

Krešimir Ugarković, dipl. ing.
HEP – ODS d.o.o., Zagreb
kresimir.ugarkovic@hep.hr

Željko Sokodić, dipl. ing.
HEP – ODS d.o.o., Elektra Križ
zeljko.sokodic@hep.hr

Viktor Klarić, dipl. ing.
Elektroslavonija Osijek
viktor.klaric@hep.hr

Marijana Borovac, dipl. ing.
HEP – ODS d.o.o., Elektra Varaždin
marijana.borovac@hep.hr

Davor Sokač, dipl. ing.
HEP – ODS d.o.o., Elektra Čakovec
davor.sokac@hep.hr

Mirko Boljevcan, dipl. ing.
HEP – ODS d.o.o., Elektra Virovitica
mirko.boljevcan@hep.hr

Dr.sc. Marinko Stojkov, dipl. ing.
Strojarski fakultet, Slavonski Brod
marinkostojkov@gmail.com

Sandra Đaković, dipl. ing.
HEP – ODS d.o.o., Elektra Zagreb
sandra.djakovic@hep.hr

SANACIJA NAPONSKIH PRILIKA U DISTRIBUCIJSKOJ MREŽI

SAŽETAK

Sanacija naponskih prilika u mrežama niskog napona je zadaća HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o. prema Pravilniku o normiranim naponima za distribucijske niskonaponske mreže i električnu opremu (NN 28/00), te jedan od poslovnih ciljeva HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o. kao operatora distribucijske mreže. HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o. ima kao operator mreže obvezu osiguranja novo normiranih napona 230/400 V \pm 10% u konačnom stanju, odnosno + 6% i -10% u prijelaznom vremenu.

Referat prikazuje metodologiju i način utvrđivanja kritičnih dijelova niskonaponske elektroenergetske mreže u kojima je potrebno sanirati naponske prilike, a svakako istodobno prikazuje i način na koji je to planirano, te kategorije i kriterije kojima je moguće u fazi planiranja identificirati kritične dijelove mreže.

Ključne riječi: sanacija naponskih prilika, niskonaponska mreža, normirani napon, kriteriji, kategorije

REHABILITATION OF VOLTAGE CONDITION IN DISTRIBUTION NETWORK

SUMMARY

Voltage conditions improvement in low voltage networks is the legal obligation of HEP-Operator of Distribution System Ltd. according to the Code of nominal voltage distribution networks and low voltage electrical equipment (NN 28/00), as well as the business goal of HEP-Operator of Distribution System Ltd. aiming to increase network capacity. HEP-Operator of Distribution System Ltd. as a electricity supplier, has legislative obligation to ensure the new standardized nominal voltage 230/400 V \pm 10% in the final state, or + 6% and 10% in the transitional period.

New proposed methodology and selection method of the critical parts of the low voltage power networks used to improve voltage conditions is described in the paper. Also, the manner in which voltage condition is planned to improve and classified categories and criteria by which it is possible to identify critical parts of the network in the planning phase are shown here.

Keywords: rehabilitation of voltage conditions, low voltage network, standardized nominal voltage, criteria, categories

1. UVOD

1.1. Općenito

Prema [1] elektrodistribucijskom subjektu data je zadaća da osigura prelazak postojeće mreže 220/380 V na novonormirane napone 230/400 V (tolerancija $\pm 10\%$) u roku od 10 godina od stupanja pravilnika na snagu.

U okviru programa prelaska na novonormirane napone rješava se i problematika sanacije naponskih prilika (SNP).

Sanacija postojeće mreže niskog napona financijski je vrlo zahtjevna. U toj mreži prisutni su problemi s:

- velikim padovima napona,
- djelovanjem zaštitnih uređaja u NN mreži
- velikom dotrajalošću nadzemnih vodova niskog napona.

Zbog brzine provedbe elektrifikacije, niskog standarda, mreža niskog napona u početku nije bila dobro koncipirana, naročito u izvangradskim područjima (premali broj TS 10/0,4 kV, dugački NN izvodi). Prosječno su iz TS 10(20)/0.4 kV izvedene niskonaponske mreže prevelike dužine i uglavnom malog presjeka vodiča.

Na područjima s niskom gustoćom opterećenja treba graditi veći broj transformatorskih stanica 10(20)/0.4 kV s malom snagom transformacije, te s kratkim izvodima niskog napona. Ulaganja u niskonaponsku mrežu temeljiti će se na načelima:

- izgradnja pojednostavljenih TS 10(20)/0.4 s transformatorima male nazivne snage (do 160 kVA), za sanaciju naponskih okolnosti,
- zamjena neodgovarajućih vodova niskog napona malog presjeka novim dionicama sa SKS-om $3 \times 70 + 70 \text{ mm}^2$. Odcjepi s presjekom ne manjim od 35 mm^2 .
- u mrežama gdje su naponske okolnosti zadovoljavajuće, a vodovi niskog napona nalaze se u dotrajalom stanju, zamjenska izgradnja je opravdana zbog sigurnosnih razloga, i
- mrežu graditi tako da osnovna mreža po mogućnosti nije na privatnom posjedu.

Poseban problem predstavljaju niskonaponski vodovi na krovnim nosačima (područje Slavonije). Iskustva pokazuju da je u takvim okolnostima otežani pristup mreži. Zbog toga, nove vodove više ne treba graditi na takav način.

1.2. Utvrđivanje postojećeg stanja naponskih prilika u nadležnosti HEP-ODS d.o.o.

U cilju utvrđivanja stanja srednjonaponske i niskonaponske mreže s aspekta naponskih prilika, odlukom direktora HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o. od 08. srpnja 2008. godine, imenovan je Tim za izradu višegodišnjeg investicijskog Programa Sanacije naponskih prilika distribucijske mreže.

Zadaci Tima bili su:

- a) Utvrditi opseg zahvata, odnosno koji dio mreže će biti predmet ovog investicijskog programa
- b) predložiti kriterije za određivanje prioritetne liste ulaganja u cilju sanacije naponskih prilika,
- c) temeljem predloženih kriterija popisati dijelove mreže (trafopodručja i NN izvode) s lošim naponskim prilikama, tehničkim i financijskim parametrima, te predložiti energetska rješenja,
- d) Utvrditi optimum godišnjih ulaganja i način financiranja,
- e) Utvrditi i izraditi nužan opseg dokumentacije za predmetni investicijski program.

U jesen 2009. godine završen je rad Tima kojim su definirani:

- Kriteriji za određivanje prioritetne liste ulaganja u SNP,

- Optimum godišnjih ulaganja,
 - Jedinствена dokumentacija za predmetni investicijski program.
- Tehnički i financijski parametri prezentirani su u tablici I.

Tablica I. Tehnički i financijski parametri problematike sanacije naponskih prilika

Rekapitulacija	Broj trafopodručja s lošim naponskim prilikama	Broj NN izvoda iz TS s lošim naponskim prilikama	Broj kupaca na NN izvodu s lošim naponskim prilikama (kom)	Dužina NN izvoda (m)	Broj pritužbi na kvalitetu (kom)	Trošak zahvata(kn)	Broj TS 10(20)/0,4 kV	Postotak TS s lošim naponskim prilikama od ukupnog broja TS
1	2	3	4	5	6	7	8	9=2/8
UKUPNO	2.215	3.145	103.386	3.812.348	12.028	931.070.033	23.449	9,45%

Podaci su računati uzimajući u obzir da je 31.12.2007. god. bilo:

- Broj kupaca na NN: 2.028.935 kupaca
- Broj vlastitih TS 10(20)/0,4 kV: 23.449 kom

Iz tablice I. može se zaključiti sljedeće:

- Broj trafopodručja s povremenim odstupanjem napona 2.215 kom (9,4%)
- Broj NN izvoda iz TS s povremenim odstupanjem napona 3.145 kom
- Broj kupaca s povremenim odstupanjem napona 103.386 (5,1%)
- Broj pritužbi na kvalitetu napona 12.028 (0,6%)
- Potrebna financijska ulaganja 931.070.033 kn

Troškovi zahvata u mreži određeni su temeljem planskih cijena HEP-ODS d.o.o. određenih na temelju cijena materijala, građevinskih i elektromontažnih radova.

1.3. Određivanje pristupa sanacije naponskih prilika

Nakon utvrđivanja stanja naponskih prilika ustanovljeno je da u 9,4 % transformatorskih područja nisu zadovoljavajuće naponske prilike, odnosno postoji odstupanje napona u odnosu na pravilnikom propisane vrijednosti.

Sagledavanjem veličine zahvata u mreži s financijskog aspekta, odnosno potrebno je 931.070.033 kn za cjelokupnu sanaciju naponskih prilika, što predstavlja znatan financijski izdatak, lako se može zaključiti da će se program morati rješavati u više godina. Prema vrstama zahvata, odnosno potrebe izgradnje novih transformatorskih stanica u kratkom roku nije moguće ishoditi dokumentaciju za početak građenja, a još je veći problem rješavanje prava građenja s vlasnicima zemljišta. U cilju što boljeg korištenja financijskih sredstava i vlastitih resursa koje imamo na raspolaganju (mehanizacija i elektromonteri) postoji ograničenje u mogućnosti sanacije postojećih objekata i izgradnje novih elektroenergetskih objekata.

Na osnovu navedenog postavljen je jasan cilj da se s raspoloživim sredstvima saniraju naponske prilike što većem broju kupaca.

2. UVOĐENJE JEDINSTVENOG PRISTUPA RJEŠAVANJU PROBLEMATIKE SNP

2.1. Pristup definiranju kriterija

Pri definiranju prioriteta ulaganja razmatran je način obrade podataka. Najvažniji podatak je vrijednost napona. Prema [1] koji je objavljen u narodnim novinama, broj 28/00 od 10.03.2000. određene su granice napona prema kojima je izvršena analiza mjerenja i određivanje koeficijenata utjecajnih veličina. U njemu su normirane veličine nazivnog napona mreža 230 V između faznog i neutralnog vodiča i 400 V između faznih vodiča, za trofazne mreže nazivne frekvencije 50 Hz, te je preporučeno se da se opskrbeni napon na opskrbnim stezaljkama ne treba razlikovati od nazivnog napona više od $\pm 10\%$.

Nazivni naponi postojećih mreža 220/380 V moraju se razvijati prema novim normiranim veličinama nazivnih napona 230/400 V, što je moguće kraće, a najdulje do 10 godina od dana stupanja na snagu ovoga pravilnika.

Prema pravilniku, u prijelaznom razdoblju, minimalni dozvoljeni napon na mreži niskog napona definiran je kao: $U=230\text{ V} -10\%$ i iznosi 207 V.

Napon se mora izmjeriti u sve tri faze i izračunati srednja vrijednost. Na ovaj su način eliminirane greške nesimetrije, odnosno manjim zahvatima u mreži prebacivanjem priključaka na druge faze bez značajnih troškova saniran je dio loših naponskih prilika.

Ukoliko ne postoje podaci o mjerenjima isti se mogu odrediti temeljem proračuna. U tablici se traži podatak o načinu utvrđivanja podataka o vrijednosti napona.

Podatak o broju kupaca na NN izvodu zahvaćenim lošim naponskim prilikama uzet je iz tehničke baze podataka, odnosno baze kupaca. Kod navođenja broja kupaca u razmatranje su uzeti svi kupci na predmetnom NN izvodu bez obzira što svi nemaju istu vrijednost napona. U uvodnom razmatranju je navedeno da je dužina niskonaponskih mreža vrlo velika, isto tako ako se radi o povremenom odstupanju napona, nemoguće je odrediti točan broj kupaca u trenutku poremećaja, jer svi kupci svojim opterećenjem (P) utječu na njega. Pri tome se podrazumijeva da će se povećati kvaliteta napajanja i onim kupcima koji većinu vremena imaju naponske prilike sukladne normi.

2.2. Određivanje rang liste objekata

Pri određivanju rang liste objekata za SNP uzeto je u obzir:

- a) Određivanje Koristi (osiguravanje zakonski propisane kvalitete napona, povećanje zadovoljstva kupaca)
 - o Pad napona na razini NN izvoda, podijeljen je u tri razreda (207-10 V, 207-20 V, 207-30V), dobiva se iz podataka o padu napona po NN izvodima,
 - o Broj kupaca na razini NN izvoda, dobiva se iz broja kupaca na pojedinim NN izvodima
- Razredi za optimiranje ulaganja u sanaciju naponskih prilika prikazani su u tablici II.

Tablica II. Razredi za optimiranje ulaganja u SNP

K_{pad napona}: 0,7		K_{kupaca}: 0,3	
Pad napona	Težinski koeficijent (vrijednost razreda)	Broj kupaca	Težinski koeficijent (vrijednost razreda)
207 - 10 V (207 > x >= 197)	0,1	x <= 20	0,1
207 - 20 V (197 > x >= 187)	0,3	20 < x >= 40	0,3
207 - 30 V (x < 187)	0,6	x > 40	0,6

Određivanje Koristi (ukupna korist planiranog zahvata određuje se kao funkcija cilja):

$$Korist = K_{Kupaca} * Vrij_{razreda} + K_{padnapona} * Vrij_{razreda} \quad (1)$$

Gdje je:

K_{kupaca} – težinska vrijednost kriterija broja kupaca

$K_{pad napona}$ – težinska vrijednost kriterija pada napona

- b) Određivanje Troška planiranog zahvata
Ranije je već navedeno da se trošak određuje na temelju jediničnih cijena izgradnje/rekonstrukcije elektrodistribucijskih objekata HEP-ODS-a i taj se pridružuje svakom NN izvodu s naponskim prilikama (planiranom zahvatu) koji odstupa od pravilnikom zadanih vrijednosti. Ukoliko se radi o interpolaciji /izgradnji nove TS uključuju se svi zavisni troškovi pripadajuće TS 10(20)/0,4 kV, odnosno priključni dalekovod, TS, transformator i niskonaponski izlazi. Kako trošak značajno utiče na vrijednost konačnog koeficijenta, zahvatom se predlažu jeftinija rješenja (jednostavnije TS, NN mreže s drvenim stupovima i sl.)
- c) Kriterij za optimiranje
Izračunava se Omjer *Korist/Trošak* na temelju kojeg se radi lista prioriteta po NN izvodima na razini DP-a. Dobivena lista je ujedno i prioritarna lista za prioritet mjerenja i izradu investicijsko-tehničke dokumentacije. Najviši rang imaju objekti s većim vrijednostima.
- d)

2.3. Energetska podloga objekta

Prilikom prikupljanja podataka uočeno je da podaci nisu prikupljeni na jedinstven način. To je najviše uočljivo u vrijednostima izmjerenog ili izračunatog napona, odnosno u tablicama se pojavljuju vrijednosti i ispod 160 V što jedino može predstavljati trenutnu vrijednost napona ili je proračun rađen s maksimalnim opterećenjem prema elektroenergetskim suglasnostima. Nadalje pri navođenju dužine niskonaponskih mreža i tipova vodiča u tablici uočene su nedosljednosti, odnosno nije moguće prepoznati pravu dužinu mreže u odnosu na odcjepe iz iste. Zbog navedenih razloga predložena je izrada energetske podloge za objekte s lošim naponskim prilikama.

Energetska podloga u uvodnom dijelu ukratko pojašnjava problematiku i lokalitet samog objekta. Nadalje opisuje se postojeće stanje i provodi se proračun pada napona i vrijednosti osigurača u niskonaponskoj preži. Na ovaj se način provjerava vjerodostojnost podataka iz tablice. U dijelu II predlaže se energetska obrazložena zahvata u niskonaponskoj mreži i proračun stanja nakon zahvata. U III dijelu prikazani su investicijski troškovi.

Primjer jedne energetske podloge dan je u nastavku:

2.3.1. Postojeće stanje

Potrošači koje se žale na loše naponske prilike napajaju se iz TS Tomašica 1 preko jednog (2) niskonaponska izvoda. Trafostanica je po konstrukciji stupno-željezna i ima ukupno 4 niskonaponska izvoda. Cijela mreža je izvedena vodičima AlFe na drvenim stupovima. Trafostanica je izgrađena 1977. godine. Postojeće stanje trafopodručja prikazano je u tablici III.

Tablica III. Postojeće stanje trafopodručja

POSTOJEĆE STANJE TRAFOPODRUČJA										
Naziv TS 10(20)/0,4 kV	Broj NN izvo- da iz TS	Snaga transf. (kVA)	Opter- ećenje TS (kW)	NN izvodi - naziv	Broj kupa- ca na NN izvod u (kom)	Dužin- a NN izvoda (m)	Tip i presjek NN vodiča (mm ²)	Broj pritu- žbi na kvali- tetu (kom)	Metoda izraču- na napona na kraju izvoda	Napon (L1+L2 +L3/3) (V) na kraju izvoda
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Tomašica	4	100	41,6	Klokočevac	42	850	AlFe 4x25	5	mjerjenje	194,3
				Ukupno:		850				

Prema [2] za trofazni vod izraz za pad napona glasi:

$$\Delta u = 0,693 \cdot k_2 \cdot P \cdot l \cdot (r + x \operatorname{tg} \varphi) \quad (2)$$

Gdje je:

k_2 – faktor težišta opterećenja na voda

P – opterećenje u kW

r, x – jedinične konstante voda (Ω/km)

$\operatorname{tg} \varphi$ – za $\cos \varphi = 0,95$ iznosi 0,3287

$$k_2 = \frac{l_o + l_1 \frac{n-1}{2}}{l_o + l_1 (n-1)} \quad (3)$$

Gdje je:

l_o – udaljenost od TS do prvog kupca na vodu

n – broj kupaca na vodu

l_1 – prosječna udaljenost među kupcima na vodu

Od:	Cpt
Do:	C1
Izvod:	Klokocevac
Tip kabela/voda:	AL/FE 4* 25
Smještaj:	Zrak
Ck:	1
In:	125 A
Duljina:	350 m

P	= 37.1kW	Q	= 1.35kvar
I(rst)	= 53.6 A	I%(rst)	= 43%
ΔP	= 3.77kW		
ΔQ	= 1.04kvar		

Tip Osigurača :	Končar 2NVO 2[100A]
In :	100 A
k :	2.5
Izvod :	Klokocevac
nivo :	1

tmax(Ik1):	>1E4 s
------------	--------

Kriteriji valjanosti odabranog osigurača

Provjera prema vršnom opterećenju

In(osigurač):	100 A
Iv :	53.6 A
In(osigurač) > Iv	⇒ ZADOVOLJAVA
Rezerva:	46%

Provjera prema trajno dopuštenom opterećenju

In(osigurač):	100 A
In(kab/vod):	125 A
In(osigurač) < In(kab/vod)	⇒ ZADOVOLJAVA
Rezerva:	20%

Provjera termičke čvrstoće s obzirom na Ik3

Ik3:	206 A
t(osigura?) = t(Ik3):	403 s topl
t(dop.) = (Ik3x1sek/Ik3)^2:	104 s
t(osigura?) > t(dop.)	⇒ NE ZADOVOLJAVA
Prekora?enje:	287%

Provjera dosega zaštite (minimalni Ik1)

Ios(faz)=Ik1min+Ip * 30%:	136 A
Ios(nul)= :	65.0 A
k*I(osigura?):	250 A
Ios < k*I(osigura?)	⇒ NE ZADOVOLJAVA
Prekora?enje:	84%

Provjera trajanja Ik1min

t(osigura?) = t(Ik1):	>1E4 s topl
TN mreža t(dop.):	5.00 s
t(osigura?) > t(dop.)	⇒ NE ZADOVOLJAVA
Prekora?enje:	>1000%

Naziv čvora:	Kraj mreže
Izvod:	Klokocevac

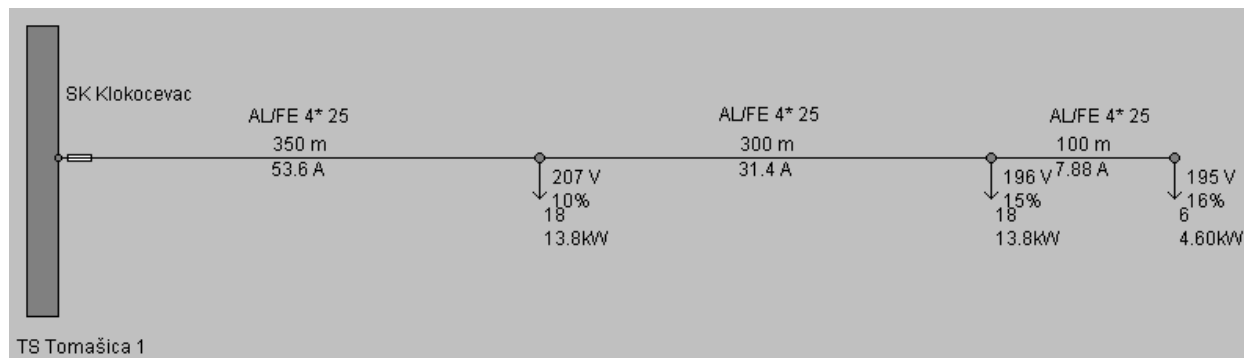
Pv :	4.60kW
cosφ :	1.00

Fazni napon	Pad napona
Vf = 195 V	ΔU = 16%

Za postojeće stanje pad napona iznosi:

$$\Delta u \text{ (izlaz Klokočevac)} = 16\%$$

Na temelju izvršenih mjerenja opterećenja strujnih izvoda, opterećenosti transformatora i napona na krajevima strujnih izvoda, stanje trafopodručja se može prikazati slijedećom pojednostavljenom shemom kako prikazuje slika 1.



Slika 1. Shema STS 10(20)/0,4 kV Tomašica 1, SK Klokočevac

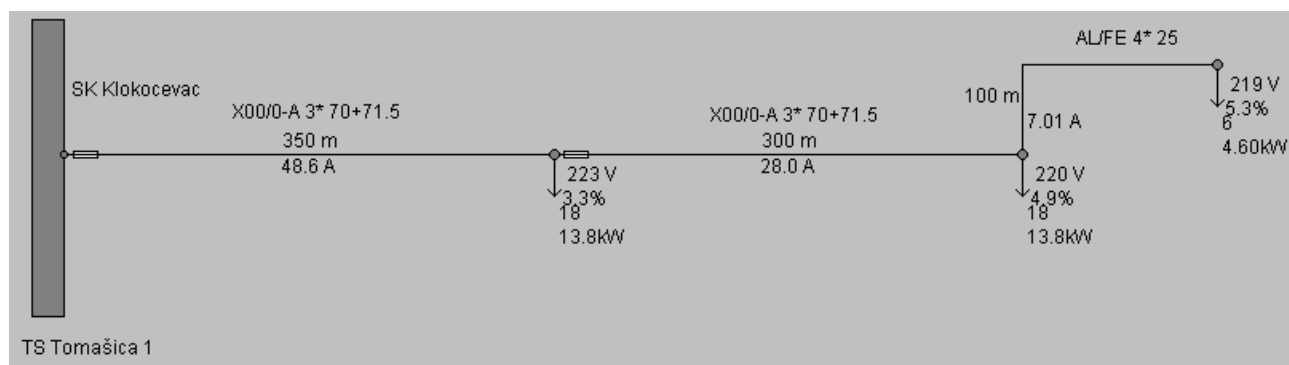
Pojednostavljena shema je u skladu sa [3] i izrađena je uz pomoć aplikacije WINDIS.

2.3.2. Energetsko rješenje

Na osnovu izvršenog mjerenja i provedenog proračuna predlaže se:

- U niskonaponskoj mreži potrebno je izvršiti slijedeće:
 - Rekonstruirati NN mrežu koja se napaja iz postojeće TS Tomašica 1 vodičima X00/0-A 3x70+71,5 mm² u dužini od 650 m
- Ukupno je potrebno izgraditi (rekonstruirati):
 - NN mreža s vodičima X00/0-A 3x70+71,5 mm² (bez priključaka) 650 m

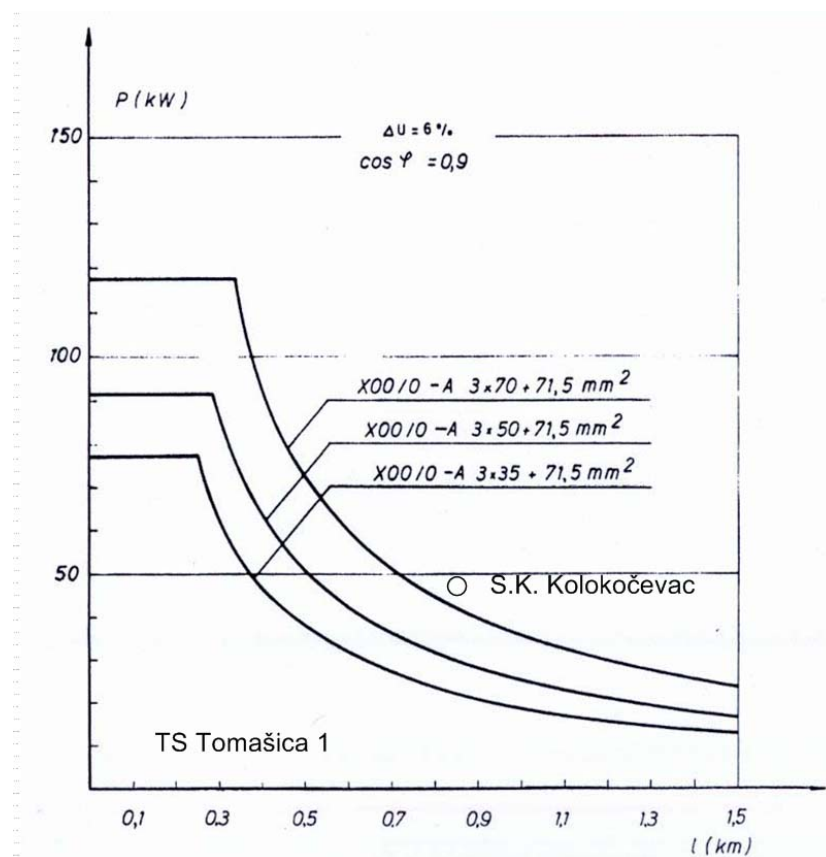
Na slici 2. Prikazana je shema TS 10(20)/0,4 kV Tomašica 1 nakon rekonstrukcije strujnog kruga Klokočevac.



Slika 2. Shema STS 10(20)/0,4 kV Tomašica 1 – rekonstruiran SK Klokočevac

Predloženim energetskim rješenjem, za postojeće opterećenje i dužinu NN izvoda, padovi napona na niskonaponskim izlazima su u skladu s [1], a doseg zaštite je provjeren temeljem dijagrama mogućeg prijenosa NN vodovima [4].

Prema grafikonu dosega zaštite, slika 3., vidi se da je rekonstruirana NN mreža svojom kompletnom dužinom van dosega zaštite. Problem dosega zaštite riješiti će se ugradnjom sekcijskih osigurača na 400 metara od TS Tomašica.



Slika 3. Grafikon doseg zašтите

2.3.3. Investicijski troškovi

U tablici IV. dan je prijedlog rješenja, kao i trošak zahvata u mreži s ciljem rješavanja loših naponskih prilika.

Tablica IV. Prijedlog rješenja i trošak zahvata

ZAHVAT U MREŽI (PRIJEDLOG RJEŠENJA I TROŠAK)				
Predloženi zahvat (REK. MRNN ili INTERPOLACIJA)	Karakter zahvata (navesti pune nazive objekata)	Veličina	Jedinica mjere	Trošak (kn)
1	2	3	4	5
REKONSTRUKCIJA	MRNN IZ TS Tomašica 1	650	m	130.000
	Ukupno:			130.000

3. ODREĐIVANJE TROGODIŠNJEG PLANA ULAGANJA U INVESTICIJSKI PROGRAM SNP

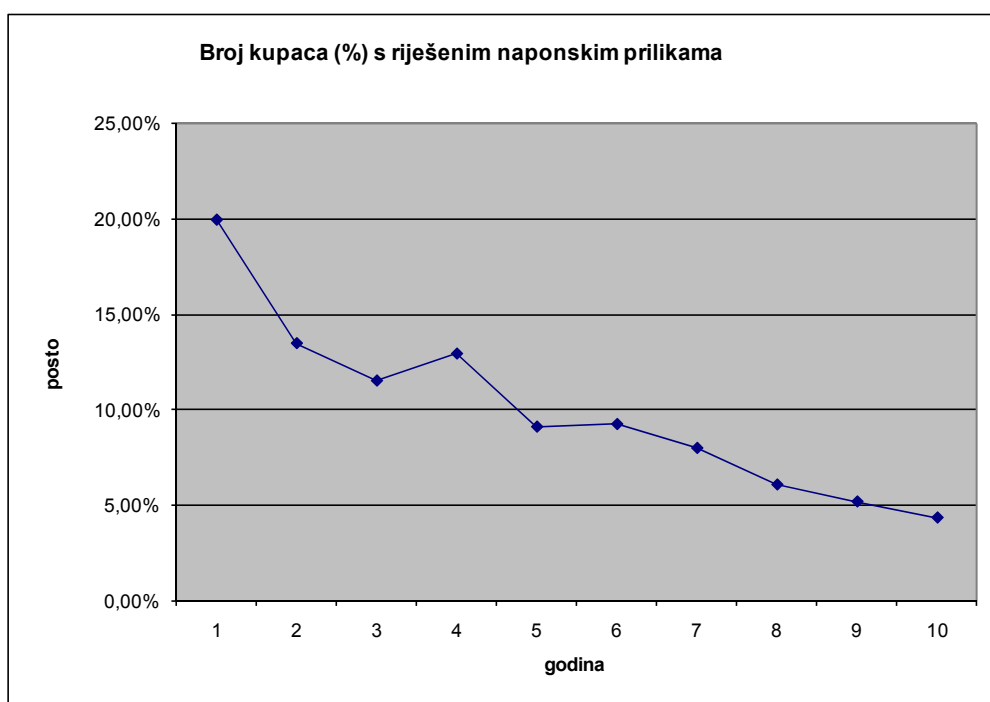
Obveza operatora distribucijske mreže je izrada trogodišnjih planova, a obzirom na obim zahvata, Sanacija naponskih prilika zbog svog prioriteta izdvojena je kao poseban subplan u planu investicija. Zadavanjem kriterija prema kojem je rješavanje naponskih prilika kod najvećeg broja kupaca dobivena je tablica, a prema raspoloživim sredstvima dobivaju se objekti za trogodišnji plan, kao i za iduća razdoblja.

Na ovaj način svakom se kupcu na pritužbu razvidno može odgovoriti u kojem će se periodu sanirati naponske prilike.

Na primjeru Elektre Križ, za cjelokupno saniranje naponskih prilika potrebno je 35.826.367 kn. Ako bi se taj iznos podijelio na 10 godina, odnosno da se u svakoj godini ulaže približno 10%, broj kupaca koji se rješavaju u predmetnom periodu je ne nužno razmjerno veći, što se može vidjeti iz tablice V i slike 4.

Tablica V. Prikaz ulaganja i broja kupaca kojima se rješavaju naponske prilike

Godina	Investicija/godini (kn)	Postotak (%)	Broj kupaca	Broj kupaca (%)	Preostali broj kupaca	Broj NN izvoda	Postotak (%)
1 godina	3.564.767	9,95%	876	19,98%	3509	22	19,13%
2 godina	3.561.630	9,94%	592	13,50%	2917	15	13,04%
3 godina	3.652.550	10,20%	506	11,54%	2411	13	11,30%
4 godina	3.820.750	10,66%	568	12,95%	1843	16	13,91%
5 godina	3.619.050	10,10%	400	9,12%	1443	12	10,43%
Prvih pet godina	18.218.747	50,85%	2942	67,09%		78	67,83%
6 godina	3.638.900	10,16%	406	9,26%	1037	9	7,83%
7 godina	3.487.650	9,73%	351	8,00%	686	8	6,96%
8 godina	3.303.420	9,22%	267	6,09%	419	7	6,09%
9 godina	3.316.850	9,26%	228	5,20%	191	7	6,09%
10 godina	3.860.800	10,78%	191	4,36%	0	6	5,22%
UKUPNO:	35.826.367	100,00%	4385	100,00%		115	100,00%



Slika 4. Broj kupaca (%) s riješenim naponskim prilikama po godinama

Usporedbom podataka o ulaganjima i broju kupaca može se lako zaključiti da će se u budućem periodu morati težiti racionalnim tehničkim rješenjima kako bi se smanjili troškovi ulaganja, a za što je potrebno uključiti cijelu zajednicu u vidu traženih uvjeta i naknada.

4. ZAKLJUČAK

Osnovani tim za sanaciju naponskih prilika je zasigurno pomaknuo pitanje aktivnosti vezanih uz sanaciju naponskih prilika. Problem u pristupu kvalitetnim podacima iz niskonaponske mreže HEP-ODS-a bio je nedostatak sistematičnog načina promatranja problema koji bi bio primijenjen u svim dijelovima ODS-a na sukladan način. Iako su primijenjena teorija izračuna padova napona kroz programske aplikacije i mjerna oprema dovoljno kvalitetnih karakteristika već dugo prisutni kako na tržištu tako i u osnovnim sredstvima HEP-a, nije postojala jasno razrađena i opće prihvaćena jednoobrazna metodologija za primjenu u cijelom HEP-ODS-u. Stoga informacije s kojima se raspolagalo nisu imale dovoljnu težinu za procjenu problema, kao niti mogućnost za usporedbu veličine područja odnosno potrebnih financijskih sredstava za njihovo rješavanje. Ovim pristupom i traženjem kvalitetnih i točnih informacija o lokacijama s problemima vezanih uz naponske prilike dobio se kvalitetan i kvantitativan

pregled, potaknulo sređivanje popisa takovih niskonaponskih mreža i na kraju razradila metodologija za usvajanje poretka ili redoslijeda rješavanja ovih problema. Razmatranom metodologijom pokazano je da uvažavajući tehničke parametre s iznosom raspoloživih novčanih sredstava postoji mogućnost saniranja naponskih prilika najvećem broju kupaca. Svakom se kupcu može odgovoriti približno vrijeme intervencije u mreži i na taj način riješiti evidentirani problemi s naponom.

Radom tima utvrđena je:

- jedinstvena metodologija,
- jedinstvena dokumentacija za predmetni investicijski program, i
- kriteriji za određivanje prioritetne liste ulaganja u SNP.

LITERATURA

- [1] Pravilnik o normiranim naponima za distribucijske niskonaponske električne mreže i električnu opremu (NN 28/00.).
- [2] E. Mihalek, B. Filipović, S. Žutobradić i D. Baldasari: „Upute za projektiranje distributivnih NN mreža“, Energetski institut Hrvoje Požar d.o.o. Zagreb, 1995. godina.
- [3] E. Mihalek, M. Ježić, „Sažetak uputa za projektiranje distributivnih NN mreža“, Energetski Institut Hrvoje Požar d.o.o. Zagreb, svibanj 1995. godine.
- [4] E. Mihalek, M. Rimac, „Koordinacija gubitaka napona u niskonaponskim mrežama“, Institut za elektroprivredu d.o.o. Zagreb“, 1991. godina.