

Mladen Ilić, dipl.ing.
HEP – ODS d.o.o., Zagreb
mladen.ilic@hep.hr

Marko Šporec, dipl.ing.
HEP – ODS d.o.o., Elektra Zagreb
marko.sporec@hep.hr

NOVI TEHNIČKI UVJETI ZA PROJEKTIRANJE I IZGRADNJU DISTRIBUCIJSKIH KABELSKIH I STUPNIH TRANSFORMATORSKIH STANICA 10(20)/0,4 kV

SAŽETAK

U tijeku je izrada novih tehničkih uvjeta za distribucijske transformatorske stanice 10(20)/0.4 kV. Tehnički uvjeti odnose se na kabelske transformatorske stanice s unutarnjim posluživanjem jedinične snage transformatora do 2000 kVA, kabelske transformatorske stanice s vanjskim posluživanjem jedinične snage transformatora do 630 kVA i stupne transformatorske stanice jedinične snage transformatora do 250 kVA. Tehničkim uvjetima definirani su i osnovni zahtjevi za transformatorske stanice u objektima, kao i za podzemne transformatorske stanice. U ovom referatu uz opis svih tipova transformatorskih stanica koji su definirani novim tehničkim uvjetima, posebno su istaknute najvažnije izmjene u odnosu na postojeće tehničke uvjete za projektiranje i izgradnju distribucijskih transformatorskih stanica u vlasništvu HEP-ODS-a.

Glavne riječi: tehnički uvjeti, distribucijske transformatorske stanice

NEW TECHNICAL CONDITIONS FOR DESIGN AND CONSTRUCTION OF DISTRIBUTION CABLE AND TOWER MOUNTED SUBSTATION 10(20)/0,4 kV

SUMMARY

Development of new technical conditions for distribution substations 10(20)/0.4 kV is in progress. These technical conditions refer on the cable substations with internal serving and transformer power of up to 2000 kVA per unit, on the cable substations with external serving and transformer power of up to 630 kVA per unit, as well as on the tower mounted substations with transformer power of up to 250 kVA per unit. Technical conditions define basic requirements for substations in buildings, as well as for underground substations. In this paper the description of all types of substations, which are defined by the new technical conditions, are given and the most important changes in relation to the existing technical conditions for design and construction of distribution substations owned by HEP-ODS are pointed out.

Key words: technical conditions, distribution substation

1. UVOD

Tehnički uvjeti za projektiranje i izgradnju distribucijskih kabelskih i stupnih transformatorskih stanica 10(20)/0,4 kV za priključak na srednjenaponsku i niskonaponsku elektroenergetsku mrežu objavljeni su kao Granske norme HEP-a:

- Tehnički uvjeti za TS 10(20)/0,4 kV, 1X630 kVA – kabelska izvedba [1],
- Tehnički uvjeti za TS 10(20)/0,4 kV, 100(250) kVA – stupna izvedba [2],
- Tehnički uvjeti za TS 10(20)/0,4 kV, 1X250 kVA i 1X630 kVA – kabelska izvedba: vanjsko posluživanje [3],
- Tehnički uvjeti za stupne TS 10(20)/0,4 kV, 50(100) kVA – jednostavna izvedba [4].

Od vremena donošenja navedenih tehničkih uvjeta došlo je do mnogih tehničkih, tehnoloških i formalnih promjena na području transformatorskih stanica. Kod kabelaških slobodnostojećih TS zbog povećanja jedinične snage transformatora do 2000 kVA potrebno je prilagođavanje kućišta i ugrađene NN opreme. Urbanistički planovi uvjetuju izgradnju sve većeg broja TS u objektima i podzemnih TS. Donesene su nove norme, zakoni i pravilnici na području distribucijskih TS i njima pripadajuće električne opreme. Zbog potrebe za revizijom postojećih tehničkih uvjeta za TS (kabelaške TS s unutarnjim i vanjskim posluživanjem, stupne TS, kao i jednostavne stupne TS) te izdavanje novih tehničkih uvjeta za tipске TS do 2000 kVA, TS u objektima i podzemne TS, HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o. naručio je izradu studije o distribucijskim transformatorskim stanicama 10(20)/0,4 kV u nadležnosti HEP-Operatora distribucijskog sustava d.o.o. [5]. Navedena studija biti će podloga za izradu novih tehničkih uvjeta za distribucijske transformatorske stanice 10(20)/0.4 kV.

2. PODJELA DISTRIBUCIJSKIH TRANSFORMATORSKIH STANICA

Distribucijske transformatorske stanice dijele se s obzirom na izvedbu kućišta TS, odnosno stupova TS i instaliranu snagu.

2.1. Kabelaške transformatorske stanice

Tipovi kabelaških TS s obzirom na izvedbu građevinskog dijela TS, odnosno instaliranu snagu:

- a) Slobodnostojeća kabelaška transformatorska stanica s unutarnjim posluživanjem, jedinične snage transformatora 250-400-630-1000 kVA (oznaka KTS-UP-1000)
- b) Slobodnostojeća kabelaška transformatorska stanica s unutarnjim posluživanjem, jedinične snage transformatora 1250-1600-2000 kVA (oznaka KTS-UP-2000)
- c) Slobodnostojeća kabelaška transformatorska stanica s vanjskim posluživanjem, jedinične snage transformatora 250 kVA (oznaka KTS-VP-250)
- d) Slobodnostojeća kabelaška transformatorska stanica s vanjskim posluživanjem, jedinične snage transformatora 400-630 kVA (oznaka KTS-VP-630)
- e) Podzemna kabelaška transformatorska stanica (oznaka KTS-P)
- f) Kabelaška transformatorska stanica u objektu (oznaka KTS-O).

2.2. Stupne transformatorske stanice

Tipovi stupnih TS s obzirom na izvedbu stupa TS, odnosno snagu transformatora:

- a) Stupna transformatorska stanica na armirano-betonskom (metalno-rešetkastom odnosno cijevnom) stupu, jedinične snage transformatora do 16 kVA (oznaka STS – 16)
- b) Stupna transformatorska stanica na armirano-betonskom (metalno-rešetkastom odnosno cijevnom) stupu, jedinične snage transformatora 50-100 kVA (oznaka STS – 100)
- c) Stupna transformatorska stanica na armirano-betonskom (metalno-rešetkastom odnosno cijevnom) stupu, jedinične snage transformatora 160-250 kVA (oznaka STS – 250).

3. OSNOVNI PARAMETRI TIPOVA DISTRIBUCIJSKIH TRANSFORMATORSKIH STANICA

U ovom poglavlju prikazani su osnovni parametri svih tipova distribucijskih TS. Navedene su izvedbe kućišta kabelaških TS odnosno izvedbe stupa kod stupnih TS, snage pripadajućih transformatora, izvedbe SN i NN sklopnih blokova. Zbog brojnih mogućnosti izvedbe svih navedenih komponenata TS, navedena su samo tehnička rješenja koja se najčešće koriste u distribucijskoj mreži HEP-ODS-a.

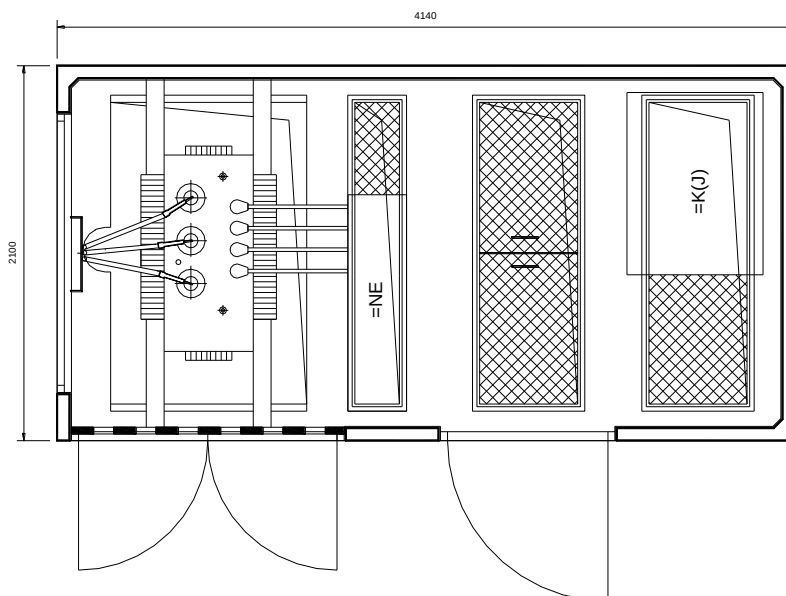
3.1. KTS-UP-1000

Slobodnostojeće kabelaške transformatorske stanice 10(20)/0.4 kV s unutarnjim posluživanjem predviđene su za ugradnju transformatora jedinične snage do 1000 kVA. Oprema TS smještena je u betonsko kućište dimenzija cca. 4,2 x 2,2 m.

Ugrađuju se uljni transformatori snage 250-400-630-1000 kVA. Nazivni naponi su 20(10)/0,42 kV (preklopiva izvedba), odnosno 20/0,42 kV.

Niskonaponski sklopni blok sastoji se od dovodnog (transformatorskog) polja u kojem je smještena rastavna sklopka ili kratkospojnik i odvodnih polja u kojima su ugrađene osigurač-rastavne sklopke. Karakteristične su izvedbe NN sklopnih blokova s 4, 9 ili 14 osigurač-rastavnih sklopki nazivne struje 400 A i dvije osigurač-rastavne sklopke nazivne struje 160 A koje se koriste za priključak javne rasvjete i kondenzatorske baterije za kompenzaciju jalove energije energetskog transformatora. Nazivna struja NN sklopnih blokova je 1250 A za priključak transformatora do 630 kVA, odnosno 1600 A u slučaju da je ugrađen transformator od 1000 kVA.

SN sklopni blokovi sastoje se od transformatorskih polja (T) koja služe za prihvatanje kabela za spoj s transformatorom i vodnih polja (V) koja služe za prihvatanje kabela preko kojih se TS povezuje na SN mrežu. U transformatorskom polju koristi se prekidač, a može se koristiti i izvedba s rastavnom sklopkom i osiguračem. Najčešće se koriste konfiguracije 2VT, 3VT, 4VT. Na slici 1. prikazan je pregledni nacrt KTS-UP-1000.



Slika 1. Pregledni nacrt KTS-UP-1000

Kada je u TS potrebno osigurati mjerenje električne energije na srednjem naponu, ugrađuje se SN sklopni blok koji sadrži transformatorska (T), vodna (V), spojna (S) i mjerna (M) polja opremljena ručnim ili motornim pogonom. Za povezivanje dijela SN postrojenja u vlasništvu HEP-ODS-a s SN postrojenjem u vlasništvu kupca električne energije koristi se polje za priključak kabela (K), čime se omogućuje povezivanje SN postrojenja različitih proizvođača. Za povezivanje SN postrojenja proizvođača električne energije na SN postrojenje u vlasništvu HEP-ODS-a, koristi se polje za odvajanje (O). Najčešće se koriste konfiguracije 2V-S-M-K, 3V-S-M-K, T-2V-S-M-K, T-3V-S-M-K, K-M-S-2V-S-M-K, T-2V-S-M-O i T-3V-S-M-O. U slučaju ugradnje SN postrojenja s mjerenjem električne energije na srednjem naponu koristi se betonsko kućište dimenzija cca. 4,2 x 3,3 m.

3.2. KTS-UP-2000

Ovaj tip TS predviđen je za smještaj transformatora snage 1250-1600-2000 kVA. Oprema TS smještena je u betonsko kućište dimenzija cca. 4,7 x 3,3 m. Karakteristične su izvedbe NN sklopnih blokova s 14, 19 i 24 osigurač-rastavnih sklopki nazivne struje 400 A i dvije osigurač-rastavne sklopke nazivne struje 160 A koje se koriste za priključak javne rasvjete i kondenzatorske baterije za kompenzaciju jalove energije energetskog transformatora. Nazivna struja NN sklopnih blokova je 3200 A. Koriste se iste konfiguracije SN sklopnih blokova kao i kod TS tipa KTS-UP-1000.

3.3. KTS-VP-250

Slobodnostojeće kableske transformatorske stanice s vanjskim posluživanjem predviđene su za ugradnju transformatora jedinične snage do 250 kVA. Oprema TS smještena je u betonsko kućište dimenzija cca. 2,3 x 1,5 m.

Niskonaponski sklopni blok sastoji se od dovodnog (transformatorskog) polja u kojem se kao rastavni element koristi kratkospojnik i odvodnih polja s ugrađenim osigurač-rastavnim sklopkama nazivne struje 400 A (4 kom.) i nazivne struje 160 A (2 kom.) koje se koriste za priključak javne rasvjete i kondenzatorske baterije za kompenzaciju jalove energije energetskog transformatora. Nazivna struja NN sklopnog bloka je 500 A.

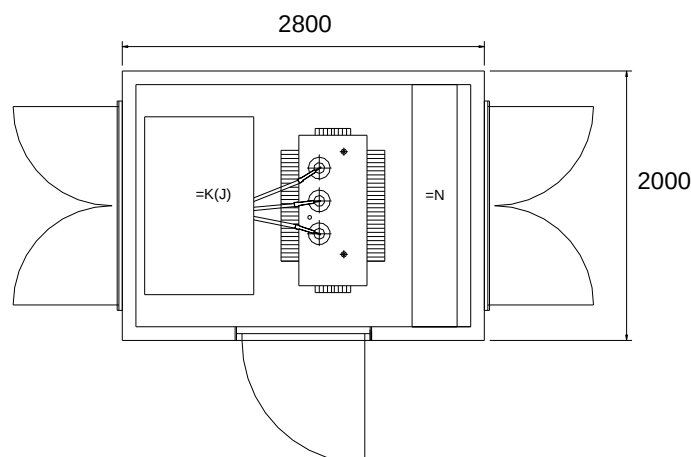
SN sklopni blok sastoji se od transformatorskog polja (T) koje služi za prihvatanje kabela za spoj s transformatorom i vodnog polja (V) koje služi za prihvatanje kabela preko kojeg se TS povezuje na SN elektroenergetsku mrežu.

3.4. KTS-VP-630

Slobodnostojeće kabelske transformatorske stanice s vanjskim posluživanjem tip KTS-VP-630 predviđene su za ugradnju transformatora jedinične snage 400 i 630 kVA. Oprema TS smještena je u betonsko kućište dimenzija cca. 2,8 x 2 m.

Niskonaponski sklopni blok sastoji se od dovodnog (transformatorskog) polja u kojem se kao rastavni element koristi kratkospojnik i odvodnih polja s ugrađenim osigurač-rastavnim sklopkama nazivne struje 400 A (9 kom) i nazivne struje 160 A (2 kom) koje se koriste za priključak javne rasvjete i kondenzatorske baterije za kompenzaciju jalove energije energetskog transformatora. Nazivna struja NN sklopnog bloka je 1250 A.

SN sklopni blok sastoji se od transformatorskog polja (T) koje služi za prihvatanje kabela za spoj s transformatorom te dva ili tri vodna polja (V) koja služe za prihvatanje kabela preko kojeg se TS povezuje na SN elektroenergetsku mrežu. Na slici 2. prikazan je pregledni nacrt KTS-VP-630.



Slika 2. Pregledni nacrt KTS-VP-630

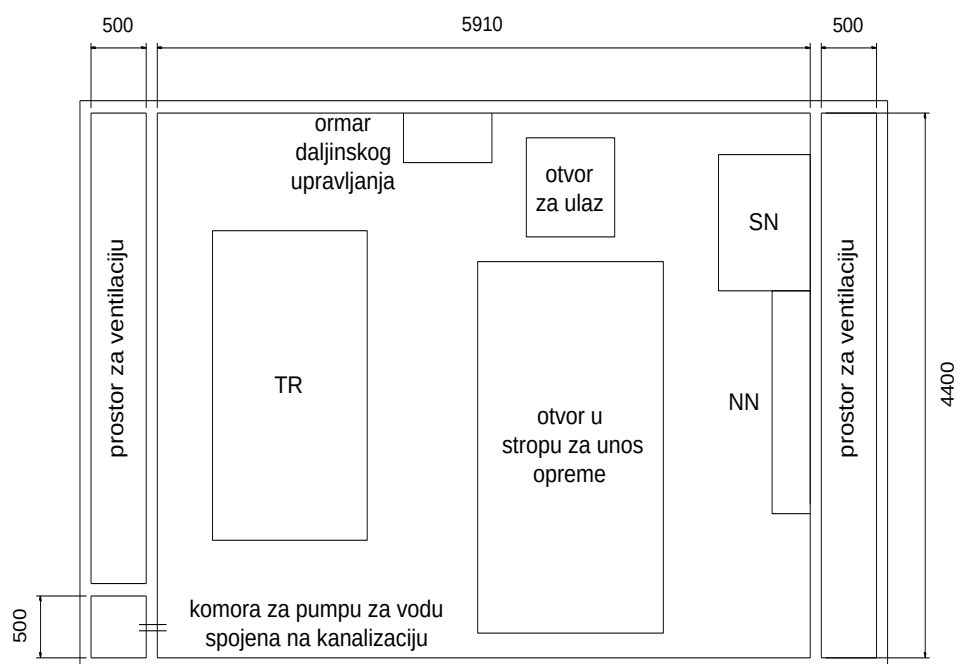
3.5. KTS-P

Podzemne TS koriste se u urbanim sredinama, u slučaju kada je zbog urbanističkih zahtjeva potrebno osigurati da se ne narušava izgled okoliša, odnosno kada nije moguće osigurati prostor za slobodnostojeću TS. Lokacija podzemne TS mora biti takva da ne ometa kretanje pješaka i vozila.

Funkcionalno, TS se sastoji od jednog ili dva transformatora jedinične snage do 1000 kVA, te SN i NN sklopnog bloka. U pravilu se koriste uljni transformatori, ali ukoliko se radi o specifičnim situacijama kao što je izgradnja TS u vodozaštićenom području, dozvoljena je ugradnja i suhih transformatora.

Građevinski dio TS predstavlja betonska konstrukcija u potpunosti ukopana u zemlju zbog čega je potrebno kvalitetno izvesti hidroizolaciju, kako bi se smanjila mogućnost prisutnosti vode unutar samog prostora TS.

Unošenje transformatora, SN i NN sklopnog bloka u TS omogućeno je pomoću otvora namijenjenog samo za tu svrhu. Nakon unošenja opreme u TS otvor se zatvara i vodootporno brtvi te se prekriva travnatim ili nekim drugim pokrovom u skladu s okolinom u kojoj se TS nalazi. Na slici 3. kao primjer podzemne TS prikazan je pregledni nacrt s rasporedom glavnih dijelova TS i označenim otvorima za unos opreme te ulaz osoblja u TS.



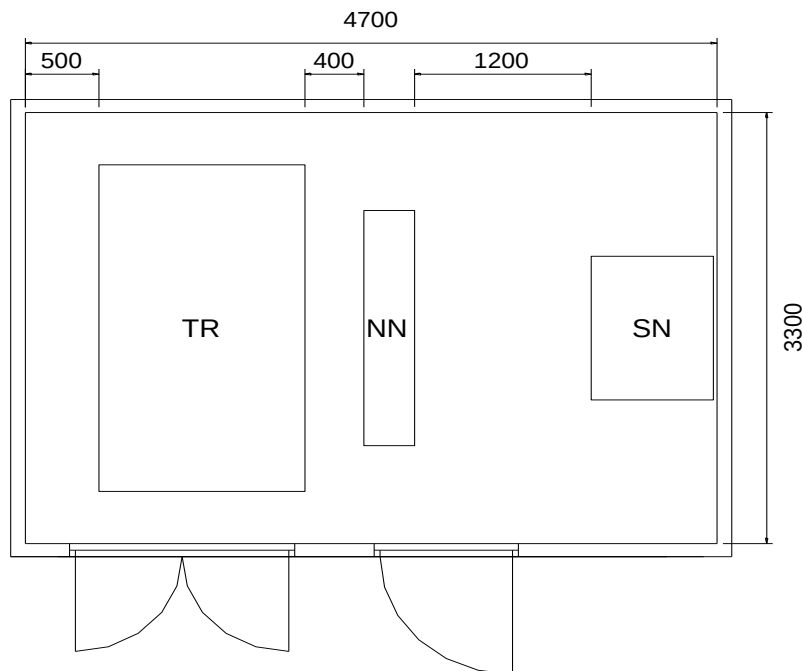
Slika 3. Pregledni nacrt podzemne TS 1x1000 kVA.

3.6. KTS-O

TS smještena u stambenom ili poslovnom objektu, sastoji se od jednog ili više energetskih transformatora jedinične snage do 2000 kVA, te SN i NN sklopnih blokova.

Kod projektiranja građevinskog dijela ovog tipa TS potrebno je osigurati pristupni put odnosno transportni koridor za unos opreme u TS. To pretpostavlja osiguravanje potrebne visine i širine prostora za prolazak opreme i transportnog sredstva kojim se oprema unosi u TS. Transportni koridor se određuje za svaku TS posebno, u ovisnosti o položaju TS u objektu i dimenzijama opreme predviđene za ugradnju u TS. Vrlo je važno osigurati kvalitetnu ventilaciju TS, zbog čega se kod ovog tipa TS često moraju ugraditi ventilatori.

S obzirom na smještaj TS u objektu razlikujemo TS u podrumu i TS u prizemlju. Kod TS u podrumu za unos opreme može se koristiti teretno dizalo, odnosno poseban otvor u podu za spuštanje opreme u podrum. Također je za unos opreme u podrumске TS moguće koristiti pristup kroz garažu. U slučaju kad je TS smještena u prizemlju objekta potrebno je predvidjeti hodnik ili pristupni put odgovarajućih dimenzija. Na slici 4. prikazan je pregledni nacrt TS u objektu s transformatorom jedinične snage 2000 kVA .



Slika 4: Pregledni nacrt TS u objektu 1x2000 kVA

3.7. STS-16

Stupna TS sastoji se od nosivog stupa s betonskim temeljem i elektroenergetske opreme. Stup TS se izvodi kao čelični cijevni stup, metalno-rešetkasti stup ili armirano-betonski stup. Ugrađuje se jednofazni transformator snage 16 kVA. Na SN strani transformator se direktno priključuje na SN mrežu, a na NN strani transformatora ugrađuje se jedna osigurač-rastavna sklopka nazivne struje 160A.

3.8. STS-100

TS tip STS-100 predviđena je za ugradnju trofaznih transformatora snage 50 kVA, odnosno 100 kVA. Izvedba stupa ista je kao i kod tipa STS-16.

SN oprema sastoji se od cijevnih osigurača s podnožjima i izolatora zateznog ovješnja. Linijski rastavljač nije sastavni dio stupne TS.

Oprema niskonaponskog sklopnog bloka nazivne struje 160 A smještena je u ormariću pričvršćenom na stup transformatorske stanice. U odvodnim poljima ugrađuje se najviše 6 osigurač-rastavnih sklopki nazivne struje 160 A.

3.9. STS-250

Ovaj tip TS predviđena je za ugradnju trofaznih transformatora snage 160 odnosno 250 kVA. Izvedba stupa i SN opreme ista je kao kod STS-100. Oprema niskonaponskog sklopnog bloka nazivne struje 500 A smještena je u ormariću pričvršćenom na stup transformatorske stanice. U odvodnim poljima ugrađuje se najviše 8 osigurač-rastavnih sklopki (4 nazivne struje 160 A i 4 nazivne struje 250).

4. RAZLIKE U ODNOSU NA POSTOJEĆE TEHNIČKE UVJETE

Novi tehnički uvjeti za distribucijske TS donijet će mnoge promjene u odnosu na postojeće tehničke uvjete. Zbog opsega ovog referata nije moguće navesti sve promjene, već će se istaknuti samo one najvažnije:

- Definirani su tehnički uvjeti za KTS-UP s ugrađenim transformatorom snage do 1000 kVA;
- Definirani su tehnički uvjeti za KTS-UP s ugrađenim transformatorom snage 1250-1600-2000 kVA;

- c) Tipizirano je prošireno betonsko kućište KTS-UP koje se koristi u slučaju ugradnje SN sklopnog bloka s mjerenjem na SN;
- d) Tipizirani su SN sklopni blokovi s poljem za priključak kabela na koje se priključuje SN postrojenje kupca električne energije s mjerenjem na SN;
- e) Tipizirani su SN sklopni blokovi s poljem za odvajanje na koje se priključuje SN postrojenje proizvođača električne energije;
- f) Tipizirani su NN sklopni blokovi nazivne struje 1600 (1250) A s 6, 11 odnosno 16 osigurač-rastavnih sklopki;
- g) Tipizirani su NN sklopni blokovi nazivne struje 3200 A s 16, 21 odnosno 26 osigurač-rastavnih sklopki;
- h) Definirani su tehnički uvjeti za TS u objektima;
- i) Definirani su tehnički uvjeti za podzemne TS;
- j) Uveden je novi tip stupne TS s jednofaznim transformatorom snage 16 kVA.

5. ZAKLJUČAK

Donošenje novih tehničkih uvjeta za kableske TS s unutarnjim i vanjskim posluživanjem i stupne TS, koji će zamijeniti postojeće Tehničke uvjete [1], [2], [3] i [4], nužna je zbog tehničkih, tehnoloških i formalnih promjena koje su nastale od vremena njihovog objavljivanja, kao i zbog novih normi i propisa na području distribucijskih transformatorskih stanica i njima pripadajuće elektroenergetske opreme. Zbog sve češće potrebe za izgradnjom TS u objektima i podzemnih TS, nužno je donošenje tehničkih uvjeta, budući da u ovom trenutku ne postoje smjernice za projektiranje i izgradnju navedenih tipova TS.

LITERATURA

- [1] Tehnički uvjeti za TS 10(20)/0,4 kV, 1x630 kVA, kableska izvedba, Klas. br. 4.02/92, N.012.01, Bilten br. 16, HEP/1992.g.
- [2] Tehnički uvjeti za TS 10(20)/0,4 kV, 100(250) kVA, stupna izvedba, Klas. br. 4.07/92, N.012.02, Bilten br. 16, HEP/1992.g.
- [3] Tehnički uvjeti za TS 10(20)/0,4 kV, 1x250 kVA i 1x630 kVA, kableska izvedba – vanjsko posluživanje, Klas. br. 4.19/95, N.012.03, Bilten br. 57, HEP/1997.g.
- [4] Tehnički uvjeti za stupnu TS 10(20)/0,4 kV, 50(150) kVA, jednostavne izvedbe, Klas. br. 4.26/98, N.012.05, Bilten br. 72, HEP/1998.g.

Studija "Izrada tehničkih uvjeta za distribucijske TS 10(20)/0,4 kV u nadležnosti HEP-Operatora distribucijskog sustava d.o.o.", Dalekovod Projekt d.o.o., 2012.g.