**PRIMER ETAPNOG PRELASKA SA 10 KV NAPONSKOG NIVOA NA 20 KV NAPONSKI NIVO NA PODRUČJU GRADA ZRENJANINA**

M. Vasić, „Elektrovojvodina“, Serbia

Z. Grahovac, „Elektrovojvodina“, Serbia

Z. Rapajić,„Elektrovojvodina“, Serbia

M. Čović-Popov, „Elektrovojvodina“, Serbia

J. Stajić, „Elektrovojvodina“, Serbia

**UVOD**

Na području ED „Zrenjanin“ zastupljena su tri srednjenaponska nivoa (35 kV, 20 kV, 10 kV) što utiče na smanjenje pouzdanosti napajanja, povećanje tehničkih gubitaka u ditributivnoj mreži, kao i povećanje troškova održavanja opreme za sva tri različita naponska nivoa. Zadatak ove analize je da pokaže pokazatelje trenutnog stanja elektroenergetskog sistema na području ED „Zrenjanin“, kao i da predloži određena rešenja u smislu etapnog prelaska sa 10 kV na 20 kV distributivni napon, kao i postepeno ukidanje transformacije 35/10 kV/kV. Prelasak sa 10 kV na 20 kV distributivni napon i ukidanje transformacije 35/10 kV/kV, predstavljaju veliki izazov u tehničkom i ekonomskom smislu, s toga se ovom problemu mora prići oprezno, uzimajući u obzir sve moguće poteškoće koje se mogu javiti u prelaznom periodu. Zbog ograničenih finansijskih sredstava za veća ulaganja u projekat prelaska sa 10 kV na 20 kV distibutivni napon, i ukidanje transformacije 35/10 kV/kV, pribeglo se rešenju etapnog prelaska na 20 kV naponski nivo, i postepenog ukidanja transformacije 35/10 kV/kV, na području grada Zrenjanina. Prelasak sa 10 kV na 20 kV distributivni napon i postepeno ukidanje transformacije 35/10 kV/kV je osmišljen tako da se formiranjem određenih konzuma od delova srednjenaponske mreže koja radi na 10 kV naponskom nivou i napajaju se iz trafostanica 35/10 kV/kV. Za ovako formirane delove konzuma izvršena analiza u smislu uticaja na: pouzdanost, bezbednost, konfiguraciju mreže, smanjenje gubitaka, tokove snaga, kao i potrebna ulaganja, nakon prelaska jednog dela konzuma sa 10 kV na 20 kV naponski nivo.

**ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE NA PODRUČJU GRADA ZRENJANINA**

Grad Zrenjanin se električnom energijom napaja preko tri trafostanice 110/x kV/kV. U tabeli 2 prikazani su osnovni energetski podaci napojnih trafostanica 110/x kV/kV koje se geografski nalaze na obodu grada Zrenjanina.

TABELA 1 –ENERGETSKI POKAZATELJI NAPOJNIH TRAFOSTANICA 110/x kV/kV ZA 2013 GODINU

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Naziv TS** | **Prenosni odnos****[kV]** | **Sins****(MVA)** | **cos φ** | **We****(MWh)** | **Prmax****(MW)** | **Тekv****(h)** | **Datum** | **Pmax****(MW)** | **Smax/Sins****(%)** |
| Zrenjanin 1 | 110/35 | 2х31,5 | 0,96 | 241741 | 53,18 | 4546 | 08.02. | 53,18 | 0.88 |
| Zrenjanin3 | 110/20/10 | 2х31,5 | 0,95 | 192675 | 41,62 | 5202 | 06.02. | 37,04 | 0.62 |
| Zrenjanin 4 | 110/20/10 | 2х31,5 | 0,96 | 201888 | 41,18 | 4903 | 14.12. | 41,18 | 0.68 |

Sins – instalisana snaga energetskih transformatora,

cos φ – faktor snage pri Pmax,

We – protok elekrične energije, koji je ostavaren u 2013 godini,

Pr max –jednovremeno maksimalno opterećenje,

Tekv – ekvivalentno vreme trajanja registrovanog Pmax,

Datum – registrovanja kad se desilo Pmax,

Pmax – maksimalno opterećenje koje se desilo u redovnom uklopnom stanju,

Tekv – ekvivalentno vreme trajanja registrovanog Pmax,

Smax/Sins – opterećenost TS.

Trafostanica TS110/35kV/kV “Zrenjanin 1“je ključna trafostanica za prelazak područja grada Zrenjanina na 20 kV distributivnin napon. Od ove trafostanice pružaju se vodovi naponskog niova 35 kV koje napajaju četri trafostanice TS 35/10 kV/kV„Centar“, TS 35/10 kV/kV„Sever“, TS 35/10kV/kV„Industrija“i TS 35/6 kV/kV „TE-TO S. Mihalj“ u reonu grada Zrenjanina. Trafostanice TS „Centar“ i TS „Sever“ fizički nalaze u samom gradu, dok su TS „Industrija“ i TS”TE-TO S. Mihalj“ smeštene na periferiji grada (industijske zone). Od trafostanica TS „Centar“, TS „ Sever“, TS „Industrija“, TS „TE-TO S. Mihalj“ pružaju se izvodi naponskog nivoa 10 kV i 6 kV. Energetski pokazatelji trafostanica TS „Centar“, TS „Sever“, TS „Industrija“, su prikazani u tabeli 2.

TABELA 2 – ENERGETSKI POKAZATELJI NAPOJNIH TRAFOSTANICA 35/x kV/kV ZA 2013 GODINU

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Naziv TS** | **Prenosnii odnos****[kV/kV]** | **Sins****(MVA)** | **cos φ** | **We****(MWh)** | **Prmax****(MW)** | **Тekv****(h)** | **Datum** | **Pmax****(MW)** | **Smax/Sins****(%)** |
| TS „Centar“ | 35/10 | 2х8 | 0,958 | 37020 | 13,86 | 5085 | 08.02. | 7,28 | 0,47 |
| TS „Sever“ | 35/10 | 2х4 | 0,945 | 38842 | 8,31 | 5097 | 08.02. | 7,62 | 1,00 |
| TE-TO „S. Mihalj“ | 35/6 | 14,5 |  |  |  |  |  |  |  |
| TS „Industrija“ | 35/10 | 1x8 | 0,937 | 11421 | 4,16 | 4393 | 08.02. | 2,60 | 0,34 |

Važno je napomenuti da trafostanica TS “TE-TO S. Mihalj” 35/6 kV/kV napaja objekte koji su u vlasništvu kupaca, sa velikim odobrenim snagama, neodređene proizvodne orijentacije i nerešenih vlasničkih odnosa. Energetski pokazatelji za ovu trafostanicu postoje iz 80-tih godina kada je ova industrijska zona bila proizvodno aktivna. U ovom trenutku u reonu TS 35/6 kV/kV. Nekoliko velikih potrošača je obustavilo proizvodnju među kojima su: „Šećerana”, “Bek”, “Ipok”.

Na području grada Zrenjanina razvijena distributivna mreža se sastoji od delova mreže koji rade na naponskom nivo 10 kV, kao i delova distributivne mreže koja radi pri naponskom nivou 20 kV. U tabeli 3 prikazene su dužine delova distributivne mreže koje rade na 10 kV odnosno 20 kV distributivnom naponu, na području grada Zrenjanina.

TABELA 3 – DISTRIBUTIVNA MREŽA NA PODRUČJU GRADA ZRENJANINA 2013

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **10 kV** | **20 kV** |
| **Nadzemna mreža** | 9,30 km | 31,28 km |
| **Kablovska mreža** | 47,86 km | 96,24 km |
| **Ukupno** | 57,16 km | 127,52 km |

U tabeli 4 su prikazani podaci o ukupnoj instalisanoj snazi i maksmalnom jednovremenom opterećenju na izvodima naponskog nivoa 10 kV koji se napajaju iz gore navedenih trafostanica 35/10 kV/kV.

TABELA 4 –PREGLED IZVODA I KONZUMA TRAFOSTANICA 35/10 kV/kV.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Izvod** | **Instalisana****snaga** | **Maksimalno****opterećenje** | **Naseljena mesta ili delovi grada koji pripadaju konzumu TS** |
| **(MVA)** | **(A)** | **(MVA)** |
| **Zrenjanin Sever 35/10 kV/kV** |
| RTS-129 | 5,53 | 180,34 | 3,12 | Zrenjanin:* Gradnulica,
* C. Dušana,
* Vodovod,
* Mihajlovo,
* Jankov Most.
 |
| RTS-60 | 0,4 | 23,12 | 0,4 |
| RTS-22 | 3,09 | 147,97 | 2,56 |
| RTS-221 | 0,88 | 17,34 | 0,3 |
| Mihajlovo | 4,94 | 60,11 | 1,04 |
| Vodovod | 2,06 | 31,79 | 0,55 |
| Neimar 562 | 2,00 | 60,11 | 1,04 |
| **UKUPNO:** | 18,9 | 520,80 | 9,01 |
| **Zrenjanin Centar 35/10 kV/kV** |
| M. Pijade | 3,03 | 83,81 | 1,45 | Zrenjanin:* Centar
* Mala Amerika
* Dolja i Crni šor
* Šumice
 |
| Čarnojevićeva | 4,15 | 134,10 | 2,32 |
| K. Marksa | 6,01 | 91,33 | 1,58 |
| Sarajlijina | 7,77 | 168,21 | 2,91 |
| Miletićeva | 1,28 | 36,99 | 0,64 |
| RTS-53 | 4,89 | 105,78 | 1,82 |
| **UKUPNO:** | 27,13 | 620,22 | 10,73 |  |
| **Zrenjanin Industrija 35/10 kV/kV** |
| Fabrika Tepiha, DTD | 5,38 | 92,48 | 1,6 | Zrenjanin:* RZ Temišvarski drum
* Klek
 |
| Brodogradilište | 7,3 | 128,32 | 2,22 |
| Radijator | 0 | 0,00 | 0 |
| **UKUPNO:** | 12,68 | 220,81 | 3,82 |  |

Iz tabela-1,2,3,4 može se izvesti zaključak o ternutnoj tehničko – energetskoj situaciji u distributivnoj mreži na području grada Zrenjanina. Dugorčnim planom razvoja planira se postepeno ukidanje trafostanica 35/10 kV/kV (TS „Centar“, TS „Sever“, TS „Industrija“). Na mestu ovih trafostanica planiraju se razvodna postrojenja. U TABELI-1, vidimo da je napojna trafostanica TS „Zrenjanin 1“ 110/35 kV/kV, najviše opterećena. Eksploatacioni vek opreme u TS „Zrenjanin 1“ je istekao (oprema je ugrađena 70-tih godina). Koncepcija 110 kV postrojenja je takva da omogućava samo skromne manipulacije, zbog postojanja dva polja koja su ujedno dalekovdna i trafo polja. Preko jednog DV 110 kV se napaja radijalno jedan ET 110/35 kV/kV, a poprečni rastavljač, koji je u normalnom pogonu otvoren, obezbeđuje rezerviranje u slučaju trajnog kvara ili planiranog isključenja na jednom od dalekovoda. Ovako koncepirana elektrodistributivna mreža, gde se radijalno napajaju trafostanice 35/10 kV/kV (TS „Centar “, TS „Sever“, TS „Industrija“) preko TS „Zrenjanin 1“bez mogićnosti rezerviranja TS „Zrenjanin 1“, ozbiljno narušava bezbednost i pouzdanost napajanja električnom energijom dela potrošača na području grada Zrenjanina. Distributivna mreža naponskog nivoa 10 kV, je u užem gradskom jezgru izvedena kablovski i to najčešće kablom IPO 13 3x70 $mm^{2}$, eksploatacioni vek ovih kablova je istekao i česti su kvarovi na kablovima ovog tipa. Na slici1 prikazana je karta grada Zrenjanina na kojoj su različtim bojama označeni reoni odnosno delovi konzuma grada Zrenjanina, koji se napajaju sa trafostanica 35/10 kV/kV(TS „Centar“, TS „Sever“, TS „Industrija“). Crvenom bojom označen je deo konzuma grada koji se napaja iz trafostanice TS „Centar“ 35/10 kV/kV, sa slike se vidi da ova trafostanica ima bitnu ulogu napajanja centra grada. Trafostanica TS “Centar” ima u svom podrumskom delu razvodno postrojenje naponskog nivoa 20 kV opremljeno izvodnim ćelijama, postrojenje ima mogućnost napajanja sa 3 izvoda iz trafostanice TS “Zrenjanin 4” i jednim izvodom iz trafostanice TS “Zrenjanin 3”. Zelenom bojom označen je deo konzuma grada koji se napaja sa trafostanice TS „Sever“ 35/10 kV/kV. Važno je napomenuti da se iz trafostanice TS „Sever“ preko jednog izvoda („Vodovod“) napaja električnom energijom postrojenje gradskog vodovoda. Distributivna mreža konzuma koji se napaja iz trafostanice TS „Sever“ pretežno je izvedena nadzemno, na betonskim stubovima, koji na svojim izolatorima nose provodnike od aluminijum-čelika preseka AlČe 3x50$mm^{2}$. Plavom bojom označen je deo grada koji se električnom energijom napaja iz TS „Industrija“. Na osnovu prikazanih delova konzuma na slici 1, može se reći da 1/3 distributivne mreže na području grada Zrenjanina radi na naponskom nivou10 kV.

****

SLIKA 1 –GEOGRAFSKA KARTA GRADA ZRENJANINA SA PRIPDAJUĆIM TRAFOSTANICAMA

**PREDLOG REŠENJA ETAPNOG PRELAZKA DELOVA KONZUMA SA 10 kV DISTRIBUTIVNOG NAPONA NA 20 kV DISTRIBUTIVNI NAPON NA PODRUČIJU GRADA ZRENJANINA**

Zbog ograničenih finansijskih sredstava za intezivnije investicije u projekat kompletnog prelaska sa 10 kV na 20 kV distributivni napon, krenulo se u razvoj novog rešenja za etapni prelazak na 20 kV distibutivni napon delova konzuma na području grada Zrenjanina, pri čemu se vodilo računa o ne narušavanju pouzdanosti i rezervisanju napajanja određenih trafostanica i izvoda. Etapni prelazak osmišljen je tako, da se korišćenjem postojećeih naponjnih trafostanica 110/20 kV/kV (TS „Zrenjanin 3“ i TS „Zrenjani 4”) preuizimaju etapno delovi konzuma nakon njihove adaptacije za 20 kV distributivni napon. Na ovaj način bi se smanjilo opterećenje trafostanice „Zrenjanin 1“ 110/35 kV/kV, a time i njeno učešće i uloga u napajanju određenih delova grad Zrenjanina. Ovaj način predstavlja prelazno rešenje koje bi trebalo da poveća pouzdanost rada distributivne mreže gde bi postepeno ukinuli distributivni napon 10 kV, do konačnog rešenja kad se planira izgradnja nove trafostanice TS „Zrenjani 1“ 110/20 kV/kV kao i potpuno ukidanje trafostanica 35/10 kV/kV (TS „Centar“, TS „Sever“, TS „Industrija“) i njihovo prilagođavanje u odgovarajuća razvodna postrojenja. Da bi se krenulo u realizaciju planiranja prelaska određenog dela konzuma grada na 20 kV distributivni napon moraju se ustavnoviti određena ograničenja, koja za cilj imaju zadržavanje postojeće pouzdanosti i sigurnosti napajanja tokom izvođenja radova kao i nakon prelazka određenog konzuma sa 10 kV na 20 kv distributivni napon. Takođe je potrebeno da se za sve radove na adaptaciji jednog dela konzuma, ustanovi dinamika radova i ulaganja finasijskih sredstava. Da bi odabrali deo konzuma na području grada za koji se planira adaptacija za 20 kV distributivni napon uslovi za formiranje dela konzuma za adaptaciju su sledeći:

1. Deo konzuma za adaptaciju na 20 kV distributivni napon se formira na mestima gde postoji 10 kV aktivna distributivna mreža (trafostanice, kablovski vodovi, nadazemna mreža). Površina ovako formiranog dela konzuma zahvata jedan izvod iz napojne TS 35/10 kV/kV, sa svim pripadjućim distributivnim trafostanicama.

2. Potrebno je da ovako formirani konzum ima mogućnost napajanja sa dva izvoda, čime se zadovoljava uslov sigrunosti napajanja „N-1“.

3. Nakon ispunjavanja prehodno navedena dva uslova, kreće se u prikupljanje tehničkih i energetskih pokazatelja za odbarani konzum za adaptaciju (instalisana snaga konzuma, maksimalno opterećenje izvoda sa koga se napaja konzum, određivanje tipa kablova instalisanih u tom konzumu ili tip izolatora i uzemljenja stubova nadzemne mreže, pregled opreme u distributivnim trafostanicama uz konstantaciju da li je potrebna zamena srednjenaponskog bloka, pregled energetskih transformatora u smislu prilagodljivosti za prelazak na 20 kV distributivni napon).

Nakon prikupljenih podataka i njihove analize, kreće se u postupak planiranja adaptacije i dinamike izvođenja radova kroz nekoliko koraka:

1. Elektroenergetska analiza distributivne mreže pre i nakon prelaska dela konzuma na 20 kV distributivni napon (tokovi snaga, pouzdanost, procena gubitaka električne energije).

2.Zamenu kablova između distributivnih trafostanica započeti na sredini izvoda koji napaja odabrani konzum. Razlog za ovakav način početka zamene neadekvatnih kablova ogleda se u u tome da se na ovaj način omogućava napajanje potrošača bez prekida, pri čemu je preduslov za neprekidno napajanje tokom izvođenja radova obezbedjivanje napajanje sa dva izvoda.

3. Nakon izvršene zamene kablova na određenom delu konzuma za adaptaciju, kreće se u zamenu srednjenaponskih blokova u distributivnim trafostanicama.

4. Zamena energtskih transformatora koji ne zadovoljavaju prenosni odnos 20/0,4 kV/kV.

5. Nakon što smo ustanovili prehodno navedene korake krećemo u osmišljavanje dinamike izvođenja radova, uzimajući u obzir sve moguće poteškoće koje se mogu javiti tokom izvođenja radova.

6. Procena potrebanih finansijskih sredstava za izvođenje svih potrebnih radova na adapataciji odabranog konzuma.

PRIMER PRELASKA DELA KONZUMA SA 10 kV NA 20 kV DISTRIBUTIVNI NAPON NA PODRUČJU GRADA ZRENJANINA

Navedene uslove i principe primenićemo na određeni deo konzuma koji želimo da adaptiramo na 20 kV distributivni napon. Na osnovu slike 1, i udela pojednih trafostanica 35/10 kV/kV u napajanju određenih delova konzuma, odlučili smo se da formiramo deo konzuma za adaptaciju na potezu šireg centra garada (naselje „Mala Amerika“). Ovaj deo konzuma napaja se iz trafostanice TS „Centar“ 35/10 kV/kV, preko izvoda RTS-53. Energetski pokazatelji koji su karakteristični za ovaj izvod dati su u tabeli 4, gde se vidi instalisana snaga maksimalna snaga (jednovremeno opterećenje) ovog izvoda. Na osnovu energetskih pokazatelja možemo da predvidimo povećanje opterećenja 1,82 MVA napojne trafostanice TS „Zrenjanin 4“ 110/20 kV/kV ili na TS „Zrenjanin 3“ 110/20 kV/kV i smanjenje opterećenja na trafostanici TS „Zrenjanin 1“ 110/35 kV/kV što za posledicu ima povećanje pouzdanosti napajanja, jer će ovaj konzum moći da se napaja sa TS „Zrenjanin 3“ i TS „Zrenjanin 4“ nakon adaptacije čitavog konzuma za 20 kV napon. Odabrani konzum ima mogućnost napajanja sa dva izvoda i to preko postojećeg izvoda RTS-53 iz trafostanice TS „Centar“ 35/10 i preko izvoda RTS-61 sa tercijara trafostanice TS „Zrenjanin 3“ 110/20/10 kV/kV/kV. Na odabranom konzumu za adapataciju, mreža je izvedena kablovski, tip kabla koji je najzastupljeniji je IPO 13 3x70 $mm^{2}$. U narednim tabelama prikazani su podaci vezani za tipove kablova između distributivnih tarafostanica sa realnim dužinama, tipove distributivnih trafostanica, mogućnost prevezivanja ili preklapanja namotaja energetskih transformatora, kao i podaci vezani za srednjenaponske blokove.

TABELA 5 –OSNOVNI PODACI IZVODA RTS-53

|  |
| --- |
| **Izvod: RTS 53** |
| Naziv tafostanice | Vlasništvo | Tip trafostanice | ET preklopiv(Preveziv) | Potrebna je rekonstrukcija trafostanice 20 kV |
| 51 ZR | EV | Zidana TS | ne | Oprema 10 kV |
| 52 ZR | EV | Montažno-betonska TS | da | Oprema 20 kV |
| 53 ZR | EV | Zidana TS | ne | Oprema 10 kV |
| 54 ZR | EV | Montažno-betonska TS | ne | Oprema 20 kV |
| 56 ZR | EV | Montažno-betonska TS | da | Oprema 20 kV |
| 57 ZR | EV | Montažno-betonska TS | da | Oprema 20 kV |
| 105 ZR | EV | U objektu | ne | Oprema 10 kV |
| 108 ZR | EV | U objektu | ne | Oprema 20 kV |
| 160 ZR | EV | U objektu | da | Oprema 20 kV |

TABELA 6 –PODACI O TIPOVIMA KABLOVA I RASTOJANJIMA IZMEĐU TS

|  |
| --- |
| **Izvod: RTS 53** |
| Etapeod**Х ТС**do**Y ТС** | Tip kabla | Rastojanje[m] |
| ТС „Centar“- 51 ZR | IPO 13 70/10 | 600 |
| 51 ZR – 160 ZR | IPO 13 70/10 | 260 |
| 51 ZR - 52 ZR | IPO 13 70/10 | 550 |
| 52 ZR – 54 ZR | IPO 13 70/10 | 200 |
| 54 ZR – 56 ZR | IPO 13 70/10 | 280 |
| 56 ZR – 57 ZR | IPO 13 70/10 | 190 |
| 57 ZR – 108 ZR | IPO 13 70/10 | 205 |
| 56 ZR -105 ZR | IPO 13 70/10 | 430 |
| 105 ZR – 53 ZR | IPO 13 70/10 | 450 |

**Elektroenergetska analiza** ima za cilj da prikaže pokazatelje vezane za gubitke u odabranom konzumu za adaptaciju na 20 kV napon pre i nakon prelaska konzuma na 20kV distributivni napon, zatim tokove snaga i novu preraspodelu opterećenja nakon adaptacije odabranog dela konzuma na 20 kV napon, kao i način zadovoljenja uslova pouzdanog napajanja („N-1“).

Za proračun tehničkih gubitaka korišćeni su podaci o protoku električne energije na izvodu RTS-53, podatak o potrošnji na svakoj distributivnih trafaostanica na odabranom konzumu za adaptaciju na 20 kV i podaci o dužini izvoda i preseku vodova (tabela 6). Nakon prikupljenih podataka izvrešn je proračun tehničkih gubitaka na delu konzuma za adapatciji pre prelazka na 20 kV.

Korišćeni podaci za proračun:

-godišnji protok električne energije zabeležen na izvodu RTS-53 iznosi: 5,957 $\left[GWh\right]$;

- godišnji protok električne energije ostvaren na distributivnim trafostanicam: 5,600 $\left[GWh\right]$;

- prodata električna energija na nivo cele godine na odabranom konzumu za adaptaciju: 5,29 $\left[GWh\right]$;

- ukupna instalisana snaga energetskih transformatora na odabranom konzumu: 4,92 $\left[MVA\right]$

- ukupna dužina 10 kV kablovske mreže na odabranom konzumu za adaptaciju: 3,16 $\left[km\right]$;

- presek provodnika kabla: 70 $\left[mm^{2}\right]$;

Nakon obrade gore navedenih podataka u program za proračun gubitaka dobijen je sledeći podataka za procenu tehničkih gubitaka na godišnjem niovu za odabranu oblast za adpataciju: 5,12 %

Na ovakav isti način izvršen je proračun tehničkih gubitaka za istu oblast, kada ona nakon adaptacije pređe na 20 kV distributivni napon pri čemu su ulazni podaci ostali isti. Nakon adaptacije odbaranog dela konzuma na 20 kV napon, tehnički gubici bi iznosili: 3,91 %

Završetkom adaptacije odabranog konzuma za 20 kV distributivni napon vrši se rekonfiguracija mreže, što za posledicu ima da se sada adaptirani konzum napaja preko izvoda “Jugoremdja” iz trafostanice TS “Zrenjanin 4”(polaganjem 20 kV kabla od distributivne trafostanice RTS-63 do distributivne trafostanice RTS-51, slika 2) što bi dovelo do povećanja opterećenja trafostanice TS “Zrenjanin 4” za 1,82 MVA a u isto vreme bi došlo do rasterećenja TS “Zrenjanin 1”. Da bih zadovoljili uslov pouzdanog napajanja (“N-1”) nakon adaptacije za 20 kV napon mora se obezbediti rezervno napajanje preko izvoda RTS-53, odnosno polaganjem novog 20 kV kabla od distributivne trafostanice RTS-53 do 20 kV razvodnog postrojenja u podrumskom delu trafostanice TS “Centar”, gde bi se preko jedne izvodne ćelije ovaj izvod napajao preko TS “Zrenjanin 3“.

U sledećem koraku potrebno je planirati početak i dinamiku zamene kablova. Nakon obezbeđivanja napajanja odabranog dela konzuma sa dva izvoda (u ovom slučaju obezbeđeno je napanje preko postojećeg izvoda RTS-53 iz TS „Centar“ i napajanje preko izvoda RTS-61 sa tercijera trafostanice TS „Zrenjanin 3“ slika 2). Zamenu kablova započeti između distributivnih trafostanica RTS-54 i RTS-52, pri čemu bi to bilo mesto razgraničenja što bi podrazmevalo da se trafoostanice RTS-51, RTS-160, RTS-52 napajauju preko 10 kV izvoda „RTS-53“ i trafostanice TS „Centar“, a drugi deo konzuma koji čine distributivne trafostanice RTS-53, RTS-54, RTS-56, RTS-57, RTS-108, RTS-105 i RTS-61 bi se napajale preko tercijara izvoda „RTS-61“TS „Zrenjanin 3“.



SLIKA 2 – DEO KONZUMA ZA KOJI SE PLANIRA ADAPTACIJA NA 20 kV DISTRIBUTIVNI NAPON

U sledećem koraku vršila bi se zamena kabla između trafostanica RTS-56 i RTS-54 (slika 2) gde bi bilo razgraničenje.

Delovi konzuma levo i desno od mesta razgraničenja bi se napajala preko dva različita izvoda tokom izvođenja radova. Zatim je potrebno izvršiti polaganje novog kabla od trafostanice RTS-108 do trafostanice RTS-56, razlog za polaganje ovog kabla ogleda se u tom da se na ovaj način trafostanica RTS-108 koja se dosada napajala radijalno, sada bi imala mogućnost dvostranog napajanja i to iz trafostanice RTS-57 i RTS-56 (slika 3).U narednom koraku potrebno je položiti novi kabl od trafostanice RTS-53 do trafostanice RTS-52 (slika 3), razlog za polaganje ovog kabla ogleda se u tom da se na ovaj način trafostanica RTS-53 koja je se dosada napajala radijalno, sada bi imala mogućnost dvostranog napajanja i to iz trafostnice RTS-52. U TABEL 7, prikazani su ostali koraci u etapnoj zameni kablova između trafostanica na odabrano konzumu za adaptaciju, pri čemu su princip zamene kablova isti kao u i predhodno objašnjenim koracima.

TABELA 7 – REDOSLED ZAMENE I POLAGANJA NOVIH 20 kV KABLOVA

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Korak | Zamena postojećeg 10 kV kabla novim 20 kV kablom(od RTSX do RTSY) | Polaganje novog 20 kV kabla(od RTS-X do RTS-Y) | Raspodela opterećenja po izvodima tokom izvođenja radova |
| Trecijar TS „Zrenjanin 3“ | Postojeći izvod „RTS-53“ |
| 1 | RTS 54 – RTS 52 | **/** | 53, 56, 57, 108, 105, 61 | 51, 160, 52 |
| 2 | RTS 54 – RTS 56 | **/** | 53, 56, 57, 108, 105, 61 | 51, 160, 52, 54 |
| 3 | / | RTS 108 – RTS 56 | / | / |
| 4 | / | RTS 53– RTS 52 | / | / |
| 5 | RTS 56 – RTS 105 | / | 61, 57, 108, 56 | 51, 52, 53, 54, 105 |
| 6 | RTS 57 – RTS 108 | / | 61 ,57 | 51,52,53,54,56,105,108, 160 |
| 7 | RTS 105 – RTS 53 | / | 61,57,105,108 | 51,52,53,54,160 |
| 8 | RTS 51 – RTS 52 | / | 52,53,54,56,57,105,108 | 51,160 |
| 9 | RTS 51 – TS „Centar“ | / | 51,52,53,54,56,57,61,105,108,160 | / |
| 10 | RTS 61- RTS 57 | / | 61 | 51,52,53,54,56,57, 105,108,160 |
| 11 | / | RTS 63- RTS 51 | 51,52,53,54,56,57,61,105,108,160 | / |



SLIKA 3- KONZUM NAKON ADAPTACIJE SREDNJENAPONSKE MREŽE ZA 20 kV NAPON

Sledeći korak u procesu adaptacije konzuma za 20 kV distributivni napon je zamena srednjenaponskih blokova i energetskih transformatora gde je to potrebno.

Iz tabele 5 vidmo da je to potrebno izvršiti u trafostanicama: RTS-51, RTS-53, RTS-105. Takođe je potrebno izvršiti zamenu energetskih transformatora u trafostanicama: RTS-51, RTS-53, RTS-54, RTS-105, RTS-108.

Nakon izvršenja svih gore navedenih koraka kreće se u ekonomsko finasijsku analiz, koja za cilj ima dobijanje podatka o potrebnim finsijskim sredstvima koje je potrebno uložiti u adaptaciju ovog dela konzuma.

U TABELI 8, prikazana su potreban finansijska sredstva za adaptaciju.

TABELA 8-POTREBAN FINANSIJSKA SREDSTAV ZA ADAPTACIJU DELA KONZUMA 20 kV NAPON

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Potrebna finasijska sredstva za zamenu kablova | Potreban finasijska sredstva za zamenu SN blokova | Potrebna finasijska sredstva za zamenu energetskih transformatora |
| 12.650.000 din | 1.350.360 din | 4.245.895 din |

**ZAKLJUČAK**

Zadatak ove analize etapnog prelaska odbaranog konzuma sa 10 kV na 20 kV distributivni napon, bio je da prikaže način adaptacije jednog dela konzuma za 20 kV distributivni napon uzimajući u obzir sva ograničenja i opasnosti koja mogu nastati prilikom promene tokova snaga i rekonfiguracije mreže. Iz dobijenih rezultata vidimo da bi na odabranom delu konzuma nakon adaptacije došlo do smanjenja tehničkih gubitaka za 1,21% u odnosu na gubitke koji su bili aktuelni tokom rada ovog konzuma na 10 kV distributivnom naponu. Ovaj procenat nam daje podatak da bi se na ovom konzumu godišnje uštedelo 72 000 $\left[kWh\right]$ što predstavlja uštedu od 560.080 dinara na godišnjem nivo. Ukupna potrebna ulaganja za adapataciju ovog konzuma iznose 18.246.255 dinara. U odsustvu većih ulaganja projekat prelaska za 10 kV na 20 kV distributivni napon, ovaj način etapnog prelaska pruža mogućnost da se odabirom određenog konzuma i detaljnom analizom dodje do podataka o promeni konfiguracije mreže, tokovima snaga i opterećenjima na napojnim trafostanicama 110/x kV/kV, kao i potrebnim finasijskim sredstvima za ulaganje u ovaj konzum. Podacima iz ovako dobijene analize može se blagovremeno planirati adapdatacija odabranog dela konzuma. Ovakav način etapnog prelaska delova područja grada koji rade pri naponskom nivo 10 kV na naponski nivo 20 kV jeste prelazno rešenje, koje bi za konačni cilj imalao adaptaciju celog konzuma grad na 20 kV distributivni napon, nakon čega bi se moglo pristupiti većim investicijama koje bi se ogledale u ulaganju u izgradnju nove trafostanice TS „Zrenjanin 1“ 110/20 kV/kV što bi stvorilo preduslov gasenja trafostanica 35/x kV/kV na području grada Zrenjania i njihova adaptacija u razvodna postrojenja.

**LITERATURA**

1. Elektorvojvodina Novi Sad, 2012, “Energetski pokazatelji”, ”Elektrovojvodina”, 2012, 63.

2. ED Zrenjanin, 2012, “Studija dugoročnog plana razvoja srednjenaponske mreže 2005”, “Elektrodistribucija Zrenjanin”, 2005.

3. ED Zrenjanin, 2013, “Srednjoročni plan razvoja distributivne mreže 2012-2022”, ”Elektrodistribucija Zrenjanin”, 2012-2022.

4. N. Katić, Dragan Đapić, „Praktični metod i program za procenu relativnih tehničkih gubitaka električne energije na konzumu elektrodistributivnog sistema, Elektrovojvodina.