

# Mjere za smanjenje tehničkih gubitaka u srednjenaponskoj mreži Elektre Požega

---

Larva, Jurica

Postgraduate specialist thesis / Završni specijalistički

2019

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:993770>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-04**

*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



SVEUČILIŠTE U OSIJEKU  
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I  
INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK

**Mjere za smanjenje tehničkih gubitaka u  
srednjenaponskoj mreži Elektre Požega**

Jurica Larva, mag.ing.el.tech.inf.

Specijalistički rad

Poslijediplomski specijalistički studij Elektroenergetske mreže u  
tržišnom okruženju

Osijek, rujan 2019.



## Sadržaj

Popis oznaka.....	1
Popis skraćenica i stranih izraza .....	2
Popis slika.....	3
Popis tablica.....	4
Uvod.....	6
1. Gubici električne energije u distribucijskim mrežama .....	7
1.1. Utvrđivanje gubitaka za DP Elektra Požega .....	10
2. Gubici u transformatoru .....	13
2.1. Preopterećenje i životni vijek transformatora.....	16
3. Gubici u vodičima .....	19
4. Gubici u 35/10 kV transformatorima.....	22
5. Gubici u 35 kV vodovima .....	26
6. Gubici u 10/0,4 kV transformatorima.....	31
6.1. Prikupljanje podataka.....	31
6.2. Računanje vršnog opterećenja.....	34
6.3. Tablice sa svim podacima po vodnim poljima .....	39
6.4. Analiza podataka .....	54
6.4.1. Podopterećeni transformatori .....	54
6.4.2. Transformatori s velikim gubitcima .....	61
6.4.3. Preopterećeni transformatori .....	65
6.4.4. Transformatori pri kraju životnog vijeka .....	67
6.5. Gubici u transformatorima 2011. – 2017. ....	71
6.6. Prijedlog zamjene transformatora .....	74
7. Gubici u 10 kV vodovima .....	83
8. Upotreba D-STATCOM uređaja za smanjenje gubitaka.....	101
8.1. Regulacija jalove snage .....	101

8.2.	Jalova energija.....	103
8.3.	Uređaji za kompenzaciju .....	105
8.4.	FACTS uređaji .....	108
8.5.	STATCOM .....	110
8.6.	Proračun tokova snaga uz ugrađene STATCOM-e .....	114
	Zaključak.....	125
	Literatura.....	126

# Popis oznaka

$\alpha$  – opterećenje transformatora

$\alpha_{maks}$  – opterećenje pri kojem se postiže najpovoljnija korisnost transformatora

$\tan \delta$  – faktor dielektričnih gubitaka

$\varepsilon$  – dielektrična konstanta voda

$\eta$  – korisnost transformatora

$\eta_{maks}$  – najpovoljnija korisnost transformatora

$\varphi$  – faktor snage

$\mu$  – magnetska provodljivost

$\omega$  – izmjenična frekvencija

$C$  – kapacitet voda

$E_{TS\ 10/0,4}$  - godišnja potrošnja el. energije pojedine TS 10/0,4 kV

$E'_{izvod}$  - godišnja potrošnja električne energije izvoda bez TS 10/0,4 kV koje električnom energijom opskrbljuju velike kupce

$G$  – propuštanje dielektrične vodljivosti

$I$  – struja

$L$  – induktivitet voda

$l$  – duljina voda,

$P_{Cu}$  – gubici u bakru [kW]

$P_{Fe}$  – gubici u željezu [kW]

$Q$  – jalova snaga

$R$  – otpor

$r1$  – opseg jezgre voda

$r2$  – unutarnji opseg voda

$S$  – prividna snaga transformatora [kVA]

$S_{max\_izvod}$  - vršno opterećenje 10 kV izvoda

$S_{max\_TS\ 10/0,4}$  - vršno opterećenje pojedine TS 10/0,4 kV

$S_{max\_TS\ 10/0,4\_veliki-kupac}$  - vršno opterećenje velikog kupca

$S_{sušionice}$  – snaga sušionica duhana koja se napajaju iz predmetne TS 10/0,4 kV

$U, V$  – napon

$W_{gub}$  - ukupni godišnji gubici koje su generirali transformatori u 2017. godini

$Z$  - impedancija

# Popis skraćenica i stranih izraza

APU – automatski ponovni uklop

BESS - baterijski sustav uskladištenja energije

D-STATCOM eng. *Distribution - Static Synchronous Compensator* - statički sinkroni kompenzator za upotrebu u distribucijskim mrežama

DP – distribucijsko područje

DISPO – Distribucijska pouzdanost – rač. program za analizu pouzdanosti rada distribucijskog sustava

DV – dalekovod

EES – elektroenergetski sustav

ET – energetska transformator

FACTS – eng. *Flexible AC Transmission System* - aktivni sustavi za kompenzaciju jalove snage

GIS – engl. *Geographic Information System* - Geografski informacijski sustav

HEP – Hrvatska elektroprivreda

IEC – eng. *International Electrotechnical Commission*

NN – niskonaponski

p.u. – eng. *per unit* – jedinične vrijednosti

ODS – Operator distribucijskog sustava

SCADA eng. *Supervisory Control And Data Acquisition* - sustav za nadzor, mjerenje i upravljanje industrijskim sustavima

SMES - sustav uskladištenja energije pomoću supravodljivog magneta

SN – srednjenaponski

SSG - statički sinkroni generator

STATCOM – eng. *Static Synchronous Compensator* - statički sinkroni kompenzator

SVC - statički var kompenzator

SVS - statički var sustav

TCR – eng. *Thyristor Controlled Reactor* - tiristorski upravljiva prigušnica

TS – trafostanica

TSC – eng. *Thyristor Switched Condenser* - tiristorski uklopivi kondenzator

TSR – eng. *Thyristor Switched Reactor* - tiristorski uklopiva prigušnica

UPQC - objedinjeni uređaj za osiguranje kvalitete napajanja

VP – vodno polje

# Popis slika

- Slika 1-1 Ostvareni gubici električne energije u HEP ODS-u u razdoblju od 1998. do 2015. godine
- Slika 1-2 Ostvareni gubici električne energije u DP Elektra Požega u razdoblju od 1997. do 2016. godine
- Slika 2-1 Trafostanica i transformator u Šeovcima
- Slika 2-2 Funkcija ovisnosti relativne brzine starenja izolacije za papir u ulju (toplinska klasa A) o temperaturi najtoplije točke namota
- Slika 5-1 35 kV mreža Elektre Požega
- Slika 5-2 Pojednostavljena shema 35kV postrojenja u TS 35/10 kV Pleternica
- Slika 6-1 Prikaz broja transformatora 10/0,4 kV prema nazivnoj snazi
- Slika 6-2 Srednje relativno opterećenje transformatora u 2017. godini
- Slika 6-3 Relativno vršno opterećenje transformatora u 2017. godini
- Slika 6-4 Raspodjela transformatora u pogonu (i na skladištu) prema godini proizvodnje
- Slika 7-1 Početno stanje napajanja 10 kV DV Plodine – DV Promet
- Slika 7-2 Optimirano stanje napajanja 10 kV DV Plodine – DV Promet
- Slika 7-3 Početno stanje napajanja 10 kV DV Veličanka – DV Silos
- Slika 7-4 Optimirano stanje napajanja 10 kV DV Veličanka – DV Silos
- Slika 7-5 Početno stanje napajanja 10 kV DV Veličanka – DV Kaufland
- Slika 7-6 Optimirano stanje napajanja 10 kV DV Veličanka – DV Kaufland
- Slika 7-7 Početno stanje napajanja 10 kV DV KTS-10 – DV Centar
- Slika 7-8 Optimirano stanje napajanja 10 kV DV KTS-10 – DV Centar
- Slika 7-9 Početno stanje napajanja 10 kV DV Kutjevo – DV PPK Kutjevo
- Slika 7-10 Optimirano stanje napajanja 10 kV DV Kutjevo – DV PPK Kutjevo
- Slika 7-11 Početno stanje napajanja 10 kV DV Trnovac – DV PPK Požega zapad
- Slika 7-12 Optimirano stanje napajanja 10 kV DV Trnovac – DV PPK Požega zapad
- Slika 7-13 Početno stanje napajanja 10 kV DV Gradac – DV KTS-8
- Slika 7-14 Optimirano stanje napajanja 10 kV DV Gradac – DV KTS-8
- Slika 8-1 Prikaz fazora napona i struje
- Slika 8-2 Vektorski dijagram odnosa radne, jalove i prividne snage
- Slika 8-3 Pasivni paralelni kompenzacijski sustav
- Slika 8-4 Aktivni kompenzacijski sustav
- Slika 8-5 Shema STATCOMA
- Slika 8-6 Prikaz dvije sabirnice distribucijskog sustava
- Slika 8-7 Fazorski dijagram napona i struja sustava prikazanog na Slici 8-6
- Slika 8-8 Prikaz dvije sabirnice distribucijskog sustava i instaliranog D-STATCOM-a
- Slika 8-9 Fazorski dijagram napona i struja sustava prikazanog na Slici 8-8
- Slika 8-10 V – I karakteristike STATCOM – a i SVC – a
- Slika 8-11 Rezultati NEPLAN simulacije u okolici TS Požega-13 prije uključenja STATCOM-a
- Slika 8-12 Rezultati NEPLAN simulacije u okolici TS Požega-13 nakon uključenja STATCOM-a



# Popis tablica

Tablica 1-1 Pregled bilance nabave, prodaje i gubitaka električne energije za DP Elektra Požega u razdoblju 1997.-2017. godine

Tablica 1-2 Pregled procjene tehničkih gubitaka električne energije u distribucijskoj mreži DP Elektre Požega: relativni gubici u odnosu na energiju na pragu distribucije

Tablica 1-3 Pregled procjene tehničkih gubitaka električne energije u distribucijskoj mreži DP Elektra Požega: udjeli gubitaka u pojedinim dijelovima mreže u tehničkim gubicima

Tablica 4-1 Popis transformatora 35/10 kV

Tablica 4-2 Popis transformatora prema prosječnoj snazi i opterećenju

Tablica 4-3 Gubici u transformatorima za trafostanice gdje obično radi samo jedan 35/10 kV transformator

Tablica 4-4 Gubici u transformatorima za trafostanice gdje obično rade oba 35/10 kV transformatora

Tablica 5-1 Osnovni podaci o dionicama 35 kV dalekovoda

Tablica 5-3 Gubici u 35 kV dalekovodima u optimiziranom uklopnom stanju

Tablica 6-1 Popis transformatora 10/0,4 kV prema nazivnoj snazi

Tablica 6-2 Srednje relativno opterećenje transformatoru u 2017. godini

Tablica 6-3 Kronološki pregled prosječnih iznosa jediničnih gubitaka u jezgri [W]

Tablica 6-4 Kronološki pregled prosječnih iznosa jediničnih gubitaka u namotima [W]

Tablica 6-5 Vršna opterećenja 10 kV izvoda

Tablica 6-6 Popis sušionica duhana i vršnog opterećenja koje generiraju

Tablica 6-7 Popis vršnog opterećenja za trafostanice 10/0,4 kV u tuđem i mješovitom vlasništvu

Tablica 6-8 Podaci o trafostanicama 10/0,4 kV i pripadajućim transformatorima koji se napajaju iz TS 110/35/10 kV Požega-II

Tablica 6-9 Podaci o trafostanicama 10/0,4 kV i pripadajućim transformatorima koji se napajaju iz TS 35/10 kV Požega-I

Tablica 6-10 Podaci o trafostanicama 10/0,4 kV i pripadajućim transformatorima koji se napajaju iz TS 35/10 kV Velika

Tablica 6-11 Podaci o trafostanicama 10/0,4 kV i pripadajućim transformatorima koji se napajaju iz TS 35/10 kV Pleternica

Tablica 6-12 Podaci o trafostanicama 10/0,4 kV i pripadajućim transformatorima koji se napajaju iz TS 35/10 kV Ferovac

Tablica 6-13 Podaci o trafostanicama 10/0,4 kV i pripadajućim transformatorima koji se napajaju iz TS 35/10 kV Orljava

Tablica 6-14 Podaci o trafostanicama 10/0,4 kV i pripadajućim transformatorima koji se napajaju iz TS 35/10 kV Čaglin

Tablica 6-15 Popis trafostanica s najslabije opterećenim transformatorima

Tablica 6-16 Popis trafostanica čiji transformatori su opterećeni s najvećim odstupanjem od idealnog opterećenja

Tablica 6-17 Cijena i gubici novih transformatora snaga 50-630 kVA prema normi EN 50464-1

Tablica 6-18 Popis transformatora koje je ekonomski opravdano zamijeniti

Tablica 6-19 Relativno vršno opterećenje transformatoru u 2017. godini

Tablica 6-20 Popis transformatora s najvećim relativnim vršnim opterećenjem

Tablica 6-21 Raspodjela transformatora u pogonu (i na skladištu) prema godini proizvodnje

Tablica 6-22 Popis transformatora starijih od 40 godina

Tablica 6-23 Obavljene zamjene transformatora u razdoblju 2012 – 2017.

Tablica 6-24 Popis novih trafostanica izgrađenih u razdoblju 2011-2017.

Tablica 6-25 Popis transformatora za zamjenu  
Tablica 6-26 Početna potreba za novim transformatorima  
Tablica 6-27 Transformatori koje je nakon zamjene moguće koristiti u drugim trafostanicama  
Tablica 6-28 Konačna potreba za novim transformatorima  
Tablica 7-1 Osnovni podaci 10 kV dalekovoda  
Tablica 7-2 Gubici u 10 kV dalekovodima u početnom uklopnom stanju  
Tablica 7-3 Gubici u 10 kV dalekovodima nakon optimizacije 10 kV mreže  
Tablica 7-4 Gubici u 35 kV dalekovodima nakon optimizacije 10 kV mreže  
Tablica 8-1 Utjecaj na gubitke ugradnjom STATCOM-a u 10 kV DV Požega zapad  
Tablica 8-2 Utjecaj na gubitke ugradnjom STATCOM-a u 10 kV DV Kaufland  
Tablica 8-3 Utjecaj na gubitke ugradnjom STATCOM-a u 10 kV DV Vilić Selo  
Tablica 8-4 Utjecaj na gubitke ugradnjom STATCOM-a u 10 kV DV Velika  
Tablica 8-5 Utjecaj na gubitke ugradnjom STATCOM-a u 10 kV DV Jakšić  
Tablica 8-6 Utjecaj na gubitke ugradnjom STATCOM-a u 10 kV DV Centar  
Tablica 8-7 Utjecaj na gubitke ugradnjom STATCOM-a u 10 kV DV Tominovac  
Tablica 8-8 Utjecaj na gubitke ugradnjom STATCOM-a u 10 kV DV Kutjevo  
Tablica 8-9 Utjecaj na gubitke ugradnjom STATCOM-a u 10 kV DV PPK Kutjevo  
Tablica 8-10 Utjecaj na gubitke ugradnjom STATCOM-a na 10 kV sabirnice u 35/10 kV Ferovac  
Tablica 8-11 Utjecaj na gubitke ugradnjom STATCOM-a na 10 kV sabirnice u 35/10 kV Pleternica  
Tablica 8-12 Utjecaj na gubitke ugradnjom STATCOM-a na 10 kV sabirnice u 35/10 kV Velika

# Uvod

Problematika gubitaka u distribucijskim mrežama uvijek je vrlo aktualna, a pogotovo pitanje realnog utvrđivanja iznosa tehničkih gubitaka. Gubici snage i energije u mreži postaju sve aktualniji i važniji obzirom na restrukturiranje i uvođenje tržišnih odnosa u hrvatskom elektroprivrednom sektoru. Svaki operator mreže pa tako i HEP Operator distribucijskog sustava (ODS), pitanju gubitaka električne energije posvećuje posebnu pozornost, a naročito u slučaju kada gubici nisu na zadovoljavajućoj razini. Gubici u elektroenergetskom sustavu jedan su od ključnih čimbenika koji ukazuju na stupanj ekonomičnosti poslovanja i kvalitetu obavljanja djelatnosti distribucije električne energije. Iz tog razloga, smanjenje gubitaka električne energije u distribucijskoj mreži postalo je jedan od prioritarnih poslovnih ciljeva HEP ODS-a. Smanjenjem gubitaka pospješuje se rad elektroenergetskog sustava, povećava ekonomičnost poslovanja, a u konačnici i smanjuje onečišćenje okoliša.

U radu je obrađena tema tehničkih gubitaka u srednjenaponskoj mreži. Ukratko su objašnjeni osnovni problemi tehničkih gubitaka u sustavu s naglaskom na gubitke u transformatorima i vodičima. Za potrebe izrade rada prikupljeni su podaci o transformatorima i podaci o potrošnji svih kupaca u 2017. godini na područja DP-a Elektra Požega. Također, prikupljeni su podaci o svim elementima mreže te je izrađen model cjelokupne SN mreže u NEPLAN-u. Izračunati su gubici na području Elektre Požega u 35 i 10 kV mreži te 35/10 kV i 10/0,4 kV transformatorima. Izvršena je analiza dobivenih rezultata i dan je prijedlog promjene uklopnog stanja 35 i 10 kV mreže, načina rada 35/10 kV transformatora, kao i prijedlog zamjene 10/0,4 kV transformatora i kupnje novih uz procjenu troškova njihove nabave. Uz to, obrađena je tema STATCOM uređaja i kreiran je model u kojem se računa može li se korištenjem takve tehnologije smanjiti gubitke u Elektri Požega.

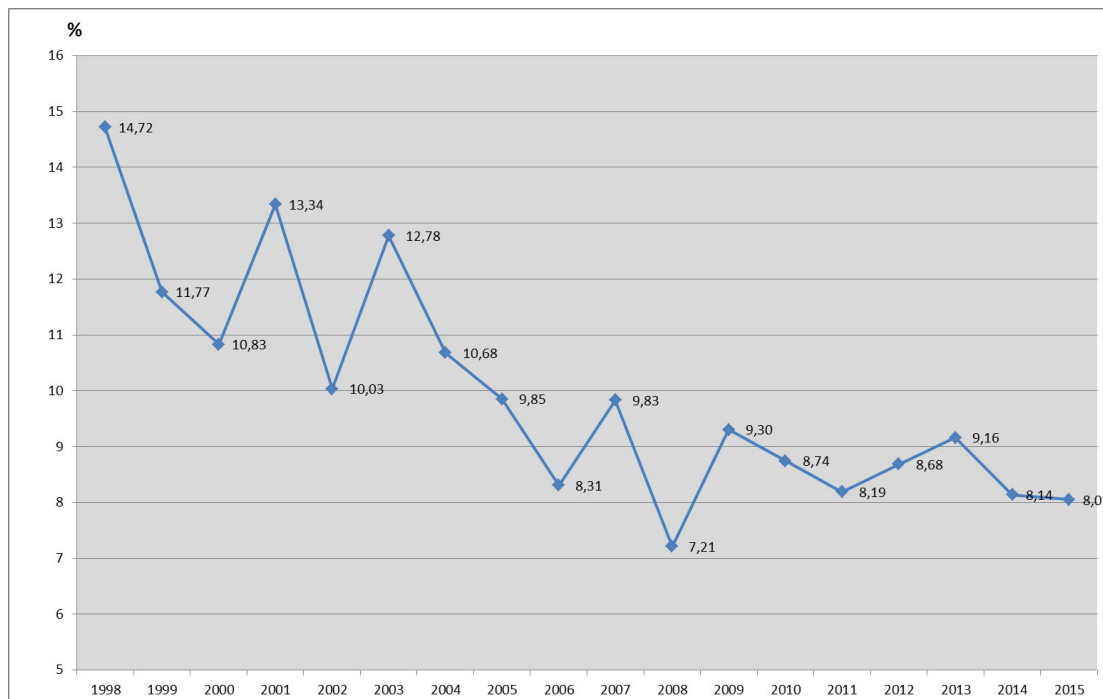
# 1. Gubici električne energije u distribucijskim mrežama

Gubici električne energije u distribucijskoj djelatnosti odgovaraju razlici energije preuzete na pragu distribucijske mreže i energije prodane potrošačima. Obzirom na uzroke nastanka, mogu se podijeliti u dvije osnovne grupe: tehničke gubitke (zagrijavanje vodiča, magnetiziranje transformatora, nesavršenost izolacije, i sl.) i gubitke radi nenaplaćene potrošnje (netehničke gubitke). Tehničke gubitke moguće je izračunati i kontrolirati, uz uvjet osiguranja poznatih iznosa opterećenja elektroenergetskog sustava. Uzroci netehničkih gubitaka su različiti: pogrešno mjerenje potrošnje energije radi neispravnosti brojila, netočno očitavanje brojila, neovlaštena i neregistrirana potrošnja električne energije i snage, uvrštavanje vlastite potrošnje distribucijske djelatnosti u gubitke (odnosno izostanak obračuna vlastite potrošnje), neadekvatan obračun akontacijske naplate potrošnje itd.

Ekonomске analize općenito pokazuju da se ulaganja u programe smanjenja gubitaka brzo vraćaju ako tehnički gubici u sustavu proizvodnja - prijenos - distribucija premašuju 9%. U pogledu tehničkih gubitaka električne energije u distribucijskoj djelatnosti, međunarodni stručnjaci se slažu da je zadovoljavajuća razina od 4% do 4,5% energije koja se preuzima u distribucijsku mrežu, a maksimalno podnošljivo je 9%. Također, smatra se da je prihvatljiva razina netehničkih gubitaka oko 2% jer se oni ni uz dobro organizirane mjere sprječavanja ne mogu u potpunosti ukloniti.

U pogledu tehničkih gubitaka, uobičajeno je stajalište da je razina od 4% do 4,5% zadovoljavajuća, odnosno da se ulaganje u takvu mrežu samo radi smanjenja tehničkih gubitaka u načelu ne isplati. Provedene analize pokazuju da u distribucijskoj djelatnosti Hrvatske elektroprivrede još ima prostora za smanjenje razine tehničkih gubitaka [1][2][3]. No, budući da to u pravilu zahtijeva velika financijska ulaganja, potrebno je prije donošenja investicijskih odluka izvršiti detaljne analize ekonomske isplativosti svakog pojedinog projekta. Smanjenje tehničkih gubitaka predstavlja vrlo složeni problem i zahtijeva stalno praćenje i prilagodbu novim uvjetima u distribucijskim mrežama. Ekonomske analize pokazuju da često smanjivanje gubitaka (bez drugih dobitaka) nije dostatan razlog da bi se ekonomski opravdala određena investicija. No, prilikom odlučivanja o pojedinom investicijskom ulaganju treba voditi računa o mogućnostima postizanja dodatne dobiti kroz smanjenje gubitaka (preispitivanjem postojećih tipskih rješenja, ugradnjom transformatora sa smanjenim jediničnim gubicima, prelaskom s napona 10 kV na napon 20 kV).

Slika 1-1 prikazuje kretanje relativnih gubitaka električne energije u distribucijskoj mreži Hrvatske od 1998. godine. Primjetan je trend smanjenja gubitaka što je rezultat neprekidne provedbe aktivnosti na smanjenju prvenstveno neregistrirane potrošnje električne energije, ali i pojačanih ulaganja u razvoj distribucijske mreže. [3]



Slika 1-1 Ostvareni gubici električne energije u HEP ODS-u u razdoblju od 1998. do 2015. godine

Zakonom o tržištu električne energije [8] propisane su sljedeće dužnosti ODS-a u pogledu gubitaka električne energije (čl. 40):

- osiguravati električnu energiju za pokriće gubitaka u distribucijskoj mreži,
- analizirati gubitke u distribucijskoj mreži na godišnjoj razini, uključujući procjenu tehničkih gubitaka i neovlašteno preuzete električne energije te po potrebi izraditi i provesti mjere za smanjenje gubitaka,
- do 30. rujna tekuće godine dostaviti Agenciji na suglasnost godišnji plan nabave energije za pokriće gubitaka u distribucijskoj mreži za sljedeću godinu koji osobito sadrži podatke o tehničkim i netehničkim gubicima električne energije te količinama, dinamici i načinu nabave pojedinih proizvoda, kao i o planskim jediničnim cijenama energije te pripadajućim troškovima nabave energije za pokriće gubitaka u distribucijskoj mreži,
- prilikom donošenja desetogodišnjeg plana (10G plan) razvoja distribucijske mreže definirati iznos godišnje energetske uštede u postotku od prosječne ukupne distribuirane električne energije u prethodne tri godine te uzeti u obzir upravljanje potrošnjom i

distribuiranu proizvodnju, što može odgoditi potrebu za pojačanjem distribucijske mreže. Agencija po izdavanju planove dostavlja Ministarstvu,

- jednom godišnje do 31. ožujka tekuće godine podnijeti Agenciji izvješće o ostvarenju godišnjeg plana nabave energije za pokriće gubitaka u distribucijskoj mreži za proteklu godinu koji osobito sadrži podatke o tehničkim i netehničkim gubicima električne energije te količinama, dinamici i načinu nabave pojedinih proizvoda, kao i o ostvarenim jediničnim cijenama energije te pripadajućim troškovima nabave energije za pokriće gubitaka u distribucijskoj mreži,

- u slučaju zahtjeva Agencije, provesti određene mjere radi osiguranja normalnog pogona i načina vođenja distribucijske mreže, smanjenja gubitaka električne energije, poboljšanja kvalitete opskrbe električnom energijom te osiguranja načela transparentnosti, objektivnosti i nepristranosti.

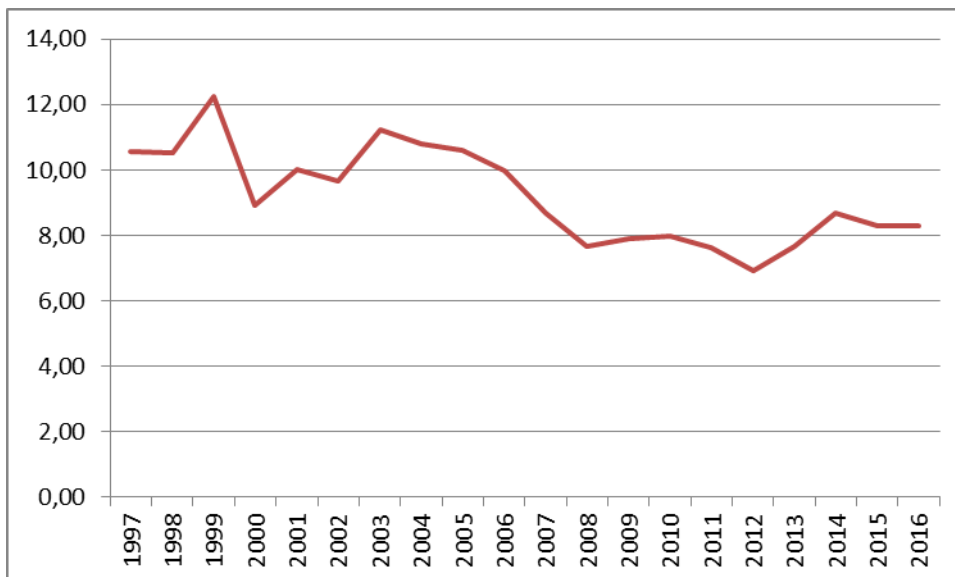
## 1.1. Utvrđivanje gubitaka za DP Elektra Požega

Razlika između nabavljene električne energije iz prijenosne mreže i elektrana te kupcima ukupno prodane električne energije odgovara gubitcima električne energije u distribucijskoj mreži. Tablica 1-1 prikazuje iznos nabavljene i prodane električne energije, kao i apsolutne i postotne gubitke električne energije u DP-u Elektra Požega u razdoblju 1998.-2017. prikupljenih za potrebe izrade *Studije razvoja SN mreže DP-a Elektra Požega* [4], *Godišnjih izvješća HEP ODS-a 2009. - 2014 godine* [5] te kroz rad *Tima za koordinaciju aktivnosti smanjenja gubitaka električne energije Elektre Požega*.

Tablica 1-1 Pregled bilance nabave, prodaje i gubitaka električne energije za DP Elektra Požega u razdoblju 1997.-2017. godine

Godina		1998.	1999.	2000.	2001.	2002.
Nabava iz mreže HOPS-a i elektrana [kWh]		147.722.210	146.817.672	149.178.359	155.069.649	158.955.540
Gubici el. energije	kWh	15.552.668	17.984.727	13.325.235	15.535.840	15.363.121
	%	10,53	12,25	8,93	10,02	9,67
Prodaja el. energije [kWh]		132.169.542	128.832.945	135.853.124	139.533.809	143.592.419
Godina		2003.	2004.	2005.	2006.	2007.
Nabava iz mreže HOPS-a i elektrana [kWh]		165.206.726	168.227.734	172.628.614	179.307.052	178.714.779
Gubici el. energije	kWh	18.571.096	18.136.068	18.333.686	17.863.115	15.510.267
	%	11,24	10,78	10,62	9,96	8,68
Prodaja el. energije [kWh]		146.635.630	146.635.630	150.091.666	161.443.937	163.204.512
Godina		2008.	2009.	2010.	2011.	2012.
Nabava iz mreže HOPS-a i elektrana [kWh]		178.727.633	180.209.516	179.156.179	179.434.586	176.947.179
Gubici el. energije	kWh	13.721.396	14.216.513	14.254.676	13.690.566	12.233.250
	%	7,68	7,90	7,98	7,63	6,91
Prodaja el. energije [kWh]		165.006.237	165.822.483	164.406.743	165.744.021	164.713.929
Godina		2013.	2014.	2015.	2016.	2017.
Nabava iz mreže HOPS-a i elektrana [kWh]		173.365.621	145.433.656	144.230.211	142.022.138	141.770.969
Gubici el. energije	kWh	13.278.299	12.628.765	11.953.356	11.772.146	12.299.732
	%	7,66	8,68	8,29	8,29	8,68
Prodaja el. energije [kWh]		160.087.322	132.804.891	132.276.855	130.249.992	129.471.237

Od 1997. do 2003. postotni gubitci električne energije opadaju i rastu, a počevši s 2003. kontinuirano se smanjuju. U razdoblju 1997.-2008. moguće je primijetiti trend opadanja gubitaka i to u razdoblju 1997.-2003. od -1,8 % (uz pretpostavku linearnog trenda), a u razdoblju 2003.-2008. od -7 % (uz pretpostavku linearnog trenda). Od 2009. do 2013. godine trend opadanja gubitaka se zaustavio te se oni održavaju na konstantnoj razini na nešto manje od 8% ukupne energije nabavljene iz prijenosne mreže i elektrana u distribucijskoj mreži. Od 2014. godine relativni gubici su porasli za oko 1% što je rezultat znatnog smanjenja nabave i prodaje eklektične energije prelaskom najvećeg kupca iz DP-a Elektro Požega (Plamen d.o.o.) u mrežu HOPS-a na 110 kV naponsku razinu (Slika 1-2). Istovremeno apsolutni gubici nisu se promijenili jer je do 2014. godine navedeni kupac uzimao energiju gotovo bez gubitaka s 35 kV sabirnica trafostanice 110/35/10 kV Požega-II, neposredno iza mjesta razgraničenja između HOPS-a i DP-a Elektra Požega.



Slika 1-2 Ostvareni gubici električne energije u DP Elektra Požega u razdoblju od 1997. do 2016. godine

U nastavku je dan pregled procjene tehničkih gubitaka u Distribucijskom području Elektra Požega koji je izrađen u sklopu radova *Tehnički gubici u distribucijskim mrežama* iz 1999. godine [1] i *Stručna i znanstvena potpora u izradi metodologije za planiranje gubitaka električne energije i metodologije za izračun ostvarenja gubitaka te procjene tehničkih gubitaka i neovlašteno preuzete električne energije* iz 2016. godine [3] na Energetskom institutu Hrvoje Požar za potrebe Hrvatske elektroprivrede. Tablica 1-2 i Tablica 1-3 sadrže pregled tehničkih gubitaka za DP Elektra Požega i pojedine elemente njezine mreže. Autori navedenih studija procijenili su da tehnički gubici čine 58 % svih gubitaka električne energije (5,06 % od nabavljene el.energije), a netehnički 39 % (3,23 % nabave). Posebna kategorija



je vlastita potrošnja zgrada i postrojenja HEP ODS-a koja iznosi 2,7 % svih gubitaka (0,22 % energije preuzete na pragu distribucijske mreže). Iz priloženih tablica vidljivo je da se najveći dio tehničkih gubitaka generira u transformatorima 10(20)/0,4 kV, potom u 10 kV vodovima. Bitno je također uočiti da oko 80% gubitaka energije u transformatorima 10/0,4 kV nastaje radi gubitaka u jezgrama transformatora, dakle, neovisno o razini opterećenja mreže.

**Tablica 1-2 Pregled procjene tehničkih gubitaka električne energije u distribucijskoj mreži DP Elektre Požega: relativni gubici u odnosu na energiju na pragu distribucije**

Vodovi 35kV [%]	TS 35/10 kV [%]			Vodovi 10kV [%]	TS 10/0,4 kV [%]			Vodovi NN, priključci i brojila [%]	Brojila i mjerna oprema [%]	Ukupno [%]
	u jezgri	u namotima	ukupno		u jezgri	u namotima	ukupno			
0,69	0,40	0,24	0,64	1,15	1,13	0,28	1,41	0,82	0,34	5,06

**Tablica 1-3 Pregled procjene tehničkih gubitaka električne energije u distribucijskoj mreži DP Elektra Požega: udjeli gubitaka u pojedinim dijelovima mreže u tehničkim gubicima**

Vodovi 35kV [%]	TS 35/10 kV [%]			Vodovi 10kV [%]	TS 10/0,4 kV [%]			Vodovi NN i priključci [%]	Brojila i mjerna oprema [%]	Ukupno [%]
	u jezgri	u namotima	ukupno		u jezgri	u namotima	ukupno			
14	8	5	13	23	22	6	28	16	7	100

## 2. Gubici u transformatoru

Transformator je najskuplji pojedinačni element prijenosne i distribucijske mreže. To je naprava koja na principu elektromagnetske indukcije pretvara izmjenični sustav napona i struja jednih veličina u druge iste frekvencije. Transformator nema pokretnih dijelova te pripada grupi statičkih električnih strojeva. Obično ima dva odvojena namota, primarni i sekundarni, od kojih prvi prima električnu energiju iz generatora ili električne mreže, induktivno je prenosi na sekundarni namot i predaje priključenom trošilu ili mreži. Upotrebljava se za povišenje ili sniženje napona.

Transformator se sastoji od:

- magnetske jezgre,
- niženaponskog i višenaponskog namota kod dvonamotnog i tercijarnog namota kod tronamotnog transformatora,
- konstrukcijskih dijelova.



Slika 2-1 Trafostanica i transformator u Šeovcima

Gubici koji se javljaju u transformatoru dijele se na gubitke u željeznoj jezgri i gubitke u namotima. Za određivanje gubitka u željezu provodi se pokus praznog hoda. Snaga koju transformator troši u praznom hodu, obzirom na to da se preko njega ne obavlja prijenos energije te zbog toga teče najmanja moguća struja, uzrokovana je gotovo isključivo gubicima u željeznoj jezgri koje uzrokuje izmjenično magnetsko polje. Ovi gubici ovise o mehaničkoj konstrukciji jezgre i praktički su neovisni o opterećenju transformatora.

Za određivanje gubitaka u namotima koristi se pokus kratkog spoja. Kod pokusa kratkog spoja napon na primaru transformatora je osjetno manji od nominalnog napona. Razlog tome je ograničavanje struje kroz kratkospojeni sekundarni svitak na nazivnu vrijednost. Snaga koja se troši u ovakvom načinu rada transformatora praktički je jednaka gubicima u namotima transformatora (gubicima u bakru) pri nazivnom opterećenju transformatora. Gubici u bakru mijenjaju se s kvadratom struje opterećenja.

Korisnost transformatora je omjer predane i primljene djelatne snage izražen u postotcima:

$$\eta = 100 \cdot \frac{\alpha S_n \cos \varphi - P_{Fe} - \alpha^2 P_{Cu}}{\alpha S_n \cos \varphi} [\%] \quad (2.1)$$

pri čemu su:

$\eta$  – korisnost transformatora,

$S$  – prividna snaga transformatora [kVA],

$\varphi$  – faktor snage,

$P_{Fe}$  – gubici u željezu [kW],

$P_{Cu}$  – gubici u bakru [kW].

Korisnost transformatora treba biti visoka (98-99%). Najpovoljniju korisnost transformator postiže kad se izjednače gubici u bakru i gubici u željezu:

$$\eta = \frac{\alpha \cdot S_n \cos \varphi - P_{Fe} - \alpha^2 P_{Cu}}{\alpha \cdot S_n \cos \varphi} = 1 - \frac{P_{Fe} + \alpha^2 P_{Cu}}{\alpha \cdot S_n \cos \varphi}$$

$$\frac{d\eta}{d\alpha} = \frac{d}{d\alpha} \left( 1 - \frac{P_{Fe} + \alpha^2 P_{Cu}}{\alpha \cdot S_n \cos \varphi} \right) = 0$$

$$-\frac{(\alpha S_n \cos \varphi) \cdot 2\alpha P_{Cu} - (P_{Fe} + \alpha^2 P_{Cu}) \cdot (S_n \cos \varphi)}{(\alpha \cdot S_n \cos \varphi)^2} = 0$$

$$-\frac{S_n \cos \varphi \cdot (2\alpha^2 P_{Cu} - \alpha^2 P_{Cu} - P_{Fe})}{(\alpha \cdot S_n \cos \varphi)^2} = 0$$

$$-\frac{\alpha^2 P_{Cu} - P_{Fe}}{\alpha \cdot S_n \cos \varphi} = 0$$

$$\alpha^2 P_{Cu} - P_{Fe} = 0$$

$$\alpha^2 = \frac{P_{Fe}}{P_{Cu}}$$

$$\alpha_{maks} = \sqrt{\frac{P_{Fe}}{P_{Cu}}}, \text{ za } \eta = \eta_{maks} \quad (2.2)$$

pri čemu je:

$\alpha$  – opterećenje transformatora,

$\eta_{maks}$  – najpovoljnija korisnost transformatora,

$\alpha_{maks}$  – opterećenje pri kojem se postiže najpovoljnija korisnost transformatora.

## 2.1. Preopterećenje i životni vijek transformatora

Prema Mrežnim pravilima [6] (4.1.4.1.) normalni pogon za transformatore je :

(2) *Granične vrijednosti opterećenja načelno su:*

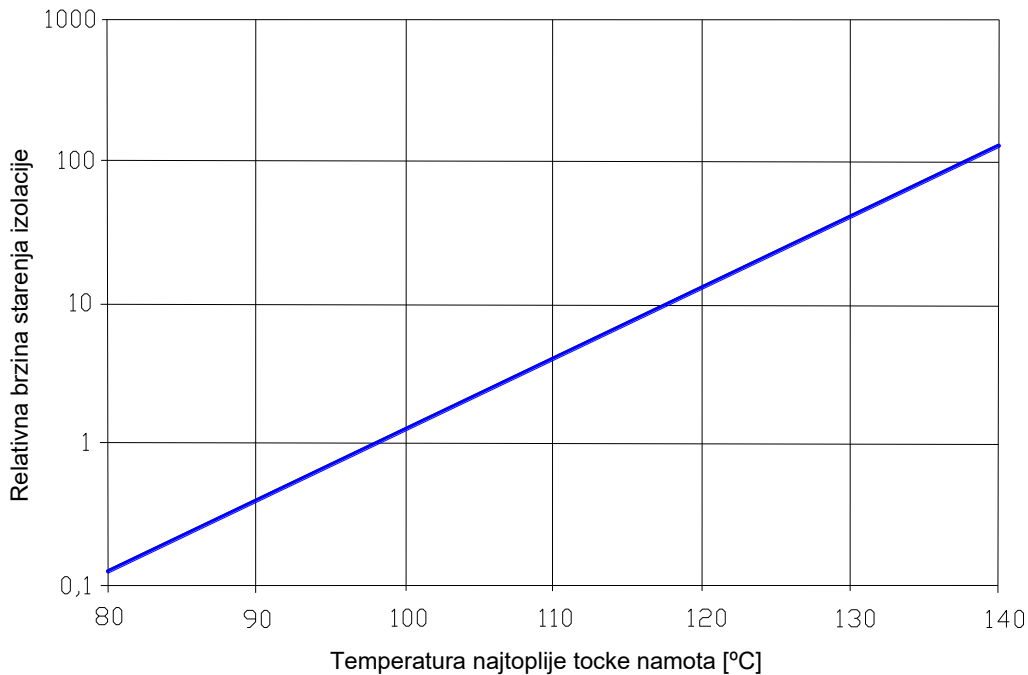
*– za transformatore – opterećenje između praznog hoda i raspoložive snage transformatora (načelno: nazivna snaga transformatora), također i kratkotrajno preopterećenje transformatora (do 20% u trajanju ovisnom o prethodnom opterećenju i termičkoj vremenskoj konstanti transformatora).*

Preopterećivanje transformatora dovest će do ubrzanog starenja, međutim ponekad je u pogonu to nemoguće izbjeći. Povišenje temperature namota transformatora dinamička je funkcija uslijed tereta i vanjske temperature okoline i stoga do toplinske degradacije izolacije dolazi uslijed kumulativnog učinka ova dva faktora. Poznato je da povišenje radne temperature iznad nazivne temperature smanjuje životni vijek transformatora, ali vrijedi i obratno, smanjenje radne temperature produljuje životni vijek transformatora. Stoga kratki periodi rada s teretom iznad nazivnog mogu biti uravnoteženi s dužim periodima rada pod opterećenjem manjim od nazivnog tako da je ukupni životni vijek transformatora i dalje prihvatljiv.

Prema IEC 60076-7 [7] posljedice opterećivanja transformatora iznad nazivnih vrijednosti su sljedeće:

- temperatura namota, izolacije i ulja povisit će se i može dosegnuti nedozvoljene razine,
- gustoća rasipnog toka izvan jezgre povećava se i uzrokuje dodatno zagrijavanje uslijed lutajućih struja u metalnim dijelovima kroz koje prolazi rasipni tok,
- promjenom temperature mijenja se količina vlage i plinova u izolaciji i ulju,
- provodni izolatori, kabelski završeci i strujni transformatori također su izloženi većim naprezanjima.

Odnos između relativne brzine starenja i temperature najtoplije točke namota prikazan je na sljedećoj stranici (Slika 2-2). Kod temperature najtoplije točke od 98 °C, brzina starenja za papir u ulju iznosi 1,0. Svakih 6 °C iznad nazivne radne temperature dvostruko povećava brzinu starenja izolacije. Također, smanjenje temperature za 6 °C dvostruko usporava brzinu starenja izolacije.



**Slika 2-2 Funkcija ovisnosti relativne brzine starenja izolacije za papir u ulju (toplinska klasa A) o temperaturi najtoplije točke namota**

Pri temperaturi okoline nižoj od 40 °C može se tolerirati povećano opterećenje transformatora. Ljeti su temperature u nekim distribucijskim stanicama znatno više od 40 °C. Termovizijskim pregledima izmjerene su temperature i do 80 °C [7]. Osim ubrzanog starenja izolacije izrazito visoke temperature namota mogu dovesti do pojave plinova, što može izazvati trenutne proboje. Prema normi IEC 60076-7 dozvoljeno trajanje kratkotrajnog opterećenja u nuždi distribucijskih uljnih transformatora je obično do pola sata, odnosno trebalo bi biti kraće od toplinske vremenske konstante transformatora i ovisno je o radnoj temperaturi prije porasta tereta [7]. Kao strujno ograničenje navodi se dozvoljeno kratkotrajno opterećenje do 2,0 p.u. nazivne struje. Za distribucijske transformatore nije navedena najviša dozvoljena temperatura ulja niti najviša dozvoljena temperatura najtoplije točke namota, već se umjesto tih graničnih vrijednosti navodi da treba uzeti u obzir da ukoliko temperatura najtoplije točke namota prelazi 140 °C može doći do pojave mjehurića plina u ulju koji mogu narušiti dielektričnu čvrstoću transformatora.

Za dugotrajno terećenje u nuždi distribucijskih uljnih transformatora definirane su sljedeće granične vrijednosti:

- najveća dozvoljena struja 1,8 p.u. nazivne struje transformatora,
- najviša dozvoljena temperatura najtoplije točke namota u doticaju s izolacijskim materijalima od celuloze 140 °C,

- najviša dozvoljena temperatura najtoplije točke drugih metalnih dijelova koji su u doticaju s uljem 160 °C,
- najviša temperatura ulja 115 °C.

Osim ovih ograničenja i pad napona na transformatoru može biti ograničavajući faktor kod opterećivanja distribucijskih transformatora iznad nazivnih snaga.

### 3. Gubici u vodičima

Poznato je da kod prijenosa i distribucije električne energije od izvora do potrošača putem dalekovoda i transformatorskih stanica u svakom trenutku mora postojati ravnoteža između snage koju daju generatori i snage koju uzimaju potrošači. Pri tome na strani potrošnje moraju biti uključeni i gubici snage kod prijenosa. Ukupni gubici djelatne i jalove snage kod prijenosa sastoje se iz gubitaka u pojedinim dijelovima voda (mreže).

Gubici na dalekovodima uključuju:

- Gubitke u vodičima,
- Gubici isijavanja/zračenja,
- Gubici zagrijavanja,
- Gubici na spojevima,
- Korona

Četiri vrste gubitaka djelatne snage su uzrokovane u vodu:

#### 1. Gubici toplinske otpornosti

U izravnoj je proporciji s kvadratom struje, odnosno:

$$\Delta P_1 = I^2 R \quad (3.1)$$

pri čemu je:

$I$  – struja koja prolazi kroz vod [A],

$R$  – otpor vodiča [ $\Omega$ ]

#### 2. Gubici propuštanja

U izravnoj je proporciji s kvadratom napona, odnosno:

$$\Delta P_2 = U^2 G \quad (3.2)$$

$$G = \frac{2\pi l r}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \quad (3.3)$$



pri čemu je:

$U$  – napon [V],

$G$  – propuštanje dielektrične vodljivosti [ $1/\Omega$ ],

$l$  – duljina voda,

$r_1$  – opseg jezgre voda [cm],

$r_2$  – unutarnji opseg voda [cm].

### 3. Gubici dielektričnog propuštanja

U izravnoj je proporciji s kvadratom struje i frekvencijom, odnosno:

$$\Delta P_3 = I^2 \omega L \tan \delta \quad (3.4)$$

$$L = \frac{l\mu}{2\pi} \ln \frac{r_2}{r_1} \quad (3.5)$$

gdje je:

$\omega$  – izmjenična frekvencija [1/s],

$L$  – induktivitet voda [Wb/A],

$\mu$  – magnetska provodljivost [ $\Omega\text{s/m}$ ]

### 4. Gubici dielektrične polarizacije

Dielektrični gubici u kabelima predstavljaju u stvari gubitke energije koji se u materijalu pod utjecajem polja pretvaraju u toplinu, te povisuju temperaturu materijala. Ovisi o vrsti izolacijskog materijala, ali i o konstrukciji kabela i temperaturi izolacije. Snaga dielektričnih gubitaka u kabelskim vodovima u izravnoj je proporciji s kvadratom napona i frekvencijom, a računa se pomoću sljedećeg izraza:

$$\Delta P_4 = U^2 \omega C \tan \delta \quad (3.6)$$

$$C = \varepsilon \frac{2\pi l}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \quad (3.7)$$

gdje je:

$\tan \delta$  – faktor dielektričnih gubitaka (ovisan o vrsti i temperaturi izolacije),

$C$  – kapacitet voda [Wb/A],

$\varepsilon$  – dielektrična konstanta voda [F/m].

Prema Studiji *Stručna i znanstvena potpora u izradi metodologije za planiranje gubitaka električne energije i metodologije za izračun ostvarenja gubitaka te procjene tehničkih gubitaka i neovlašteno preuzete električne energije* izrađene na Institutu Hrvoje Požar 2016. godine, dielektrični gubitci čine u prosjeku 6% gubitaka u vodovima 35(30) kV, odnosno 10(20) kV HEP ODS-a (prema stanju 2014. godine).

Navedene četiri vrste gubitaka djelatne snage predstavljaju osnovne vrste gubitaka djelatne snage u elektroenergetskom sustavu. Osim toga, gubici izazvani koronom mogu se pojaviti u visokonaponskim vodovima. Gubici zbog korone i odvoda preko izolatora kod dalekovoda mogu se zanemariti na naponskim razinama nižim od 110 kV.

## 4. Gubici u 35/10 kV transformatorima

Na području DP-a Elektra Požega nalazi se sedam 35/10 kV trafostanica. Svih sedam trafostanica u vlasništvu je Elektre Požega, a u njima se nalazi 14 transformatora (po 2 u svakoj trafostanici). Osim njih, jedan 35/10 kV transformator nalazi se u pričuvi na skladištu. Popis transformatora u pogonu i u rezervi nalazi se u nastavku (Tablica 4-1).

Tablica 4-1 Popis transformatora 35/10 kV

Naziv TS	Tip transformatora	Snaga transformatora [kVA]	Godina proizvodnje	Tvornički broj
Požega-II	TP 409-8,35/10.5,8,MINEL	8000	1979	9791561
	TP 409-8,35/10.5,8,MINEL	8000	1978	9781465
Požega-I	T3-8002,35/10.5,8,MINEL	8000	1986	9862077
	9NTBN 9000-38x,35/10.5,8,KONČAR	8000	2002	460913
Velika	2TBN 4000-38,35/10.5,4,KONČAR	4000	1982	507109
	T3-4002,35/10.5,4,MINEL	4000	1982	9821778
Orljava	3TNP 34-35,35/10.5,2.5,KONČAR	2500	1992	165199
	3TNP 34-35,35/10.5,2.5,KONČAR	2500	1966	165042
Ferovac	T5-463-4000,35/10.5,4,EL. SRBIJA	4000	1967	967329
	3T 4000-38,35/10.5,4,KONČAR	4000	1989	175318
Pleternica	2TBN 4000-38/A,35/10.5,4,KONČAR	4000	1979	484939
	2TBN 4000-38,35/10.5,4,KONČAR	4000	1981	496230
Čaglin	7T 2500-38,35/10.5,2.5,KONČAR	2500	1975	445934
	2TBN 2500-38/A,35/10,5,KONČAR	2500	1978	477127
Skladište	TP-337-4000,35/10.5,4,EL. SRBIJA	4000	1965	965122

Osim podataka o transformatorima, radi procjene gubitaka u njima potrebni su i točni podaci o energiji koja se njima transformira. Iz SCADA sustava daljinskog vođenja Elektre Požega prikupljeni su podaci 15-minutnim prosječnim mjerenjima snage svih 35/10 kV transformatora. Mjerenja se odnose na razdoblje od 1. kolovoza 2018. godine u 00:00 sati do 31. srpnja 2019. u 24:00 sata. Tablica 4-2 prikazuje srednje relativno opterećenje i prosječnu snagu koja se transformira kroz transformator. Posljednjih godina normalno uklopno stanje je takvo da u 35/10 kV trafostanicama Požega-II i Požega-I oba transformatora budu u pogonu, a u preostalim 35/10 kV trafostanicama u pogonu bude samo jedan od dva transformatora (jednom mjesečno se izmjenjuju).

Tablica 4-2 Popis transformatora prema prosječnoj snazi i opterećenju

Naziv TS	Tip transformatora	Srednja snaga [kVA]	Srednje opterećenje transformatora [%]
Požega-II	TP 409-8,35/10.5,8,MINEL	2109,60	26,37
	TP 409-8,35/10.5,8,MINEL	2064,00	25,80
Požega-I	T3-8002,35/10.5,8,MINEL	1971,20	24,64
	9NTBN 9000-38x,35/10.5,8,KONČAR	2248,00	28,10
Velika	2TBN 4000-38,35/10.5,4,KONČAR	1623,20	40,58
	T3-4002,35/10.5,4,MINEL	1732,40	43,31
Orljava	3TNP 34-35,35/10.5,2.5,KONČAR	812,75	32,51
	3TNP 34-35,35/10.5,2.5,KONČAR	837,50	33,50
Ferovac	T5-463-4000,35/10.5,4,EL. SRBIJA	1704,40	42,61
	3T 4000-38,35/10.5,4,KONČAR	1659,20	41,48
Pleternica	2TBN 4000-38/A,35/10.5,4,KONČAR	1841,20	46,03
	2TBN 4000-38,35/10.5,4,KONČAR	1860,80	46,52
Čaglin	7T 2500-38,35/10.5,2.5,KONČAR	420,50	16,82
	2TBN 2500-38/A,35/10,5,KONČAR	423,50	16,94

Gubici energije u transformatorima za svaku četvrt sata računati su prema formuli:

$$W_{gub} = (P_{FE} + \alpha^2 P_{Cu}) \cdot 0,25 \quad (4.1)$$

pri čemu su:

$W_{gub}$  - gubici u transformatoru [kWh],

$P_{Fe}$  – gubici u željezu [kW],

$P_{Cu}$  – gubici u bakru [kW],

$\alpha$  – opterećenje transformatora.

Podaci o iznosima gubitaka u jezgrama transformatora i gubitaka u namotima transformatora prikupljeni su iz Končar tehničkog priručnika. Gubici su računati za svako 15-minutno razdoblje kroz godinu. Za svaki 35/10 kV transformator napravljeno je 35.040 izračuna prema formuli 4.1. Zbrajanjem svih dobivenih vrijednosti dobije se godišnji iznos gubitaka energije u 35/10 kV transformatorima (Tablica 4-3 i Tablica 4-4).

Za 35/10 kV trafostanice Požega-II i Požega-I, u kojima uobičajeno istovremeno oba transformatora rade u paraleli, napravljen je i proračun gubitaka koji bi se generirali kada bi

radio samo po jedan transformator (Tablica 4-4). Za 35/10 kV trafostanice Velika, Orljava, Ferovac, Pleternica i Čaglin, u kojima uobičajeno radi samo po jedan transformator, izračunati su gubici u transformatorima za slučaj kada bi cijelu godinu radila oba transformatora u paralelnom radu (Tablica 4-3).

Tablica 4-3 i Tablica 4-4 sadrže i izračun gubitaka za sve 35/10 kV trafostanice na području Elektre Požega za slučaj kad bi se transformatori uključivali u paralelni rad i isključivali iz njega na način da se optimiziraju gubici u transformatorima na najmanju moguću mjeru. To bi ponekada podrazumijevalo i po nekoliko sklopnih manipulacija u trafo poljima u istom danu.

**Tablica 4-3 Gubici u transformatorima za trafostanice gdje obično radi samo jedan 35/10 kV transformator**

<b>Naziv TS</b>	<b>Ukupni gubici transformatora 1.8.2018. - 31.7.2019. [kWh]</b>	<b>Gubici transformatora kad bi oba transformatora radila u paraleli [kWh]</b>	<b>Gubici transformatora kad bi se oni uključivali/isključivali u paralelni rad s ciljem minimiziranja gubitaka [kWh]</b>
Velika	114.217	128.768	112.985
Orljava	54.981	73.578	54.951
Ferovac	107.922	125.833	106.724
Pleternica	119.347	131.931	117.198
Čaglin	39.646	69.744	39.646

**Tablica 4-4 Gubici u transformatorima za trafostanice gdje obično rade oba 35/10 kV transformatora**

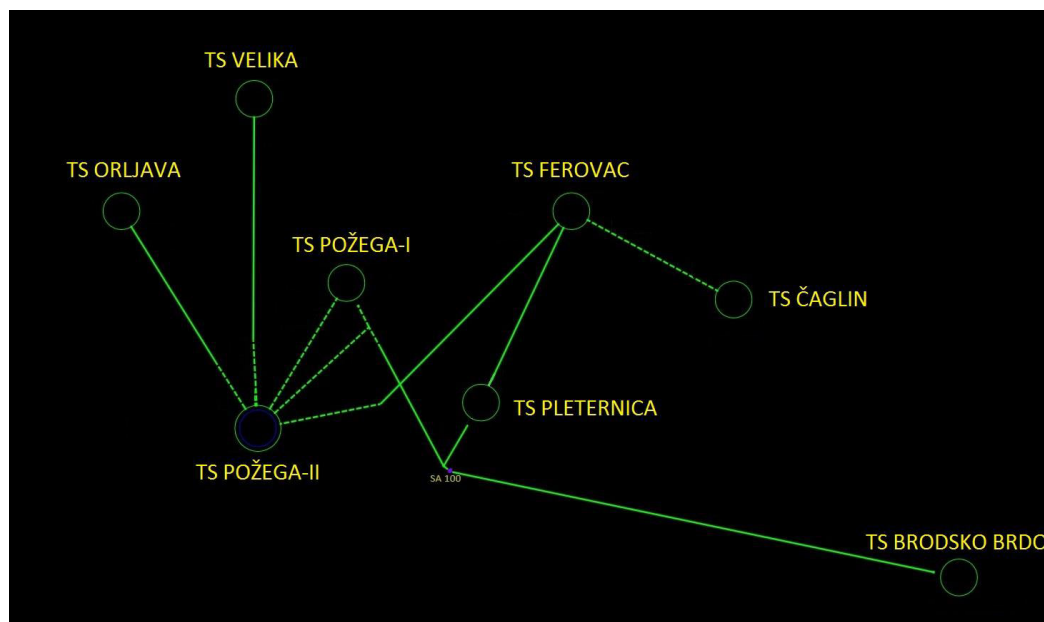
<b>Naziv TS</b>	<b>Ukupni gubici transformatora 1.8.2018. - 31.7.2019. [kWh]</b>	<b>Gubici transformatora kad bi samo jedan transformator bio u radu [kWh]</b>	<b>Gubici transformatora kad bi se oni uključivali/isključivali u paralelni rad s ciljem minimiziranja gubitaka [kWh]</b>
Požega-II	235.201	223.053	210.776
Požega-I	232.517	217.162	211.269

Tablica 4-3 prikazuje opravdanost rada po jednog transformatora u 35/10 kV trafostanicama Velika, Orljava, Ferovac, Pleternica i Čaglin. U navedenim trafostanicama gubici u transformatorima iznose 463.113 kWh u godini dana. Godišnje srednje opterećenje transformatora u navedenim trafostanicama kreće se od 16,82% do 46,52% (Tablica 4-2) što je znatno manje od opterećenja od 57% nakon kojeg bi bilo povoljnije uključiti i drugi transformator. Kada bi radila oba transformatora u navedenih 5 trafostanica gubici bi se godišnje povećali za 93.741 kWh. Kada bi pak kod opterećenja od otprilike 57% uključivali u rad drugi transformator, a za manje opterećenje ponovno prelazili na rad s jednim transformatorom, godišnje bi se gubici smanjili za 4.610 kWh u odnosu na postojeće stanje. Budući da bi to podrazumijevalo veći broj uključivanja/isključenja prekidača, a donijelo vrlo malu korist u smanjenju gubitaka, takva odluka ne bila opravdana.

Tablica 4-4 prikazuje da godišnji gubici u transformatorima u 35/10 kV trafostanicama Požega-I i Požega-II iznose 467.717 kWh. Ukoliko bi se prešlo na rad s jednim transformatorom, gubici bi se smanjili za 27.502 kWh. Ukoliko bi se pak transformatore redovito uvodilo u paralelni rad ili isključivalo iz njega s ciljem optimiziranja gubitaka, oni bi se smanjili za 45.672 kWh. Teoretski, moguće je postaviti upozorenja u SCADA sustavu koja bi upozorila dispečera da je opterećenje jednog transformatora poraslo iznad 59 % te da je potrebno uključiti drugi transformator u rad, kao i upozorenje da se transformatorima u paraleli opterećenje smanjilo ispod 29,5% te da se isključi jedan transformator iz rada. Tako bi se postiglo najveće smanjenje gubitaka, ali pitanje je koliko bi porasli troškovi povećanog održavanja transformatorskih prekidača te naprezanja transformatora pri ovim učestalijim ukapčanjima i iskapčanjima. Stoga se preporuča prelazak na rad s jednim transformatorom i u TS 35/10 kV Požega-II i Požega-I uz uvjet da se pri opterećenjima većim od 85% obavezno uključi drugi transformator kako ne bi došlo do preopterećenja. Opterećenje veće od 6,8 MVA (85% jednog transformatora) ubilježeno je samo 1,21% vremena u promatranom razdoblju, odnosno 106,25 sati u godini na TS 35/10 Požega-II i 0,05% vremena, odnosno 4,5 sati na TS Požega-1.

## 5. Gubici u 35 kV vodovima

Slika 5-1 prikazuje 35 kV mrežu Elektre Požega.



Slika 5-1 35 kV mreža Elektre Požega

Tablica 5-1 sadrži osnovne podatke o dionicama dalekovoda – prikazan je tip i duljina svake dionice. 35 kV dalekovod Požega-II – Brodsko Brdo s vezama prema TS 35/10 kV Požega-I i TS 35/10 kV Pleternica nekoć je bio osnovni izvor napajanja konzuma Elektre Požega. Kasnije su izgrađena dva 110 kV dalekovoda koja dolaze u trafostanicu 110/35/10 kV Požega-II te ona postaje glavna napojna točka cijelog područja Elektre Požega. 35 kV dalekovod Požega-II – Brodsko Brdo od tada je veza između dva distribucijska područja, Elektre Požega i Elektre Slavonski Brod. U normalnom uklopnom stanju navedeni dalekovod u praznom je hodu i ne prenosi električnu energiju. Ovakvo uklopno stanje djelomično je posljedica toga što je do nedavno uklopno stanje 35 kV dalekovoda Požega-II - Brodsko Brdo određivala Elektra Slavonski Brod. Njegovo napajanje bilo je iz TS 35/10 kV Brodsko Brdo i samo po potrebi u dogovoru s Elektrom Slavonski Brod vod je uključivan, odnosno preko njega je napajan konzum TS Pleternica ili konzum grada Požege. Posljednjih dvadesetak godina uklopno stanje određuje Elektra Požega, ali dalekovod prema Brodskom Brdu i dalje ostaje u praznom hodu te osim pričuvne funkcije nema drugu svrhu. Tako uobičajeno uklopno stanje podrazumijeva da se preko 35 kV dalekovoda Požega-II –

Ferovac napaja TS 35/10 kV Ferovac, ali i TS 35/10 kV Pleternica (dodatno preko 35 kV DV Ferovac – Pleternica) i TS 35/10 kV Čaglin (dodatno prekod 35 kV Ferovac – Čaglin). Nameće se ideja da se TS 35/10 kV Pleternica napoji preko 35 kV DV Požega-II – Brodsko Brdo kako bi se umanjile struje koje teku kroz 35 kV dalekovod Požega-II – Ferovac i kako bi se skratila udaljenost kojom se pronosi električna energija do TS 35/10 kV Pleternica.

Tablica 5-1 Osnovni podaci o dionicama 35 kV dalekovoda

VNSN vod	Oznaka	Vrsta	Tip	Duljina [m]
POŽEGA-II - ORLJAVA	3DV1/1	podzemna	IPZO 13 3x(1x150), 35 kV	1.221,1
POŽEGA-II - ORLJAVA	3DV1/2	podzemna	XHE 49-A 3x(1x185/25), 35 kV	27,3
POŽEGA-II - ORLJAVA	3DV1/3	podzemna	IPZO 13 3x(1x150), 35 kV	2.003,5
POŽEGA-II - ORLJAVA	3DV1/4	podzemna	XHP 48-A 3x(1x240/25), 35 kV	1.592,9
POŽEGA-II - ORLJAVA	3DV1/5	nadzemna	Al-Fe 3x120/20, 35 kV	11.636,1
POŽEGA-II - ORLJAVA	3DV2/1	podzemna	XHE 49-A 3x(1x185/25), 35 kV	2.142,5
POŽEGA-II - FEROVAC	3DV2/2	nadzemna	Al-Fe 3x120/20, 35 kV	13.390,0
POŽEGA-II - POŽEGA-I	3DV3/1	podzemna	XHE 49-A 3x(1x185/25), 35 kV	2.683,6
FEROVAC - PLETERNICA	3DV5/1	nadzemna	Al-Fe 3x120/20, 35 kV	12.143,3
POŽEGA-II - BRODSKO BRDO	3DV6/1	nadzemna	Al-Fe 3x120/20, 35 kV	21.703,2
POŽEGA-II - BRODSKO BRDO	3DV6/2	nadzemna	Al-Fe 3x120/20, 35 kV	2.580,9
POŽEGA-II - BRODSKO BRDO	3DV6/3	nadzemna	Al-Fe 3x120/20, 35 kV	2.049,3
POŽEGA-II - BRODSKO BRDO	3DV6/4	nadzemna	Al-Fe 3x120/20, 35 kV	12.254,0
POŽEGA-II - BRODSKO BRDO	3DV6/5	podzemna	XHE 49-A 3x(1x185/25), 35 kV	576,3
POŽEGA-II - BRODSKO BRDO	3DV6/6	podzemna	XHE 49-A 3x(1x185/25), 35 kV	0,3
POŽEGA-II - BRODSKO BRDO	3DV6/7	podzemna	XHE 49-A 3x(1x185/25), 35 kV	2.702,0
POŽEGA-II - VELIKA	3DV7/1	podzemna	XHE 49-A 3x(1x185/25), 35 kV	1.263,9
POŽEGA-II - VELIKA	3DV7/2	nadzemna	Al-Fe 3x120/20, 35 kV	11.648,4
FEROVAC - ČAGLIN	3KV9/1	podzemna	XHE 49-A 3x(1x185/25), 35 kV	12.515,0

S ciljem smanjenja gubitaka u 35 kV dalekovodima programskim paketom NEPLAN napravljen je izračun gubitaka za početno uklopno stanje. Korišteni su podaci o dalekovodima (Tablica 5-1) prikupljeni iz DeGIS baze tehničkih podataka Elektre Požega. Iz sustava daljinskog vođenja Elektre Požega prikupljeni su podaci o mjerenjima potrošnje konzuma pojedinih 35/10 kV trafostanica u razdoblju od 1. kolovoza 2018. godine u 00:00 sati do 31. srpnja 2019. u 24:00 sata. Za proračun je korištena srednja vrijednost potrošnje konzuma 35/10 kV trafostanica odnosno srednja vrijednost struja koja teče kroz 35 kV dalekovode. Proračun sa srednjom (prosječnom) strujom kroz razdoblje od godinu dana unosi malu pogrešku u procjenu gubitaka. Koristeći podatke o svim 15-minutnim mjerenjima struja i snaga u 35/10 kV trafostanicama kroz razdoblje od godinu dana utvrđeno je da se korištenjem samo srednjeg opterećenja za izračun gubitaka u dalekovodima, dobiveni rezultat razlikuje do najviše 6% u odnosu na izračun dobiven korištenjem svih mogućih



mjerenja. Budući da smisao ovoga rada nije što preciznije izračunati točan iznos gubitaka u dalekovodima, već detektirati gdje se oni u najvećoj mjeri generiraju i kako ih smanjiti te zbog nastojanja da izračun ne bude suviše kompliciran, dobivena pogreška smatra se prihvatljivom. Ipak, za ilustraciju, osim proračuna s prosječnom potrošnjom rađeni su i proračuni u trenucima minimalne i maksimalne potrošnje u sustavu.

Tablica 5-2 prikazuje rezultate proračuna za početno uklopno stanje. Vidljivo je da se najviše gubitaka u 35 kV dalekovodima generira upravo u dalekovodu Požega-II – Ferovac. Promatrajući izračun srednje potrošnje vidljivo je da se kroz godinu dana u 35 dalekovodima Požega-II – Ferovac i Ferovac – Pleternica generira 578.467 kWh gubitaka, dok su gubici dalekovoda Požega-II – Brodsko Brdo zanemarivi.

Tablica 5-2 Gubici u 35 kV dalekovodima u početnom uklopnom stanju

35 kV dalekovod	Srednja potrošnja			Minimalna potrošnja		Maksimalna potrošnja	
	Stuja [A]	Gubici snage [kW]	Godišnji gubici energije [kWh]	Stuja [A]	Gubici snage [kW]	Stuja [A]	Gubici snage [kW]
Požega-II - Orjava	14	2,03	17.756,52	8,3	0,55	22,1	5,09
Požega-II - Ferovac	69,4	54,41	476.631,60	34,8	13,69	113	144,42
Požega-II - Požega-I	70,2	6,89	60.312,60	35,5	1,74	111,2	17,35
Ferovac - Pleternica	35,4	11,63	101.835,00	17,6	2,92	57,5	30,29
Požega-II - Brodsko Brdo	6,8	0,09	823,44	6,9	0,10	6,8	0,09
Požega-II - Velika	28,6	7,84	68.713,44	14,3	1,97	46	19,97
Ferovac - Čaglin	15,4	0,54	4.695,36	15,5	0,41	16,2	0,92
Ukupno		83,42	<b>730.767,96</b>		21,37		218,13

Tablica 5-3 prikazuje rezultate proračuna za optimizirano uklopno stanje kod kojeg se TS 35/10 kV Pleternica napaja preko 35 kV dalekovoda Požega-II – Brodsko Brdo.

Tablica 5-3 Gubici u 35 kV dalekovodima u optimiziranom uklopnom stanju

35 kV dalekovod	Srednja potrošnja			Minimalna potrošnja		Maksimalna potrošnja	
	Stuja [A]	Gubici snage [kW]	Godišnji gubici energije [kWh]	Stuja [A]	Gubici snage [kW]	Stuja [A]	Gubici snage [kW]
Požega-II - Orjava	13,3	2,026	17.747,76	8,3	0,549	20,5	5,08
Požega-II - Ferovac	35,2	14,019	122.806,44	20,5	4,672	55,7	35,09
Požega-II - Požega-I	70,2	6,881	60.277,56	35,5	1,739	111,1	17,32
Ferovac - Pleternica	0,8	0,001	8,76	0,8	0,001	0,8	0,00
Požega-II - Brodsko Brdo	35,2	14,925	130.743,00	17,8	3,729	54,7	38,26
Požega-II - Velika	28,6	7,841	68.687,16	14,3	1,971	46	19,94
Ferovac - Čaglin	15,4	0,538	4.712,88	15,6	0,416	16,3	0,90
Ukupno		46,231	<b>404.983,56</b>		13,077		116,60

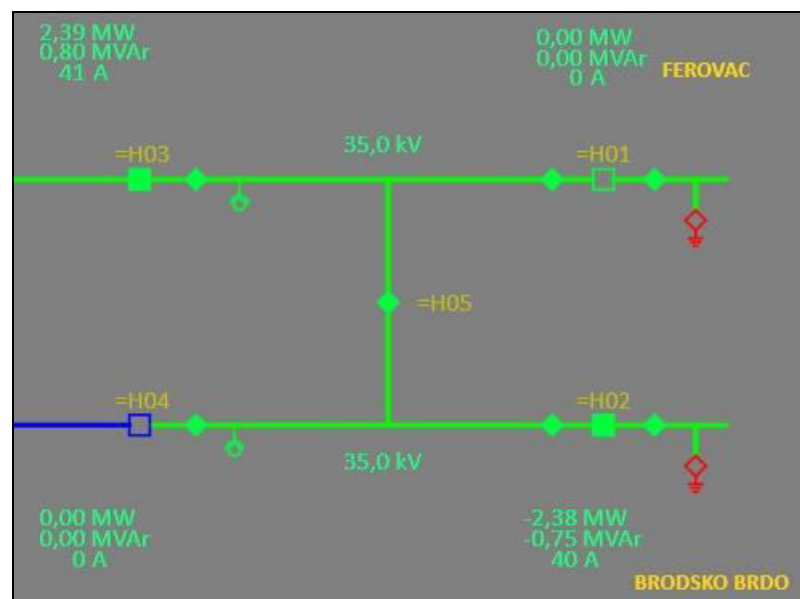
Uočljivo je da su u novom uklopnom stanju gubici znatno manji, godišnje za čak 325.784 kWh, odnosno za 44,58 %.

Smanjenje gubitaka promjenom uklopnog stanja ne smije utjecati na pouzdanost napajanja. Kako je u ovom konkretnom slučaju 35 kV dalekovod Požega-II - Brodsko Brdo relativno velike duljine (oko 40km), a odcjep za TS 35/10 kV Pleternica nalazi se na otprilike šesnaestom kilometru glavne trase, bilo koji prekid napajanja ili kvar na glavnoj trasi dalekovoda ostavlja bez napajanja i cijeli konzum TS 35/10 kV Pleternica. Ovo je posebice bitno iz razloga jer DV 35 kV Požega-II - Brodsko Brdo od Pleternice pa prema TS 35/10 kV Brodsko Brdo prolazi kroz brdsko šumoviti dio gdje su prolazni kvarovi, a ponekad i trajni, relativno česti. Iz sustava daljinskog vođenja, knjige zastoja iz dispečerskog centra Elektre Požega i DISPO aplikacije za unos prekida električne energije prikupljeni su podatci za ispade 35 kV dalekovoda Požega 2 – Brodsko Brdo, Požega 2 – Ferovac i Ferovac – Pleternica u periodu od godine dana:

- DV 35 kV Požega 2 – Brodsko Brdo isključen je djelovanjem zaštite 14 puta (12 puta je brzi APU uspješno djelovao, jednom je vod ručno uključen nakon 2 minute, a jednom je vod uključen nakon popravka dva dana od ispada)
- DV 35 kV Požega 2 - Ferovac isključen je djelovanjem zaštite 4 puta (svaki put je brzi APU uspješno djelovao)
- DV 35 kV Ferovac - Pleternica isključen je djelovanjem zaštite 2 puta (jednom je vod uključen nakon 3 minute, a drugi put nakon 7 minuta)

Vidljivo je da je najveći broj djelovanja zaštite na vodu Požega 2 – Brodsko Brdo prolaznog karaktera, a samo dva zastoja bila su neuspješna APU (brzi ili spori). Kako bi što više umanjili vrijeme prekida napajanja, nakon neuspješnog brzog APU-a u TS Pleternica, potrebno je ostvariti „preklopnu automatiku“ s postojećim terminalima polja. Sekundarni sustavi upravljanja i zaštite u TS Pleternica rekonstruirani su 2008. godine i za zaštitu, mjerenje i upravljanje ugrađeni su terminali polja Alstom (Areva) P139. Ovaj tip terminala polja omogućava da se pomoću interne logike, mjerenih veličina i dodatnih uvjeta relativno jednostavno konfigurira automatika koja će u slučaju nestanka napajanja uključivati rezervni vod za napajanje transformatorske stanice. U terminalu polja na vodnom polju =H02 Brodsko Brdo u TS 35/10 kV Pleternica konfigurirat će se logika, koja prati napon na sabirnicama 35kV postrojenja preko naponskih mjernih transformatora i u slučaju nestanka 35 kV napona duljeg od 0,5 sekunde, dok se trafostanica napaja preko DV 35 kV Požega-II - Brodsko Brdo, automatika isključuje prekidač u polju =H02 Brodsko Brdo te uključuje prekidač u vodnom polju =H01 Ferovac. Uvjet za rad automatike je da su rastavljači u =H01 zatvoreni (sabirnički

i vodni) i da nije bilo prorade bilo koje zaštite u terminalu polja na =H02 Brodsko Brdo. Vrijeme promatranja od 0,5 sekunde uzeto je iz razloga jer brzi APU na vodu Požega 2 – Brodsko Brdo ima beznaponsku pauzu od 0,3 sekunde. Tako automatika neće prebaciti napajanje na rezervni vod, ako je na vodu Požega 2 – Brodsko Brdo bio uspješan APU, nego samo u slučaju kada je brzi APU bio neuspješan i slijedi spori APU (20 sekunda) ili je došlo do definitivnog isključenja voda Požega 2 – Brodsko Brdo. Da bi sve ovo uspješno radilo, i da se skрати vrijeme trajanja prekida napajanja, vod Ferovac – Pleternica potrebno je držati pod naponom na način da je neprekidno uključen prekidač na tom vodu u TS 35/10 kV Ferovac, a u TS 35/10 kV Pleternica prekidač uključuje automatika po potrebi. Radi lakšeg razumijevanja Slika 5-2 prikazuje pojednostavljenu shemu 35 kV postrojenja u TS 35/10 kV Pleternica, koja je u stvari ekranski prikaz 35kV dijela TS 35/10 kV Pleternica iz SCADA sustava za vođenje Proza NET. Na slici je vidljivo cijelo 35 kV postrojenje transformatorske stanice gdje su polja =H01 i =H02 vodna polja 35kV, =H03 i =H04 transformatorska polja 35 kV i =H05 polje sekcijskog rastavljača.



Slika 5-2 Pojednostavljena shema 35kV postrojenja u TS 35/10 kV Pleternica

## 6. Gubici u 10/0,4 kV transformatorima

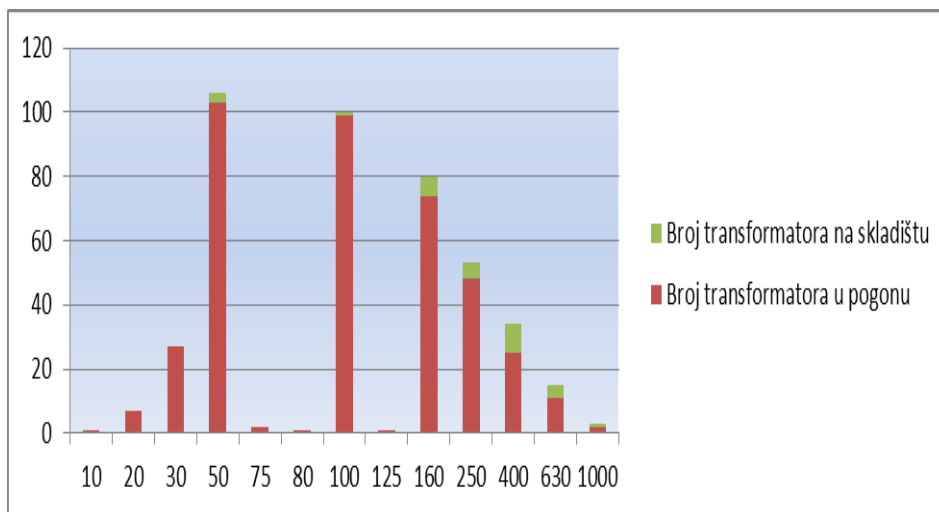
### 6.1. Prikupljanje podataka

Na području DP-a Elektra Požega nalazi se 443 trafostanice 10/0,4 kV. Od toga je 394 trafostanica u vlasništvu Elektre Požega, a 49 u mješovitom ili tuđem vlasništvu. U 394 vlastitih trafostanica nalazi se 392 transformatora. Podaci o njima godinama su se vodili u nekadašnjoj Službi za razvoj i investicije, u Odjelu za tehničku dokumentaciju. Uvođenjem *DeGIS-a* u Elektru Požega, brigu o podacima o transformatorima preuzeo je GIS tim. Za velik broj transformatora nedostajali su podaci o godini proizvodnje ili podaci o gubicima. Razlog tome leži u nečitkim pločicama transformatora, nepostojanju podataka o gubicima u *DeGIS* katalogu transformatora ili jednostavno o nepostojanju točnih podataka. Također, za dio transformatora nije bio poznat podatak o tipu ili snazi. Najveći dio tih podataka u veljači i ožujku 2012. godine prikupila je dežurna ekipa Službe za vođenje pogona.

Popis i grafički prikaz transformatora u pogonu i u rezervi sortiran prema nazivnoj snazi nalazi se u nastavku (Tablica 6-1 i Slika 6-1).

Tablica 6-1 Popis transformatora 10/0,4 kV prema nazivnoj snazi

Snaga [kVA]	10	20	30	50	75	80	100	125	160	250	400	630	1000
Broj transformatora u pogonu	1	7	27	103	2	1	99	1	74	48	25	11	2
Broj transformatora na skladištu	0	0	0	3	0	0	1	0	6	5	9	4	1

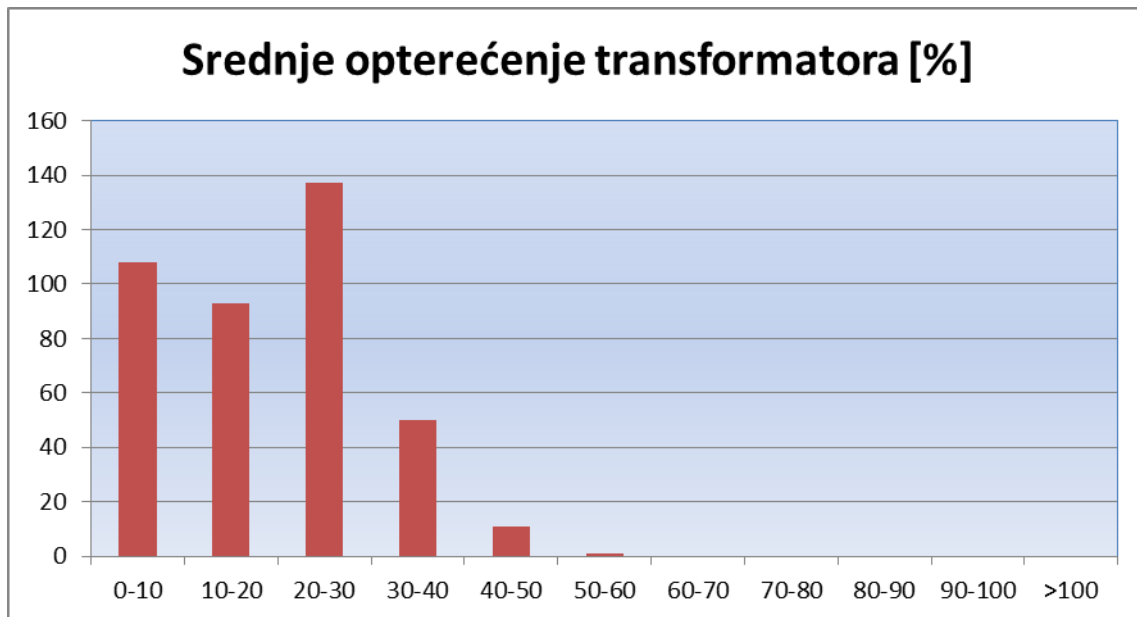


Slika 6-1 Prikaz broja transformatora 10/0,4 kV prema nazivnoj snazi

Za potrebe razmatranja u ovom specijalističkom radu, osim podataka o transformatorima, vrlo važni su i točni podaci o potrošnji električne energije po 10/0,4 kV trafostanicama. Podaci o potrošnji za 2017. godinu prikupljeni su iz aplikacije o kupcima - *Billing*. Važno je napomenuti da se u *Billing-u* podaci o potrošnji kupaca grupirani po naseljima i ulicama, a ne po trafostanicama te je zbog toga prikupljanje podataka o potrošnji po trafostanicama predstavljalo velik izazov u izradi ovog rada. Za naselja u kojima se nalazi više od jedne trafostanice s popisa svih potrošača, pomoću popisa napajanja koji se vode u Službi za vođenje pogona, potrošači su pridjeljivani pojedinim trafostanicama te se zbrajanjem njihove potrošnje dobila ukupna godišnja potrošnja pojedine trafostanice. Dobiveni podaci korišteni su za određivanje srednjeg i vršnog opterećenja transformatora. Prilikom određivanja srednjeg i vršnog opterećenja korišten je dodatni faktor 1,05 koji opisuje dodatne gubitke koji se javljaju u niskonaponskoj mreži, priključcima i mjernoj opremi, kao i netehničke gubitke zbog neizmjerene potrošnje i krađe električne energije. Tablica 6-2 i Slika 6-2 prikazuju srednje relativno opterećenje transformatora.

Tablica 6-2 Srednje relativno opterećenje transformatoru u 2017. godini

Srednje opterećenje transformatora [%]	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60
Broj transformatora	108	93	137	50	11	1



**Slika 6-2 Srednje relativno opterećenje transformatora u 2017. godini**

Podaci o iznosima gubitaka u jezgrama transformatora i gubitaka u namotima transformatora prikupljeni su ponajviše zahvaljujući katalogu transformatora u *DeGIS* aplikaciji. U njemu je moguće, ovisno o tipu transformatora, iščitati sve relevantne podatke o traženom transformatoru, što uključuje i njegove podatke o gubicima.

Ukoliko je podatak o gubicima određenog transformatora nedostajao u *DeGIS* katalogu, njegovi gubici procijenjeni su prema tablicama ispod (Tablica 6-3, Tablica 6-4). Vrijednosti u tablicama dobivene su temeljem stvarnih karakteristika transformatora proizvedenih od 1965. do danas i korištenih u cijelom HEP ODS-u. U bijelo označenim poljima nalaze se srednje vrijednosti postojećih transformatora, na temelju kojih su procijenjene vrijednosti u sivo označenim poljima, za koja nisu postojali podaci. Posljednja dva stupca odgovaraju transformatorima propisanim normom o energetski učinkovitim transformatorima u distribucijskim mrežama (A0Ck od 2015. do 2020. godine, odnosno AA0Ak od 2021. godine). [3]

**Tablica 6-3 Kronološki pregled prosječnih iznosa jediničnih gubitaka u jezgri [W]**

Snaga (kVA)	Godina proizvodnje												
	1965 i ranije	1966- 1970	1971- 1975	1976- 1980	1981- 1985	1986- 1990	1991- 1995	1996- 2000	2001- 2005	2006- 2010	2011 i kasnije	2015 eko	2021 eko
30	140	140	140	130	140	130	130	95	95	96	80	74	67
50	200	200	201	186	200	186	186	136	136	137	115	90	81
100	540	540	314	302	336	321	339	222	211	218	223	145	130
160	725	725	515	515	441	470	489	366	309	309	309	210	189
250	1.188	925	672	650	600	585	585	585	431	438	481	300	270
400	1.560	1.219	1.288	993	914	1.049	1.000	700	700	679	670	430	387
500	1.664	1.472	1.344	1.167	1.072	1.138	1.110	804	807	768	753	510	459
630	1.800	1.800	1.418	1.395	1.278	1.254	1.254	940	946	884	860	600	540
1.000	2.200	2.200	1.700	1.700	1.700	1.710	1.700	1.118	1.100	1.100	1.100	770	693

**Tablica 6-4 Kronološki pregled prosječnih iznosa jediničnih gubitaka u namotima [W]**

Snaga (kVA)	Godina proizvodnje												
	1965 i ranije	1966- 1970	1971- 1975	1976- 1980	1981- 1985	1986- 1990	1991- 1995	1996- 2000	2001- 2005	2006- 2010	2011 i kasnije	2015 eko	2021 eko
30	940	940	940	940	940	940	940	940	940	940	940	940	630
50	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.138	1.155	801	1.100	750
100	2.005	2.000	1.750	1.750	1.781	1.825	1.750	1.754	1.833	1.886	1.540	1.750	1.250
160	2.950	2.950	2.426	2.426	2.489	2.533	2.587	2.472	2.100	2.292	2.100	2.350	1.700
250	4.256	3.823	3.373	3.351	3.300	3.266	3.250	3.250	3.250	2.960	1.994	3.250	2.350
400	6.121	5.347	4.866	5.006	5.224	4.600	4.600	4.600	3.022	3.000	2.987	4.600	3.250
500	7.243	6.805	5.907	5.764	5.888	5.535	5.535	5.535	4.643	4.626	4.623	5.500	3.900
630	8.700	8.700	7.261	6.750	6.750	6.750	6.750	6.750	6.750	6.741	6.750	6.500	4.600
1.000	17.000	17.000	14.500	13.800	13.769	13.620	13.000	11.087	10.500	10.500	10.500	10.500	7.600

## 6.2. Računanje vršnog opterećenja

U Studiji razvoja SN mreže za razdoblje narednih 20 godina za DP Elektra Požega za potrebe analize tokova snaga i gubitaka u distribucijskoj mreži prikazan je model izračuna vršne snage za trafostanice 10/0,4 kV [4]. Sličan izračun proveden je i u ovom radu uzimajući u obzir nekoliko izmjena i koristeći aktualnije podatke. Idealno bi bilo poznavati mjerena opterećenja svake TS 10/0,4 kV, barem u doba vršnih opterećenja distribucijske mreže, ali to nije moguće jer u njima ne postoji redovito mjerenje opterećenja. U 10 kV mreži mjerenja opterećenja raspoloživa su jedino na izvodima 10 kV iz TS 35/10 kV.

Za potrebe modeliranja vršnih opterećenja, iz Službe za vođenje pogona prikupljeni su mjerni podaci o 15-minutnim strujnim opterećenjima 10 kV izvoda za TS 110/35/10 kV

Požega II, TS 35/10 kV Požega I, TS 35/10 kV Velika, TS 35/10 kV Ferovac, TS 35/10 kV Pleternica, TS 35/10 kV Orljava i TS 35/10 kV Čaglin.

Iz navedenih mjernih podataka određena su vršna opterećenja svih 10 kV vodnih polja te faktori istodobnosti vršnih opterećenja vodnih polja spram vršnog opterećenja pojnih transformatora. Rezultati su prikazani u tablici na sljedećoj strani (Tablica 6-5).

Tablica 6-5 Vršna opterećenja 10 kV izvoda

Pojna TS	Izvod	Vršna snaga [kW]	Instalirana snaga [kVA]	Smax/Sinstal
TS 35/10 kV Požega I	J02 Plodine	545,08	1600	0,34
	J03 Vidovci	1389,28	2955	0,47
	J06 Požega zapad	957,65	2770	0,35
	J07 Bolnica	1176,41	3960	0,30
	J08 Alaginci	639,65	1210	0,53
	J09 Veličanka	1263,18	3560	0,35
	J10 Mihaljevci	611,93	2200	0,28
	J12 Jakšić	1096,04	2730	0,40
faktor istodobnosti izvoda	0,91	7010,00	20985	0,33
TS 35/10 kV Požega II	J02 Silos	1121,68	4690	0,24
	J03 Kaufland	1770,33	5260	0,34
	J04 Zvečevo	1007,71	3060	0,33
	J05 ETA	26,50	1260	0,02
	J09 Spin Valis	2066,34	6080	0,34
	J18 KTS-10	1976,10	6430	0,31
	J19 KTS-22	888,20	1710	0,52
	J21 Promet	568,81	1380	0,41
	J22 Pionir	139,08	1130	0,00
faktor istodobnosti izvoda	0,80	7690,00	31000	0,25
TS 35/10 kV Ferovac	J01 Tominovac	989,17	2220	0,45
	J02 Grabarje	449,99	995	0,45
	J05 Kula	363,38	1350	0,27
	J07 Kutjevo	1081,15	2480	0,44
	J08 PPK-Kutjevo	583,18	4480	0,13
faktor istodobnosti izvoda	0,83	2890,00	11525	0,25
TS 35/10 kV Velika	K01 Kamen	861,18	2300	0,37
	K02 Radovanci	498,48	1030	0,48
	K04 Trnovac	740,45	1430	0,52
	K10 Velika	1475,01	3130	0,47
faktor istodobnosti izvoda	0,83	2980,00	7890	0,38
TS 35/10 kV Pleternica	J05 KTS-8	1309,60	4050	0,32
	J07 Gradac	780,12	1890	0,41
	J09 Bilice	642,24	1460	0,44
	J10 Ratkovića	660,08	1520	0,43
	J02 Dinamico	113,45	880	0,13
	J04 KTS-13	210,62	250	0,84
faktor istodobnosti izvoda	0,88	3260,00	10050	0,32
TS 35/10 kV Orljava	K04 Markovac	167,84	850	0,20
	K05 Lučinci	364,42	1015	0,36
	K07 Vilić Selo	703,91	1320	0,53
	K09 Opršinac	465,58	1290	0,36
	K10 Đedovica	149,48	660	0,23
faktor istodobnosti izvoda	0,91	1690,00	5135	0,33
TS 35/10 kV Čaglin	J02 Čaglin	163,33	450	0,36
	J03 Milanlug	354,38	1200	0,30
	J04 Latinovac	50,75	230	0,22
	J08 Ruševo	197,45	760	0,26
faktor istodobnosti izvoda	0,99	760,00	2640	0,29



Tablica 6-5 sadrži za sve pojne TS 35/10 kV izmjerena vršna opterećenja 10 kV vodnih polja u 2017. godini. Na temelju mjerenja vršnih strujnih opterećenja transformatora u pojnim TS 35/10 kV izračunati su faktori istodobnosti vršnih opterećenja 10 kV izvoda koji se napajaju iz pojnih transformatora.

U nastojanju da se vršna opterećenja izvoda što vjerodostojnije pridijele pojedinim TS 10/0,4 kV, korišteni su sljedeći raspoloživi podatci o kupcima i potrošnji u distribucijskom području:

1. Podaci o vršnom opterećenju i godišnjoj potrošnji električne energije svih većih kupaca u opskrbnom području (Tablica 6-7),
2. Podatci o potrošnji električne energije svih kupaca iz *Billing-a*.

Iz navedenih podataka sljedećim su se postupkom izračunala vršna opterećenja pojedinih TS 10/0,4 kV:

1. Svim TS 10/0,4 kV koje električnom energijom napajaju „velike“ kupce pridjeljuju se pripadajuće im vršno opterećenje i godišnja potrošnja električne energije, temeljem podataka iz elektroenergetske kartice kupca u informacijskom sustavu *Billing*.
2. Vršno opterećenje TS 10/0,4 kV izračunava se iz vršnog opterećenja izvoda na kojem je smještena TS 10/0,4 kV pomoću sljedeće formule:

$$S_{maks\_TS\_10/0,4} = 1,1 \cdot \frac{E_{TS\_10/0,4}}{E'_{izvod}} \cdot (S_{max\_izvod} - \sum S_{max\_TS\_10/0,4\_veliki\_kupac}) + S_{sušionice} \quad (6.1)$$

pri čemu su:

$S_{max\_TS\ 10/0,4}$  - vršno opterećenje pojedine TS 10/0,4 kV,

$E_{TS\ 10/0,4}$  - godišnja potrošnja el. energije pojedine TS 10/0,4 kV,

$E'_{izvod}$  - godišnja potrošnja električne energije izvoda bez TS 10/0,4 kV koje električnom energijom opskrbljuju velike kupce,

$S_{max\_izvod}$  - vršno opterećenje 10 kV izvoda,

$S_{max\_TS\ 10/0,4\_veliki-kupac}$  - vršno opterećenje velikog kupca,

$S_{sušionice}$  – snaga sušionica duhana koje se napajaju iz predmetne TS 10/0,4 kV.

Za razliku od sličnog izračuna rađenog u *Studiji razvoja SN mreže za razdoblje narednih 20 godina za DP Elektra Požega*, ovdje je napravljeno nekoliko izmjena. U spomenutoj studiji podaci o godišnjoj potrošnji el. energije za trafostanice 10/0,4 kV dobiveni su dijeljenjem ukupnog broja potrošača nekog naselja brojem potrošača određene trafostanice te je dobiveni kvocijent pomnožen ukupno potrošenom el. energijom u tom naselju. Takvom aproksimacijom značajno je olakšan postupak proračuna, ali dobiveni

rezultati mogu uvelike odstupati od stanja u stvarnosti. Posebno je to vidljivo kod trafostanica koje napajaju potrošače iz kategorije poduzetništva. Zbog toga se u ovom radu velika važnost pridijelila dobivanju točnih podataka o potrošnji električne energije svake pojedine 10/0,4 kV trafostanice.

U formuli 6.1, za razliku od formule korištene u spomenutoj studiji uvršten je i faktor 1,1. Prema mišljenju autora ovog rada, on je nužan kako bi se dodatno povećala preciznost proračuna i približilo stvarnoj vrijednosti vršnog opterećenja. Naime, vršna opterećenja trafostanica 10/0,4 kV računata su prema maksimalnom opterećenju vodnog polja na kojem se nalaze. Međutim, malo je vjerojatno da sve trafostanice na vodnom polju dosežu svoje vršno opterećenje u istom trenutku (trenutku kad je izmjereno vršno opterećenje vodnog polja). Potvrda ove teze može biti i postojanje faktora istodobnosti 10 kV izvoda u odnosu na vršno opterećenje 35/10 kV trafostanice (Tablica 6-5).

Posljednja izmjena u proračunu odnosi se na sušionice duhana. Sušionice duhana specifične su jer im je za rad potrebna relativno velika snaga (oko 4 kW) te se uključuju sezonski, u vrijeme branja duhana. Iz Službe za vođenje pogona dobiveni su podaci o broju i smještaju sušionica duhana na području DP-a Elektra Požega. Ukupna snaga po trafostanici koju uzimaju sušionice duhana dobivena je množenjem broja sušionica snagom od 4 kW te korigirana faktorom istodobnosti u vrijednosti 0,7 (Tablica 6-6). Faktor istodobnosti određen je prema iskustvu djelatnika Službe za vođenje pogona.

U situaciji kada nisu poznata vršna opterećenja pojedinih TS 10/0,4 kV, ovakav proračun omogućava zadovoljavajuću procjenu vršnih opterećenja u postojećoj distribucijskoj mreži.

Tablica 6-6 Popis sušionica duhana i vršnog opterećenja koje generiraju

Trafostanica	Broj sušionica	Snaga [kVA]	Trafostanica	Broj sušionica	Snaga [kVA]
Alilovci-2	10	28	Kutjevo-6	2	5,6
Alilovci-3	5	14	Lukač-1	1	2,8
Bektež-2	8	22,4	Ozđakovci	3	8,4
Bertelovci	3	8,4	Podgorje-1	25	70
Bjeliševac	2	5,6	Požega-3	1	2,8
Cerovac-1	15	42	Rajsavac	17	47,6
Cerovac-2	2	5,6	Ramanovci	9	25,2
Grabarje-1	2	5,6	Sulkovci-3	2	5,6
Grabarje-2	4	11,2	Šumanovci	7	19,6
Jakšić-1	19	53,2	Tominovac	5	14
Jakšić-2	8	22,4	Treštanovci-1	18	50,4
Jakšić-3	7	19,6	Vetovo-1	7	19,6
Kutjevo-1	1	2,8	Vetovo-2	3	8,4
Kutjevo-4	2	5,6	Vetovo-3	10	28

Tablica 6-7 Popis vršnog opterećenja za trafostanice 10/0,4 kV u tuđem i mješovitom vlasništvu

Redni broj	Naziv TS	Kupac	Vršna snaga [kW]	10 kV Vodno polje
1.	Alaginci-3	COLOR EMAJL D.O.O.	622,20	Alaginci
2.	Požega-105	VP 3519/18 POŽEGA - VOJARNA	246,40	Bolnica
3.	Požega-103	ORLJAVA	199,60	Bolnica
4.	Požega-21	OPĆA ŽUPANIJSKA BOLNICA	464,40	Bolnica
5.	Požega-103	KAZNIONICA U POŽEGI	181,60	Bolnica
6.	Požega-104	MERCATOR - H D.O.O.	77,4	Bolnica
7.	Pleternica-22	TOFRADO TRGOVINA D.O.O.	48,90	Dinamico
8.	Pleternica-21	TOFRADO TRGOVINA D.O.O.	33,48	Dinamico
9.	Požega-116	ETA D.O.O. U LIKVIDACIJI	25,00	ETA
10.	Požega-101	ZATVOR U POŽEGI	11,47	Jakšić
11.	Požega-101	KAZNIONICA U POŽEGI	22,83	Jakšić
12.	Požega-62	KAZNIONICA U POŽEGI	75,30	Jakšić
13.	Velika-20	VELIČKI KAMEN D.O.O. - KAMENOLOM	577,60	Kamen
14.	Velika-24	EMBER KAMIN D.O.O.	87,00	KAMEN
15.	Velika-23	PROMET GRAĐENJE D.O.O.	2,78	Kamen
16.	Požega-125	KAUFLAND HRVATSKA K.D.	290,22	Kaufland
17.	Požega-59	CRPILIŠTE ZAPADNO POLJE	70,18	Kaufland
18.	Požega-110	FLOK D.O.O.	73,20	KTS-10
19.	Pleternica-20	ELDA DRVO D.O.O.	574,00	KTS-8
20.	Lončarski Vis	TELEVIZ.SLAV.I BARANJE D.O.O.	14,00	Kula
21.	Kula-3	KUTJEVO D.D. KULA	178,02	Kula
22.	Papuk Vojna baza	VP 3519/18 POŽEGA - PAPUK	88,62	Markovac
23.	Trenkovo-4	KUTJEVO D.D. TRENKOVO	2,81	Mihaljevci
24.	Velika-21	ORLJAVA D.O.O.	30,78	Mihaljevci
25.	Požega-111	POŽEŠKA DOLINA D.D.-CDS	12,84	Pionir
26.	Požega-108	PRESOFLEX GRADNJA D.O.O.	92,16	Pionir
27.	Požega-112	TEKIJA D.O.O.	42,58	Požega zapad
28.	Kutjevo-22	HRVATSKI DUHANI D.D.	68,00	PPK Kutjevo
29.	Kutjevo-21	KUTJEVO D.D. PJ VINOGRADARSTVO	230,00	PPK Kutjevo
30.	Kutjevo-20	KUTJEVO D.D. PJ SJEMENARSTVO	304,00	PPK Kutjevo
31.	Kutjevo-23	AGRAM LIFE OSIGURANJE D.D.	88,00	PPK Kutjevo
32.	Požega-102	METALAC D.O.O.	300,47	Promet
33.	Požega-109	PROMET GRAĐENJE D.O.O.	50,73	Promet
34.	Požega-109	PROMET GRAĐENJE D.O.O.	29,46	Promet
35.	Požega-120	KUTJEVO D.D. SILOS POŽEGA	870,00	Silos
36.	Požega-126	KONZUM DD	346,44	Silos
37.	Požega-128	SPIN VALIS D.D. TVORNICA NAMJEŠTAJA	2065,20	Spin Valis
38.	Ovčare	KUTJEVO D.D.RATARSTVO OVČARE	28,88	Tominovac
39.	Vetovo-6	VELIČKI KAMEN D.O.O.	343,44	Tominovac
40.	Vidovci-7	CUPOV	40,72	Vidovci
41.	Požega-113	ZVEČEVO D.D.	1149,00	Zvečevo

### 6.3. Tablice sa svim podacima po vodnim poljima

U ovom poglavlju predstavljene su tablice koje objedinjuju najvažnije podatke o svim 10/0,4 kV trafostanicama (443) koje se nalaze na području DP-a Elektra Požega (Tablica 6-8, Tablica 6-9, Tablica 6-10, Tablica 6-11, Tablica 6-12, Tablica 6-13 i Tablica 6-14). Od toga je 394 trafostanica u vlasništvu Elektre Požega, a 49 djelomično ili u potpunosti pripadaju drugim vlasnicima te su one označena žutom bojom. Trafostanice 10/0,4 kV podijeljene su prema pojnim 35/10 kV trafostanicama i 10 kV vodnim poljima. Za svaku od njih upisan je pripadajući transformator, njegova snaga, tvornički broj, godina proizvodnje te gubici kratkog spoja i praznog hoda. Također, navedene tablice sadrže i podatke o potrošnji električne energije svake pojedine trafostanice u 2017. godini iz čega je izračunat podatak o srednjoj i vršnoj snazi (proračun je predstavljen u poglavlju 6.2). Osim apsolutnih vrijednosti srednjeg i vršnog opterećenja, prikazane su i postotne vrijednosti u odnosu na instaliranu snagu kako bi se mogle usporediti s opterećenjem pri kojem se ostvaruje najveća korisnost navedenog transformatora ( $\alpha_{max}$  – izračunat prema formuli 2.2 ). Zadnji stupac u tablici predstavlja ukupne godišnje gubitke koje su generirali transformatori u 2017. godini, a računati su prema formuli:

$$W_{gub} = (P_{Fe} + \alpha^2 P_{Cu}) \cdot 8760 \quad (6.2)$$

pri čemu su:

$W_{gub}$  - ukupni godišnji gubici koje su generirali transformatori u 2017. godini [kWh],

$P_{Fe}$  – gubici u željezu [kW],

$P_{Cu}$  – gubici u bakru [kW],

$\alpha$  – srednje opterećenje transformatora u 2017. godini.

Gubici su računati sa srednjim opterećenjem kroz sve sate u godini tj. nisu korištene nadomjesne krivulje opterećenja. Za nekoliko trafostanica računati su gubici koristeći nadomjesne krivulje opterećenja te se dobiveni rezultat razlikovao do najviše 2% u odnosu na izračun dobiven korištenjem srednjeg opterećenja. Budući da smisao ovoga rada nije izračunati točan iznos gubitaka u transformatorima, već detektirati gdje se oni u najvećoj mjeri generiraju te zbog nastojanja da izračun ne bude suviše kompliciran dobivena pogreška smatra se prihvatljivom.

Tablica 6-8 Podaci o trafostanicama 10/0,4 kV i pripadajućim transformatorima koji se napajaju iz TS 110/35/10 kV Požega-II

Vodno polje	Trafostanica	Tip	Sn [kVA]	Godina proizv.	Gubici kratkog spoja [W]	Gubici praznog hoda [W]	Potrošnja 2017. [kWh]	Srednja snaga [kVA]	Vršna snaga [kVA]	$\alpha_{max}$ [%]	Srednje optereć. Transf. [%]	Vršno optereć. Transf. [%]	Godišnji gubici u jezgri transf. [kWh]	Godišnji gubici u namotima transf. [kWh]	Ukupni godišnji gubici u transf. [kWh]	
Silos	Požega-120 Silos	3TBNv 1000-12/K,10/0.4,1000,KONČAR	1000	1985			1602561,00	182,94	870,00							
		3TBNv 1000-12/K,10/0.4,1000,KONČAR	1000	1985												
	Požega-121 Dorada	3TBN 630-12/C,10/0.4,630,KONČAR	630	1981												
	Požega-122 Papuk	3TBNv 630-12/A,10/0.4,630,KONČAR	630	1979												
	Požega-73 Lidl	8EuTBN 400-24x/A,24/0.4,400,KONČAR	400	2003	5006	654	504648	60,49	133,07	36,14	15,12	33,27	5729,04	1002,82	6731,86	
	Požega-60 APP						0	0,00	0,00							
	Požega-126 Konzum	TES-OM,24/0.4,630	630	2011			1540908,00	175,90	346,44							
Požega-6	T-400,10/0.4,400,EL. SRBIJA	400	1964	6750	800	781615	93,69	206,11	34,43	23,42	51,53	7008,00	3243,73	10251,73		
Kaufland	Požega-74 Kaufland-1	8EuTBNO 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	2007	3481	458	101069	12,11	21,57	36,27	4,85	8,63	4012,08	71,60	4083,68	
	Požega-125 Kaufland-2	8EuTBN 630-24x/A,24/0.4,630,KONČAR	630	1998			1241517,00	141,73	290,22							
	Požega-78 Cvjetna	8EuTBNO 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	2014	3481	458	109997	13,18	23,47	36,27	5,27	9,39	4012,08	84,81	4096,89	
	Požega-4	TN 250-12,10/0.4,250,KONČAR	250	1970	3600	680	537316	64,40	114,67	43,46	25,76	45,87	5956,80	2092,94	8049,74	
	Požega-5	3TNP 20-10,10/0.4,400,KONČAR	400	1968	6492	1300	864989	103,68	184,60	44,75	25,92	46,15	11388,00	3820,80	15208,80	
	Požega-65 Gimnazija	8EuTBN 400-24x/A,24/0.4,400,KONČAR	400	2002	5006	654	656653	78,71	140,14	36,14	19,68	35,03	5729,04	1697,92	7426,96	
	Požega-3	T6-630,10/0.4,630,MINEL	630	1981	6750	1278	1531167	183,53	329,57	43,51	29,13	52,31	11195,28	5018,13	16213,41	
	Požega-8	6TBNO 160-24x/AC,24/0.4,160,KONČAR	160	2018	1994	210	367527	44,05	78,43	35,38	27,53	49,02	2715,60	1644,23	4359,83	
	Požega-32 MUP	T-630,10/0.4,630,EL. SRBIJA	630	1963	11145	1175	785454	94,15	167,62	32,47	14,94	26,61	10293,00	2180,29	12473,29	
	Požega-18	8EuTBN 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	2002	3474	433	420183	50,36	89,67	35,30	20,15	35,87	3793,08	1235,10	5028,18	
	Požega-28	TN 250-12,10/0.4,250,KONČAR	250	1969	3600	680	602513	72,22	128,58	43,46	28,89	51,43	5956,80	2631,66	8588,46	
	Požega-35	8EuTBN 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	2002	3474	433	439020	52,62	93,69	35,30	21,05	37,48	3793,08	1348,32	5141,40	
	Požega-42	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	2011	2476	310	179821	21,55	38,38	35,38	13,47	23,98	2715,60	393,61	3109,21	
	Požega-41	TN 250-12,10/0.4,250,KONČAR	250	1970	3600	680	468747	56,19	100,04	43,46	22,47	40,01	5956,80	1592,85	7549,65	
	Požega-59 Vodovod	T1-400,10/0.4,400,EL. SRBIJA	400	1968			303913,00	34,69	70,18							
Požega-46 Salon namj.	3TBN 100-12/H,10/0.4,100,KONČAR	100	1986	1540	334	202842	24,31	43,29	46,57	24,31	43,29	2925,84	797,46	3723,30		
Zvečevo	Požega-113 Zvečevo-1	3T 1000-12,10/0.4,1000,KONČAR	1000				3023116	345,10	1149,00							
		3T 1000-12,10/0.4,1000,KONČAR	1000													
		3TNP 20-10,10/0.4,400,KONČAR	400													
	Požega-114 Zvečevo-2	3TNP 20-10,10/0.4,400,KONČAR	400													
		Požega-115 Zvečevo-3	3TBN 630-12/C,10/0.4,630,KONČAR	630	1981											
	3TBN 630-12/C,10/0.4,630,KONČAR	630	1981													
Spin Valis	Požega-128 Spin Valis-5	8EuTBN 50-24x/A,24/0.4,50	50	2012	1100	125	111990	13,42	29,53	33,71	26,85	59,06	1095,00	694,52	1789,52	
	Požega-127 Spin Valis-4	8EuTBNO 1000-24x/A,24/0.4,1000	1000	2011			10157235	1159,50	2065,20							
		8EuTBNO 1000-24x/A,24/0.4,1000	1000	2011												
Požega-129 Spin Valis-6		400														

Vodno polje	Trafostanica	Tip	Sn [kVA]	Godina proizv.	Gubici kratkog spoja [W]	Gubici praznog hoda [W]	Potrošnja 2017. [kWh]	Srednja snaga [kVA]	Vršna snaga [kVA]	$\alpha_{max}$ [%]	Srednje optereć. Transf. [%]	Vršno optereć. Transf. [%]	Godišnji gubici u jezgri transf. [kWh]	Godišnji gubici u namotima transf. [kWh]	Ukupni godišnji gubici u transf. [kWh]
			1000												
	Požega-117 Spin Valis-1	3TBNv 1000 24x/B.,24/0.4,1000,KONČAR	1000	1991											
	Požega-118 Spin Valis-2	T1-630,10/0.4,630,EL. SRBIJA	630												
	Požega-119 Spin Valis-3	HT 1000,10/0.4,1000,ENGINV	1000												
KTS-10	Požega-10	T1-250,10/0.4,250,EL. SRBIJA	250	1968	3500	900	569016	68,20	116,24	50,71	27,28	46,49	7884,00	2281,98	10165,98
	Požega-110 Sloga	2VT 630,10/0.4,630,ENGINV	630	1980			237870	27,15	73,20						
	Požega-17	8EuTBNO 400-24x/A,24/0.4,400	400	2006	4600	610	604701	72,48	123,53	36,42	18,12	30,88	5343,60	1323,10	6666,70
	Požega-25 Grabrik	T1-400/A,10/0.4,400,EL. SRBIJA	400	1968	5347	1219	598810	71,78	122,32	47,75	17,94	30,58	10678,44	1508,14	12186,58
	Požega-70 Sv.Vid	8EuTBN 100-24x/A,24/0.4,100,KONČAR	100	2012	1896	219	43964	5,27	8,98	33,99	5,27	8,98	1918,44	46,12	1964,56
	Požega-2	Tn 400-12,10/0.4,400,KONČAR	400	1969	4750	950	941565	112,86	192,34	44,72	28,21	48,08	8322,00	3312,45	11634,45
	Požega-48 Poslovni centar	3TBNv 630-12/v,10/0.4,630,KONČAR	630	1988	6750	1254	1514144	181,49	309,30	43,10	28,81	49,10	10985,04	4907,17	15892,21
	Požega-23 Tržnica	Tn 400-12,10/0.4,400,KONČAR	400	1968	4750	950	722404	86,59	147,57	44,72	21,65	36,89	8322,00	1949,88	10271,88
	Požega-12	T-400,10/0.4,400,EL. SRBIJA	400	1967	6750	800	438576	52,57	89,59	34,43	13,14	22,40	7008,00	1021,29	8029,29
	Požega-54 Jagodnjak-1	T5-100,10/0.4,100,MINEL	100	1978	1505	400	220419	26,42	45,03	51,55	26,42	45,03	3504,00	920,26	4424,26
	Požega-1	ETN 630-12,10/0.4,630,EMO OHRID	630	1987	6750	1254	1024780	122,83	209,34	43,10	19,50	33,23	10985,04	2247,80	13232,84
	Požega-49 Dom umirovlj.	ETN 630-12,10/0.4,630,EMO OHRID	630	1987	6750	1254	871822	104,50	178,09	43,10	16,59	28,27	10985,04	1626,87	12611,91
	Požega-16	8EuTBNO 400-24x/A,24/0.4,400	400	2014	4600	610	908873	108,94	185,66	36,42	27,24	46,42	5343,60	2988,95	8332,55
	Požega-7	T 400-12,10/0.4,400,KONČAR	400	1962	6121	1560	495263	59,36	101,17	50,48	14,84	25,29	13665,60	1181,00	14846,60
	Požega-20	2TBN 250-12/A,10/0.4,250,KONČAR	250	1978	3351	650	545131	65,34	111,36	44,04	26,14	44,54	5694,00	2005,26	7699,26
Požega-29	8ETBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	1996	2460	322	313081	37,53	63,95	36,18	23,45	39,97	2820,72	1185,45	4006,17	
Požega-66	8ETBN 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	1996	3413	410	434354	52,06	88,73	34,66	20,83	35,49	3591,60	1296,64	4888,24	
KTS-22	Požega-22 Kod kralja	T4-400,10/0.4,400,MINEL	400	1975	4866	1219	734563	88,05	226,63	50,05	22,01	56,66	10678,44	2065,31	12743,75
	Požega-79	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	2011	2476	310	451180	54,08	139,20	35,38	33,80	87,00	2715,60	2477,91	5193,51
	Požega-31	2TBN 250-12/A,10/0.4,250,KONČAR	250	1978	3351	650	917657	109,99	283,12	44,04	44,00	113,25	5694,00	5682,37	11376,37
	Vidovci-6 Kamenolom	3TBN 160-12/G,10/0.4,160,KONČAR	160	1982	2703	529	10977	1,32	3,39	44,24	0,82	2,12	4634,04	1,60	4635,64
	Požega-39 Vranduk	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	2014	2476	310	337592	40,46	104,16	35,38	25,29	65,10	2715,60	1387,30	4102,90
	Komušina	T 50/10,10/0.4,50,UG	50	1961	900	300	66168	7,93	20,41	57,74	15,86	40,83	2628,00	198,37	2826,37
	Laze Čosine	T 50-12,10/0.4,50,KONČAR	50	1960	988	400	19785	2,37	6,10	63,63	4,74	12,21	3504,00	19,47	3523,47
	Laze Prnjavor	T 30-12,10/0.4,30,KONČAR	30	1965	640	300	2088	0,25	0,64	68,47	0,83	2,15	2628,00	0,39	2628,39
	Laze Vasine	8EuTBN 50-24x/A,24/0.4,50	50	2016	1100	125	18838	2,26	5,81	33,71	4,52	11,62	1095,00	19,65	1114,65
	Seoci	T-30,10/0.4,30,EL. SRBIJA	30	1964	728	250	111018	13,31	34,25	58,60	44,36	114,17	2190,00	1254,73	3444,73
	Gradski Vrhovci	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1964	1075	250	51786	6,21	15,98	48,22	12,41	31,95	2190,00	145,13	2335,13
	Crkveni Vrhovci	T 30-12,10/0.4,30,KONČAR	30	1967	640	300	33809	4,05	10,43	68,47	13,51	34,77	2628,00	102,30	2730,30
	Škrabutnik	T-30,10/0.4,30,EL. SRBIJA	30	1961	728	250	17438	2,09	5,38	58,60	6,97	17,93	2190,00	30,96	2220,96
	Požega-52 Jagodnjak-2	3TBN 100-12/H,10/0.4,100,KONČAR	100	1986	1540	334	124557	14,93	38,43	46,57	14,93	38,43	2925,84	300,70	3226,54
Požega-38 Jagodnjak-3	T5-160/C,10/0.4,160,MINEL	160	1979	2426	515	180909	21,68	55,82	46,07	13,55	34,88	4511,40	390,34	4901,74	

Vodno polje	Trafostanica	Tip	Sn [kVA]	Godina proizv.	Gubici kratkog spoja [W]	Gubici praznog hoda [W]	Potrošnja 2017. [kWh]	Srednja snaga [kVA]	Vršna snaga [kVA]	$\alpha_{max}$ [%]	Srednje optereć. Transf. [%]	Vršno optereć. Transf. [%]	Godišnji gubici u jezgri transf. [kWh]	Godišnji gubici u namotima transf. [kWh]	Ukupni godišnji gubici u transf. [kWh]
Promet	Požega-109 Promet	3TNP 18-10,10/0.4,250,KONČAR	250				99645,00	11,38	80,19						
	Požega-102 IMP		630				437108	49,90	300,47						
	Požega-69	T-250/B,10/0.4,250,EL. SRBIJA	250	1967	4028	900	301549	36,14	82,29	47,27	14,46	32,92	7884,00	737,56	8621,56
	Požega-24	4TBN 250-12/A,10/0.4,250,KONČAR	250	1974	3373	672	456830	54,76	124,67	44,64	21,90	49,87	5886,72	1417,49	7304,21
Pionir	Požega-108 Pionir	3TBN 250-12/G,10/0.4,250,KONČAR	250	1986			134634,00	15,37	92,16						
	Požega-56 Komušanac	TN 250-12,10/0.4,250,KONČAR	250	1968	3600	680	127865	15,33	37,49	43,46	6,13	15,00	5956,80	118,52	6075,32
	Požega-111 PC-CDS		630				20459	2,34	12,84						
ETA	Požega-116 ETA	2TBN 630-12/A,10/0.4,630,KONČAR	630	1978			53730	6,13	25,00						
		3TBNv 630-12/v,10/0.4,630,KONČAR	630	1987											

Tablica 6-9 Podaci o trafostanicama 10/0,4 kV i pripadajućim transformatorima koji se napajaju iz TS 35/10 kV Požega-I

Vodno polje	Trafostanica	Tip	Sn [kVA]	Godina proizv.	Gubici kratkog spoja [W]	Gubici praznog hoda [W]	Potrošnja 2017. [kWh]	Srednja snaga [kVA]	Vršna snaga [kVA]	$\alpha_{max}$ [%]	Srednje optereć. Transf. [%]	Vršno optereć. Transf. [%]	Godišnji gubici u jezgri transf. [kWh]	Godišnji gubici u namotima transf. [kWh]	Ukupni godišnji gubici u transf. [kWh]
Vidovci	Vidovci-7 Kolektor	T3-250,10/0.4,250,EL. SRBIJA	250	1974	3373	672	163748	18,69	40,72	44,64	7,48	16,29	5886,72	165,19	6051,91
	Vidovci-4	8EuTBN 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	1996	3474	433	439450	52,67	135,22	35,30	21,07	54,09	3793,08	1350,96	5144,04
	Vidovci-1	T3-160,10/0.4,160,MINEL	160	1975	2426	515	397364	47,63	122,27	46,07	29,77	76,42	4511,40	1883,23	6394,63
	Vidovci-5	8EuTBN 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	2002	3474	433	368818	44,21	113,49	35,30	17,68	45,39	3793,08	951,59	4744,67
	Vidovci-3	3TBN 100-12/H,10/0.4,100,KONČAR	100	1985	1540	334	222519	26,67	68,47	46,57	26,67	68,47	2925,84	959,69	3885,53
	Dervišaga-4	8EuTBNO 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	2014	3481	458	484070	58,02	148,95	36,27	23,21	59,58	4012,08	1642,54	5654,62
	Dervišaga-1	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	2010	2476	310	287104	34,41	88,34	35,38	21,51	55,21	2715,60	1003,38	3718,98
	Dervišaga-2	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	2012	2476	310	447250	53,61	137,62	35,38	33,51	86,01	2715,60	2434,93	5150,53
	Kuzmica	8ETBN 160-24x,24/0.4,160,KONČAR	160	2002	2432	337	400939	48,06	123,37	37,22	30,04	77,11	2952,12	1922,01	4874,13
	Jakšić-9 Skladište		100	1970	2000	540	12131	1,45	3,73	51,96	1,45	3,73	4730,40	3,70	4734,10
	Jakšić-5	3TBN 100-12/F,10/0.4,100,KONČAR	100	1983	2012	328	185985	22,29	57,23	40,38	22,29	57,23	2873,28	875,91	3749,19
	Jakšić-8 Termika	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	2005	2476	310	10199	1,22	3,14	35,38	0,76	1,96	2715,60	1,27	2716,87
	Jakšić-7	T 50-12,10/0.4,50,KONČAR	50	1960	988	400	182041	21,82	56,01	63,63	43,64	112,03	3504,00	1648,28	5152,28
	Dervišaga-3 Semerot	8EuTBN 50-24x/A,24/0.4,50	50	2014	1100	125	17320	2,08	5,33	33,71	4,15	10,66	1095,00	16,61	1111,61
	Srednje Selo	3TBN 250-12/B,10/0.4,250,KONČAR	250	1982	3730	748	303204	36,34	93,30	44,78	14,54	37,32	6552,48	690,52	7243,00
	Viškovci	8EuTBN 100-24x/A,24/0.4,100,KONČAR	100	2002	1896	219	265752	31,85	81,77	33,99	31,85	81,77	1918,44	1685,26	3603,70
	Novoselci-2	T-30,10/0.4,30,EL. SRBIJA	30	1964	728	250	0	0,00	0,00	58,60	0,00	0,00	2190,00	0,00	2190,00
	Novoselci-1	3TBN 100-12/H,10/0.4,100,KONČAR	100	1986	1540	334	259422	31,10	79,82	46,57	31,10	79,82	2925,84	1304,39	4230,23
	Trapari	T125-12,10/0.4,125,KONČAR	125	1983	2000	375	176890	21,20	54,43	43,30	16,96	43,54	3285,00	504,07	3789,07
Blacko	T 100-12,10/0.4,100,KONČAR	100	1964	1600	600	222894	26,72	68,58	61,24	26,72	68,58	5256,00	1000,44	6256,44	
Vesela	T1-50/A,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1971	1061	250	137617	16,50	42,34	48,54	32,99	84,69	2190,00	1011,57	3201,57	

Vodno polje	Trafostanica	Tip	Sn [kVA]	Godina proizv.	Gubici kratkog spoja [W]	Gubici praznog hoda [W]	Potrošnja 2017. [kWh]	Srednja snaga [kVA]	Vršna snaga [kVA]	$\alpha_{max}$ [%]	Srednje optereć. Transf. [%]	Vršno optereć. Transf. [%]	Godišnji gubici u jezgri transf. [kWh]	Godišnji gubici u namotima transf. [kWh]	Ukupni godišnji gubici u transf. [kWh]
Jakšić	Požega-101 Česma	T-100/A,10/0.4,100,EL. SRBIJA	100	1966			134267	15,33	24,30						
	Požega-62 KPD	3TBNv 630-12/A,10/0.4,630,KONČAR	630	1986	6750	1395	272065	32,61	75,30	45,46	5,18	11,95	12220,20	158,43	12378,63
	Požega-63 Tehnic	8EuTBN 100-24x/A,24/0.4,100,KONČAR	100	1997	1896	219	109683	13,15	27,17	33,99	13,15	27,17	1918,44	287,07	2205,51
	Eminovci-3	T5-160/C,10/0.4,160,MINEL	160	1990	2533	470	300963	36,07	74,55	43,08	22,55	46,59	4117,20	1127,97	5245,17
	Eminovci-1	8EuTBN 100-24x/A,24/0.4,100,KONČAR	100	2012	1896	219	190944	22,89	47,29	33,99	22,89	47,29	1918,44	870,01	2788,45
	Eminovci-2	8EuTBN 100-24x/A,24/0.4,100,KONČAR	100	2015	1896	219	244912	29,36	60,66	33,99	29,36	60,66	1918,44	1431,31	3349,75
	Svetinja	TUN 51,10/0.4,50,DINAMO	50	1961	1250	400	66755	8,00	16,53	56,57	16,00	33,07	3504,00	280,42	3784,42
	Bertelovci	T5-50,10/0.4,50,MINEL	50	1978	887	325	189283	22,69	55,28	60,53	45,38	110,57	2847,00	1599,86	4446,86
	Tekić	TBN 100-12/A,10/0.4,100,KONČAR	100	1974	1491	450	232699	27,89	57,64	54,94	27,89	57,64	3942,00	1016,11	4958,11
	Treštanovci-1	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	2011	2476	310	354327	42,47	138,16	35,38	26,54	86,35	2715,60	1528,25	4243,85
	Treštanovci-2	R-10,10/0.4,20,STROJOTEHNA	20	1968	380	250	145	0,02	0,04	81,11	0,09	0,18	2190,00	0,00	2190,00
	Šeovci	8EuTBN 100-24x/A,24/0.4,100,KONČAR	100	2016	1896	219	131766	15,79	32,64	33,99	15,79	32,64	1918,44	414,30	2332,74
	Turnić	T5-50/B,10/0.4,50,MINEL	50	1980	919	275	133201	15,97	32,99	54,70	31,93	65,98	2409,00	820,85	3229,85
	Ramanovci	T5-100,10/0.4,100,MINEL	100	1978	1505	400	221112	26,50	79,97	51,55	26,50	79,97	3504,00	926,05	4430,05
	Jakšić-1	8EuTBN 400-24x/A,24/0.4,400,KONČAR	400	1999	5006	654	954304	114,39	289,57	36,14	28,60	72,39	5729,04	3586,07	9315,11
	Jakšić-2	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	1996	2476	310	342674	41,07	107,28	35,38	25,67	67,05	2715,60	1429,38	4144,98
	Jakšić-6	T 30-12,10/0.4,30,KONČAR	30	1977	640	300	83776	10,04	20,75	68,47	33,47	69,17	2628,00	628,13	3256,13
Jakšić-3	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	2005	2476	310	351713	42,16	106,72	35,38	26,35	66,70	2715,60	1505,78	4221,38	
Jakšić-4	7TBN 160-12/A,10/0.4,160,KONČAR	160	1974	2426	515	472588	56,65	117,05	46,07	35,40	73,16	4511,40	2663,73	7175,13	
Plodine	Požega-77 Petrol	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	2011	2476	310	193484	23,19	49,49	35,38	14,49	30,93	2715,60	455,70	3171,30
	Požega-75 Plodine	3TBNv 630-12/J,10/0.4,630,KONČAR	630	1985	6750	1278	1077170	129,11	275,53	43,51	20,49	43,73	11195,28	2483,51	13678,79
	Požega-80 Coca Cola		0				0	0,00	0,00						
	Požega-76 Color	3TBNv 400-24x/B/S,24/0.4,400,KONČAR	400	1983	4035	650	520197	62,35	133,06	40,14	15,59	33,26	5694,00	858,88	6552,88
	Požega-68 Alles	8EuTBN 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	2005	3474	433	450600	54,01	115,26	35,30	21,60	46,10	3793,08	1420,39	5213,47
	Požega-51 Skladište	8ETBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	1996	2460	322	153618	18,41	39,29	36,18	11,51	24,56	2820,72	285,40	3106,12
Bolnica	Požega-21 Bolnica	2TBN 1000-12/A,10/0.4,1000,KONČAR	1000	1979	12500	1800	1441704	164,58	464,40	37,95	16,46	46,44	15768,00	2965,91	18733,91
		2TBN 1000-12/A,10/0.4,1000,KONČAR	1000	1979	12500	1800									
	Požega-27	3TNP 18-10,10/0.4,250,KONČAR	250		4000	950	353555	42,38	93,23	48,73	16,95	37,29	8322,00	1006,86	9328,86
	Požega-103 Orljava	T-400/B,10/0.4,400,EL. SRBIJA	400	1967			1043675	119,14	381,20						
	Požega-36 Šk.centar	3TNB 250-12/A,10/0.4,250,KONČAR	250	1979	3287	696	567780	68,06	149,72	46,02	27,22	59,89	6096,96	2133,80	8230,76
	Požega-104 Presoflex	TN 250-12,10/0.4,250,KONČAR	250	1968			231366	26,41	77,40						
	Požega-105 Vojarna-1	3TBN 400-12/B,10/0.4,400,KONČAR	400				660576	75,41	246,40						
Požega-106 Vojarna-2		250													
Požega-30 Kuglana	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	1999	2476	310	475820	57,03	125,47	35,38	35,65	78,42	2715,60	2755,95	5471,55	
Veličanka	Požega-71	NT400,10/0.4,400,ENGINV	400	1968	5347	1219	378853	45,41	87,42	47,75	11,35	21,85	10678,44	603,68	11282,12
	Požega-43	3TBN 400-24x/B15,24/0.4,400,KONČAR	400	1983	5224	914	754428	90,43	174,07	41,83	22,61	43,52	8006,64	2338,80	10345,44
	Požega-19	T3-250,10/0.4,250,EL. SRBIJA	250	1974	3373	672	283960	34,04	65,52	44,64	13,61	26,21	5886,72	547,68	6434,40
	Požega-40	3TBN 250-12/B,10/0.4,250,KONČAR	250	1982	3730	748	538157	64,51	124,17	44,78	25,80	49,67	6552,48	2175,31	8727,79



Vodno polje	Trafostanica	Tip	Sn [kVA]	Godina proizv.	Gubici kratkog spoja [W]	Gubici praznog hoda [W]	Potrošnja 2017. [kWh]	Srednja snaga [kVA]	Vršna snaga [kVA]	$\alpha_{max}$ [%]	Srednje optereć. Transf. [%]	Vršno optereć. Transf. [%]	Godišnji gubici u jezgri transf. [kWh]	Godišnji gubici u namotima transf. [kWh]	Ukupni godišnji gubici u transf. [kWh]
	Požega-11	TN 250-12,10/0.4,250,KONČAR	250	1969	3600	680	645902	77,42	149,03	43,46	30,97	59,61	5956,80	3024,34	8981,14
	Požega-9	8EuTBN0 400-24x/A,24/0.4,400	400	2014	4600	610	996219	119,41	229,86	36,42	29,85	57,47	5343,60	3591,05	8934,65
	Požega-72	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	2011	2476	310	242834	29,11	56,03	35,38	18,19	35,02	2715,60	717,80	3433,40
	Požega-14	3TNP 20-10,10/0.4,400,KONČAR	400	1968	6492	1300	301557	36,15	69,58	44,75	9,04	17,40	11388,00	464,38	11852,38
	Požega-67 KTC	8EuTBN 400-24x/A,24/0.4,400,KONČAR	400	2001	5006	654	999270	119,78	230,57	36,14	29,94	57,64	5729,04	3931,98	9661,02
	Požega-64 Zelena	8EuTBN 400-24x/A,24/0.4,400,KONČAR	400	2000	5006	654	565798	67,82	130,55	36,14	16,95	32,64	5729,04	1260,57	6989,61
	Požega-26 Calimero	TN 250-12,10/0.4,250,KONČAR	250	1969	3600	680	550859	66,03	127,10	43,46	26,41	50,84	5956,80	2199,77	8156,57
Požega zapad	Požega-53	8EuTBN 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	2000	3474	433	498102	59,70	106,06	35,30	23,88	42,42	3793,08	1735,64	5528,72
	Požega-61 AMD	2TNP 13-10,10/0.4,50,KONČAR	50	1959	1032	350	89849	10,77	19,13	58,24	21,54	38,26	3066,00	419,41	3485,41
	Požega-13	8EuTBN0 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	2014	3841	458	414303	49,66	88,21	34,53	19,86	35,29	4012,08	1327,62	5339,70
	Požega-33	TN 160-12,10/0.4,160,KONČAR	160	1970	2450	550	307624	36,87	65,50	47,38	23,05	40,94	4818,00	1139,83	5957,83
	Požega-15	3TBN 400-12/B,10/0.4,400,KONČAR	400	1980	5006	993	678084	81,28	144,38	44,54	20,32	36,09	8698,68	1810,56	10509,24
	Požega-34 Ade	8EuTBN0 630-24X/,20/0.4,630,KONČAR	630	2013	6750	860	442861	53,08	94,29	35,69	8,43	14,97	7533,60	419,79	7953,39
	Drškovci	3TBN 100-12/H,10/0.4,100,KONČAR	100	1985	1540	334	324068	38,84	69,00	46,57	38,84	69,00	2925,84	2035,48	4961,32
	Požega-112 Vodocrplilište	3TBN 160-24x/E,24/0.4,160,KONČAR	160	1998			264542	30,20	42,58						
	Požega-55	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	1996	2460	322	483458	57,95	102,94	36,18	36,22	64,34	2820,72	2826,75	5647,47
	Požega-44	8EuTBN 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	2002	3474	433	607688	72,84	129,39	35,30	29,14	51,76	3793,08	2583,36	6376,44
	Donji Emovci	T 100-12,10/0.4,100,KONČAR	100	1960	1600	600	278587	33,39	59,32	61,24	33,39	59,32	5256,00	1562,85	6818,85
	Novo Selo	3TBN 160-24x/E,24/0.4,160,KONČAR	160	1994	2507	434	392703	47,07	83,62	41,61	29,42	52,26	3801,84	1900,72	5702,56
	Završje-2	T6-100,10/0.4,100,MINEL	100	1980	1748	397	210112	25,18	44,74	47,66	25,18	44,74	3477,72	971,22	4448,94
	Požega-47	6TBNp 100-24x/AC,100,KONČAR	100	2018	1750	145	254325	30,48	58,64	28,78	30,48	58,64	1270,20	1424,59	2694,79
Mihaljevci	Požega-37	3TBN 100-24x/D,24/0.4,100,KONČAR	100	1995	1846	317	175090	20,99	40,37	41,44	20,99	40,37	2776,92	712,24	3489,16
	Mihaljevci-3	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	1999	2476	310	131789	15,80	30,39	35,38	9,87	18,99	2715,60	211,42	2927,02
	Mihaljevci-1	3TBN 160-12/K,10/0.4,160,KONČAR	160	1988	2350	550	466327	55,90	107,53	48,38	34,93	67,21	4818,00	2512,37	7330,37
	Mihaljevci-2	UTT 103,10/0.4,100,ELE. STROJ	100	1970	2000	540	330943	39,67	76,31	51,96	39,67	76,31	4730,40	2756,84	7487,24
	Alilovci-4 Vinogradine	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	2007	2476	310	1779	0,21	0,41	35,38	0,13	0,26	2715,60	0,04	2715,64
	Alilovci-2	ETN 160-12,10/0.4,160,EMO OHRID	160	1985	2351	550	344970	41,35	107,55	48,37	25,84	67,22	4818,00	1375,47	6193,47
	Alilovci-3	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	2002	2476	310	232291	27,84	67,56	35,38	17,40	42,23	2715,60	656,83	3372,43
	Novi Mihaljevci	3TBN 160-24x/E,24/0.4,160,KONČAR	160	1995	2507	434	193140	23,15	44,54	41,61	14,47	27,83	3801,84	459,76	4261,60
	Trenkovo-4 PPK	2TNP 13-10,10/0.4,50,KONČAR	50	1959	1032	350	2776	0,33	2,81	58,24	0,67	5,62	3066,00	0,40	3066,40
	Trenkovo-1	TN 160-12,10/0.4,160,KONČAR	160	1969	2450	550	472003	56,58	108,84	47,38	35,36	68,02	4818,00	2683,43	7501,43
	Trenkovo-2	8EuTBN 100-24x/A,24/0.4,100,KONČAR	100	2000	1896	219	156271	18,73	36,03	33,99	18,73	36,03	1918,44	582,73	2501,17
	Velika-21 Orljava		630				46648	5,33	30,78						
Alaginci	Alaginci-2	3TBN 160-24x/E,24/0.4,160,KONČAR	160	1995	2507	434	221094	26,50	58,30	41,61	16,56	36,44	3801,84	602,48	4404,32
	Alaginci-3 Color	8EuTBN0 1000-24x/A,24/0.4,1000,KONČAR	1000	2014			1787444	204,05	622,20						
	Alaginci-1	8EuTBN 50-24x/A,24/0.4,50	50	2012	1100	125	29255	3,51	7,71	33,71	7,01	15,43	1095,00	47,39	1142,39

Tablica 6-10 Podaci o trafostanicama 10/0,4 kV i pripadajućim transformatorima koji se napajaju iz TS 35/10 kV Velika

Vodno polje	Trafostanica	Tip	Sn [kVA]	Godina proizv.	Gubici kratkog spoja [W]	Gubici praznog hoda [W]	Potrošnja 2017. [kWh]	Srednja snaga [kVA]	Vršna snaga [kVA]	$\alpha_{max}$ [%]	Srednje optereć. Transf. [%]	Vršno optereć. Transf. [%]	Godišnji gubici u jezgri transf. [kWh]	Godišnji gubici u namotima transf. [kWh]	Ukupni godišnji gubici u transf. [kWh]
Radovanci	Radovanci-2	3TBNv 50-12/A,10/0.4,50,KONČAR	50	1980	919	200	91647	10,99	25,38	46,65	21,97	50,75	1752,00	388,59	2140,59
	Radovanci-1	3TBN 160-24x/E,24/0.4,160,KONČAR	160	1995	2507	434	348686	41,79	96,55	41,61	26,12	60,34	3801,84	1498,50	5300,34
	Radovanci-3	8EuTBN 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	2006	3474	433	124500	14,92	34,47	35,30	5,97	13,79	3793,08	108,43	3901,51
	Potočani-2	TUN 51,10/0.4,50,DINAMO	50	1963	1250	400	139947	16,77	38,75	56,57	33,55	77,50	3504,00	1232,46	4736,46
	Potočani-1	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1964	1075	250	78762	9,44	21,81	48,22	18,88	43,62	2190,00	335,72	2525,72
	Draga-1	3TBN 160-24x/E,24/0.4,160,KONČAR	160	1995	2507	434	302596	36,27	83,78	41,61	22,67	52,36	3801,84	1128,54	4930,38
	Draga-2	6TBNp 50-24x/AC,24/0.4,50,KONČAR	50	2018	1100	90	4458	0,53	1,23	28,60	1,07	2,47	788,40	1,10	789,50
	Stražeman	T1-100/A,10/0.4,100,EL. SRBIJA	100	1970	1756	400	245635	29,44	68,01	47,73	29,44	68,01	3504,00	1333,46	4837,46
Biškupci	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	2012	2476	310	528960	63,40	146,46	35,38	39,63	91,54	2715,60	3405,89	6121,49	
Trnovac	Trnovac	8EuTBN 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	2014	3481	458	421078	50,47	105,49	36,27	20,19	42,19	4012,08	1242,86	5254,94
	Antunovac	T5-100,10/0.4,100,MINEL	100	1977	1505	400	184397	22,10	46,19	51,55	22,10	46,19	3504,00	644,05	4148,05
	Novi Toranj	8EuTBN 50-24x/A,24/0.4,50	50	2015	1100	125	19923	2,39	4,99	33,71	4,78	9,98	1095,00	21,98	1116,98
	Krivaj-1	T-100,10/0.4,100,EL. SRBIJA	100	1964	1850	350	114204	13,69	28,61	43,50	13,69	28,61	3066,00	303,67	3369,67
	Krivaj-2	TR 63-0069,10/0.4,30,DINAMO	30	1963	776	250	44267	5,31	11,09	56,76	17,69	36,96	2190,00	212,64	2402,64
	Bankovci	8EuTBN 50-24x/A,24/0.4,50	50	2012	1100	125	85980	10,31	21,54	33,71	20,61	43,08	1095,00	409,38	1504,38
	Trenkovo-5 Škomić	T-30,10/0.4,30,EL. SRBIJA	30	1964	728	250	24917	2,99	6,24	58,60	9,96	20,81	2190,00	63,21	2253,21
	Trenkovo-3	TBP 3572-10,10/0.4,100,KONČAR	100		2097	650	334337	40,07	83,76	55,67	40,07	83,76	5694,00	2950,13	8644,13
	Kunovci	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1964	1075	250	88155	10,57	22,08	48,22	21,13	44,17	2190,00	420,57	2610,57
	Marindvor-1	T 50-12,10/0.4,50,KONČAR	50	1962	988	400	118988	14,26	29,81	63,63	28,52	59,62	3504,00	704,20	4208,20
	Štitnjak	ETN 100-12,10/0.4,100,ELEKTROMONTAŽA	100	1984	1781	336	78037	9,35	19,55	43,43	9,35	19,55	2943,36	136,50	3079,86
	Golobrdci	T5-160/C,10/0.4,160,MINEL	160	1990	1825	321	390343	46,79	97,79	41,94	29,24	61,12	2811,96	1367,07	4179,03
	Marindvor-2	3TNP 13-10,10/0.4,50,KONČAR	50	1970	1250	370	92967	11,14	23,29	54,41	22,29	46,58	3241,20	543,88	3785,08
	Novi Štitnjak	3TBN 100-24x/E,24/0.4,100,KONČAR	100	1994	1831	334	240292	28,80	60,20	42,71	28,80	60,20	2925,84	1330,58	4256,42
Požega-50	2TNP 13-10,10/0.4,50,KONČAR	50	1959	1032	350	131027	15,71	32,82	58,24	31,41	65,65	3066,00	891,94	3957,94	
Požega-45	T3-160,10/0.4,160,MINEL	160	1975	2426	515	380148	45,57	95,23	46,07	28,48	59,52	4511,40	1723,58	6234,98	
Velika	Velika-8	T4-250,10/0.4,250,MINEL	250	1975	3373	672	763626	91,53	183,24	44,64	36,61	73,30	5886,72	3960,70	9847,42
	Velika-5	7TBN 160-12/A,10/0.4,160,KONČAR	160	1977	2426	515	417611	50,06	100,21	46,07	31,29	62,63	4511,40	2080,03	6591,43
	Velika-2	T4-160,10/0.4,160,MINEL	160	1975	2114	650	317551	38,06	76,20	55,45	23,79	47,63	5694,00	1048,01	6742,01
	Velika-25 Toplice	T 160-12,10/0.4,160,KONČAR	160	1961	2950	725	66225	7,94	15,89	49,57	4,96	9,93	6351,00	63,61	6414,61
	Velika-1	T 100-12,10/0.4,100,KONČAR	100	1961	1600	600	160901	19,29	38,61	61,24	19,29	38,61	5256,00	521,33	5777,33
	Velika-6	TU 250,10/0.4,250,DINAMO	250	1983	3300	600	711537	85,29	170,74	42,64	34,11	68,30	5256,00	3364,37	8620,37
	Velika-9	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	2012	2476	310	293498	35,18	70,43	35,38	21,99	44,02	2715,60	1048,57	3764,17
	Velika-4	T-160,10/0.4,160,EL. SRBIJA	160	1964	2950	725	264706	31,73	63,52	49,57	19,83	39,70	6351,00	1016,21	7367,21
	Velika-22 Asf.baza cesta	T 50-12,10/0.4,50,KONČAR	50	1960	988	400	9190	1,10	2,21	63,63	2,20	4,41	3504,00	4,20	3508,20
	Češljakovci	TN 100-12,10/0.4,100,KONČAR	100	1969	1950	340	257529	30,87	61,80	41,76	30,87	61,80	2978,40	1627,65	4606,05
	Golo Brdo	T5-100,10/0.4,100,MINEL	100	1977	1505	400	321214	38,50	77,08	51,55	38,50	77,08	3504,00	1954,34	5458,34
Kaptol-4	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	2014	2476	310	306035	36,68	73,44	35,38	22,93	45,90	2715,60	1140,06	3855,66	

Vodno polje	Trafostanica	Tip	Sn [kVA]	Godina proizv.	Gubici kratkog spoja [W]	Gubici praznog hoda [W]	Potrošnja 2017. [kWh]	Srednja snaga [kVA]	Vršna snaga [kVA]	$\alpha_{max}$ [%]	Srednje optereć. Transf. [%]	Vršno optereć. Transf. [%]	Godišnji gubici u jezgri transf. [kWh]	Godišnji gubici u namotima transf. [kWh]	Ukupni godišnji gubici u transf. [kWh]
	Kaptol-3	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	2014	2476	310	331536	39,74	79,56	35,38	24,84	49,72	2715,60	1337,97	4053,57
	Kaptol-1	8ETBN 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	1996	3413	410	828726	99,33	198,87	34,66	39,73	79,55	3591,60	4720,12	8311,72
	Kaptol-5	8EuTBN 100-24x/A,24/0.4,100,KONČAR	100	2000	1896	219	226199	27,11	54,28	33,99	27,11	54,28	1918,44	1220,94	3139,38
	Kaptol-2	T4-100,10/0.4,100,MINEL	100	1975	1750	314	243564	29,19	58,45	42,36	29,19	58,45	2750,64	1306,59	4057,23
	Novi Bešinci	8EuTBN 100-24x/A,24/0.4,100,KONČAR	100	2012	1896	219	105330	12,63	25,28	33,99	12,63	25,28	1918,44	264,74	2183,18
	Kaptol-6 Pročistač	KOU 180/5,10/0.4,50,SIEMENS	50	1970	1200	450	18584	2,23	4,46	61,24	4,46	8,92	3942,00	20,86	3962,86
	Komarovci	TN 15-10,10/0.4,100,KONČAR	100	1970	2000	540	148811	17,84	35,71	51,96	17,84	35,71	4730,40	557,41	5287,81
	Doljanovci	TN 160-12,10/0.4,160,KONČAR	160	1969	2450	550	309262	37,07	74,21	47,38	23,17	46,38	4818,00	1152,00	5970,00
	Bešinci	T 50/2,10/0.4,50,JUG	50	1960	1150	400	101314	12,14	24,31	58,98	24,29	48,62	3504,00	594,25	4098,25
Podgorje-1	2TBN 250-12/A,10/0.4,250,KONČAR	250	1978	3351	650	387978	46,50	163,10	44,04	18,60	65,24	5694,00	1015,74	6709,74	
Kamen	Velika-24 Kamen	8EuTBN 630-24x/A,24/0.4,630	630	2001			98227	11,21	87,00						
	Velika-23 Asf.baza	T4-160,10/0.4,160,MINEL	160	1975	2114	650	21641	2,59	2,78	55,45	1,62	1,74	5694,00	4,87	5698,87
	Velika-3 Mališćak	8EuTBN 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	2001	3474	433	551587	66,11	213,18	35,30	26,45	85,27	3793,08	2128,40	5921,48
	Velika-20 Kamenolom	VT 630,10/0.4,630,ENGINV 2VT 630,10/0.4,630,ENGINV	630 630	1978 1979			1588592	181,35	577,60						

Tablica 6-11 Podaci o trafostanicama 10/0,4 kV i pripadajućim transformatorima koji se napajaju iz TS 35/10 kV Pleternica

Vodno polje	Trafostanica	Tip	Sn [kVA]	Godina proizv.	Gubici kratkog spoja [W]	Gubici praznog hoda [W]	Potrošnja 2017. [kWh]	Srednja snaga [kVA]	Vršna snaga [kVA]	$\alpha_{max}$ [%]	Srednje optereć. Transf. [%]	Vršno optereć. Transf. [%]	Godišnji gubici u jezgri transf. [kWh]	Godišnji gubici u namotima transf. [kWh]	Ukupni godišnji gubici u transf. [kWh]
KTS-13	Pleternica-13	8EuTBN 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	2002	3474	433	503980	60,41	251,18	35,30	24,16	100,47	3793,08	1776,85	5569,93
KTS-8	Pleternica-8	3TNB 250-12,10/0.4,250,KONČAR	250	1981	3300	600	262161	31,42	45,88	42,64	12,57	18,35	5256,00	456,71	5712,71
	Pleternica-1	NT400,10/0.4,400,ENGINV	400	1968	5347	1219	1241278	148,78	217,23	47,75	37,20	54,31	10678,44	6480,41	17158,85
	Pleternica-20 Oroplet		630 630				2116453	253,68	574,00						
	Pleternica-7	8EuTBN 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	2005	3474	433	347128	41,61	60,75	35,30	16,64	24,30	3793,08	842,95	4636,03
	Pleternica-14	8EuTBN 630-24x/A,24/0.4,630,KONČAR	630	2003	6634	900	380540	45,61	66,60	36,83	7,24	10,57	7884,00	304,63	8188,63
	Pleternica-5	3TNP 20-10,10/0.4,400,KONČAR	400	1968	6492	1300	1182413	141,73	206,93	44,75	35,43	51,73	11388,00	7139,56	18527,56
	Pleternica-6	2TBN1 60-12/A,10/0.4,160,KONČAR	160	1979	2426	515	479105	57,43	83,85	46,07	35,89	52,40	4511,40	2737,71	7249,11
	Pleternica-11	8EuTBN 400-24x/A,24/0.4,400,KONČAR	400	2000	5006	645	276436	33,13	48,38	35,90	8,28	12,09	5650,20	300,91	5951,11
	Pleternica-4	8EuTBN 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	2005	3474	433	357006	42,79	62,48	35,30	17,12	24,99	3793,08	891,61	4684,69
	Pleternica-10	T1-50/A,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1971	1061	250	97532	11,69	17,07	48,54	23,38	34,14	2190,00	508,09	2698,09

Vodno polje	Trafostanica	Tip	Sn [kVA]	Godina proizv.	Gubici kratkog spoja [W]	Gubici praznog hoda [W]	Potrošnja 2017. [kWh]	Srednja snaga [kVA]	Vršna snaga [kVA]	$\alpha_{max}$ [%]	Srednje optereć. Transf. [%]	Vršno optereć. Transf. [%]	Godišnji gubici u jezgri transf. [kWh]	Godišnji gubici u namotima transf. [kWh]	Ukupni godišnji gubici u transf. [kWh]
Ratkovica	Pleternica-12	8EuTBN 100-24x/A,24/0.4,100,KONČAR	100	2002	1896	219	184375	22,10	46,43	33,99	22,10	46,43	1918,44	811,18	2729,62
	Pleternica-2 Škola	8EuTBN 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	2012	3481	458	532473	63,82	134,09	36,27	25,53	53,64	4012,08	1987,44	5999,52
	Bresnica	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	1999	2476	310	229755	27,54	57,86	35,38	17,21	36,16	2715,60	642,56	3358,16
	Sulkovci-2	3TBN 100-24x/D,24/0.4,100,KONČAR	100	1995	1846	317	214208	25,68	53,94	41,44	25,68	53,94	2776,92	1066,05	3842,97
	Sulkovci-1	7TBN 100-12/A,10/0.4,100,KONČAR	100	1975	1750	314	189573	22,72	47,74	42,36	22,72	47,74	2750,64	791,53	3542,17
	Sulkovci-3	7TBN 100-12,10/0.4,100,KONČAR	100	1975	1750	314	172960	20,73	49,16	42,36	20,73	49,16	2750,64	658,88	3409,52
	Bzenica	3TNP 15-10,10/0.4,100,KONČAR	100	1997	1859	500	115586	13,85	29,11	51,86	13,85	29,11	4380,00	312,58	4692,58
	Poloj	T1-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1969	1050	250	124363	14,91	31,32	48,80	29,81	62,64	2190,00	817,53	3007,53
	Koprivnica	T5-160/S,10/0.4,160,MINEL	160	1983	2426	620	405347	48,59	102,08	50,55	30,37	63,80	5431,20	1959,65	7390,85
	Komorica-1	T-100,10/0.4,100,EL. SRBIJA	100	1963	1850	350	96896	11,61	24,40	43,50	11,61	24,40	3066,00	218,60	3284,60
	Ratkovica-2	T-100/A,10/0.4,100,EL. SRBIJA	100	1966	2000	540	125944	15,10	31,72	51,96	15,10	31,72	4730,40	399,26	5129,66
	Ratkovica-1	T-50,10/0.4,50,POBEDA	50		1165	400	154719	18,55	38,96	58,60	37,09	77,93	3504,00	1403,94	4907,94
	Komorica-2	2TNP 13-10,10/0.4,50,KONČAR	50	1959	1032	350	98610	11,26	23,65	58,24	22,51	47,30	3066,00	458,22	3524,22
	Stara Kapela	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1964	1075	250	31358	3,76	7,90	48,22	7,52	15,79	2190,00	53,22	2243,22
Kapelački Pavlovci	2TNP 13-10,10/0.4,50,KONČAR	50	1959	1032	350	32310	3,87	8,14	58,24	7,75	16,27	3066,00	54,24	3120,24	
Bilice	Frkljevci-2	TVN 101,10/0.4,100,DINAMO	100	1959	2005	540	246002	29,49	64,55	51,90	29,49	64,55	4730,40	1527,10	6257,50
	Frkljevci-1	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	2001	2476	310	270280	32,40	70,92	35,38	20,25	44,32	2715,60	889,23	3604,83
	Kadanovci-1	3TNP 15-10,10/0.4,100,KONČAR	100	1959	1859	500	209664	25,13	55,01	51,86	25,13	55,01	4380,00	1028,49	5408,49
	Kadanovci-2	6TBNp 100-24x/AC,24/0.4,100,KONČAR	100	2017	1750	145	1432	0,17	0,38	28,78	0,17	0,38	1270,20	0,05	1270,25
	Bilice-1	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1964	1075	250	147242	17,65	38,63	48,22	35,30	77,27	2190,00	1173,29	3363,29
	Bilice-2	TUN 51,10/0.4,50,DINAMO	50	1963	1250	400	75202	9,01	19,73	56,57	18,03	39,46	3504,00	355,88	3859,88
	Zagrađe-1	3TBN 100-12/H,10/0.4,100,KONČAR	100	1986	1540	334	354610	42,50	93,04	46,57	42,50	93,04	2925,84	2437,23	5363,07
	Zagrađe-2	3TBN 100-24x/D,24/0.4,100,KONČAR	100	1992	1846	317	171894	20,60	45,10	41,44	20,60	45,10	2776,92	686,48	3463,40
	Bučje	T5-100/C,10/0.4,100,MINEL	100	1990	1825	321	395739	47,43	103,83	41,94	47,43	103,83	2811,96	3597,12	6409,08
	Drenovac-4	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1964	1075	250	11789	1,41	3,09	48,22	2,83	6,19	2190,00	7,52	2197,52
	Drenovac-1	TU 57,10/0.4,100,DINAMO	100	1970	1800	750	253694	30,41	66,56	64,55	30,41	66,56	6570,00	1458,03	8028,03
	Drenovac-3	T 100-12,10/0.4,100,KONČAR	100	1994	1600	600	175689	21,06	46,10	61,24	21,06	46,10	5256,00	621,56	5877,56
	Drenovac-2	3TBN 100-12/H,10/0.4,100,KONČAR	100	1985	1540	334	352951	42,31	92,61	46,57	42,31	92,61	2925,84	2414,48	5340,32
	Drenovac-5	8EuTBN 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	2016	3481	458	10012	1,20	2,63	36,27	0,48	1,05	4012,08	0,70	4012,78
Gradac	Pleternica-3	TN 250-12,10/0.4,250,KONČAR	250	1969	3600	680	399947	47,94	101,25	43,46	19,18	40,50	5956,80	1159,58	7116,38
	Pleternica-9	8EuTBN 100-24x/A,24/0.4,100,KONČAR	100	1996	1896	219	342576	41,06	86,72	33,99	41,06	86,72	1918,44	2800,44	4718,88
	Pleternica-23 Julcom	5E160-12,10/0.4,160,KONČAR	160				0	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Gradac-1	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	1999	2476	310	72635	8,71	18,39	35,38	5,44	11,49	2715,60	64,22	2779,82
	Gradac-4	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	2002	2476	310	411139	49,28	104,08	35,38	30,80	65,05	2715,60	2057,61	4773,21
	Gradac-2	TN 160-12,10/0.4,160,KONČAR	160	1968	2450	550	347228	41,62	87,90	47,38	26,01	54,94	4818,00	1452,21	6270,21
	Gradac-3	3TBN 100-12/0,10/0.4,100,KONČAR	100	1994	1864	309	227289	27,24	57,54	40,72	27,24	57,54	2706,84	1211,93	3918,77
	Ivanindvor	TU 100,10/0.4,100,DINAMO	100	1960	2005	540	112729	13,51	28,54	51,90	13,51	28,54	4730,40	320,67	5051,07
Resnik-2	T 50-12,10/0.4,50,KONČAR	50	1961	988	400	65714	7,88	16,64	63,63	15,75	33,27	3504,00	214,79	3718,79	

Vodno polje	Trafostanica	Tip	Sn [kVA]	Godina proizv.	Gubici kratkog spoja [W]	Gubici praznog hoda [W]	Potrošnja 2017. [kWh]	Srednja snaga [kVA]	Vršna snaga [kVA]	$\alpha_{max}$ [%]	Srednje optereć. Transf. [%]	Vršno optereć. Transf. [%]	Godišnji gubici u jezgri transf. [kWh]	Godišnji gubici u namotima transf. [kWh]	Ukupni godišnji gubici u transf. [kWh]
	Resnik-1	3TBN 100-12/F,10/0.4,100,KONČAR	100	1983	2012	328	272646	32,68	69,02	40,38	32,68	69,02	2873,28	1882,35	4755,63
	Buk-1	ETN 160-12,10/0.4,160,EMO OHRID	160	1985	2351	550	308102	36,93	78,00	48,37	23,08	48,75	4818,00	1097,18	5915,18
	Buk-2	8ETBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	1997	2460	322	358159	42,93	90,67	36,18	26,83	56,67	2820,72	1551,39	4372,11
	Kalenić	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1964	1075	250	90960	10,90	23,03	48,22	21,81	46,05	2190,00	447,76	2637,76
	Pleternički Mihaljevci	T-20,10/0.4,20,EL. SRBIJA	20	1965	430	200	9613	1,15	2,43	68,20	5,76	12,17	1752,00	12,50	1764,50
	Tulnik	3TBN 50-12/B,10/0.4,50,KONČAR	50	1980	1100	186	20922	2,51	5,30	41,12	5,02	10,59	1629,36	24,24	1653,60
	Mali Bilač	TU 30,10/0.4,30,DINAMO	30		830	250	13208	1,58	3,34	54,88	5,28	11,15	2190,00	20,25	2210,25
	Veliki Bilač	8EuTBN 50-24x/A,24/0.4,50	50	2015	1100	125	28533	3,42	7,22	33,71	6,84	14,45	1095,00	45,08	1140,08
	Draganlug	TUN 31,10/0.4,30,EL. SRBIJA	30	1963	620	300	3	0,00	0,00	69,56	0,00	0,00	2628,00	0,00	2628,00
Dinamico	Pleternica-21 Dinamico		630				271817	31,03	48,90						
	Pleternica-22 Tofrado		250				84138	9,60	33,48						

Tablica 6-12 Podaci o trafostanicama 10/0,4 kV i pripadajućim transformatorima koji se napajaju iz TS 35/10 kV Ferovac

Vodno polje	Trafostanica	Tip	Sn [kVA]	Godina proizv.	Gubici kratkog spoja [W]	Gubici praznog hoda [W]	Potrošnja 2017. [kWh]	Srednja snaga [kVA]	Vršna snaga [kVA]	$\alpha_{max}$ [%]	Srednje optereć. Transf. [%]	Vršno optereć. Transf. [%]	Godišnji gubici u jezgri transf. [kWh]	Godišnji gubici u namotima transf. [kWh]	Ukupni godišnji gubici u transf. [kWh]
Grabarje	Grabarje-4 Ciglana	7TBN 160-12/A,10/0.4,160,KONČAR	160	1974	2426	515	22215	2,66	6,71	46,07	1,66	4,19	4511,40	5,89	4517,29
	Grabarje-1	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1964	1075	250	92531	11,09	33,54	48,22	22,18	67,08	2190,00	463,36	2653,36
	Grabarje-2	8EuTBN 100-24x/A,24/0.4,100,KONČAR	100	2014	1896	219	254942	30,56	88,18	33,99	30,56	88,18	1918,44	1550,94	3469,38
	Grabarje-3	4HT 100/10-0.4,10/0.4,100,ENGINV	100	1986	1825	321	241565	28,95	72,94	41,94	28,95	72,94	2811,96	1340,31	4152,27
	Zarilac-2	KO 266/6,10/0.4,75,SIEMENS	75	1970	825	405	123901	14,85	37,41	70,06	19,80	49,88	3547,80	283,37	3831,17
	Zarilac-1	8EuTBN 100-24x/A,24/0.4,100,KONČAR	100	2006	1896	219	156605	18,77	47,28	33,99	18,77	47,28	1918,44	585,23	2503,67
	Ciglenik	3TBN 100-12/H,10/0.4,100,KONČAR	100	1985	1540	334	146443	17,55	44,22	46,57	17,55	44,22	2925,84	415,65	3341,49
	Knežci	8EuTBN 50-24x/A,24/0.4,50	50	2012	1100	125	70276	8,42	21,22	33,71	16,85	42,44	1095,00	273,49	1368,49
	Čosinac	UTT 1001,10/0.4,50,ELE. STROJ	50	1970	1513	450	46826	5,61	14,14	54,54	11,23	28,28	3942,00	167,01	4109,01
	Lakušija	T 50/2,10/0.4,50,JUG	50	1970	1150	400	84326	10,11	25,46	58,98	20,22	50,92	3504,00	411,68	3915,68
Sesvete	8EuTBN 100-24x/A,24/0.4,100,KONČAR	100	2016	1896	219	180067	21,58	54,37	33,99	21,58	54,37	1918,44	773,72	2692,16	
	Ašikovci-2 Mlin	TE 10-10,10/0.4,10,ELE. STROJ	10	1970	940	140	7854	0,94	2,37	38,59	9,41	23,71	1226,40	72,98	1299,38
	Ašikovci-1	8EuTBN 50-24x/A,24/0.4,50	50	2012	1100	125	91011	10,91	27,48	33,71	21,82	54,96	1095,00	458,69	1553,69
Tominovac	Ferovac	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1964	1075	250	133078	15,95	29,59	48,22	31,90	59,17	2190,00	958,42	3148,42
	Bjeliševac	3TBN 50-12/B,10/0.4,50,KONČAR	50	1981	1100	200	211509	25,35	52,62	42,64	50,70	105,25	1752,00	2477,34	4229,34
	Tominovac	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	2014	2476	310	272960	32,72	74,68	35,38	20,45	46,68	2715,60	906,95	3622,55
	Šumanovac	8ETBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	1996	2460	322	227725	27,30	70,23	36,18	17,06	43,89	2820,72	627,18	3447,90

Vodno polje	Trafostanica	Tip	Sn [kVA]	Godina proizv.	Gubici kratkog spoja [W]	Gubici praznog hoda [W]	Potrošnja 2017. [kWh]	Srednja snaga [kVA]	Vršna snaga [kVA]	$\alpha_{max}$ [%]	Srednje optereć. Transf. [%]	Vršno optereć. Transf. [%]	Godišnji gubici u jezgri transf. [kWh]	Godišnji gubici u namotima transf. [kWh]	Ukupni godišnji gubici u transf. [kWh]	
	Cerovac-1	TN 160-12,10/0.4,160,KONČAR	160	1969	2450	550	202581	24,28	87,04	47,38	15,18	54,40	4818,00	494,31	5312,31	
	Cerovac-2	T3-100,10/0.4,100,MINEL	100	1975	1750	314	327282	39,23	78,36	42,36	39,23	78,36	2750,64	2359,16	5109,80	
	Granje	8EuTBN 50-24x/A,24/0.4,50	50	2016	1100	125	94719	11,35	21,06	33,71	22,71	42,12	1095,00	496,82	1591,82	
	Rajsavac	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	2000	2476	310	396242	47,49	135,69	35,38	29,68	84,81	2715,60	1911,20	4626,80	
	Radnovac	T5-100/R,10/0.4,100,MINEL	100	1982	1491	450	220765	26,46	49,08	54,94	26,46	49,08	3942,00	914,56	4856,56	
	Brijest	T-50/A,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1967	875	350	0	0,00	0,00	63,25	0,00	0,00	3066,00	0,00	3066,00	
	Ovčare	8EuTBN 100-24x/A,24/0.4,100,KONČAR	100	2015	1896	219	187926	22,53	41,78	33,99	22,53	41,78	1918,44	842,73	2761,17	
	Vetovo-2	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	2006	2476	310	396188	47,49	96,48	35,38	29,68	60,30	2715,60	1910,68	4626,28	
	Vetovo-5 Schon blick	2TNP 13-10,10/0.4,50,KONČAR	50	1959	1032	350	107154	12,84	23,82	58,24	25,69	47,65	3066,00	596,53	3662,53	
	Vetovo-4	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	2006	2476	310	433700	51,98	96,42	35,38	32,49	60,26	2715,60	2289,62	5005,22	
Vetovo-6 Kamenolom	NT 630/10-0.4,10/0.4,630,ENGINV	630	1974			588183	67,14	343,44								
Podgorje-2 Veleučilište	T 80-12,10/0.4,80,KONČAR	80	1960	1450	550	28150	3,37	6,26	61,59	4,22	7,82	4818,00	22,60	4840,60		
Kutjevo	Kutjevo-4	TN 160-12,10/0.4,160,KONČAR	160	1969	2450	550	350040	41,96	100,67	47,38	26,22	62,92	4818,00	1475,83	6293,83	
	Kutjevo-3 Vinkomir	T-100,10/0.4,100,EL. SRBIJA	100	1964	1850	350	323383	38,76	87,83	43,50	38,76	87,83	3066,00	2434,90	5500,90	
	Kutjevo-7	3TBN 250-12/B,10/0.4,250,KONČAR	250	1983	3730	748	687840	82,45	186,82	44,78	32,98	74,73	6552,48	3553,68	10106,16	
	Kutjevo-2	8EuTBN 400-24x/A,24/0.4,400,KONČAR	400	2000	5006	654	1227129	147,09	333,30	36,14	36,77	83,33	5729,04	5929,61	11658,65	
	Kutjevo-1	PT 630/10-0.4,10/0.4,630,ENGINV	630	1975	5750	1400	778342	93,29	214,21	49,34	14,81	34,00	12264,00	1104,59	13368,59	
	Kutjevo-5	TN 160-12,10/0.4,160,KONČAR	160	1970	2450	550	365753	43,84	99,34	47,38	27,40	62,09	4818,00	1611,30	6429,30	
	Mitrovac	T 50-12,10/0.4,50,KONČAR	50	1960	988	400	149067	17,87	40,49	63,63	35,74	80,98	3504,00	1105,23	4609,23	
	Venje	8EuTBN 100-24x/A,24/0.4,100,KONČAR	100	2016	1896	219	144941	17,37	39,37	33,99	17,37	39,37	1918,44	501,30	2419,74	
	Hrnjevac	T6-100,10/0.4,100,MINEL	100	1980	1748	397	224774	26,94	61,05	47,66	26,94	61,05	3477,72	1111,50	4589,22	
	Lukač-1	8ETBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	1996	2460	322	286154	34,30	80,52	36,18	21,44	50,33	2820,72	990,31	3811,03	
	Lukač-2	TU 50,10/0.4,50,DINAMO	50	1970	1230	400	24649	2,95	6,69	57,03	5,91	13,39	3504,00	37,62	3541,62	
Vetovo-3	3TBN 160-24x/E,24/0.4,160,KONČAR	160	1995	2507	434	341588	40,94	120,78	41,61	25,59	75,49	3801,84	1438,12	5239,96		
Vetovo-1	TN 160-12,10/0.4,160,KONČAR	160	1969	2450	550	243413	29,18	85,71	47,38	18,24	53,57	4818,00	713,65	5531,65		
PPK Kutjevo	Kutjevo-8	8EuTBN 630-24x/A,24/0.4,630,KONČAR	630	2000	6634	900	423789	50,80	111,75	36,83	8,06	17,74	7884,00	377,81	8261,81	
	Kutjevo-9	8EuTBNO 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	2007	3481	458	92654	11,11	24,43	36,27	4,44	9,77	4012,08	60,18	4072,26	
	Kutjevo-22 Rovita	T1-630,10/0.4,630,EL. SRBIJA	630	1968			107698	12,29	68,00							
		T1-630,10/0.4,630,EL. SRBIJA	630	1968												
	Kutjevo-6 Novi Mitrovac	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1964	1075	250	102975	12,34	32,75	48,22	24,69	65,51	2190,00	573,86	2763,86	
	Kutjevo-20 Dorada	2TBN 630-12/A,10/0.4,630,KONČAR	630	1979			491696	56,13	304,00							
	2TBN 630-12/A,10/0.4,630,KONČAR	630	1978													
Kutjevo-23 Dvorac	nepoznato,10/0.4,400	400	2015			215556	24,61	88,00								
Kutjevo-21 Podrum	2T-630-12,10/0.4,630,KONČAR	630				580446	66,26	230,00								
Kula	Kula-1	T6-100,10/0.4,100,MINEL	100	1980	1748	397	296031	35,48	50,91	47,66	35,48	50,91	3477,72	1927,93	5405,65	
	Kula-2	T 100-12,10/0.4,100,KONČAR	100	1962	1600	600	139129	16,68	23,93	61,24	16,68	23,93	5256,00	389,79	5645,79	
	Kula-3 Farma	3TBNv 630-12/A,10/0.4,630,KONČAR	630	1979			148506	16,95	178,02							
	Bektež-1	3TBN 100-12/B,10/0.4,100,KONČAR	100	1982	1475	400	199295	23,89	34,28	52,08	23,89	34,28	3504,00	737,33	4241,33	

Vodno polje	Trafostanica	Tip	Sn [kVA]	Godina proizv.	Gubici kratkog spoja [W]	Gubici praznog hoda [W]	Potrošnja 2017. [kWh]	Srednja snaga [kVA]	Vršna snaga [kVA]	$\alpha_{max}$ [%]	Srednje optereć. Transf. [%]	Vršno optereć. Transf. [%]	Godišnji gubici u jezgri transf. [kWh]	Godišnji gubici u namotima transf. [kWh]	Ukupni godišnji gubici u transf. [kWh]
	Bekež-2	8EuTBN 100-24x/A,24/0.4,100,KONČAR	100	2014	1896	219	267268	32,04	68,37	33,99	32,04	68,37	1918,44	1704,54	3622,98
	Bekež-3 Lovački dom	T 20-12,10/0.4,20,KONČAR	20	1966	331	150	1854	0,22	0,32	67,32	1,11	1,59	1314,00	0,36	1314,36
	Hajderovac	8EuTBN 50-24x/A,24/0.4,50	50	2013	1100	125	13748	1,65	2,36	33,71	3,30	4,73	1095,00	10,47	1105,47
	Gradište-1	T1-50/A,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1971	1061	250	89688	10,75	15,43	48,54	21,50	30,85	2190,00	429,65	2619,65
	Gradište-2	T1-100/A,10/0.4,100,EL. SRBIJA	100	1970	1756	400	88973	10,66	15,30	47,73	10,66	15,30	3504,00	174,95	3678,95
	Lončarski vis	6TBNp 100-24x/AC,24/0.4,100,KONČAR	100	2018	1750	145	59872	6,83	9,81	28,78	6,83	9,81	1270,20	71,61	1341,81

Tablica 6-13 Podaci o trafostanicama 10/0,4 kV i pripadajućim transformatorima koji se napajaju iz TS 35/10 kV Orljava

Vodno polje	Trafostanica	Tip	Sn [kVA]	Godina proizv.	Gubici kratkog spoja [W]	Gubici praznog hoda [W]	Potrošnja 2017. [kWh]	Srednja snaga [kVA]	Vršna snaga [kVA]	$\alpha_{max}$ [%]	Srednje optereć. Transf. [%]	Vršno optereć. Transf. [%]	Godišnji gubici u jezgri transf. [kWh]	Godišnji gubici u namotima transf. [kWh]	Ukupni godišnji gubici u transf. [kWh]
Markovac	Podsreće	3TBN 50-12/B,10/0.4,50,KONČAR	50	1982	1100	200	33808	4,05	9,84	42,64	8,10	19,68	1752,00	63,29	1815,29
	Črljenci	TN 50-12,10/0.4,50,KONČAR	50	1968	1069	250	9412	1,13	2,74	48,36	2,26	5,48	2190,00	4,77	2194,77
	Markovac	TB5 3552/10,10/0.4,50,KONČAR	50	1966	1100	200	8324	1,00	2,42	42,64	2,00	4,85	1752,00	3,84	1755,84
	Nježić	R-10,10/0.4,20,STROJOTEHNA	20	1968	380	250	921	0,11	0,27	81,11	0,55	1,34	2190,00	0,10	2190,10
	Ozdakovci	T 50-12,10/0.4,50,KONČAR	50	1962	988	400	4178	0,50	9,62	63,63	1,00	19,23	3504,00	0,87	3504,87
	Ozdakovci-Smoljanovci	T5-50,10/0.4,50,MINEL	50	1978	887	325	5420	0,65	1,58	60,53	1,30	3,16	2847,00	1,31	2848,31
	Poljanska	8EuTBN 50-24x/A,24/0.4,50	50	2015	1100	125	108081	12,95	31,46	33,71	25,91	62,92	1095,00	646,88	1741,88
	Gornji Vrhovci	3TNP 18-10,10/0.4,50,KONČAR	50	1966	1050	300	7625	0,91	2,22	53,45	1,83	4,44	2628,00	3,07	2631,07
	Doljanci	3TNP 12-10,10/0.4,30,KONČAR	30	1985	940	140	87767	10,52	25,55	38,59	35,07	85,16	1226,40	1012,56	2238,96
Kantrovci	8EuTBN 50-24x/A,24/0.4,50	50	2013	1100	125	33825	4,05	9,85	33,71	8,11	19,69	1095,00	63,36	1158,36	
	Papuk-Vojna baza	6TBS 400-24x/E,24/0.4,400,KONČAR	400	1991			398183	45,45	88,62						
Lučinci	Sloboština	T1-100/A,10/0.4,100,EL. SRBIJA	100	1970	1756	400	57453	6,89	17,50	47,73	6,89	17,50	3504,00	72,95	3576,95
	Milivojevci	T5-100,10/0.4,100,MINEL	100	1977	1505	400	20457	2,45	6,23	51,55	2,45	6,23	3504,00	7,93	3511,93
	Lučinci	8EuTBN 100-24x/A,24/0.4,100,KONČAR	100	1996	1751	189	96561	11,57	29,41	32,85	11,57	29,41	1655,64	205,48	1861,12
	Oljasi	NT 751,10/0.4,75,ELIN	75	1964	1425	258	87830	10,53	26,75	42,55	14,04	35,67	2260,08	245,95	2506,03
	Toranj	T1-50/A,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1971	1061	250	176244	21,13	53,68	48,54	42,25	107,36	2190,00	1659,12	3849,12
	Perenci-Brdani	3TNP 15-10,10/0.4,100,KONČAR	100	1966	1859	500	115144	13,80	35,07	51,86	13,80	35,07	4380,00	310,20	4690,20
	Milanovac	TUN 31,10/0.4,30,EL. SRBIJA	30	1966	625	300	49989	5,99	15,23	69,28	19,97	50,75	2628,00	218,40	2846,40
	Ugarc	TN 50-12,10/0.4,50	50	1966	1100	200	102272	12,26	31,15	42,64	24,52	62,30	1752,00	579,22	2331,22
	Nova Lipa	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	2002	2476	310	127144	15,24	38,72	35,38	9,52	24,20	2715,60	196,78	2912,38
	Emovački Lug	6TBNp 50-24x/AC	50	2015	1100	90	45364	5,44	13,82	28,60	10,87	27,63	788,40	113,96	902,36
	Stara Lipa	EuTBN 100-24x/A,24/0.4,100,KONČAR	100	2006	1896	219	244329	29,29	74,42	33,99	29,29	74,42	1918,44	1424,50	3342,94
	Gornji Emovci	8EvTBN 100-24x/A,24/0.4,100,KONČAR	100	1999	1770	216	180923	21,69	55,10	34,93	21,69	55,10	1892,16	729,18	2621,34

Vodno polje	Trafostanica	Tip	Sn [kVA]	Godina proizv.	Gubici kratkog spoja [W]	Gubici praznog hoda [W]	Potrošnja 2017. [kWh]	Srednja snaga [kVA]	Vršna snaga [kVA]	$\alpha_{max}$ [%]	Srednje optereć. Transf. [%]	Vršno optereć. Transf. [%]	Godišnji gubici u jezgri transf. [kWh]	Godišnji gubici u namotima transf. [kWh]	Ukupni godišnji gubici u transf. [kWh]
Vilić Selo	Deževci	TN 50-12,10/0.4,50,KONČAR	50	1968	1069	250	173935	20,85	49,99	48,36	41,70	99,99	2190,00	1628,12	3818,12
	Pavlovci	TN 160-12,10/0.4,160,KONČAR	160	1969	2450	550	232749	27,90	66,90	47,38	17,44	41,81	4818,00	652,49	5470,49
	Žigerovci	TUN 51,10/0.4,50,DINAMO	50	1961	1250	400	22044	2,64	6,34	56,57	5,28	12,67	3504,00	30,58	3534,58
	Boričevci	T 100-12,10/0.4,100,KONČAR	100	1963	1600	600	128275	15,38	36,87	61,24	15,38	36,87	5256,00	331,34	5587,34
	Vilić Selo	4HT 100/10-0.4,10/0.4,100,ENGINV	100	1986	1825	321	192433	23,07	55,31	41,94	23,07	55,31	2811,96	850,54	3662,50
	Skenderovci-2	T-30,10/0.4,30,EL. SRBIJA	30	1961	728	250	62404	7,48	17,94	58,60	24,93	59,79	2190,00	396,45	2586,45
	Skenderovci-1	3TBN 100-12/0,10/0.4,100,KONČAR	100	1994	1864	309	143173	17,16	41,15	40,72	17,16	41,15	2706,84	480,89	3187,73
	Jaguplije	T1-100/A,10/0.4,100,EL. SRBIJA	100	1970	1756	400	192751	23,10	55,40	47,73	23,10	55,40	3504,00	821,09	4325,09
	Brestovac-4	TU 30,10/0.4,30,DINAMO	30	1960	830	250	1735	0,21	0,50	54,88	0,69	1,66	2190,00	0,35	2190,35
	Brestovac-1	8EuTBN 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	2001	3474	433	710443	85,16	204,20	35,30	34,06	81,68	3793,08	3530,88	7323,96
	Brestovac-3	8EuTBN 50-24x/A,24/0.4,50	50	2012	1100	125	29600	3,55	8,51	33,71	7,10	17,02	1095,00	48,52	1143,52
	Nurkovac-2	3TBN 100-24x/D,24/0.4,100,KONČAR	100	1995	1846	317	122772	14,72	35,29	41,44	14,72	35,29	2776,92	350,19	3127,11
	Nurkovac-1	2TBN 100-12/A,10/0.4,100,KONČAR	100	1978	1420	338	226044	27,09	64,97	48,79	27,09	64,97	2960,88	913,16	3874,04
Završje-1	3TBN 100-24x/D,24/0.4,100,KONČAR	100	1995	1846	317	183783	22,03	52,83	41,44	22,03	52,83	2776,92	784,72	3561,64	
Opršinar	Rasna	T 50-12,10/0.4,50,KONČAR	50	1965	988	400	10067	1,21	3,54	63,63	2,41	7,09	3504,00	5,04	3509,04
	Koprivna	T1-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1968	1050	250	5159	0,62	1,82	48,80	1,24	3,63	2190,00	1,41	2191,41
	Čečavac	TBNP 3552/10,10/0.4,50,KONČAR	50	1966	1075	400	1102	0,13	0,39	61,00	0,26	0,78	3504,00	0,07	3504,07
	Šnjegavić	T 50/2,10/0.4,50,JUG	50	1966	1150	400	16181	1,94	5,70	58,98	3,88	11,39	3504,00	15,16	3519,16
	Jeminovac	UTT 100,10/0.4,30,ELE. STROJ	30	1966	710	250	2448	0,29	0,86	59,34	0,98	2,87	2190,00	0,59	2190,59
	Čečavački Vučjak	TE 50-10,10/0.4,50,ELE. STROJ	50	1968	1100	200	17750	2,13	6,25	42,64	4,26	12,50	1752,00	17,45	1769,45
	Oblakovac	T 30-12,10/0.4,30,KONČAR	30	1963	640	300	9461	1,13	3,33	68,47	3,78	11,10	2628,00	8,01	2636,01
	Ivandol-1	3T 160-12,10/0.4,160,KONČAR	160	1970	2426	515	119670	14,34	42,13	46,07	8,97	26,33	4511,40	170,80	4682,20
	Ivandol-2	TN 100-12,10/0.4,100,KONČAR	100	1969	1950	340	121651	14,58	42,83	41,76	14,58	42,83	2978,40	363,20	3341,60
	Busnovi-Bolomače	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1967	988	400	121462	14,56	42,76	63,63	29,12	85,52	3504,00	733,79	4237,79
	Gučani	8EuTBN 100-24x/A,24/0.4,100,KONČAR	100	2000	1896	219	178197	21,36	62,73	33,99	21,36	62,73	1918,44	757,73	2676,17
	Zakorenje	2TBN1 60-12/A,10/0.4,160,KONČAR	160	1979	2426	515	204414	24,50	71,96	46,07	15,31	44,98	4511,40	498,36	5009,76
	Daranovci	3TBN 100-24x/E,24/0.4,100,KONČAR	100	1994	1831	334	190324	22,81	67,00	42,71	22,81	67,00	2925,84	834,74	3760,58
	Brestovac-5	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1964	1075	250	304	0,04	0,11	48,22	0,07	0,21	2190,00	0,01	2190,01
	Dolac	8EuTBN 100-24x/A,24/0.4,100,KONČAR	100	2016	1896	219	180076	21,58	63,39	33,99	21,58	63,39	1918,44	773,79	2692,23
Brestovac-2	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	1999	2476	310	298843	35,82	105,20	35,38	22,39	65,75	2715,60	1087,10	3802,70	
Bedovica	Pasikovci	T5-50/B,10/0.4,50,MINEL	50	1979	919	275	48198	5,78	16,90	54,70	11,55	33,81	2409,00	107,48	2516,48
	Kujnik	8EuTBN 50-24x/A,24/0.4,50	50	2014	1100	125	46821	5,61	16,42	33,71	11,22	32,84	1095,00	121,40	1216,40
	Orljavac	2TBN 100-12/A,10/0.4,100,KONČAR	100	1979	1420	338	238881	28,63	83,78	48,79	28,63	83,78	2960,88	1019,83	3980,71
	Kamenska	8EuTBN 50-24x/A,24/0.4,50	50	2012	1100	125	2973	0,36	1,04	33,71	0,71	2,09	1095,00	0,49	1095,49
	Mijači	TU 20,10/0.4,20,DINAMO	20	1966	500	250	14259	1,71	5,00	70,71	8,55	25,00	2190,00	31,99	2221,99
	Sažije	T-30/A,10/0.4,30,EL. SRBIJA	30	1963	702	250	17941	2,15	6,29	59,68	7,17	20,97	2190,00	31,60	2221,60
	Amatovci	T 30-12,10/0.4,30,KONČAR	30	1966	640	300	139	0,02	0,05	68,47	0,06	0,16	2628,00	0,00	2628,00
Striježevica	T5-50/B,10/0.4,50,MINEL	50	1980	919	275	19671	2,36	6,90	54,70	4,72	13,80	2409,00	17,90	2426,90	



Vodno polje	Trafostanica	Tip	Sn [kVA]	Godina proizv.	Gubici kratkog spoja [W]	Gubici praznog hoda [W]	Potrošnja 2017. [kWh]	Srednja snaga [kVA]	Vršna snaga [kVA]	$\alpha_{max}$ [%]	Srednje optereć. Transf. [%]	Vršno optereć. Transf. [%]	Godišnji gubici u jezgri transf. [kWh]	Godišnji gubici u namotima transf. [kWh]	Ukupni godišnji gubici u transf. [kWh]
	Kamenski Vučjak	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1964	1075	250	6093	0,73	2,14	48,22	1,46	4,27	2190,00	2,01	2192,01
	Leštat	T-30/A,10/0.4,30,EL. SRBIJA	30	1964	702	250	14357	1,72	5,04	59,68	5,74	16,78	2190,00	20,23	2210,23
	Novo Zvečevo-1	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1961	1075	250	47160	5,65	16,54	48,22	11,31	33,08	2190,00	120,36	2310,36
	Novo Zvečevo-3	TUN 51,10/0.4,50,DINAMO	50	1959	1250	400	22609	2,71	7,93	56,57	5,42	15,86	3504,00	32,17	3536,17
	Novo Zvečevo-2	T5-50,10/0.4,50,MINEL	50	1978	887	325	12088	1,45	4,24	60,53	2,90	8,48	2847,00	6,52	2853,52
	Đedovica	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1964	1075	250	8178	0,98	2,87	48,22	1,96	5,74	2190,00	3,62	2193,62

Tablica 6-14 Podaci o trafostanicama 10/0,4 kV i pripadajućim transformatorima koji se napajaju iz TS 35/10 kV Čaglin

Vodno polje	Trafostanica	Tip	Sn [kVA]	Godina proizv.	Gubici kratkog spoja [W]	Gubici praznog hoda [W]	Potrošnja 2017. [kWh]	Srednja snaga [kVA]	Vršna snaga [kVA]	$\alpha_{max}$ [%]	Srednje optereć. Transf. [%]	Vršno optereć. Transf. [%]	Godišnji gubici u jezgri transf. [kWh]	Godišnji gubici u namotima transf. [kWh]	Ukupni godišnji gubici u transf. [kWh]	
Čaglin	Čaglin-4	TU 100,10/0.4,100,DINAMO	100	1960	2005	540	181140	21,71	45,38	51,90	21,71	45,38	4730,40	827,98	5558,38	
	Čaglin-3	3TBN 100-12/F,10/0.4,100,KONČAR	100	1983	2012	328	177173	21,24	44,38	40,38	21,24	44,38	2873,28	794,87	3668,15	
	Čaglin-1	T4-250,10/0.4,250,MINEL	250	1975	3474	433	488503	58,55	122,38	35,30	23,42	48,95	3793,08	1669,39	5462,47	
Milanlug	Milanlug-1	TBPV 3572-10,10/0.4,100,KONČAR	100	1966	2000	514	94213	11,29	28,45	50,70	11,29	28,45	4502,64	223,42	4726,06	
	Milanlug-2	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	1996	2476	310	190162	22,79	57,42	35,38	14,25	35,89	2715,60	440,18	3155,78	
	Jasik	T 20-10/J,10/0.4,20,KONČAR	20	1962	430	250	343	0,04	0,10	76,25	0,21	0,52	2190,00	0,02	2190,02	
	Duboka	3TBNv 50-12/A,10/0.4,50,KONČAR	50	1980	919	200	40635	4,87	12,27	46,65	9,74	24,54	1752,00	76,39	1828,39	
	Vukojevica	T5-50,10/0.4,50,MINEL	50	1978	887	325	64551	7,74	19,49	60,53	15,47	38,98	2847,00	186,06	3033,06	
	Jurkovac	8EuTBN 50-24x/A,24/0.4,50	50	2016	1100	125	12945	1,55	3,91	33,71	3,10	7,82	1095,00	9,28	1104,28	
	Nova Ljeskovića	T4-250,10/0.4,250,MINEL	250	1975	3373	672	654895	78,50	197,74	44,64	31,40	79,09	5886,72	2913,09	8799,81	
	Stara Ljeskovića	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1963	1075	250	12526	1,50	3,78	48,22	3,00	7,56	2190,00	8,49	2198,49	
	Ljeskovića 7 baraka															
	Darkovac	8EuTBN 50-24x/A,24/0.4,50	50	2012	1100	125	30252	3,63	9,13	33,71	7,25	18,27	1095,00	50,68	1145,68	
	Sapna	T5-50,10/0.4,50,MINEL	50	1978	887	325	64870	7,78	19,59	60,53	15,55	39,17	2847,00	187,91	3034,91	
	Kneževac	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1964	1075	250	70636	8,47	21,33	48,22	16,93	42,65	2190,00	270,02	2460,02	
	Sibokovac	3TNP 12-10,10/0.4,30,KONČAR	30	1966	700	250	18261	2,19	5,51	59,76	7,30	18,38	2190,00	32,64	2222,64	
	Vlatkovac	T 50-12,10/0.4,50,KONČAR	50	1962	988	400	72656	8,71	21,94	63,63	17,42	43,87	3504,00	262,56	3766,56	
	Dobrogošće	8EuTBN 50-24x/A,24/0.4,50	50	2016	1100	125	14317	1,72	4,32	33,71	3,43	8,65	1095,00	11,35	1106,35	
	Stari Zdenkovac	TN 50-12,10/0.4,50,KONČAR	50	1968	1069	250	38384	4,60	11,59	48,36	9,20	23,18	2190,00	79,29	2269,29	
	Novi Zdenkovac	T-30,10/0.4,30,EL. SRBIJA	30	1963	728	250	12607	1,51	3,81	58,60	5,04	12,69	2190,00	16,18	2206,18	
	Mokreš	TU 30,10/0.4,30,DINAMO	30	1966	830	250	21870	2,62	6,60	54,88	8,74	22,01	2190,00	55,51	2245,51	
	Stojčinovac	3TNP 12-10,10/0.4,30,KONČAR	30	1966	700	250	3093	0,37	0,93	59,76	1,24	3,11	2190,00	0,94	2190,94	
	Dobra Voda	TUN 31,10/0.4,30,EL. SRBIJA	30	1963	620	300	7247	0,87	2,19	69,56	2,90	7,29	2628,00	4,55	2632,55	
Jezero	T 20-12,10/0.4,20,KONČAR	20	1966	331	150	7585	0,91	2,29	67,32	4,55	11,45	1314,00	5,99	1319,99		

Vodno polje	Trafostanica	Tip	Sn [kVA]	Godina proizv.	Gubici kratkog spoja [W]	Gubici praznog hoda [W]	Potrošnja 2017. [kWh]	Srednja snaga [kVA]	Vršna snaga [kVA]	$\alpha_{max}$ [%]	Srednje optereć. Transf. [%]	Vršno optereć. Transf. [%]	Godišnji gubici u jezgri transf. [kWh]	Godišnji gubici u namotima transf. [kWh]	Ukupni godišnji gubici u transf. [kWh]
Latinovac	Latinovac	3TBN 100-12/H,10/0.4,100,KONČAR	100	1985	1540	334	67047	8,04	26,70	46,57	8,04	26,70	2925,84	87,13	3012,97
	Ivanovci	T5-50/B,10/0.4,50,MINEL	50	1979	919	275	9962	1,19	3,97	54,70	2,39	7,93	2409,00	4,59	2413,59
	Nova Lipovica	T-30/A,10/0.4,30,EL. SRBIJA	30	1965	702	250	38408	4,60	15,29	59,68	15,35	50,98	2190,00	144,81	2334,81
	Poreč	TU 50,10/0.4,50,DINAMO	50	1963	1230	400	115617	13,86	46,04	57,03	27,72	92,07	3504,00	827,72	4331,72
Ruševo	Čaglin-2	3TBN 100-24x/D,24/0.4,100,KONČAR	100	1999	1846	317	190646	22,85	59,07	41,44	22,85	59,07	2776,92	844,43	3621,35
	Migalovci-1	2TBN 100-12/A,10/0.4,100,KONČAR	100	1979	1420	338	94527	11,33	29,29	48,79	11,33	29,29	2960,88	159,69	3120,57
	Migalovci-2	T5-50,10/0.4,50,MINEL	50	1978	887	325	55444	6,65	17,18	60,53	13,29	34,36	2847,00	137,27	2984,27
	Ruševo-3	T 50-12,10/0.4,50,KONČAR	50	1963	988	400	48475	5,81	15,02	63,63	11,62	30,04	3504,00	116,88	3620,88
	Ruševo-1	8EuTBN 50-24x/A,24/0.4,50	50	2015	1100	125	74431	8,92	23,06	33,71	17,84	46,12	1095,00	306,79	1401,79
	Ruševo-2	3TBNv 50-12/A,10/0.4,50,KONČAR	50	1980	919	200	132990	15,94	41,21	46,65	31,88	82,41	1752,00	818,25	2570,25
	Djedina Rijeka	3TBN 100-24x/D,24/0.4,100,KONČAR	100	1995	1846	317	119042	14,27	36,88	41,44	14,27	36,88	2776,92	329,24	3106,16
	Sovski Dol-1	3TBN 100-12/B,10/0.4,100,KONČAR	100	1980	1475	400	52502	6,29	16,27	52,08	6,29	16,27	3504,00	51,17	3555,17
	Sovski Dol-2	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1964	1075	250	30182	3,62	9,35	48,22	7,24	18,70	2190,00	49,30	2239,30
	Paka-1	TUN 31,10/0.4,30,DINAMO	30	1962	700	250	21711	2,60	6,73	59,76	8,67	22,42	2190,00	46,14	2236,14
	Paka-2	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1964	1075	250	3854	0,46	1,19	48,22	0,92	2,39	2190,00	0,80	2190,80
Imrijevci	TU 10-30,10/0.4,30,ELE. NIŠ	30	1961	680	250	24016	2,88	7,44	60,63	9,60	24,80	2190,00	54,85	2244,85	

## 6.4. Analiza podataka

U ovom poglavlju, na temelju prikupljenih podataka i provedenih proračuna, izrađeni su pregledni popisi transformatora ovisno o njihovom srednjem opterećenju, najvećim godišnjim gubicima energije, najvećem vršnom opterećenju i starosti. Velik broj transformatora nalazi se na više popisa što ukazuje potrebu za njihovom zamjenom na osnovu nekoliko kriterija.

### 6.4.1. Podopterećeni transformatori

Tablica 6-15 i Tablica 6-16 prikazuju transformatore s najslabijim relativnim srednjim opterećenjem i transformatore s najvećom razlikom relativnog srednjeg opterećenja u odnosu na opterećenje pri kojem se postiže maksimalna korisnost. Velika područja Požeško-slavonske županije, koja čine najveći dio konzuma DP-a Elektre Požega, slabo su gospodarski razvijena i vrlo rijetko naseljena. Samim time, potrošnja električne energije vrlo je mala, a transformatori 10/0,4 kV u naseljima navedenog područja vrlo su slabo opterećeni. Uočljivo je da se u obje tablice nalazi velik broj istih transformatora, a njih 261 je slabo opterećeno (do 20%) ili opterećeno do mjere da se ne postiže maksimalna korisnost transformatora (razlika je veća od 20%). Svi transformatori u spomenutim tablicama do određene su mjere predimenzionirani i trebalo bi ih zamijeniti transformatorima manjih snaga.

Tablica 6-15 Popis trafostanica s najslabije opterećenim transformatorima

Naziv TS-a	Sn [kVA]	Srednja snaga [kVA]	Srednje optereć. transf. [%]	Naziv TS-a	Sn [kVA]	Srednja snaga [kVA]	Srednje optereć. transf. [%]	Naziv TS-a	Sn [kVA]	Srednja snaga [kVA]	Srednje optereć. transf. [%]
Novoselci-2	30	0,00	0,00	Koprivna	50	0,62	1,24	Čečavač. Vučjak	50	2,13	4,26
Brijest	50	0,00	0,00	Ozd.-Smoljanov.	50	0,65	1,30	Kutjevo-9	250	11,11	4,44
Pleternica-23	160	0,00	0,00	Jakšić-9	100	1,45	1,45	Kaptol-6	50	2,23	4,46
Draganlug	30	0,00	0,00	Kamenski Vučjak	50	0,73	1,46	Laze Vasine	50	2,26	4,52
Amatovci	30	0,02	0,06	Velika-23	160	2,59	1,62	Jezero	20	0,91	4,55
Brestovac-5	50	0,04	0,07	Grabarje-4	160	2,66	1,66	Striježevica	50	2,36	4,72
Treštanovci-2	20	0,02	0,09	Gornji Vrhovci	50	0,91	1,83	Laze Čosine	50	2,37	4,74
Alilovci-4	160	0,21	0,13	Đedovica	50	0,98	1,96	Novi Toranj	50	2,39	4,78
Kadanovci-2	100	0,17	0,17	Markovac	50	1,00	2,00	Požega-74	250	12,11	4,85
Jasik	20	0,04	0,21	Velika-22	50	1,10	2,20	Velika-25 Toplice	160	7,94	4,96
Čečavac	50	0,13	0,26	Crļjenci	50	1,13	2,26	Tulnik	50	2,51	5,02
Drenovac-5	250	1,20	0,48	Ivanovci	50	1,19	2,39	Novi Zdenkovac	30	1,51	5,04
Nježić	20	0,11	0,55	Rasna	50	1,21	2,41	Požega-62	630	32,61	5,18
Trenkovo-4	50	0,33	0,67	Milivojevci	100	2,45	2,45	Požega-70	100	5,27	5,27
Brestovac-4	30	0,21	0,69	Drenovac-4	50	1,41	2,83	Požega-78	250	13,18	5,27
Kamenska	50	0,36	0,71	Dobra Voda	30	0,87	2,90	Mali Bilač	30	1,58	5,28
Jakšić-8 Termika	160	1,22	0,76	Novo Zvečevo-2	50	1,45	2,90	Žigerovci	50	2,64	5,28
Vidovci-6	160	1,32	0,82	Stara Ljeskovica	50	1,50	3,00	Novo Zvečevo-3	50	2,71	5,42
Laze Prnjavor	30	0,25	0,83	Jurkovac	50	1,55	3,10	Gradac-1	160	8,71	5,44
Paka-2	50	0,46	0,92	Hajderovac	50	1,65	3,30	Leštat	30	1,72	5,74
Jeminovac	30	0,29	0,98	Dobrogošće	50	1,72	3,43	Plet. Mihaljevci	20	1,15	5,76
Ozdakovci	50	0,50	1,00	Oblakovac	30	1,13	3,78	Lukač-2	50	2,95	5,91
Draga-2	50	0,53	1,07	Šnjegavić	50	1,94	3,88	Radovanci-3	250	14,92	5,97
Bektež-3	20	0,22	1,11	Dervišaga-3	50	2,08	4,15	Požega-56	250	15,33	6,13
Stojčinovac	30	0,37	1,24	Podgorje-2	80	3,37	4,22	Sovski Dol-1	100	6,29	6,29

Naziv TS-a	Sn [kVA]	Srednja snaga [kVA]	Srednje optereć. transf. [%]	Naziv TS-a	Sn [kVA]	Srednja snaga [kVA]	Srednje optereć. transf. [%]	Naziv TS-a	Sn [kVA]	Srednja snaga [kVA]	Srednje optereć. transf. [%]
Lončarski vis	100	6,83	6,83	Štitnjak	100	9,35	9,35	Požega-42	160	21,55	13,47
Veliki Bilač	50	3,42	6,84	Ašikovci-2 Mlin	10	0,94	9,41	Crkveni Vrhovci	30	4,05	13,51
Sloboština	100	6,89	6,89	Nova Lipa	160	15,24	9,52	Ivanindvor	100	13,51	13,51
Škrabutnik	30	2,09	6,97	Imrijevci	30	2,88	9,60	Požega-38	160	21,68	13,55
Alaginci-1	50	3,51	7,01	Duboka	50	4,87	9,74	Požega-19	250	34,04	13,61
Brestovac-3	50	3,55	7,10	Mihaljevci-3	160	15,80	9,87	Krivaj-1	100	13,69	13,69
Sažije	30	2,15	7,17	Trenkovo-5	30	2,99	9,96	Perenci-Brdani	100	13,80	13,80
Sovski Dol-2	50	3,62	7,24	Gradište-2	100	10,66	10,66	Bzenica	100	13,85	13,85
Pleternica-14	630	45,61	7,24	Emovački Lug	50	5,44	10,87	Oljasi	75	10,53	14,04
Darkovac	50	3,63	7,25	Kujnik	50	5,61	11,22	Milanlug-2	160	22,79	14,25
Sibokovac	30	2,19	7,30	Ćosinac	50	5,61	11,23	Djedina Rijeka	100	14,27	14,27
Vidovci-7	250	18,69	7,48	Milanlug-1	100	11,29	11,29	Požega-69	250	36,14	14,46
Stara Kapela	50	3,76	7,52	Novo Zvečevo-1	50	5,65	11,31	Novi Mihaljevci	160	23,15	14,47
Kapel. Pavlovci	50	3,87	7,75	Migalovci-1	100	11,33	11,33	Požega-77	160	23,19	14,49
Latinovac	100	8,04	8,04	Požega-71	400	45,41	11,35	Srednje Selo	250	36,34	14,54
Kutjevo-8	630	50,80	8,06	Požega-51	160	18,41	11,51	Ivandol-2	100	14,58	14,58
Podsreće	50	4,05	8,10	Pasikovci	50	5,78	11,55	Nurkovac-2	100	14,72	14,72
Kantrovci	50	4,05	8,11	Lučinci	100	11,57	11,57	Kutjevo-1	630	93,29	14,81
Pleternica-11	400	33,13	8,28	Komorica-1	100	11,61	11,61	Požega-7	400	59,36	14,84
Požega-34	630	53,08	8,43	Ruševo-3	50	5,81	11,62	Požega-52	100	14,93	14,93
Mijači	20	1,71	8,55	Gradski Vrhovci	50	6,21	12,41	Požega-32	630	94,15	14,94
Paka-1	30	2,60	8,67	Pleternica-8	250	31,42	12,57	Ratkovica-2	100	15,10	15,10
Mokreš	30	2,62	8,74	Novi Bešinci	100	12,63	12,63	Požega-73	400	60,49	15,12
Ivandol-1	160	14,34	8,97	Požega-12	400	52,57	13,14	Cerovac-1	160	24,28	15,18
Požega-14	400	36,15	9,04	Požega-63	100	13,15	13,15	Zakorenje	160	24,50	15,31
Stari Zdenkovac	50	4,60	9,20	Migalovci-2	50	6,65	13,29	Nova Lipovica	30	4,60	15,35

Naziv TS-a	Sn [kVA]	Srednja snaga [kVA]	Srednje optereć. transf. [%]	Naziv TS-a	Sn [kVA]	Srednja snaga [kVA]	Srednje optereć. transf. [%]	Naziv TS-a	Sn [kVA]	Srednja snaga [kVA]	Srednje optereć. transf. [%]
Boričevci	100	15,38	15,38	Požega-64	400	67,82	16,95	Bilice-2	50	9,01	18,03
Vukojevica	50	7,74	15,47	Trapari	125	21,20	16,96	Požega-17	400	72,48	18,12
Sapna	50	7,78	15,55	Šumanovac	160	27,30	17,06	Požega-72	160	29,11	18,19
Požega-76	400	62,35	15,59	Pleternica-4	250	42,79	17,12	Vetovo-1	160	29,18	18,24
Resnik-2	50	7,88	15,75	Skenderovci-1	100	17,16	17,16	Podgorje-1	250	46,50	18,60
Šeovci	100	15,79	15,79	Bresnica	160	27,54	17,21	Trenkovo-2	100	18,73	18,73
Komušina	50	7,93	15,86	Venje	100	17,37	17,37	Zarilac-1	100	18,77	18,77
Svetinja	50	8,00	16,00	Alilovci-3	160	27,84	17,40	Potočani-1	50	9,44	18,88
Požega-21	1000	164,58	16,46	Vlatkovic	50	8,71	17,42	Pleternica-3	250	47,94	19,18
Alaginci-2	160	26,50	16,56	Pavlovci	160	27,90	17,44	Velika-1	100	19,29	19,29
Požega-49	630	104,50	16,59	Ciglenik	100	17,55	17,55	Požega-1	630	122,83	19,50
Pleternica-7	250	41,61	16,64	Vidovci-5	250	44,21	17,68	Požega-65	400	78,71	19,68
Kula-2	100	16,68	16,68	Krivaj-2	30	5,31	17,69	Zarilac-2	75	14,85	19,80
Knežci	50	8,42	16,85	Komarovci	100	17,84	17,84	Velika-4	160	31,73	19,83
Kneževac	50	8,47	16,93	Ruševo-1	50	8,92	17,84	Požega-13	250	49,66	19,86
Požega-27	250	42,38	16,95	Požega-25	400	71,78	17,94	Milanovac	30	5,99	19,97

Tablica 6-16 Popis trafostanica čiji transformatori su opterećeni s najvećim odstupanjem od idealnog opterećenja

Naziv TS-a	Sn [kVA]	Srednja snaga [kVA]	$\alpha_{max-\alpha}$ [%]	Naziv TS-a	Sn [kVA]	Srednja snaga [kVA]	$\alpha_{max-\alpha}$ [%]	Naziv TS-a	Sn [kVA]	Srednja snaga [kVA]	$\alpha_{max-\alpha}$ [%]
Treštanovci-2	20	0,09	81,02	Šnjegavić	50	3,88	55,10	Resnik-2	50	15,75	47,88
Nježić	20	0,55	80,56	Crkveni Vrhovci	30	13,51	54,96	Koprivna	50	1,24	47,56
Jasik	20	0,21	76,04	Brestovac-4	30	0,69	54,19	Paka-2	50	0,92	47,30
Draganlug	30	0,01	69,56	Leštat	30	5,74	53,94	Migalovci-2	50	13,29	47,24
Amatovci	30	0,06	68,41	Velika-23	160	1,62	53,83	Kamenski Vučjak	50	1,46	46,76
Laze Prnjavor	30	0,83	67,63	Novi Zdenkovac	30	5,04	53,56	Đedovica	50	1,96	46,26
Dobra Voda	30	2,90	66,67	Sažije	30	7,17	52,51	Vlatkovac	50	17,42	46,21
Bektež-3	20	1,11	66,21	Sibokovac	30	7,30	52,47	Mokreš	30	8,74	46,14
Oblakovac	30	3,78	64,69	Ivanovci	50	2,39	52,31	Crjenci	50	2,26	46,10
Brijest	50	0	63,25	Ruševo-3	50	11,62	52,01	Boričevci	100	15,38	45,86
Jezero	20	4,55	62,77	Škrabutnik	30	6,97	51,63	Sovski Dol-1	100	6,29	45,78
Ozdakovci	50	1,00	62,63	Gornji Vrhovci	50	1,83	51,62	Drenovac-4	50	2,82	45,40
Pleternički	20	5,76	62,44	Žigerovci	50	5,28	51,28	Stara Ljeskovića	50	3,00	45,22
Mijači	20	8,55	62,17	Novo Zvečevo-3	50	5,42	51,15	Vukojevica	50	15,47	45,06
Velika-22	50	2,20	61,43	Lukač-2	50	5,90	51,12	Sapna	50	15,55	44,98
Rasna	50	2,41	61,22	Paka-1	30	8,67	51,09	Velika-25	160	4,96	44,61
Čečavac	50	0,26	60,74	Imrijevi	30	9,60	51,04	Kula-2	100	16,67	44,56
Ozdakovci-	50	1,30	59,23	Jakšić-9	100	1,45	50,51	Grabarje-4	160	1,66	44,41
Laze Čosine	50	4,74	58,89	Kapelački	50	7,74	50,49	Nova Lipovića	30	15,35	44,33
Novoselci-2	30	0,00	58,60	Zarilac-2	75	19,80	50,26	Vidovci-6	160	0,82	43,42
Stojčinovac	30	1,24	58,53	Striježevica	50	4,72	49,99	Čosinac	50	11,22	43,31
Jeminovac	30	0,98	58,36	Mali Bilač	30	5,27	49,60	Pasikovci	50	11,55	43,15
Novo Zvečevo-2	50	2,90	57,63	Milanovac	30	19,97	49,31	Velika-1	100	19,29	41,95
Trenkovo-4	50	0,67	57,57	Milivojevci	100	2,45	49,10	Komušina	50	15,86	41,87
Podgorje-2	80	4,21	57,37	Trenkovo-5	30	9,96	48,65	Sovski Dol-2	50	7,24	40,99
Kaptol-6	50	4,46	56,78	Brestovac-5	50	0,07	48,15	Sloboština	100	6,89	40,84

Naziv TS-a	Sn [kVA]	Srednja snaga [kVA]	$\alpha_{max-\alpha}$ [%]	Naziv TS-a	Sn [kVA]	Srednja snaga [kVA]	$\alpha_{max-\alpha}$ [%]	Naziv TS-a	Sn [kVA]	Srednja snaga [kVA]	$\alpha_{max-\alpha}$ [%]
Stara Kapela	50	7,51	40,71	Drenovac-5	250	0,48	35,79	Požega-52	100	14,93	31,64
Markovac	50	2,00	40,64	Komorica-2	50	22,51	35,72	Požega-74	250	4,85	31,43
Svetinja	50	16,00	40,57	Požega-14	400	9,04	35,71	Kneževac	50	16,93	31,29
Požega-62	630	5,18	40,28	Požega-7	400	14,84	35,64	Požega-19	250	13,61	31,02
Drenovac-3	100	21,0	40,18	Alilovci-4	160	0,13	35,25	Požega-78	250	5,27	31,00
Milanlug-1	100	11,29	39,40	Marindvor-1	50	28,52	35,10	Zakorenje	160	15,31	30,76
Stari Zdenkovac	50	9,20	39,16	Jakšić-6	30	33,47	34,99	Jurkovac	50	3,10	30,61
Krivaj-2	30	17,69	39,07	Bešinci	50	24,29	34,69	Hajderovac	50	3,29	30,41
Lakušija	50	20,21	38,76	Jakšić-8	160	0,76	34,62	Dobrogošće	50	3,43	30,28
Bilice-2	50	18,02	38,54	Podsreće	50	8,10	34,54	Srednje Selo	250	14,54	30,24
Latinovac	100	8,04	38,53	Kutjevo-1	630	14,80	34,53	Čaglin-4	100	21,71	30,18
Čečavački	50	4,26	38,39	Blacko	100	26,72	34,52	Pleternica-8	250	12,56	30,07
Ivanindvor	100	13,51	38,38	Busnovi-	50	29,12	34,51	Pavlovci	160	17,44	29,94
Perenci-Brdani	100	13,80	38,06	Drenovac-1	100	30,40	34,14	Gradac-1	160	5,44	29,94
Bzenica	100	13,85	38,01	Komarovci	100	17,84	34,12	Krivaj-1	100	13,69	29,81
Migalovci-1	100	11,33	37,46	Štitnjak	100	9,35	34,08	Požega-25	400	17,94	29,80
Požega-56	250	6,13	37,33	Skenderovci-2	30	24,93	33,67	Velika-4	160	19,83	29,74
Vidovci-7	250	7,48	37,16	Kamenska	50	0,71	33,00	Pleternica-14	630	7,24	29,59
Ivandol-1	160	8,97	37,11	Požega-69	250	14,46	32,81	Dervišaga-3	50	4,15	29,56
Gradište-2	100	10,66	37,06	Vetovo-5	50	25,68	32,55	Antunovac	100	22,10	29,45
Novo Zvečevo-1	50	11,31	36,92	Požega-38	160	13,55	32,52	Potočani-1	50	18,88	29,34
Duboka	50	9,74	36,91	Cerovac-1	160	15,17	32,20	Radovanci-3	250	5,97	29,34
Ratkovica-2	100	15,09	36,87	Marindvor-2	50	22,29	32,12	Poreč	50	27,72	29,31
Požega-61 AMD	50	21,54	36,70	Komorica-1	100	11,61	31,88	Laze Vasine	50	4,52	29,19
Požega-71	400	11,35	36,39	Kutjevo-9	250	4,44	31,83	Ašikovci-2	10	9,41	29,18
Tulnik	50	5,01	36,11	Požega-27	250	16,95	31,78	Vetovo-1	160	18,23	29,15
Gradski Vrhovci	50	12,41	35,81	Velika-2	160	23,79	31,66	Ciglenik	100	17,55	29,02



Naziv TS-a	Sn [kVA]	Srednja snaga [kVA]	$\alpha_{max-\alpha}$ [%]	Naziv TS-a	Sn [kVA]	Srednja snaga [kVA]	$\alpha_{max-\alpha}$ [%]	Naziv TS-a	Sn [kVA]	Srednja snaga [kVA]	$\alpha_{max-\alpha}$ [%]
Novi Toranj	50	4,78	28,93	Kalenić	50	21,80	26,42	Turnić	50	31,93	22,77
Kutjevo-8	630	8,06	28,77	Trapari	125	16,96	26,34	Požega-24	250	21,90	22,73
Požega-70	100	5,27	28,72	Grabarje-1	50	22,18	26,04	Allilovci-2	160	25,84	22,52
Kadanovci-2	100	0,17	28,61	Nova Lipa	160	9,52	25,86	Kujnik	50	11,22	22,49
Oljasi	75	14,04	28,51	Kantrovci	50	8,11	25,60	Završje-2	100	25,18	22,47
Radnovac	100	26,46	28,48	Mihaljevci-3	160	9,87	25,51	Frkljevci-2	100	29,48	22,41
Bektež-1	100	23,80	28,19	Podgorje-1	250	18,60	25,44	Požega-46	100	24,31	22,26
Požega-22	400	22,01	28,04	Buk-1	160	23,08	25,29	Lončarski vis	100	6,83	21,95
Mitrovac	50	35,73	27,89	Pleternica-10	50	23,38	25,16	Požega-42	160	13,47	21,91
Donji Emovci	100	33,39	27,84	Požega-54	100	26,42	25,13	Nurkovac-1	100	27,09	21,69
Pleternica-11	400	8,28	27,61	Ramanovci	100	26,50	25,05	Sulkovci-3	100	20,73	21,63
Draga-2	50	1,07	27,54	Alaginci-2	160	16,56	25,04	Ratkovica-1	50	37,09	21,51
Požega-34	630	8,43	27,27	Radovanci-2	50	21,97	24,68	Požega-21	1000	16,46	21,49
Ivandol-2	100	14,58	27,17	Požega-51	160	11,51	24,67	Gradac-2	160	26,01	21,37
Djedina Rijeka	100	14,27	27,17	Jaguplije	100	23,10	24,62	Novi Bešinci	100	12,63	21,36
Novi Mihaljevci	160	14,47	27,14	Požega-76	400	15,59	24,55	Požega-12	400	13,14	21,28
Kunovci	50	21,13	27,09	Požega-33	160	23,05	24,33	Lučinci	100	11,57	21,28
Tekić	100	27,89	27,05	Pleternica-3	250	19,17	24,29	Kutjevo-4	160	26,23	21,16
Gradište-1	50	21,50	27,04	Požega-15	400	20,32	24,22	Milanlug-2	160	14,25	21,14
Veliki Bilač	50	6,84	26,87	Doljanovci	160	23,17	24,21	Požega-73	400	15,12	21,02
Požega-50	50	31,41	26,83	Požega-1	630	19,50	23,60	Požega-41	250	22,47	20,99
Kadanovci-1	100	25,13	26,73	Skenderovci-1	100	17,16	23,55	Požega-77	160	14,49	20,89
Nurkovac-2	100	14,72	26,72	Kutjevo-6	50	24,68	23,54	Požega-63	100	13,15	20,84
Alaginci-1	50	7,01	26,70	Požega-10	250	27,28	23,43	Zagrađe-2	100	20,60	20,84
Brestovac-3	50	7,10	26,61	Požega-23	400	21,65	23,07	Hrnjevac	100	26,94	20,71
Požega-49	630	16,59	26,51	Potočani-2	50	33,55	23,02	Eminovci-3	160	22,55	20,53
Darkovac	50	7,25	26,46	Požega-75	630	20,49	23,02	Požega-37	100	20,99	20,45

## 6.4.2. Transformatori s velikim gubitcima

U tablici na sljedećoj strani (Tablica 6-18) dan je popis transformatora koji generiraju velike godišnje gubitke energije u usporedbi s novim transformatorima optimalne nazivne snage (izračun prema formuli 6.2). Njihova zamjena novim transformatorima opravdana je ne samo zbog sigurnosti opskrbe električne energije, već i prema ekonomskim kriterijima smanjenja gubitaka. Samim time ovi transformatori označeni su kao prvi prioritet za zamjenu. Podaci o gubicima uspoređivali su se s najnovijim transformatorima koji imaju gubitke prema normi EN 50464-1 –  $A_0$  gubici u jezgi i  $C_k$  gubici u namotima (Tablica 6-17).

Tablica 6-17 Cijena i gubici novih transformatora snaga 50-630 kVA prema normi EN 50464-1

Snaga [kVA]	Cijena [kn]	Gubici kratkog spoja [W]	Gubici praznog hoda [W]
50	25225	1100	90
100	32010	1750	145
160	38130	2350	210
250	48460	3250	300
400	57450	4600	430
630	74720	6500	600

Osim podataka o gubicima, Tablica 6-17 sadrži i cijene novih transformatora preuzetih iz ponude poduzeća *Končar – Distributivni i specijalni transformatori* HEP ODS-u za 2016. godinu. Zahvaljujući tim podacima, formiran je jednostavan kriterij prioriteta zamjene koji pokazuje koje transformatore je isplativije zamijeniti. Kriterij prioriteta zamjene transformatora računat je kao razlika gubitaka starog i novog transformatora podijeljena s cijenom novog transformatora. Za 104 trafostanice napravljena je analiza uz zamjenu transformatorom manje snage, a za 65 trafostanica uz zamjenu transformatorom veće snage. Tablica 6-18 prikazuje transformatore s najmanjim iznosom izračunatog kriterija zamjene (manji iznos kriterija = veći prioritet za zamjenu).

Tablica 6-18 Popis transformatora koje je ekonomski opravdano zamijeniti

Naziv TS	Sn [kVA]	Gubici kratkog spoja [W]	Gubici praznog hoda [W]	Srednje opter. transf. [%]	Godišnji gubici u transf. [kWh]	Sn novog trafoa [kVA]	Gubici kratkog spoja novog transf. [W]	Gubici praznog hoda novog transf. [W]	Srednje opter. novog transf. [%]	Godišnji gubici u novom transf. [kWh]	Godišnja ušteda zbog smanjenih gubitaka [kn]	Cijena novog transf. [kn]	Kriterij prioriteta zamjene
Požega-14	400	6492	1300	9,04	11852,38	160	2350	210	22,59	2890,21	8962,17	38130	4,25
Požega-7	400	6121	1560	14,84	14846,60	250	3250	300	23,75	4233,28	10613,32	48460	4,57
Velika-25	160	2950	725	4,96	6414,61	50	1100	90	15,88	1031,27	5383,34	25225	4,69
Požega-71	400	5347	1219	11,35	11282,12	160	2350	210	28,38	3497,83	7784,29	38130	4,90
Pleternica-5	400	6492	1300	35,43	18527,56	400	4600	430	35,43	8825,64	9701,92	57450	5,92
Drenovac-1	100	1800	750	30,41	8028,03	100	1750	145	30,41	2687,73	5340,30	32010	5,99
Podgorje-2	80	1450	550	4,22	4840,60	50	1100	90	6,75	832,28	4008,31	25225	6,29
Požega-5	400	6492	1300	25,92	15208,80	250	3250	300	41,47	7524,65	7684,15	48460	6,31
Požega-27	250	4000	950	16,95	9328,86	160	2350	210	26,49	3283,76	6045,10	38130	6,31
Jakšić-9	100	2000	540	1,45	4734,10	50	1100	90	2,91	796,55	3937,55	25225	6,41
Boričevci	100	1600	600	15,38	5587,34	50	1100	90	30,75	1699,59	3887,75	25225	6,49
Vidovci-6	160	2703	529	0,82	4635,64	50	1100	90	2,63	795,07	3840,57	25225	6,57
Požega-69	250	4028	900	14,46	8621,56	160	2350	210	22,59	2890,15	5731,41	38130	6,65
Požega-25	400	5347	1219	17,94	12186,58	250	3250	300	28,71	4974,69	7211,89	48460	6,72
Grabarje-4	160	2426	515	1,66	4517,29	50	1100	90	5,33	815,73	3701,56	25225	6,81
Trenkovo-3	100	2097	650	40,07	8644,13	160	2350	210	25,05	3131,03	5513,10	38130	6,92
Velika-4	160	2950	725	19,83	7367,21	100	1750	145	31,73	2813,46	4553,75	32010	7,03
Ivanindvor	100	2005	540	13,51	5051,07	50	1100	90	27,02	1492,12	3558,95	25225	7,09
Požega-56	250	3600	680	6,13	6075,32	100	1750	145	15,33	1630,29	4445,03	32010	7,20
Ratkovica-2	100	2000	540	15,10	5129,66	50	1100	90	30,19	1666,78	3462,88	25225	7,28
Milanlug-1	100	2000	514	11,29	4726,06	50	1100	90	22,59	1279,93	3446,13	25225	7,32
Pleternica-1	400	5347	1219	37,20	17158,85	400	4600	430	37,20	9341,87	7816,98	57450	7,35
Požega-22	400	4866	1219	22,01	12743,75	250	3250	300	35,22	6159,31	6584,44	48460	7,36
Komarovci	100	2000	540	17,84	5287,81	50	1100	90	35,67	2014,70	3273,11	25225	7,71
Kutjevo-1	630	5750	1400	14,81	13368,59	400	4600	430	23,32	5958,86	7409,73	57450	7,75
Čosinac	50	1513	450	11,23	4109,01	50	1100	90	11,23	909,82	3199,19	25225	7,88
Per.-Brđani	100	1859	500	13,80	4690,20	50	1100	90	27,60	1522,59	3167,60	25225	7,96

Naziv TS	Sn [kVA]	Gubici kratkog spoja [W]	Gubici praznog hoda [W]	Srednje opter. transf. [%]	Godišnji gubici u transf. [kWh]	Sn novog trafoa [kVA]	Gubici kratkog spoja novog transf. [W]	Gubici praznog hoda novog transf. [W]	Srednje opter. novog transf. [%]	Godišnji gubici u novom transf. [kWh]	Godišnja ušteda zbog smanjenih gubitaka [kn]	Cijena novog transf. [kn]	Kriterij prioriteta zamjene
Bzenica	100	1859	500	13,85	4692,58	50	1100	90	27,71	1528,24	3164,34	25225	7,97
Kaptol-6	50	1200	450	4,46	3962,86	50	1100	90	4,46	807,53	3155,34	25225	7,99
Kula-2	100	1600	600	16,68	5645,79	100	1750	145	16,68	1696,53	3949,26	32010	8,11
Velika-1	100	1600	600	19,29	5777,33	100	1750	145	19,29	1840,40	3936,93	32010	8,13
Ivandol-1	160	2426	515	8,97	4682,20	50	1100	90	28,69	1581,44	3100,76	25225	8,14
Drenovac-3	100	1600	600	21,06	5877,56	100	1750	145	21,06	1950,03	3927,53	32010	8,15
Pletern.-14	630	6634	900	7,24	8188,63	160	2350	210	28,51	3512,63	4676,00	38130	8,15
Blacko	100	1600	600	26,72	6256,44	100	1750	145	26,72	2364,43	3892,01	32010	8,22
Požega-32	630	11145	1175	14,94	12473,29	250	3250	300	37,66	6665,56	5807,73	48460	8,34
Mihaljevci-2	100	2000	540	39,67	7487,24	160	2350	210	24,79	3104,94	4382,29	38130	8,70
Frkljevci-2	100	2005	540	29,49	6257,50	100	1750	145	29,49	2603,08	3654,42	32010	8,76
Sred. Selo	250	3730	748	14,54	7243,00	160	2350	210	22,71	2901,72	4341,28	38130	8,78
Potočani-2	50	1250	400	33,55	4736,46	50	1100	90	33,55	1872,96	2863,49	25225	8,81
Požega-10	250	3500	900	27,28	10165,98	250	3250	300	27,28	4746,98	5419,00	48460	8,94
Čaglin-4	100	2005	540	21,71	5558,38	100	1750	145	21,71	1992,87	3565,50	32010	8,98
Poreč	50	1230	400	27,72	4331,72	50	1100	90	27,72	1528,64	2803,08	25225	9,00
Bilice-2	50	1250	400	18,03	3859,88	50	1100	90	18,03	1101,57	2758,31	25225	9,15
Svetinja	50	1250	400	16,00	3784,42	50	1100	90	16,00	1035,17	2749,25	25225	9,18
Bešinci	50	1150	400	24,29	4098,25	50	1100	90	24,29	1356,82	2741,44	25225	9,20
Lakušija	50	1150	400	20,22	3915,68	50	1100	90	20,22	1182,18	2733,50	25225	9,23
Lukač-2	50	1230	400	5,91	3541,62	50	1100	90	5,91	822,05	2719,58	25225	9,28
N.Zveč.-3	50	1250	400	5,42	3536,17	50	1100	90	5,42	816,71	2719,46	25225	9,28
Žigerovci	50	1250	400	5,28	3534,58	50	1100	90	5,28	815,31	2719,27	25225	9,28
Šnjegavić	50	1150	400	3,88	3519,16	50	1100	90	3,88	802,90	2716,26	25225	9,29
Čečavac	50	1075	400	0,26	3504,07	50	1100	90	0,26	788,47	2715,60	25225	9,29
Ozdakovci	50	988	400	1,00	3504,87	50	1100	90	1,00	789,37	2715,50	25225	9,29
Velika-22	50	988	400	2,20	3508,20	50	1100	90	2,20	793,08	2715,12	25225	9,29
Rasna	50	988	400	2,41	3509,04	50	1100	90	2,41	794,01	2715,03	25225	9,29
Laze Čos.	50	988	400	4,74	3523,47	50	1100	90	4,74	810,08	2713,39	25225	9,30

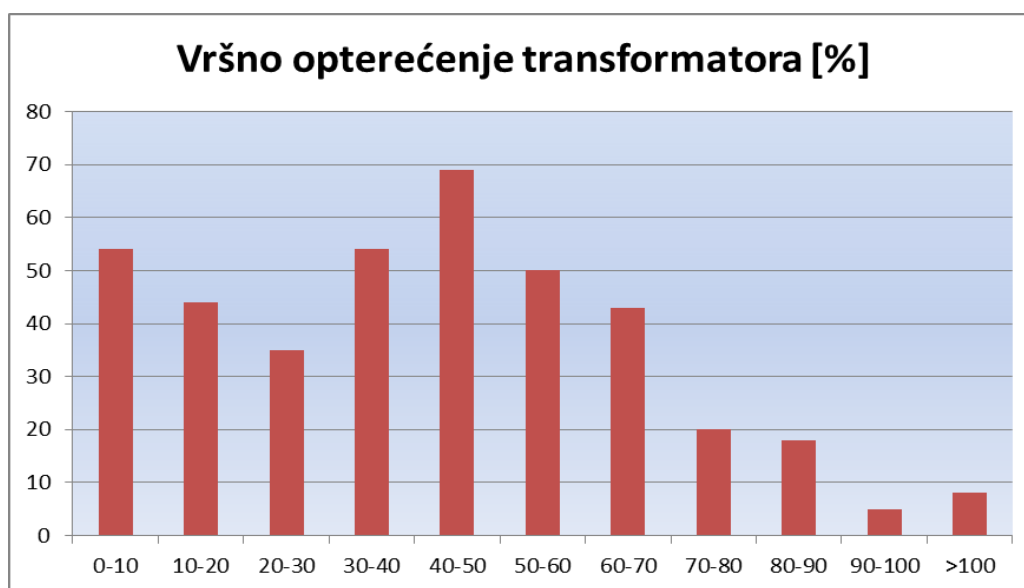
Naziv TS	Sn [kVA]	Gubici kratkog spoja [W]	Gubici praznog hoda [W]	Srednje opter. transf. [%]	Godišnji gubici u transf. [kWh]	Sn novog trafoa [kVA]	Gubici kratkog spoja novog transf. [W]	Gubici praznog hoda novog transf. [W]	Srednje opter. novog transf. [%]	Godišnji gubici u novom transf. [kWh]	Godišnja ušteda zbog smanjenih gubitaka [kn]	Cijena novog transf. [kn]	Kriterij prioriteta zamjene
Ruševo-3	50	988	400	11,62	3620,88	50	1100	90	11,62	918,53	2702,35	25225	9,33
D.Emovci	100	1600	600	33,39	6818,85	160	2350	210	20,87	2736,25	4082,59	38130	9,34
Milivojevci	100	1505	400	2,45	3511,93	50	1100	90	4,90	811,57	2700,35	25225	9,34
Resnik-2	50	988	400	15,75	3718,79	50	1100	90	15,75	1027,53	2691,25	25225	9,37
Vlatkovac	50	988	400	17,42	3766,56	50	1100	90	17,42	1080,73	2685,84	25225	9,39
Požega-49	630	6750	1254	16,59	12611,91	400	4600	430	26,12	6517,02	6094,89	57450	9,43
Marindvor-1	50	988	400	28,52	4208,20	50	1100	90	28,52	1572,43	2635,77	25225	9,57
Busn.-Bol.	50	988	400	29,12	4237,79	50	1100	90	29,12	1605,37	2632,42	25225	9,58
Požega-12	400	6750	800	13,14	8029,29	160	2350	210	32,86	4061,85	3967,44	38130	9,61
Sov. Dol-1	100	1475	400	6,29	3555,17	50	1100	90	12,59	941,04	2614,13	25225	9,65
Sloboština	100	1756	400	6,89	3576,95	50	1100	90	13,77	971,19	2605,76	25225	9,68
Vidovci-7	250	3373	672	7,48	6051,91	160	2350	210	11,68	2120,58	3931,33	38130	9,70
Velika-23	160	2114	650	1,62	5698,87	160	2350	210	1,62	1845,01	3853,86	38130	9,89
Požega-15	400	5006	993	20,32	10509,24	250	3250	300	32,51	5637,16	4872,08	48460	9,95
Požega-75	630	6750	1278	20,49	13678,79	400	4600	430	32,28	7965,17	5713,62	57450	10,05
Kadan.-1	100	1859	500	25,13	5408,49	100	1750	145	25,13	2238,39	3170,10	32010	10,10
Požega-1	630	6750	1254	19,50	13232,84	400	4600	430	30,71	7566,71	5666,13	57450	10,14
Jakšić-7	50	988	400	43,64	5152,28	100	1750	145	21,82	2000,08	3152,20	32010	10,15
Cerovac-1	160	2450	550	15,18	5312,31	100	1750	145	24,28	2174,08	3138,23	32010	10,20
Velika-2	160	2114	650	23,79	6742,01	160	2350	210	23,79	3004,61	3737,40	38130	10,20
Gradište-2	100	1756	400	10,66	3678,95	50	1100	90	21,33	1226,77	2452,18	25225	10,29
Ratkovica-1	50	1165	400	37,09	4907,94	100	1750	145	18,55	1797,43	3110,51	32010	10,29
Požega-19	250	3373	672	13,61	6434,40	160	2350	210	21,27	2771,17	3663,23	38130	10,41
Koprivnica	160	2426	620	30,37	7390,85	160	2350	210	30,37	3737,86	3652,99	38130	10,44
Požega-21	1000	12500	1800	16,46	18733,91	1000	10500	770	16,46	9236,57	9497,35	100000	10,53
Pavlovci	160	2450	550	17,44	5470,49	100	1750	145	27,90	2463,33	3007,16	32010	10,64
Požega-62	630	6750	1395	5,18	12378,63	630	6500	600	5,18	5408,56	6970,07	74720	10,72
Vetovo-1	160	2450	550	18,24	5531,65	100	1750	145	29,18	2575,17	2956,49	32010	10,83
Kutjevo-8	630	6634	900	8,06	8261,81	250	3250	300	20,32	3803,38	4458,43	48460	10,87

### 6.4.3. Preopterećeni transformatori

Tablica 6-19 i Slika 6-3 prikazuju relativno vršno opterećenje transformatora.

Tablica 6-19 Relativno vršno opterećenje transformatoru u 2017. godini

Vršno opterećenje transformatora [%]	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60
Broj transformatora	54	44	35	54	69	50
Vršno opterećenje transformatora [%]	60-70	70-80	80-90	90-100	>100	
Broj transformatora	43	20	18	5	8	



Slika 6-3 Relativno vršno opterećenje transformatora u 2017. godini

Tablica 6-20 prikazuje najopterećenije transformatore dobivene proračunom opisanim u Poglavlju 6.2. Popis sadrži 8 transformatora čije vršno opterećenje prelazi instaliranu snagu i još 23 transformatora čije vršno opterećenje doseže 80% nazivne snage. Neke od nabrojanih transformatora trebalo bi zamijeniti transformatorima veće snage te oni predstavljaju prvi prioritet za zamjenu.

Tablica 6-20 Popis transformatora s najvećim relativnim vršnim opterećenjem

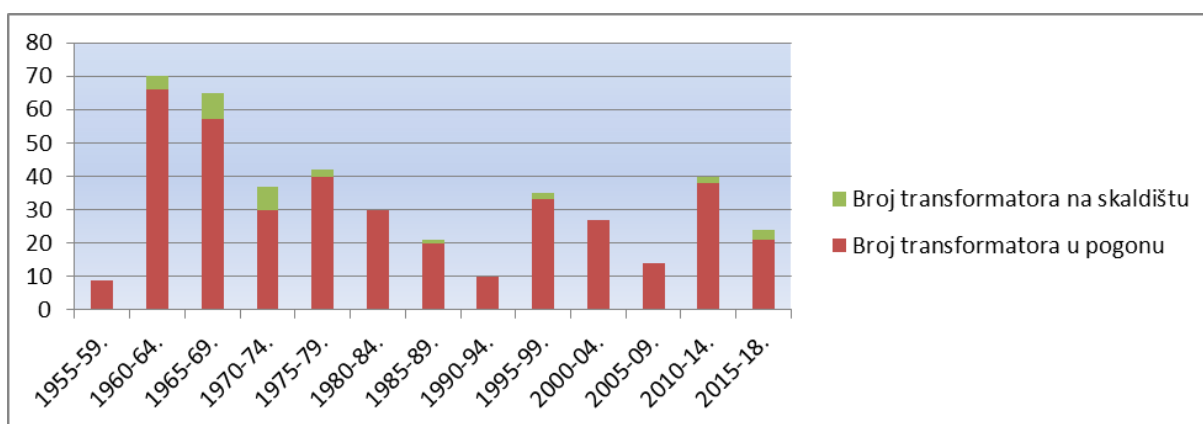
Naziv TS-a	Sn [kVA]	Srednja snaga [kVA]	Vršna snaga [kVA]	Srednje opterećenje transformatora [%]	Vršno opterećenje transformatora [%]
Seoci	30	13,31	34,25	44,36	114,17
Požega-31	250	109,99	283,12	44,00	113,25
Jakšić-7	50	21,82	56,01	43,64	112,03
Bertelovci	50	22,69	55,28	45,38	110,57
Toranj	50	21,13	53,68	42,25	107,36
Bjeliševac	50	25,35	52,62	50,70	105,25
Bučje	100	47,43	103,83	47,43	103,83
Pleternica-13	250	60,41	251,18	24,16	100,47
Deževci	50	20,85	49,99	41,70	99,99
Zagrađe-1	100	42,50	93,04	42,50	93,04
Drenovac-2	100	42,31	92,61	42,31	92,61
Poreč	50	13,86	46,04	27,72	92,07
Biškupci	160	63,40	146,46	39,63	91,54
Grabarje-2	100	30,56	88,18	30,56	88,18
Kutjevo-3 Vinkomir	100	38,76	87,83	38,76	87,83
Požega-79	160	54,08	139,20	33,80	87,00
Pleternica-9	100	41,06	86,72	41,06	86,72
Treštanovci-1	160	42,47	138,16	26,54	86,35
Dervišaga-2	160	53,61	137,62	33,51	86,01
Busnovi-Bolomače	50	14,56	42,76	29,12	85,52
Velika-3 Mališćak	250	66,11	213,18	26,45	85,27
Doljanci	30	10,52	25,55	35,07	85,16
Rajsavac	160	47,49	135,69	29,68	84,81
Vesela	50	16,50	42,34	32,99	84,69
Orljavac	100	28,63	83,78	28,63	83,78
Trenkovo-3	100	40,07	83,76	40,07	83,76
Kutjevo-2	400	147,09	333,30	36,77	83,33
Ruševo-2	50	15,94	41,21	31,88	82,41
Viškovci	100	31,85	81,77	31,85	81,77
Brestovac-1	250	85,16	204,20	34,06	81,68
Mitrovac	50	17,87	40,49	35,74	80,98

#### 6.4.4. Transformatori pri kraju životnog vijeka

Životni vijek transformatora ovisan je o životnom vijeku njegove izolacije, od transformatorskog ulja i izolacije papira. Obje izolacije podložne su fizikalno-kemijskim procesima koji uzrokuju gubljenje početnih svojstava pa se kaže da izolacija stari. Životni vijek distribucijskih transformatora procjenjuje se na oko 40 godina. Tablica 6-21 i Slika 6-4 prikazuju raspodjelu transformatora u pogonu u DP-u Elektra Požega prema godini proizvodnje. Potrebno je istaknuti da za 37 transformatora ne postoji podatak o godini proizvodnje. Starost tih transformatora procijenjena je prema transformatorima istog tipa za koje postoje podaci o starosti ili prema podatku o godini nabave transformatora. Prosječna starost transformatora na području Elektre Požega iznosi 35 godina.

Tablica 6-21 Raspodjela transformatora u pogonu (i na skladištu) prema godini proizvodnje

Godina proizvodnje transformatora	1955-59.	1960-64.	1965-69.	1970-74.	1975-79.	1980-84.	1985-89.
Broj transformatora	9 (0)	66 (4)	57 (8)	30 (7)	40 (2)	30 (0)	20 (1)
Godina proizvodnje transformatora	1990-94.	1995-99.	2000-04.	2005-09.	2010-14.	2015-18.	
Broj transformatora	10 (0)	33 (2)	27 (0)	14 (0)	38 (2)	21 (3)	



Slika 6-4 Raspodjela transformatora u pogonu (i na skladištu) prema godini proizvodnje

Tablica 6-22 prikazuje sve transformatore starije od 40 godina koji se i dalje koriste na području DP-a Elektra Požega. Navedene transformatore preporuča se zamijeniti novijima.



Tablica 6-22 Popis transformatora starijih od 40 godina

Naziv TS-a	Tip transformatora	Godina proizvodnje	Naziv TS-a	Tip transformatora	Godina proizvodnje
Požega-61	2TNP 13-10,10/0.4,50,KONČAR	1959	Ozdakovci	T 50-12,10/0.4,50,KONČAR	1962
Trenkovo-4	2TNP 13-10,10/0.4,50,KONČAR	1959	Vlatkovac	T 50-12,10/0.4,50,KONČAR	1962
Požega-50	2TNP 13-10,10/0.4,50,KONČAR	1959	Kula-2	T 100-12,10/0.4,100,KONČAR	1962
Komorica-2	2TNP 13-10,10/0.4,50,KONČAR	1959	Požega-7	T 400-12,10/0.4,400,KONČAR	1962
Kapelački Pavlovci	2TNP 13-10,10/0.4,50,KONČAR	1959	Krivaj-2	TR 63-0069,10/0.4,30,DINAMO	1963
Vetovo-5	2TNP 13-10,10/0.4,50,KONČAR	1959	Draganlug	TUN 31,10/0.4,30,EL. SRBIJA	1963
Novo Zvečevo-3	TUN 51,10/0.4,50,DINAMO	1959	Oblakovac	T 30-12,10/0.4,30,KONČAR	1963
Frkljevci-2	TVN 101,10/0.4,100,DINAMO	1959	Sažije	T-30/A,10/0.4,30,EL. SRBIJA	1963
Kadanovci-1	3TNP 15-10,10/0.4,100,KONČAR	1959	Novi Zdenkovac	T-30,10/0.4,30,EL. SRBIJA	1963
Brestovac-4	TU 30,10/0.4,30,DINAMO	1960	Dobra Voda	TUN 31,10/0.4,30,EL. SRBIJA	1963
Laze Čosine	T 50-12,10/0.4,50,KONČAR	1960	Potočani-2	TUN 51,10/0.4,50,DINAMO	1963
Jakšić-7	T 50-12,10/0.4,50,KONČAR	1960	Bilice-2	TUN 51,10/0.4,50,DINAMO	1963
Velika-22	T 50-12,10/0.4,50,KONČAR	1960	Stara Ljeskovića	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	1963
Bešinci	T 50/2,10/0.4,50,JUG	1960	Poreč	TU 50,10/0.4,50,DINAMO	1963
Mitrovac	T 50-12,10/0.4,50,KONČAR	1960	Ruševo-3	T 50-12,10/0.4,50,KONČAR	1963
Podgorje-2	T 80-12,10/0.4,80,KONČAR	1960	Komorica-1	T-100,10/0.4,100,EL. SRBIJA	1963
Donji Emovci	T 100-12,10/0.4,100,KONČAR	1960	Boričevci	T 100-12,10/0.4,100,KONČAR	1963
Ivanindvor	TU 100,10/0.4,100,DINAMO	1960	Požega-32	T-630,10/0.4,630,EL. SRBIJA	1963
Čaglin-4	TU 100,10/0.4,100,DINAMO	1960	Seoci	T-30,10/0.4,30,EL. SRBIJA	1964
Škrabutnik	T-30,10/0.4,30,EL. SRBIJA	1961	Novoselci-2	T-30,10/0.4,30,EL. SRBIJA	1964
Skenderovci-2	T-30,10/0.4,30,EL. SRBIJA	1961	Trenkovo-5	T-30,10/0.4,30,EL. SRBIJA	1964
Imrijevi	TU 10-30,10/0.4,30,ELE. NIŠ	1961	Leštat	T-30/A,10/0.4,30,EL. SRBIJA	1964
Komušina	T 50/10,10/0.4,50,JUG	1961	Gradski Vrhovci	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	1964
Svetinja	TUN 51,10/0.4,50,DINAMO	1961	Potočani-1	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	1964
Resnik-2	T 50-12,10/0.4,50,KONČAR	1961	Kunovci	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	1964
Žigerovci	TUN 51,10/0.4,50,DINAMO	1961	Stara Kapela	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	1964
Novo Zvečevo-1	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	1961	Bilice-1	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	1964
Velika-1	T 100-12,10/0.4,100,KONČAR	1961	Drenovac-4	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	1964
Velika-25 Toplice	T 160-12,10/0.4,160,KONČAR	1961	Kalenić	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	1964
Jasik	T 20-10/J,10/0.4,20,KONČAR	1962	Grabarje-1	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	1964
Paka-1	TUN 31,10/0.4,30,DINAMO	1962	Ferovac	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	1964
Marindvor-1	T 50-12,10/0.4,50,KONČAR	1962	Kutjevo-6	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	1964

Naziv TS-a	Tip transformatora	Godina proizvodnje	Naziv TS-a	Tip transformatora	Godina proizvodnje
Brestovac-5	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	1964	Brijest	T-50/A,10/0.4,50,EL. SRBIJA	1967
Kamenski Vučjak	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	1964	Busn. -Bolomače	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	1967
Đedovica	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	1964	Požega-69	T-250/B,10/0.4,250,EL. SRBIJA	1967
Kneževac	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	1964	Požega-12	T-400,10/0.4,400,EL. SRBIJA	1967
Sovski Dol-2	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	1964	Treštanovci-2	R-10,10/0.4,20,STROJOTEHNA	1968
Paka-2	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	1964	Nježić	R-10,10/0.4,20,STROJOTEHNA	1968
Oljasi	NT 751,10/0.4,75,ELIN	1964	Crlijenci	TN 50-12,10/0.4,50,KONČAR	1968
Blacko	T 100-12,10/0.4,100,KONČAR	1964	Deževci	TN 50-12,10/0.4,50,KONČAR	1968
Krivaj-1	T-100,10/0.4,100,EL. SRBIJA	1964	Koprivna	T1-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	1968
Kutjevo-3	T-100,10/0.4,100,EL. SRBIJA	1964	Čeč. Vučjak	TE 50-10,10/0.4,50,ELE. STROJ	1968
Velika-4	T-160,10/0.4,160,EL. SRBIJA	1964	Stari Zdenkovac	TN 50-12,10/0.4,50,KONČAR	1968
Požega-6	T-400,10/0.4,400,EL. SRBIJA	1964	Gradac-2	TN 160-12,10/0.4,160,KONČAR	1968
Plet. Mihaljevci	T-20,10/0.4,20,EL. SRBIJA	1965	Požega-10	T1-250,10/0.4,250,EL. SRBIJA	1968
Laze Prnjavor	T 30-12,10/0.4,30,KONČAR	1965	Požega-56	TN 250-12,10/0.4,250,KONČAR	1968
Nova Lipovica	T-30/A,10/0.4,30,EL. SRBIJA	1965	Požega-5	3TNP 20-10,10/0.4,400,KONČAR	1968
Rasna	T 50-12,10/0.4,50,KONČAR	1965	Požega-25	T1-400/A,10/0.4,400,EL. SRBIJA	1968
Bektež-3	T 20-12,10/0.4,20,KONČAR	1966	Požega-23	Tn 400-12,10/0.4,400,KONČAR	1968
Mijači	TU 20,10/0.4,20,DINAMO	1966	Požega-71	NT400,10/0.4,400,ENGINV	1968
Jezero	T 20-12,10/0.4,20,KONČAR	1966	Požega-14	3TNP 20-10,10/0.4,400,KONČAR	1968
Milanovac	TUN 31,10/0.4,30,EL. SRBIJA	1966	Pleternica-1	NT400,10/0.4,400,ENGINV	1968
Jeminovac	UTT 100,10/0.4,30,ELE. STROJ	1966	Pleternica-5	3TNP 20-10,10/0.4,400,KONČAR	1968
Amatovci	T 30-12,10/0.4,30,KONČAR	1966	Poloj	T1-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	1969
Sibokovac	3TNP 12-10,10/0.4,30,KONČAR	1966	Češljakovci	TN 100-12,10/0.4,100,KONČAR	1969
Mokreš	TU 30,10/0.4,30,DINAMO	1966	Ivandol-2	TN 100-12,10/0.4,100,KONČAR	1969
Stojčinovac	3TNP 12-10,10/0.4,30,KONČAR	1966	Trenkovo-1	TN 160-12,10/0.4,160,KONČAR	1969
Markovac	TB5 3552/10,10/0.4,50,KONČAR	1966	Doljanovci	TN 160-12,10/0.4,160,KONČAR	1969
Gornji Vrhovci	3TNP 18-10,10/0.4,50,KONČAR	1966	Cerovac-1	TN 160-12,10/0.4,160,KONČAR	1969
Ugarci	TN 50-12,10/0.4,50	1966	Kutjevo-4	TN 160-12,10/0.4,160,KONČAR	1969
Čečavac	TBNP 3552/10,10/0.4,50,KONČAR	1966	Vetovo-1	TN 160-12,10/0.4,160,KONČAR	1969
Šnjegavić	T 50/2,10/0.4,50,JUG	1966	Pavlovci	TN 160-12,10/0.4,160,KONČAR	1969
Ratkovica-2	T-100/A,10/0.4,100,EL. SRBIJA	1966	Požega-28	TN 250-12,10/0.4,250,KONČAR	1969
Perenci-Brđani	3TNP 15-10,10/0.4,100,KONČAR	1966	Požega-11	TN 250-12,10/0.4,250,KONČAR	1969
Milanlug-1	TBPV 3572-10,10/0.4,KONČAR	1966	Požega-26	TN 250-12,10/0.4,250,KONČAR	1969
Crkveni Vrhovci	T 30-12,10/0.4,30,KONČAR	1967	Pleternica-3	TN 250-12,10/0.4,250,KONČAR	1969

Naziv TS-a	Tip transformatora	Godina proizvodnje	Naziv TS-a	Tip transformatora	Godina proizvodnje
Požega-2	Tn 400-12,10/0.4,400,KONČAR	1969	Požega-19	T3-250,10/0.4,250,EL. SRBIJA	1974
Ašikovci-2	TE 10-10,10/0.4,10,ELE. STROJ	1970	Kaptol-2	T4-100,10/0.4,100,MINEL	1975
Marindvor-2	3TNP 13-10,10/0.4,50,KONČAR	1970	Sulkovci-1	7TBN 100-12/A,10/0.4,KONČAR	1975
Kaptol-6	KOU 180/5,10/0.4,50,SIEMENS	1970	Sulkovci-3	7TBN 100-12,10/0.4,KONČAR	1975
Čosinac	UTT 1001,10/0.4,50,ELE. STROJ	1970	Cerovac-2	T3-100,10/0.4,100,MINEL	1975
Lakušija	T 50/2,10/0.4,50,JUG	1970	Vidovci-1	T3-160,10/0.4,160,MINEL	1975
Lukač-2	TU 50,10/0.4,50,DINAMO	1970	Požega-45	T3-160,10/0.4,160,MINEL	1975
Zarilac-2	KO 266/6,10/0.4,75,SIEMENS	1970	Velika-2	T4-160,10/0.4,160,MINEL	1975
Jakšić-9		1970	Velika-23	T4-160,10/0.4,160,MINEL	1975
Mihaljevci-2	UTT 103,10/0.4,100,ELE. STROJ	1970	Velika-8	T4-250,10/0.4,250,MINEL	1975
Stražeman	T1-100/A,10/0.4,100,EL. SRBIJA	1970	Čaglin-1	T4-250,10/0.4,250,MINEL	1975
Komarovci	TN 15-10,10/0.4,100,KONČAR	1970	Nova Ljeskovića	T4-250,10/0.4,250,MINEL	1975
Drenovac-1	TU 57,10/0.4,100,DINAMO	1970	Požega-22	T4-400,10/0.4,400,MINEL	1975
Gradište-2	T1-100/A,10/0.4,100,EL. SRBIJA	1970	Kutjevo-1	PT 630/10-0.4,10/0.4,ENGINV	1975
Sloboština	T1-100/A,10/0.4,100,EL. SRBIJA	1970	Jakšić-6	T 30-12,10/0.4,30,KONČAR	1977
Jaguplije	T1-100/A,10/0.4,100,EL. SRBIJA	1970	Antunovac	T5-100,10/0.4,100,MINEL	1977
Požega-33	TN 160-12,10/0.4,160,KONČAR	1970	Golo Brdo	T5-100,10/0.4,100,MINEL	1977
Kutjevo-5	TN 160-12,10/0.4,160,KONČAR	1970	Milivojevci	T5-100,10/0.4,100,MINEL	1977
Ivandol-1	3T 160-12,10/0.4,160,KONČAR	1970	Velika-5	7TBN 160-12/A,10/0.4,KONČAR	1977
Požega-4	TN 250-12,10/0.4,250,KONČAR	1970	Bertelovci	T5-50,10/0.4,50,MINEL	1978
Požega-41	TN 250-12,10/0.4,250,KONČAR	1970	Ozd.-Smoljanovci	T5-50,10/0.4,50,MINEL	1978
Vesela	T1-50/A,10/0.4,50,EL. SRBIJA	1971	Novo Zvečevo-2	T5-50,10/0.4,50,MINEL	1978
Pleternica-10	T1-50/A,10/0.4,50,EL. SRBIJA	1971	Vukojevica	T5-50,10/0.4,50,MINEL	1978
Gradište-1	T1-50/A,10/0.4,50,EL. SRBIJA	1971	Sapna	T5-50,10/0.4,50,MINEL	1978
Toranj	T1-50/A,10/0.4,50,EL. SRBIJA	1971	Migalovci-2	T5-50,10/0.4,50,MINEL	1978
Tekić	TBN 100-12/A,10/0.4,KONČAR	1974	Požega-54	T5-100,10/0.4,100,MINEL	1978
Jakšić-4	7TBN 160-12/A,10/0.4,KONČAR	1974	Ramanovci	T5-100,10/0.4,100,MINEL	1978
Grabarje-4	7TBN 160-12/A,10/0.4,KONČAR	1974	Nurkovac-1	2TBN 100-12/A,10/0.4,KONČAR	1978
Požega-24	4TBN 250-12/A,10/0.4,KONČAR	1974	Požega-20	2TBN 250-12/A,10/0.4,KONČAR	1978
Vidovci-7	T3-250,10/0.4,250,EL. SRBIJA	1974	Požega-31	2TBN 250-12/A,10/0.4,KONČAR	1978

## 6.5. Gubici u transformatorima 2011. – 2017.

2012. godine u Elektri Požega napravljena je analiza gubitaka u 10/0,4 kV transformatorima za 2011. godinu. Analiza je uključila procjenu izračuna gubitaka generiranih u transformatorima kao i prijedlog zamjene transformatora. Tablica 6-23 prikazuje sve 61 obavljene zamjene transformatora kao i razliku godišnjih gubitaka između gubitaka u demontiranom i montiranom transformatoru. Razlika je računata uz podatke o potrošnji 2011. godine i procjenu gubitaka u tada montiranom transformatoru u odnosu na izračun gubitaka u novo montiranim transformatorima uz podatke o opterećenju transformatora u 2017. godini. Pri tom je potrebno napomenuti da je dio zamjena, zbog hitnosti zamjene ili nedostatka novih transformatora, učinjen ugradnjom starih transformatora tako da nije postignut željeni učinak smanjenja gubitaka.

Tablica 6-23 Obavljene zamjene transformatora u razdoblju 2012 – 2017.

<i>Trafostanica</i>	<i>Godina proizvodnje sadašnjeg transformatora</i>	<i>Ukupni godišnji gubici u transformatoru 2017. [kWh]</i>	<i>Ukupni godišnji gubici u transformatoru 2011. [kWh]</i>	<i>Razlika ukupnih godišnjih gubitaka između 2011. i 2017. godine</i>
Velika-22 Asf.baza cesta	1960	3508,20	4512,29	1004
Oblakovac	1963	2636,01	2777,74	142
Poreč	1963	4331,72	7986,13	3654
Đedovica	1964	2193,62	2222,67	29
Milanovac	1966	2846,40	1545,57	-1301
Busnovi-Bolomače	1967	4237,79	4149,51	-88
Požega-10	1968	10165,98	11324,77	1159
Treštanovci-2	1968	2190,00	2192,80	3
Požega-28	1969	8588,46	12588,82	4000
Požega-41	1970	7549,65	12014,34	4465
Požega-33	1970	5957,83	9080,10	3122
Požega-22 Kod kralja	1975	12743,75	16899,91	4156
Velika-23 Asf.baza	1975	5698,87	10678,44	4980
Antunovac	1977	4148,05	6440,51	2292
Požega-43	1983	10345,44	11923,97	1579
Novo Selo	1994	5702,56	6237,20	535
Radovanci-1	1995	5300,34	8562,16	3262
Požega-29	1996	4006,17	6699,04	2693
Požega-30 Kuglana	1999	5471,55	5646,44	175
Gornji Emovci	1999	2621,34	6068,50	3447
Čaglin-2	1999	3621,35	4171,69	550
Požega-18	2002	5028,18	8573,06	3545
Požega-35	2002	5141,40	12826,62	7685
Požega-44	2002	6376,44	7969,12	1593
Nova Lipa	2002	2912,38	3819,78	907
Požega-17	2006	6666,70	10056,44	3390
Požega-42	2011	3109,21	8283,31	5174
Dervišaga-2	2012	5150,53	9162,82	4012

Eminovci-1	2012	2788,45	5866,50	3078
Alaginci-1	2012	1142,39	3113,95	1972
Biškupci	2012	6121,49	9006,32	2885
Bankovci	2012	1504,38	3266,16	1762
Velika-9	2012	3764,17	5984,20	2220
Novi Bešinci	2012	2183,18	2971,25	788
Brestovac-3	2012	1143,52	3862,58	2719
Darkovac	2012	1145,68	2310,88	1165
Požega-34 Ade	2013	7953,39	5609,87	-2344
Kantrovci	2013	1158,36	1779,01	621
Požega-16	2014	8332,55	11638,48	3306
Požega-39 Vranduk	2014	4102,90	6278,23	2175
Dervišaga-4	2014	5654,62	7409,17	1755
Dervišaga-3 Semerot	2014	1111,61	2858,79	1747
Požega-9	2014	8934,65	12508,20	3574
Požega-13	2014	5339,70	8243,45	2904
Trnovac	2014	5254,94	6150,82	896
Kaptol-4	2014	3855,66	8121,32	4266
Kaptol-3	2014	4053,57	4722,83	669
Kujnik	2014	1216,40	1920,09	704
Eminovci-2	2015	3349,75	4057,71	708
Novi Toranj	2015	1116,98	2196,64	1080
Poljanska	2015	1741,88	3683,70	1942
Emovački Lug	2015	902,36	2346,34	1444
Ruševo-1	2015	1401,79	4257,56	2855
Laze Vasine	2016	1114,65	2214,32	1100
Šeovci	2016	2332,74	4813,40	2481
Dolac	2016	2692,23	5366,48	2674
Jurkovac	2016	1104,28	2657,79	1553
Dobrogošće	2016	1106,35	2208,61	1102
Požega-8	2018	3163,75	11308,72	8145
Požega-47	2018	2694,79	4268,92	1574
Draga-2	2018	789,50	1226,90	437

Prije obavljenih zamjena, prema podacima iz 2011. godine, navedeni transformatori (Tablica 6-23) godišnje su generirali 378.643 kWh gubitaka. Nakon zamjene, prema podacima o potrošnji iz 2017. godine, novi transformatori u navedenim trafostanicama (Tablica 6-23) godišnje su generirali 248.523 kWh gubitaka. U navedenim trafostanicama, gubici u transformatorima smanjili su se za 130.120 kWh, odnosno za 34,36% u odnosu na gubitke prije zamjene transformatora..

Osim navedenih zamjena transformatora na razliku u gubicima u transformatorima na području DP-a Elektra Požega u razdoblju 2011. – 2017. utjecala su još dva faktora. Prvi čimbenik je izgradnja novih trafostanica. U navedenom razdoblju izgrađeno je 8 novih trafostanica sa 7 transformatora. Godišnje se u njima generira 20.744 kWh gubitaka (Tablica 6-24). Međutim, izgradnjom novih trafostanica rasterećene su neke od postojećih.

Tablica 6-24 Popis novih trafostanica izgrađenih u razdoblju 2011-2017.

Naziv TS	Tip	Sn [kVA]	Godina proizvodnje	Potrošnja 2017. [kWh]	Srednja snaga [kVA]	Srednje opterećenje transformatora [%]	Ukupni godišnji gubici u transformatoru [kWh]
Požega-78	8EuTBNO 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	2014	109997	13,18	5,27	4096,89
Požega-128	8EuTBN 50-24x/A,24/0.4,50	50	2012	111990	13,42	26,85	1789,52
Požega-70	8EuTBN 100-24x/A,24/0.4,100,KONČAR	100	2012	43964	5,27	5,27	1964,56
Požega-79	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	2011	451180	54,08	33,80	5193,51
Požega-77	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	2011	193484	23,19	14,49	3171,30
Požega-80		0		0	0	0	0
Požega-72	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	2011	242834	29,11	18,19	3433,40
Kamenska	8EuTBN 50-24x/A,24/0.4,50	50	2012	2973	0,36	0,71	1095,49
Požega-78	8EuTBNO 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	2014	109997	13,18	5,27	4096,89

Drugi važan razlog razlike u gubicima je nejednaka potrošnja, odnosno različito opterećenje transformatora. Naime, 2011. godine ukupna očitana potrošnja u Elektri Požega iznosila je 165.744.021 kWh, a u 2017. godini 129.471.237 kWh. Ovako velika razlika u prodaji električne energije posljedica je prelaskom najvećeg kupca iz DP-a Elektre Požega (Plamen d.o.o.) u mrežu HOPS-a na 110 kV naponsku razinu. 2011. godine Plamen d.o.o. potrošio je 27.813.380 kWh. Međutim, budući da je Plamen d.o.o. energiju prihvaćao na 35 kV naponskoj razini, nije utjecao na gubitke u 10/0,4 kV transformaciji. Zabilježena potrošnja 2011. bez potrošnje poduzeća Plamen d.o.o. iznosila je 137.930.641 kWh. Vidljivo je da je potrošnja 6 godina kasnije manja za 8.459.404 kWh, odnosno 6,13%.

Gubici u transformatorima 10/0,4 kV na području Elektre Požega u 2011. godini iznosili su 2.078.031 kWh, a 2017. godine 1.870.100 kWh. To je smanjenje za 207.930 kWh, odnosno 10,01%. Razlozi smanjenja leže u navedenim zamjenama transformatora (130.120 kWh), izgradnji novih trafostanica i smanjenoj potrošnji u odnosu na 2011. godinu.

## 6.6. Prijedlog zamjene transformatora

Tablica 6-25 prikazuje transformatore nabrojane u prošlim poglavljima poredane prema kriteriju zamjene transformatora opisanom u poglavlju 6.4.2. Tablica 6-25 ujedno predstavlja prijedlog svih transformatora kojima je potrebna zamjena.

Tablica 6-25 Popis transformatora za zamjenu

Redni broj	Naziv TS-a	Tip transformatora	Sn [kVA]	God. proizv.	Srednje optereć. transf. [%]	Snaga novog transf. [kVA]	Ušteda u godišnjim gubicima ugradnjom novog transf. [kWh]	Kriterij prioriteta zamjene
1.	Požega-14	3TNP 20-10,10/0.4,400,KONČAR	400	1968	9,04	160	8962,17	4,25
2.	Požega-7	T 400-12,10/0.4,400,KONČAR	400	1962	14,84	250	10613,32	4,57
3.	Velika-25	T 160-12,10/0.4,160,KONČAR	160	1961	4,96	50	5383,34	4,69
4.	Požega-71	NT400,10/0.4,400,ENGINV	400	1968	11,35	160	7784,29	4,90
5.	Pleternica-5	3TNP 20-10,10/0.4,400,KONČAR	400	1968	35,43	400	9701,92	5,92
6.	Drenovac-1	TU 57,10/0.4,100,DINAMO	100	1970	30,41	100	5340,30	5,99
7.	Podgorje-2	T 80-12,10/0.4,80,KONČAR	80	1960	4,22	50	4008,31	6,29
8.	Požega-5	3TNP 20-10,10/0.4,400,KONČAR	400	1968	25,92	250	7684,15	6,31
9.	Požega-27	3TNP 18-10,10/0.4,250,KONČAR	250		16,95	160	6045,10	6,31
10.	Jakšić-9		100	1970	1,45	50	3937,55	6,41
11.	Boričevci	T 100-12,10/0.4,100,KONČAR	100	1963	15,38	50	3887,75	6,49
12.	Vidovci-6	3TBN 160-12/G,10/0.4,160,KONČAR	160	1982	0,82	50	3840,57	6,57
13.	Požega-69	T-250/B,10/0.4,250,EL. SRBIJA	250	1967	14,46	160	5731,41	6,65
14.	Požega-25	T1-400/A,10/0.4,400,EL. SRBIJA	400	1968	17,94	250	7211,89	6,72
15.	Grabarje-4	7TBN 160-12/A,10/0.4,160,KONČAR	160	1974	1,66	50	3701,56	6,81
16.	Trenkovo-3	TBP 3572-10,10/0.4,100,KONČAR	100		40,07	160	5513,10	6,92
17.	Velika-4	T-160,10/0.4,160,EL. SRBIJA	160	1964	19,83	100	4553,75	7,03
18.	Ivanindvor	TU 100,10/0.4,100,DINAMO	100	1960	13,51	50	3558,95	7,09
19.	Požega-56	TN 250-12,10/0.4,250,KONČAR	250	1968	6,13	100	4445,03	7,20
20.	Ratkovica-2	T-100/A,10/0.4,100,EL. SRBIJA	100	1966	15,10	50	3462,88	7,28
21.	Milanlug-1	TBPV 3572-10,10/0.4,100,KONČAR	100	1966	11,29	50	3446,13	7,32
22.	Pleternica-1	NT400,10/0.4,400,ENGINV	400	1968	37,20	400	7816,98	7,35
23.	Požega-22	T4-400,10/0.4,400,MINEL	400	1975	22,01	250	6584,44	7,36
24.	Komarovci	TN 15-10,10/0.4,100,KONČAR	100	1970	17,84	50	3273,11	7,71
25.	Kutjevo-1	PT 630/10-0.4,10/0.4,630,ENGINV	630	1975	14,81	400	7409,73	7,75
26.	Čosinac	UTT 1001,10/0.4,50,ELE. STROJ	50	1970	11,23	50	3199,19	7,88
27.	Perenci-Brdani	3TNP 15-10,10/0.4,100,KONČAR	100	1966	13,80	50	3167,60	7,96
28.	Bzenica	3TNP 15-10,10/0.4,100,KONČAR	100	1997	13,85	50	3164,34	7,97
29.	Kaptol-6	KOU 180/5,10/0.4,50,SIEMENS	50	1970	4,46	50	3155,34	7,99
30.	Kula-2	T 100-12,10/0.4,100,KONČAR	100	1962	16,68	100	3949,26	8,11
31.	Velika-1	T 100-12,10/0.4,100,KONČAR	100	1961	19,29	100	3936,93	8,13
32.	Ivandol-1	3T 160-12,10/0.4,160,KONČAR	160	1970	8,97	50	3100,76	8,14
33.	Drenovac-3	T 100-12,10/0.4,100,KONČAR	100	1994	21,06	100	3927,53	8,15
34.	Pleternica-14	8EuTBN 630-24x/A,24/0.4,KONČAR	630	2003	7,24	160	4676,00	8,15
35.	Blacko	T 100-12,10/0.4,100,KONČAR	100	1964	26,72	100	3892,01	8,22

Redni broj	Naziv TS-a	Tip transformatora	Sn [kVA]	God. proizv.	Srednje optereć. transf. [%]	Snaga novog transf. [kVA]	Ušteda u godišnjim gubicima ugradnjom novog transf. [kWh]	Kriterij prioriteta zamjene
36.	Požega-32	T-630,10/0.4,630,EL. SRBIJA	630	1963	14,94	250	5807,73	8,34
37.	Frkljevci-2	TVN 101,10/0.4,100,DINAMO	100	1959	29,49	100	3654,42	8,76
38.	Srednje Selo	3TBN 250-12/B,10/0.4,250,KONČAR	250	1982	14,54	160	4341,28	8,78
39.	Potočani-2	TUN 51,10/0.4,50,DINAMO	50	1963	33,55	50	2863,49	8,81
40.	Požega-10	T1-250,10/0.4,250,EL. SRBIJA	250	1968	27,28	250	5419,00	8,94
41.	Čaglin-4	TU 100,10/0.4,100,DINAMO	100	1960	21,71	100	3565,50	8,98
42.	Poreč	TU 50,10/0.4,50,DINAMO	50	1963	27,72	50	2803,08	9,00
43.	Bilice-2	TUN 51,10/0.4,50,DINAMO	50	1963	18,03	50	2758,31	9,15
44.	Svetinja	TUN 51,10/0.4,50,DINAMO	50	1961	16,00	50	2749,25	9,18
45.	Bešinci	T 50/2,10/0.4,50,JUG	50	1960	24,29	50	2741,44	9,20
46.	Lakušija	T 50/2,10/0.4,50,JUG	50	1970	20,22	50	2733,50	9,23
47.	Lukač-2	TU 50,10/0.4,50,DINAMO	50	1970	5,91	50	2719,58	9,28
48.	N. Zvečevo-3	TUN 51,10/0.4,50,DINAMO	50	1959	5,42	50	2719,46	9,28
49.	Žigerovci	TUN 51,10/0.4,50,DINAMO	50	1961	5,28	50	2719,27	9,28
50.	Šnjegavić	T 50/2,10/0.4,50,JUG	50	1966	3,88	50	2716,26	9,29
51.	Čečavac	TBNP 3552/10,10/0.4,50,KONČAR	50	1966	0,26	50	2715,60	9,29
52.	Ozdakovci	T 50-12,10/0.4,50,KONČAR	50	1962	1,00	50	2715,50	9,29
53.	Velika-22	T 50-12,10/0.4,50,KONČAR	50	1960	2,20	50	2715,12	9,29
54.	Rasna	T 50-12,10/0.4,50,KONČAR	50	1965	2,41	50	2715,03	9,29
55.	Laze Čosine	T 50-12,10/0.4,50,KONČAR	50	1960	4,74	50	2713,39	9,30
56.	Ruševo-3	T 50-12,10/0.4,50,KONČAR	50	1963	11,62	50	2702,35	9,33
57.	Donji Emovci	T 100-12,10/0.4,100,KONČAR	100	1960	33,39	160	4082,59	9,34
58.	Milivojevci	T5-100,10/0.4,100,MINEL	100	1977	2,45	50	2700,35	9,34
59.	Resnik-2	T 50-12,10/0.4,50,KONČAR	50	1961	15,75	50	2691,25	9,37
60.	Vlatkovac	T 50-12,10/0.4,50,KONČAR	50	1962	17,42	50	2685,84	9,39
61.	Marindvor-1	T 50-12,10/0.4,50,KONČAR	50	1962	28,52	50	2635,77	9,57
62.	Busn.-Bolomače	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1967	29,12	50	2632,42	9,58
63.	Požega-12	T-400,10/0.4,400,EL. SRBIJA	400	1967	13,14	160	3967,44	9,61
64.	Sovski Dol-1	3TBN 100-12/B,10/0.4,100,KONČAR	100	1980	6,29	50	2614,13	9,65
65.	Sloboština	T1-100/A,10/0.4,100,EL. SRBIJA	100	1970	6,89	50	2605,76	9,68
66.	Vidovci-7	T3-250,10/0.4,250,EL. SRBIJA	250	1974	7,48	160	3931,33	9,70
67.	Velika-23	T4-160,10/0.4,160,MINEL	160	1975	1,62	160	3853,86	9,89
68.	Kadanovci-1	3TNP 15-10,10/0.4,100,KONČAR	100	1959	25,13	100	3170,10	10,10
69.	Jakšić-7	T 50-12,10/0.4,50,KONČAR	50	1960	43,64	100	3152,20	10,15
70.	Cerovac-1	TN 160-12,10/0.4,160,KONČAR	160	1969	15,18	100	3138,23	10,20
71.	Velika-2	T4-160,10/0.4,160,MINEL	160	1975	23,79	160	3737,40	10,20
72.	Gradište-2	T1-100/A,10/0.4,100,EL. SRBIJA	100	1970	10,66	50	2452,18	10,29
73.	Ratkovica-1	T-50,10/0.4,50,POBEDA	50		37,09	100	3110,51	10,29
74.	Požega-19	T3-250,10/0.4,250,EL. SRBIJA	250	1974	13,61	160	3663,23	10,41
75.	Koprivnica	T5-160/S,10/0.4,160,MINEL	160	1983	30,37	160	3652,99	10,44
76.	Pavlovci	TN 160-12,10/0.4,160,KONČAR	160	1969	17,44	100	3007,16	10,64
77.	Vetovo-1	TN 160-12,10/0.4,160,KONČAR	160	1969	18,24	100	2956,49	10,83
78.	Kutjevo-8	8EuTBN 630-24x/A,24/0.4,KONČAR	630	2000	8,06	250	4458,43	10,87
79.	Požega-38	T5-160/C,10/0.4,160,MINEL	160	1979	13,55	100	2910,71	11,00
80.	Kutjevo-7	3TBN 250-12/B,10/0.4,250,KONČAR	250	1983	32,98	250	4381,79	11,06
81.	Brijest	T-50/A,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1967	0,00	50	2277,60	11,08
82.	Trenkovo-4	2TNP 13-10,10/0.4,50,KONČAR	50	1959	0,67	50	2277,57	11,08
83.	Kap. Pavlovci	2TNP 13-10,10/0.4,50,KONČAR	50	1959	7,75	50	2274,03	11,09
84.	Pleternica-3	TN 250-12,10/0.4,250,KONČAR	250	1969	19,18	160	3428,76	11,12
85.	Radovanci-3	8EuTBN 250-24x/A,24/0.4,KONČAR	250	2006	5,97	50	2254,76	11,19



Redni broj	Naziv TS-a	Tip transformatora	Sn [kVA]	God. proizv.	Srednje optereć. transf. [%]	Snaga novog transf. [kVA]	Ušteda u godišnjim gubicima ugradnjom novog transf. [kWh]	Kriterij prioriteta zamjene
86.	Požega-61	2TNP 13-10,10/0.4,50,KONČAR	50	1959	21,54	50	2249,96	11,21
87.	Komorica-2	2TNP 13-10,10/0.4,50,KONČAR	50	1959	22,51	50	2247,41	11,22
88.	Mitrovac	T 50-12,10/0.4,50,KONČAR	50	1960	35,74	100	2849,62	11,23
89.	Vetovo-5	2TNP 13-10,10/0.4,50,KONČAR	50	1959	25,69	50	2238,29	11,27
90.	Zakorenje	2TBN1 60-12/A,10/0.4,160,KONČAR	160	1979	15,31	100	2819,25	11,35
91.	Mihaljevci-2	UTT 103,10/0.4,100,ELE. STROJ	100	1970	39,67	160	3341,94	11,41
92.	Požega-23	Tn 400-12,10/0.4,400,KONČAR	400	1968	21,65	250	4228,51	11,46
93.	Zarilac-2	KO 266/6,10/0.4,75,SIEMENS	75	1970	19,80	50	2192,66	11,50
94.	Požega-40	3TBN 250-12/B,10/0.4,250,KONČAR	250	1982	25,80	250	4204,41	11,53
95.	Pleternica-11	8EuTBN 400-24x/A,24/0.4,KONČAR	400	2000	8,28	160	3228,65	11,81
96.	Požega-34	8EUTBNO 630-24X/,20/0.4,KONČAR	630	2013	8,43	250	4041,84	11,99
97.	Požega-41	TN 250-12,10/0.4,250,KONČAR	250	1970	22,47	160	3171,53	12,02
98.	Jakšić-6	T 30-12,10/0.4,30,KONČAR	30	1977	33,47	50	2079,08	12,13
99.	Požega-43	3TBN 400-24x/B1S,24/0.4,KONČAR	400	1983	22,61	250	3992,55	12,14
100.	Podgorje-1	2TBN 250-12/A,10/0.4,250,KONČAR	250	1978	18,60	160	3131,07	12,18
101.	Kutjevo-9	8EuTBN 250-24x/A,24/0.4,KONČAR	250	2007	4,44	100	2612,98	12,25
102.	Ozd.-Smoljanovci	T5-50,10/0.4,50,MINEL	50	1978	1,30	50	2058,28	12,26
103.	N. Zvečevo-2	T5-50,10/0.4,50,MINEL	50	1978	2,90	50	2057,03	12,26
104.	Požega-2	Tn 400-12,10/0.4,400,KONČAR	400	1969	28,21	400	4659,80	12,33
105.	Trenkovo-1	TN 160-12,10/0.4,160,KONČAR	160	1969	35,36	160	3087,93	12,35
106.	Požega-74	8EuTBN 250-24x/A,24/0.4,KONČAR	250	2007	4,85	100	2588,50	12,37
107.	Pleternica-8	3TBN 250-12,10/0.4,250,KONČAR	250	1981	12,57	160	3079,08	12,38
108.	Migalovci-2	T5-50,10/0.4,50,MINEL	50	1978	13,29	50	2025,64	12,45
109.	Vukojevica	T5-50,10/0.4,50,MINEL	50	1978	15,47	50	2013,92	12,53
110.	Kutjevo-5	TN 160-12,10/0.4,160,KONČAR	160	1970	27,40	160	3044,17	12,53
111.	Sapna	T5-50,10/0.4,50,MINEL	50	1978	15,55	50	2013,48	12,53
112.	Kutjevo-4	TN 160-12,10/0.4,160,KONČAR	160	1969	26,22	160	3038,64	12,55
113.	Gradac-2	TN 160-12,10/0.4,160,KONČAR	160	1968	26,01	160	3037,67	12,55
114.	Doljanovci	TN 160-12,10/0.4,160,KONČAR	160	1969	23,17	160	3025,42	12,60
115.	Požega-33	TN 160-12,10/0.4,160,KONČAR	160	1970	23,05	160	3024,92	12,61
116.	Radnovac	T5-100/R,10/0.4,100,MINEL	100	1982	26,46	100	2512,93	12,74
117.	Komorica-1	T-100,10/0.4,100,EL. SRBIJA	100	1963	11,61	50	1976,28	12,76
118.	Latinovac	3TBN 100-12/H,10/0.4,100,KONČAR	100	1985	8,04	50	1975,63	12,77
119.	Seoci	T-30,10/0.4,30,EL. SRBIJA	30	1964	44,36	50	1973,81	12,78
120.	Alilovci-2	ETN 160-12,10/0.4,160,EMO OHRID	160	1985	25,84	160	2978,99	12,80
121.	Buk-1	ETN 160-12,10/0.4,160,EMO OHRID	160	1985	23,08	160	2978,87	12,80
122.	Tekić	TBN 100-12/A,10/0.4,100,KONČAR	100	1974	27,89	100	2495,29	12,83
123.	Štitnjak	ETN100-12,10/0.4ELEKTROMONTAŽA	100	1984	9,35	50	1954,23	12,91
124.	Alilovci-4	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,KONČAR	160	2007	0,13	50	1927,06	13,09
125.	Jakšić-8	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,KONČAR	160	2005	0,76	50	1922,71	13,12
126.	Milanovac	TUN 31,10/0.4,30,EL. SRBIJA	30	1966	19,97	50	1919,62	13,14
127.	Požega-6	T-400,10/0.4,400,EL. SRBIJA	400	1964	23,42	250	3625,53	13,37
128.	Požega-11	TN 250-12,10/0.4,250,KONČAR	250	1969	30,97	250	3622,83	13,38
129.	Bertelovci	T5-50,10/0.4,50,MINEL	50	1978	45,38	100	2387,55	13,41
130.	Crkveni Vrhovci	T 30-12,10/0.4,30,KONČAR	30	1967	13,51	50	1878,60	13,43
131.	Požega-28	TN 250-12,10/0.4,250,KONČAR	250	1969	28,89	250	3584,66	13,52
132.	Krivaj-1	T-100,10/0.4,100,EL. SRBIJA	100	1964	13,69	50	1859,02	13,57
133.	Požega-26	TN 250-12,10/0.4,250,KONČAR	250	1969	26,41	250	3542,67	13,68
134.	Oblakovac	T 30-12,10/0.4,30,KONČAR	30	1963	3,78	50	1842,65	13,69
135.	Dobra Voda	TUN 31,10/0.4,30,EL. SRBIJA	30	1963	2,90	50	1841,25	13,70

Redni broj	Naziv TS-a	Tip transformatora	Sn [kVA]	God. proizv.	Srednje optereć. transf. [%]	Snaga novog transf. [kVA]	Ušteda u godišnjim gubicima ugradnjom novog transf. [kWh]	Kriterij prioriteta zamjene
136.	Laze Prnjavor	T 30-12,10/0.4,30,KONČAR	30	1965	0,83	50	1839,75	13,71
137.	Amatovci	T 30-12,10/0.4,30,KONČAR	30	1966	0,06	50	1839,60	13,71
138.	Draganlug	TUN 31,10/0.4,30,EL. SRBIJA	30	1963	0,00	50	1839,60	13,71
139.	Gornji Vrhovci	3TNP 18-10,10/0.4,50,KONČAR	50	1966	1,83	50	1839,45	13,71
140.	Požega-4	TN 250-12,10/0.4,250,KONČAR	250	1970	25,76	250	3532,28	13,72
141.	Migalovci-1	2TBN 100-12/A,10/0.4,100,KONČAR	100	1979	11,33	50	1837,36	13,73
142.	Marindvor-2	3TNP 13-10,10/0.4,50,KONČAR	50	1970	22,29	100	2324,52	13,77
143.	Bučje	T5-100/C,10/0.4,100,MINEL	100	1990	47,43	160	2760,14	13,81
144.	Jakšić-4	7TBN 160-12/A,10/0.4,160,KONČAR	160	1974	35,40	160	2755,25	13,84
145.	Požega-50	2TNP 13-10,10/0.4,50,KONČAR	50	1959	31,41	100	2309,62	13,86
146.	Požega-36	3TNB 250-12/A,10/0.4,250,KONČAR	250	1979	27,22	250	3492,98	13,87
147.	Velika-5	7TBN 160-12/A,10/0.4,160,KONČAR	160	1977	31,29	160	2736,96	13,93
148.	Vidovci-1	T3-160,10/0.4,160,MINEL	160	1975	29,77	160	2730,80	13,96
149.	Požega-45	T3-160,10/0.4,160,MINEL	160	1975	28,48	160	2725,79	13,99
150.	Požega-1	ETN 630-12,10/0.4,630,EMO OHRID	630	1987	19,50	400	4089,33	14,05
151.	Komušina	T 50/10,10/0.4,50,JUG	50	1961	15,86	50	1795,52	14,05
152.	Velika-8	T4-250,10/0.4,250,MINEL	250	1975	36,61	250	3403,15	14,24
153.	Stražeman	T1-100/A,10/0.4,100,EL. SRBIJA	100	1970	29,44	100	2238,36	14,30
154.	Jaguplije	T1-100/A,10/0.4,100,EL. SRBIJA	100	1970	23,10	100	2236,61	14,31
155.	Požega-49	ETN 630-12,10/0.4,630,EMO OHRID	630	1987	16,59	400	3968,75	14,48
156.	Završje-2	T6-100,10/0.4,100,MINEL	100	1980	25,18	100	2206,41	14,51
157.	Hrnjevac	T6-100,10/0.4,100,MINEL	100	1980	26,94	100	2206,25	14,51
158.	Ivandol-2	TN 100-12,10/0.4,100,KONČAR	100	1969	14,58	50	1733,68	14,55
159.	Požega-24	4TBN 250-12/A,10/0.4,250,KONČAR	250	1974	21,90	250	3310,41	14,64
160.	Požega-15	3TBN 400-12/B,10/0.4,400,KONČAR	400	1980	20,32	250	3274,12	14,80
161.	Gradac-1	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,KONČAR	160	1999	5,44	50	1699,26	14,84
162.	Kula-1	T6-100,10/0.4,100,MINEL	100	1980	35,48	160	2553,59	14,93
163.	Antunovac	T5-100,10/0.4,100,MINEL	100	1977	22,10	100	2128,95	15,04
164.	Požega-21	2TBN 1000-12/A,10/0.4,1000,KONČAR	1000	1979	16,46	1000	6606,55	15,14
165.	Bektež-1	3TBN 100-12/B,10/0.4,100,KONČAR	100	1982	23,89	100	2096,33	15,27
166.	Požega-54	T5-100,10/0.4,100,MINEL	100	1978	26,42	100	2083,99	15,36
167.	Ramanovci	T5-100,10/0.4,100,MINEL	100	1978	26,50	100	2083,05	15,37
168.	Pleternica-6	2TBN1 60-12/A,10/0.4,160,KONČAR	160	1979	35,89	250	3118,87	15,54
169.	Kutjevo-3	T-100,10/0.4,100,EL. SRBIJA	100	1964	38,76	160	2453,10	15,54
170.	Ivanovci	T5-50/B,10/0.4,50,MINEL	50	1979	2,39	50	1619,70	15,57
171.	Striježevica	T5-50/B,10/0.4,50,MINEL	50	1980	4,72	50	1617,07	15,60
172.	Golo Brdo	T5-100,10/0.4,100,MINEL	100	1977	38,50	160	2426,70	15,71
173.	Pasikovci	T5-50/B,10/0.4,50,MINEL	50	1979	11,55	50	1599,43	15,77
174.	Skenderovci-2	T-30,10/0.4,30,EL. SRBIJA	30	1961	24,93	50	1582,40	15,94
175.	Požega-62	3TBNv 630-12/A,10/0.4,630,KONČAR	630	1986	5,18	630	4686,60	15,94
176.	Požega-52	3TBN 100-12/H,10/0.4,100,KONČAR	100	1986	14,93	50	1579,00	15,98
177.	Bjeliševac	3TBN 50-12/B,10/0.4,50,KONČAR	50	1981	50,70	100	1973,83	16,22
178.	Djedina Rijeka	3TBN 100-24x/D,24/0.4,100,KONČAR	100	1995	14,27	50	1533,01	16,45
179.	Krivaj-2	TR 63-0069,10/0.4,30,DINAMO	30	1963	17,69	50	1505,73	16,75
180.	Nurkovac-2	3TBN 100-24x/D,24/0.4,100,KONČAR	100	1995	14,72	50	1504,02	16,77
181.	Toranj	T1-50/A,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1971	42,25	100	1894,79	16,89
182.	Požega-78	8EuTBN0 250-24x/A,24/0.4,KONČAR	250	2014	5,27	100	1889,73	16,94
183.	Požega-75	3TBNv 630-12/J,10/0.4,630,KONČAR	630	1985	20,49	400	3380,83	16,99
184.	Deževci	TN 50-12,10/0.4,50,KONČAR	50	1968	41,70	100	1881,59	17,01
185.	Češljakovci	TN 100-12,10/0.4,100,KONČAR	100	1969	30,87	100	1875,14	17,07

Redni broj	Naziv TS-a	Tip transformatora	Sn [kVA]	God. proizv.	Srednje optereć. transf. [%]	Snaga novog transf. [kVA]	Ušteda u godišnjim gubicima ugradnjom novog transf. [kWh]	Kriterij prioriteta zamjene
186.	Nova Lipovica	T-30/A,10/0.4,30,EL. SRBIJA	30	1965	15,35	50	1464,72	17,22
187.	Turnić	T5-50/B,10/0.4,50,MINEL	50	1980	31,93	50	1458,93	17,29
188.	Resnik-1	3TBN 100-12/F,10/0.4,100,KONČAR	100	1983	32,68	100	1848,20	17,32
189.	Trapari	T125-12,10/0.4,125,KONČAR	125	1983	16,96	100	1829,71	17,49
190.	Drenovac-5	8EuTBNO 250-24x/A,24/0.4,KONČAR	250	2016	0,48	160	2172,02	17,56
191.	Mokreš	TU 30,10/0.4,30,DINAMO	30	1966	8,74	50	1430,63	17,63
192.	Trenkovo-5	T-30,10/0.4,30,EL. SRBIJA	30	1964	9,96	50	1430,42	17,63
193.	Imrijevci	TU 10-30,10/0.4,30,ELE. NIŠ	30	1961	9,60	50	1424,51	17,71
194.	Mijači	TU 20,10/0.4,20,DINAMO	20	1966	8,55	50	1422,33	17,74
195.	Paka-1	TUN 31,10/0.4,30,DINAMO	30	1962	8,67	50	1421,64	17,74
196.	Sibokovac	3TNP 12-10,10/0.4,30,KONČAR	30	1966	7,30	50	1415,78	17,82
197.	Škrabutnik	T-30,10/0.4,30,EL. SRBIJA	30	1961	6,97	50	1415,72	17,82
198.	Sažije	T-30/A,10/0.4,30,EL. SRBIJA	30	1963	7,17	50	1415,37	17,82
199.	Mali Bilač	TU 30,10/0.4,30,DINAMO	30		5,28	50	1412,19	17,86
200.	Leštat	T-30/A,10/0.4,30,EL. SRBIJA	30	1964	5,74	50	1410,42	17,88
201.	N. Zdenkovac	T-30,10/0.4,30,EL. SRBIJA	30	1963	5,04	50	1408,98	17,90
202.	Stojčinovac	3TNP 12-10,10/0.4,30,KONČAR	30	1966	1,24	50	1402,01	17,99
203.	Jeminovac	UTT 100,10/0.4,30,ELE. STROJ	30	1966	0,98	50	1401,86	17,99
204.	Brestovac-4	TU 30,10/0.4,30,DINAMO	30	1960	0,69	50	1401,78	17,99
205.	Nježić	R-10,10/0.4,20,STROJOTEHNA	20	1968	0,55	50	1401,65	18,00
206.	Jasik	T 20-10/J,10/0.4,20,KONČAR	20	1962	0,21	50	1401,61	18,00
207.	Treštanovci-2	R-10,10/0.4,20,STROJOTEHNA	20	1968	0,09	50	1401,60	18,00
208.	Novoselci-2	T-30,10/0.4,30,EL. SRBIJA	30	1964	0,00	50	1401,60	18,00
209.	Brestovac-5	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1964	0,07	50	1401,60	18,00
210.	Paka-2	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1964	0,92	50	1401,58	18,00
211.	Kam. Vučjak	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1964	1,46	50	1401,55	18,00
212.	Koprivna	T1-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1968	1,24	50	1401,53	18,00
213.	Đedovica	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1964	1,96	50	1401,52	18,00
214.	Crjenci	TN 50-12,10/0.4,50,KONČAR	50	1968	2,26	50	1401,46	18,00
215.	Drenovac-4	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1964	2,83	50	1401,43	18,00
216.	Stara Ljeskovica	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1963	3,00	50	1401,40	18,00
217.	Sovski Dol-2	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1964	7,24	50	1400,45	18,01
218.	Stara Kapela	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1964	7,52	50	1400,36	18,01
219.	Stari Zdenkovac	TN 50-12,10/0.4,50,KONČAR	50	1968	9,20	50	1399,30	18,03
220.	N. Zvečevo-1	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1961	11,31	50	1398,80	18,03
221.	Gradski Vrhovci	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1964	12,41	50	1398,22	18,04
222.	Kneževac	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1964	16,93	50	1395,32	18,08
223.	Velika-6	TU 250,10/0.4,250,DINAMO	250	1983	34,11	250	2678,98	18,09
224.	Potočani-1	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1964	18,88	50	1393,79	18,10
225.	Kunovci	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1964	21,13	50	1391,82	18,12
226.	Kalenić	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1964	21,81	50	1391,19	18,13
227.	Grabarje-1	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1964	22,18	50	1390,82	18,14
228.	Kutjevo-6 N.	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1964	24,69	50	1388,25	18,17
229.	Gradište-1	T1-50/A,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1971	21,50	50	1385,81	18,20
230.	Pleternica-10	T1-50/A,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1971	23,38	50	1382,92	18,24
231.	Ferovac	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1964	31,90	50	1379,31	18,29
232.	Novo Selo	3TBN 160-24x/E,24/0.4,160,KONČAR	160	1994	29,42	160	2081,27	18,32
233.	Zagrade-1	3TBN 100-12/H,10/0.4,100,KONČAR	100	1986	42,50	160	2070,68	18,41
234.	Vesela	T1-50/A,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1971	32,99	50	1364,42	18,49
235.	Drenovac-2	3TBN 100-12/H,10/0.4,100,KONČAR	100	1985	42,31	160	2061,49	18,50

Redni broj	Naziv TS-a	Tip transformatora	Sn [kVA]	God. proizv.	Srednje optereć. transf. [%]	Snaga novog transf. [kVA]	Ušteda u godišnjim gubicima ugradnjom novog transf. [kWh]	Kriterij prioriteta zamjene
236.	Poloj	T1-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1969	29,81	50	1362,67	18,51
237.	Radovanci-1	3TBN 160-24x/E,24/0.4,160,KONČAR	160	1995	26,12	160	2056,08	18,54
238.	Vetovo-3	3TBN 160-24x/E,24/0.4,160,KONČAR	160	1995	25,59	160	2052,30	18,58
239.	Jakšić-5	3TBN 100-12/F,10/0.4,100,KONČAR	100	1983	22,29	100	1717,14	18,64
240.	Novi Štitnjak	3TBN 100-24x/E,24/0.4,100,KONČAR	100	1994	28,80	100	1714,50	18,67
241.	Draga-1	3TBN 160-24x/E,24/0.4,160,KONČAR	160	1995	22,67	160	2032,91	18,76
242.	Čaglin-3	3TBN 100-12/F,10/0.4,100,KONČAR	100	1983	21,24	100	1706,59	18,76
243.	Cerovac-2	T3-100,10/0.4,100,MINEL	100	1975	39,23	160	2032,69	18,76
244.	Daranovci	3TBN 100-24x/E,24/0.4,100,KONČAR	100	1994	22,81	100	1692,57	18,91
245.	Mihaljevci-1	3TBN 160-12/K,10/0.4,160,KONČAR	160	1988	34,93	160	1967,69	19,38
246.	Oljasi	NT 751,10/0.4,75,ELIN	75	1964	14,04	50	1290,45	19,55
247.	Bilice-1	T-50,10/0.4,50,EL. SRBIJA	50	1964	35,30	100	1615,59	19,81
248.	Nova Lipa	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,KONČAR	160	2002	9,52	50	1228,78	20,53
249.	Mihaljevci-3	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,KONČAR	160	1999	9,87	50	1176,82	21,43
250.	Požega-3	T6-630,10/0.4,630,MINEL	630	1981	29,13	630	3397,52	21,99
251.	Požega-48	3TBNv 630-12/v,10/0.4,630,KONČAR	630	1988	28,81	630	3185,37	23,46
252.	Požega-31	2TBN 250-12/A,10/0.4,250,KONČAR	250	1978	44,00	400	2331,40	24,64
253.	Pleternica-9	8EuTBN 100-24x/A,24/0.4,KONČAR	100	1996	41,06	160	1523,42	25,03
254.	Požega-13	8EuTBNO 250-24x/A,24/0.4,,KONČAR	250	2014	19,86	160	1517,03	25,13
255.	Požega-20	2TBN 250-12/A,10/0.4,250,KONČAR	250	1978	26,14	250	1827,32	26,52
256.	Eminovci-3	T5-160/C,10/0.4,160,MINEL	160	1990	22,55	160	1426,98	26,72
257.	Pleternica-7	8EuTBN 250-24x/A,24/0.4,KONČAR	250	2005	16,64	160	1404,30	27,15
258.	Pleternica-4	8EuTBN 250-24x/A,24/0.4,KONČAR	250	2005	17,12	160	1372,60	27,78
259.	Vidovci-5	8EuTBN 250-24x/A,24/0.4,KONČAR	250	2002	17,68	160	1333,52	28,59
260.	Novi Bešinci	8EuTBN 100-24x/A,24/0.4,KONČAR	100	2012	12,63	50	780,41	32,32
261.	Požega-70	8EuTBN 100-24x/A,24/0.4,KONČAR	100	2012	5,27	50	762,53	33,08
262.	Drškovci	3TBN 100-12/H,10/0.4,100,KONČAR	100	1985	38,84	160	967,35	39,42
263.	Požega-73	8EuTBN 400-24x/A,24/0.4,KONČAR	400	2003	15,12	250	1157,21	41,88
264.	N. Mihaljevci	3TBN 160-24x/E,24/0.4,160,KONČAR	160	1995	14,47	100	618,02	51,79
265.	Alaginci-2	3TBN 160-24x/E,24/0.4,160,KONČAR	160	1995	16,56	100	491,71	65,10
266.	Požega-64	8EuTBN 400-24x/A,24/0.4,KONČAR	400	2000	16,95	250	733,54	66,06
267.	Biškupci	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,KONČAR	160	2012	39,63	250	371,06	130,60
268.	Požega-17	8EuTBNO 400-24x/A,24/0.4,400	400	2006	18,12	250	315,59	153,55

Tablica 6-26 prikazuje potrebe za novim transformatorima i ukupni trošak njihove nabave. Potrebno je napomenuti da u ponudi novih transformatora za 2018. godinu nisu uvršteni transformatori snaga manjih od 50 kVA.

**Tablica 6-26 Početna potreba za novim transformatorima**

Snaga [kVA]	20	30	50	100	160	250	400	630	1000
Broj transformatora	-	-	129	47	52	28	8	3	1
Cijena [kn]	-	-	25225	32010	38130	48460	57450	74720	100000
Trošak nabave [kn]	0	0	3254025	1504470	1982760	1356880	459600	224160	100000

Cijena 268 novih transformatora u odabranim trafostanicama (Tablica 6-25) iznosi 8.881.895 kn. Njihovom ugradnjom smanjili bi se godišnji gubici u navedenih 268 transformatora s postojećih 1.401.698 kWh na 646.187 kWh, odnosno za sve transformatore na području DP Elektra Požega s 1.870.100 kWh na 1.114.589 kWh. Ukoliko bi se u ponudi transformatora našli transformatori nazivnih snaga manjih od 50 kVA, troškovi nabave transformatora bili bi manji, a uštede zbog smanjenja gubitaka veće.

Međutim, nije potrebno nabavljati svih 268 novih transformatora, već se neki od postojećih transformatora mogu i dalje koristiti u drugim trafostanicama. Naime, neki od transformatora su relativno novi (mlađi od 1996. godine) i u dobrom su stanju, ali nalaze se u neodgovarajućoj trafostanici (predimenzionirani ili poddimenzionirani su). Njih je moguće koristiti u nekoj drugoj bolje odgovarajućoj trafostanici tako da za nju nije potrebno kupovati novi transformator. Popis takvih transformatora prikazuje Tablica 6-27.

**Tablica 6-27 Transformatori koje je nakon zamjene moguće koristiti u drugim trafostanicama**

Trenutna TS	Tip	Sn [kVA]	Godina proizvodnje	Tvornički broj	Gubici kratkog spoja [W]	Gubici praznog hoda [W]
Pleternica-9	8EuTBN 100-24x/A,24/0.4,100,KONČAR	100	1996	550351	1896	219
Skladište	8ETBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	1997	550671	2460	322
Gradac-1	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	1999	556571	2476	310
Mihaljevci-3	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	1999	558924	2476	310
Skladište	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	1999	558604	2476	310
Pleternica-11	8EuTBN 400-24x/A,24/0.4,400,KONČAR	400	2000	559624	5006	645
Požega-64 Zelena	8EuTBN 400-24x/A,24/0.4,400,KONČAR	400	2000	559631	5006	654
Kutjevo-8	8EuTBN 630-24x/A,24/0.4,630,KONČAR	630	2000	559639	6634	900
Nova Lipa	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	2002	565221	2476	310
Vidovci-5	8EuTBN 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	2002	565514	3474	433

Trenutna TS	Tip	Sn [kVA]	Godina proizvodnje	Tvornički broj	Gubici kratkog spoja [W]	Gubici praznog hoda [W]
Pleternica-14	8EuTBN 630-24x/A,24/0.4,630,KONČAR	630	2003	568044	6634	900
Požega-73 Lidl	8EuTBN 400-24x/A,24/0.4,400,KONČAR	400	2003	568079	5006	654
Jakšić-8 Termika	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	2005	572532	2476	310
Pleternica-7	8EuTBN 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	2005	572610	3474	433
Pleternica-4	8EuTBN 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	2005	573036	3474	433
Radovanci-3	8EuTBN 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	2006	579076	3474	433
Požega-17	8EuTBNO 400-24x/A,24/0.4,400	400	2006	577996	4600	610
Alilovci-4 Vinogradine	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	2007	582317	2476	310
Kutjevo-9	8EuTBNO 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	2007	581907	3481	458
Požega-74 Kaufland-1	8EuTBNO 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	2007	581900	3481	458
Skladište	8EuTBNO 1000-24x/A,24/0.4,1000,KONČAR	1000	2010	598716	10500	1100
Požega-70 Sv.Vid	8EuTBN 100-24x/A,24/0.4,100,KONČAR	100	2012	606803	1896	219
Novi Bešinci	8EuTBN 100-24x/A,24/0.4,100,KONČAR	100	2012	606815	1896	219
Biškupci	8EuTBN 160-24x/A,24/0.4,160,KONČAR	160	2012	606451	2476	310
Požega-34 Ade	8EuTBNO 630-24X/,20/0.4,630,KONČAR	630	2013	608376	6750	860
Požega-78 Cvjetna	8EuTBNO 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	2014	618302	3481	458
Požega-13	8EuTBNO 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	2014	615395	3841	458
Skladište	8EuTBN 50-24x/A, 50, KONČAR	50	2015	618896	1100	125
Drenovac-5	8EuTBNO 250-24x/A,24/0.4,250,KONČAR	250	2016	459	3481	458
Skladište	6TBNp 100-24x/AC,24/0.4,100,KONČAR	100	2018	640603	1750	145
Skladište	6TBNO 160-24x/AC,24/0.4,160,KONČAR	160	2018	641188	1994	210
Skladište	6TBNO 250-24x/AC,24/0.4,250,KONČAR	250	2018	640785	3250	300

Ugradnjom transformatora prikazanih u tablici iznad (Tablica 6-27) u za to pogodne trafostanice (Tablica 6-25) malo će se smanjiti uštede u gubicima, ali znatnije će se smanjiti troškovi kupovine novih transformatora. Tablica 6-28 prikazuje potrebe za novim transformatorima uzevši u obzir 32 transformatora koja nije potrebno nabavljati već se mogu i dalje koristiti nakon zamjene.

**Tablica 6-28 Konačna potreba za novim transformatorima**

Snaga [kVA]	20	30	50	100	160	250	400	630	1000
Broj transformatora	-	-	128	43	43	18	4	0	0
Cijena [kn]	-	-	25225	32010	38130	48460	57450	74720	100000
Trošak nabave [kn]	0	0	3228800	1376430	1639590	872280	229800	0	0

Troškovi nabave 236 nova transformatora iznose 7.346.900 kn. Korištenjem 32 vlastita transformatora za zamjenu smanjuje se nabavna cijena novih transformatora za 1.534.955 kn. Zamjenom 268 transformatora s 32 vlastita i 236 novih, gubici u

transformatorima predviđenim za zamjenu smanjit će se s 1.401.698 kWh na 684.555 kWh. To je nešto manje od 646.187 kWh koji bi se godišnje generirali zamjenom sva 268 transformatora novima, ali znatno financijski pogodnije. Ukupni gubici u svim 10/0,4 kV transformatorima Distribucijskog područja Elektra Požega ovakvom zamjenom smanjili bi se s 1.870.100 kWh na 1.152.957 kWh. Smanjene od 717.143 kWh, odnosno smanjenje od 38,35% gubitaka u 10/0,4 kV transformatorima znatno je i gledajući ukupne gubitke električne energije Elektre Požega. Oni bi se smanjili s 12.299.732 kWh (8,68% ukupno primljene energije) na 11.582.589 (8,17%), odnosno za 0,51%. Posebno je zanimljivo promotriti udio gubitaka u jezgri i namotima prije i poslije zamjena. Prije zamjene transformatora četiri petine gubitaka otpadaju na gubitke u jezgri. Oni su neovisni o opterećenju i ovako velik udio upućuje na nisko opterećenje i predimenzioniranost transformatora. Predloženim zamjenama udio gubitaka u jezgri smanjio bi se gotovo 15% zbog dimenzioniranja transformatora prema stvarnoj potrošnji kupaca napajanih iz predmetne 10/0,4 kV trafostanice.

## 7. Gubici u 10 kV vodovima

Na području Elektre Požega nalazi se 594,3 km 10 kV dalekovoda raspodijeljenih na 43 vodna polja iz sedam 35/10 kV trafostanica. Tablica 7-1 prikazuje 10 kV dalekovode s podacima o duljinama vodova i broju 10/0,4 kV trafostanica spojenih na njih.

Tablica 7-1 Osnovni podaci 10 kV dalekovoda

TS 35/10 kV	DV 10 kV	Duljina dalekovoda [m]	Broj 10/0,4 kV trafostanica	Prosječna snaga [kVA]
Požega-I	Plodine	3.326	6	287,1
	Vidovci	19.457	21	596,5
	Požega zapad	17.184	13	596,8
	Bolnica	3.672	7	553,0
	Alaginci	4.521	3	234,1
	Veličanka	12.309	11	750,1
	Mihaljevci	19.730	13	336,4
	Jakšić	22.469	19	573,1
Požega-II	Silos	2.722	7	513,0
	Kaufland	6.527	16	1.047,5
	Zvečevo	2.320	3	345,1
	ETA	298	1	6,1
	Centar	1.346	0	0,0
	Spin Valis	1.263	6	1.172,9
	KTS-24	865	0	0,0
	KTS-10	9.488	17	1.255,4
	KTS-22	23.113	15	369,0
	Promet	2.751	4	152,2
	Pionir	1.590	3	33,0
Ferovac	Tominovac	27.928	16	455,5
	Grabarje	19.722	14	182,0
	Kula	18.370	10	155,2
	Kutjevo	18.856	13	616,9
	PPK Kutjevo	10.183	7	233,5
Velika	Kamen	5.311	4	261,3
	Radovanci	7.478	9	223,6
	Trnovac	22.131	16	239,5
	Velika	26.927	22	790,0
Pleternica	KTS-8	7.086	10	807,9
	Gradac	27.473	18	369,3
	Bilice	22.923	14	320,8
	Ratkovica	20.756	15	324,1
	Dinamico	728	2	40,6
	KTS-13	270	1	60,4
Orljava	Markovac	32.921	11	81,3
	Lučinci	23.345	12	156,3
	Vilić Selo	19.597	14	290,3
	Opršinci	25.119	16	177,0
	Đedovica	30.629	14	59,9
Čaglin	Čaglin	3.486	3	101,5
	Milanlug	34.484	20	171,7
	Latinovac	9.173	4	27,7
	Ruševo	24.454	12	101,6



Uklopno stanje 10 kV mreže rezultat je povijesnog nasljeđa, određeno je prvenstveno uvažavajući naponske prilike u mreži, raspored sklopnih uređaja te izgradnjom i rekonstrukcijama trafostanica i dalekovoda kroz povijest. Posljednji put mreža je u manjoj mjeri optimirana 2010. godine u sklopu izrade *Studije razvoja SN mreže za razdoblje narednih 20 godina za distribucijsko područje Elektra Požega* na Energetskom institutu Hrvoje Požar. Ipak, kod određivanja uklopnog stanja po vodnim poljima nikad se nije previše vodila briga oko gubitaka električne energije niti se težilo stanju u kojem bi oni bili najmanji.

U tu svrhu, u programskom paketu NEPLAN izrađen je model cjelokupne 35 kV i 10 kV mreže koji sadrži sve 35/10 kV trafostanice međusobno povezane 35 kV dalekovodima, sve 10/0,4 kV trafostanice s pripadnim podacima o 10/0,4 kV transformatorima i potrošnji kupaca priključenih na njih, sve 10 kV dalekovode s podacima o tipu i presjeku vodiča, duljinama i topologiji te značajne distribuirane izvore priključene u mrežu. Projekt izrade modela trajao je nekoliko mjeseci, a najviše se oslanjao na DeGIS tehničku bazu podataka Elektre Požega u kojoj se nalazi kompletna topologija mreže, ali i tehnički podaci o svim važnim elementima. Podaci o potrošnji pojedinih 10/0,4 kV trafostanica prikupljeni su na način kako je to opisano u poglavlju 6.1 ovoga rada.

Osnovni zadatak bio je izračunati gubitke u 10 kV dalekovodima pri minimalnoj, srednjoj (prosječnoj) i maksimalnoj potrošnji te uvidjeti može li se promjenom uklopnog stanja postići manji iznos gubitaka. Korišteni su podaci o potrošnji svih kupaca u 2017. godini uvažavajući promjene u mreži koje su se zbile u 2018. i prvoj polovici 2019. godine te podaci o mjerenjima snaga i struja u 35/10 kV trafostanicama iz sustava daljinskog vođenja Elektre Požega. Tablica 7-2 daje prikaz rezultata gubitaka snage po 10 kV dalekovodima za slučajeve prosječne, maksimalne i minimalne potrošnje u mreži. Dan je i rezultat godišnjih gubitaka energije dobiven množenjem gubitaka snage pri srednjoj potrošnji pomnožene s 8760 sati u godini. Takav izračun godišnjih gubitaka energije u manjoj ih mjeri umanjuje (do 6%). Kao što je već istaknuto, nije toliko važno odrediti potpuno točan iznos gubitaka energije na godišnjoj razini, već je važnije ustanoviti relativne odnose tj. u kojoj mjeri pojedini dalekovodi doprinose ukupnim gubicima. Tablica 5-3 prikazuje gubitke u 35 kV dalekovodima pri početnom uklopnom stanju 10 kV mreže, pri tome je 35 kV mreža optimirana na način kako je to prikazano u Poglavlju 5,

Tablica 7-2 Gubici u 10 kV dalekovodima u početnom uklopnom stanju

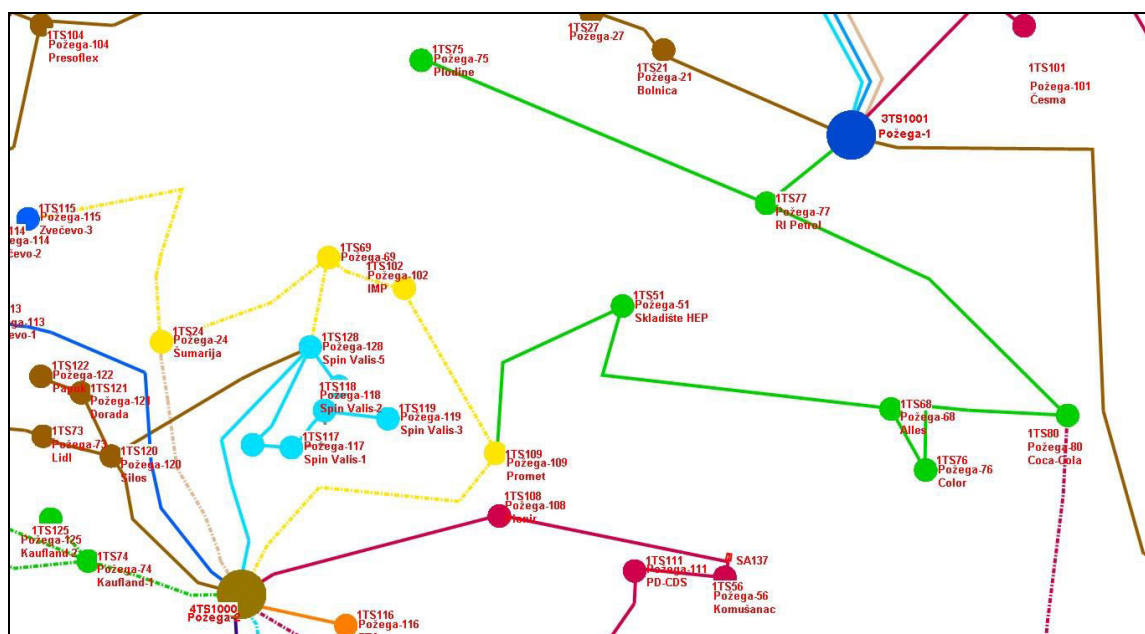
35/10 kV TS	10 kV dalekovod	Srednja potrošnja			Minimalna potrošnja		Maksimalna potrošnja	
		Stuja [A]	Gubici snage [kW]	Godišnji gubici energije [kWh]	Stuja [A]	Gubici snage [kW]	Stuja [A]	Gubici snage [kW]
Požega-1	J02 Plodine	17	0,09	805,92	8,7	0,022	26,8	0,23
	J03 Vidovci	35,4	3,14	27.523,92	17,9	0,796	56,1	7,89
	J06 Požega zapad	35	8,70	76.238,28	17,3	2,15	56,1	22,26
	JO7 Bolnica	33,6	0,40	3.539,04	17,5	0,101	52,4	1,01
	J08 Alaginci	13,8	1,05	9.180,48	6,9	0,265	21,8	2,63
	J09 Veličanka	44	5,24	45.911,16	21,9	1,29	70	13,34
	J10 Mihaljevci	20,3	3,14	27.541,44	10	0,801	31,7	7,91
	J12 Jakšić	34,9	4,53	39.674,04	18	1,161	54,9	11,39
Požega-2	J02 Silos	31,8	0,56	4.896,84	17	0,153	49,1	1,36
	J03 Kaufland	62,8	4,14	36.231,36	32,1	1,077	98,7	10,24
	J04 Zvečevo	22,7	0,61	5.378,64	12,7	0,189	34,6	1,43
	J05 ETA	0	0,00	0,00	0,7	0	1	0,00
	J06 Centar	1,3	0,00	0,00	1,4	0	1,3	0,00
	J09 Spin Valis	28	1,51	13.183,80	38	1,027	54,2	3,73
	J17 KTS 24	0	0,00	0,00	1	0	0	0,00
	J18 KTS-10	74,8	6,43	56.309,28	38	1,635	117,9	16,05
	J19 KTS-22	22	0,70	6.149,52	11,2	0,187	34,7	1,72
	J21 Promet	9,2	0,06	543,12	4,8	0,015	14,4	0,16
J22 Pionir	2,4	0,00	8,76	1,5	0	3,5	0,00	
Ferovac	J01 Tominovac	28,1	4,19	36.704,40	14,3	1,091	44,6	10,62
	J02 Grabarje	11,2	0,70	6.149,52	5,8	0,177	17,7	1,77
	J05 Kula	9,8	0,55	4.853,04	5,2	0,146	15,3	1,39
	J07 Kutjevo	37,8	10,27	89.982,72	19,1	2,612	60,6	26,36
	J08 PPK-Kutjevo	15,2	1,54	13.464,12	8,4	0,464	23,3	3,65
Velika	K01 Kamen	15,2	0,63	5.475,00	7,7	0,16	24	1,56
	K02 Radovanci	12,3	1,18	10.354,32	5,1	0,301	15,7	2,98
	K04 Trnovac	20	5,03	44.089,08	10,3	1,344	31,7	12,66
	K10 Velika	45,4	5,12	44.807,40	22,5	1,255	72,8	13,16
Pleternica	J05 KTS-8	48,6	2,05	17.949,24	24,4	0,511	77,5	5,22
	J07 Gradac	22,6	2,42	21.216,72	11,5	0,615	36	6,17
	J09 Bilice	19,7	2,35	20.586,00	10	0,6	31,5	6,00
	J10 Ratkovića	19,8	1,31	11.431,80	10,1	0,348	31,3	3,27
	J02 Dinamico	0,002	0,00	17,52	1,7	0	4,2	0,01
	J04 KTS-13	0,004	0,00	17,52	1,8	0	5,8	0,01
Orljava	K04 Markovac	4,7	0,66	5.772,84	2,5	0,183	7,5	1,66
	K05 Lučinci	9,8	1,84	16.153,44	5,1	0,486	15,3	4,61
	K07 Vilić Selo	18	7,02	61.495,20	9,2	1,802	28,6	17,94
	K09 Opršinc	10,5	2,52	22.075,20	5,6	0,695	16,3	6,20
	K10 Đedovica	3,5	0,06	525,60	1,9	0,015	5,5	0,16
Čaglin	J02 Čaglin	6	0,05	473,04	0,002	0,011	9,5	0,14
	J03 Milanlug	10	0,81	7.104,36	5,1	0,22	15,9	2,00
	J04 Latinovac	1,7	0,02	175,20	0,9	0,004	2,7	0,05
	J08 Ruševo	6,4	0,53	4.599,00	3,4	0,15	9,9	1,27
	Ukupno		91,16	798.587,88		24,06		230,17

Ukupni godišnji gubici električne energije u 10 kV dalekovodima iznose gotovo 800.000 kWh. Primarna ideja je vidjeti može li se promjenom uklopnog stanja utjecati na smanjenje gubitaka. U tu svrhu dijelom je korišten proračun optimalnih točaka razdvajanja (*eng. Optimal separation point*), a većim dijelom proračun tokova snaga za velik broj kombinacija mogućih uklopnih stanja. Za povoljnu ocjenu pojedine kombinacije nije dovoljno samo smanjenje iznosa gubitaka, već se vodi briga i o naponskim prilikama pri maksimalnoj i minimalnoj potrošnji u sustavu, kao i o mogućim utjecajima na promjene napajanja na pouzdanost isporuke električne energije. U nastavku je prikazano sedam kombinacija koje su ocjenjene kao povoljne, odnosno kod kojih je proračun pokazao značajnije smanjenje gubitaka.

### 10 kV DV Plodine – 10 kV DV Promet

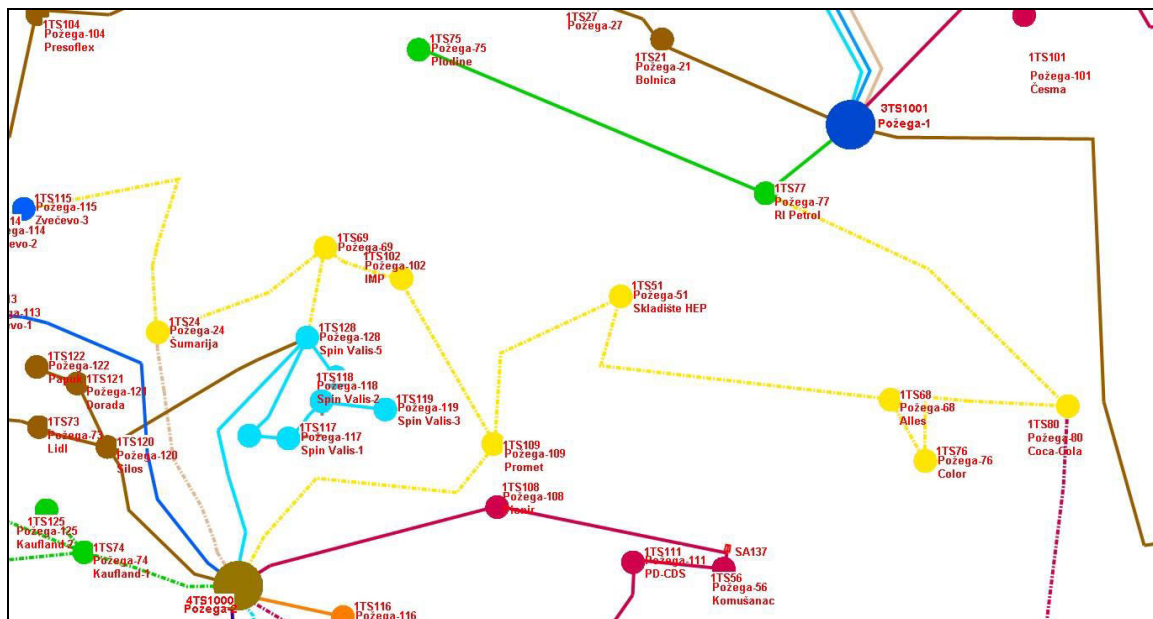
U početnom uklopnom stanju 10 kV dalekovod Plodine napojen je iz TS 35/10 kV Požega-I u svojoj ukupnoj duljini od 3.326 m napaja šest 10/0,4 kV trafostanica: Požega-77 Petrol, Požega-75 Plodine, Požega-80 Coca-Cola, Požega-76 Color, Požega-68 Alles, Požega-51 Skladište (Slika 7-1 – zelena boja).

10 kV dalekovod Promet dug je ukupno 2.751 m i napaja četiri 10/0,4 kV trafostanice u požeškoj industrijskoj zoni: Požega-109 Promet, Požega-102 IMP, Požega-69 i Požega-24 (Slika 7-1 – žuta boja).



Slika 7-1 Početno stanje napajanja 10 kV DV Plodine – DV Promet

Slika 7-2 prikazuje uklopno stanje nakon provedene optimizacije. 10/0,4 kV trafostanice Požega-51 Skladište, Požega-68 Alles, Požega-76 Color i Požega-80 Coca Cola sada su napojeni preko 10 kV DV Promet (žuta boja). Prije optimizacije mjesto razdvojenja dva dalekovoda bilo je u TS 10/0,4 kV Požega-109 Promet, a nakon optimizacije ono je u TS 10/0,4 kV Požega-77 Petrol. Ovim zahvatom godišnji gubici energije smanjit će se za 3.241 kWh.

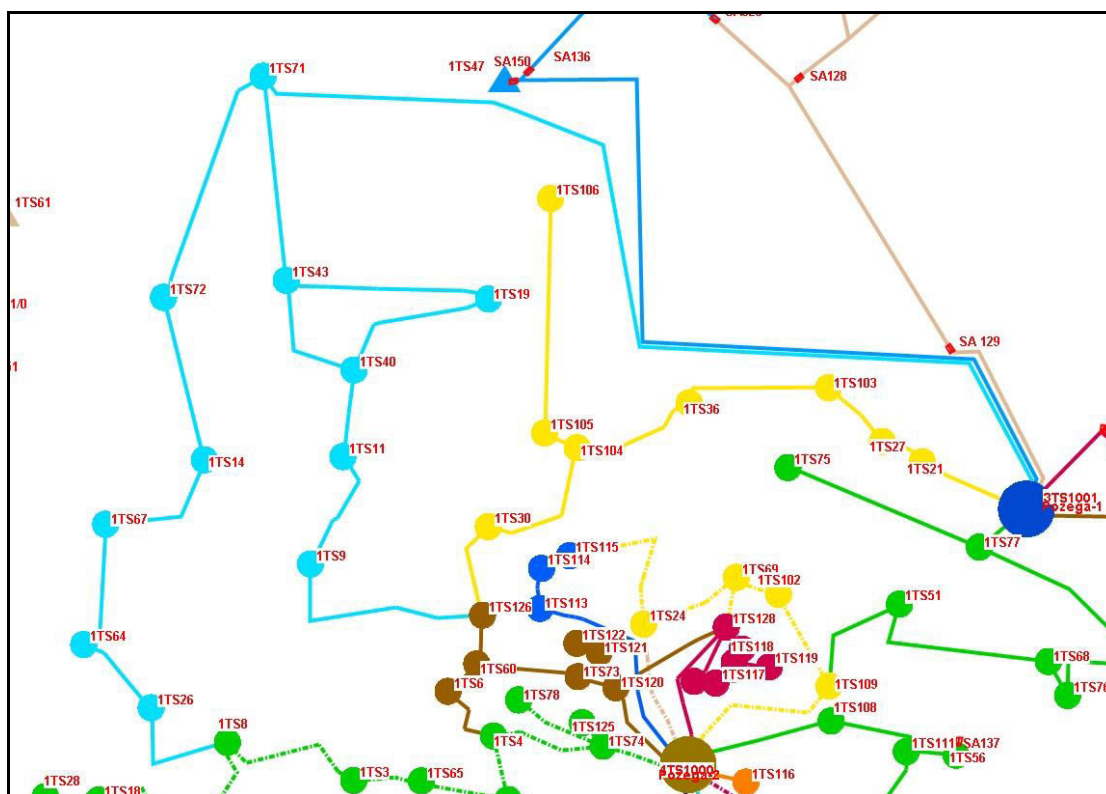


Slika 7-2 Optimirano stanje napajanja 10 kV DV Plodine – DV Promet

### 10 kV DV Veličanka – 10 kV DV Silos

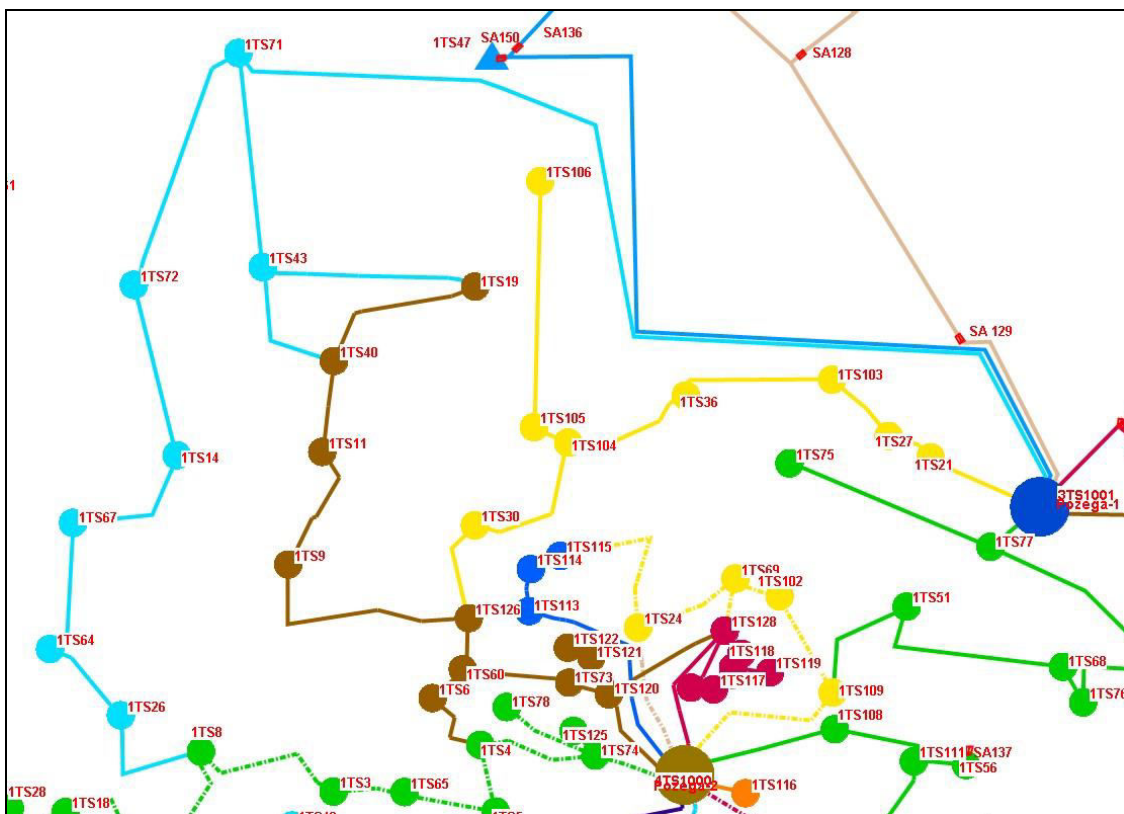
U početnom uklopnom stanju 10 kV dalekovod Veličanka napojen je iz TS 35/10 kV Požega-I i u svojoj ukupnoj duljini od 12.309 m napaja jedanaest 10/0,4 kV trafostanica: Požega-71, Požega-43, Požega-19, Požega-40, Požega-11, Požega-9, Požega-72, Požega-14, Požega-67 KTC, Požega-64 Zelena i Požega-26 Calimero. (Slika 7-3 – svjetlo plava boja).

10 kV dalekovod Silos dug je ukupno 2.722 m i napaja sedam 10/0,4 kV trafostanica u požeškoj industrijskoj zoni: Požega-120 Silos, Požega-121 Dorada, Požega-122 Papuk, Požega-73 Lidl, Požega-60 APP, Požega-126 Konzum i Požega-6 (Slika 7-3 – smeđa boja).



Slika 7-3 Početno stanje napajanja 10 kV DV Veličanka – DV Silos

Slika 7-4 prikazuje uklopno stanje nakon provedene optimizacije. 10/0,4 kV trafostanice Požega-19, Požega-40, Požega-11 i Požega-9 sada su napojeni preko 10 kV DV Silos (smeđa boja). Prije optimizacije mjesto razdvojenja dva dalekovoda bilo je u TS 10/0,4 kV Požega-126 Konzum, a nakon optimizacije ona su u TS 10/0,4 kV Požega-19 i Požega-40. Ovim zahvatom godišnji gubici energije smanjit će se za 19.412 kWh.

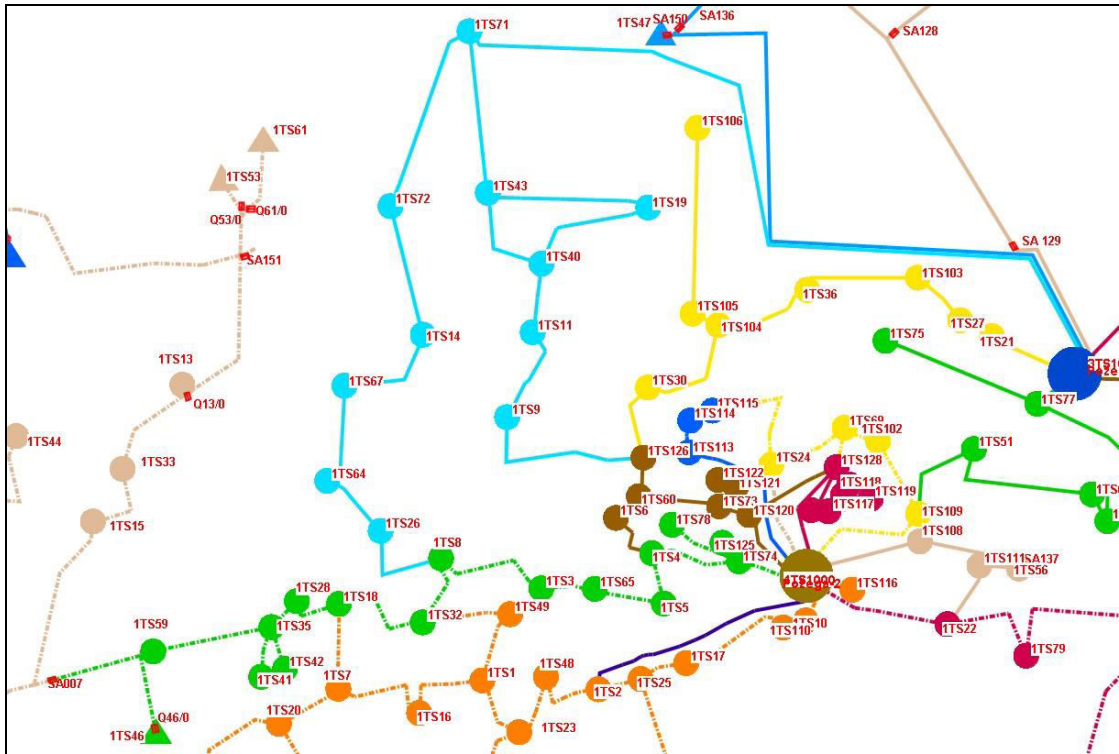


Slika 7-4 Optimirano stanje napajanja 10 kV DV Veličanka – DV Silos

#### 10 kV DV Veličanka – 10 kV DV Kaufland

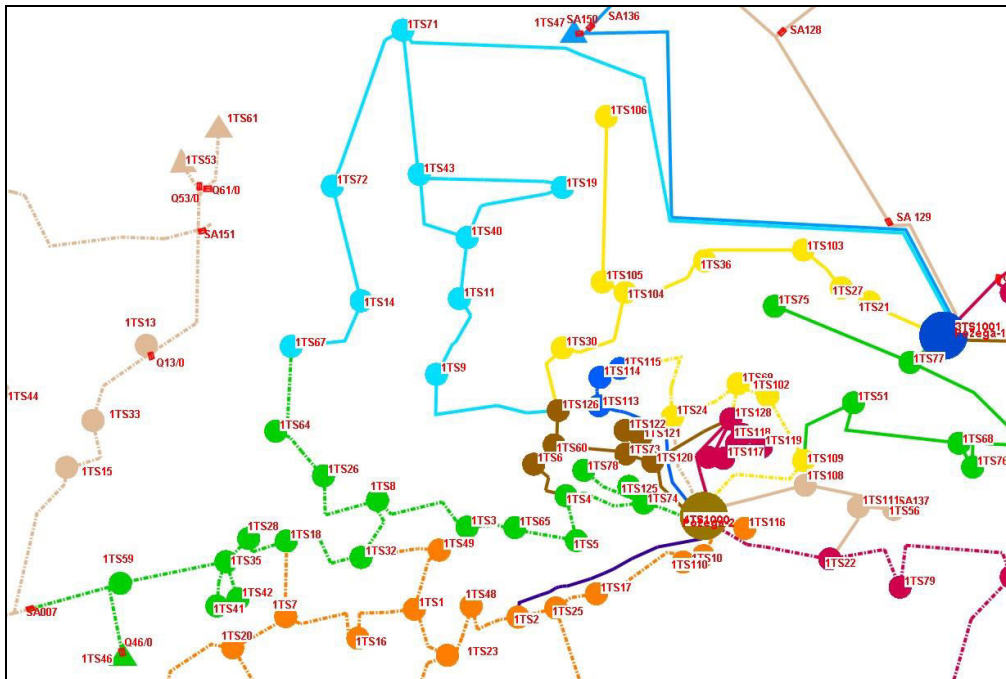
U početnom uklopnom stanju 10 kV dalekovod Kaufland napojen je iz TS 35/10 kV Požega-II i u svojoj ukupnoj duljini od 6.527 m napaja šesnaest 10/0,4 kV trafostanica: Požega-74 Kaufland-1, Požega-125 Kaufland-2, Požega-78 Cvjetna, Požega-4, Požega-5, Požega-65 Gimnazija, Požega-3, Požega-8, Požega-32 MUP, Požega-18, Požega-28, Požega-35, Požega-42, Požega-41, Požega-59 Vodovod i Požega-46 Salon namještaja. (Slika 7-5 – zelena boja).





Slika 7-5 Početno stanje napajanja 10 kV DV Veličanka – DV Kaufland

Slika 7-6 prikazuje uklopno stanje nakon provedene optimizacije. 10/0,4 kV trafostanice Požega-64 Zelena i Požega-26 Calimero sada su napojeni preko 10 kV DV Kaufland (zelena boja). Prije optimizacije mjesto razdvojenja dva dalekovoda bilo je u TS 10/0,4 kV Požega-8, a nakon optimizacije ono je u TS 10/0,4 kV Požega-67 KTC. Ovim zahvatom godišnji gubici energije smanjit će se za 3.197 kWh.

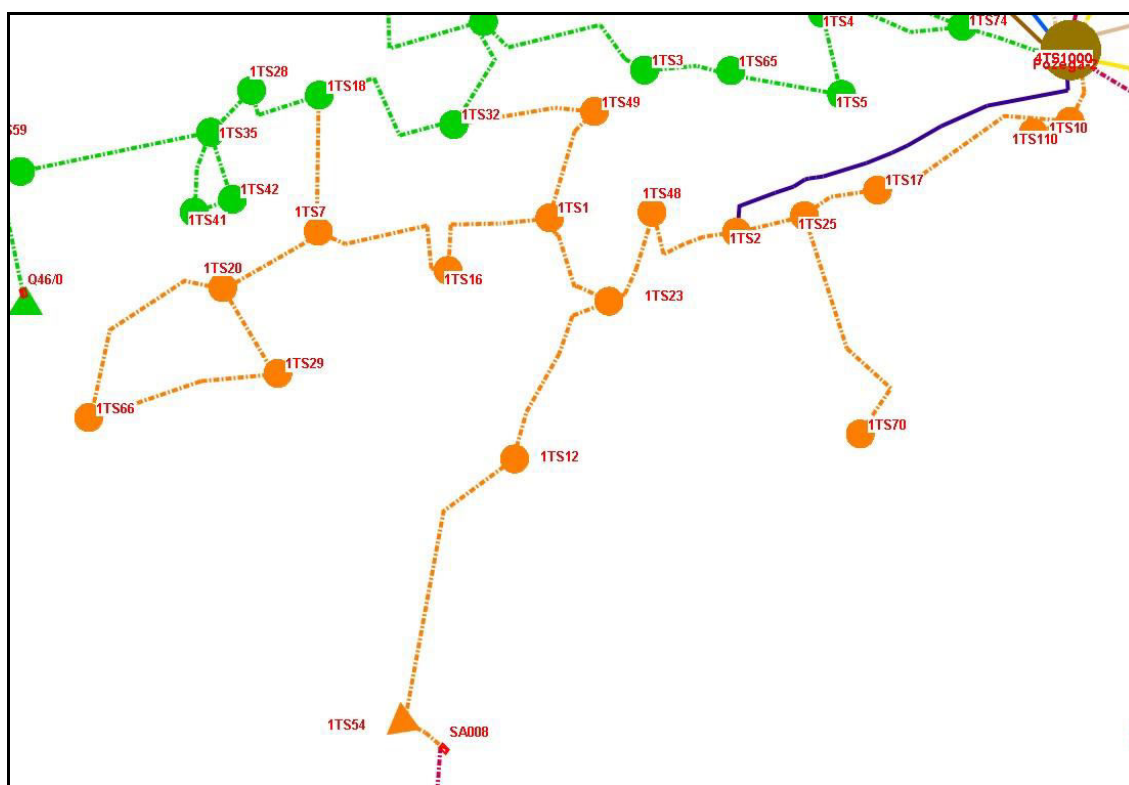


Slika 7-6 Optimirano stanje napajanja 10 kV DV Veličanka – DV Kaufland

## 10 kV DV KTS-10 – 10 kV DV Centar

U početnom uklopnom stanju 10 kV dalekovod KTS-10 napojen je iz TS 35/10 kV Požega-II i u svojoj ukupnoj duljini od 9.488 m napaja sedamnaest 10/0,4 kV trafostanica: Požega-10, Požega-110 Sloga, Požega-17, Požega-25 Grabrik, Požega70 Sv.Vid, Požega-2, Požega-48 Poslovni centar, Požega-23 Tržnica, Požega-12, Požega-54 Jagodnjak-1, Požega-1, Požega-49 Dom umirovljenika, Požega-16, Požega-7, Požega-20, Požega-29 i Požega-66. (Slika 7-7 – narančasta boja).

10 kV dalekovod Centar (tamno plava boja) napojen je od strane 35/10 kV Požega-II, dug je 1.346 m i ne napaja niti jednu 10/0,4 kV trafostanicu. Dolazi do 10/0,4 kV TS Požega-2 u kojoj je isključen te služi kao pričuvno napajanje dalekovodu KTS-10. Ideja je koristiti ga i u normalnom pogonu kako bi se manjim dijelom smanjilo opterećenje na 10 kV dalekovod KTS-10.

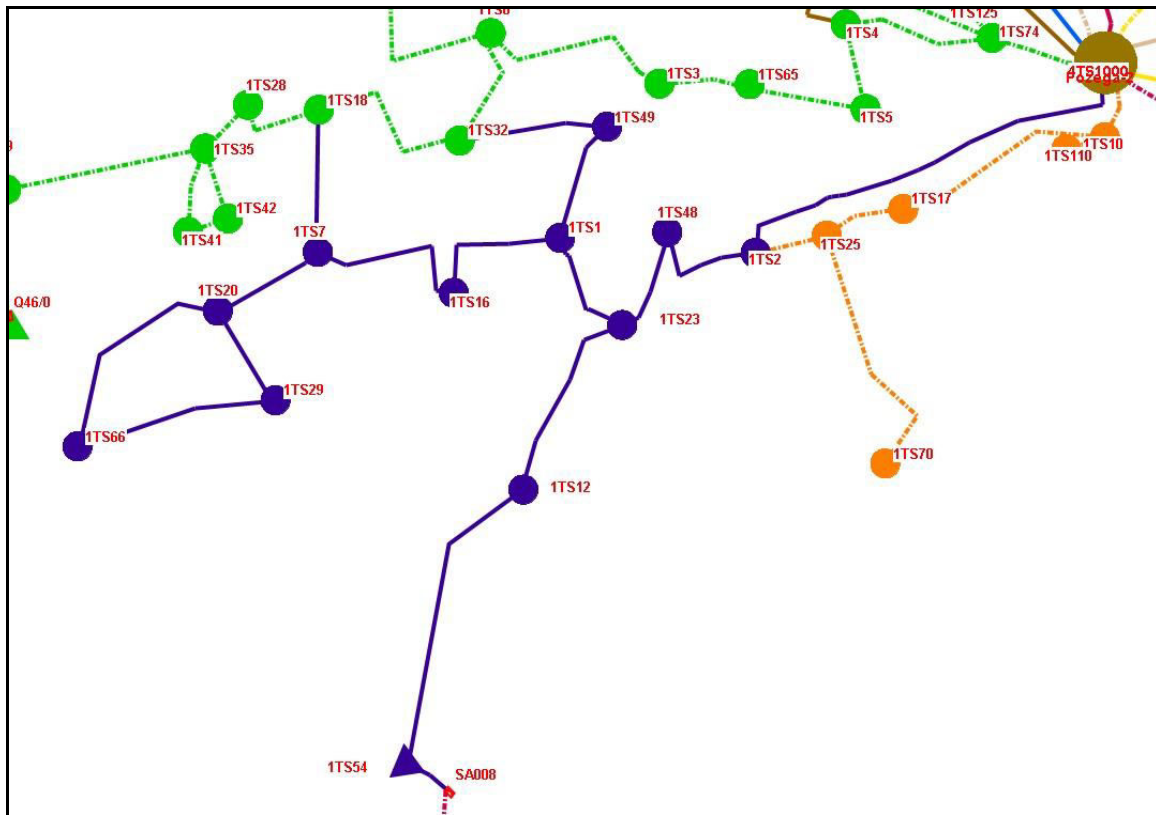


Slika 7-7 Početno stanje napajanja 10 kV DV KTS-10 – DV Centar

Slika 7-8 prikazuje uklopno stanje nakon provedene optimizacije. 10/0,4 kV trafostanice Požega-10, Požega-110 Sloga, Požega-17, Požega-25 Grabrik i Požega-78 Sv.Vid ostaju napojeni preko 10 kV DV KTS-10 (narančasta boja), a sve preostale



trafostanice prelaze na 10 kV dalekovod Centar. Mjesto razdvojenja dva dalekovoda ostaje u TS 10/0,4 kV Požega-2, ali s drugačijim stanjem aparata. Ovim zahvatom godišnji gubici energije smanjit će se za 15.137 kWh.

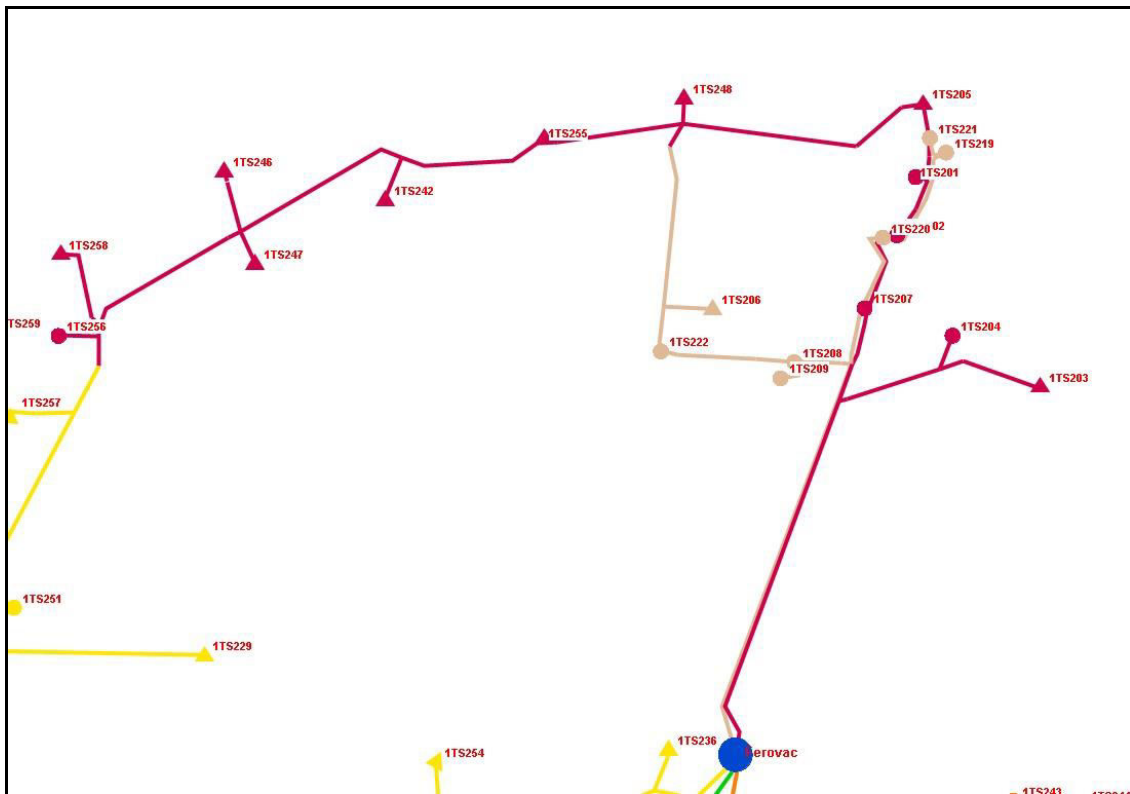


Slika 7-8 Optimirano stanje napajanja 10 kV DV KTS-10 – DV Centar

#### 10 kV DV Kutjevo – 10 kV DV PPK Kutjevo

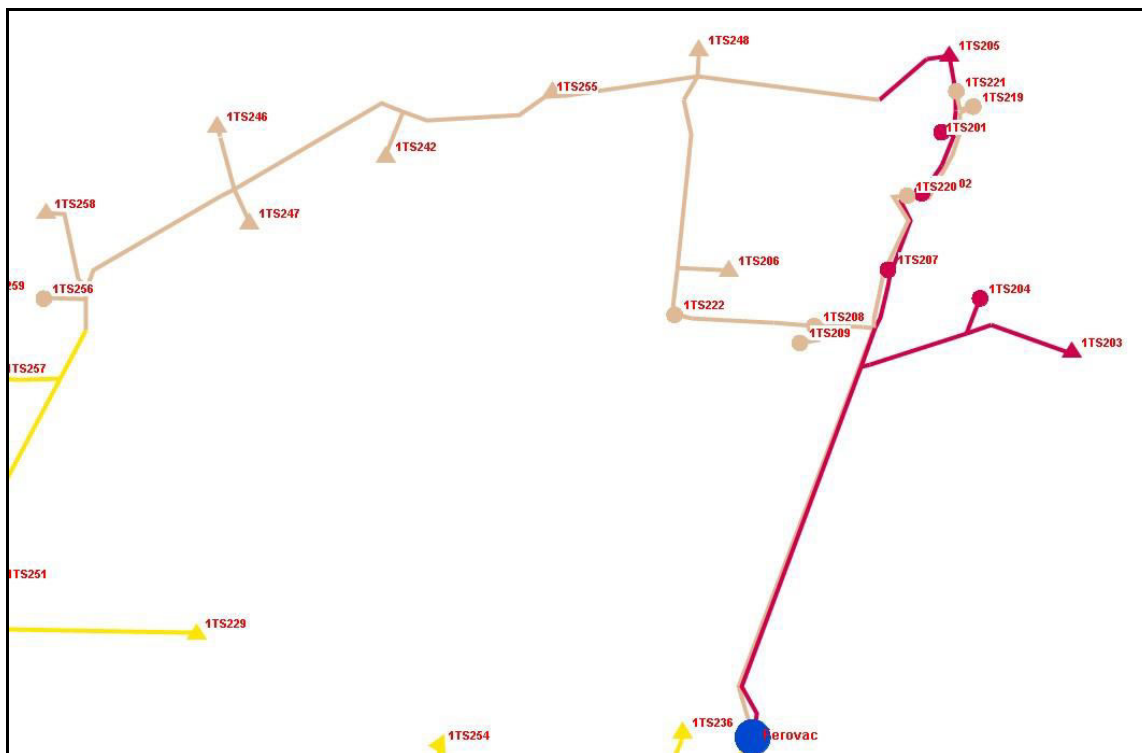
U početnom uklopnom stanju 10 kV dalekovod Kutjevo napojen je iz TS 35/10 kV Ferovac i u svojoj ukupnoj duljini od 18.856 m napaja trinaest 10/0,4 kV trafostanica: Kutjevo-4, Kutjevo-3 Vinkomir, Kutjevo-7, Kutjevo-2, Kutjevo-1, Kutjevo-5, Mitrovac, Venje, Hrnjevac, Lukač-1, Lukač-2, Vetovo-3 i Vetovo-1 (Slika 7-9 – crvena boja).

10 kV dalekovod PPK Kutjevo dug je ukupno 10.183 m i napaja sedam 10/0,4 kV trafostanice u kutjevačkoj industrijskoj zoni: Kutjevo-8, Kutjevo-9, Kutjevo-22 Rovita, Kutjevo-6 Novi Mitrovac, Kutjevo-20 Dorada, Kutjevo-23 Dvorac i Kutjevo-21 Podrum (Slika 7-9 – siva boja).



Slika 7-9 Početno stanje napajanja 10 kV DV Kutjevo – DV PPK Kutjevo

Optimirano uklopno stanje ova dva 10 kV dalekovoda dobiveno je otvaranjem daljinsko upravljane rastavne sklopke br. 905 iza TS 10/0,4 kV Kutjevo-5, a zatvaranjem rastavljača SA018 kod Novog Mitrovca (Slika 7-10). Na taj način 10/0,4 kV trafostanice Mitrovac, Venje, Hrnjevac, Lukač-1, Lukač-2, Vetovo-3 i Vetovo-1 postaju napojeni od strane 10 kV DV PPK Kutjevo (siva boja). Prije optimizacije mjesto razdvojenja dva dalekovoda bilo je SA018, a nakon optimizacije to je daljinska sklopka SA905. Ovim zahvatom godišnji gubici energije smanjit će se za 17.879 kWh.

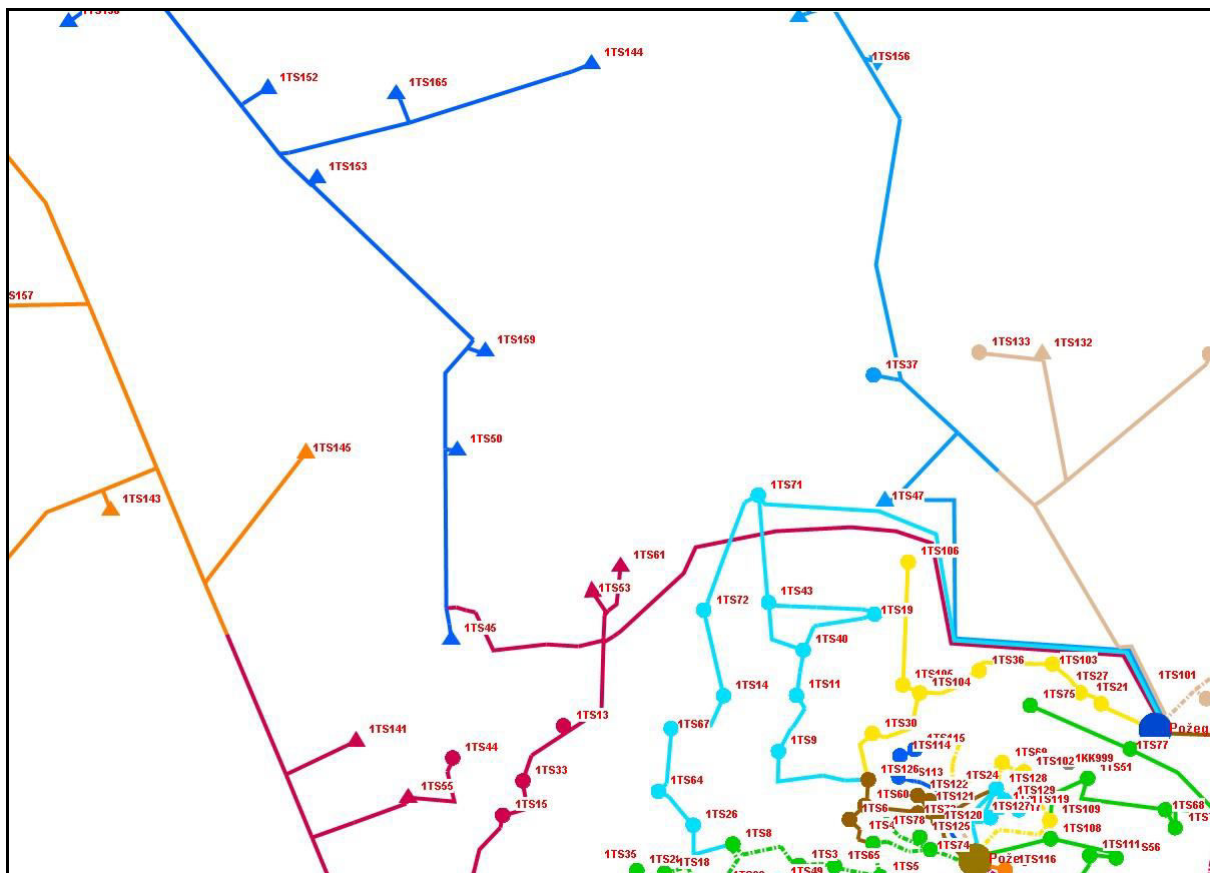


Slika 7-10 Optimirano stanje napajanja 10 kV DV Kutjevo – DV PPK Kutjevo

#### 10 kV DV Trnovac – 10 kV DV Požega zapad

U početnom uklopnom stanju 10 kV daljnovod Trnovac napojen je iz TS 35/10 kV Velika, dug je 22.131 m i napaja šesnaest 10/0,4 kV trafostanica: Trnovac, Antunovac, Novi Toranj, Krivaj-1, Krivaj-2, Bankovci, Trenkovo-5, Trenkovo-3, Kunovci, Marindvor-1, Štitnjak, Golobrdci, Marindvor-2, Novi Štitnjak, Požega-50 i Požega-45 (Slika 7-11 – tamno plava boja). Sa stajališta gubitaka vrlo je nepovoljno što se glavnina potrošnje nalazi na samom kraju daljnovoda te bi bilo pametno najopterećenije trafostanice napojiti preko susjednog 10 kV daljnovoda – Požega zapad.

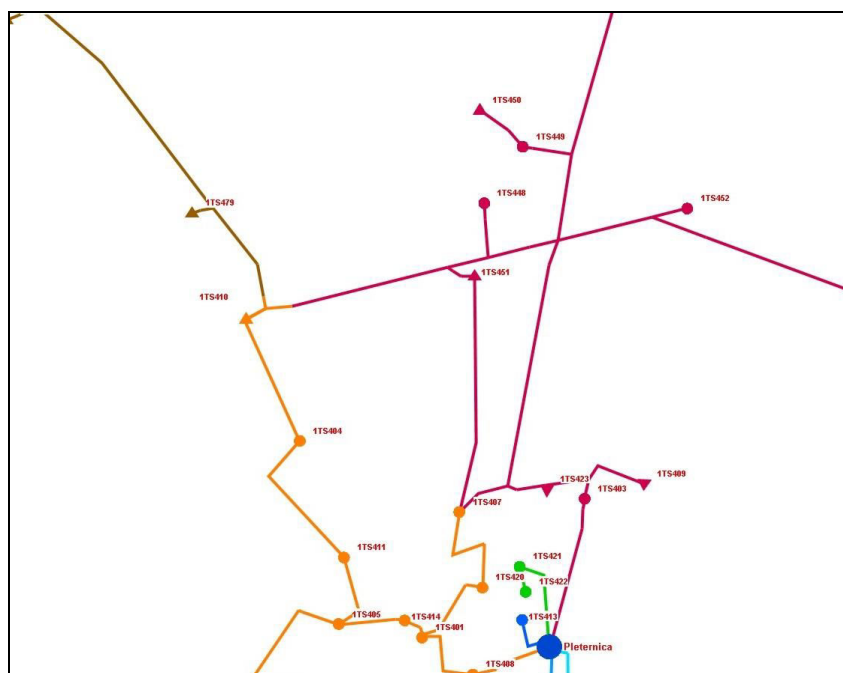
10 kV daljnovod Požega zapad dug je ukupno 17.184 m i napaja trinaest 10/0,4 kV trafostanica: Požega-53, Požega-65 AMD, Požega-13, Požega-33, Požega-15, Požega-34 Ade, Drškovci, Požega-112 Vodocrpilište, Požega-55, Požega-44, Donji Emovci, Novo Selo i Završje-2 (Slika 7-11 – crvena boja).



Slika 7-11 Početno stanje napajanja 10 kV DV Trnovac – DV PPK Požega zapad

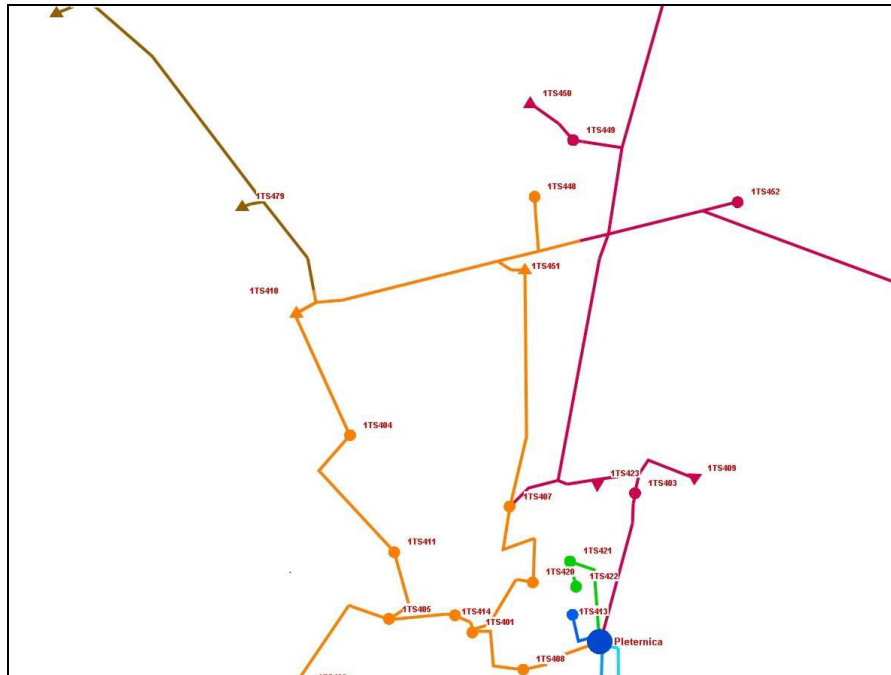
Međusobno uklopno stanje ova dva 10 kV dalekovoda optimira se otvaranjem rastavne sklopke br. 509 iza TS 10/0,4 kV Novi Štitnjak, a zatvaranjem rastavljača SA019 kod TS 10/0,4 kV Požega-45 (Slika 7-12). Na taj način 10/0,4 kV trafostanice Požega-45, Požega-50 i Novi Štitnjak postaju napojene od strane 10 kV DV Požega zapad (crvena boja). Prije optimizacije mjesto razdvojenja dva dalekovoda bilo je SA019, a nakon optimizacije to je rastavljač SA509. Ovim zahvatom godišnji gubici energije smanjit će se za 22.145 kWh. Također, očekuje se i smanjenje broja i trajanja zastoja za kupce iz 10/0,4 kV trafostanica Požega-45, Požega-50 i Novi Štitnjak. Naime 10 kV DV Požega zapad posljednjih godina bilježi puno manje kvarova u odnosu na dugi zračni dalekovod Trnovac.





Slika 7-13 Početno stanje napajanja 10 kV DV Gradac – DV KTS-8

Slika 7-14 prikazuje optimalno uklopno stanje nakon provedene optimizacije. 10/0,4 kV trafostanice Gradac-1 i Gradac-4 sada su napojeni preko 10 kV DV KTS-8 (narančasta boja). Prije optimizacije mjesto razdvojenja dva dalekovoda bio je rastavljač SA014, a nakon optimizacije to postaje rastavljač SA416. Ovim zahvatom godišnji gubici energije smanjit će se za 1.542 kWh. Osim manje uštede u gubicima, pozitivan učinak ovog zahvata je i značajno povećanje pouzdanosti napajanja kupaca iz 10/0,4 kV trafostanica Gradac-1 i Gradac-4. One se više neće napajati preko 10 kV DV Gradac koji je vrlo dug, prolazi kroz brdovito područje prekriveno šumom i bilježi velik broj kvarova.



Slika 7-14 Optimirano stanje napajanja 10 kV DV Gradac – DV KTS-8

Tablica 7-3 prikazuje gubitke u 10 kV dalekovodima nakon provedenih manipulacija u 10 kV mreži opisanih u ovom poglavlju. Tablica 7-2 može služiti za usporedbu kako bi se vidjele uštede u odnosu na stanje prije optimiranja.

Tablica 7-3 Gubici u 10 kV dalekovodima nakon optimizacije 10 kV mreže

35/10 kV TS	10 kV dalekovod	Srednja potrošnja			Minimalna potrošnja		Maksimalna potrošnja	
		Stuja [A]	Gubici snage [kW]	Godišnji gubici energije [kWh]	Stuja [A]	Gubici snage [kW]	Stuja [A]	Gubici snage [kW]
Požega-1	J02 Plodine	0,062	0,03	271,56	4,7	0,008	14,3	0,08
	J03 Vidovci	35,4	3,14	27.462,60	17,9	0,796	56	7,86
	J06 Požega	40,5	9,88	86.575,08	20,1	2,449	64,7	25,22
	JO7 Bolnica	33,5	0,40	3.521,52	17,5	0,101	52,3	1,00
	J08 Alaginci	13,8	1,05	9.180,48	6,9	0,265	21,8	2,62
	J09 Veličanka	19	0,99	8.698,68	9,6	0,247	29,9	2,50
	J10 Mihaljevci	19,9	3,14	27.471,36	10	0,8	31,7	7,88
	J12 Jakšić	34,8	4,52	39.577,68	17,9	1,16	54,8	11,35
Požega-2	J02 Silos	48,6	1,70	14.918,28	25,1	0,433	76,2	4,24
	J03 Kaufland	70,6	5,44	47.663,16	35,9	1,401	111,3	13,54
	J04 Zvečevo	22,7	0,62	5.387,40	12,7	0,189	34,6	1,43
	J05 ETA	0,8	0,00	0,00	0,7	0	1	0,00
	J06 Centar	59,6	4,62	40.479,96	30	1,162	94,3	11,58
	J09 Spin Valis	28	1,51	13.201,32	38	1,029	54,2	3,74
	J17 KTS 24	0	0,00	0,00	1	0	0,9	0,00
	J18 KTS-10	14,7	0,09	779,64	7,6	0,023	23	0,23
	J19 KTS-22	22	0,71	6.175,80	11,2	0,187	34,7	1,73
	J21 Promet	17,1	0,18	1.611,84	8,8	0,046	26,9	0,46
	J22 Pionir	2,4	0,00	8,76	1,5	0	3,5	0,00
Ferovac	J01 Tominovac	28	4,19	36.704,40	14,3	1,091	44,6	10,61
	J02 Grabarje	11,2	0,70	6.149,52	5,8	0,177	17,7	1,77
	J05 Kula	9,8	0,55	4.853,04	5,2	0,146	15,3	1,38
	J07 Kutjevo	27	4,81	42.118,08	13,5	1,196	43,3	12,36
	J08 PPK-Kutjevo	25,9	4,99	43.694,88	13,9	1,441	40,3	12,16
Velika	K01 Kamen	15,1	0,62	5.448,72	7,6	0,16	24	1,55
	K02 Radovanci	9,9	1,18	10.328,04	5,1	0,3	15,7	2,97
	K04 Trnovac	14,4	1,96	17.125,80	7,5	0,523	22,7	4,86
	K10 Velika	45,3	5,10	44.693,52	22,5	1,252	72,6	13,10
Pleternica	J05 KTS-8	51,9	2,42	21.155,40	26	0,597	82,9	6,19
	J07 Gradac	19,3	1,88	16.495,08	10	0,49	30,6	4,75
	J09 Bilice	19,7	2,35	20.586,00	10	0,6	31,5	6,00
	J10 Ratkovic	19,8	1,31	11.431,80	10,1	0,348	31,3	3,27
	J02 Dinamico	0,002	0,00	17,52	1,7	0	4,2	0,01
	J04 KTS-13	0,002	0,00	17,52	1,8	0	5,8	0,01
Orlava	K04 Markovac	4,7	0,66	5.772,84	2,5	0,183	7,5	1,66
	K05 Lučinci	9,8	1,84	16.144,68	5,1	0,486	15,3	4,61
	K07 Vilić Selo	18	7,02	61.495,20	9,2	1,802	28,6	17,94
	K09 Opršinac	10,5	2,52	22.066,44	5,6	0,695	16,3	6,20
	K10 Đedovica	3,5	0,06	525,60	1,9	0,015	5,5	0,16
Čaglin	J02 Čaglin	6	0,05	473,04	3	0,039	9,5	0,14
	J03 Milanlug	10	0,81	7.104,36	4,2	0,192	15,9	2,00
	J04 Latinovac	1,7	0,02	175,20	0,9	0,004	2,7	0,05
	J08 Ruševo	6,4	0,53	4.599,00	3,4	0,15	9,9	1,27
	Ukupno		83,58	<b>732.160,80</b>		22,18		210,44



Tablica 7-4 sadrži izračun gubitaka u 35 kV dalekovodima pri minimalnoj, srednjoj i maksimalnoj potrošnji u sustavu nakon optimiranja uklopnog stanja 10 kV mreže. Promjene u 10 kV mreži utječu se i na tokove snaga u 35 kV mreži, a tako i na gubitke koji se generiraju u 35 kV dalekovodima. Tablica 5-3 može služiti za usporedbu kako bi se vidjele uštede u odnosu na stanje prije optimiranja.

Tablica 7-4 Gubici u 35 kV dalekovodima nakon optimizacije 10 kV mreže

35 kV dalekovod	Srednja potrošnja			Minimalna potrošnja		Maksimalna potrošnja	
	Stuja [A]	Gubici snage [kW]	Godišnji gubici energije [kWh]	Stuja [A]	Gubici snage [kW]	Stuja [A]	Gubici snage [kW]
Požega-II - Orjava	13,3	2,026	17.747,76	8,3	0,549	20,5	5,08
Požega-II - Ferovac	35,2	13,991	122.561,16	20,5	4,67	55,6	34,96
Požega-II - Požega-I	62	5,349	46.857,24	31,5	1,361	97,9	13,41
Ferovac - Pleternica	0,001	0,001	8,76	0,8	0,001	0,8	0,00
Požega-II - Brodsko Brdo	35,2	14,921	130.707,96	17,8	3,729	55,9	38,24
Požega-II - Velika	26,9	6,919	60.610,44	13,4	1,739	42,9	17,55
Ferovac - Čaglin	15,4	0,538	4.712,88	15,6	0,416	16,3	0,90
Ukupno		43,745	<b>383.206,20</b>		12,465		110,14

Prema rezultatima proračuna vidljivo je smanjenje gubitaka nakon provedenog optimiranja uklopnog stanja u 10 kV mreži. Gledajući gubitke i 10 kV i u 35 kV mreži, gubici energije na godišnjoj razini smanjili su se za 88.204 kWh. U novom uklopnom stanju gubici u srednjenaponskim dalekovodima smanjili su se za 7,33%. Budući da pri tom nije potrebno provesti nikakva financijska ulaganja te da se navedenim zahvatima ni na koji način ne narušava sigurnost, kvaliteta i pouzdanost napajanja kupaca, dobivene uštede smatraju se značajnima i preporučljivo ih je što prije provesti.

## **8. Upotreba D-STATCOM uređaja za smanjenje gubitaka**

U ovom poglavlju obrađuje se ideja smanjenja gubitaka električne energije kompenzacijom jalove snage u 10 kV mreži. Smanjenjem tokova jalove snage kroz mrežu smanjuje se struja kroz vodiče, a time i gubici koji se u njima generiraju. Obrađene su teme regulacija jalove snage u mreži, uređaja za kompenzaciju jalove snage s naglaskom na FACTS uređaje, a poglavito STATCOM. Također, prikazani su rezultati proračuna gubitaka električne energije dobivenih pomoću NEPLAN programa u kojima je STATCOM postavljen na nekoliko lokacija u 10 kV mrežu Elektre Požega.

### **8.1. Regulacija jalove snage**

Održavanje ravnoteže između potrošnje i generiranja jalove energije tema je brojnih znanstvenih radova od početka komercijalne upotrebe EES-a izmjenične struje. Izazov je u pronalasku pravilne ravnoteže između minimalnog toka jalove energije kako bi se što više iskoristio kapacitet EES-a za prijenos radne energije i dovoljne količine jalove energije kako bi se zadržao željeni naponski profil. Da bi se osigurao maksimalni prijenos djelatne snage kroz prijenosnu mrežu uz što manje gubitke te uz očuvanje stabilnosti sustava, potrebno je minimizirati tokove jalove snage kroz elemente mreže. Istovremeno, tokovi jalove snage kroz elemente mrežu nužni su radi održavanja mrežnog napona u dozvoljenim granicama odnosno očuvanja naponske stabilnosti sustava radi održavanja sigurnosti i kvalitete električne energije.

Povećanje proizvodnje induktivne jalove snage djeluje na povećanje napona, a povećanje potrošnje induktivne jalove snage na smanjenje napona te tako jalove snage u elektroenergetskom sustavu moraju biti u svakom trenutku u stanju ravnoteže, jednako kao i djelatne snage, tj. proizvedena i potrošena jalova snaga u svakom trenutku moraju biti jednake. Tako je i regulacija napona i jalovih snaga u stacionarnom pogonu usmjerena na održavanje ravnoteže između proizvodnje i potrošnje jalove snage uključujući i gubitke i tokove jalove snage. Te tokove jalove snage potrebno je smanjiti na najmanju moguću mjeru iz razloga što uzrokuju djelatne gubitke te porast ili pad napona izvan dopuštenih granica. To se postiže generiranjem jalove snage neposredno u dijelu mreže gdje je ona neophodna.

Iz svega navedenog može se zaključiti da su tokovi jalove snage u sustavu nepoželjni, ali i da je jalova snaga neophodna elektroenergetskom sustavu. Neophodna je iz razloga jer služi za uspostavljanje i razgradnju izmjeničnih magnetskih i električnih polja, u vremenskom ritmu frekvencije izmjenične struje i napona. Po prirodi tih pojava, vremenski ritam uspostave i razgradnje magnetskog polja suprotan je ritmu uspostave i razgradnje električnog polja pa se te dvije pojave međusobno usklađeno prožimaju i to pokazuje da jalova energija nije između mjesta njezine potrošnje i mjesta njezine proizvodnje, a da pritom ne napusti elektroenergetski sustav. Potreba za jalovom snagom u sustavu javlja se zbog karakteristika trošila kao što su asinkroni motori, lučne peći itd., ali i zbog elemenata sustava poput prijenosnih vodova, kabela i energetskih transformatora. Elementi sustava kao što su vodovi i kabeli mogu se ponašati kao trošila i proizvođači jalove snage ovisno o njihovom opterećenju. Kod velikog opterećenja vod zahtjeva jalovu snagu, a kod manjih opterećenja prijenosni vod proizvodi jalovu snagu.

Temeljni zadatak regulacije napona i jalovih snaga u stacionarnom pogonu je održavanje napona u svim čvorištima elektroenergetskog sustava kroz održavanje jednakosti između proizvodnje i potrošnje jalove snage uključujući i gubitke. Regulacija je usmjerena na proizvodnju, potrošnju i tokove jalove snage.

Kompenzacija jalove snage u mreži sadrži sljedeće efekte:

- rasterećenje vodova koji uz istu prividnu snagu mogu prenositi veću djelatnu snagu,
- smanjenje gubitaka u elektroenergetskom sustavu,
- regulacija napona elektroenergetskog sustava.

Uređaji za U – Q regulaciju u elektroenergetskom sustavu su:

- sinkroni generatori,
- sinkroni kompenzatori,
- regulacijski transformatori,
- kondenzatorske baterije,
- paralelno priključene prigušnice i
- statički sustavi za kompenzaciju ( temeljeni na energetskoj elektronici).

Metode i načini kompenzacije jalove energije nisu se značajno promijenili od uvođenja prvih paralelnih kondenzatorskih baterija za primjenu u elektroenergetskim sustavima. Unatoč tome što je ova metoda kompenzacije ekonomski prihvatljiva i relativno pouzdana, ona ne zadovoljava u potpunosti potrebe modernih elektroenergetskih sustava.

Većina današnjih sustava kompenzirana je izvorima koji ne daju prilagodljiv iznos jalove snage. Konstantni iznosi jalove snage rijetko djeluju na odgovarajući način u smislu kompenzacije tj. minimiziranja struje voda. U slučaju nepredviđeno niskih naponskih uvjeta kondenzatori neće davati zadovoljavajuće iznose jalove snage. Ukoliko dođe do kratkog spoja kondenzatorska baterija djeluje negativno na način da dodatno povećava početnu udarnu i maksimalnu struju kratkog spoja u ovisnosti o količini energije sadržane u trenutku kvara. Moguća je pojava i rezonancije između trošila i kondenzatorskih baterija. Kontrola kondenzatorskih baterija putem standardnih uljnih prekidača može izazvati neželjene prijelazne napone što na kraju može poremetiti neke industrijske procese. Ovo nadalje uzrokuje zastoje i smanjenu produktivnost za velike industrijske pogone.

Posljednjih godina pojavile su se nove tehnologije koje rješavaju neke nedostatke kompenzacije jalove snage zasnovane na kondenzatorskim baterijama. Ovakvi sustavi bi se također mogli koristiti kako bi se dobila jalova energija s manje neželjenih prijelaznih pojava i neovisno o naponu. Nove mogućnosti kompenzacije razvile su se pojavom upravljanih sklopki i novim, povećanim mogućnostima učinkovitih poluvodičkih komponenata. Neke od novih tehnologija za kompenzaciju jalove snage su statički sinkroni generator (SSG), statički var kompenzator (SVC), tiristorski upravljive prigušnice i kondenzatori (TCR, TSR, TSC), statički var sustav (SVS), aktivni filtri (AF) i objedinjeni uređaj za osiguranje kvalitete napajanja (UPQC). Sustavi zasnovani na ovim tehnologijama još su uvijek skupi i zahtijevaju detaljnu analizu kako bi se ustanovilo jesu li ekonomski prihvatljivi na mjestu ugradnje. Ovakvi sustavi su i vrlo komplicirani u usporedbi s kondenzatorskim baterijama i velikom broju osoblja zaposlenog na održavanju EES-a. Potreban je daljnji razvoj kako bi se smanjila prividna kompleksnost i troškovi ovakvih sustava.

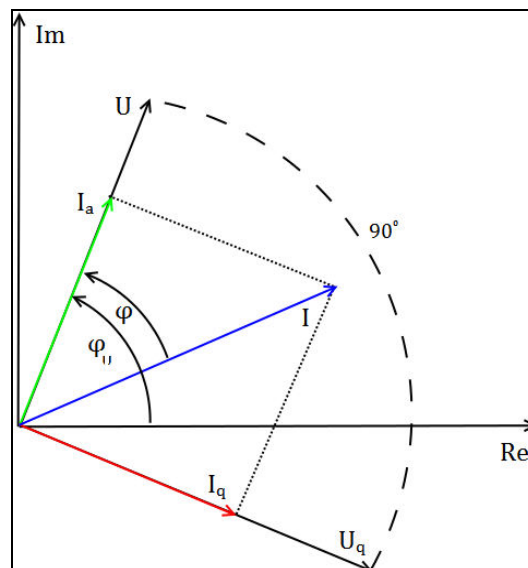
Učinkovito iskorištavanje energije postaje ekonomski imperativ. Potreba za pravilnom regulacijom jalove energije ostaje važna bez obzira na karakteristike trošila ili trenutnu zakonsku regulativu te postaje sve očitija povećanjem potrošnje i promjenom potrošačke strukture. Pouzdana i ekonomski prihvatljiva upotreba električne energije stoga ovisi o dobavljalivosti potrebne kapacitivne ili induktivne jalove energije u sustav.

## **8.2. Jalova energija**

Idealna reaktivna trošila kao što su induktiviteti i kapaciteti stvaraju pad napona i uzimaju određenu struju, što može navesti na zaključak da zaista troše energiju, međutim to nije točno. Idealni induktivitet će energiju pohraniti u obliku magnetskog polja, dok će idealni kapacitet energiju pohraniti u obliku električnog polja. Ova energija je sačuvana i ne gubi se. Energija nastala djelovanjem reaktivnih trošila naziva se jalova energija ili gledano u

vremenskom području jalova snaga iz razloga što teče vodičima, prekidačima, transformatorima i drugim elementima ne obavljajući pri tome koristan rad. Predimenzioniranje elemenata električnih sustava uzima u obzir tokove jalove snage čime se stvaraju dodatni troškovi za elektroenergetsku infrastrukturu. Jalova snaga stoga se čini kao da nema nikakvu pozitivnu funkciju. Međutim, potrebna je kako bi induktivitet stvorio magnetsko polje. Ova pojava je naglašena kod asinkronih strojeva u kojima će uzbudni namoti na statoru stvoriti magnetsko polje potrebno za rad stroja. Svi asinkroni motori stoga zahtijevaju određeni iznos jalove energije za generiranje polja. Ovi strojevi po tom pitanju nisu jedinstveni. Lučne peći korištene u metalnoj industriji za uspostavu luka trebaju veliku reaktivnu snagu, LED, fluorescentne i druge žarulje s izbojem u plinu, transformatori, uređaji za varenje i dr, su također pretežno induktivni tereti. Kapacitivnih tereta je po broju manje nego induktivnih. Klasični kapacitivni teret je naduzbuđeni sinkroni motor ili generator, ali i sami vodiči koji imaju mali parazitni kapacitet u odnosu na zemlju (reda nekoliko pF po metru). Rastom frekvencije pojavljuju se i drugi parazitni kapaciteti koji pri nižim frekvencijama imaju zanemarivo velike reaktancije.

Definicija jalove snage slijedi iz jalove struje koja je razlika ukupne struje  $i$  i aktivne struje  $i_a$ . Reaktivnom strujom  $i_q$  naziva se jalova ili neaktivna struja u sinusnim uvjetima i može se modelirati ekvivalentnim elementima (induktiviteta ili kapaciteta).



Slika 8-1 Prikaz fazora napona i struje

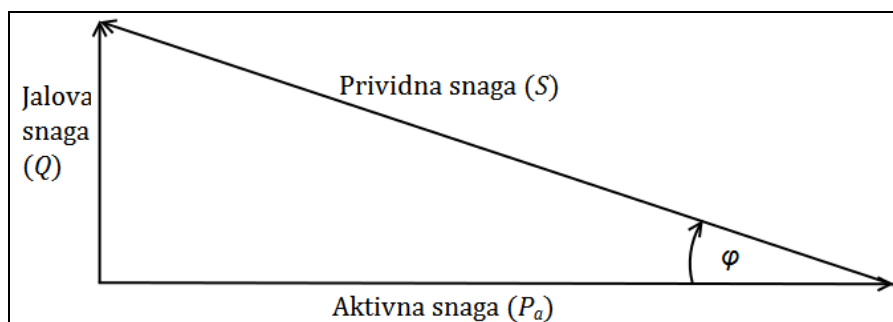
Fiktivni napon potreban za definiciju jalove snage je definiran kao originalni fazor napona  $U$  rotiran za  $90^\circ$  u negativnom smjeru [Slika 8-1]. Slijedi da je jalova snaga jednaka umnošku  $U$  i  $I_q$ . Fazor  $I_q$  je jednak  $I \sin \varphi$ .

$$Q = U_q I_q = UI \sin \varphi \quad (8.1)$$

Konačno, potrebno je definirati prividnu snagu  $S = UI$ :

$$U^2 I^2 = U^2 I_a^2 + U^2 I_q^2$$

$$S^2 = P_a^2 + Q^2 \quad (8.2)$$



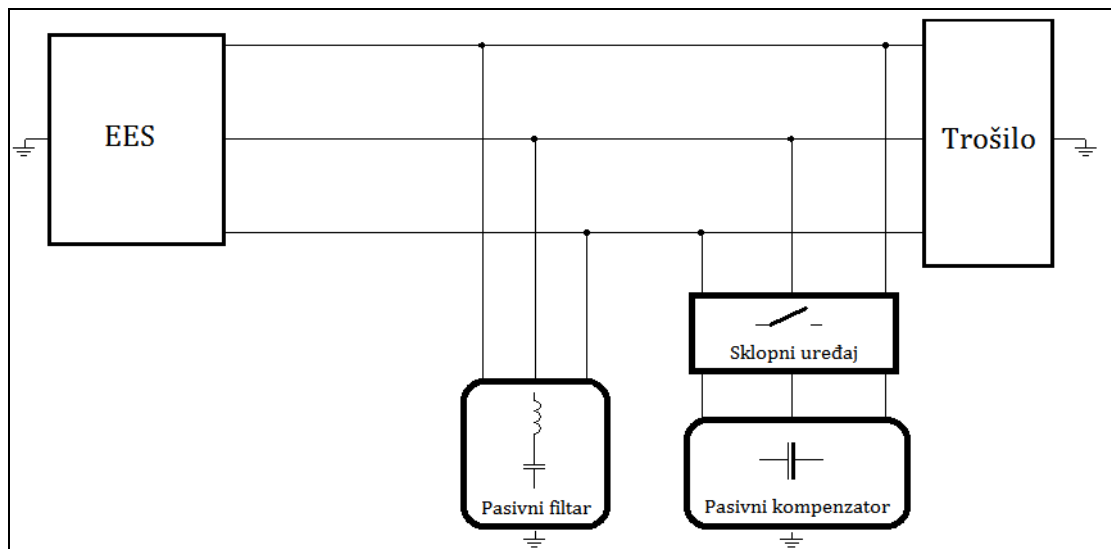
Slika 8-2 Vektorski dijagram odnosa radne, jalove i prividne snage

Faktor snage je definiran kao omjer radne P i prividne snage S što je jednako kosinusu kuta  $\varphi$  između njihovih vektora prikazanih na slici 8.2.

$$\lambda = \frac{P}{S} = \cos\varphi \quad (8.3)$$

### 8.3. Uređaji za kompenzaciju

Sustavi za kompenzaciju jalove snage mogu se podijeliti na sustave pasivne i aktivne kompenzacije. Pasivni sustavi razlikuju se od aktivnih u tome što ne sadrže elemente učinske elektronike. Pasivni sustavi za kompenzaciju jalove snage podrazumijevaju uklopive kondenzatore i prigušnice.



Slika 8-3 Pasivni paralelni kompenzacijski sustav

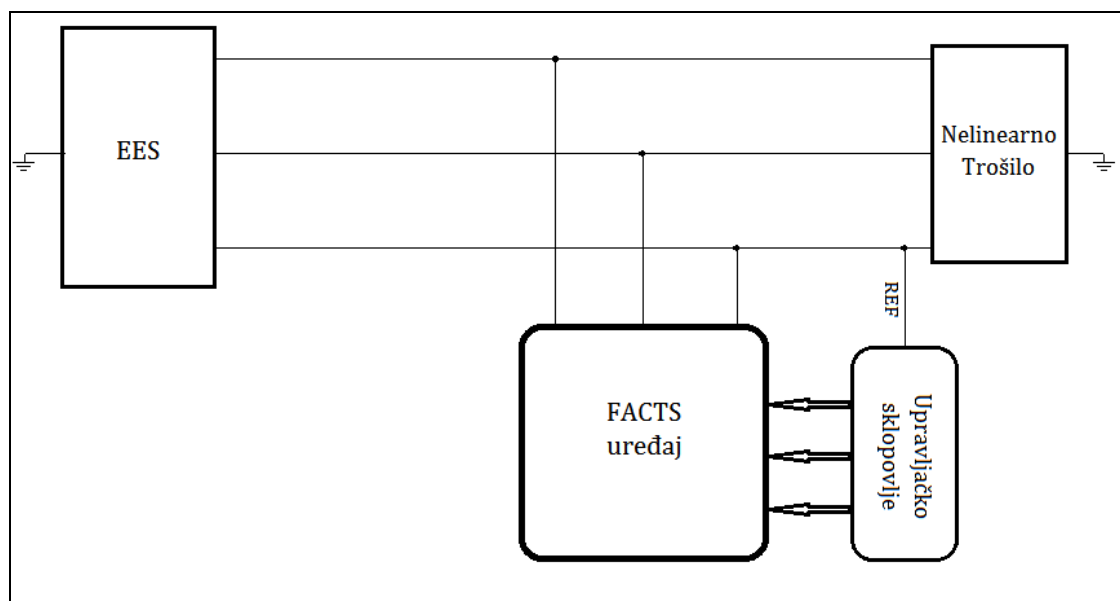
Kapacitet i induktivitet pasivnih sustava može se mijenjati samo diskretno (uključeno/isključeno) bez mogućnosti regulacije. Kao takvi nisu pogodni za kompenzaciju jalovih snaga u sustavima u kojima nastupaju brze promjene jalovih snaga (dinamički).

Karakteristika opterećenja realnog voda određena je njegovom karakterističnom reaktancijom. Pasivni kompenzatori utječu na reaktanciju voda te time mogu imati utjecaj i na njegov napon. U slučajevima smanjene ili prekinute potrošnje na kraju dugog voda pojavit će se prenapon uzrokovan paralelnim kapacitetima (tzv. *Ferranti efekt*). Kako bi se prenapon kompenzirao dodaju se paralelne prigušnice. U suprotnom slučaju, kada je potrošnja velika, povećani pad napona na reaktanciji voda uzrokuje manji napon od željenog na njegovom kraju. Dodavanje serijskog kondenzatora će smanjiti utjecaj serijske reaktancije, dok će dodavanje paralelnog kondenzatora povećati napon na kraju voda. Konačni cilj ovakve kompenzacije je povećanje prijenosne moći u svrhu poboljšanja osobina sustava u stacionarnim i prijelaznim stanjima. Na Slika 8-3 prikazan je takav sustav.

Aktivni sustavi za kompenzaciju jalove snage, također poznati i kao FACTS uređaji (eng. FACTS – Flexible AC Transmission System), bazirani su na poluvodičkim elementima učinske elektronike. Omogućuju veću upravljivost i točniju kontrolu faktora snage. FACTS naprave su izmjenični sustavi temeljeni na energetskoj elektronici i drugoj statičkoj opremi kojima se povećava stabilnost i fleksibilnost prijenosnog sustava upravljanjem tokovima djelatne i jalove snage. One doprinose povećanju prijenosne moći sa statičkog i dinamičkog aspekta rješavanjem problema stabilnosti napona te problema regulacije napona i kompenzacije jalove snage na način da upravljaju s jednim ili više parametara izmjeničnog sustava. Njihovo djelovanje usmjereno je prema prigušenju elektromehaničkih oscilacija, regulaciji tokova djelatnih i jalovih snaga, serijskoj i poprečnoj kompenzaciji te regulaciji kuta

prijenosa. Vrijeme upravljanja je unutar nekoliko milisekundi, što znači da su u stanju kontinuirano upravljati karakterističnim varijablama. Prednosti FACTS tehnologije su:

- Upravljanje tokovima snaga prema postavljenim zahtjevima.
- Povećanje opteretivosti vodova do termičkih i dielektričnih ograničenja.
- Povećanje sigurnosti sustava putem podizanja granice prijelazne stabilnosti, ograničavanja struje kratkog spoja i preopterećenja, izbjegavanjem kaskadnih raspada sustava i prigušenja elektromehaničkog njihanja u sustavu.
- Omogućavanje sigurnog povezivanja spojnim vodom susjednih sustava i područja, čime se smanjuje potreba za ukupnom rezervom proizvodnje na obje strane.
- Omogućava veće prilagodljivosti u planiranju novih proizvodnih izvora.
- Pojačavanje postojećih vodova.
- Smanjivanje tokova jalove snage čime se omogućava prijenos većeg iznosa djelatne snage.
- Povećanje iskoristivosti proizvodnih izvora s najnižim troškovima.



Slika 8-4 Aktivni kompenzacijski sustav

Veća upravljivost FACTS uređaja omogućuje pouzdanu kompenzaciju pri statičkim i pri dinamičkim uvjetima u sustavu, čime je poboljšana sveukupna korisnost sustava.



Aktivni kompenzacijski sustav ili FACTS sustav može biti baziran na:

- Tiristorski uklopivim kondenzatorima (eng. TSC – Thyristor Swiched Condenser)
- Tiristorski uklopivim prigušnicama (eng. TSR – Thyristor Swiched Reactor)
- Tiristorski upravljivim prigušnicama (eng. TCR – Thyristor Controlled Reactor)
- Statičkom sinkronom kompenzatoru (eng. STATCOM - Static Synchronous Compensator)

Navedeni uređaji namijenjeni su za paralelno priključivanje trošilu. Stoga djeluju kao upravljivi strujni izvori. Nedostaci aktivnih sustava veća su kompleksnost i viša cijena u odnosu na pasivne uređaje. Uporabom sustava za kompenzaciju jalove snage baziranih na učinskoj elektronici moguće je postići bolje performanse kompenzacije. Ovakvim sustavima postižu se točnija upravljanja faktora snage i manja izobličenja ulaznog napona i struje nastala zbog utjecaja nelinearnih trošila, ali i samog kompenzatora. Najznačajniji od tih sustava su tiristorski uklopivi kondenzatori i prigušnice, statički var sustav i statički sinkroni kompenzatori.

## 8.4. FACTS uređaji

FACTS tehnologija povećava stabilnost i fleksibilnost prijenosnog sustava putem upravljanja djelatnih i jalovih snaga. Zasnovana je na elektroničkim ventilima i GTO i IGBT tiristorima. Vrijeme upravljanja je reda veličine nekoliko milisekundi, a to znači da su u stanju kontinuirano upravljati karakterističnim varijablama. FACTS uređaji ugrađuju se u postojeća postrojenja i traže manje prostora u usporedbi s izgradnjom novog voda. FACTS uređaji sastoje se od nekoliko izvedbi: serijski, poprečni i kombinirano serijsko poprečni uređaji. Poprečni FACTS uređaji reguliraju iznos napona putem kontroliranog injektiranja jalove snage. Serijski FACTS uređaji reguliraju serijske tokove snaga pomoću injektiranog izvora napona u serijskom spoju s vodom. Kombinirana izvedba FACTS uređaja istodobno regulira iznos napona i tokove djelatne i jalove snage kroz spojni vod. Koncept FACTS uređaja originalno je razvijen za prijenosne sustave, ali ista ideja počela se koristiti i u distribucijskim mrežama.

Prednosti FACTS tehnologije:

- upravljanje tokovima snage
- povećanje opteretivosti voda do termičkih i dielektričnih ograničenja
- povećanje sigurnosti sustava kroz podizanje granice prijelazne stabilnosti,

- ograničavanje struja kratkog spoja i preopterećenja
- nadogradnja mreže
- pojačavanje postojećih vodova
- smanjenje tokova jalove snage čime se omogućava prijenos većeg iznosa snage.

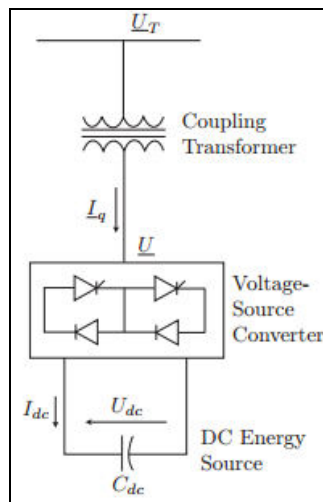
Ove prednosti FACTS naprava moguće su zahvaljujući sposobnosti FACTS naprava da nadziru značajne veličine u prijenosnom sustavu: serijska i poprečna impedancija, struja, napon, fazni kut i stupanj prigušenja njihanja na različitim frekvencijama ispod nazivne.

Serijske FACTS naprave izvode se u obliku promjenjive impedancije (kondenzator ili prigušnica) ili promjenjivog izvora napona zasnovanog na energetskej elektronici. Sve serijske naprave injektiraju napon u seriji s vodom pa čak i promjenjiva impedancija pomnožena sa strujom predstavlja jedan oblik injektiranja serijskog napona u vod. Kada se napon održava fazno okomitim u odnosu na struju koja teče vodom, serijska naprava proizvodi ili troši jalovu snagu promjenjivog iznosa. Za slučaj odstupanja faznog položaja od okomitog pojavljuje se i djelatna snaga. Pri definiranim iznosima napona čvorišta, prijenosnu snagu određuje serijska impedancija voda i razlika kutova napona čvorišta između kojih teče snaga.

Kao i serijske naprave, poprečne FACTS naprave izvode se u obliku promjenjivih impedancija, promjenjivih elektroničkih izvora napona ili njihove kombinacije. Sve poprečne naprave injektiraju struju u čvorište povezivanja sa sustavom. Kada se injektirana struja nalazi u položaju fazne okomice u odnosu prema naponu čvorišta priključka, tada poprečna naprava proizvodi ili troši promjenjivu jalovu snagu, a za slučaj odstupanja od faznog položaja pojavljuje se i djelatna snaga. Ideja poprečne kompenzacije jest mijenjanje prirodnih električnih veličina prijenosnog voda kako bi ga se učinilo prilagodljivim na promjenu opterećenja. Tako se poprečne prigušnice koriste za snižavanje napona u uvjetima malih opterećenja dok se poprečni kondenzatori koriste za podizanje napona pri velikim opterećenjima. Tako je krajnji cilj poprečne kompenzacije u povećanju prijenosne moći radi poboljšanja osobina sustava u stacionarnom stanju i prijelaznim stanjima. Poprečne FACTS naprave koriste se i za dinamičku regulaciju napona radi poboljšanja prijelazne stabilnosti i prigušenja njihanja. Kompenzator ne sudjeluje u razmjeni djelatne snage sa sustavom već kontinuirano dobavlja jalovu snagu. Potreba za jalovom snagom povećava se u stanjima velikog prijenosa snage, a pri uvjetima maksimalnog prijenosa poprima dvostruko veći iznos od djelatne snage.

## 8.5. STATCOM

Statički sinkroni kompenzator (eng. STATCOM, Static Synchronous Compensator) dio je FACTS obitelji uređaja, njegova kapacitivna ili induktivna struja može biti upravljiva neovisno o naponu izmjeničnog sustava. Kada se STATCOM koristi u distribucijskom sustavu, naziva se D-STATCOM (distribucijski STATCOM), a po konfiguraciji nema razlike. STATCOM je baziran na naponski kontroliranom izvoru izvedenom u učinskoj elektronici. Osigurava podršku napona generirajući ili apsorbirajući jalovu snagu u čvorištu na koji je spojen. Shema STATCOMA je prikazana na slici Slika 8-5.



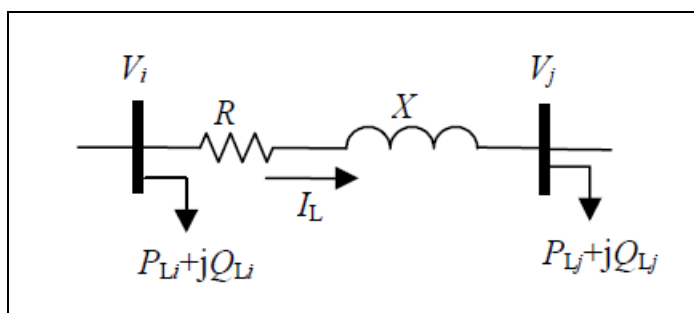
Slika 8-5 Shema STATCOMA [15]

Nabijeni kondenzator  $C_{dc}$  osigurava istosmjerni napon pretvaraču koji proizvodi upravljivi trofazni izlazni napon koji ima frekvenciju izmjeničnog sustava. Mijenjajući amplitudu izlaznog napona  $U$  moguće je upravljati jalovom snagom koja se razmjenjuje između pretvarača i izmjeničnog sustava. Za slučaj kada amplituda izlaznog napona  $U$  bude veća od amplitude napona izmjeničnog sustava  $U_T$ , STATCOM se ponaša kao kondenzator, dok se za slučaj smanjenja amplitude napona  $U$  STATCOM ponaša kao prigušnica. Ako su amplitude jednake tada nema razmjene energije. Za slučaj kada se koristi istosmjerni kondenzator, energija pohranjena u tom kondenzatoru troši se na unutarnje gubitke pretvarača. Ako se podesi da izlazni napon pretvarača malo kasni za naponom izmjeničnog sustava, pretvarač će apsorbirati male količine aktivne snage iz izmjeničnog sustava da bi se kompenzirali gubici u pretvaraču. Taj način promjene kuta između napona također se može iskoristiti za kontrolu apsorpcije ili generacije jalove snage na način da se utječe na iznos napona kondenzatora  $U_{dc}$ . Ako se umjesto kondenzatora koristi baterija kao izvor energije tada pretvarač može upravljati razmjenom kako reaktivne tako i aktivne snage s izmjeničnim sustavom. Mogućnost upravljanja aktivnom snagom značajno je svojstvo STATCOM – a koje

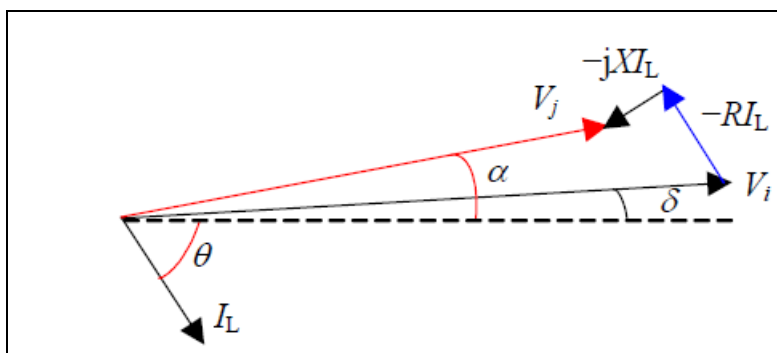
se može iskoristiti prilikom prigušenja oscilacija, izjednačavanja vršne potražnje i osiguravanja neprekidnog napajanja kritičnog tereta. Neki od tih skladišta energije su:

- Statički sinkroni generator (SSG),
- Baterijski sustav uskladištenja energije (BESS),
- Sustav uskladištenja energije pomoću supravodljivog magneta (SMES).

Kada je napon na sabirnicama u sustavu manji od 1 p.u. i kada ga je poželjno kompenzirati na pripadnoj sabirnici ( $V_j$ ) koristi se STATCOM . Slika 8-6 prikazuje dvije sabirnice distribucijskog sustava. Indeks  $L$  u  $P_L$  i  $Q_L$  odnosi se na teret priključen na svaku sabirnicu.



Slika 8-6 Prikaz dvije sabirnice distribucijskog sustava [16]



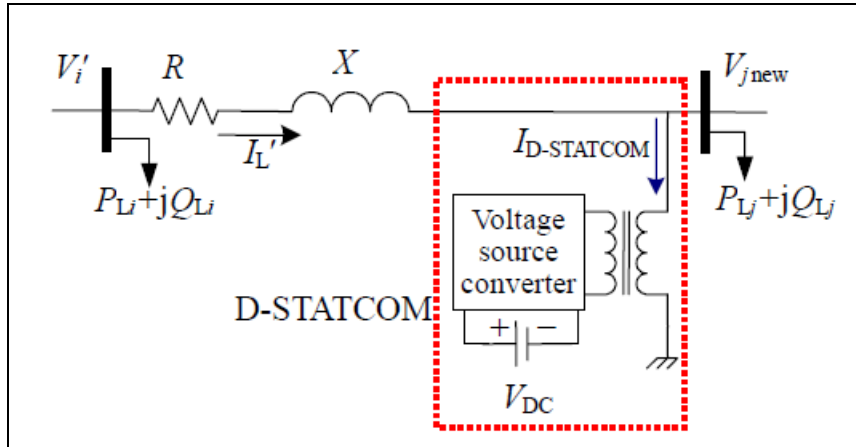
Slika 8-7 Fazorski dijagram napona i struja sustava prikazanog na Slici 8-6 [16]

Na Slici 8-6 odnos napona i struje može se pisati kao:

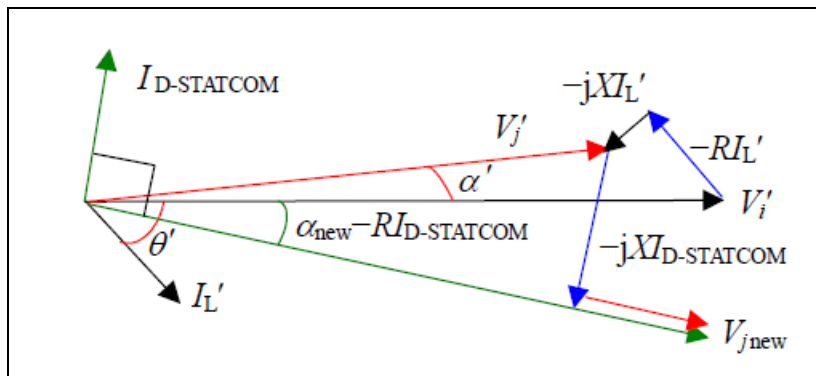
$$V_j \angle \alpha = V_i \angle \delta - Z I_L \angle \theta \quad (8.4)$$

gdje su  $V_j \angle \alpha$  i  $V_i \angle \delta$  naponi sabirnica  $j$  i  $i$  prije kompenzacije, a  $Z=R+jX$  impedancija između sabirnica  $i$  i  $j$ ,  $I_L \angle \theta$  je struja kroz granu. Napon  $V_i \angle \delta$  i struja  $I_L \angle \theta$  računaju se pomoću jednadžbi tokova snaga.

Slika 8-8 prikazuje sabirnice  $i$  i  $j$  distribucijskog sustava nakon instalacije D-STATCOM-a za naponsku regulaciju na sabirnicu  $j$ . Fazorski dijagram ovih sabirnica s efektima D-STATCOM-a prikazan je na Slici 8.9. Napon na sabirnici  $j$  mijenja se od  $V_j$  do  $V_{jnew}$  uz korištenje D-STATCOM-a.



Slika 8-8 Prikaz dvije sabirnice distribucijskog sustava i instaliranog D-STATCOM-a [16]



Slika 8-9 Fazorski dijagram napona i struja sustava prikazanog na Slici 8-8 [16]

Na Slici 8-8 i Slici 8-9 vidljivo je da:

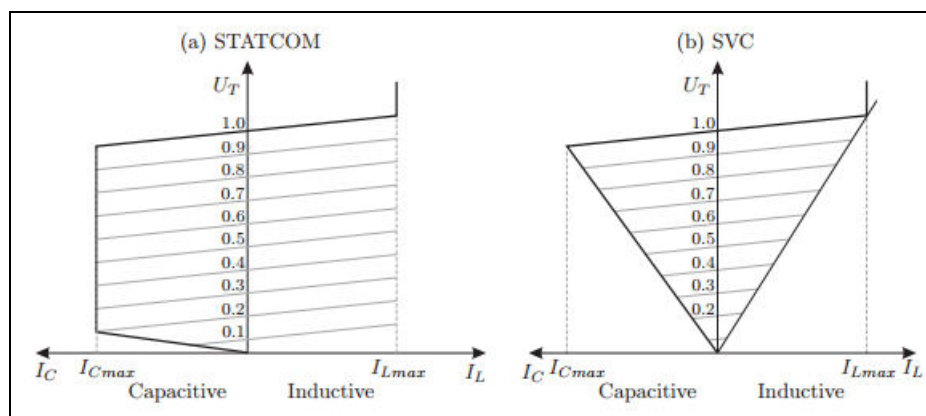
$$\angle I_{D-STATCOM} = \frac{\pi}{2} + \alpha_{new}, \quad \alpha_{new} < 0 \quad (8.5)$$

$$V_{jnew} \angle \alpha_{new} = V_i' \angle \delta' - (R + jX) I_L' \angle \theta' - (R + jX) I_{D-STATCOM} \angle \alpha_{new} + \frac{\pi}{2} \quad (8.6)$$

pri čemu je  $I_{D-STATCOM} \angle (\alpha/2 + \alpha_{new})$  struja koju je injektirao D-STATCOM,  $V_{jnew} \angle \alpha_{new}$  napon na sabirnici  $j$  nakon kompenzacije uporabom D-STATCOM-a,  $V_i' \angle \delta'$  napon na sabirnici  $i$  nakon instalacije D-STATCOM-a. Radi jednostavnosti, kut napona  $V_i'$ , odnosno  $\delta'$  pretpostavljen je kao 0.  $I_L' \angle \theta'$  je struja koja teče kroz vod nakon instalacije D-STATCOM-a.

Vrijeme odziva STATCOM-a kraće je od vremena odziva SVC sustava (statičkih VAR kompenzatora), ponajviše zbog mogućnosti IGBT-a da vrlo brzo prekidaju i uklapaju strujni

krug. STATCOM također pruža bolju podršku glede jalove snage u uvjetima niskog napona od SVC-a, jer se jalova snaga STATCOM-a smanjuje linearno s padom napona. Struju je moguće zadržati na nazivnoj vrijednosti i na niskim vrijednostima napona. Iako imaju istu funkciju, razlikuje im se princip rada tako što STATCOM radi kao paralelni sinkroni izvor napajanja, dok SVC djeluje kao reaktivna admitancija. Iz tog razloga STATCOM ima bolju funkcionalnu karakteristiku, bolju izvedbu i fleksibilnost. Iz  $V - I$  karakteristike prikazane na slici 8-10. može se vidjeti da su u linearnom dijelu veoma slične. Ipak, u nelinearnom području rada, za razliku od SVC – a, STATCOM može kontrolirati izlaznu vrijednost struje povećanjem opsega kapaciteta i induktiviteta., neovisno o izmjeničnom naponu sustava. Kod SVC – a maksimalna ostvariva kompenzacijska struja linearno se povećava s izmjeničnim naponom. Tako se može zaključiti da je STATCOM efikasniji od SVC – a u pružanju naponske podrške prilikom većih poremećaja u sustavu, gdje se krivulja napona nalazi van linearnog područja rada kompenzacije. Vremenski odzivi i širina naponske regulacije su također bolji kod STATCOM – a. Također SVC nema mogućnost kompenzacije aktivne snage.



Slika 8-10  $V - I$  karakteristike STATCOM – a i SVC – a [15]

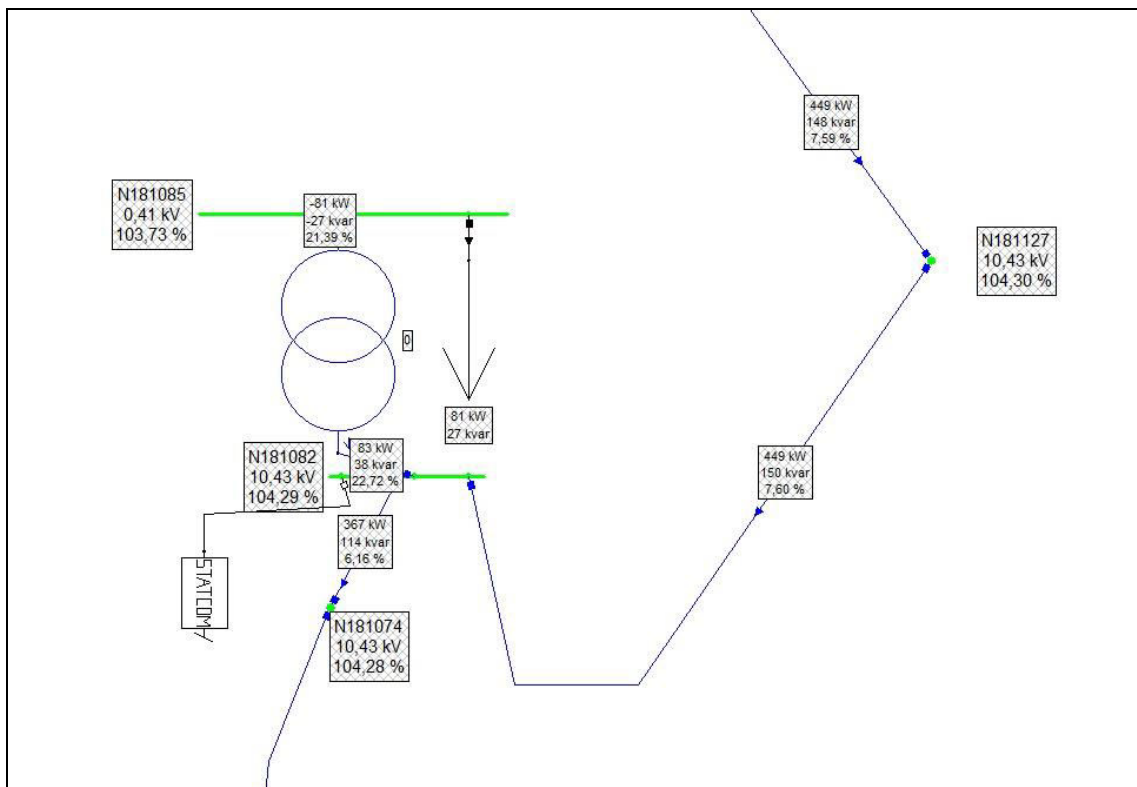
## 8.6. Proračun tokova snaga uz ugrađene STATCOM-e

Nakon provedene optimizacije 35 kV i 10 kV mreže promjenom uklopnog stanja razmatra se mogućnost dodatnog smanjenja gubitaka u vodičima. Osnovna ideja je smanjiti struju koja teče vodičima promjenom tokova jalove snage te tako umanjiti gubitke. Pri tome se koriste STATCOM uređaji snage 160, 250 ili 400 kVAr. Njihovom instalacijom u mrežu utječe se na tokove snaga u mreži, a time i na napone u mreži. STATCOM može pozitivno djelovati na naponske prilike i u slučajevima visokih napona (obično pri niskoj potrošnji u noćnim satima) i u slučajevima niskih napona (pri velikoj potražnji za električnom energijom).

35 kV i 10 kV dalekovodi pogodni za ugradnju STATCOM-a su oni u kojima je i nakon optimiranja uklopnog stanja prisutan visok iznos gubitaka električne energije. Ugrađivati STATCOM-e u 10 kV vodove u kojima se generira malo gubitaka nema smisla s ekonomske strane. Tablica 7-4 i Tablica 7-3 prikazuju iznose godišnjih gubitaka energije po 35 i 10 kV dalekovodima nakon optimiranja uklopnog stanja. Iz nje su odabrani 10 kV vodovi s najvišim iznosom gubitaka (>30.000 kWh): Požega zapad, Jakšić, Kaufland, Centar, Tominovac, Kutjevo, PPK Kutjevo, Velika i Vilić Selo te 35 kV vodovi Požega-II – Ferovac, Požega-II - Brodsko Brdo i Požega-II - Velika. U NEPLAN modelu sredjenaponske mreže pojedinim točkama navedenih dalekovoda postavljen je STATCOM (snage 160, 250 ili 400 kVAr ovisno o iznosima jalove snage kroz dalekovod). STATCOM je obično postavljen u jednu 10/0,4 kV trafostanicu u prvoj četvrtini, na polovici i u zadnjoj četvrtini voda. Promatraju se iznosi gubitaka prije i nakon ugradnje STATCOM-a u trenucima minimalne, srednje i maksimalne potrošnje u sustavu. STATCOM je podešen tako da održava napon na 10,5 kV na mjestu ugradnje. Ovisno o tome je li napon na vodu manji ili veći od toga, STATCOM se ponaša kao kondenzator, odnosno kao prigušnica. U nastavku su prikazani rezultati simulacije po pojedinim dalekovodima.

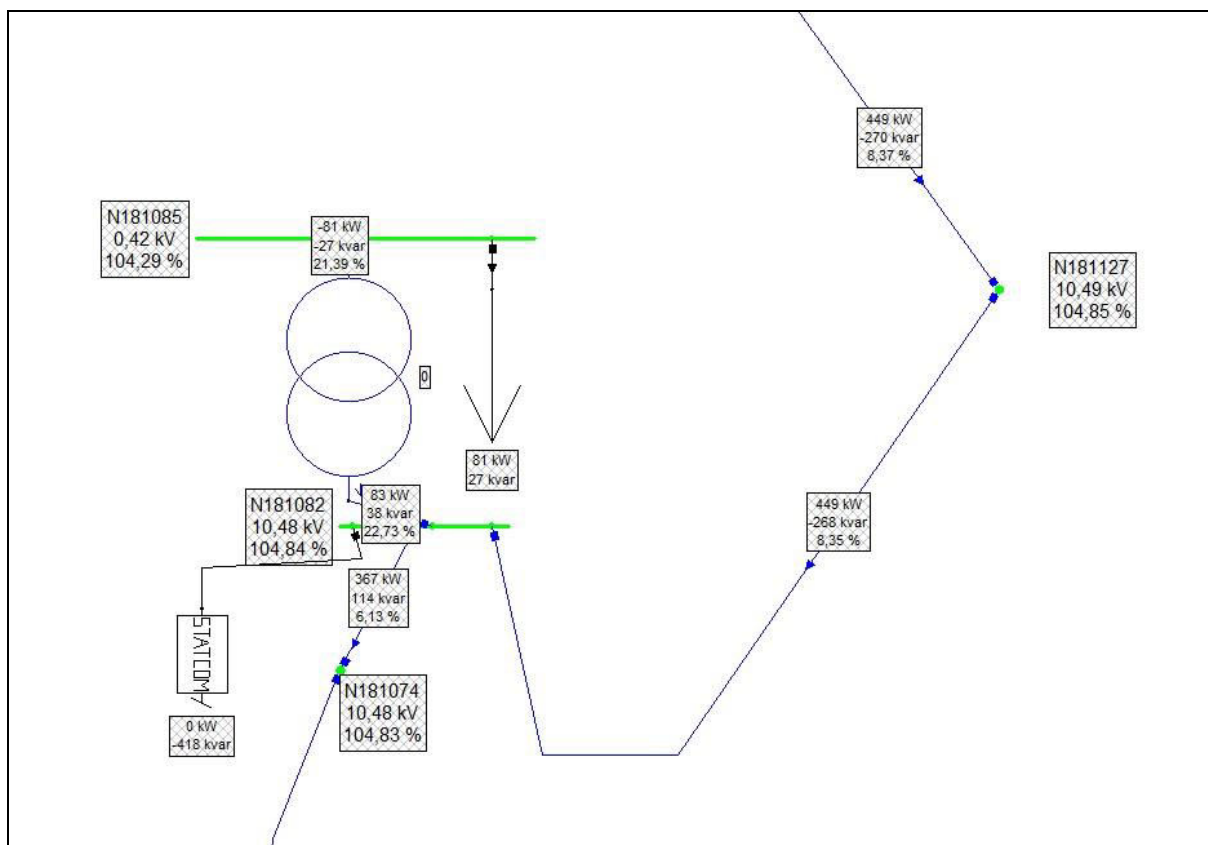
## 10 kV DV Požega zapad

Nakon optimiranja uklopnog stanja godišnji gubici u 10 kV dalekovodu Požega zapad iznose 86.575 kWh. U NEPLAN-u se simulira ugradnja STATCOM-a snage 250 i 400 kVAr-a u trafostanicama 10/0,4 kV Požega-34 (šesta od trinaest trafostanica na vodu), Požega-15 (peta na vodu), Požega-44 (dvanaesta) i Požega-13 (treća). Za ilustraciju utjecaja STATCOM-a na slikama ispod (Slika 8-11, Slika 8-12) prikazani su rezultati proračuna tokova snaga u okolini TS Požega-13 prije i poslije uključenja STATCOM-a snage 400 kVA.



Slika 8-11 Rezultati NEPLAN simulacije u okolini TS Požega-13 prije uključenja STATCOM-a





Slika 8-12 Rezultati NEPLAN simulacije u okolici TS Požega-13 nakon uključanja STATCOM-a

Vidljiv je porast napona na 10 kV sabirnicama trafostanice Požega-13 nakon uključanja STATCOM-a. Također, moguće je primijetiti promjene tokova jalove snage kroz mrežu. Prije uključanja STATCOM-a 150 kVAr-a teklo je u smjeru prema TS Požega-13, a nakon uključanja kroz dolazni vod teče 268 kVAr u suprotnom smjeru.

Tablica 8-1 prikazuje rezultate proračuna ugradnje STATCOM-a u 10 kV DV Požega zapad. Dani rezultati predstavljaju ukupno povećanje/smanjenje gubitaka u cijeloj mreži, a ne samo u pripadnom dalekovodu iz razloga što ugradnja STATCOM-a utječe na tokove snage i na gubitke i u susjednim vodovima. Izračun se radi pri srednjoj potrošnji u sustavu te za trenutak minimalne i maksimalne potrošnje. Crvenom bojom označeno je povećanje, a crnom smanjenje gubitaka.

Tablica 8-1 Utjecaj na gubitke ugradnjom STATCOM-a u 10 kV DV Požega zapad

Mjesto ugradnje	Snaga STATCOM-a [kVAr]	Utjecaj na smanjenje/povećanje gubitaka			
		Minimalna potrošnja	Srednja potrošnja		Maksimalna potrošnja
		Gubici snage [kW]	Gubici snage [kW]	Gubici energije [kWh]	Gubici snage [kW]
10/0,4 kV KTS Požega-34	250	2,42	1,03	9.014	3,27
	400	2,42	0,27	2.330	3,40
10/0,4 kV KTS Požega-15	250	2,29	1,08	9.478	2,96
	400	4,02	0,43	3.802	3,52
10/0,4 kV KTS Požega-44	250	1,16	0,34	2.970	2,88
	400	1,16	2,61	22.846	1,54
10/0,4 kV KTS Požega-13	250	1,88	1,00	8.804	2,68
	400	4,17	0,57	5.002	3,32

Rezultati proračuna pokazuju kako je povoljnije ugraditi STATCOM manje snage. Ugradnjom STATCOM-a od 250 kVAr za sve ponuđene lokacije pri srednjoj potrošnji gubici se smanjuju, a od toga ipak najmanje pri kraju voda tj. u TS Požega-44. Ugradnjom STATCOM-a veće snage (od 400 kVAr) to više nije slučaj. Zbog povećanja tokova snaga kroz mrežu, gubici se povećavaju pri ugradnji STATCOM-a u TS Požega-34 i TS Požega-44. Pri maksimalnom opterećenju STATCOM pozitivno utječe na gubitke u svim slučajevima, odnosno kod ugradnje u svim ponuđenim lokacijama i za sve snage uređaja. Pri tome se gubici najviše smanjuju ugradnjom STATCOM-a snage 400 kVAr u TS Požega-15. Kod minimalne potrošnje proračun pokazuje sasvim drugačiju sliku, u svim slučajevima gubici se povećavaju. Razlog leži u tome što je napon kod minimalne potrošnje veći od 10,5 kV. STATCOM ga želi sniziti na zadani napon te počinje uzimati jalovu snagu tj. ponašati se kao prigušnica i trošiti induktivnu snagu. Budući da je potrošnja kupaca također induktivnog karaktera, ponašanje STATCOM-a uzrokuje povećanje tokova snaga u mreži i povećanje gubitaka.

## 10 kV DV Kaufland

Nakon optimiranja uklopnog stanja godišnji gubitci u 10 kV dalekovodu Kaufland iznose 47.663 kWh. U NEPLAN-u se simulira ugradnja STATCOM-a snage 250 i 400 kVAr-a u trafostanicama 10/0,4 kV Požega-3 (sedma od osamnaest trafostanica na vodu) i Požega-35 (četnaesta). Rezultati proračuna vidljivi su u tablici ispod (Tablica 8-2).

Tablica 8-2 Utjecaj na gubitke ugradnjom STATCOM-a u 10 kV DV Kaufland

Mjesto ugradnje	Snaga STATCOM-a [kVAr]	Utjecaj na smanjenje/povećanje gubitaka			
		Minimalna potrošnja	Srednja potrošnja		Maksimalna potrošnja
		Gubici snage [kW]	Gubici snage [kW]	Gubici energije [kWh]	Gubici snage [kW]
10/0,4 kV KTS Požega-3	250	0,67	0,69	6.088	1,50
	400	1,37	0,89	7.770	2,21
10/0,4 kV KTS Požega-35	250	1,04	0,74	6.465	1,69
	400	2,21	0,72	6.325	2,29

Rezultati su vrlo slični za obje trafostanice. Pri srednjoj potrošnji bilježi se smanjene gubitaka od nešto više od 6.000 kWh godišnje. Kod povećanja potrošnje STATCOM još povoljnije djeluje na smanjenje gubitaka, a kod male potrošnje STATCOM djeluje nepovoljno u pogledu gubitaka električne energije.

## 10 kV DV Vilić Selo

Godišnji gubitci u 10 kV dalekovodu Vilić Selo iznose 61.495 kWh. U NEPLAN-u se simulira ugradnja STATCOM-a snage 160 i 250 kVAr u trafostanicama 10/0,4 kV Vilić Selo (peta od četrnaest trafostanica na vodu), Brestovac-1 (deseta) i Završje-1 (četnaesta). Rezultati proračuna vidljivi su u tablici ispod (Tablica 8-3).

Tablica 8-3 Utjecaj na gubitke ugradnjom STATCOM-a u 10 kV DV Vilić Selo

Mjesto ugradnje	Snaga STATCOM-a [kVAr]	Utjecaj na smanjenje/povećanje gubitaka			
		Minimalna potrošnja	Srednja potrošnja		Maksimalna potrošnja
		Gubici snage [kW]	Gubici snage [kW]	Gubici energije [kWh]	Gubici snage [kW]
10/0,4 kV ŽSTS Vilić Selo	160	0,26	0,68	5.974	2,41
	250	0,26	0,44	3.819	2,21
10/0,4 kV KTS Brestovac-1	160	0,20	0,50	4.406	2,90
	250	0,20	1,77	15.505	1,89
10/0,4 kV ŽSTS Završje-1	160	0,22	0,05	412	2,40
	250	0,22	3,22	28.207	0,50

Proračun pokazuje da je najpovoljnije ugraditi STATCOM snage 160 kVAr u TS Brestovac-1. Zanimljivo je primijetiti da se, nakon ugradnje STATCOM-a, čak i pri minimalnoj potrošnji ukupni gubici smanjuju. Razlog tomu je što, zbog padova napona u mreži, napon i u noćnim satima pada ispod 10,5 kV na 10 kV sabirnicama u TS Brestovac-1. Tako da se STATCOM i u tim trenucima ponaša kao kondenzator, odnosno injektira jalovu snagu i povećava napon. Na taj način kompenzira se potrošnja jalove snage kupaca napojenih preko 10 kV dalekovoda Vilić Selo.

### 10 kV DV Velika

Godišnji gubici u 10 kV dalekovodu Velika iznose 44.694 kWh. U NEPLAN-u se simulira ugradnja STATCOM-a snage 250 i 400 kVAr u trafostanicama 10/0,4 kV Velika-6 (šesta od dvadesetdvije trafostanice na vodu), Kaptol-1 (četnaesta) i Podgorje-1 (dvadesetdruga). Rezultati proračuna vidljivi su u tablici ispod (Tablica 8-4).

**Tablica 8-4 Utjecaj na gubitke ugradnjom STATCOM-a u 10 kV DV Velika**

Mjesto ugradnje	Snaga STATCOM-a [kVAr]	Utjecaj na smanjenje/povećanje gubitaka			
		Minimalna potrošnja	Srednja potrošnja		Maksimalna potrošnja
		Gubici snage [kW]	Gubici snage [kW]	Gubici energije [kWh]	Gubici snage [kW]
10/0,4 kV KTS Velika-6	250	0,90	0,86	7.499	2,25
	400	1,90	0,86	7.499	3,28
10/0,4 kV KTS Kaptol-1	250	2,35	0,70	6.132	2,89
	400	5,40	0,70	6.132	3,19
10/0,4 kV ŽSTS Podgorje-1	250	4,85	0,51	4.441	1,62
	400	9,71	0,51	4.441	1,19

Ovaj put simulacija je rađena uz podešenje STATCOM-a da održava napon na 10,6 kV. Naime, ukoliko bi se kao na ostalim dalekovodima simuliralo uz postavljenu vrijednost od 10,5 kV STATCOM bi zbog viših napona u mreži nastojao sniziti napon što bi, kao što je već pojašnjeno, povećavalo gubitke. Ipak, postavlja se pitanje ima li smisla dodatno podizati napone u mreži kako bi se neznatno smanjili gubici.

## 10 kV DV Jakšić

Godišnji gubici u 10 kV dalekovodu Jakšić iznose 39.577 kWh. U NEPLAN-u se simulira ugradnja STATCOM-a snage 250 i 400 kVAr u trafostanicama 10/0,4 kV Eminovci-3 (četvrta od devetnaest trafostanice na vodu), Jakšić-1 (osma) i Ramanovci (devetnaesta). Rezultati proračuna vidljivi su u tablici ispod (Tablica 8-5).

Tablica 8-5 Utjecaj na gubitke ugradnjom STATCOM-a u 10 kV DV Jakšić

Mjesto ugradnje	Snaga STATCOM-a [kVAr]	Utjecaj na smanjenje/povećanje gubitaka			
		Minimalna potrošnja	Srednja potrošnja		Maksimalna potrošnja
		Gubici snage [kW]	Gubici snage [kW]	Gubici energije [kWh]	Gubici snage [kW]
10/0,4 kV ŽSTS Eminovci-3	250	0,96	0,57	5.011	1,52
	400	2,12	0,43	3.837	1,98
10/0,4 kV KTS Jakšić-1	250	2,21	0,65	5.694	2,11
	400	2,80	0,20	1.831	2,10
10/0,4 kV ŽSTS Ramanovci	250	2,02	0,22	1.980	1,36
	400	2,02	2,21	19.395	0,36

Kao i na većini dalekovoda, STATCOM smanjuje gubitke na vodu pri prosječnoj i maksimalnoj potrošnji, a povećava pri minimalnoj. U slučaju 10 kV dalekovoda Jakšić ta je pojava vidljiva nakon ugradnje STATCOM-a u 10/0,4 kV trafostanice Eminovci-3 i Jakšić-1. Ugradnja STATCOM-a na kraj voda, u trafostanicu Ramanovci, ne preporuča se jer se ne polučuju željeni efekti.

## 10 kV DV Centar

Nakon optimiranja uklopnog stanja godišnji gubici u 10 kV dalekovodu Centar iznose 40.479 kWh. U NEPLAN-u se simulira ugradnja STATCOM-a snage 250 i 400 kVAr-a u trafostanicama 10/0,4 kV Požega-48 (druga od dvanaest trafostanica na vodu), Požega-54 (peta) i Požega-66 (dvanaesta). Rezultati proračuna vidljivi su u tablici ispod (Tablica 8-6).

Tablica 8-6 Utjecaj na gubitke ugradnjom STATCOM-a u 10 kV DV Centar

Mjesto ugradnje	Snaga STATCOM-a [kVAr]	Utjecaj na smanjenje/povećanje gubitaka			
		Minimalna potrošnja	Srednja potrošnja		Maksimalna potrošnja
		Gubici snage [kW]	Gubici snage [kW]	Gubici energije [kWh]	Gubici snage [kW]
10/0,4 kV KTS Požega-48	250	0,56	0,58	5.063	1,34
	400	1,15	0,72	6.325	1,97
10/0,4 kV ŽSTS Požega-54	250	0,78	0,46	4.073	1,28
	400	1,72	0,33	2.926	1,66
10/0,4 kV KTS Požega-66	250	0,97	0,49	4.310	1,40
	400	2,15	0,26	2.278	1,74

Sa stanovišta gubitaka na 10 kV DV Centar najpovoljnije je ugraditi STATCOM snage 250 kVAr u KTS Požega-48.

### 10 kV DV Tominovac

Godišnji gubici u 10 kV dalekovodu Tominovac iznose 36.704 kWh. U NEPLAN-u se simulira ugradnja STATCOM-a snage 250 i 400 kVAr-a u trafostanicama 10/0,4 kV Šumanovac (četvrta od šestnaest trafostanica na vodu), Radnovac (deveta) i Vetovo-2 (jedanesta). Rezultati proračuna vidljivi su u tablici ispod (Tablica 8-7).

**Tablica 8-7 Utjecaj na gubitke ugradnjom STATCOM-a u 10 kV DV Tominovac**

Mjesto ugradnje	Snaga STATCOM-a [kVAr]	Utjecaj na smanjenje/povećanje gubitaka			
		Minimalna potrošnja	Srednja potrošnja		Maksimalna potrošnja
		Gubici snage [kW]	Gubici snage [kW]	Gubici energije [kWh]	Gubici snage [kW]
10/0,4 kV ŽSTS Šumanovac	250	0,21	0,08	675	1,91
	400	0,21	1,27	11.134	1,98
10/0,4 kV ŽSTS Radnovac	250	0,15	0,50	4.389	1,84
	400	0,15	3,07	26.911	0,72
10/0,4 kV ŽSTS Vetovo-2	250	0,03	0,26	2.243	2,38
	400	0,03	3,00	26.254	1,28

Kao što je vidljivo iz rezultata proračuna, ugradnja STATCOM-a na dalekovod Tominovac povećava gubitke u sustavu. Jedino u trenucima visoke potrošnje STATCOM povoljno djeluje na smanjenje gubitaka.

## 10 kV DV Kutjevo

Nakon optimiranja uklopnog stanja godišnji gubici u 10 kV dalekovodu Kutjevo iznose 42.118 kWh. U NEPLAN-u se simulira ugradnja STATCOM-a snage 250 i 400 kVAr-a u trafostanicama 10/0,4 kV Kutjevo-7 (treća od šest trafostanica na vodu), Kutjevo-1 (peta) i Kutjevo-5 (šesta). Rezultati proračuna vidljivi su u tablici ispod (Tablica 8-8).

Tablica 8-8 Utjecaj na gubitke ugradnjom STATCOM-a u 10 kV DV Kutjevo

Mjesto ugradnje	Snaga STATCOM-a [kVAr]	Utjecaj na smanjenje/povećanje gubitaka			
		Minimalna potrošnja	Srednja potrošnja		Maksimalna potrošnja
		Gubici snage [kW]	Gubici snage [kW]	Gubici energije [kWh]	Gubici snage [kW]
10/0,4 kV KTS Kutjevo-7	250	0,189	0,166	1.454	2,666
	400	0,189	1,315	11.519	2,759
10/0,4 kV KTS Kutjevo-1	250	0,167	0,083	727	2,659
	400	0,167	1,674	14.664	2,523
10/0,4 kV ŽSTS Kutjevo-5	250	0,164	0,001	9	2,585
	400	0,164	1,903	16.670	2,301

Ugradnja STATCOM-a od 250 kVAr na 10 kV dalekovod Kutjevo pruža značajnije uštede gubitaka samo pri visokim opterećenjima. Pri srednjem i niskom opterećenju gubici se tek neznatno smanjuju ili čak i povećavaju stoga nije preporučljiva ugradnja na DV Kutjevo.

## 10 kV DV PPK Kutjevo

Nakon optimiranja uklopnog stanja 10 kV mreže godišnji gubici u 10 kV dalekovodu PPK Kutjevo iznose 43.694 kWh. U NEPLAN-u se simulira ugradnja STATCOM-a snage 250 i 400 kVAr u trafostanicama 10/0,4 kV Kutjevo-8 (prva od četrnaest trafostanica na vodu), Kutjevo-23 (šesta), Mitrovac (osma) i Vetovo-1 (četrnaesta). Rezultati proračuna dani su u tablici ispod (Tablica 8-9).

Tablica 8-9 Utjecaj na gubitke ugradnjom STATCOM-a u 10 kV DV PPK Kutjevo

Mjesto ugradnje	Snaga STATCOM-a [kVAr]	Utjecaj na smanjenje/povećanje gubitaka			
		Minimalna potrošnja	Srednja potrošnja		Maksimalna potrošnja
		Gubici snage [kW]	Gubici snage [kW]	Gubici energije [kWh]	Gubici snage [kW]
10/0,4 kV KTS Kutjevo-23	250	0,31	0,43	3.767	2,82
	400	0,31	1,13	9.881	2,76
10/0,4 kV KTS Kutjevo-8	250	0,30	0,60	5.256	2,97
	400	0,30	0,62	5.440	3,25
10/0,4 kV ŽSTS Mitrovac	250	0,14	0,23	2.006	2,76
	400	0,14	2,04	17.835	2,08
10/0,4 kV TTS Vetovo-1	250	0,00	0,32	2.821	2,39
	400	0,00	3,96	34.672	0,42

Iz rezultata proračuna uočljivo je da je na 10 kV DV PPK Kutjevo najpovoljnije ugraditi STATCOM snage 250 kVAr u KTS Kutjevo-8.

### 35 kV DV Požega-II - Ferovac

Nakon optimiranja uklopnog stanja 35 kV mreže godišnji gubitci u 35 kV dalekovodu Požega-II - Ferovac iznose 122.806 kWh. U NEPLAN-u se simulira ugradnja STATCOM-a snage 400 kVAr na 10 kV sabirnice u trafostanici 35/10 kV Ferovac. Rezultati proračuna prikazani su u tablici ispod (Tablica 8-10). Proračun pokazuje da se ugradnjom STATCOM-a u TS 35/10 kV Ferovac ne smanjuju gubici u mreži.

**Tablica 8-10 Utjecaj na gubitke ugradnjom STATCOM-a na 10 kV sabirnice u 35/10 kV Ferovac**

Mjesto ugradnje	Snaga STATCOM-a [kVAr]	Utjecaj na smanjenje/povećanje gubitaka			
		Minimalna potrošnja	Srednja potrošnja		Maksimalna potrošnja
		Gubici snage [kW]	Gubici snage [kW]	Gubici energije [kWh]	Gubici snage [kW]
35/10 kV TS Ferovac	400	0,01	0,40	3.478	2,03

### 35 kV DV Požega-II – Brodsko Brdo

Nakon optimiranja uklopnog stanja 35 kV mreže godišnji gubitci u 35 kV dalekovodu Požega-II – Brodsko Brdo iznose 130.743 kWh. U NEPLAN-u se simulira ugradnja STATCOM-a snage 400 kVAr na 10 kV sabirnice u trafostanici 35/10 kV Pleternica. Rezultati proračuna prikazani su u tablici ispod (Tablica 8-11).

**Tablica 8-11 Utjecaj na gubitke ugradnjom STATCOM-a na 10 kV sabirnice u 35/10 kV Pleternica**

Mjesto ugradnje	Snaga STATCOM-a [kVAr]	Utjecaj na smanjenje/povećanje gubitaka			
		Minimalna potrošnja	Srednja potrošnja		Maksimalna potrošnja
		Gubici snage [kW]	Gubici snage [kW]	Gubici energije [kWh]	Gubici snage [kW]
35/10 kV TS Pleternica	400	0,62	1,76	15.390	4,19

Proračun pokazuje značajno smanjenje gubitaka u trenucima srednje i maksimalne potrošnje, a povećanje gubitaka pri minimalnoj potrošnji.

### 35 kV DV Požega-II – Velika

Nakon optimiranja uklopnog stanja 35 kV mreže godišnji gubitci u 35 kV dalekovodu Požega-II – Velika iznose 68.687 kWh. U NEPLAN-u se simulira ugradnja STATCOM-a snage 400 kVAr na 10 kV sabirnice u trafostanici 35/10 kV Velika. Rezultati proračuna



prikazani su u tablici ispod (Tablica 8-12). Proračun pokazuje povećanje gubitaka nakon ugradnje STATCOM-a.

**Tablica 8-12 Utjecaj na gubitke ugradnjom STATCOM-a na 10 kV sabirnice u 35/10 kV Velika**

Mjesto ugradnje	Snaga STATCOM-a [kVAr]	Utjecaj na smanjenje/povećanje gubitaka			
		Minimalna potrošnja	Srednja potrošnja		Maksimalna potrošnja
		Gubici snage [kW]	Gubici snage [kW]	Gubici energije [kWh]	Gubici snage [kW]
35/10 kV TS Velika	400	1,07	2,13	18.633	3,02

Općenito gledano, ugradnja STATCOM-a djeluje različito na gubitke u mreži, ovisno o lokaciji ugradnje gubici se u manjoj mjeri povećavaju ili smanjuju. Pozitivan utjecaj na smanjenje gubitaka dobiven je u 10 kV dalekovodima Požega zapad (npr. ugradnja u TS Požega-13), Kaufland (TS Požega-3), Vilić Selo (TS Brestovac-1), Jakšić (TS Eminovci-3), Centar (TS Požega-48), PPK Kutjevo (TS Kutjevo-8) i 35 dalekovodu Požega-II – Brodsko Brdo (TS Pleternica). Zbirno gledano, ugradnjom 7 STATCOM uređaja u navedenim lokacijama, ukupni gubici snage u mreži pri srednjoj potrošnji smanjit će se za 5,01 kW odnosno na godišnjoj razini uštedjet će se energija od 48.853 kWh. U trenucima maksimalne potrošnje smanjenje gubitaka je još značajnije i iznosi 16,92 kW, a pri minimalnoj potrošnji gubici se povećavaju za 3,85 kW. Razlog povećanju gubitaka leži u tome što kod minimalne potrošnje STATCOM nastoji sniziti visoke napone te uzima jalovu snagu, odnosno ponaša se kao prigušnica i troši induktivnu snagu. Budući da je potrošnja kupaca također induktivnog karaktera, ponašanje STATCOM-a uzrokuje povećanje tokova snaga u mreži i povećanje gubitaka.

Ipak, čak i uz zanemarenje povećanja gubitaka pri niskoj potrošnji, bez potrebne sveobuhvatne ekonomske analize vidljivo je da ugradnja STATCOM-a nije isplativa u svrhu smanjenja gubitaka u mreži. Uzimajući u obzir visoku cijenu STATCOM-a, smanjenje gubitaka od nešto manje od 7.000 kWh godišnje po jednom uređaju nikako nije dovoljno za opravdati ulaganje.

## Zaključak

Smanjenje gubitaka električne energije jedan je od glavnih prioriteta HEP ODS-a. Pokazatelj je to ekonomičnosti i kvalitete poslovanja distribucijskog poduzeća. S ciljem smanjenja tehničkih gubitaka Elektre Požega prikupljeni su podaci o topologiji mreže, tipu i duljinama dalekovoda, transformatorima u mreži, potrošnji pojedinih 10/0,4 kV trafostanica i mjerenjima iz SCADA sustava. Koristeći navedeno kreiran je model u programskom okruženju NEPLAN, izračunati su gubici električne energije u 35 i 10 kV dalekovodima te 35/10 kV i 10/0,4 kV transformatorima. Također, predložene su mjere kako smanjiti gubitke u navedenim elementima. Predložena je promjena uklopnog stanja u 35 kV mreži, sugerira se promjena načina rada transformatora u dvije 35/10 kV trafostanice, dan je prijedlog za sedam izmjena uklopnog stanja u 10 kV mreži, a kreiran je i plan zamjene i nabavke novih 10/0,4 kV transformatora.

Navedenim mjerama postiže se značajna ušteda električne energije. Na godišnjoj razini optimiziranjem uklopnog stanja 35 kV mreže gubici električne energije Elektre Požega smanjiti će se za 325.784 kWh, optimizacijom rada 35/10 kV transformatora za 27.502 kWh, a optimizacijom uklopnog stanja 10 kV mreže za 88.204 kWh. To je ukupno godišnje smanjenje gubitaka od 441.490 kWh bez da je potrebno uložiti ikakva financijska sredstva. Uvrštavajući te rezultate u podatke o nabavi, prodaji i gubicima električne energije Elektre Požega u 2017. godini, navedenim zahvatima gubici bi se smanjili s 8,68% na 8,37%.

Zamjena 10/0,4 kV transformatora po trafostanicama pregledno je prikazana u Tablica 6-25 i predstavlja podlogu za stvaranje plana provedbe zamjene. Prioriteti su određeni prema opterećenju i starosti transformatora te uzevši u obzir cijenu novih transformatora. Troškovi nabave novih transformatora procijenjeni su na 7,35 milijuna kuna, a u konačnici donijet će godišnje uštede u smanjenju gubitaka od 717.143 kWh. Time bi se gubici električne energije u Elektri Požega smanjili na 7,91%. Nabava novih transformatora imat će pozitivne učinke i na poboljšanje rada i sigurnosti sustava te posljedično, zbog smanjenja gubitaka, i pozitivan utjecaj na očuvanje okoliša.

## Literatura

- [1] T.BARIČEVIĆ, S.ŽUTOBRADIĆ, *Tehnički gubici u distribucijskim mrežama*, Energetski institut Hrvoje Požar, rujan 1999, Zagreb
- [2] L.WAGMANN, S.ŽUTOBRADIĆ, E.MIHALEK, *Gubici električne energije i snage II.dio*, Energetski institut Hrvoje Požar, rujan 2000, Zagreb
- [3] T.BARIČEVIĆ, V.DUDJAK, D.VIDOVIĆ, M.SKOK, K.PERIĆ, *Stručna i znanstvena potpora u izradi metodologije za planiranje gubitaka električne energije i metodologije za izračun ostvarenja gubitaka te procjene tehničkih gubitaka i neovlašteno preuzete električne energije*, Energetski institut Hrvoje Požar, srpanj 2016, Zagreb
- [4] M.SKOK, D.MILETA, T.BARIČEVIĆ, *Studija razvoja SN mreže za razdoblje narednih 20 godina za distribucijsko područje Elektra Požega*, Energetski institut Hrvoje Požar, siječanj 2011, Zagreb
- [5] HEP ODS, *Godišnja izvješća 2009 - 2014*, HEP Operator distribucijskog sustava d.o.o.,2009 - 2014, Zagreb
- [6] *Mrežna pravila elektroenergetskog sustava*, NN 36/06, 2006
- [7] S.HUTTER, *Praćenje opterećenja distribucijskih transformatora*, Osmo savjetovanje CIGRA-e, svibanj 2010, Umag
- [8] *Zakon o tržištu električne energije*, Narodne novine 22/13, 102/15, 2015
- [9] F.MIKULIĆ, *Analiza gubitaka u visokonaponskoj prijenosnoj mreži*, FERIT Osijek, 2016, Osijek
- [10] K.TRUPINIĆ, *Mjere za smanjenje gubitaka u distribucijskoj mreži*, FER Zagreb, 2005, Zagreb
- [11] K.D.E.KERROUCHE, Study, analysis and simulation of a static compensator D-STATCOM for distribution systems of electric power, Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies, Srpanj 2014
- [12] M.T.HAGH, K.ZARE, *Determination of the performance of the distribution static compensator (DSTATCOM) in distribution network*, Siječanj 2013
- [13] M.RENIĆ, *Sustave učinkovite elektronike za kompenzaciju jalove snage*, FER ZAGREB, lipanj 2016, Zagreb
- [14] F.Z.MESSAOUD, H.TEDJINI, *Power loss reduction in power system using optimal location of STATCOM*, travanj 2019
- [15] D.JANUŠIĆ, *Određivanje karakteristika FACTS uređaja s aspekta stabilnosti sustava*, FERIT Osijek, 2016, Osijek
- [16] H.SHAYANFAR, M. FOTUHI-FIRUZBAD, *Modeling of D-STATCOM in distribution systems load flow*, Journal of Zhejiang University - Science A: Applied Physics & Engineering, Listopad 2007