

ANALIZA PERSPEKTIVNOG DUGOROČNOG RAZVOJA ELEKTRIČNE MREŽE NAPONSKOG NIVOVA 10 KV NA PODRUČJU OGRANKA PROKUPLJE

I. Belić, Elektrotehnički institut "Nikola Tesla", Srbija

N. Šušnica, Elektrotehnički institut "Nikola Tesla", Srbija

S. Minić, Elektrotehnički institut "Nikola Tesla", Srbija

N. Georgijević, Elektrotehnički institut "Nikola Tesla", Srbija

1. UVOD

Cilj ovog rada je da se prikažu osnovni rezultati istraživanja u okviru "Studije perspektivnog dugoročnog razvoja električne mreže naponskog nivoa 10 kV na području ogranka Prokuplje". Kao osnova za analize u okviru studije poslužila je detaljna sistematizacija raspoloživih podataka o potrošnji i mreži, koja je opisana na početku rada. Analizom postojećeg stanja došlo se do detaljnog uvida u nivo opterećenja svih elemenata mreže u režimu rada sa maksimalnim opterećenjima, čime su se uočile i slabe tačke u mreži kako s aspekta prekomernog opterećenja, tako i s aspekta loših naponskih prilika. Rezultati analiza i predložene mere za poboljšanje rada mreže prikazani su u nastavku rada. Formirane su dve varijante prognoze potrošnje električne energije, odnosno snage, niža i viša varijanta. Kratak opis metodologije i konačni zbirni rezultati prognoze su prikazani u posebnoj poglavlju rada. Karakteristike budućih rešenja mreže 10-110 kV, baziranih na prethodno opisanim podlogama, sa osvrtom na dinamiku njihove realizacije, predmet su nešto detaljnijeg prikaza u radu. Formirane detaljne podloge za analize su omogućile da se u standardno sagledavanje perspektivnog razvoja distributivne mreže obuhvati i pojava distribuiranih izvora energije: solarne i elektrane na biomasu. Sagledan je njihov uticaj na funkcionisanje distributivne mreže.

2. FORMIRANJE PODLOGA ZA PROGNOZU, ANALIZU I PLANIRANJE DISTRIBUTIVNE MREŽE NA PODRUČJU ED PROKUPLJE

Da bi se dostiglo kvalitetno i ekonomično funkcionisanje elektrodistributivne mreže neophodne su stalne analize njenog prethodnog rada ali i planiranje njenog daljeg razvoja. Kao osnova za analize u okviru "Studije perspektivnog dugoročnog razvoja električne mreže naponskog nivoa 10 kV na području ogranka Prokuplje" [1] poslužila je detaljna sistematizacija raspoloživih podataka o potrošnji i mreži. Sistematizacija podloga predočena je u nekoliko celina: podaci o utrošenoj električnoj energiji i njenoj prostornoj raspodeli, podaci o električnoj mreži, koji pored tehničkih parametara uključuju i preciznu prostornu raspodelu elemenata i fizičko stanje, merenja struja, napona i snaga na različitim naponskim nivoima. Pored pomenutih grupa podataka koje su sadržane u informacionim sistemima distributivnih preduzeća sagledani su i podaci koji to nisu, a bitni su za planiranje razvoja distributivnih

mreža: demografski i podaci o planovima privrednog razvoja. Da bi se za potrebe analize stanja distributivne mreže modelovala opterećenja po TS X/0.4 kV i mernim mestima 10 i 35 kV, potrebno je doći do podatka o ukupnoj energiji protekloj kroz datu TS X/0.4 kV, odnosno merno mesto, za podrazumevani period. Prethodno je za sve kupce izvršena provera podatka o napojnoj TS X/0.4 kV i provera pripadnosti popisnom naselju. Svi kupci su, dakle, šifrirani prema TS X/0.4 kV sa koje se napajaju što bi omogućilo da se ima precizan uvid u geografsku raspodelu kupaca i njihove potrošnje, a srazmerno tome i protekle energije i opterećenja TS X/0.4 kV. Kada je reč o kvalitetnom modelovanju mreže, što je polazna osnova za analize koje je potrebno sprovesti, od izuzetne su važnosti podloge sa kojima se raspolaže. Podaci o mreži dobijeni su snimanjem mreže pomoću GPS uređaja. Bilo je potrebno snimiti sve ugaone stubove (mesta promene pravca voda), mesta grananja vodova, mesta drugih diskontinuiteta na vodu (npr. promena preseka, ili čak i promena tipa vodova). Snimljene su i lokacije svih TS X/0.4 kV, TS 35/X kV i TS 110/X kV. Po snimanju, neke od elemenata bilo je moguće identifikovati na digitalizovanim podlogama (sve TS, stubove 35 kV i 110 kV), što je smanjilo grešku koju čini GPS uređaj.

3. PROGNOZA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE NA PODRUČJU ED PROKUPLJE

U narednom poglavlju ovog rada biće ukratko izložena metodologija koja je korišćena u izradi prognoze potrošnje električne energije, kao i neke specifičnosti u obradi podataka koje su bile neophodne kako bi se metodologija prilagodila podacima s kojima se raspolagalo. Potrebno je naglasiti da su formirane dve varijante prognoze potrošnje električne energije, odnosno snage, niža i viša varijanta. Konačni rezultati prognoze su prognozirana opterećenja raspoređena po postojećim TS 10/0.4 kV, mernim mestima 10 i 35 kV na području ED Prokuplje, po svim presečnim etapama perspektivnog perioda. Da bi se formirala njena dobra prostorna raspodela, prognoza potrošnje električne energije se sprovodi po pojedinim kategorijama kupaca. Izdvojene su sledeće kategorije: "domaćinstva", "ostala potrošnja", "javna rasveta" i "velepotrošači".

Prognoza potrošnje električne energije za kategoriju "domaćinstva". Krajnji rezultat prognoze potrošnje električne energije u kategoriji "domaćinstva" je potrošnja električne energije u ovoj kategoriji po svakoj od TS 10/0.4 kV u svakoj od definisanih presečnih godina. Model za prognozu potrošnje je detaljnije izložen u [7]. Polazna osnova za prognozu broja stanovnika su popisni podaci iz 1991. i 2002. godine. Preliminarna prognoza porasta broja stanovnika bazirana je na proračunatom trendu rasta proizišlog iz popisnih podataka u periodu 1991-2002. godine. Imajući u vidu značajnu vremensku distancu u odnosu na poslednji popis analizirani su podaci o vitalnim događajima (prirodni priraštaj, migracija stanovništva) u Saopštenju Republičkog zavoda za statistiku u periodu 2003-2009. godine i na osnovu njih izvršena korekcija trenda porasta broja stanovnika, u najvećoj meri za gradska područja (TABELA 1).

TABELA 1 - Pregled promene broja stanovnika za periode 2009/2003 i 2002/1991. po opštinama u okviru Topličkog okruga i za Merošinu (poslednja kolona pokazuje odnos prosečnih godišnjih stopa pada broja stanovnika za dva analizirana perioda)

	Popisni podaci		P _{2002/1991} (%)	Broj stanovnika iz Saopštenja Republičkog zavoda za statistiku							P _{2009/2003} (%)	P _{2009/2003} / P _{2002/1991}
	1991	2002		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009		
Blace	15 209	13 759	-0.91	13 527	13 336	13 185	12 995	12 780	12 564	12 386	-1.46	1.61
Žitorada	19 223	18 207	-0.49	18 082	17 887	17 720	17 647	17 597	17 486	17 403	-0.64	1.29
Kuršumlja	23 368	21 608	-0.71	21 376	21 036	20 730	20 361	19 930	19 452	19 056	-1.90	2.67
Prokuplje	51 808	48 501	-0.60	48 371	47 995	47 653	47 227	46 729	46 201	45 725	-0.93	1.56
Toplički okrug	109 608	102 075	-0.65	101 356	100 254	99 288	99 230	97 036	95 703	94 570	-1.15	1.78
Merošina	15 865	14 812	-0.62	14 714	14 572	14 442	14 244	14 042	13 872	13 731	-1.15	1.84

P_{2002/1991} - procenat godišnjeg porasta broja stanovnika na osnovu podataka iz Popisa
P_{2009/2003} - procenat godišnjeg porasta broja stanovnika na osnovu podataka Republičkog zavoda za statistiku

Kao što se uvidom u tabelu uočava, primetno je ubrzanje trenda pada broja stanovnika kao posledica značajnih migracija stanovništva iz pet analiziranih opština u prethodnih nekoliko godina. Na osnovu popisnih podataka, uz određene korekcije, prognozirani su broj stanovnika po naseljima za definisane presečne godine i broj članova domaćinstva, a zatim proračunati broj domaćinstava po presečnim godinama kao količnik broja stanovnika i broja članova po domaćinstvu za datu presečnu godinu. Porast potrošnje električne energije domaćinstava iznosi 14.66% u narednih dvadeset godina

(prosečno godišnje 0.69%) u nižoj varijanti prognoze, odnosno 25.24% u višoj varijanti prognoze (prosečno godišnje 1.13%). Podsećanja radi porast potrošnje u prethodnih osam godina iznosio je 1.24% prosečno godišnje.

Prognoza potrošnje električne energije za deo kupaca iz kategorije "ostala potrošnja". Za kupce iz ove kategorije potrošnje koji pripadaju naselju za koje je ukupna energija potrošača iz kategorije "domaćinstva" u posmatranoj prosečnoj godini veća od 2 000 000 kWh usvojen je fiksni procenat rasta električne energije na godišnjem nivou od 3% u nižoj varijanti prognoze, odnosno 5% u višoj varijanti prognoze. Za ostale kupce iz navedenih kategorija analiziran je odnos njihove energije i energije kupaca iz kategorije "domaćinstva" po popisnom naselju. Analizirajući korelaciju električne energije između ove dve kategorije kupaca u prethodnim godinama po naseljima ustanovljen je najbrži porast potrošnje električne energije kod kupaca koji pripadaju naselju u kojima je energija ostale potrošnje najmanja u odnosu na energiju kupaca iz kategorije "domaćinstva". Analizirana su tri slučaja u zavisnosti od odnosa energije razmatrane virmanske potrošnje i energije domaćinstava (w): $w \geq 10\%$, $5\% \leq w < 10\%$ i $w < 5\%$ i usvojeni procenti rasta električne energije od 2.5%, 5%, 7.5% respektivno u nižoj varijanti prognoze, odnosno, 5%, 10%, 15% respektivno u višoj varijanti prognoze. Na opisani način prognozirana potrošnja iz razmatranih kategorija virmanskih kupaca je i geografski raspoređena. Prognoza obuhvata i pojavu potrošnje u ovoj kategoriji u naseljima u kojima je do sada nije bilo. Usvojen je princip po kome će u naselju u kojem ne postoje potrošači iz razmatrane kategorije, a energija kupaca iz kategorije "domaćinstva" je veća od 100 000 kWh/god, doći do pojave virmanskih kupaca čija prognozirana potrošnja će biti raspoređena po TS 10/0.4 kV koje napajaju kupce iz kategorije "domaćinstva". Utvrđeno je da su to 14 naselja, a redosled pojave novih kupaca određen je visinom potrošnje energije domaćinstava u naseljima bez ostale potrošnje, pretpostavljajući verovatnoću skorijeg pojavljivanja u naseljima sa višom energijom domaćinstava. Računato je da će se na svakoj TS 10/0.4 kV koja napaja potrošače u tom naselju pojaviti novi virmanski kupci sa energijom koja je jednaka 1% energije domaćinstava kojom posmatrana TS 10/0.4 kV napaja potrošače iz kategorije "domaćinstva" iz tog naselja.

Usvojeni procenti porasta znače da će se potrošnja električne energije pomenutih virmanskih kupaca do kraja perspektivnog perioda povećati 45.54% (oko 3.1% godišnje) u nižoj varijanti prognoze, odnosno 64.33% u višoj varijanti prognoze (oko 5.3% godišnje), što u stvari predstavlja deo rezerve za pojavu novih kupaca u ovoj kategoriji. U prethodnom periodu je ostvaren prosečan godišnji porast potrošnje ovih potrošača od 4.90%, pa prognozirani procenti u nižoj i višoj varijanti prognoze formiraju interval u čijem se rasponu nalazi ostvareni procenat porasta u prethodnom periodu.

Prognoza potrošnje električne energije za kategoriju "javno osvetljenje". Potrošnja iz kategorije "javno osvetljenje" je prognozirana sa fiksnim godišnjim procentom porasta, a usvojene su vrednosti godišnjeg porasta 2% u nižoj varijanti prognoze i 4% u višoj varijanti prognoze i sprovedena po naseljima. Na taj način bilo je moguće obuhvatiti pojavu potrošnje u ovoj kategoriji u naseljima u kojima do sada nije bilo, a ne predimenzionisati potrošnju u naseljima gde već postoji javna rasveta. Usvojen je princip po kome u svim naseljima u kojima ne postoje potrošači iz kategorije "javno osvetljenje" pridruženi napojnim TS 10/0.4 kV koje napajaju potrošače iz tih naselja, doći će do uvođenja javne rasvete. Utvrđeno je da je to 152 naselja, sa ukupno 10169 potrošača iz kategorije "domaćinstva", od ukupno 250 naselja dela Topličkog okruga i dela Merošine. Redosled uvođenja javne rasvete određen je visinom specifične potrošnje energije u naseljima bez javne rasvete, pretpostavljajući veću verovatnoću skorijeg uvođenja javnog osvetljenja u naselja sa višom specifičnom potrošnjom energije domaćinstava. Takođe, usvojeno je da će se ovaj "poduhvat osvetljavanja" realizovati zaključno sa poslednjom godinom perspektivnog perioda, tj. 2030. godinom u nižoj varijanti prognoze, odnosno zaključno sa 2018. godinom u višoj varijanti prognoze. Osvetljavanje će se sprovesti sa prilično ravnomernom raspodelom po godinama koja podrazumeva da će se u naselja bez javne rasvete, uvoditi javna rasveta, po navedenom kriterijumu specifične potrošnje, u iznosu od 180 kWh godišnje potrošnje po domaćinstvu. Ovako prognozirana potrošnja raspoređena je po TS 10/0.4 kV u naseljima bez javne rasvete srazmerno potrošnji domaćinstava na tim TS 10/0.4 kV. Vrednost od 180 kWh dobijena je tako što je ukupna energija kupaca iz kategorije "javno osvetljenje" iz naselja koja su već osvetljena svedena na energiju pomenute kategorije po domaćinstvu i pretpostavljeno da će se ova vrednost specifične energije zadržati i u perspektivnom periodu. Usvojeni procenti porasta znače da će se iznosi ove energije do kraja perspektivnog perioda povećati 47.7% (oko 3.3% godišnje) u nižoj varijanti prognoze, odnosno 64.88% u višoj varijanti prognoze (oko 5.4% godišnje).

Prognoza potrošnje električne energije za deo kupaca iz kategorije "velepotrošači" koji su pojedinačno prognozirani. Posebno su tretirani kupci električne energije iz nekoliko grupa potrošnje ("potrošnja na srednjem naponu", "potrošnja na niskom naponu" i "široka potrošnja") koji su izdvojeni na bazi godišnje vršne snage (iznad 50 kW) ili utrošene električne energije na nivou godine (imaju potrošnju veću od 100 000 kWh godišnje). Ideja je bila da se svi veći kupci pojedinačno anketiraju i zatim prognoziraju. Svi izdvojeni kupci su pojedinačno tretirani i prognozirani. Potrebno je naglasiti da će kod kupaca iz ove kategorije potrošnje koji nemaju kompenzaciju reaktivne snage a planiraju da je uvedu, prema usvojenoj metodi prognoze to će biti realizovano u 2012. godini u nižoj varijanti prognoze, odnosno u 2018. godini u višoj varijanti prognoze.

Sa gledišta snage na nivou TS 110/X kV prognozirani je porast prosečno oko 3.2% godišnje u nižoj varijanti prognoze. U višoj varijanti prognoze, prognozirani je porast prosečno oko 5.28% godišnje. Podsećanja radi u prethodnom periodu 2003-2010. godina zabeležen je pad prodate električne energije kupcima iz ove kategorije za 30.52% (presečno godišnje 5.07%). Treba napomenuti da se ovo smanjenje pre svega odnosi na smanjenu potrošnju električne energije kompanija "Messer" i "Šik-Kopaonik". Ako se od ukupne energije kupaca iz ove kategorije izuzme energija pomenutih kompanija dobija se da preostala prodata energija raste u prethodnom periodu prosečno godišnje 5.66%.

Prognoza ukupnih potreba za električnom energijom. Prognoza ukupnih potreba za električnom energijom po TS 10/0.4 kV predstavlja zbir prognoza za pojedine kategorije kupaca, po TS 10/0.4 kV. Reaktivno opterećenje je izračunato na osnovu aktivnog opterećenja i usvojenog faktora snage za kupce iz kategorija "domaćinstva", "javna rasveta" i preostalog dela kategorije "ostala potrošnja" kod kojih ne postoji merenje preuzete reaktivne energije. Reaktivno opterećenje za kupce iz kategorije "ostala potrošnja" koji su prognozirani sa fiksnom stopom porasta i kod kojih postoji merenje preuzete reaktivne energije je računato na osnovu njihovog prosečnog faktora snage (na nivou godine) i njihovog aktivnog opterećenja. Za kupce iz koji su izdvojeni na osnovu karakteristika potrošnje (maksimalna aktivna snaga iznad 50 kW i/ili godišnja utrošena električna energija iznad 100 000 kWh) je, za svakog kupca pojedinačno, direktno prognozirano i reaktivno opterećenje, odnosno, vrednost faktora snage - reaktivna energija računata je na osnovu proračunate aktivne energije i prognozirane vrednosti faktora snage.

Konačan rezultat prognoze potrošnje je da se na nivou transformacije 110/X kV očekuje porast opterećenja od oko 40.74% u narednih dvadeset godina (prosečno godišnje 1.37%), kada je u pitanju niža varijanta prognoze, odnosno oko 76.74% kada je u pitanju viša varijanta prognoze (prosečno godišnje 2.53%). Inače u proteklom periodu zabeležen je pad prodate električne energije za 0.24% (prosečno godišnje 0.03%). Ako se od ukupne prodate električne energije izuzme prodaja kompanijama "Messer" i "Šik-Kopaonik" značajno je naglasiti da je u istom periodu 2003-2010. godina prisutan porast prodate električne energije prosečno godišnje 2.32%.

4. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA I PREDLOŽENE MERE ZA POBOLJŠANJE RADA MREŽE

Prilikom analize postojećeg stanja došlo se do detaljnog uvida u nivo opterećenja svih elemenata mreže u režimu rada sa maksimalnim opterećenjima, čime su se uočile i slabe tačke u mreži kako s aspekta prekomernog opterećenja, tako i s aspekta loših naponskih prilika. Što se tiče mreže naponskog nivoa 35 kV, naponske prilike su sasvim zadovoljavajuće, odnosno ne postoje odstupanja koja su ispod (iznad) minimalnih (maksimalnih) vrednosti propisanih u [3]. Ne postoji ni jedan 35 kV vod čije je opterećenje veće od nominalnog, dok se na nivou transformacije 35/10 kV preopterećenje javlja kod transformatora u TS 35/10 kV Merošina, Blace 2 i Kosanička Rača. Mnogo lošija situacija je u mreži 10 kV gde je uočeno ukupno 16 izvoda na kojima napon pada ispod minimalno dozvoljene vrednosti koja iznosi 9.5 kV [3], dok je na 12 izvoda procenat gubitaka snage veći ili jednak 3%. Stanje u 10 kV mreži se delimično može popraviti izborom optimalnog uklopnog stanja kao i optimalnog prenosnog odnosa transformatora u trafostanicama 35/10 kV, dok su za kompletno saniranje mreže neophodne znatne investicije. Sa druge strane, sigurnost napajanja u 10 kV gradskoj kablovskoj mreži je na visokom nivou, dok sigurnost napajanja u 35 kV mreži nije zadovoljena u većem broju slučajeva ispada transformatora u trafostanicama 35/10 kV, kao i u slučaju ispada sledećih 35 kV vodova:

- 35 kV vod: TS 110/35 kV Prokuplje - TS 35/10 kV Žitorađa
- 35 kV vod: TS 110/35 kV Prokuplje - TS 35/10 kV Mala Plana
- 35 kV vod: TS 110/35 kV Kuršumljija (čvor 12) - TS 35/10 kV Selova
- 35 kV vod: TS 110/35 kV Kuršumljija - TS 35/10 kV Kosanička Rača

Da bi se zadovoljila sigurnost napajanja takođe su neophodne investicije i to u većem obimu.

5. PLANIRANJE MREŽE DO KRAJA 2030. GODINE I KARAKTERISTIKE BUDUĆIH REŠENJA MREŽE OD 10-110 KV

Razvoj mreže ED Prokuplje za višu varijantu prognoze. Za modelovana opterećenja koja su rezultat formirane više varijante prognoze opterećenja, imajući u vidu podatke o postojećem stanju mreže na području ED Prokuplje i vodeći računa da usvojeni kriterijumi za planiranje budu ispunjeni, formirana su tri varijantna rešenja. Suština osnovne varijante razvoja mreže ED Prokuplje je u tome da u periodu do 2030. godine nema potrebe za izgradnjom novih TS 110/X kV na području ED Prokuplje (izuzev TS 110/35(/10) kV Doljevac), pri čemu je u TS 110/35 kV Kuršumljija potrebna ugradnja još jednog transformatora 110/35 kV snage 31.5 MVA. Ukoliko bi raspodela opterećenja po trafostanicama TS 35/10 kV na konzumu TS 110/35 kV Niš 1 bila drugačija, a samim tim i nivo opterećenja ove TS viši, tako da nije moguće rezervirati ispad jednog transformatora u TS 110/35 kV Prokuplje onda se već može početi razmišljati o izgradnji nove TS 110/35 kV na području Prokuplja, gde bi 2030. godina bila okvirna godina za realizaciju ove investicije. Ulazak u pogon nove TS 110/35(/10) kV Doljevac, u određenoj meri odložen u odnosu na planove JP EMS [4], planiran je za etapu razvoja do kraja 2013. godine. Razmatrane su tri varijacije osnovne varijante razvoja mreže, pri čemu su prva i druga posledica varijacija izbora različitog tipa transformacije u novoj TS 110/X kV Prokuplje: varijanta 1 sa ugrađenim transformatorom 110/35 kV snage 31.5 MVA, varijanta 2 sa ugrađenim tronamotajnim transformatorom 110/35/10 kV snage 31.5/31.5/10.5 MVA, i varijanta 3 sa novim dvostrukim 110 kV vodom između TS 110/35 kV Niš 1 i TS 110/35 kV Prokuplje. S gledišta sigurnosti prenosne mreže 110 kV, neophodna je izgradnja 110 kV voda između nove TS 110/35(/10) kV Doljevac i TS 110/35/10 kV Prokuplje. Računato sa ulaskom u pogon ovog voda u etapi razvoja do kraja 2014. godine, u svim varijantama razvoja. Kada je u pitanju 35 kV mreža, investicije se uglavnom odnose na rekonstrukciju postojećih veza, zbog dotrajalosti, ali je neophodno naglasiti da se na većini pravaca računa i sa povećanjem preseka, kako bi se obezbedio ekonomičniji prenos snage, ali i zbog potrebe da se prilikom rešavanja havarijskih situacija obezbede propisane naponske prilike. U svim varijantama razvoja mreže planirana je izgradnja nove TS 35/10 kV Prolom Banja (2×2.5 MVA u poslednjoj etapi razvoja do kraja 2030. godine), kao i nove TS 35/10 kV Feldspat na gradskom području Prokuplja koja je u toku izrade studije već bila u završnoj fazi izgradnje (2×4 MVA u poslednjoj etapi razvoja do kraja 2030. godine). Stanje u transformaciji 110/X kV, što se tiče instalisanih kapaciteta, je sledeće:

- TS 110/35 kV Prokuplje završava perspektivni period sa 2×31.5 MVA sa nivoom opterećenja transformatora oko 80% nominalne snage u varijanti bez nove TS 110/X i oko 45% u varijantama sa novom TS 110/X Prokuplje 2.
- TS 110/X kV Kuršumljija treba da dočeka kraj perspektivnog perioda sa instalisanih 2×31.5 MVA i to poluopterećena.
- Nova TS 110/35(/10) kV Doljevac kraj perspektivnog period završava sa jednim transformatorom snage 31.5 MVA i opterećenjem oko 85%, a treba da prihvati napajanje TS 35/10 kV Žitorađa (ED Prokuplje) i Klisura (ED Niš).

Sa aspekta promene stanja instalisanih kapaciteta u transformaciji 35/10 kV do kraja perspektivnog perioda predlaže se, najpre, izgradnja TS 35/10 kV Prolom Banja. Planirano je da izgradnja pomenute TS bude fazna. Najpre bi u etapi razvoja mreže do kraja 2013. godine bio izgrađen 35 kV vod od TS 35/10 kV Kuršumljija 2 do TS 10/0.4 kV Prolom Banja Hotel koji bi obezbedio delimičnu rezervu u havarijskim situacijama u ovom delu mreže, a potom u 2014. godini puštena u pogon nova TS 35/10 kV Prolom Banja sa dva nova 10 kV izvoda Prolom Banja Hotel i Prolom Banja 1. Nova TS 35/10 kV Prolom Banja perspektivni period završava sa instalisanih 2×2.5 MVA. Pored pomenute TS 35/10 kV planirano je puštanje u pogon još jedne TS 35/10 kV Feldspat koja je u toku izrade studije već bila u završnoj fazi izgradnje, a kraj perspektivnog perioda završava sa 2×4 MVA i tri nova 10 kV izvoda Feldspat, Naš Dom i AMS Prokuplje. Instalirani kapaciteti u ostalim TS 35/10 kV treba da budu:

- Postojeći instalirani kapacitet zadržava se samo u: TS 35/10 kV Selova (1×2.5 MVA), Beloljin (1×4 MVA) i Tehnogas (1×8 MVA).
- Sa instaliranih 2×8 MVA kraj perspektivnog perioda treba da dočekaju i TS 35/10 kV Prokuplje 1, Prokuplje 2, Prokuplje 4, Žitorađa, Merošina, Mala Plana i Kuršumljija 1.
- Sa instaliranih 2×4 MVA kraj perspektivnog perioda treba da dočekaju TS 35/10 kV Blace 1, Blace 2 i Kuršumljija 2.

- Sa instalisanih 2×2.5 MVA kraj perspektivnog perioda treba da dočeka TS 35/10 kV Kosanička Rača.

Razvoj mreže ED Prokuplje za nižu varijantu prognoze: niža prognozirana opterećenja donela su neke izmene u razvoju mreže ED Prokuplje u odnosu na višu varijantu prognoze, ali najveći broj predloženih rešenja ostaje isti kao i u višoj varijanti. Osnovne razlike su sledeće:

1. Na području ED Prokuplje, do kraja perspektivnog perioda razvoja mreže, zbog smanjenog nivoa opterećenja u nižoj varijanti, nije potrebna izgradnja nove TS 110/X kV na širem gradskom području Prokuplja, odnosno ne razmatraju se varijante sa izgradnjom nove TS 110/35(/10) kV Prokuplje 2.
2. Takođe nije ni razmatrana varijanta sa izgradnjom novog dvostrukog 110 kV voda TS 110/35 kV Niš 1 - TS 110/35 kV Prokuplje umesto 110 kV voda TS 110/35 kV Doljevac - TS 110/35 kV Prokuplje, jer se pokazalo da između ove dve varijante razvoja (sa opterećenjima iz više varijante prognoze) nema značajnih razlika, kako u pogledu iznosa novčanih sredstava koji su potrebni za realizaciju, tako i s aspekta sigurnosti.
3. Nabavka novog transformatora 35/10 kV snage 4 MVA u TS 35/10 kV Blace 2 nije neophodna u etapi razvoja do kraja 2018. godine, odnosno može se odložiti za poslednju etapu u nižoj varijanti razvoja mreže, odnosno etapu do kraja 2030. godine.
4. Takođe, zbog manjeg nivoa prognoziranog opterećenja, može se odložiti nabavka drugog transformatora 35/10 kV snage 8 MVA u TS 35/10 kV Kuršumlja 1 za etapu do kraja 2022. godine, dok je u višoj varijanti to potrebno uraditi u etapi razvoja do kraja 2018. godine.
5. U nižoj varijanti nije potrebno formiranje novog 35 kV kablovskog izvoda iz TS 110/35 kV Kuršumlja do TS 35/10 kV Kuršumlja 2 jer je sigurnost napajanja zadovoljena i bez ove investicije.
6. Prilikom rekonstrukcije 35 kV voda od račvanja za TS 35/10 kV Selova do TS 35/10 kV Blace 1 u etapi razvoja do kraja 2030. godine, ekonomski je isplativije u nižoj varijanti koristiti presek Alč 70 mm², dok je u višoj varijanti optimalno korišćenje preseka Alč 95 mm².
7. Što se tiče instalisanih kapaciteta u transformaciji u transformaciji 35/10 kV do kraja perspektivnog perioda jedine dve razlike u odnosu na višu varijantu odnose se na TS 35/10 kV Kosanička Rača i TS 35/10 kV Prolom Banja:
 - TS 35/10 kV Prolom Banja završava perspektivni period sa 1×2.5 MVA instalisanih kapaciteta
 - TS 35/10 kV Kosanička Rača takođe treba da dočeka kraj perspektivnog perioda sa dovoljnih 1×2.5 MVA instalisanih kapaciteta.

6. UTICAJ DISTRIBUIRANE PROIZVODNJE NA STANJE U MREŽI ED PROKUPLJE PO ETAPAMA RAZVOJA DO KRAJA PERSPEKTIVNOG PERIODA

Analiza uticaja distribuirane proizvodnje električne energije na naponske prilike u mreži ED Prokuplje izvršena je za dva značajnija distribuirana izvora električne energije, čiji se ulazak u pogon očekuje: solarnu elektranu "Merdare" i gasnu elektranu "Lazar". Analiza uticaja priključenja solarne elektrane "Merdare" na promene napona i analiza ostalih efekata koje priključenje ove elektrane prouzrokuje bazirana je na podacima za snagu elektrane (1.9 MW) i njenu lokaciju (u blizini tačke priključenja ogranka za TS 10/0.4 kV Merdare žandarmerija na izvod Merdare iz TS 35/10 kV Kosanička Rača). Za ME je obično karakteristična udaljenost od centara potrošnje, što je slučaj i kod analizirane solarne elektrane. U najvećem broju slučajeva, ukupna instalisana snaga ME prevazilazi potrebe okolnog konzuma u delu mreže na koju je priključena, pa se menja smer toka snage po vodovima 10 i 35 kV. Kao posledica toga, injektiranje aktivne i reaktivne snage povećava napon u delu mreže bliskom tački priključenja ME. Takav slučaj je i kod razmatrane solarne elektrane, tako da skoro pri svakom angažovanju, elektrana plasira snagu do napojne TS 35/10 kV, a pri maksimalnom angažovanju, često i do napojne TS 110/35 kV Kuršumlja.

Sa stanovišta porasta napona u mreži, najkritičniji slučaj je paralelan rad maksimalno angažovane ME pri minimalnom opterećenju mreže (~30% snage vršnog opterećenja). Suprotno tome, minimalni naponi se javljaju pri maksimalnom opterećenju mreže kada je razmatrana ME van pogona. U oba slučaja, naponi u mreži moraju biti u okviru propisanih granica. Treba napomenuti da je analiza

sprovedena sa usvojenim faktorom snage $\cos\phi = 0.95$ pri čemu bi trebalo da elektrana radi u režimu preuzimanja reaktivne energije. Pregled napona u karakterističnim tačkama za karakteristične režime, pri priključenoj solarnoj elektrani "Merdare" po etapama razvoja mreže za višu i nižu varijantu prognoze, može se videti u tabeli 2 i tabeli 3. Referentna vrednost napona u TS 110/35 kV Kuršumljija je u analiziranim stanjima u ovoj TS oko 36 kV (odnosno, kreće se oko 35.5 kV). Više referentne vrednosti napona bi uslovile napon iznad 10.7 kV na mestu priključenja SE u nekim stanjima. Kao što se iz priloženih tabela vidi, solarna elektrana "Merdare" svojim maksimalnim angažovanjem doprinosi povećanju napona na mestu priključenja za 4-5%, zavisno od nivoa opterećenja i izgrađenosti mreže. Uticaj solarne elektrane "Merdare" na gubitke u mreži naponskog nivoa 10-35 kV, u karakterističnim režimima, po etapama razvoja u višoj i nižoj varijanti prognoze je takav da priključenje SE utiče na povećanje gubitaka u mreži 10-35 kV za oko 150-200 kW u svim etapama razvoja, zavisno od nivoa opterećenja (maksimalan, ili minimalan režim), kako u višoj tako i u nižoj varijanti prognoze.

Analiza uticaja priključenja na promene napona izvršena je i za gasnu elektranu "Lazar" i bazirana je na podacima za snagu elektrane (1 MW) i njenu lokaciju (u neposrednoj blizini TS 10/0.4 kV Gornja Draguša 1 na izvod Međuhana iz TS 35/10 kV Blace 2). Računato je da će nova gasna elektrana injektirati reaktivnu energiju sa usvojenim faktorom snage 0.98 i na nju treba računati tokom cele godine i do kraja perspektivnog perioda. Pregled napona u karakterističnim tačkama za karakteristične režime, pri priključenoj gasnoj elektrani "Lazar" po etapama razvoja mreže za višu i nižu varijantu prognoze, može se videti u tabeli 4 i tabeli 5. Treba istaći da u minimalnom režimu mreže i pri maksimalnom angažovanju gasne elektrane u etapama razvoja mreže 2012, 2013, i 2014. godine napon na mestu priključenja gasne elektrane prelazi vrednost 10.7 kV pri usvojenoj referentnoj vrednosti napona u TS 110/35 kV Prokuplje u višoj varijanti prognoze i svim etapama u nižoj varijanti prognoze. U tom slučaju potrebno je da vrednost injektirane reaktivne snage u tački priključenja gasne elektrane bude što manja, odnosno da vrednost faktora snage bude što bliža maksimalnoj vrednosti $\cos\phi = 1$. Referentna vrednost napona u TS 110/35 kV Prokuplje je u analiziranim stanjima oko 36.5 kV. Kao što se iz tabela može videti, i ova elektrana svojim maksimalnim angažovanjem doprinosi povećanju napona na mestu priključenja za 4-5%, zavisno od nivoa opterećenja i nivoa razvijenosti mreže. Uticaj gasne elektrane "Lazar" na gubitke u mreži naponskog nivoa 10-35 kV, u karakterističnim režimima, po etapama razvoja u višoj i nižoj varijanti prognoze je takav da priključenje GE ne utiče značajnije na promenu gubitaka u mreži naponskog nivoa 10-35 kV pri minimalnim opterećenjima u mreži, a doprinosi smanjenju gubitaka pri maksimalnim opterećenjima za oko 150 kW.

Izvršene analize pokazuju da obe elektrane za prethodno definisane i opisane uslove priključenja nemaju značajniji negativan uticaj na naponske prilike. Kod obe elektrane kritični su minimalni režimi sa maksimalnim angažovanjem, koji, za relativno visoke referentne napone u napojnim TS 110/35 kV, dovode relativno visokih napona na mestima priključenja u mreži 10 kV (u početnim etapama, ukoliko napon na pragu distributivne mreže prelazi 36 kV ove vrednosti su iznad planski dozvoljene vrednosti 10.7 kV).

TABELA 2 - Naponske prilike po etapama razvoja u višoj varijanti prognoze u TS 110/35 kV Kuršumljia, TS 35/10 kV Kosanička Rača i tački priključenja SE Merdare na 10 kV mrežu za različita stanja u mreži i različit nivo angažovanja SE Merdare

Minimalan režim sa maksimalnim angažovanjem SE	Naponi u višoj varijanti prognoze (kV)						
	2012	2013	2014	2015	2018	2022	2030
TS 110/35 kV Kuršumljia sabirnice 35 kV	35.6	35.5	35.44	35.58	34.98	35.46	35.3
TS 35/10 kV Kosanička Rača sabirnice 35 kV	35.62	35.54	35.55	35.7	35.09	35.57	35.4
TS 35/10 kV Kosanicka Raca sabirnice 10 kV (sekcija I)	10.04	10.02	10.02	10.06	9.89	10.03	9.98
TS 35/10 kV Kosanicka Raca sabirnice 10 kV (sekcija II)	10.62	10.61	10.15	10.19	10.52	10.67	10.61
Mesto priključenja solarne elektrane Merdare	10.53	10.57	10.57	10.61	10.44	10.57	10.52
Minimalan režim sa minimalnim angažovanjem SE	Naponi u višoj varijanti prognoze (kV)						
	2012	2013	2014	2015	2018	2022	2030
TS 110/35 kV Kuršumljia sabirnice 35 kV	35.71	35.61	35.55	35.64	35.04	35.53	35.38
TS 35/10 kV Kosanička Rača sabirnice 35 kV	35.58	35.5	35.52	35.61	35	35.5	35.32
TS 35/10 kV Kosanicka Raca sabirnice 10 kV (sekcija I)	10.16	10.14	10.14	10.17	9.99	10.13	10.08
TS 35/10 kV Kosanicka Raca sabirnice 10 kV (sekcija II)	10.61	10.6	10.14	10.17	10.49	10.64	10.58
Mesto priključenja solarne elektrane Merdare	10.13	10.11	10.11	10.14	9.96	10.1	10.04
Maksimalan režim sa maksimalnim angažovanjem SE	Naponi u višoj varijanti prognoze (kV)						
	2012	2013	2014	2015	2018	2022	2030
TS 110/35 kV Kuršumljia sabirnice 35 kV	36.28	35.89	35.82	35.24	35.45	35.25	35.55
TS 35/10 kV Kosanička Rača sabirnice 35 kV	35.88	35.6	35.85	35.27	35.47	35.26	35.49
TS 35/10 kV Kosanicka Raca sabirnice 10 kV (sekcija I)	10.11	10.03	10.1	9.93	9.98	9.92	9.99
TS 35/10 kV Kosanicka Raca sabirnice 10 kV (sekcija II)	10.53	10.49	10.22	10.05	10.61	10.05	10.59
Mesto priključenja solarne elektrane Merdare	10.53	10.51	10.57	10.41	10.45	10.38	10.42
Maksimalan režim sa minimalnim angažovanjem SE	Naponi u višoj varijanti prognoze (kV)						
	2012	2013	2014	2015	2018	2022	2030
TS 110/35 kV Kuršumljia sabirnice 35 kV	36.34	35.92	35.89	35.28	35.49	35.28	35.56
TS 35/10 kV Kosanička Rača sabirnice 35 kV	35.79	35.47	35.76	35.15	35.35	35.12	35.33
TS 35/10 kV Kosanicka Raca sabirnice 10 kV (sekcija I)	10.2	10.11	10.19	10.02	10.07	10.01	10.06
TS 35/10 kV Kosanicka Raca sabirnice 10 kV (sekcija II)	10.5	10.45	10.19	10.01	10.57	10.51	10.55
Mesto priključenja solarne elektrane Merdare	10.1	10	10.08	9.9	9.94	9.86	9.89

TABELA 3 - Naponske prilike po etapama razvoja u nižoj varijanti prognoze u TS 110/35 kV Kuršumljia, TS 35/10 kV Kosanička Rača i tački priključenja SE Merdare na 10 kV mrežu za različita stanja u mreži i različit nivo angažovanja SE Merdare

Minimalan režim sa maksimalnim angažovanjem SE	Naponi u nižoj varijanti prognoze (kV)						
	2012	2013	2014	2015	2018	2022	2030
TS 110/35 kV Kuršumljia sabirnice 35 kV	35.19	35.16	35.85	35.2	35.82	35.67	35.69
TS 35/10 kV Kosanička Rača sabirnice 35 kV	35.22	35.21	35.97	35.31	35.93	35.78	35.8
TS 35/10 kV Kosanicka Raca sabirnice 10 kV (sekcija I)	9.92	9.92	10.14	9.95	10.13	10.09	10.1
TS 35/10 kV Kosanicka Raca sabirnice 10 kV (sekcija II)	10.52	10.53	10.27	10.08	10.26	10.22	10.1
Mesto priključenja solarne elektrane Merdare	10.49	10.48	10.7	10.51	10.68	10.64	10.64
Minimalan režim sa minimalnim angažovanjem SE	Naponi u nižoj varijanti prognoze (kV)						
	2012	2013	2014	2015	2018	2022	2030
TS 110/35 kV Kuršumljia sabirnice 35 kV	35.3	35.27	35.97	35.28	35.88	35.74	35.77
TS 35/10 kV Kosanička Rača sabirnice 35 kV	35.17	35.18	35.94	35.24	35.85	35.71	35.73
TS 35/10 kV Kosanicka Raca sabirnice 10 kV (sekcija I)	10.04	10.04	10.26	10.06	10.24	10.2	10.19
TS 35/10 kV Kosanicka Raca sabirnice 10 kV (sekcija II)	10.5	10.52	10.26	10.06	10.23	10.19	10.19
Mesto priključenja solarne elektrane Merdare	10.02	10.02	10.24	10.04	10.21	10.17	10.16
Maksimalan režim sa maksimalnim angažovanjem SE	Naponi u nižoj varijanti prognoze (kV)						
	2012	2013	2014	2015	2018	2022	2030
TS 110/35 kV Kuršumljia sabirnice 35 kV	35.72	35.58	35.86	35.32	35.84	35.92	36.12
TS 35/10 kV Kosanička Rača sabirnice 35 kV	35.36	35.34	35.87	35.33	35.85	35.93	36.12
TS 35/10 kV Kosanicka Raca sabirnice 10 kV (sekcija I)	9.96	9.95	10.11	9.95	10.1	10.12	10.15
TS 35/10 kV Kosanicka Raca sabirnice 10 kV (sekcija II)	10.42	10.46	10.21	10.06	10.21	10.23	10.15
Mesto priključenja solarne elektrane Merdare	10.45	10.44	10.59	10.44	10.58	10.6	10.62
Maksimalan režim sa minimalnim angažovanjem SE	Naponi u nižoj varijanti prognoze (kV)						
	2012	2013	2014	2015	2018	2022	2030
TS 110/35 kV Kuršumljia sabirnice 35 kV	35.77	35.65	35.92	35.37	35.88	35.95	36.15
TS 35/10 kV Kosanička Rača sabirnice 35 kV	35.25	35.26	35.77	35.22	35.73	35.8	35.98
TS 35/10 kV Kosanicka Raca sabirnice 10 kV (sekcija I)	10.05	10.05	10.2	10.04	10.19	10.21	10.21
TS 35/10 kV Kosanicka Raca sabirnice 10 kV (sekcija II)	10.38	10.44	10.18	10.03	10.17	10.19	10.21
Mesto priključenja solarne elektrane Merdare	9.94	9.95	10.1	9.94	10.08	10.1	10.1

TABELA 4 - Naponske prilike po etapama razvoja u višoj varijanti prognoze u TS 110/35 kV Prokuplje, TS 35/10 kV Blace 2 i tački priključenja GE Lazar na 10 kV mrežu za različita stanja u mreži i različit nivo angažovanja GE Lazar

Minimalan režim sa maksimalnim angažovanjem GE	Naponi u višoj varijanti prognoze (kV)						
	2012	2013	2014	2015	2018	2022	2030
TS 110/35 kV Prokuplje sabirnice 35 kV	36.91	36.41	36.33	36.24	36.14	36	36.11
TS 35/10 kV Blace 2 sabirnice 35 kV	36.88	36.36	36.19	36.1	35.99	35.81	35.9
TS 35/10 kV Blace 2 sabirnice 10 kV	10.51	10.57	10.52	10.49	10.47	10.42	10.44
Mesto priključenja gasne elektrane Lazar	10.72	10.78	10.72	10.69	10.67	10.62	10.63
Minimalan režim sa minimalnim angažovanjem GE	Naponi u višoj varijanti prognoze (kV)						
	2012	2013	2014	2015	2018	2022	2030
TS 110/35 kV Prokuplje sabirnice 35 kV	36.89	36.4	36.3	36.22	36.13	36.35	36.11
TS 35/10 kV Blace 2 sabirnice 35 kV	36.58	36.07	35.89	35.81	35.7	35.89	35.67
TS 35/10 kV Blace 2 sabirnice 10 kV	10.41	10.48	10.42	10.39	10.38	10.44	10.36
Mesto priključenja gasne elektrane Lazar	10.33	10.39	10.32	10.3	10.28	10.34	10.25
Maksimalan režim sa maksimalnim angažovanjem GE	Naponi u višoj varijanti prognoze (kV)						
	2012	2013	2014	2015	2018	2022	2030
TS 110/35 kV Prokuplje sabirnice 35 kV	36.91	36.31	36.59	36.5	36.64	36.33	36.44
TS 35/10 kV Blace 2 sabirnice 35 kV	35.88	35.18	35.04	34.94	35.02	34.57	34.79
TS 35/10 kV Blace 2 sabirnice 10 kV	10.11	10.1	10	9.96	10.11	10.27	10.31
Mesto priključenja gasne elektrane Lazar	10.09	10.09	9.97	9.93	10.06	10.21	10.22
Maksimalan režim sa minimalnim angažovanjem GE	Naponi u višoj varijanti prognoze (kV)						
	2012	2013	2014	2015	2018	2022	2030
TS 110/35 kV Prokuplje sabirnice 35 kV	36.81	36.23	36.52	36.44	36.58	36.26	36.36
TS 35/10 kV Blace 2 sabirnice 35 kV	35.36	34.67	35.52	34.39	34.54	34.06	34.32
TS 35/10 kV Blace 2 sabirnice 10 kV	9.9	9.89	9.78	9.74	9.93	10.08	9.84
Mesto priključenja gasne elektrane Lazar	9.51	9.5	9.37	9.32	9.51	9.65	9.36

TABELA 5 - Naponske prilike po etapama razvoja u nižoj varijanti prognoze u TS 110/35 kV Prokuplje, TS 35/10 kV Blace 2 i tački priključenja GE Lazar na 10 kV mrežu za različita stanja u mreži i različit nivo angažovanja GE Lazar

Minimalan režim sa maksimalnim angažovanjem GE	Naponi u nižoj varijanti prognoze (kV)						
	2012	2013	2014	2015	2018	2022	2030
TS 110/35 kV Prokuplje sabirnice 35 kV	36.81	36.33	36.59	36.72	36.67	36.61	36.57
TS 35/10 kV Blace 2 sabirnice 35 kV	36.75	36.26	36.52	36.64	36.59	36.51	36.42
TS 35/10 kV Blace 2 sabirnice 10 kV	10.7	10.56	10.63	10.66	10.65	10.62	10.6
Mesto priključenja gasne elektrane Lazar	10.92	10.77	10.85	10.88	10.87	10.84	10.81
Minimalan režim sa minimalnim angažovanjem GE	Naponi u nižoj varijanti prognoze (kV)						
	2012	2013	2014	2015	2018	2022	2030
TS 110/35 kV Prokuplje sabirnice 35 kV	36.79	36.3	36.58	36.7	36.66	36.6	36.55
TS 35/10 kV Blace 2 sabirnice 35 kV	36.46	35.96	36.23	36.35	36.29	36.22	36.19
TS 35/10 kV Blace 2 sabirnice 10 kV	10.61	10.46	10.53	10.57	10.55	10.53	10.52
Mesto priključenja gasne elektrane Lazar	10.52	10.37	10.45	10.48	10.46	10.44	10.43
Maksimalan režim sa maksimalnim angažovanjem GE	Naponi u nižoj varijanti prognoze (kV)						
	2012	2013	2014	2015	2018	2022	2030
TS 110/35 kV Prokuplje sabirnice 35 kV	36.83	36.99	36.63	36.79	36.65	36.87	36.71
TS 35/10 kV Blace 2 sabirnice 35 kV	35.5	35.65	35.25	35.41	35.19	35.35	35.23
TS 35/10 kV Blace 2 sabirnice 10 kV	10.18	10.23	10.11	10.15	10.08	10.12	10.15
Mesto priključenja gasne elektrane Lazar	10.19	10.24	10.11	10.15	10.08	10.11	10.14
Maksimalan režim sa minimalnim angažovanjem GE	Naponi u nižoj varijanti prognoze (kV)						
	2012	2013	2014	2015	2018	2022	2030
TS 110/35 kV Prokuplje sabirnice 35 kV	36.73	36.89	36.93	36.72	36.95	36.8	36.66
TS 35/10 kV Blace 2 sabirnice 35 kV	34.97	35.11	35.13	34.88	35.06	34.84	34.83
TS 35/10 kV Blace 2 sabirnice 10 kV	9.97	10.01	10.01	9.93	9.98	9.9	10.01
Mesto priključenja gasne elektrane Lazar	9.59	9.64	9.64	9.55	9.6	9.51	9.62

7. ZAKLJUČAK

U radu je ukratko prikazana metodologija za prognozu potrošnje električne energije i prostornu raspodelu prognoziranu potrošnje, bazirana na prognozi po pojedinim kategorijama potrošnje, naseljima i TS X/0.4 kV. S obzirom da se raspolagalo podacima o godišnjoj potrošnji pojedinačnih potrošača za period od poslednjih sedam godina, izvršena je detaljna provera ove metodologije koja se koristi poslednjih petnaestak godina za prognozu kroz njenu primenu na prethodnom periodu i pokazalo se da ona kvalitetno odslikava porast potrošnje u prethodnom periodu. Analizom postojećeg stanja došlo se do detaljnog uvida u nivo opterećenja svih elemenata mreže u režimu rada sa maksimalnim opterećenjima. Na osnovu izvršenih analiza može se doneti nekoliko važnih zaključaka u vezi sa sadašnjim stanjem i planiranjem budućeg razvoja mreže 10 - 35 kV na području ED Prokuplje. Optimizacijom uklopnog stanja u 10 kV mreži može se u značajnoj meri unaprediti rad mreže na području ED Prokuplje: redukovati gubici za oko 276 kW i poboljšati naponske prilike na nizu izvoda. Uočene su loše naponske prilike na velikom broju izvoda srednjeg napona. Promenom prenosnog odnosa nekih transformatora 35/10 kV stanje se u izvesnoj meri može popraviti, čime bi se i gubici smanjili za oko 219 kW. Detaljna razrada varijanti razvoja distributivne mreže na području ED Prokuplje dala je dinamiku ulaska u pogon novih elemenata mreže predloženih u okviru analize potencijalnih pravaca razvoja. Suština osnovne varijante razvoja mreže ED Prokuplje je u tome da u periodu do 2030. godine nema potrebe za izgradnjom novih TS 110/X kV na području ED Prokuplje (izuzev TS 110/35(/10) kV Doljevac u skladu sa planovima JP EMS), pri čemu je u TS 110/35 kV Kuršumlja potrebna ugradnja još jednog transformatora 110/35 kV. U radu je obuhvaćen i uticaj distribuiranih izvora električne energije na distributivnu mrežu ED Prokuplje: solarna i elektrana na biomasu. Detaljne analize su pokazale da pomenute elektrane povećavaju gubitke u distributivnoj mreži. Solarna elektrana snage 1.9 MW doprinosi povećanju gubitaka od 150-200 kW, dok elektrana na biomasu (999 kW) ne utiče značajnije na povećanje gubitaka u distributivnoj mreži. Obe elektrane svojim maksimalnim angažovanjem doprinose povećanju napona na mestu priključenja za 4-5%, zavisno od nivoa opterećenja i nivoa razvijenosti mreže.

LITERATURA

- [1] Studija perspektivnog dugoročnog razvoja električne mreže naponskog nivoa 10 kV na području ogranaka Prokuplje, Elektrotehnički institut Nikola Tesla, 2012.
- [2] Tehničke preporuke Direkcije za distribuciju EPS, 1996-2008, Beograd.
- [3] Pravila o radu distributivnog sistema, 2009.
- [4] Plan razvoja prenosnog sistema za period do 2014. godine, Pravila o radu prenosnog sistema, 2008.
- [5] Studija perspektivnog dugoročnog razvoja električnih mreža naponskih nivoa 110 kV i 35 kV na području ogranaka Niš, Leskovac, Prokuplje, Piro i Vranje u PD Jugoistok, Elektrotehnički institut Nikola Tesla, 2007.
- [6] Studija perspektivnog dugoročnog razvoja električne mreže naponskog nivoa 10 kV na području grada Niša, Elektrotehnički institut Nikola Tesla, 2008.
- [7] Studija perspektivnog dugoročnog razvoja električne mreže naponskog nivoa 10 kV na području ogranaka Vranje, Elektrotehnički institut Nikola Tesla, 2010.
- [8] Metodologija izrade prognoze potrošnje električne energije i njene prostorne raspodele i primeri primene, 2008, Elektrotehnički institut Nikola Tesla, Juko CIREĐ.
- [9] Analiza mogućnosti priključenja solarne elektrane "Merdare" na elektrodistributivnu mrežu ED Prokuplje, Elektrotehnički institut Nikola Tesla, 2011.