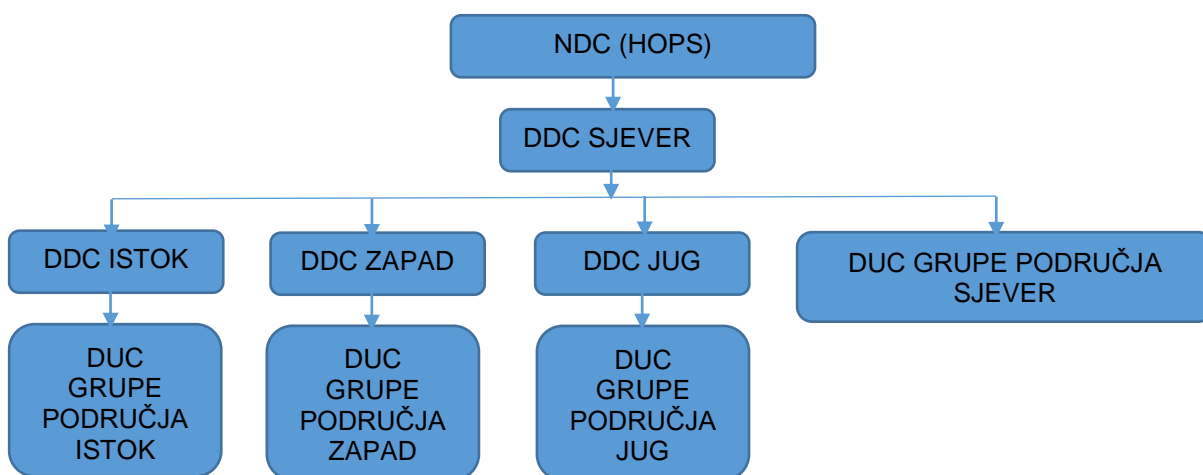
Tablica V. Primjer tablice trajno isključenih VP

Trajno isključena VP i izvoda za vrijeme redukcije 800 MW					
RB	TJ	TS	Vodno polje	Imax (A)	Napomena
1	Našice	Našice	VP 10 kV DIK ĐURĐENOVAC	64	Industrija
2	Đakovo	R Strizivojna hrast	VP 10 kV Kupac Hrast	48	Drvena industrija
3	Đakovo	Đakovo 2	VP 10 kV ANCONA	21	Industrija
4	Đakovo	Đakovo 3	VP 10 kV TONDACH	53	Industrija
5	Đakovo	Đakovo 1	VP 10 kV MLIN	85	
6	Sjedište	Osijek 4	VP 20 kV KTS 275	132	Veliki trgovački centri
7	Sjedište	D.Grad	VP 10 kV SAPONIA 2	97	
8	Sjedište	Čepin	VP 10 kV ULJARA 1	98	Tvornica ulja
<b>Energija ukupno MW/h</b>				<b>248,58</b>	
<b>Ukupno opterećenje I(A)</b>				<b>598</b>	

Plan rasterećenja napravljen je za interval od 24 sata. Ukoliko rasterećenje sustava potraje duže od jednoga dana, rasterećenje se nastavlja prema istom stupnju odgovarajućeg iznosa snage ali različitim redoslijedom iteracija. Na ovaj način ista skupina korisnika neće se isključiti u isto vrijeme u danu, čime bi se u povoljniji položaj stavili oni korisnici kojima bi se isključene provelo tijekom noći.

Postoje dva slučaja u kojima se provodi Plan hitnog rasterećenja, prvi je u slučaju hitnog rasterećenja, a drugi prilikom manjka snage na tržištu električne energije koji je prethodno najavljen. Tokom provedbe plana u nenajavljenom slučaju rezultati ovise o kvaliteti izrade Plana hitnog rasterećenja i iskustvu dispečera, dok u slučaju provedbe plana u najavljenom slučaju uočeno je da postoji dovoljno vremena za pripremu što i pokazuju pozitivni rezultati ostvareni na testiranju. Naravno, tijekom izvršavanja naloga za hitno rasterećenje od strane NDC-a ne smije biti razlike u provedbi plana.

Za provedbu isključenja korisnika u distribucijskoj mreži, prema Planu hitnog rasterećenja je odgovoran HEP – Operator distribucijskog sustava gdje isključenja provode distribucijski dispečerski centri (DDC) i distribucijski upravljački centri (DUC) u mreži u svojoj nadležnosti. U slučaju potrebe za provođenjem mjere rasterećenja nalog izdaje HOPS koji će hitno obavijestiti HEP ODS o provedbi potrebnih mjera. Prilikom izdavanja naloga Nacionalni dispečerski centar HOPS-a u nalogu definira iznos rasterećenja snage i energije za distribucijsku mrežu te se on provodi bez odlaganja. Dispečeri DDC-a obavještavaju i spuštaju nalog za provedbu hitnog rasterećenja dispečerima DUC-a u grupi područja u svojoj nadležnosti te započinju sa provedbom hitnog rasterećenja. Shema upravljanja provedbom hitnog rasterećenja prikazana je na slici 2.



Slika 2. Shema upravljanja provedbom hitnog rasterećenja

Prema konceptu provedbe hitnog rasterećenja u Odjelu za upravljanje mrežom Istok dispečeri započinju s isključenjem prve iteracije u traženom stupnju, a u trenutku kada istekne vrijeme isključenja iteracije odnosno svih vodnih polja navedenih u tablici dispečer treba isključivati vodna polja u slijedećoj iteraciji na način da isključuje prvo vodno polje, a zatim u prethodnoj iteraciji uključi prvo vodno polje. Na taj način izbjeci će se dodatni udarci u mreži koji bi bili uzrokovani naglim i velikim promjenama tereta.

Praćenje trenutnog rasterećenja je moguće preko Aplikacije za praćenje rasterećenja prikazanoj na Slici 2. Nakon početka rasterećenja dispečer u aplikaciju unosi vrijeme početka i iznos potrebnog rasterećenja, u tablici pronalazi DP za koji je nadležan te prati polje u stupcu „Preostalo za rasteretiti“. Ukoliko nakon isključenja svih vodnih polja u trenutnoj iteraciji nije dostignut cilj rasterećenja potrebno je iz iduće iteracije isključivati vodna polja sve dok vrijednost ne dosegne nulu ili približi se nuli, također ako je vrijednost rasterećenja dosegnuta prije isključenja svih vodnih polja u iteraciji prestaje se s isključenjem.

Ova aplikacija omogućava jednostavnu provjeru kvalitete samoga plana hitnog rasterećenja, obzirom da se tijekom provođenja simulacije u zadanom trenutku jednostavno može utvrditi hoće li se planom rasteretiti traženi iznos manjkajuće snage. Ovakav način provjere osigurava da u slučaju stvarne potrebe za provedbom plana hitnog rasterećenja dispečer sam ne mora vršiti promjene na planu hitnog rasterećenja smanjivanjem ili povećavanjem broja isključenih vodnih polja.

Završetak provedbe hitnog rasterećenja odvija se po nalogu Nacionalnog dispečerskog centra HOPS-a prema dispečeru DDC-a, zatim dispečer DDC-a po saznanju za završetkom provedbe hitnog rasterećenja, postupa sukladno shemi upravljanja provedbom hitnog rasterećenja dok ponovno terećenje sustava se vrši postupno. Plan rasterećenja napravljen je za interval od 24 sata. Ukoliko rasterećenje sustava potraje duže od jednoga dana, rasterećenje se nastavlja prema istim planovima odgovarajućeg iznosa snage ali različitim redoslijedom

**Rasterećenje započelo : 07.12.2022 09:10 h**  
(Automatsko osvježavanje svako 20 sekundi...)

DP	OPTEREĆENJE U 09:10	POTREBNO RASTERETIT	TRENUTNO OPTEREĆENJE	CILJANA VRIJEDNOST	RASTEREĆENO	PREOSTALO ZA RASTERETIT
ODS	2241.62	<b>300.0</b>	2253.0	1941.62	-11.38	<b>311.38</b>
Zagreb	590.08	<b>75.24</b>	596.71	514.84	-6.63	<b>81.87</b>
Zabok	70.78	<b>9.06</b>	71.78	61.72	-1.0	<b>10.06</b>
Varaždin	83.57	<b>9.78</b>	84.1	73.79	-0.53	<b>10.31</b>
Čakovec	66.04	<b>7.56</b>	66.13	58.48	-0.09	<b>7.65</b>
Koprivnica	59.54	<b>6.93</b>	59.33	52.61	0.21	<b>6.72</b>
Bjelovar	41.7	<b>3.6</b>	41.56	38.1	0.14	<b>3.46</b>
Križ	38.55	<b>6.21</b>	38.15	32.34	0.4	<b>5.81</b>
Osijek	120.35	<b>13.86</b>	120.26	106.49	0.09	<b>13.77</b>

Slika 3. Prikaz iz Aplikacije za praćenje rasterećenja

## 5. ZAKLJUČAK

Ovaj rad prikazuje sistematiziran pristup kako Odjel za upravljanje mrežom Istok, Sektora za vođenje sustava, HEP ODS-a pristupa izradi i provedbi plana hitnog rasterećenja. Kvalitetna analiza mreže, opterećenja i priključenih korisnika mreže uvelike olakšava sastavljanje tablica koje sačinjavaju plan hitnog rasterećenja. Također, olakšava posao dispečeru u trenutku nastanka krizne situacije čime se ništa ne prepušta slučaju.

Uz pomoć Aplikacije za praćenje rasterećenja trenutno su vidljive promjene tokom provedbe Plana hitnog rasterećenja s kojima se sprječava odstupanje a s time i nastanak kaskadnog raspada elektroenergetskog sustava ili nepotrebno rasterećenje. Rezultati provedbe plana uvelike ovisi o dispečerima, njihovoj koordinaciji i provođenjem vježbi.

Plan hitnog rasterećenja izravno utječe na odvijanje životnih i radnih procesa korisnika mreže zbog toga je potrebno uvažiti specifičnosti potrošača i omogućiti normalan rad hitnih i interventnih službi. Iz tog razloga uvedena je kategorizacija vodnih polja prema priključenim korisnicima mreže, ona omogućava brze izmjene plana ako za to ipak nastane potreba u trenutku provedbe plana hitnog rasterećenja ili izrade nove verzije plana koja je u ovom slučaju iznimno pojednostavljena.

U radu se predlaže isključenje kućanstava pri nižim stupnjevima rasterećenja koji se provode u kraćim intervalima, a u slučaju rasterećenja u većim iznosima snage pribjegava se i dužim isključenjima industrijskih potrošača obzirom da na njih negativno djeluju kratka isključenja.

## 6. LITERATURA

- [1] Plan ograničenja potrošnje električne energije / hitnog rasterećenja Hrvatskog elektroenergetskog sustava – za zimsko razdoblje 2022.-2023. godine, HOPS, 2022.