

TRANSFORMATORSKA STANICA 10(20)/0,4 kV TIPA TORNJIĆ U PRILIKAMA POVEĆANOG KONZUMA, NOVIH TEHNOLOGIJA I ESTETSKIH ZAHTJEVA

Ivo Santica, Split

UDK 621.311.42:658.516.008
STRUČNI ČLANAK

U distribucijskoj srednjonaponskoj mreži pomalo sjetni odnosi vežu se uz transformatorske stanice 10(20) kV tipa tornjić (TTS). Ovaj tip stanice pratio je prve elektrifikacije, a kao tip ne gradi se zadnjih 30 – 35 godina. Stalno povećanje konzuma te povećani zahtjevi za kvalitetom napona postupno eliminiraju i dio postojećih tornjića iz svakodnevne uporabe. Izgrađuju se nove stupne transformatorske stanice i nove kabelačke stanice, kako je tipizacijom HEP-a i predviđeno. Ipak pojedinačno se tornjići rekonstruiraju, opremaju novim tehnologijama, prilagođavaju novim zahtjevima i do daljnjeg ostaju važan element distribucijske mreže. Člankom će se pokušati prikazati realne tehničke mogućnosti i opravdanost zahvata te prikazati neki primjeri, do sada, izvedenih rekonstrukcija. Donekle je ovo hommage ("s poštovanjem u sjećanje") tipu transformatorske stanice tornjić i vremenu u kojem je projektiran. Starijem tehničkom osoblju na sjećanje, a mladem na uvid u prolaznost određenih tehničkih rješenja u praksi distribucije električne energije.

Ključne riječi: tornjić, rekonstrukcija, funkcionalnost, estetika.

1. UVOD

Tornjić kao tip transformatorske stanice javlja se u samom početku elektrifikacije, početkom prošlog stoljeća. Tada se tornjić transformatorska stanica izgrađuje skoro u samim središtima većih gradova. Zapravo u središtima konzuma električne energije. Najveći broj tornjića izgrađen je u poratnoj (II. svjetski rat) masovnoj elektrifikaciji između 50-ih i 70-ih godina prošlog stoljeća. Ovaj podatak govori o prosječnoj starosti TS tipa tornjić.

TTS 10/0,4 kV bila je uobičajeno tehničko rješenje u zračnoj srednjonaponskoj mreži. Uvođenjem srednjonaponskog kabela u distribucijsku praksu, ona se postupno pomiče prema periferiji, a tijekom opće elektrifikacije masovno se gradi u seoskim prostorima. Na početku je koncipirana kao krajnja TS, zatim kao prolazna TS, a poslije često kao prolazna TS s odcjepom. Zbog tehničkih zahtjeva zavješena zračnih vodova srednjeg napona na fasadi stanice (obično min. 6m) i zbog skromnog tlocrta (2,5mx 2,5m) ima izgled tornja, odakle joj i uobičajeni naziv TTS – tornjić transformatorska stanica.

Često je u prostoru nalazimo, s današnjeg gledišta, na neuobičajenim mjestima; udaljenu od naselja. Zapravo udaljenu, a okruženu relativno udaljenim zaselcima. U vrijeme njene izgradnje, priključna vršna snaga određivala se na temelju skromnih normativa, temeljenih, uglavnom, na potrebama rasvjete. S gledišta pada napona ovo je

dozvoljavalo izuzetno duge izvode niskog napona pa se za više naselja koristio jedan tornjić.

Uvođenjem, danas važećih normativa potrošnje, te uvođenjem obvezujućih normiranih napona, jedan dio ovako raspoređenih tornjić TS, potpuno se eliminira. Dio tornjića potpuno se napušta, a dio se pretvara u rasklopišta.

Masovnu elektrifikaciju (elektrifikacije našeg djetinjstva) pratili su česti, ponekad dugotrajni nestanci električne energije. Mreža je bila radijalna. Uvjet sigurnosti n-1 bio je u to vrijeme daleki san. Petrolejsku lampu kao rezervnu rasvjetu imalo je svako domaćinstvo.

Dolazak napona vezivao se često s dolaskom rajnskog montera i otvaranjem tornjića.

Vremenom srednjonaponska mreža postaje sve izgrađenija. Zatvaraju se kraće petlje i izgrađuje sve veći broj novih TS. Povećanje konzuma električne energije u postojećim TTS zahtijeva ugradnju transformatora veće snage. Postupno se rekonstruira dio transformatorskih stanica tipa tornjić. Međutim, razlog rekonstrukcija su i novonastale prilike u srednjonaponskoj mreži, kao i zastarjelost opreme ili građevinski nedostaci objekta. U zračnu mrežu sve više se ugrađuju kabelačke dionice, kao ulaz ili izlaz iz TTS, što također može biti razlog rekonstrukcije.

Grananjem srednjonaponske mreže, tornjić, pored uobičajene prolazne ili krajnje funkcije, ponekad u mreži

dobiva i odcjepnu funkciju. Zahtjevi daljinskog vođenja mreže postavljaju dodatne uvjete. Traži se mogućnost daljinskog upravljanja prekidačima; sve sa svrhom selekcioniranja dionica mreže i skraćanja beznaponskih pauza.

Klasična izvedba srednjonaponskog rasklopišta to ne omogućava. Rasklopišta se nalaze na katu tornjića. Dosta su složena i nemaju prekidače snage. Pogotovo je sve složeno kod prolaznih tornjića s odcjepom. U malom i teško pristupačnom prostoru, nalazi se puno rastavnih elemenata s kojima se upravlja u beznaponskom stanju, uvijek s određenom nelagodnom. Zato rekonstrukcije zahtijevaju ugradnju srednjonaponskog bloka.

Inače, današnja zračna srednjonaponska mreža, predstavlja jedan od najslabijih segmenata elektroprivrednog sustava. Veći dio je amortiziran s nemogućnošću ispunjenja uvjeta sigurnosti n-1, bez velikih ulaganja.

Njenom budućom izgradnjom i obnovom nužno se diraju i čvorne točke mreže, tj. jedan dio tornjića.



Slika 1. TTS 10/0,4 kV MANUŠ, izgrađena 1920. god.

2. UOBIČAJENI PRIMJERI ZAHVATA KOD REKONSTRUKCIJE TTS

Kako je navedeno, elektroenergetske prilike na periferijama gradova ili u prigradskim prostorima često zahtijevaju rekonstrukcije. Bilo da se radi o povećanju konzuma ili se radi o kabliranju srednjeg napona ili pak o potrebi daljinskog vođenja, uvijek treba prilagoditi TTS novonastalim prilikama. Zahtjev uobičajeno dira u veličinu

transformacije, ugradnju novog razvoda niskog napona i novog razvoda srednjeg napona.

Rasklopište srednjeg napona veoma često se traži u plinom izoliranoj izvedbi.

Zahtjevi su takvi, da se rekonstrukcijom zapravo ugrađuje cijela nova elektromontažna oprema. Hoće li se koristiti postojeća zgrada tornjića, uz rekonstrukciju, ili će se graditi zamjenska tipska kabelska transformatorska stanica, ponekad je dilema.

Prednost rekonstrukcije je nediranje vanjskih građevinskih gabarita stanice, što ima olakotne okolnosti kod dobivanja građevinske dozvole. Izgradnja nove KTS zahtijeva svu uobičajenu proceduru, potrebnu za izgradnju novog objekta; naravno i uza sve prednosti koje donosi novi objekt.

Praksa još nije iznjedrila optimalni pristup i rješenje. Ovisno o iskustvu projektanta ili izričitoj želji investitora, prakticira se danas jedna od četiri mogućnosti:

- postojeći tornjić se ruši i na njegovom mjestu, izgrađuje se nova KTS 10(20)/0,4 kV;
- radi se rekonstrukcija TTS-a sa smještajem srednjonaponskog bloka na katu tornjića;
- radi se rekonstrukcija TTS-a sa smještajem srednjonaponskog bloka i niskonaponskog razvoda na katu tornjića uz izgradnju vanjskog stepeništa;
- radi se rekonstrukcija TTS-a sa smještajem transformatora na katu tornjića.

Za vrijeme intervencije u mreži, bilo da se radi o izgradnji novog objekta ili se radi o rekonstrukciji, potrošačima je potrebno osigurati kontinuitet u opskrbi električnom energijom. Prakticira se imati mobilnu kontejnersku transformatorsku stanicu u kompletu s priključnim kabelima, srednjeg i niskog napona. Mobilna stanica postavlja se na povišene prijenosne blok temelje u neposrednoj blizini gradilišta. Nakon završetka radova, vraća se na skladišni prostor dispečerskog područja.

2.1. Primjer kad se postojeća TTS ruši i zamjenjuje kabelskom TS

Uobičajeno se prakticira rušenje postojećeg tornjića, kada budući konzum traži povećanje snage transformacije na 1000 kVA. Građevinski dotrajali tornjići, također se ruše. Isti pristup, odnosno rušenje, moguće je kod svake ozbiljnije rekonstrukcije u dvostrano napajanoj mreži; pogotovo kad se kabliraju zračni priključci.

Uvođenjem u svakodnevnu praksu jednožilnih kabela 10(20) kV s izolacijom od umreženog polietilena, sa završecima od toploskupljajućeg materijala, kratke dionice kabela pojavljuju se i u zračnoj radialnoj 10(20) kV mreži. Sve veća sigurnost i sve lakši popravak ovih kabela u odnosu na papirom izolirane kabele, okuražio je distributera na kabliranje dijela zračnih dalekovoda na prijelazu u tornjić rasklopište. Kvaliteta metaloksidnih odvodnika prenapona doprinosi ukupnoj sigurnosti.

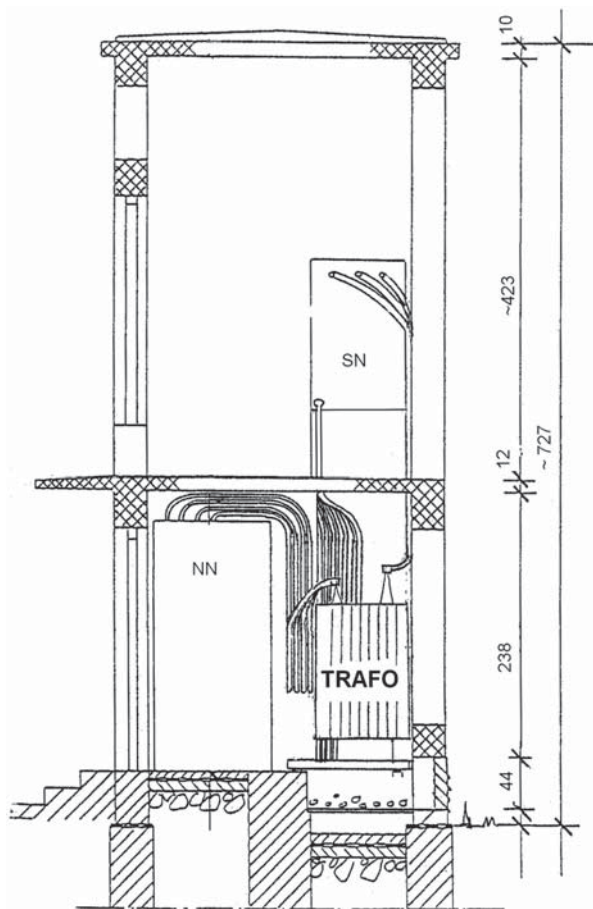
Princip radijalna mreža-zračna mreža, često se danas napušta.

2.2. Primjer rekonstrukcije TTS sa smještajem srednjonaponskog bloka na katu tornjića

Koncepcija rasporeda klasične opreme u tornjiću proizašla je iz logičkog slijeda tehničkih uvjeta koje treba ispuniti ovaj objekt. Međutim, to ne znači da je rješenje bilo operativno optimalno. Rasklopišta su katno razdvojena; ploča niskog napona je u prizemlju s vanjskim posluživanjem, a rasklopište srednjeg napona je na katu s uskim vertikalnim pristupom. Transformator je smješten u prizemlju. Visina tornjića određena je visinom zavješanja srednjonaponskih vodova, a orijentacija tornjića definirana je transportnim pristupom i smjerom ulaza vodova srednjeg napona.

Ako se kod rekonstrukcije kopira postojeći raspored opreme, tada i dalje na katu ostaje srednji napon, a u prizemlju niski napon i transformator. Ugradnjom plinom izoliranog rasklopišta s vakumskim prekidačima 10(20) kV otvara se mogućnost daljinskog upravljanja rasklopištem.

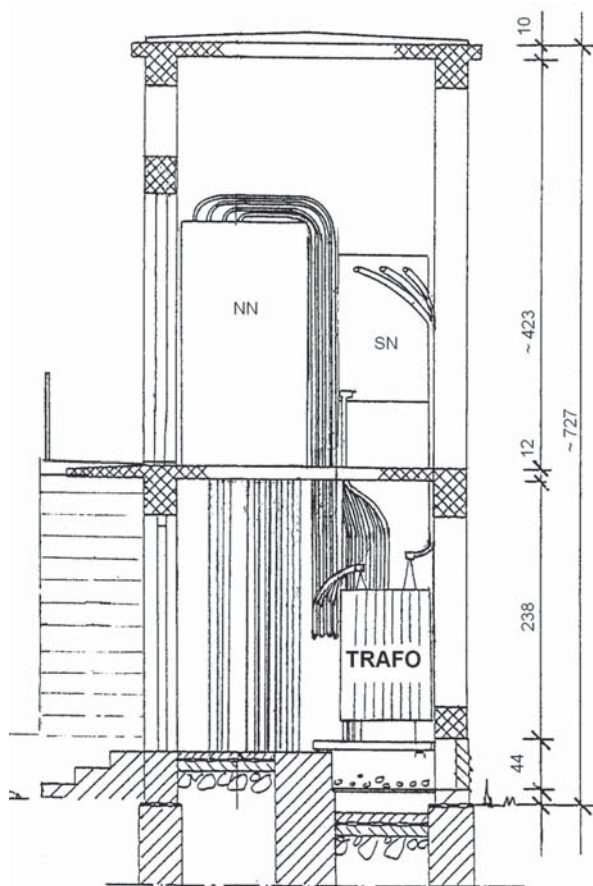
Upravljanje rasklopištem iz prizemlja puno je prirodnije. Radi uspostavljenih navika ova mogućnost uvijek se ne koristi.



Slika 2. Presjek rekonstruirane TTS 10(20)/0,4 kV, sa smještajem srednjonaponskog bloka na katu tornjića

2.3. Primjer rekonstrukcije TTS sa smještajem srednjonaponskog bloka i niskonaponske ploče na katu tornjića

Ovo rješenje javlja se obično kod ugradnje transformatora snage 630 kVA i ploče niskog napona s više polja. Tlocrt prizemlja koji po dimenzijama varira i ponekad ne dozvoljava smještaj opreme, kao kod predhodnog rješenja. Prizemlje TTS-a je premalo za smještaj transformatora snage i duže ploče niskog napona. Rasklopište srednjeg napona i niskonaponska ploča postavljaju se na kat, a transformator ostaje na istom mjestu u prizemlju. Za normalni pristup rasklopištu na katu potreban je građevinski zahvat izgradnje vanjskog stepeništa. Ovakva građevinska intervencija nije uvijek moguća, a kad je i moguća, zahtijeva cijeli postupak ishođenja građevinske dozvole.

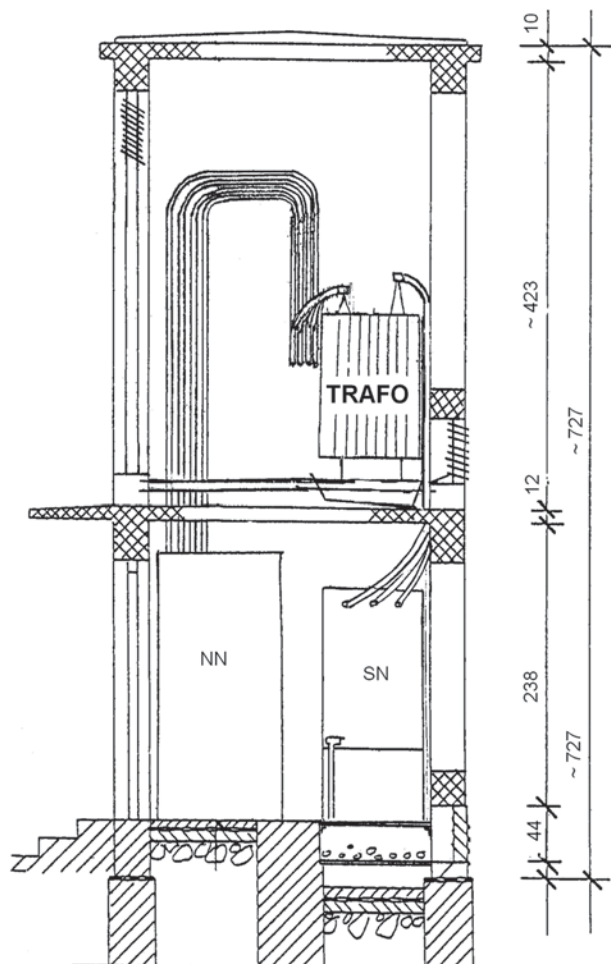


Slika 3. Presjek rekonstruirane TTS 10(20)/0,4 kV, sa smještajem oba rasklopišta na katu tornjića

2.4. Primjer rekonstrukcije TTS sa smještajem transformatora na katu tornjića

Ovo rješenje je dosta skupo. Zahtijeva građevinske zahvate na nosivom dijelu katne ploče. Zapravo zahtijeva dodatnu nosivu konstrukciju, izradu novog otvora za ventilaciju i povećanje otvora za prolaz kрана dizalice s transformatorom.

Građevinski zahvati su veći nego u predhodna dva slučaja, ali je rezultat najprirodnijeg smještaja opreme. Tlocrt TTS-a ostaje isti. Fasada se neznatno dira i prilagođava novim zahtjevima.



Slika 4. Presjek rekonstruirane TTS 10(20)/0,4 kV, sa smještajem transformatora snage na katu tornjića

3. FUNKCIONALNI DIZAJN TTS I ESTETSKI KRITERIJI

Proporcije tornjić TS rezultat su strogo funkcionalnog dizajna uvjetovanog zračnim zavješanjima srednjonaponske i niskonaponske mreže na fasadi objekta i ostalim sadržajem. Funkcionalne proporcije rezultirale su, reklo bi se, izrazito visokom neproporcionalnom vizurom. Ovakav dojam pogotovo ostavlja TTS nakon kabliranja priključnih zračnih dalekovodada. U prvo vrijeme na ovaj objekt se gledalo kao na element nužan za elektrifikaciju. Navika na prisustvo električne energije, strogo funkcionalnoj građevini, postupno pridodaje estetski zahtjev. TTS, naročito ako se nalazi u imalo sređenom okolišu, svojim prvotnim izgledom, čini sliku ružnom. Ovaj čimbenik ne bi smjeli preskočiti rekonstrukcijom. Arhitekti kažu da

ništa nije toliko neestetski izgrađeno da se ne bi moglo određenim intervencijama napraviti bar malo ljepšim. Ostaje samo spremnost investitora za takve intervencije. Često se radi samo o izboru boje ili boja fasade. Nekad to može biti samo intervencija određenom vrstom žaluzina, a nekad intervencija na krovu.

Ima i rješenja ugodnih za oko. Slike tornjića iz goranskih i alpskih okružja dio su tamošnjih razglednica. Izvedbom krovušta i bojom fasade tornjići se doimlju rustikalnim građevinama.

Za vjerovat je, da će spretne ruke arhitekta, vođene dizajnerskim nagonom i u našim ruralnim kraškim terenima pronaći malo bolja rješenja od postojećih.

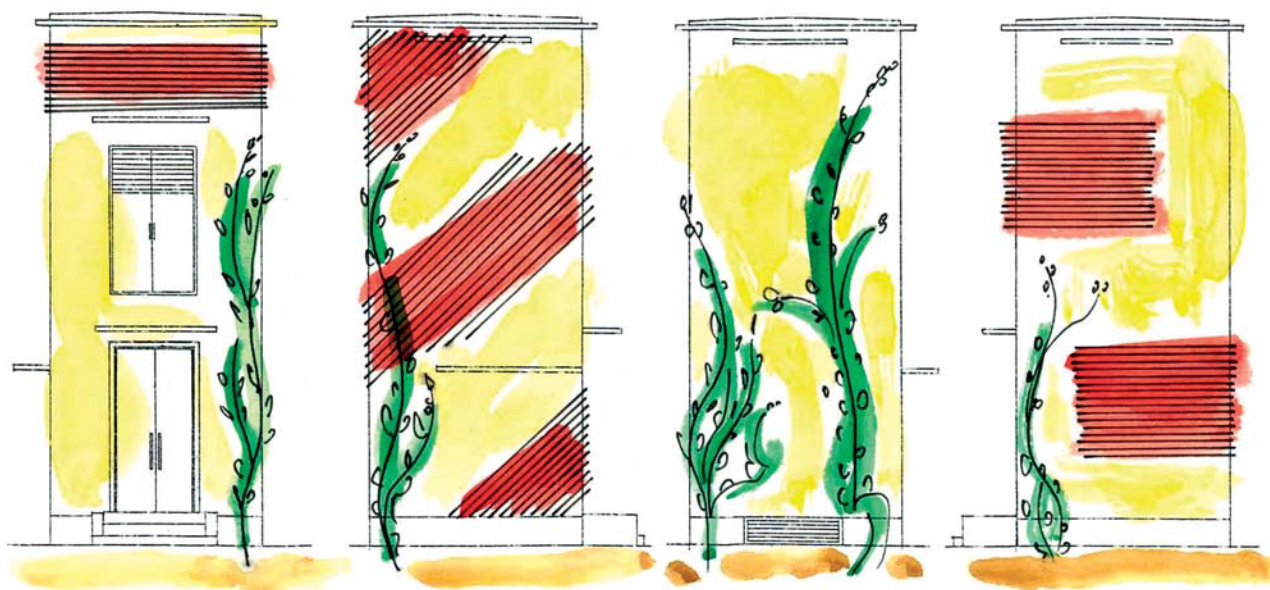
Zapravo, ove tornjiće nikada i nije dotakla dizajnerska ruka. Oni su projektirani po strogo definiranim elektromontažnim funkcionalnim zahtjevima.

Izuzetak su tornjići s početka elektrifikacije početkom prošlog stoljeća. Na ovim objektima prepoznatljiv je rukopis određene arhitektonske škole ili tadašnjeg umjetničkog trenda. I danas su u goda oku. Ne smeta im ni asfaltno okružje ni parking prostori, a ponekad čak ni grafiti. Svoju ljepotu i dostojanstveni dizajn oni izvredno nose u svim prilikama kroz cijelo stoljeće postojanja. Međutim, jako su malobrojni i veći dio nije u funkciji.

Rekonstrukcijom se životna dob tornjića produžava za idućih 30 – 40 godina. Otprilike isto toliko godina i više je prošlo od njihove izgradnje. Ako opravdanje njihova sadašnja izgleda nalazimo u apsurdnosti ideologije vremena njihove izgradnje, tada sudionici vremena rekonstrukcije (ako fasade ostanu nedirnuti), sličan razlog nemaju. Oni ostaju isključivi krivci. Pogotovo, što estetika sve više postaje zahtjev uređenja okoliša, a djelomično i način života. Zašto je onda isključiti iz svakodnevne elektrotehničke prakse? Zašto je ne uvažavati kod izgradnje elektroenergetskih objekata? Nema ozbiljnijeg razloga, a estetski zahvat ponekad znači samo neznatni trošak. Za pohvalu je ovakav pristup imati u podsvijesti i uvijek ga aktivirati kod izgradnje ili rekonstrukcije bilo kojeg elektroenergetskog objekta.

Zaštita okoliša, zbrinjavanje otpada, zaštita ptica, zaštita životinja i niz drugih zaštita, obvezujuće je prisutno u svakom graditeljskom zahvatu. Isto bi tako, jasno, trebala biti prisutna zaštita vizualnog dojma. Odnosno, svaki graditeljski zahvat trebao bi, koliko toliko, doprinositi vizualno-estetskoj ugodi.

Svaki uljuđeni postupak, uključivo i stvaranje estetsko vizualnog dojma, značajan je doprinos civilizacijskom razvoju. Estetika i elektroenergetika ili, preciznije rečeno, estetika i primjenjena elektroenergetika, široka je i zahtjevna tema. Dijelovi elektroenergetskog sustava dugo su vremena izvan naznačene problematike. Određujući kriteriji su stroga funkcionalnost. Na tisućama kilometara zračnih dalekovoda nikad se nije primijenio estetski dizajn. Međutim, svojim intezivnim "šaranjem" cijelog prostora,



Slika 5. Vizija redizajniranih fasada TTS 10(20)/0,4 kV

napokon su u svijetu pokrenute stručno-estetske rasprave o mogućem boljem uklapanju u taj prostor.

Neka nova fasada tornjića bude skroman doprinos tome.

4. ZAKLJUČAK

Transformatorska stanica 10(20)/0,4 kV tipa tornjić, skraćeno TTS, ne gradi se već 20 – 25 godina. Iako se već dugo ne gradi, u distribucijskoj mreži HEP-a, veliki broj ovih objekata je i danas u funkciji. Jedan dio se može uspješno obnoviti i rekonstruirati ugradnjom novih tehnologija. Time se prilagođava složenijim zahtjevima mreže, bilo da se radi samo o povećanju konzuma ili se radi o potrebama daljinskog vođenja u čvornim točkama. Funkcionalna životna dob ovim zahvatom se produžava na idućih desetke godina.

Kod rekonstrukcija ovih objekata, osim neizbježnog funkcionalnog dizajna, trebalo bi pozornost obratiti i na estetski dizajn. Svojom prošlošću i racionalnim izgledom ovaj tip stanice veže se uz prve masovne elektrifikacije. Budućnost joj osiguravaju nove tehnologije, pri čemu tornjić transformatorsku stanicu, treba obvezno pokušati estetski uklopiti u okoliš.

LITERATURA

- [1] ODJEL PROJEKTIRANJA; SIU; DP ELEKTRO-DALMACIJA: Glavni projekti i rekonstrukcije TS 10(20)/0,4 kV tipa tornjić
- [2] M. CLARK: "Innovative overhead line tower concepts for national grid transco", CIGRE, B2, Edinburgh, 2002. god.
- [3] I. SANTICA: "Estetika i elektroenergetika", Vjesnik HEP- a, broj 158, studeni 2003. god.

10(20)/0,4 kV TRANSFORMER STATION OF SMALL TOWER TYPE IN CIRCUMSTANCES OF INCREASED CONSUMPTION; NEW TECHNOLOGIES AND AESTHETIC NEEDS

In distribution network of mid-voltage some sentimental feelings are connected to 10(20)/0,4 kV transformer station of small tower type. The station was first used in electrification and has not been built for 30-35 years. Consumption increase and bigger needs for voltage quality gradually eliminate still existing small tower from daily usage. New tower transformer stations and new cable stations are constructed as foreseen by HEP norms. But some small towers are being refurbished, using new technology, rearranged to new needs. They remain an important element of the distribution network. The paper will try to present real technical possibilities and evaluation of refurbishment as well as to show the reconstruction realised.

In some way this is homage to small type transformer station and to the period when it was designed. The older technical staff should remember and the younger should be shown how technical solutions are temporary in the operation of electric energy distribution.

UMSPANNWERK 10(20)/0,4 kV IN TURMBAUWEISE IN DER ZEIT DES ERHÖHTEN VERBRAUCHS UND DER NEUEN VERFAHRENSTECHNIKEN ANGESICHTS DER ÄSTHETISCHEN VERLANGEN

An Umspannwerke 10(20)/0,4 kV in Turmbauweise in Verteilungsnetzen der Mittelspannung wird in gewissem Masse die Wehmut angeknüpft. Diese Bauweise war für erste Elektrifizierungen kennzeichnend, und wird als Typ in den letzten 30'35 Jahren nicht mehr gebaut. Ständiges Wachsen des Verbrauchs und erhöhte Ansprüche an die Spannungsqualität entfernen allmählich auch einen Teil solcher Umspannwerke aus dem Netz. Neulich

werden Mast- und Kabel-Umspannwerke gebaut, wie es in der Typisierung im hiesigen Stromversorgungsunternehmen vorgesehen ist. Jedoch werden einige Umspannwerke in Turmbauweise vergegenwärtigt, mit neuen Verfahrenstechniken ausgestattet und den neuen Ansprüchen angepasst, bleiben also bis auf weiteres ein wichtiger Bestandteil des Verteilungsnetzes. Im Artikel versucht man sachliche technische Möglichkeiten und die Berechtigung dieser Eingriffe, sowie einige Beispiele bisher durchgeführter Umbaue darzustellen.

Dies ist in gewissem Masse ein "Hommage" (Ehrerbietung) den Umspannwerken in Turmbauweise und jener Zeit in welcher sie entworfen wurden. Dem älteren Personal

zum Gedächtniss, und dem jüngeren als Mahnung an die Vergänglichkeit bestimmter technischer Lösungen in der Stromverteilungstechnik.

Naslov pisca:

Ivo Santica, dipl. ing.
HEP Distribucija d.o.o.
Elektrodalmacija, Split
Poljička bb, 21000 Split, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2004 – 12 – 17.