

Filip Damjanović  
HEP ODS d.o.o.  
[filip.damjanovic@hep.hr](mailto:filip.damjanovic@hep.hr)

Tomislav Cerovečki  
HEP ODS d.o.o.  
[tomislav.cerovecki@hep.hr](mailto:tomislav.cerovecki@hep.hr)

Roko Ivković  
HEP ODS d.o.o.  
[roko.ivkovic@hep.hr](mailto:roko.ivkovic@hep.hr)

## PODRŠKA ODRŽAVANJU NAPONA JALOVOM SNAGOM U DISTRIBUCIJSKOM SUSTAVU KAO UVJET ZA PRIKLJUČENJE ELEKTRANA NA DISTRIBUCIJSKU MREŽU

### SAŽETAK

Prije stupanja na snagu Mrežnih pravila distribucijskog sustava (Narodne novine, broj 74/18), elektrane nisu imale mogućnost aktivnog sudjelovanja u održavanju napona. Budući da je u većem broju slučajeva prepoznato da bi aktivno sudjelovanje elektrana u regulaciji napona pozitivno utjecalo na mogućnosti vođenja sustava i smanjenje troškova priključenja, novim Mrežnim pravilima distribucijskog sustava propisano je da sve elektrane, čije se priključenje na distribucijsku mrežu razmatra, moraju imati sposobnost aktivnog doprinosa održavanju napona unutar propisanih granica (pogon s faktorom snage 0,9 induktivno (poduzbuđeno) do 0,9 kapacitivno (naduzbuđeno)), što se ne smatra pomoćnom uslugom. U radu će se na jednostavnom primjeru utvrditi prednosti i nedostaci ovog tehničkog rješenja te će se prikazati iskustva u dosadašnjoj praksi.

**Ključne riječi:** distribucijska mreža, elektrana, održavanje napona, priključenje na mrežu

## SUPPORTING VOLTAGE MAINTENANCE WITH REACTIVE POWER IN THE DISTRIBUTION SYSTEM AS A CONDITION FOR CONNECTING POWER PLANTS TO THE DISTRIBUTION NETWORK

### SUMMARY

Prior to the entry into force of the Grid code for the Distribution System Operator (Official Gazette, No. 74/18), power plants were not able to participate actively in maintaining the voltage. Since it has been recognized in a number of cases that the active participation of power plants in voltage regulation would have a positive effect on system management capabilities and reduction of connection costs, the new Distribution System Operator Grid code stipulate that all power plants under consideration for distribution must have the ability to actively contribute to maintaining the voltage within the prescribed limits (power factor of 0,9 inductive (underexcited) to 0,9 capacitive (overexcited)), which is not considered ancillary service. This paper will identify, by a simple example, the advantages and disadvantages of this technical solution and will present the experience in the practice so far.

**Key words:** distribution network, power plant, voltage maintenance, connection to the grid

## 1. UVOD

Mrežnim pravilima distribucijskog sustava uređuju se tehnički uvjeti priključenja korisnika distribucijske mreže na elektroenergetsku distribucijsku mrežu, planiranje razvoja mreže, pogon i način vođenja mreže te korištenje mreže. Njima se posebno propisuju tehnički uvjeti za pristup mreži i korištenje mreže te obveze korisnika mreže u tehničkom pogledu. Prema ključnim kriterijima za planiranje razvoja mreže dopušteno odstupanje napona za obračunska mjerna mjesta na srednjem i niskom naponu iznosi  $\pm 10\%$  nazivnog napona za sva uklopna stanja u stanju normalnog pogona mreže. Iznosi strujnog opterećenja svakog elementa sustava (bilo koje dionice nadzemnog voda/kabela ili transformatora) moraju biti manji od maksimalno dozvoljenih vrijednosti (100% nazivne struje nadzemnih vodova/kabela te 100% nazivne snage transformatora). Prije stupanja na snagu trenutno važećih Mrežnih pravila, vrijedila su Mrežna pravila elektroenergetskog sustava prema kojima je sve mjere u regulaciji napona u distribucijskoj mreži provodio operator sustava (HEP ODS) [4]. Kako bi se naponske prilike dovele u dopuštene granice i u mreži stvorili tehnički uvjeti za priključenje elektrane, pristupalo se metodama kao što su promjena presjeka vodiča, promjena uklopnog stanja, promjena položaja regulacijskih preklopki, ugradnja transformatora s mogućnošću automatske regulacije napona u pojnu TS 35/10(20) kV. Novim Mrežnim pravilima definirani su dodatni uvjeti za priključenje postrojenja i instalacije proizvođača. Postrojenje i instalacija proizvođača priključeni na mrežu moraju imati sposobnost aktivnog doprinosa održavanju napona unutar propisanih granica, što se ne smatra pomoćnom uslugom. Postrojenje i instalacija proizvođača priključeni na mrežu moraju imati mogućnost pogona s faktorom snage 0,9 induktivno (poduzbuđeno) do 0,9 kapacitivno (naduzbuđeno) [1]. U nastavku će se na jednostavnom primjeru modela elektroenergetske mreže prikazati utjecaj priključenja Sunčane elektrane priključne snage 5 MW na strujno-naponske prilike i gubitke u mreži te navesti nekoliko primjera primjene tehničkog rješenja u izradi elaborata optimalnog tehničkog rješenja priključenja.

## 2. PRORAČUN U MODELU ELEKTROENERGETSKOG SUSTAVA

### 2.1. Opis modela elektroenergetskog sustava

Kao primjer poslužit će testna 35 kV mreža koja se temelji na stvarnoj konfiguraciji i stvarnim mjernim podacima mreže HEP ODS-a s ciljem prikaza utjecaja priključenja Sunčane elektrane i njene obveze da sudjeluje u regulaciji napona. Mreža se sastoji od pojne TS 110/35/20 kV Volfram i TS 35/10 kV Cink koja se napaja preko 35 kV prstena kojeg čine izvod VP 35 kV Lakat i VP 35 kV Cink. Elektroenergetska mreža modelirana je i potrebni proračuni izrađeni su u programskom paketu NEPLAN 5.5.8.

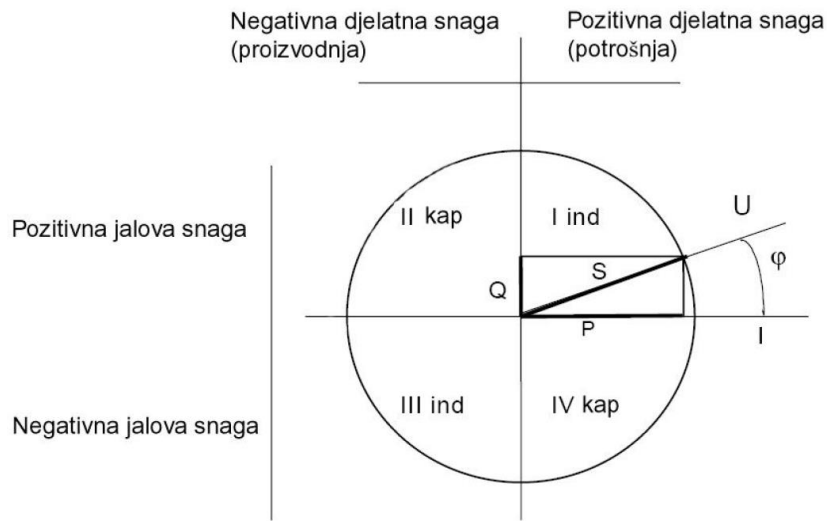
Model promatranog dijela elektroenergetskog sustava izrađen je na temelju podataka o tehničkim parametrima elemenata mreže (vodovi, transformatori), podataka o 15-minutnim opterećenjima TS 110/35/20 kV Volfram i TS 35/10 kV Cink te podataka o 15-minutnoj proizvodnji postojećih proizvođača koji se napajaju iz razmatranog dijela mreže. Analizira se dan u kojem je nastupio minimum potrošnje TS 35/10 kV Cink u 2018. godini (25.06.2018.) budući da se tada očekivano pojavljuju najviši naponi u mreži. Rezultati proračuna su zadovoljavajući ako su iznosi napona unutar granica propisanih Mrežnim pravilima distribucijskog sustava ( $90 - 110\% U_n$ ) te ako su iznosi strujnog opterećenja svakog elementa sustava (bilo koje dionice nadzemnog voda/kabela ili transformatora) manji od maksimalno dozvoljenih vrijednosti (100% nazivne struje nadzemnih vodova/kabela te 100% nazivne snage transformatora).

Uz svaki transformator nalazi se oznaka položaja regulacijske preklopke (za transformatore 110/x kV vrijedi: -10 najniži položaj, 0 srednji položaj, 10 najviši položaj, a za sve ostale transformatore vrijedi: -2 najniži položaj, 0 srednji položaj, 2 najviši položaj). Usporedba nazivnih položaja regulacijskih preklopki (programski paket NEPLAN i natpisna pločica) transformatora standardnog prijenosnog omjera (35(30)/10,5(21) kV) dana je u Tablica I.

Tablica I Položaji regulacijskih preklopki transformatora u TS 35/10(20) kV

NEPLAN	Natpisna pločica		U1 [V]	U2 [V]		Napon na sekundaru (promjena)
2	1	+5%	36750 (31500)	21000	10500	-5%
1	2	+2,5%	35875 (30750)	21000	10500	-2,5%
<b>0</b>	<b>3</b>	<b>Nazivni napon</b>	<b>35000 (30000)</b>	<b>21000</b>	<b>10500</b>	<b>0</b>
-1	4	-2,5%	34125 (29250)	21000	10500	+2,5%
-2	5	-5%	33250 (28500)	21000	10500	+5%

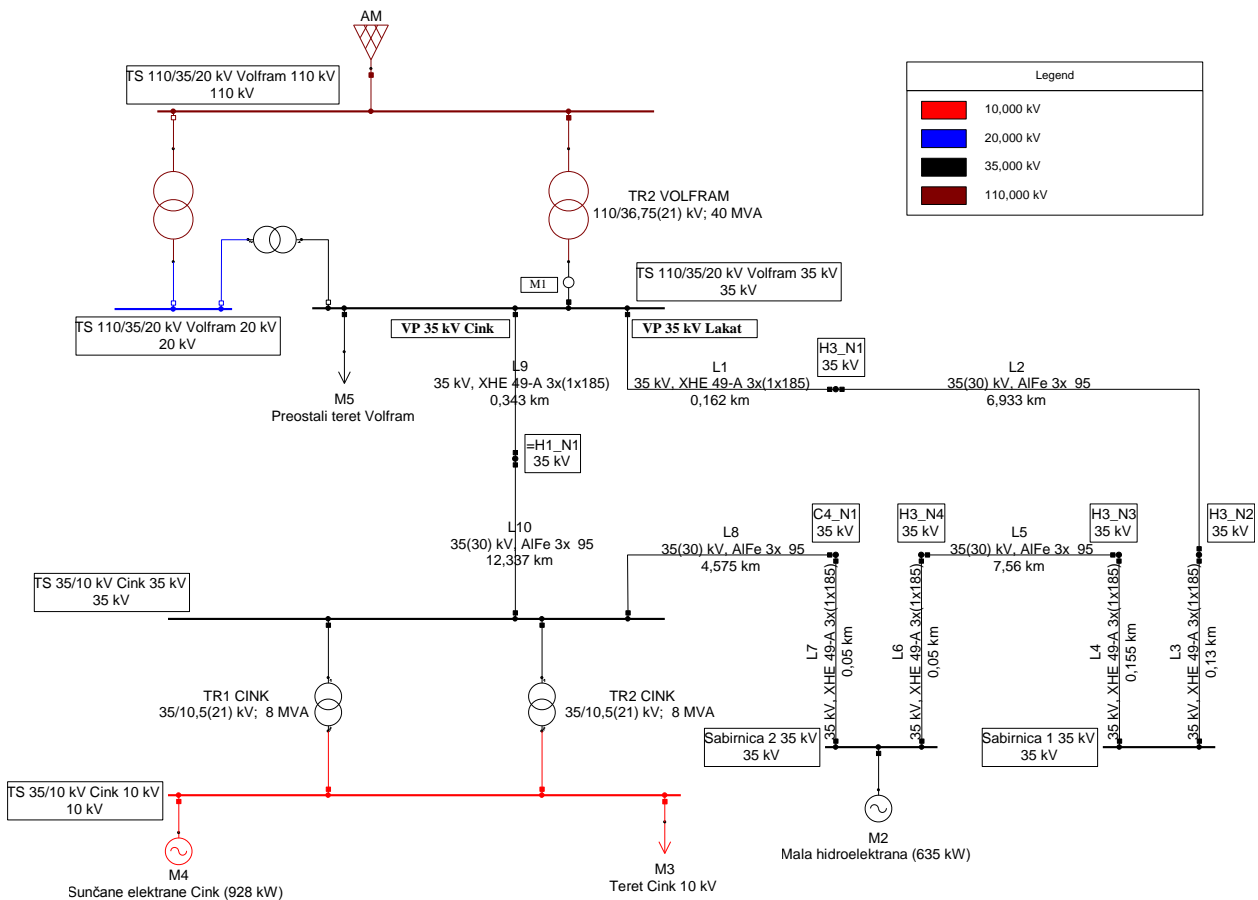
U modelima mreže radna energija preuzeta iz mreže i pripadna snaga označavaju se pozitivnim smjerom (potrošnja), a radna energija isporučena u mrežu i pripadna snaga označavaju se negativnim smjerom (proizvodnja). Jalova energija i snaga u prvom i trećem kvadrantu imaju induktivni karakter, a u drugom i četvrtom kvadrantu imaju kapacitivni karakter (Slika 1).



Slika 1 Definicije kvadranta prema IEC 61268:1995 [3]

## 2.2. Postojeće stanje mreže

Osnovni tehnički parametri SN nadzemnih vodova, kabela i transformatora prikazani su na jednopolnoj shemi postojeće elektroenergetske mreže u okruženju promatrane lokacije (Slika 2).

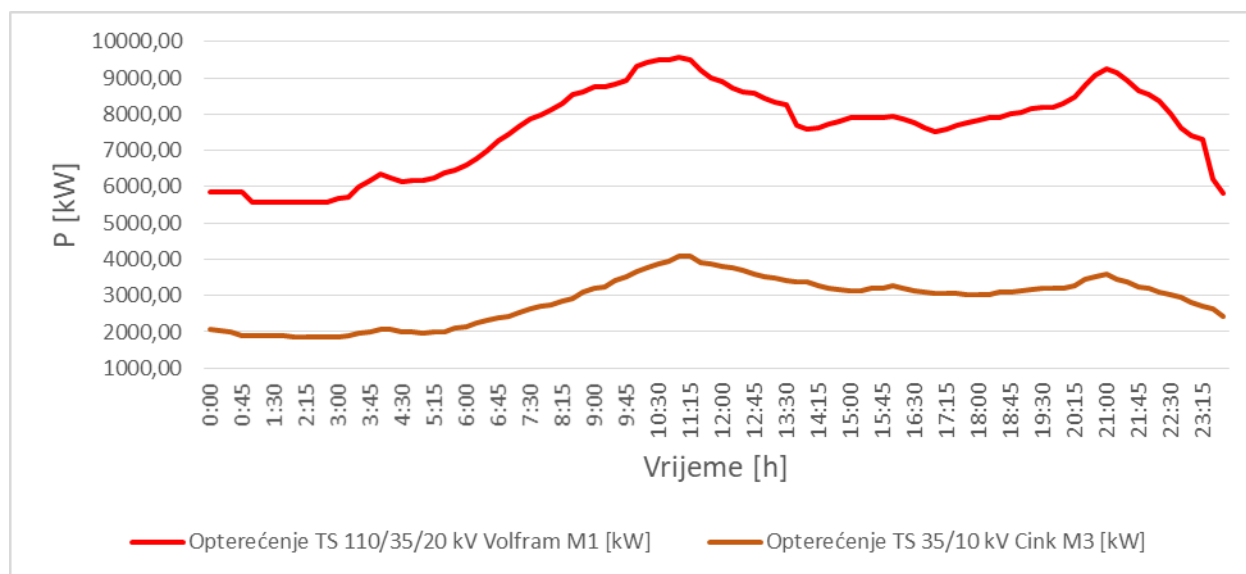


Slika 2 Jednopolna shema postojeće elektroenergetske mreže u okruženju promatrane lokacije

Razmatrana mreža modelira se do nadređene točke s automatskom regulacijom napona. Razmatrana mreža ima reguliran napon na 35 kV naponskoj razini u TS 110/35/20 kV Volfram koji u modelu iznosi 105% Un. U TS 35/10 kV Cink ugrađena su dva transformatora 35/10 kV, 8 MVA. Nazivni prijenosni omjer TR 35/10 kV u TS 35/10 kV Cink je 35/10,5 a regulacijska preklopka je postavljena u srednji položaj.

### 2.2.1. Modeliranje opterećenja

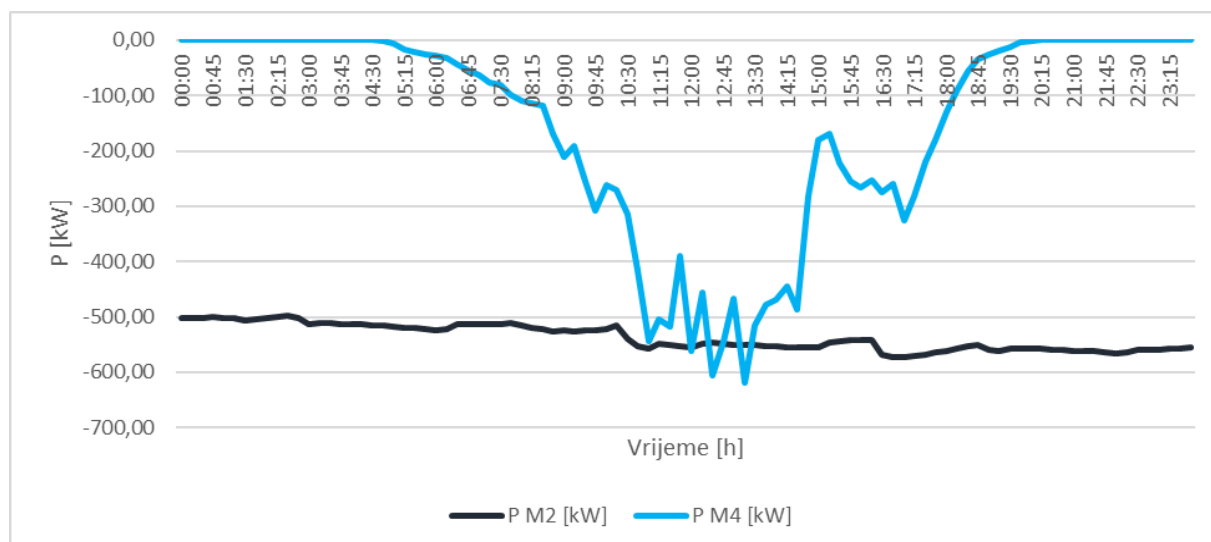
Dijagrami opterećenja za TS 110/35/20 kV Volfram (točka mjerenja u modelu M1) i TS 35/10 kV Cink (točka mjerenja u modelu M3), za dan ostvarenja minimalne potrošnje TS 35/10 kV Cink (15-minutna mjerenja za 25.06.2018.) prikazani su na slici Slika 3.



Slika 3 Dnevni dijagram opterećenja TS 110/35/20 kV Volfram i TS 35/10 kV Cink za dan ostvarenja minimalne potrošnje TS 35/10 kV Cink

### 2.2.2. Modeliranje postojećih proizvođača

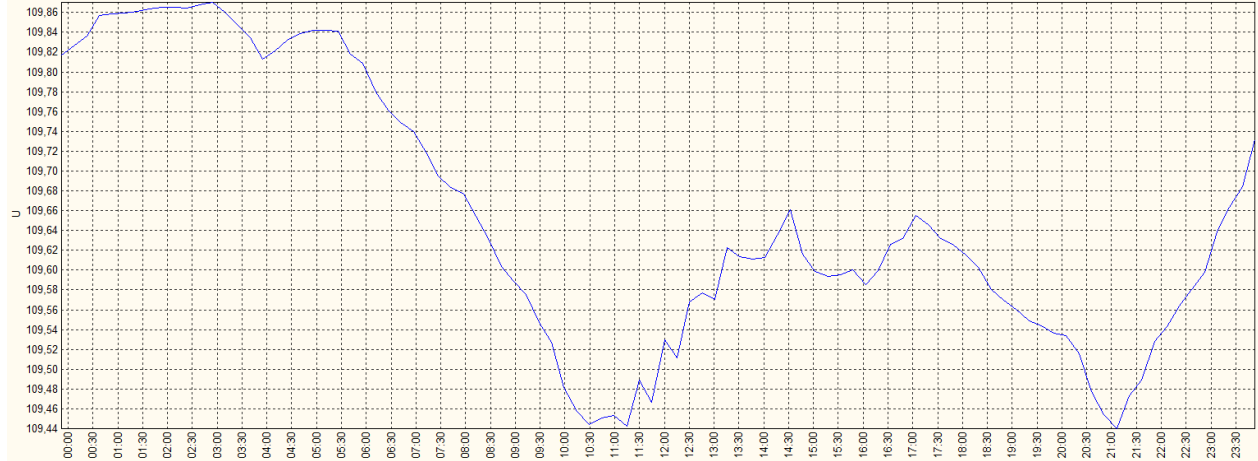
U razmatranoj mreži u trajnom pogonu su značajni proizvođači: mala hidroelektrana priključne snage 635 kW (točka mjerenja u modelu M2) i sunčane elektrane ukupne priključne snage 928 kW (točka mjerenja u modelu M4). Dijagrami proizvodnje postojećih elektrana za dan ostvarenja minimalne potrošnje TS 35/10 kV Cink (15-minutna mjerenja za 25.06.2018.) prikazani su na Slika 4.



Slika 4 Dnevni dijagram proizvodnje proizvođača u trajnom pogonu za dan ostvarenja minimalne potrošnje TS 35/10 kV Cink

### 2.2.3. Analiza postojećeg stanja mreže prije priključenja Sunčane elektrane

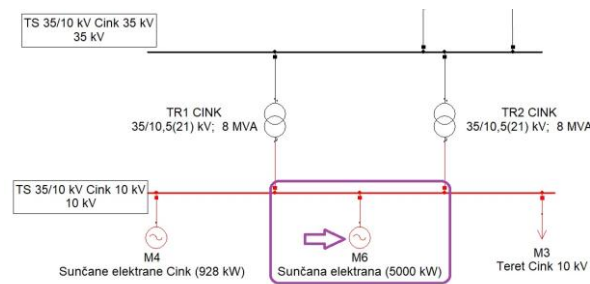
Nakon parametriranja modela mreže, pomoću opcije Load flow with Load profiles u NEPLAN-u izvršava se proračun tokova snaga za razmatrano razdoblje od 24 h. Proračuni pokazuju da su iznosi napona u svim čvorištima mreže unutar zadanih granica prema Mrežnim pravilima distribucijskog sustava. Naponske prilike u čvorištu u koje će se priključiti Sunčana elektrana, 10 kV sabirnice u TS 35/10 kV Cink, prikazane su na Slika 5. Najviši iznos napona na promatranim sabirnicama je 109,86% Un.



Slika 5 Napon na 10 kV sabirnicama u TS 35/10 kV Cink

### 2.3. Stanje mreže s priključenom Sunčanom elektranom

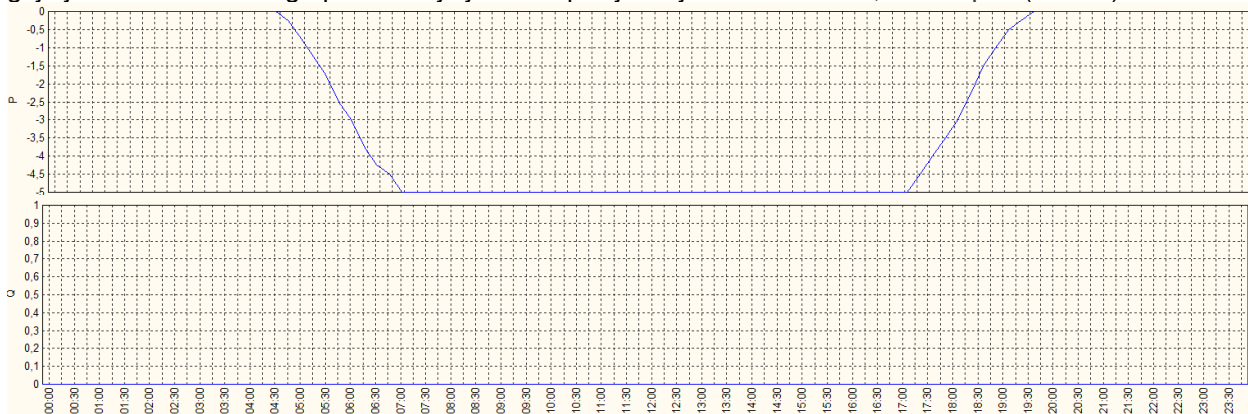
Stanje promatranog dijela elektroenergetskog sustava nakon priključenja Sunčane elektrane može se ocijeniti kroz analizu strujno-naponskih prilika, prema metodologiji, kriterijima i postavkama proračuna jednakim kao za stanje sustava prije priključenja predmetnog korisnika. Mjesto priključenja buduće Sunčane elektrane su 10 kV sabirnice u TS 35/10 kV Cink (Slika 6).



Slika 6 Mjesto priključenja Sunčane elektrane u modelu mreže

#### 2.3.1. Modeliranje buduće Sunčane elektrane

Proizvodnja buduće Sunčane elektrane modelira se prema referentnom dnevnom dijagramu proizvodnje gdje je maksimalna snaga proizvodnje jednaka priključnoj snazi elektrane, uz  $\cos\phi=1$  (Slika 7).

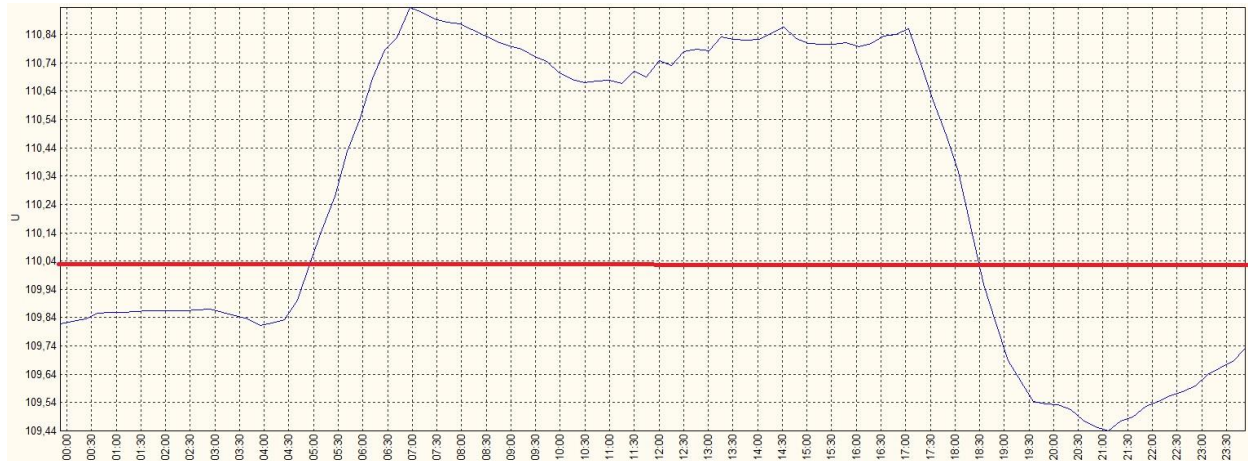


Slika 7 Proizvodnja Sunčane elektrane u modelu mreže



### 2.3.2. Analiza stanja mreže s priključenom Sunčanom elektranom

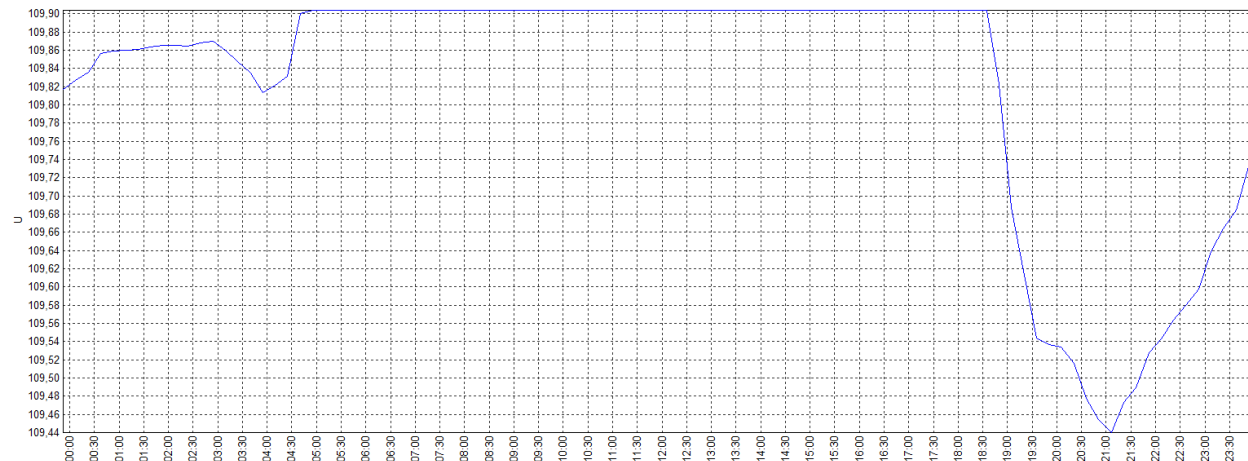
Proračun tokova snaga za stanje razmatrane mreže nakon priključenja Sunčane elektrane pokazuje da proizvodnja Sunčane elektrane utječe na povišenje napona na 10 kV sabirnicama u TS 35/10 kV Cink te prelazi dopuštenih 110% Un.



Slika 8 Napon na 10 kV sabirnicama u TS 35/10 kV Cink nakon priključenja Sunčane elektrane

### 2.3.3. Podrška održavanju napona jalovom snagom

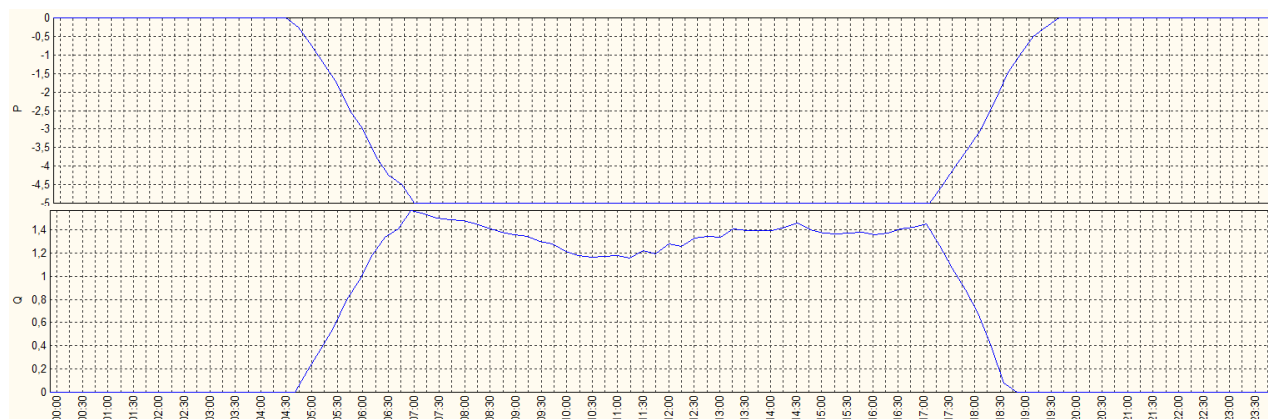
Naponske prilike u mreži nisu zadovoljene pa se u svrhu održavanja napona unutar propisanih granica razmatra doprinos Sunčane elektrane održavanju napona unutar propisanih granica pogonom s faktorom snage 0,9 induktivno (poduzbuđeno) do 0,9 kapacitivno (naduzbuđeno). Model je postavljen tako da Sunčana elektrana svojim doprinosom ne smije dozvoliti povišenje napona na 10 kV sabirnicama u TS 35/10 kV Cink iznad 109,90% Un. Proračun tokova snaga pokazuje da Sunčana elektrana radi upravo to, zaustavlja porast napona iznad dopuštene granice (Slika 9).



Slika 9 Napon na 10 kV sabirnicama u TS 35/10 kV Cink nakon priključenja Sunčane elektrane uz njen doprinos održavanju napona unutar zadanih granica

U ovom slučaju se zaključuje da je priključenje Sunčane elektrane moguće uz režim rada da Sunčana elektrana mijenja svoj faktor snage proizvodnje u ovisnosti o tome koliko jalove snage je potrebno preuzeti iz mreže da bi se snizio napon na ciljanim sabirnicama. Razine proizvodnje radne snage i preuzimanja jalove snage iz mreže Sunčane elektrane prikazane su na Slika 10. Navedeni režim rada ne utječe na proizvodnju radne snage. Količina preuzete jalove snage u svakom trenutku je takva da zadržava razinu napona na maksimalno dopuštenih 109,90% Un. Faktor snage proizvodnje Sunčane elektrane se tokom dana mijenja, ovisno o potrebi, u granicama od  $\cos\varphi= 0,95$  kapacitivno do  $\cos\varphi= 0,98$  kapacitivno.

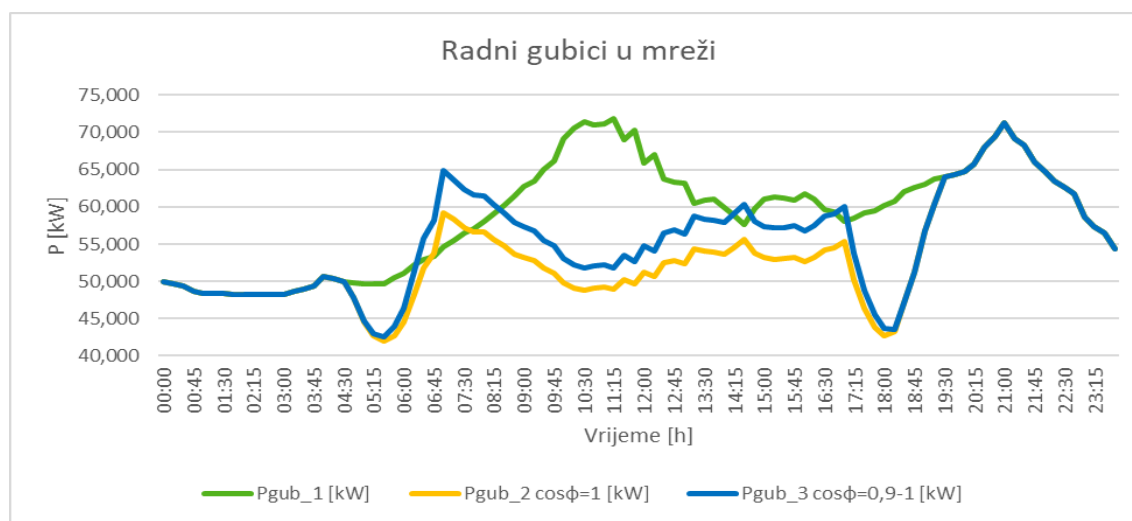
Na temelju provedenih proračuna, za redovno uklopno stanje mreže s priključenom Sunčanom elektranom, uz režim podrške održavanju napona jalovom snagom, zaključuje se da su iznosi napona u svim čvorištima mreže unutar propisanih granica prema Mrežnim pravilima distribucijskog sustava.



Slika 10 Proizvodnja radne snage i preuzimanje jalove snage, Sunčana elektrana

## 2.4. Usporedba gubitaka u mreži

Na slici Slika 11 prikazano je kako se ponašaju radni gubici u mreži ovisno o tome radi li se o mreži prije priključenja Sunčane elektrane, mreži s priključenom elektranom uz  $\cos\phi = 1$  ili  $\cos\phi = 0,9$  kap. – 1. Zanimljivo je primijetiti kako su nakon priključenja elektrane gubici u jutarnjim satima povećani u odnosu na stanje prije, budući da u tim satima prevladava utjecaj proizvodnje u odnosu na potrošnju.



Slika 11 Radni gubici u mreži za razmatrani 24-satni period

U Tablica II prikazana je usporedba ukupnih radnih gubitaka u mreži za razmatrane slučajeve (površina ispod P-t grafa na slici Slika 11). Može se primijetiti da priključenje Sunčane elektrane pozitivno utječe na smanjenje radnih gubitaka u mreži. Najmanji gubici u mreži su u slučaju rada Sunčane elektrane s faktorom snage proizvodnje  $\cos\phi = 1$  no tada su naponske prilike izvan dozvoljenih granica. Vraćanje naponskih prilika unutar dozvoljenih granica režimom rada podrške napona jalovom snagom odvija se na račun povećanja ukupnih gubitaka u mreži, no i dalje su ti gubici manji od stanja u postojećoj mreži.

Tablica II Usporedba ukupnih radnih gubitaka u mreži

Redni broj	Slučaj	Puk_gubici [kWh]
1.	Postojeća mreža	1401,586
2.	Priključena Sunčana elektrana $\cos\phi = 1$	1266,531
3.	Priključena Sunčana elektrana $\cos\phi = 0,9$ kap. - 1	1314,632

### **3. PRIMJENA PROPISA U DOSADAŠNJOJ PRAKSI**

Stupanjem na snagu Mrežnih pravila distribucijskog sustava, novi uvjet za priključenje postrojenja i instalacije proizvođača, prema kojem proizvođač mora imati sposobnost aktivnog doprinosa održavanju napona unutar propisanih granica, počeo se primjenjivati kao standardno rješenje u izradi elaborata optimalnog tehničkog rješenja priključenja. U EOTRP se analiziraju dva granična pogonska stanja: minimalna potrošnja u sustavu i maksimalna potrošnja u sustavu, za osnovni smjer napajanja [2]. Ukoliko naponske prilike u mreži pokažu da je utjecaj elektrane takav da postoje čvorišta u SN ili NN mreži u kojima je napon veći od 110%  $U_n$ , pribjegava se promjeni faktora snage proizvodnje elektrane u kapacitivni režim rada čime se snižava napon na mjestu priključenja elektrane. U nastavku slijedi par primjera iz prakse izrade elaborata optimalnog tehničkog rješenja priključenja.

#### **3.1. EOTRP Sunčana elektrana 1 i 2 (2x499 kW), 2018.**

Razmatralo se mjesto priključenja Sunčane elektrane 1 i 2 (2x499 kW na 0,4 kV naponsku razinu) u pripadajućim NN modulima za priključak proizvođača u TS 10(20)/0,4 kV. Po tipskom rješenju trebalo je ugraditi novi transformator TR 10(20)/0,4 kV, 1 MVA. Pri minimalnom opterećenju u sustavu, uz proizvodnju Sunčanih elektrana s faktorom snage proizvodnje  $\cos\varphi = 1$ , naponi na NN sabirnicama u ostatku mrežu u nekoliko TS SN/NN bili su viši od 110%  $U_n$ . U svrhu održavanja napona unutar propisanih granica razmatrao se pogon proizvođača Sunčanih elektrana s faktorom snage proizvodnje  $\cos\varphi = 0,9$  kapacitivno. Pri minimalnom opterećenju u sustavu, uz proizvodnju Sunčanih elektrana s faktorom snage proizvodnje  $\cos\varphi = 0,9$  kapacitivno, iznos strujnog opterećenja TR 10(20)/0,4 kV, 1 MVA u pripadajućoj TS 10(20)/0,4 kV bio je 112,96%, odnosno veći od maksimalno dozvoljenog. Opterećenju transformatora je pridonijela jalova snaga koju je proizvođač trebao potrošiti kako bi spustio napon na NN sabirnicama. Budući da iznosi strujnog opterećenja nisu bili zadovoljeni, bilo je utvrđeno da je potrebno ugraditi dva nova transformatora TR 10(20)/0,4 kV, 630 kVA u razmatranu TS 10(20)/0,4 kV.

#### **3.2. EOTRP Bioplinska elektrana (2000 kW), 2019.**

Razmatralo se mjesto priključenja Bioplinske elektrane u susretnom postrojenju RS 10(20) kV, na naponskoj razini 10 kV. Pri minimalnoj potrošnji u sustavu, uz proizvodnju Bioplinske elektrane (2000 kW) s faktorom snage proizvodnje  $\cos\varphi = 1$ , napon na SN sabirnicama RS 10(20) kV iznosio je 112,77%  $U_n$ , što je izvan granica propisanih Mrežnim pravilima distribucijskog sustava (90 – 110%  $U_n$ ). Kako bi se naponske prilike svele unutar propisanih granica nakon priključenja Bioplinske elektrane (2000 kW), razmatrao se pogon Bioplinske elektrane (2000 kW) u režimu podrške održavanju napona jalovom snagom. Uz proizvodnju Bioplinske elektrane (2000 kW) s faktorom snage proizvodnje  $\cos\varphi = 0,97$  (kap.), strujno-naponske prilike bile su uredne. Zaključilo se da je za priključenje Bioplinske elektrane na distribucijsku mrežu nužno da ona radi u režimu podrške održavanju napona jalovom snagom.

#### **3.2. EOTRP Kupac sa Sunčanom elektranom (kupac 1500 kW s vlastitom proizvodnjom 1050 kW), 2019.**

Postojeći Kupac je podnio zahtjev za priključenje vlastite sunčane elektrane (1050 kW). Mjesto priključenja Sunčane elektrane (10 kV naponska razina) jest 10 kV postrojenje u TS 10(20)/0,4 kV. Pri minimalnom opterećenju u sustavu, uz proizvodnju Sunčane elektrane s faktorom snage proizvodnje  $\cos\varphi = 1$ , napon na SN sabirnicama u TS 10(20)/0,4 kV bio je svega 110,01%  $U_n$ . Naponske prilike u mreži nisu bile zadovoljene pa se u svrhu održavanja napona unutar propisanih granica razmatrao pogon Sunčane elektrane s faktorom snage proizvodnje  $\cos\varphi = 0,99$  kapacitivno. Uz proizvodnju Sunčane elektrane s faktorom proizvodnje  $\cos\varphi = 0,99$  kapacitivno, jednostavnim rješenjem strujno-naponske prilike u razmatranom mreži dovedene su unutar dozvoljenih granica.

#### **3.2. EOTRP Sunčana elektrana (3000 kW), 2020.**

Mjesto priključenja Sunčane elektrane jest 35 kV postrojenje u TS 35/10 kV. Pri minimalnoj potrošnji u sustavu, uz faktor snage proizvodnje  $\cos\varphi = 1$ , Sunčana elektrana je uzrokovala prekoračenje najviše dozvoljene vrijednosti od 110%  $U_n$  na svim 10 kV i 0,4 kV sabirnicama u pripadajućem 10 kV vodnom polju. Uz faktor snage proizvodnje  $\cos\varphi = 0,95$  kap., naponske prilike u cijeloj mreži su bile uredne.



#### 4. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada je bio na testnom modelu elektroenergetske distribucijske mreže pokazati prednosti i nedostatke aktivnog sudjelovanja elektrane priključene na distribucijsku mrežu u održavanju napona.

Nakon što su proračuni tokova snaga modela razmatrane mreže nakon priključenja Sunčane elektrane pokazali da proizvodnja Sunčane elektrane uzrokuje povišenje napona na 10 kV sabirnicama preko dopuštenih 110%  $U_n$ , elektrani se uvjetovao prelazak u režim podrške napona jalovom snagom. Sunčana elektrana mijenja svoj faktor snage proizvodnje  $\cos\phi$  u ovisnosti o naponu na razmatranim sabirnicama. Navedeni režim rada ne umanjuje proizvodnju radne snage a količina preuzete jalove snage je takva da zadržava razinu napona na maksimalno dopuštenih 109,90%  $U_n$ .

Iz proračuna gubitaka se može zaključiti da priključenje Sunčane elektrane pozitivno utječe na smanjenje radnih gubitaka u mreži. Najmanji gubici u mreži su u slučaju rada Sunčane elektrane s faktorom snage proizvodnje  $\cos\phi = 1$  no tada su naponske prilike izvan dozvoljenih granica. Vraćanje naponskih prilika unutar dozvoljenih granica režimom rada podrške napona jalovom snagom odvija se na račun povećanja ukupnih gubitaka u mreži, no i dalje su ti gubici manji od stanja u postojećoj mreži. Potrebno je napomenuti kako se u testnom primjeru radi o vremenskom periodu od 24 h te ukoliko bi se htio prikazati detaljniji utjecaj na gubitke potrebno bi bilo obuhvatiti dulji vremenski period.

Mogućnost podrške održavanju napona jalovom snagom se aktivno primjenjuje u izradi elaborata optimalnog tehničkog rješenja priključenja. Investitorima je, ukoliko proračuni to pokažu, omogućeno da bez dodatnih troškova uzrokovanih stvaranjem uvjeta u mreži HEP ODS-a njihova elektrana održava napon u dopuštenim granicama prema Mrežnim pravilima distribucijskog sustava (90%  $U_n$  – 110%  $U_n$ ). Ono što je jednako važno za investitora, održavanje naponskih prilika unutar dozvoljenih granica režimom rada podrške napona jalovom snagom ne utječe na količinu proizvedene radne snage. Kriterij je jednako primjenjiv na svim naponskim razinama distribucijske mreže, bilo da se radi o naponskoj razini priključka 35(30) kV, 20 kV, 10 kV ili 0,4 kV.

#### 5. LITERATURA

- [1] HEP ODS: Mrežna pravila distribucijskog sustava, 2018. (Narodne novine, broj 74/18),
- [2] HEP ODS: Pravila o priključenju na distribucijsku mrežu, 2018.,
- [3] HEP ODS: Pravila o mjernim podacima,
- [4] Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva: Mrežna pravila elektroenergetskog sustava, 2006.