

Stjepan Futivić, dipl.ing.
KONČAR - Sklopna postrojenja, d.d. - Sesevski Kraljevec

2-04

Denis Brajković, dipl.ing.
HEP, DP ELEKTROISTRA - Pula

Mladen Volarić, dipl.ing.
HEP, DP ELEKTROPRIMORJE - Rijeka

Mr. Boris Lesan, dipl.ing.
KONČAR - Sklopna postrojenja, d.d. - Sesevski Kraljevec

KONCEPCIJSKA I TEHNOLOŠKA RJEŠENJA TS 10(20)/0.42 kV

SAŽETAK

Kabelske (betonske, metalne) i stupne (čelične, betonske, aluminijske) distribucijske transformatorske stanice prijenosnog omjera 10(20)/0.42 kV razmotrene su s preglednog, povijesnog, perspektivnog i suvremenog aspekta.

Uz koncepciju (modularnost, shemu spoja, izvedbu) i tehnologiju (el.oprema, građevina) do pregleda normi i propisa na tom području, posebno je dan osvrt na utjecaj uvođenja daljinskog upravljanja i automatizacije, na izvedbu elektroopreme kao i izvedbu TS otpornu na el.luk kvara.

Na nekoliko primjera pokazan je jedan od načina revitalizacije postojećih distribucijskih TS (zidana seoska, zidana samostojeća, ugrađena i slično).

Ključne riječi: distribucijske TS, koncepcija, tehnologija.

THE CONCEPTION AND TECHNOLOGY OF TRANSFORMER SUBSTATIONS 10(20)/0.42 kV

SUMMARY

Distribution transformer substations (concrete and metal-housed) and tower-mounted (steel or aluminium tower or concrete pole) with rated ratio 10(20)/0.42 kV have been considered from the review, historical, long-term and contemporary aspect.

Besides conception (modularity, connection schema, design) and review of standards and regulations in this field, special review has been given on the influence of the introduction of remote control of el.equipment as also on the design of transformer substations that is arc resistant.

Some examples explain one of the ways to revitalize existing transformer substations (tower, wall design and similar).

Key words: distribution transformer substations, conception, technology.

1. UVOD

Transformatorske stanice za potrebe distribucije i industrije*, kao potpuno tvornički izrađen i ispitani proizvod, pojavile su se u Hrvatskoj potkraj pedesetih godina kao logičan nastavak normizacije blokova srednjeg i niskog napona. Do današnjih dana, razvoj TS je tekao, ne toliko u koncepcijskom smislu, koliko u primjeni novorazvijene osnovne električne opreme: transformatora, blokova srednjeg i niskog napona, kućišta. Budući se razvoj svakog od osnovnih elemenata dugo odvijao praktički neovisno, to su transformatorske stanice slijedile taj put tek ukomponirajući novorazvijenu el.opremu u optimalno kućište. Filozofija obrnutog procesa: prilagodba el.opreme distribucijskim TS počela se odvijati tek krajem sedamdesetih godina (uporedno s sličnom filozofijom na ugradnji el.aparata u sklopni blok kao integralnu međuovisnu cjelinu).

Dakako, ovo nije čvrsta linija podjele - ne može se reći da se el.oprema nije razvijala prema potrebama integralne ugradnje, ali tek danas možemo definitivno ustvrditi da je npr.razvoj srednjenaponskog sklopnog bloka punjenog plinom SF₆ (RMU) zapravo bio u funkciji globalnog razvoja distribucijskih TS.

Isto tako se razvoj stupnih distribucijskih transformatorskih stanica nije odvijao skokovitim izmjenama - tek el.oprema koja se ugrađuje na TS (aparati za vanjsku montažu, transformatori, NN razvodi, stupovi) imaju rastuću razvojnu krivulju ali razvučenu na dugi vremenski period. Raznolikost izvedbi stupnih TS odlikuje se prije svega u tehnologiji (el.oprema, građevina) i eventualne mogućnosti uvođenja daljinskog upravljanja rastavnim sklopkama na dalekovodima - što bi u krajnjem slučaju značilo i mogućnost sklapanja s distribucijskom stupnom TS.

U članku su ove dvije navedene vrste TS razmotrene s preglednog, povijesnog, suvremenog i perspektivnog aspekta. Uz tehnologiju i koncepciju distribucijskih TS (kabelskih i stupnih), dan je osvrt i na izvedbu kabelske TS otpornu na el.luk kvara što je jedan od aktualnih zadataka, kao i mogućnosti daljinskog upravljanja.

Na nekoliko je primjera prikazan i način revitalizacije postojećih TS (zidane seoske, zidane izvedbe ograničenog prostora i slično).

* Članak nije zamišljen da detaljno razmatra različite izvedbe stupnih i kabelskih distribucijskih TS, već je naglasak na onim rješenjima koja bi mogla potaknuti na određenu diskusiju - usmjeriti dalji pravac razvoja ili potaknuti na određena poboljšanja kako u tehnologiji tako i na koncepciji TS. Dakako, cilj je i ukazivanje na potrebu prilagođenja u području normizacije tih TS, a u svrhu prihvaćanja hrvatskih normi od strane svih Elektri i to ne samo formalno.

2. KRATKI OSVRT NA POVIJEST RAZVOJA

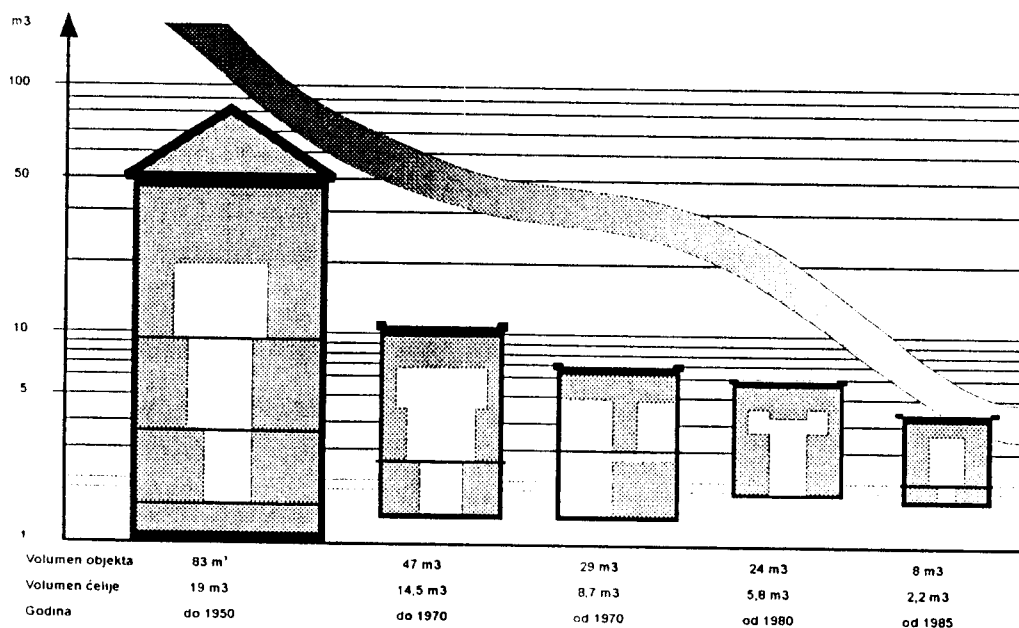
Već je u uvodu spomenuto da je početak modernog razvoja distribucijskih TS u Hrvatskoj kraj pedesetih godina. Tada je i dovršen razvoj prvih tvorničkih dogotovljenih sklopnih blokova niskog i srednjeg napona. Naravno, u to vrijeme tako razvijene komponente ugrađivale su se unutar kompleksnog građevinskog objekta. Praćenjem svjetskih trendova ukazala se potreba za razvojem kompaktnih i modularnih distribucijskih TS koje su se prilagođavale zahtjevima tržišta i razvoju novih električnih komponenti.

I stupne TS doživljavale su svoj razvoj. Drvene stupne TS potpuno se napuštaju razvojem metalnih (aluminijske i čelične) i betonskih TS. Do današnjeg dana sve ove nabrojane TS mijenjaju se tek po novorazvijenoj opremi i čak se razvoj dalje odvijaju u cilju tehničkog pojednostavljenja (npr. pojednostavljena stupna TS do 100 kVA).

Kod kabelskih TS danas su osobito aktualne (obje u izvedbi otporne na el.luk kvara):

- poluukopane TS
- ukopane TS

Na slici 1. zorno je prikazan povijesni razvoj TS kroz smanjivanje kako gabarita objekta tako i gabarita ugrađene el.opreme.



Slika 1. - Razvoj TS - gabariti kućišta i ugrađene el.opreme

3. KONCEPCIJSKA I TEHNOLOŠKA RJEŠENJA DISTRIBUCIJSKIH TRAFOSTANICA 10(20)/0.42 kV

3.1 Postojeće kableske i stupne TS u distribucijskoj mreži Hrvatske

Tablica 1

KABELSKE TS	MAX.SNAGA (kVA)	SN postrojenje	NN postrojenje
samostojeće zidane	2x630	konvencionalno	stalci otvorene ili zatvorene izvedbe
montažne betonske	do 3x1000	konvencionalno	stalci zatvorene izvedbe
metalne	do 630	konvencionalno	stalci zatvorene izvedbe
kompaktne	do 630	RMU	stalci zatvorene izvedbe
poluukopane	do 630	RMU	stalci zatvorene izvedbe

Tablica 2

STUPNE TS	MAX.SNAGA (kVA)	SN oprema	NN oprema
čelični rešetkasti stup	250	rastavljač+osigurači	ormarić zatvorene izvedbe
alumijski rešetkasti stup	250	rastavljač+osigurači	ormarić zatvorene izvedbe
betonski stup	250	rastavljač+osigurači	ormarić zatvorene izvedbe
seoske zidane	250	konvencionalno	ormarić zatvorene izvedbe

Dakako su ove tablice uvjetno precizne jer se npr. RMU (ring main unit), odnosno srednjenaaponski sklopni blok punjen plinom SF₆ može ugraditi u bilo koju od navedenih TS. Isto tako, oprema stupnih TS je zapravo maksimalno moguća na stupu, uz primjedbu da nisu navedeni metal-oksadni odvodnici prenapona.

Električna oprema koja se ugrađuje u kableske TS sastoji se od:

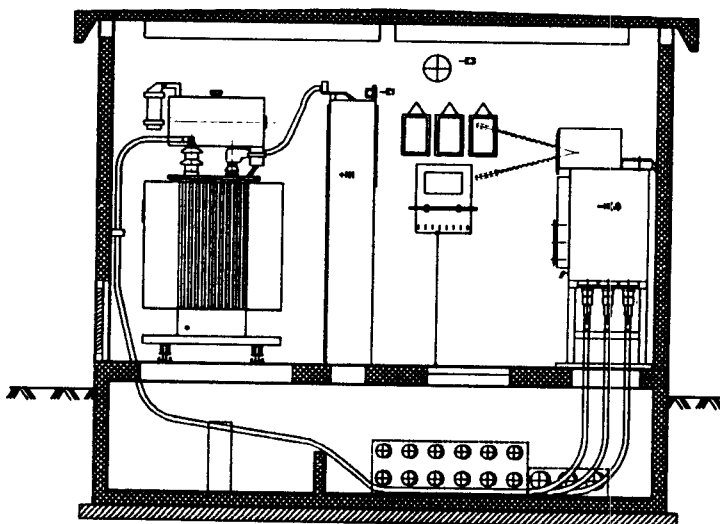
- klasičnih sklopnih blokova zrakom izoliranih na SN strani s rastavnom sklopkom, i
- sklopnih blokova izoliranih plinom SF₆ u kompaktnoj izvedbi 1T+2(3)V gdje su
T - transformatorsko polje
V - vodno polje

Ovdje treba napomenuti da se vrlo često u industrijskim TS ugrađuje druga kombinacija SN razvoda (npr. 3V+M+2T) gdje je M - mjerno polje koje je izvedeno u istom designu kao i osnovni RMU, ali u zračnoj izolaciji.

- transformator, koji je uglavnom preklopivi 10-20/0.42 kV s klasičnim SN priključcima. Jedno od tehnoloških unapređenja je primjena natičnih kontakata (potpuno izoliranih) na SN strani transformatora.
- niskog napona, koji se izvodi u obliku samostojećih stalaka ili ormara, otvorene ili zatvorene izvedbe. U dovodu je sklopni aparat ili kratkospojnik, a odvodi su ili osiguračke pruge ili pruge: osigurač-sklopka.
Javna rasvjeta je u nizu s NN razvodom.
Ponekad se u TS ugrađuju i ormari za kompenzaciju jalove energije i to najčešće u dvije verzije: do 150 kVAr i do 330 kVAr.

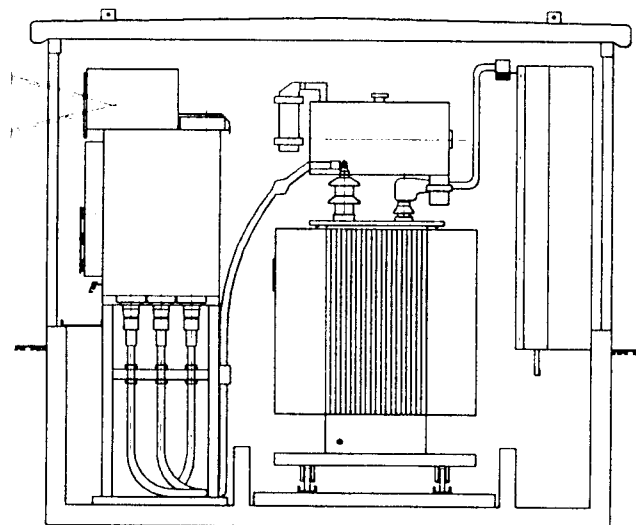
Oprema na stupnim TS sastoji se od metal-oksadnih odvodnika prenapona, rastavljača, SN osigurača, energetskog transformatora i ormarića NN koji sadrži energetske odvode i javnu rasvjetu.

Na slici 2. prikazana je kompaktna distribucijska TS snage 1x630 kVA koja se najčešće pojavljuje u distribucijskoj mreži.



Slika 2. - Kompaktna TS 10(20)/0.42 kV, 1x630 kVA, kableska izvedba

Primjena SF₆ sklopnog bloka na SN strani i specijalnih stalaka na NN strani, kao i posebno razvijenih kablskih uvođenica (kvalitetan sustav brtvljenja) i elemenata za povezivanje vanjskog prstena uzemljenja s sabirnim zemljovodom unutar TS omogućuje ugradnju tzv. **poluukopanih TS** s vanjskim posluživanjem (Sl.3).



Slika 3. - Poluukopana TS s vanjskim posluživanjem, 1x630 kVA

Takva TS ima vrlo male gabarite, iznad zemlje je u visini čovjeka, transportira se s svom ugrađenom opremom, skraćuje se vrijeme montaže i pogodna je za urbana područja.

3.2 Rekonstrukcije i revitalizacije postojećih TS sa primjerima

Postupak građenja nove transformatorske stanice 10(20)/0.42 kV u urbanim sredinama u kojima dolazi do postupnog povećanja opterećenja nailazi na sve veći otpor vlasnika zemljišta, arheologa ili urbanista te je stoga potrebno predvidjeti sve moguće opcije izgradnje nove transformatorske stanice. Jedna od opcija je rekonstrukcija najbliže postojeće transformatorske stanice, po mogućnosti bez dogradnje i sa što manje pregradnji, sa ciljem povećanja snage iz transf.stanice. Izmjene ovog tipa moguće su zahvaljujući mnogostruko smanjenim dimenzijama srednjenaponskih postrojenja u SF₆ izvedbi u odnosu na postrojenja izolirana zrakom.

U slijedu dani su primjeni nekih konceptijskih rješenja za zahvate na postojećim objektima kako bi se dobio uvid u moguće varijante rekonstrukcije postojećih transformatorskih stanica.

PRIMJER 1.

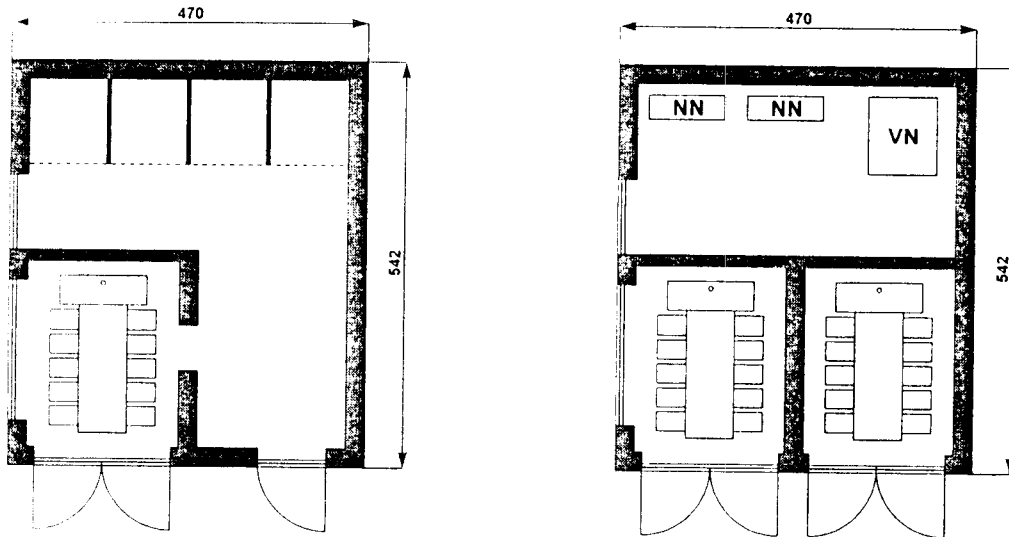
OPIS: TS 10(20)/0.42 kV **klasične** je izvedbe što je vidljivo na slici 4. Lokacija transformatorske stanice (uži gradski centar) zahtijeva povećanje snage.

Slika 4. daje prikaz postojećeg i novog rješenja tlocrta transformatorske stanice i dispozicije opreme.

Ovakvim se rješenjem:

- povećava izlazna snaga transformatorske stanice (od 630 kVA na 2x630 kVA ili čak 2x1000 kVA)
- povećava broj mogućih vodnih polja
- omogućava veću sigurnost u radu i pri manipulaciji
- povećava sigurnost i kakvoću opskrbe potrošača
- sa manjim sredstvima postižu se isti efekti kao i pri izgradnji nove transformatorske stanice

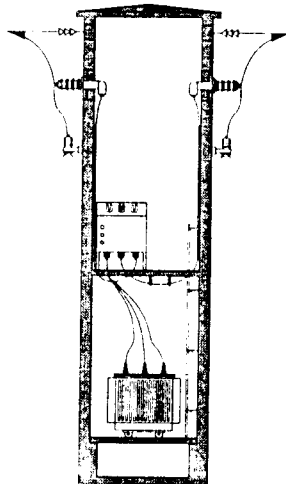
Navedenim ili sličnim će se rješenjima sigurno odgoditi izgradnja ili naći kompromisno rješenje za određeni broj slučajeva.



Slika 4. - Prikaz postojećeg i novog rješenja tlocrta transformatorske stanice i dispozicije opreme

PRIMJER 2.

OPIS: TS je seoska zidana sa zračnim SN priključcima. Postojeće SN postrojenje izvedeno je na katu rastavljača i rastavnim sklopkama. Kao najpovoljnije rješenje nameće se ugradnja RMU postrojenja te zamjena klasičnih provodnih izolatora sa provodnim izolatorima koji u sebi imaju integriranu utičnicu za priključak kablenskog konektora. Uz minimalne zahvate na građevinskom djelu kapacitet TS se povećava sa 250 kVA na 400 kVA.



Slika 5. - Rekonstrukcija seoske zidane TS

3.3. Budući pravci razvoja TS u Hrvatskoj

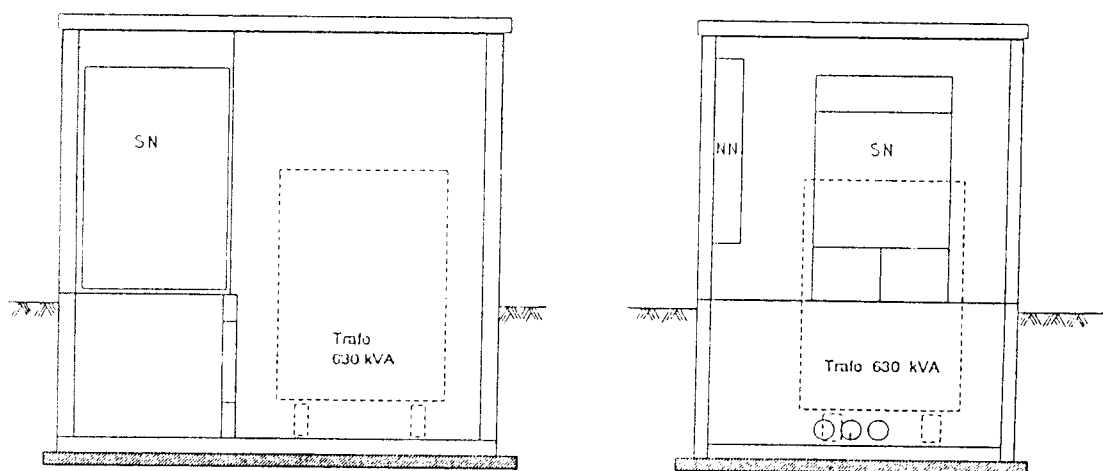
3.3.1. Kabelska TS

Po izvedbi, odnosno koncepciji, kabelske TS imaju perspektivu da se razvijaju u dva smjera:

- TS otporna na el.luk kvara
- potpuno ukopana TS.

U zapadnim zemljama oba tipa već dugo u primjeni. U našim prilikama do današnjih dana nije se ozbiljnije krenulo u taj razvoj, niti su korisnici pokazali za to poseban interes. Za oba tipa TS od posebne je važnosti zahtjev na otpornost od el.luka, a koji se propisuje normama IEC1330 i EN61330 "Tvornički dogotovljene stanice" koje ne sadrže samo preporuke za ograničenje posljedica unutarnjih pogrešaka i podataka za ispitivanje i ocjenu posljedica unutarnjih pogrešaka, nego i šire, kao što su ispitivanja zagrijavanja, stupanj zaštite i mehaničku izdržljivost te granicu štetnog utjecaja luka unutar TS.

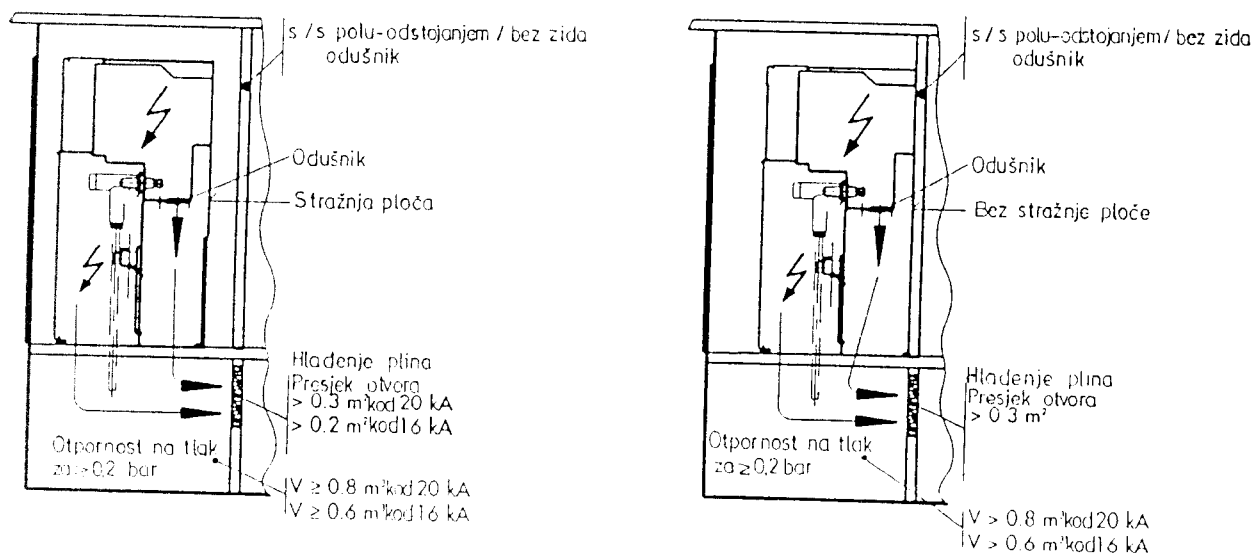
Na slici 6. prikazana je izvedba TS otporne na el.luk kvara.



Slika 6. - Izvedba TS otporne na el.luk

Osim specijalnih otvora (ispunjenih s 4-5 slojeva metalne mreže), te posebnog učvršćenja bravarije, drugih osobitih izmjena u odnosu na standardno kućište nema.

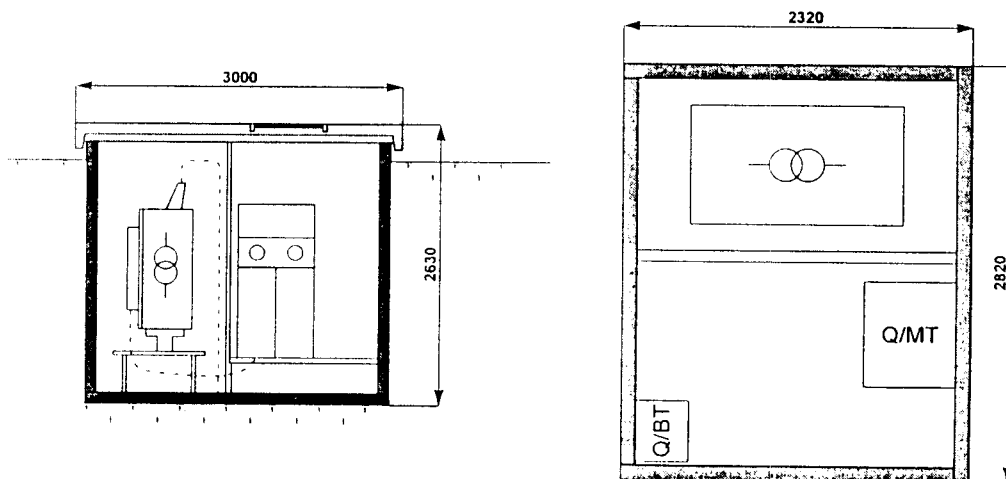
Na slici 7 jasno je vidljivo mjesto kratkog spoja kao i način odvođenja pretlaka i vrućih plinova iz TS.



Slika 7. - Način odvođenja plinova uslijed pojave el.luka kvara

Na slici 8 prikazana je izvedba potpuno ukopane TS.

Ovakvo rješenje vjerojatno bi u potpunosti zadovoljilo zahtjeve urbanista i arhitekata. Ove transformatorske stanice uzdižu se iz okolnog terena samo tridesetak centimetara zbog izvedbe sistema za ventilaciju. Veoma se efikasno kamufliraju postavljanjem vaza sa cvjećem, klupa ili reklamnih panoa na poklopac. Osobitosti ovog tipa transformatorske stanice su u specifičnoj građevinskoj izvedbi koja mora izdržati bočne pritiske, biti otporna na agresivnost tla, mora imati minimalnu poroznost itd. Elektro oprema ima jednu naglašenu specifičnost, a to je da je NN razvod izveden posebno, a da je u transformatorskoj stanici postavljen samo NN prekidač. Na našem tržištu još ne postoji proizvođač ovakve izvedbe.



Slika 8. - Potpuno ukopana TS

3.3.2. Stupna TS

Tendencija je maksimalno moguće tehnički pojednostaviti TS, a time i pojeftiniti njihovu gradnju. Pojednostavljena stupna TS 10(20)/0.42 kV do 100 kVA već je u eksploataciji tako da se zapravo ne radi o budućem razvoju, već o budućoj eksploataciji.

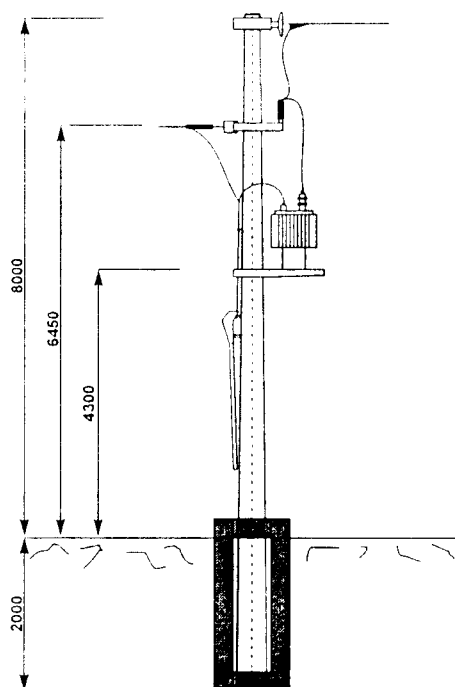
Na osnovu istraživanja karakteristika niskonaponskih mreža u Hrvatskoj i svjetskih iskustava razvijena je pojednostavljena stupna TS 10(20)/0.42 kV. Oprema ove TS 10(20)/0.42 kV sastoji se od:

- energetskih transformatora
- MO odvodnika prenapona
- prekidača na NN strani
- betonskog stupa

Nedostatak srednjenaponskih osigurača opravdava se malom vjerojatnošću kvara na transformatoru, te je stoga prihvatljiva koncepcija zaštita transformatora zaštitom vodnog polja u pojnoj TS X/10(20) kV. Nazivna snaga od maksimalno 100 kVA omogućuje eliminaciju niskonaponskog ormarića i njegovu zamjenu s prekidačem i jednim do dva NN izvoda. Najznačajnija novina ovog rješenja je prekidač na NN strani koji se sastoji od tri osnovna elementa:

- plastično kućište
- proradni član
- pogonski mehanizam

Proradni član ima elektronički senzor koji "simulira" termičku sliku transformatora i dopušta graničnu temperaturu najtoplije točke od 120° C. Na slici 9. prikazana je pojednostavljena stupna TS 10(20)/0.42 kV.



Slika 9. - Pojednostavljena stupna TS 10(20)/0.42 kV

4. TEHNOLOŠKE NOVINE ZA TS 10(20)/0.42 kV USLIJED UVOĐENJA DALJINSKOG UPRAVLJANJA I AUTOMATIZACIJE U SREDNENAPONSKE DISTRIBUCIJSKE MREŽE

4.1. Općeniti zahtjevi

Tržišni model rada distribucijskih poduzeća uvjetuje mnoge promjene u cilju smanjenja troškova rada i povećanju efikasnosti opskrbe potrošača. U tom će smislu srednjenaponska distribucijska mreža biti u fokusu navedenih promjena kao dio sistema koji će svojim primjenom najviše doprinjeti postizanju navedenih ciljeva. Statistika kvarova u distribucijskim poduzećima pokazuje da je najveći uzrok neisporuke upravo srednjenaponska mreža.

Nove mreže morat će biti prvi sustavi u kojima će svaka komponenta interaktivno djelovati s ostalim kako bi se postiglo globalno optimalno rješenje. Taj sustav biti će dinamički sustav koji će se prilagođavati svakoj promjeni tereta i promjeni stanja svake komponente. Globalni cilj kojemu sustav treba težiti može se podijeliti na slijedeće aspekte:

- smanjenje gubitaka
- smanjenje prekida
- kompenzacija jalove energije
- naponska regulacija

Automatizacija i daljinsko upavljanje sigurno je način na koji se navedeni ciljevi mogu zadovoljiti. U prvoj će se fazi automatizacija i daljinsko upavljanje pojaviti vjerojatno u zračnoj mreži obzirom da je više izložena vanjskim utjecajima te je postotak kvara veći, a i troškovi otklanjanja kvara su veći zbog veće prostorne disperzije mogućih mjesta kvara i lokacija za sekcioniranje. No cijena neisporučene električne energije za zračnu mrežu sigurno je manja nego za kabelsku mrežu, te je to jedan od razloga pojave automatizacije i daljinskog upavljanja i u ovim mrežama.

Automatizacija i daljinsko upavljanje srednjenaponske distribucijske mreže zahtijeva uvođenje novih uređaja po dubini što znači i u transformatorskoj stanici 10(20)/0.42 kV.

4.2. Uređaji u trafostanici

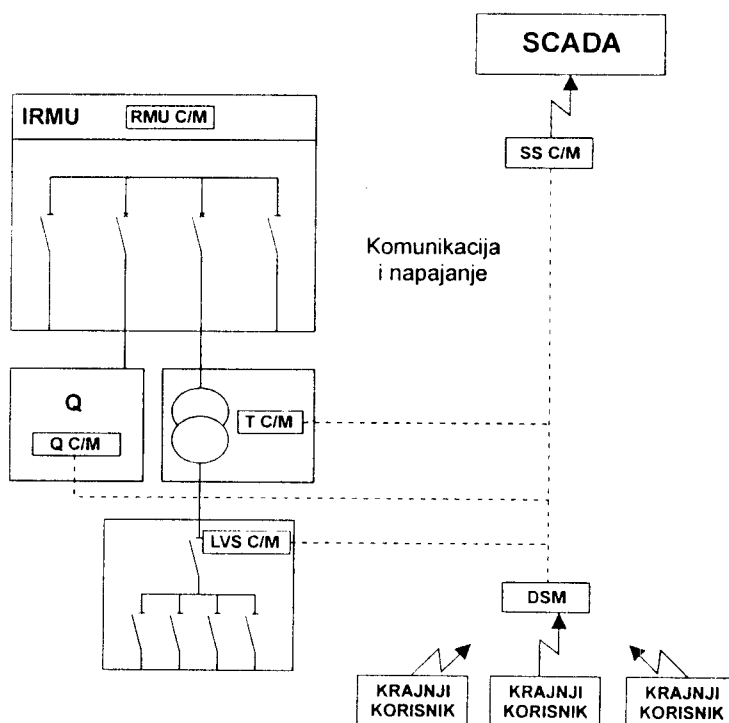
Komponente koje je potrebno dograditi standardnoj opremi u sekundarnoj transformatorskoj stanici kako bi karakteristikama zadovoljili potrebe rada u budućoj distribucijskoj firmi su:

- kontroleri ili kontrolno procesne jedinice
- senzori ili davači informacija o stanju
- uređaji u komunikaciji
- uređaji za pomoćno napajanje
- pogoni.

Pojava svih navedenih uređaja sigurno neće biti istovremena već će se razvoj kretati nekim prirodnim tokom, što znači dogradnja za postojeću opremu, gdje je to moguće ili ugradnja nove opreme sa još daljim mogućnostima dogradnje. U slijedu dat je jedan prikaz futurističke opreme u transformatorskoj stanici 20/0.42 kV.

4.3. Buduća TS 20/0.42 kV

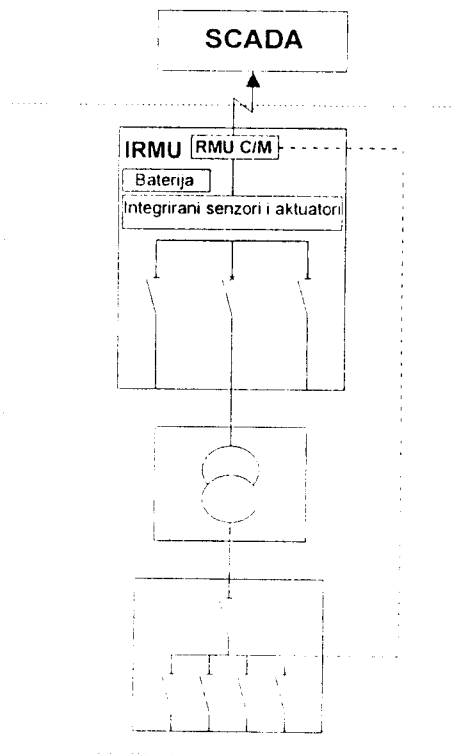
Na slici 10. prikazana je TS SN/NN koja sadrži monitoring i kontrolu svih komponenti.



Slika 10. - Prikaz buduće TS SN/NN koja sadrži monitoring i kontrolu svih komponenti

Komponente ove TS su:

- IRMU (Intelligent Ring Main Unit)



Slika 11. - IRMU

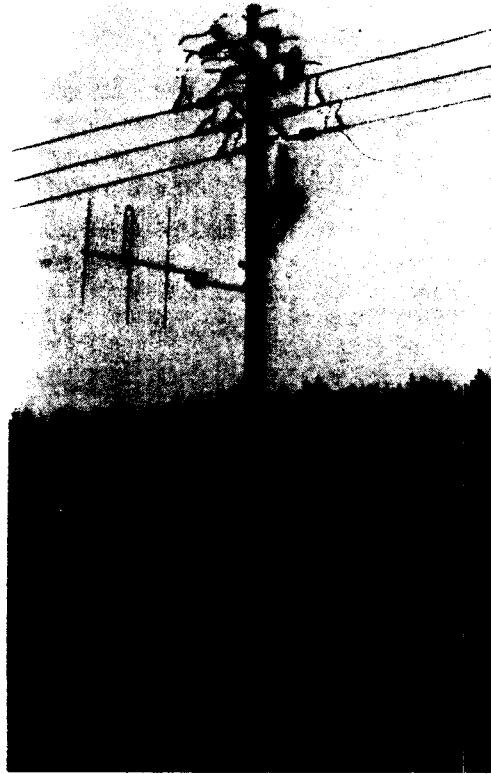
Integracija će omogućiti izvedbu proizvoda s funkcionalnošću sustava, ali bez potreba za sistemskim upravljanjem s aspekta krajnjeg korisnika. Svi aspekti sustava uzeti su u obzir, tako da će prednost novih RMU biti kompletan sustav sa inkomponiranim funkcijama za DA. Način djelovanja i mogućnosti ovise isključivo o mogućnostima integriranog kontrolera.

- TC/M Sistem kontrole i praćenja stanja transformatora uključujući temperaturu i naponsku regulaciju.
- LVS C/M Sistem kontrole i praćenja stanja na niskonaponskom razvodu, s uključenim funkcijama praćenja stanja osigurača i mjerenja struje i napona.
- Q C/M Kompenzacija jalove energije sa npr. Static VAR Compensator.
- DSM (Demand Side Management) kontroler i koncentrador.

14. SDU na nadzemnim vodovima

Izvedba komunikacijske i upravljačke elektronike razlikuje se prema tome radi li se o upravljanju područnog rastavljača (rastavna sklopka) ili transformatorske stanice i to kako po mehaničkoj izvedbi tako kao sustavu funkcionalnih elektronskih blokova.

Na slici 12. prikazana je oprema koju je potrebno dograditi na stup za sustav SDU.



Slika 12. - Sustav SDU na stupu

Sustav SDU se sastoji od:

- upravljačkog sustava
- SN naponskog transformatora
- signalnih sklopki
- antena
- stremenastog pogona (elektromotorni pogon).

5. PREGLED NORMI I PROPISA

Na području distribucijskih TS (kabelskih i stupnih) potrebno je pridržavati se slijedećih normi:

- IEC 1330/95 "High-voltage/low-voltage prefabricated substations"
- Granske norme HEP-a:
 - N.012.01/92 "Tehnički uvjeti za TS 10(20)/0.43 kV, 1x630 kVA - kabelska izvedba"
 - N.012.03/97 "Tehnički uvjeti za TS 10(20)/0.42 kV, 1x250; 1x630 kVA - kabelska izvedba sa vanjskim posluživanjem"
 - N.012.02/92 "Tehnički uvjeti za TS 10(20)/0.42 kV, 100(250) kVA - stupna izvedba"
 - α u pripremi "Tehnički uvjeti za TS 10(20)/0.42 kV, 50 kVA, jednostavna stupna izvedba"

Osim ovih osnovnih normi prilikom projektiranja, a kasnije i u izvedbi i montaži nužno je pridržavati se i svih relevantnih tehničkih propisa, pravilnika i normi kao:

- IEC 298
- IEC 694
- DIN VDE 0670 (Dio 6)
- DIN VDE 0101
- IEC 298 (Aneks AA)
- DIN VDE 0670 (Dio 601)
- IEC 73 (CO)5
- IEC 71-1
- DIN VDE 0102 (Dio 100)
- DIN VDE 0102 (Dio 1)
- DIN VDE 0111 (Dio 1)
- DIN VDE 0141
- DIN VDE 0105 (Dio 1)
- DIN VDE 0660
- IEC 947

UMJESTO ZAKLJUČKA

Referat inicira diskusiju na nekoliko slijedećih pitanja:

- kada i gdje graditi TS otpornu na el.luk kvara,
- kakav, kada i gdje uvesti sustav daljinskog upravljanja,
- koja je perspektiva tzv. pojednostavljenih stupnih TS (do 100 kVA)
- da li ići u razvoj potpuno ukopane distribucijske TS
- da li HRN dovoljno jasno definiraju karakteristike tipske TS, odnosno, što je s pridržavanjem normi od strane raznih Elektri,
- da li će šarolikost razne el.opreme ugrađene u TS (SIEMENS, ABB, KONČAR, MERLIN GERIN . . .) doprinjeti tehničkoj kakvoći ili će poremetiti tijek normizacije.

Odgovor na ta pitanja (i možda neka druga nespomenuta) svakako će doprinjeti boljem stanju tehnike na tom području, odnosno u krajnjem smislu, značajno doprinjeti kakvoći (tehničkoj i ekonomskoj) elektrodistribucijske mreže u Hrvatskoj.

POPIS KORIŠTENE LITERATURE

1. Električna postrojenja tvorničke izvedbe, ĆUPIN i ostali, SEITH 25, Jubilarni broj Elektrotehnika 1979
2. Koncept za optimiziranje rada distribucijske mreže primjenom novih tehnologija, D.BRAJKOVIĆ, Pula, lipanj 1997
3. High-voltage/low-voltage prefabricated substations, IEC 1330/95
4. Tehnički uvjeti za TS 10(20)/0.4 kV, 1x630 kVA - kabelska izvedba, Granska norma HEP N.012.01/92
5. Tehnički uvjeti za TS 10(20)/0.4 kV, 1x250 kVA; 1x639 kVA - kabelska izvedba, vanjsko posluživanje, Granska norma HEP N.012.03/97
6. Tehnički uvjeti za TS 10(20)/0.4 kV, 100(250) kVA- stupna izvedba, Granska norma HEP N.012.02/92
7. Projekt tipske kompaktne betonske transformatorske stanice 10(20)/0.4 kV, 1x630 kVA, kabelska izvedba, tip KTS12(24)-630-Z, Lesan B., Zagreb 95
8. Projekt tipske kompaktne betonske transformatorske 10(20)/0.4 kV s vanjskim posluživanjem, 1x630 kVA, kabelska izvedba, tip VTS12(24)-630, Lesan B., Zagreb 1996
9. Prospekti, katalogi i ostali propagandni materijal firmi: SIEMENS, MARBETON, AEG, KONČAR, CEOM ...

