

Goran Licul, dipl.ing.el.
HEP – Operator distribucijskog sustava d.o.o.
Elektoristra Pula
goran.licul@hep.hr

Tin Jakonišić
HEP – Operator distribucijskog sustava d.o.o.
Elektoristra Pula
tin.jakonisic@hep.hr

SANACIJA NAPONSKIH PRILIKA U NISKONAPONSKOJ MREŽI UGRADNJOM AUTOMATSKOG REGULATORA NAPONA

SAŽETAK

Temeljem pritužbi kupaca električne energije na području naselja Rakalj na loše naponske prilike, kao i pojavom novih kupaca na promatranom području, analizirala se mogućnost ugradnje automatskog regulatora napona u niskonaponsku mrežu.

S obzirom da prostorni planovi promatranog područja ne planiraju značajnu izgradnju, odnosno značajno povećanje budućeg konzuma električne energije, izgradnja nove transformatorske stanice 10(20)/0,4 kV nije opravdana. Proračuni su ukazivali da će ugradnja automatskog regulatora napona značajno popraviti naponske prilike na promatranom niskonaponskom izvodu.

U referatu će se prikazati naponske prilike promatranog niskonaponskog izvoda prije i nakon ugradnje automatskog regulatora napona, odabir optimalnog mjesta ugradnje regulatora, kao i potrebni zahvati na niskonaponskoj mreži.

Ključne riječi: regulator napona, naponske prilike, sanacija

IMPROVING VOLTAGE CONDITIONS IN LOW-VOLTAGE NETWORK BY IMPLEMENTATION AUTOMATIC VOLTAGE REGULATOR

SUMMARY

Complaints of electrical energy consumers in Rakalj on condition of low voltage network, as well as the emergence of new consumers in the observed area, raise the issue of the possibility of implementing the automatic voltage regulator.

Since the spatial plan of Rakalj does not allow significant increase in the future consumption of electricity, the construction of a new transformer station 10(20)/0,4 kV is not an option. Calculations indicate that the implementation of the automatic voltage regulation can significantly contribute to the voltage quality at the observed low voltage output.

This work shows voltage conditions of the observed low voltage output before and after the implementation of the automatic voltage regulator, describes how to determine optimal location for implementing automatic voltage regulator as all necessary interventions on the low voltage network.

Key words: voltage regulator, voltage conditions, improving

1. UVOD

Dio konzuma koji se napaja iz TS 10(20)/0,4 kV Rakalj Centar napaja se preko izvoda velike duljine. S obzirom da je na kraju NN izvoda nekoliko kupaca pretežito turističke namjene (kuće za odmor) te izrazito velikog faktora istovremenosti, tijekom turističke sezone zaprimljen je veći broj pritužbi na kvalitetu napona.

Provedenim mjerenjem utvrđeno je da su pritužbe opravdane, te je bilo potrebno pristupiti sanaciji naponskih prilika.

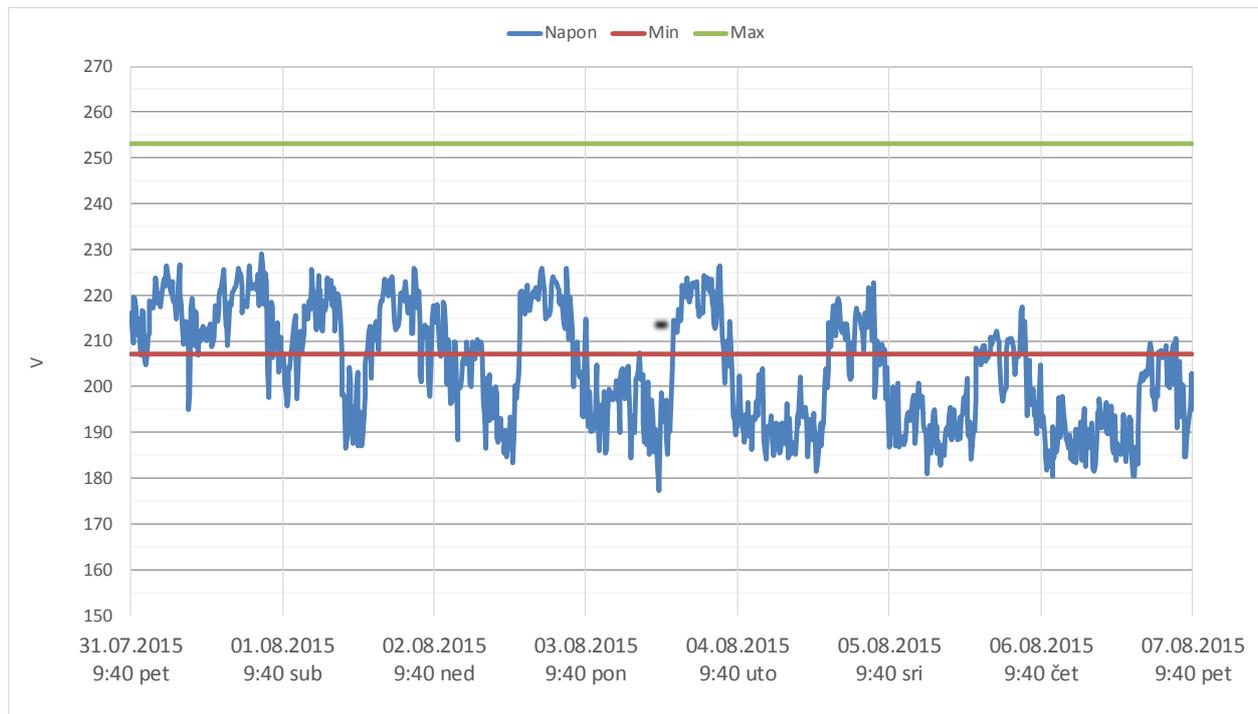
Na promatranom području je zaprimljeno i nekoliko zahtjeva za isporukom električne energije novim kupcima. S obzirom da prostorni plan ne predviđa značajniju izgradnju, izgradnja nove TS nije opravdana, te se razmatrala mogućnost ugradnje automatskog regulatora napona.

Proračuni su ukazivali da će ugradnja automatskog regulatora napona, uz rekonstrukciju dijela postojeće mreže, značajno pridonijeti kvaliteti napona na promatranom niskonaponskom izlazu.

U radu su prikazane naponske prilike na promatranom izlazu prije ugradnje automatskog regulatora napona, proračun optimalnog mjesta ugradnje regulatora, kao i naponske prilike nakon ugradnje automatskog regulatora napona.

2. NAPONSKE PRILIKE NA PROMATRANOM IZVODU PRIJE UGRADNJE AUTOMATSKOG REGULATORA NAPONA

U tijeku turističke sezone 2015. g. provedeno je mjerenje kvalitete električne energije na promatranom niskonaponskom izvodu. Rezultati mjerenja prikazani su na slici 1.



Slika 1. Prosječna 10 minutna vrijednost napona na promatranom izvodu

Vidljivo je da su izmjerene vrijednosti napona na promatranom NN izvodu u određenim vremenskim periodima značajno ispod dozvoljenih ($230 \pm 10\%$).

3. ODABIR OPTIMALNOG MJESTA UGRADNJE AUTOMATSKOG REGULATORA NAPONA

3.1. Ulazni podaci tereta

Teret postojeće TS 10(20)/0,4 kV Rakalj Centar određen je na bazi vršnih snaga kupaca priključenih na navedenu TS te faktora istovremenosti od 0,4. Navedeni faktor istovremenosti odabran je radi velikog udjela turizma u predmetnom području. Svi tereti modelirani su faktorom snage od 0,95.

3.2. Tehnički podaci vodova

Tehnički podaci vodova korištenih za analizu tokova snaga prikazani su u tablici 1.

Tablica 1. Tehnički podaci vodova korišteni u proračunu tokova snaga

Naziv izvoda	Duljina (km)	Oznaka i presjek voda	R_d (Ω/km)	X_d (Ω/km)
Planirani izvod Izlaz prema SSRO Percan Mije 58	0,466	XP00-A 4x150 mm ²	0,203	0,08
	0,03	XP00-A 4x50 mm ²	0,606	0,083
	1,115	SKS 3x35+71,5 mm ²	0,868	0,083

Podaci transformatora 10(20)/0,4 kV u TS 10(20)/0,4 kV Rakalj Centar potrebni za izvođenje proračuna su :

$$S_n = 400 \text{ kVA}$$

$$U_{n(\text{prim})}/U_{n(\text{sek})} = 10(20)/0,42 \text{ kV u položaju 2}$$

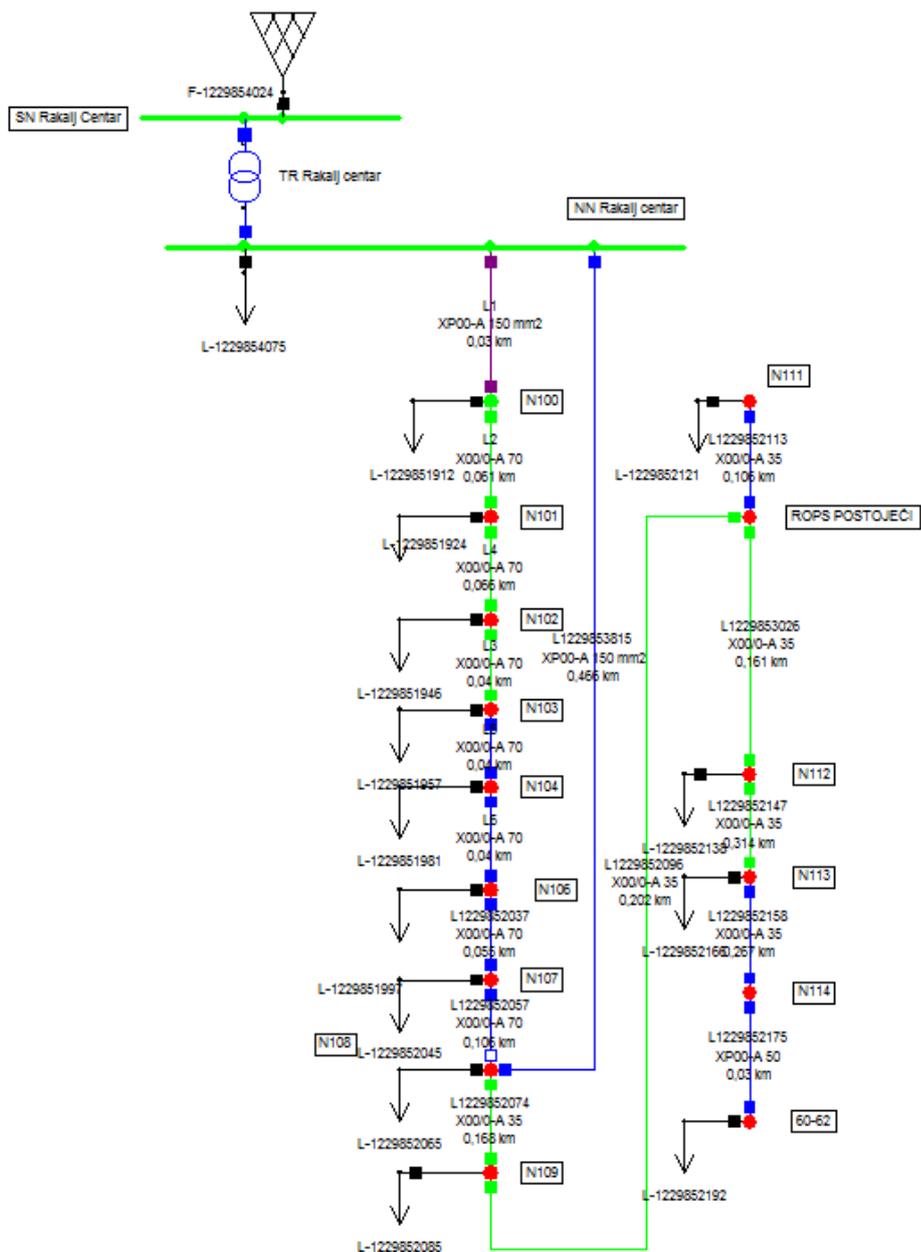
$$u_k(1-2) = 4 \%$$

grupa spoja: Dyn5

Napon na 10 kV sabirnici u TS 10(20)/0,4 kV Rakalj Centar uzet je pri maksimalnim teretima u iznosu od 9,5 kV, a pri minimalnom teretu u iznosu od 10,5 kV što je određeno analizom sredjenaponske mreže. Snaga trolnog kratkog spoja na 10 kV sabirnicama TS 10(20)/0,4 kV Rakalj Centar je uzeta u iznosu od 18,5 MVA.

3.3. Shema mreže u NEPLAN-u

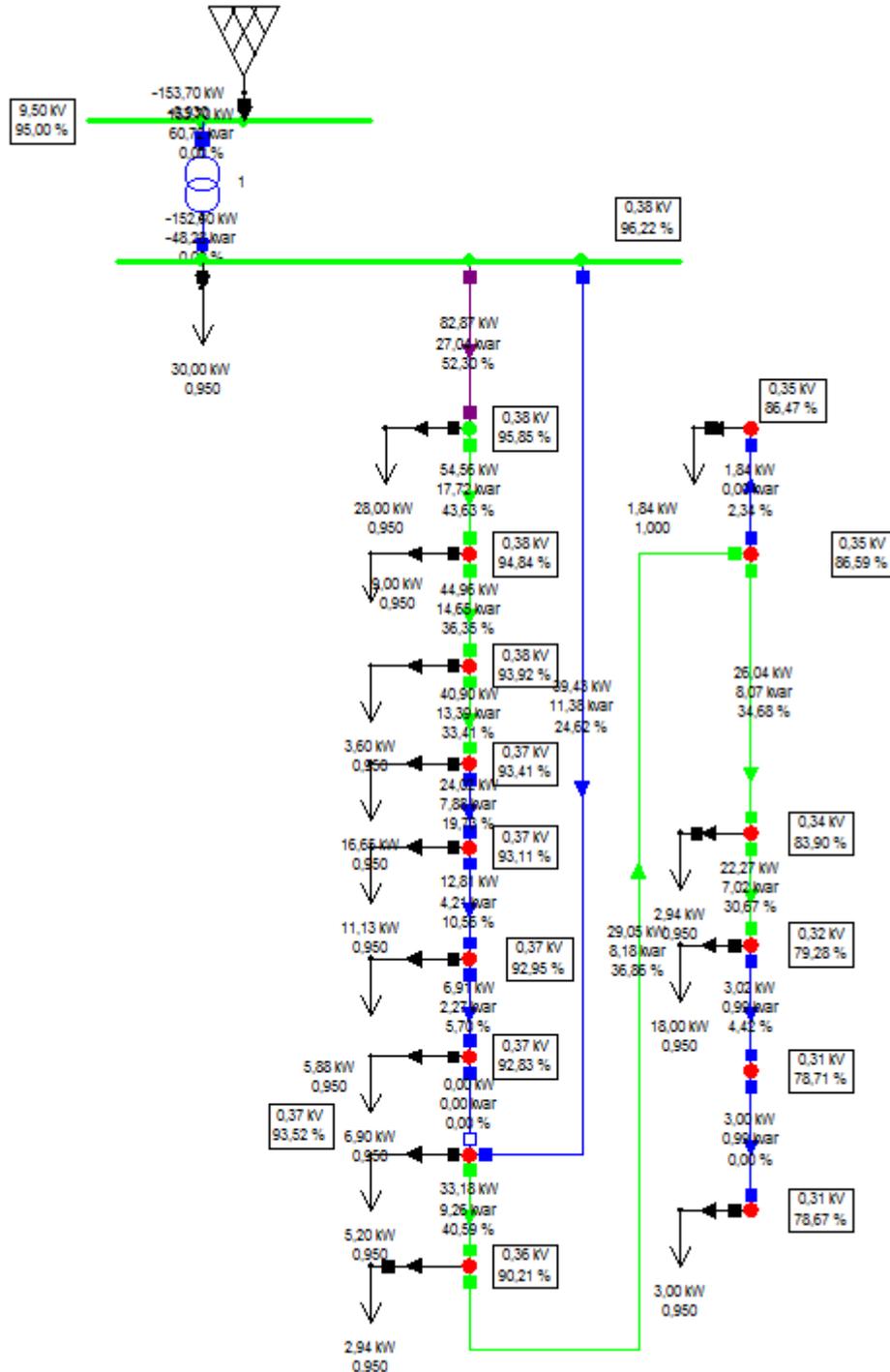
Na slici 2 prikazana je shema modela mreže po kojem su vršeni proračuni.



Slika 2.: Shema modela mreže u NEPLAN-u

3.4. Analiza naponskih prilika NN izvoda bez ugrađenog regulatora

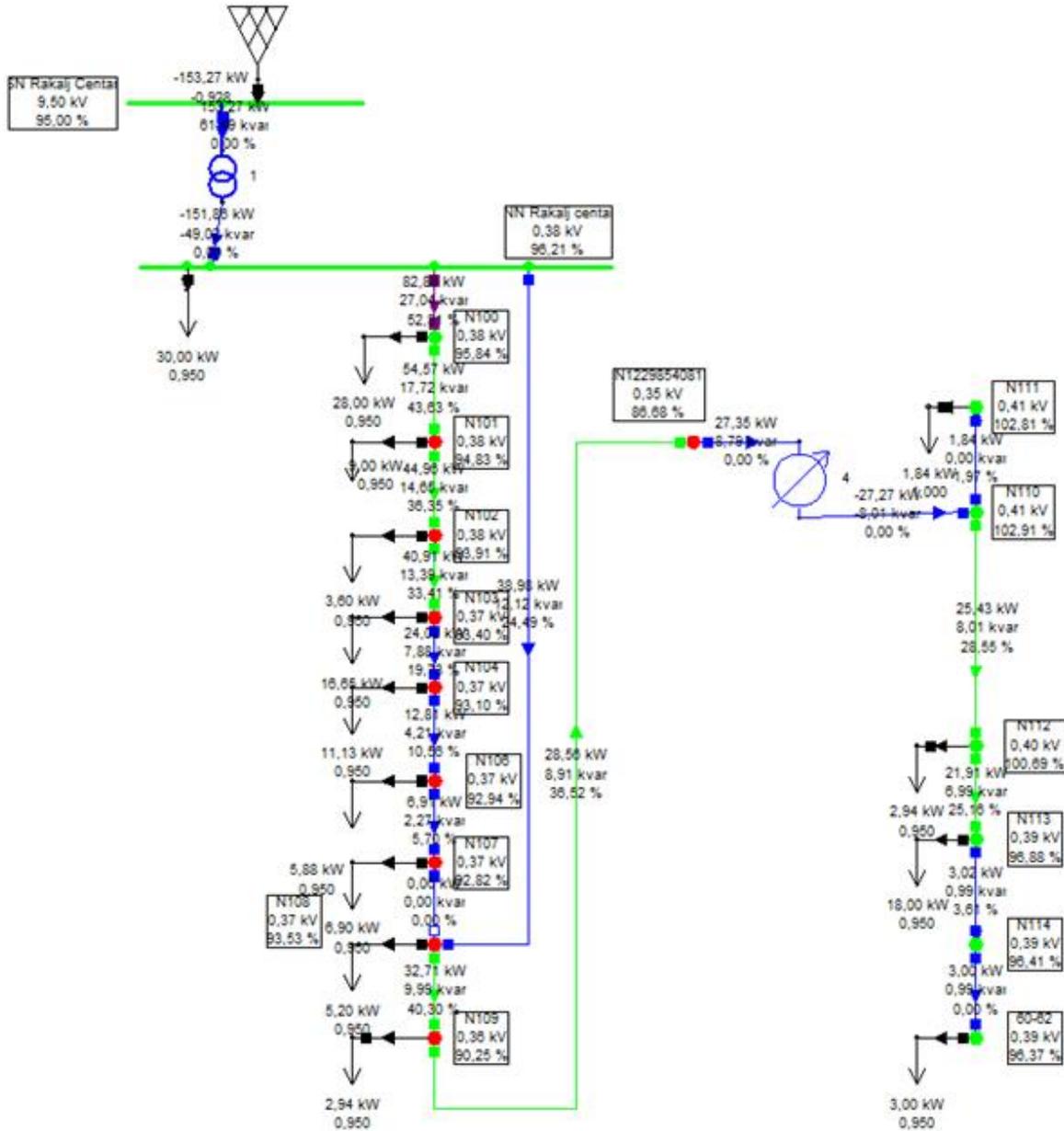
Rezultati proračuna naponskih prilika na promatranom NN izvodu prije ugradnje regulatora prikazani su na slici 3.



Slika 3. Rezultati proračuna naponskih prilika na promatranom niskonaponskom izvodu prije ugradnje regulatora

3.5. Analiza naponskih prilika NN izvoda sa ugrađenim regulatorom

Na slici 4. prikazani su rezultati proračuna naponskih prilika na NN izvodu sa ugrađenim regulatorom na mjestu postojećeg ROPS-a.



Slika 4.: Rezultati proračuna naponskih prilika na promatranom niskonaponskom izvodu nakon ugradnje regulatora

Proračunom niskonaponskog izvoda prije ugradnje regulatora vidljivo je da je pad napona na mjestu postojećeg ROPS-a prvo mjesto u mreži na kojem je pad napona izvan dozvoljenih granica (oko 13%), te je to mjesto u mreži na koji se predviđa ugradnja regulatora. Isto tako, vidljivo je da je pad napona u najudaljenijoj točki mreže oko 22%.

Predviđa se rekonstrukcija NN mreže, odnosno polaganje novog NN kabela XP00-A 4x150 mm² od TS 10(20)/0,4 kV Rakalj Centar do novoizgrađenog SSRO-a Percan Mije 58 u svrhu rasterećenja postojećeg izlaza, te ugradnja regulatora na mjestu postojećeg ROPS-a.

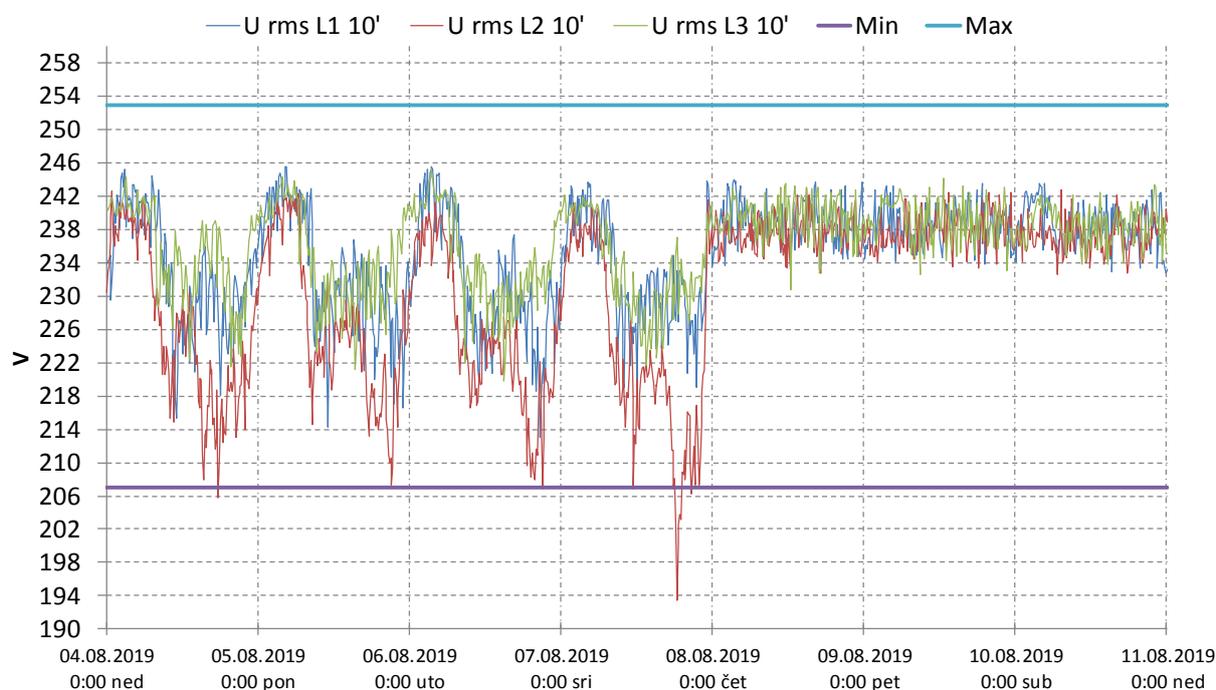
Provedenim proračunom dokazano je da je mjesto postojećeg ROPS-a najoptimalnije za ugradnju regulatora. Isto tako, vidljivo je da su naponske prilike nakon ugradnje regulatora duž cijelog NN izvoda unutar dozvoljenih granica ($\pm 10\%$).

4. NAPONSKE PRILIKE NA PROMATRANOM IZVODU NAKON UGRADNJE AUTOMATSKOG REGULATORA NAPONA

Automatski regulator napona ugrađen je sukladno proračunu, na mjestu postojećeg ROPS-a. Isto tako, položen je novi kabel XP00-A 4x150 mm² od TS 10(20)/0,4 kV Rakalj Centar do novoizgrađenog SSRO-a Percan Mije 58 u svrhu rasterećenja postojećeg izlaza iz TS 10(20)/0,4 kV Rakalj Centar koji je prvobitno napajao navedene kupce SKS-om 3x70+71,5 mm². Nakon ugradnje postavljeno je mjerenje kvalitete napona.

Mjerenje kvalitete napona vršeno je u kolovozu 2019. g.

Na slici 5. prikazani su rezultati mjerenja kvalitete napona na promatranom NN izvodu nakon rekonstrukcije mreže i ugradnje regulatora.



Slika 5.: Prosječna 10 minutna vrijednost napona na promatranom NN izvodu nakon ugradnje regulatora

Regulator napona nije bio u funkciji do 08.08.2019. Bolje naponske prilike do 08.08.2019. rezultat su rekonstrukcije NN mreže. Iako su naponske prilike nakon rekonstrukcije značajno bolje, ipak u pojedinim trenucima iznos napona pada ispod dozvoljenih vrijednosti.

Nakon ugradnje regulatora napona (nakon 08.08.2019.) naponske prilike su stabilne.

5. ZAKLJUČAK

Temeljem pritužbi kupaca električne energije na području naselja Rakalj na loše naponske prilike, kao i pojavom novih kupaca na promatranom području, analizirala se mogućnost ugradnje automatskog regulatora napona u niskonaponsku mrežu.

Nakon izvršenog proračuna te mjerenjem kvalitete napona ustanovljeno je kako je pad napona u najudaljenijoj točki mreže 22 %.

Ugradnjom automatskog regulatora napona te polaganjem novog kabela XP00-A 4x150 mm² od TS 10(20)/0,4 kV Rakalj Centar do novoizrađenog SSRO-a u svrhu rasterećenja postojećeg izlaza iz TS 10(20)/0,4 kV Rakalj Centar koji je prvobitno napajao navedene kupce SKS-om 3x70+71,5 mm² podignuta je vrijednost napona kako bi pad napona u najudaljenijoj točki bio unutar propisanih granica $\pm 10\%$. Stabilizator omogućuje regulaciju izlaznog napona u odnosu na ulazni u opsegu od $\pm 20\%$, u koracima od 5%.

6. LITERATURA

- [1] Alen Pavlinić, Tin Jakonišić : Proračun optimalnog mjesta ugradnje stabilizatora napona u TS 10(20)/0,4 kV Rakalj centar, HEP ODS d.o.o. Elektroistra Pula, Pula, Hrvatska, ožujak, 2019.
- [2] Alen Pavlinić, Tin Jakonišić : Ugradnja automatskog regulatora niskog napona-Tehničko rješenje, HEP ODS d.o.o. Elektroistra Pula, Pula, Hrvatska, ožujak, 2019.
- [3] Tin Jakonišić : Elaborat optimalnog tehničkog rješenja priključenja građevine na niskonaponsku distribucijsku elektroenergetsku mrežu, HEP ODS d.o.o. Elektroistra Pula, Pula, Hrvatska, prosinac, 2018.