

PRIMJERI MANJIH ZAHVATA U TEHNIČKO-IZVEDBENOM DIJELU DISTRIBUCIJSKOG SUSTAVA HEP-a KOJI REZULTIRAJU ZNAČAJNIM MATERIJALNIM UŠTEDAMA

Ivo S a n t i c a, Split

UDK 621.316.1.005
STRUČNI ČLANAK

Distribucijski sustav obuhvaća 45-50% materijalnih sredstava Hrvatske elektroprivrede (također se kaže da je u njemu sadržano i 90% problema HEP-a).

Svako pa i malo racionalnije tehničko rješenje u ovako složenom i velikom sustavu u konačnici rezultira znatnim materijalnim uštedama.

U članku će biti prikazana samo dva primjera racionalnijih rješenja s pokazateljima materijalnih ušteda. Kao prvo, prikazat će se mogućnost korištenja temelja betonskog stupa kao uzemljivača u mrežama niskog napona, a kao drugo predložit će se nešto racionalniji profil kabelskog kanala.

Ključne riječi: uzemljivač, betonski temelj, kabelski kanal, korekcijski faktor.

1. UVOD

Tehnički dio distribucijskog sustava sastavljen od električnih postrojenja i električnih mreža, te pratećih objekata i elemenata, veoma je opsežan i zahtjevan u pogledu izgradnje, nadzora i održavanja. Kao pokazatelje veličine sustava navodimo sljedeće podatke (podaci iz god. 2000.):

- Dužina zračne mreže 35 kV iznosi cca 3600 km.
- Dužina kabelske mreže 35 kV iznosi cca 1200 km.
- Dužina zračne mreže 10 i 20 kV iznosi cca 23000 km.
- Dužina kabelske mreže 10 i 20 kV iznosi cca 7500 km.
- Broj TS 110/10, 20 kV iznosi 26 kom.
- Broj TS 35/10, 20 kV iznosi 347 kom.
- Broj TS 10, 20/0,4 kV iznosi 22500 kom.
- Dužina zračne mreže 0,4 kV (goli i izolirani vodič) iznosi cca 47500 km.
- Dužina kabelske mreže 0,4 kV iznosi cca 14000 km.

Zahtjevi jednostavnosti izgradnje i održavanja stalno nameću potrebu tipizacije pojedinačnih rješenja i elemenata sustava.

Tipizacija je prezentirana nizom granskih normi Direkcije za distribuciju. Ideju, trud, rad i rezultate treba posebno uvažiti.

Međutim, cijeli sustav još nije obuhvaćen tipizacijom, a već bi dio prezentirane tipizacije trebalo korigirati povoljnijim i racionalnijim rješenjima.

Svako racionalnije rješenje za tisuće kilometara zračnih i kabelskih mreža i za tisuće pratećih objekata znači uvijek milijunske materijalne uštede.

2. BETONSKI STUP KAO UZEMLJIVAČ U MREŽI 0,4 kV

2.1. Uvodne napomene

U sljedećem tekstu opisane su uglavnom prilike u južnom dijelu Hrvatske, što ne isključuje moguću sličnost i na drugim prostorima.

Rekonstrukcija i izgradnja zračnih mreža 0,4 kV u zadnjih desetak godina na prostoru južne Hrvatske i na ratom razrušenim prostorima značila je s gledišta uporišnih mjesta ugradnju znatnog broja betonskih stupova. U početku primjene o ugradnji betonskih stupova nije se dovoljno znalo.

Betonski stupovi ugrađivani su na rasteretnim, kutnim i nosnim mjestima.

Neka ratom razrušena područja i naselja obnavljana su s potpuno novim mrežama 0,4 kV na betonskim stupovima, a neka pak s rekonstrukcijama pojedinačnih izvoda.

Za ugradnju stupova u postojeće mreže nije postojalo određeno pravilo. Mreže su se uglavnom "ojačavale" ugradnjom kutnih i rasteretnih stupova. Mogući pristup mehanizacije često je bio presudan kriterij za ugradnju, tako se ugradio i veliki broj nosnih stupova.

Budući da za izgradnju i rekonstrukciju nije trebala građevinska dozvola, dosta radova izvodilo se bez odgovarajuće projektantske dokumentacije. Tek jedan dio izvodio se temeljem idejnih rješenja. Stručan i sveobuhvatan projekt mreže niskog napona, jedan je od najintranjantijih i najzahtjevnijih inženjerskih poslova u distribuciji. Od izbora presjeka samonosivog

kabelskog snopa do izbora mjesta ugradnje stupa, kao i izbora vršnih sila, a time i tipa stupa, bilo je prepušteno subjektivnom osjećaju i iskustvu pojedinca.

Izračuni vezani za padove napona, izgradnje osigurača, zaštitne mjere i dr., nisu rađeni sustavno. Danas, gledamo profesionalnim okom, dio tih mreža nažalost ima niz nedostataka. Nelogičnosti se uočavaju na svakom koraku. Veliki broj stupova ugrađen je s neodgovarajućom silom u vrhu stupa; uglavnom prevelikom, a i ugrađeni betonski temelji su prerobusni.

Betonski stup inače karakterizira dosta velika neadaptibilnost okolnom prostoru, za razliku od drvenog stupa. I iz tog razloga posebnu je pozornost trebalo posvetiti izboru što "elegantnijeg" stupa, odnosno stupa s optimalnom silom.

Ne samo što je takav stup znatno jeftiniji, nego kao tako izabran ne vrši "vizualni atak na okoliš" u takovoj mjeri kao deblji robusniji stup. Svakom esteti, a pogotovo stručnom oku, neće promaknuti izneseni dojmovi. Posebno loš dojam ovako predimenzionirani stupovi ostavljaju u ruralnom, inače nedirnutom dijelu Dalmacije, u unutrašnjosti otoka i Zagori.

Kada je dosta toga ovako nespretno izvedeno onda ne čudi što se tako ugrađeni stupovi i betonski temelji ne koriste kao uzemljivači u sustavu uzemljenja.

U mrežama niskog napona u kraškim terenima veoma složen problem, a i izuzetan materijalni trošak, predstavlja potreban robusan sustav uzemljenja. Razlog je veliki specifični otpor kraškog terena. Ovaj sustav ostvaruje se nizom pojedinačnih uzemljivača povezanih preko nul vodiča. Preko ovakvog sustava ispunjavaju se zahtjevi bezopasnosti od opasnih napona, dodira i koraka u mrežama i kod potrošača.

Inače, uobičajeno je da se kao zaštitna mjera prakticira zaštitno uzemljenje (združeni uzemljivač) i strujna zaštitna sklopka kod potrošača.

Dobar dio tih mreža radi s privremenom uporabnom dozvolom ili u tzv. probnom pogonu jer nisu ispunjeni zahtjevi bezopasnosti.

Prema grubim pokazateljima službi nabave broj ugrađenih betonskih stupova u južnom dijelu Hrvatske je:

- DP Elektrodalmacija, Split 10000 kom.
- DP Elektrojug, Dubrovnik 2000 kom.
- DP Elektra, Zadar 2000 kom.
- DP Elektra, Šibenik 2000 kom.

Teško je reći koji je broj stupova od gornjeg iznosa "nespretno" ugrađen, ali je sigurno da veliki dio nije korišten kao uzemljivač.

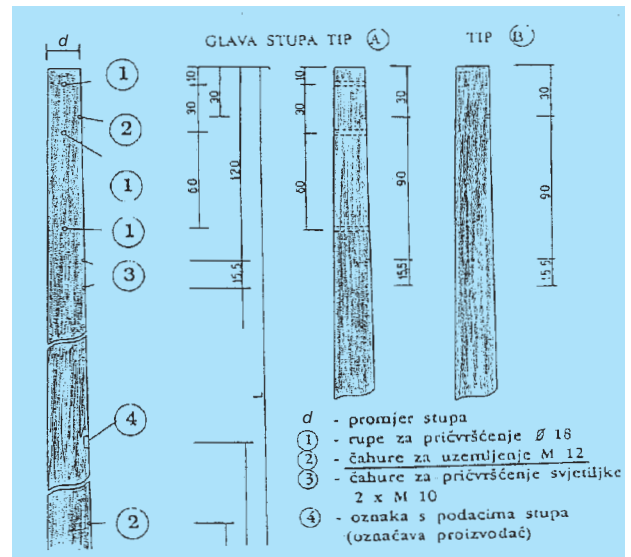
Betonski stup ugrađen u betonski temelj ima osobinu uzemljivačke sonde. Prijelazni otpor ugrađenog betonskog stupa bez ikakvih posebnih uzemljivača određuje se preko jednadžbe:

$$R_b = 0,255 \times p + 12,58 \dots\dots\dots (\Omega)$$

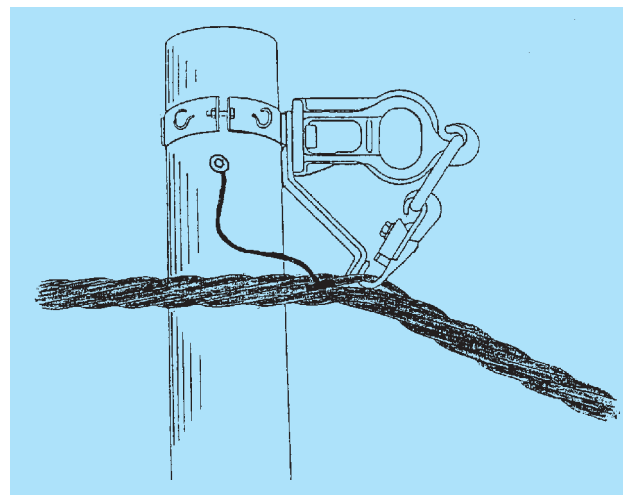
$$\rho - \text{specifični otpor tla} \dots\dots\dots (\Omega \text{ m})$$

Jednadžba se inače nalazi u uputama za projektiranje distribucijskih niskonaponskih mreža; dio: Zaštitne mjere, Zagreb, travanj 1988, Institut za elektroprivredu – Zagreb [1].

Da bi betonski stup u mreži niskog napona djelovao kao dodatni uzemljivač potrebno je njegovu armaturu vezati na nul vodič pripadajuće mreže. Povezivanje se izvodi pri vrhu stupa, na, za ovu svrhu, predviđenom vijku za uzemljenje.



Slika 1. Detalj glave betonskog stupa s vijkom za uzemljenje



Slika 2. Detalj povezivanja betonskog stupa s nul vodičem SKS-a niskonaponske mreže

2.2. Otpor kratkog trakastog uzemljivača

U sljedećem tekstu prikazat će se neke karakteristike trakastog uzemljivača, a s namjerom da se naprave određene usporedbe.

Prijelazni otpor uzemljenja kratkog trakastog uzemljivača (Fe-Zn traka 30x4 mm) ukopanog na dubinu od oko 0,5 m izračunat je pomoću programa UZI.

Konstante otpora c_R za razne dužine trake dane su u tablici 6.22 uputa naznačenih u prethodnoj točki [1].

Otpor uzemljenja kratkog trakastog uzemljivača izračunava se preko formule:

$$R_U = c_R \times \rho \dots\dots\dots (\Omega)$$

Prikaz tablice 6.22 [1] za konstantu c_R trakastog uzemljivača ukopanog na dubinu 0,5 m je:

Dužina trake (m)	c_R (1/m) - 1 × traka	c_R (1/m) - 2 × traka
5	0,236	0,133
10	0,138	0,077
15	0,101	0,056
20	0,080	0,044
25	0,067	0,036
30	0,057	0,031

Preko prikazanih formula izračunat će se koliko temelj betonskog stupa u funkciji uzemljivača zamjenjuje metara uzemljivača trake:

$$\frac{1}{x} \cdot 0,255 \cdot 12,58 \cdot c_R = 1$$

250 m

$$\frac{1}{10} \cdot 0,138 \cdot 12,58 \cdot c_R = 1$$

1000 m

$$\frac{1}{10} \cdot 0,101 \cdot 12,58 \cdot c_R = 1$$

1000 m

$x = 2,2$

$x = 1,93$

što znači da cca dva temelja betonska stupa povezana preko armature na nul vodič niskonaponske mreže zamjenjuju 10 m uzemljivačke trake.

Što je veći specifični otpor terena to smo bliži ovom iznosu.

Može se slobodno reći da u terenima sa specifičnim otporom iznad 1000 Ω m temelj betonskog stupa u funkciji uzemljivača zamjenjuje 5 m uzemljivačke trake.

2.3. Primjeri izvedenih mjerenja na ugrađenim betonskim stupovima

Izračun specifičnog otpora rađen je prema Wennerovoj metodi preko formule:

$$R = \frac{2 \cdot a^2 \cdot \rho}{a^3 - R^2}$$

a – razmak sonde (m)

R – izmjerena vrijednost otpora ... (W)

gdje je ρ specifični otpor tla, a po definiciji, otpor mjeren između dvije suprotne površine kocke od homogenog tvoriva, duljine stranice 1 m. Mjerna jedinica je metar. Otpor tla je geološka i fizikalna veličina, koja nam omogućuje izračunavanje i dizajniranje sustava uzemljenja, a ovisi o vrsti tvoriva i o sezonskim promjenama.

2.3.1. Mjerenja izvedena u Splitu (područje Žnjan) 12. ožujka 2001. godine

- izmjerena vrijednost..... $R_{stupa} = 20,9 \Omega$
- izračunate vrijednosti:
 - $\rho = 2 \times \pi \times 7 \times 0,35 = 15,38 \Omega \text{ m}$
 - $a = 7 \text{ m}$
 - $R_E = 0,35 \Omega$
 - $R_{stupa} = 0,255 \times \rho + 12,58 = 16,50 \Omega$

Mjereni i izračunati rezultati pokazuju razliku od cca 25%.

Zapravo realna usporedba bila bi između obje izmjerene vrijednosti, što znači da bi i uzemljivačku traku trebalo imati ukopanu u blizini temelja na kojem je izvedeno mjerenje.

2.3.2. Mjerenje izvedeno u Dubrovniku (mjesto Topolo) 15. ožujka 2001. godine

- izmjerena vrijednost..... $R_{stupa} = 278 \Omega$
- izračunate vrijednosti:
 - $\rho = 2 \times \pi \times 5 \times 39,2 = 1230,9 \Omega \text{ m}$
 - $a = 5 \text{ m}$
 - $R_E = 39,2 \Omega$
 - $R_{stupa} = 0,255 \times \rho + 12,58 = 326,5 \Omega$

Manja odstupanja između izmjerenih i izračunatih vrijednosti otpora imamo kod tla s većim specifičnim otporom, što je vidljivo iz prethodnih računa.

2.4. Moguće uštede u jednom distribucijskom području (tamo gdje ovaj zahvat nije rađen)

Iskop, dovoz bolje vodljive zemlje, polaganje pocinčane trake, zatrpavanje kanala uz eventualni odvoz viška materijala u terenu IV. – V. kategorije iznosi otprilike 100 kuna/m.

Jedan temelj betonskog stupa zamjenjuje otprilike 5 m uzemljivačke trake.

$$5 \text{ m} \times 100 \text{ kn} = 500 \text{ kuna} \dots \text{ ušteda kod korištenja jednog temelja kao uzemljivača}$$

$$10.000 \text{ stupova} \times 500 \text{ kn} = 5.000.000 \text{ kuna}$$

Osim direktne materijalne uštede izbjegavaju se i imovinsko pravni sporovi i troškovi koji prate trase uzemljivačkih traka.

3. RACIONALIZACIJA KABELSKIH KANALA

3.1. Uvodne napomene

Granskom normom Direkcije za distribuciju N.033.01, klasifikacijski broj 4.10/92 naziva Tehnički uvjeti za izbor i polaganje elektroenergetskih kabela nazivnog napona 1 kV do 35 kV, definiran je presjek kanala.

Dubina kabelskog kanala ovisna je o naponskom nivou predviđenog kabela, pa za 35 kV kabele iznosi 1,0 m, a a 10(20) kV kabele 0,8 m.

Širina kabelskog kanala definirana je brojem paralelno položenih kabela i njihovim nazivnim naponima. Najmanja širina iznosi 0,4 m za 10(20) i 0,4 kV kabele i 0,50 m za 35 kV kabele.

Minimalne širine kabelskog kanala definirane su praktičkim mogućnostima iskopa kanala i tehničkim mogućnostima polaganja kabela. Specifične izuzetke neće se razmatrati.

Stvarne širine kabelskog kanala određuju se na način da se osnovnoj širini dodaju proširenja prema skicama u normi.

3.2. Širina kabelskog kanala prema normi N.033.01

Točka 3.2. Tehničkih uvjeta za izbor i polaganje elektroenergetskih kabela nazivnog napona 1 kV do 35 kV stavak 3.2.5. glasi: "**Za smanjenje međusobnog utjecaja** paralelno položenih kabela, potrebno je pridržavati se najmanje dopuštene međusobne udaljenosti kabela prema tablici XX".

Tablica broj XX. iz [3]

Vrsta kabela	Prema pravilu međusobna udaljenost (cm)
Telefonski pokraj telefonskog	0
Signalni pokraj signalnog	0
Signalni pokraj telefonskog	5
Energetski n. n. kabele međusobno	10
Energetski kabele 10 kV pokraj drugih energetskih kabela	15
Energetski kabele 20 kV i 35 kV 20 pokraj drugih energetskih kabela	20

Mogući su i manji razmaci, s tim da se uzmu u obzir korekcijski faktori.

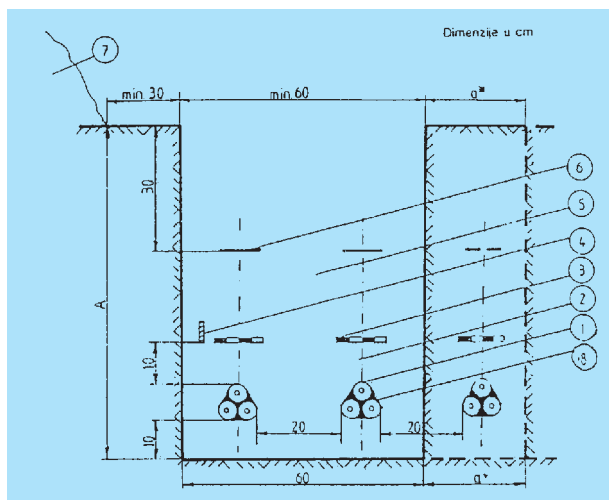
Gore podcrtano sastavni je dio norme N.033.01, a značajno je zbog stavova i prijedloga koji će slijediti u daljnjem tekstu.

3.3. Faktor međusobnog utjecaja kabela ovisno o razmacima prema podacima proizvođača kabela

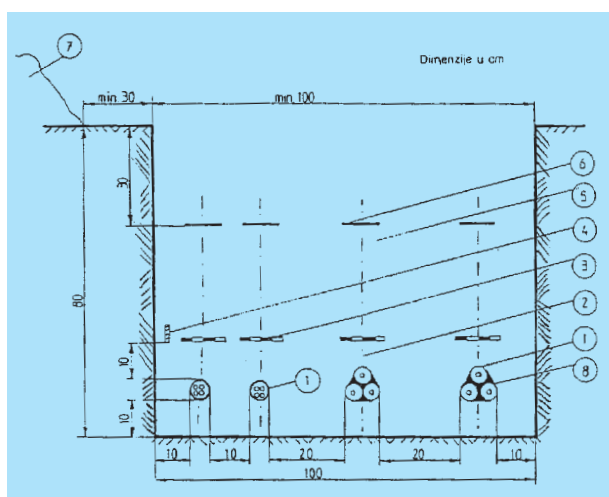
Sljedećim tekstom prezentiraju se podaci proizvođača kabela.

Proizvođač kabela je tvrtka ELKA – Zagreb, a podaci su sastavni dio kataloga Energetski srednjenaponski kabele s XLPE izolacijom za napone do 35 kV [5].

Točkom 6.2 kataloga definiraju se korekcijski faktori.



Slika 3. Presjek kabelskog rova za polaganje dva ili više kabela nazivnog napona $U_0/U = 12/20$ ili $20/35$ kV



Slika 4. Presjek kabelskog rova za polaganje kabela nazivnog napona $U_0/U = 0,6/1$ kV i $U_0/U = 12/20$ kV u zajedničkom rovu

Tumač pozicija i oznaka na slikama 3. i 4.:

- 1 – kabel $U_0/U = 0,6/1, 12/20$ ili $20/35$ kV
- 2 – fino usitnjena zemlja ili pijesak
- 3 – dodatna mehaničko-upozoravajuća zaštita
- 4 – uzemljivač (ako postoji)
- 5 – nabijena zemlja
- 6 – upozoravajuća traka
- 7 – iskopana zemlja
- 8 – držač kabela
- a = za svaki novi kabel proširenje rova za 25 cm
- A = 80 cm za kabel $U_0/U = 12/20$ kV
- A = 100 cm za kabel $U_0/U = 20/35$ kV

Strujno opterećenje kabela u normalnom radu kroz duže vremensko razdoblje dano je u tablicama 6.1.1 – 6.1.3. Radi li kabel u uvjetima koji se razlikuju od uvjeta danih u tablici 6.1 iz [5] nazivno strujno opterećenje kabela množi se korekcijskim faktorima

prema tablicama 6.2.1 – 6.2.2 iz [5]. Interesantna je kao pokazatelj tablica 6.2.4 – Korekcijski faktor za različiti broj kabela ili sustava u istom rovu.

Tablica 6.2.4. iz [5]

Broj kabela (sustava)		2	3	4	5	6	8	10
Razmak između kabela (sustava)	dodir	0,79	0,69	0,63	0,58	0,55	0,50	0,46
	7 cm	0,85	0,75	0,68	0,64	0,60	0,56	0,53
	15 cm	0,86	0,77	0,72	0,68	0,64	0,61	0,58
	25 cm	0,87	0,78	0,74	0,71	0,67	0,64	0,62

Iz gornje tablice vidljivo je da međusobna udaljenost od 10 do 20 cm utječe samo nekoliko postotaka na prijenosnu moć paralelno položenih kabela.

3.4. Zaključna razmatranja

Normom N.033.01 zadane međusobne udaljenosti paralelno položenih kabela (slika 2. i 3.) slijed su tradicionalnih "uzanci" polaganja. Međutim, za projektante ovako zadani razmaci su obvezujući za primjenu.

Rezultat toga su skuplji građevinski radovi na iskopu i zatrpavanju kabelskog kanala.

Razmak između kabela za verziranog polagača ne predstavlja nikakvu prepreku za polaganje niti za formiranje kabelskih trojki.

Kod održavanja, odnosno popravaka kabela, međusobna udaljenost 10, 15 ili 20 cm također nije relevantna.

Osnovnu širinu kabelskog kanala od 40 odnosno 50 cm za sada ne bi trebalo mijenjati. Ona je ovisna o tehnici iskopa, a odgovara sadašnjoj tehnici razvlačenja kabela.

Sve veće širine uvjetovane većim brojem paralelno položenih kabela mogu se korigirati.

Ako smanjimo međusobne razmake kabela, odnosno kabelskih trojki, sa sadašnjih 15 ili 20 cm na 10 cm tada kabelski kanali s više kabela postaju uži za 10, 20 ili više centimetara.

Detaljnim jednostavnim izračunom (nije prikazan), uvažavajući jedinične cijene pojedinih faza iskopa i zatrpavanja, kao i jedinične cijene zasipnih materijala, dolazimo do rezultata da smanjenje širine kabelskog kanala za 10, 20 ili više cm, u ukupnoj cijeni znači uštedu do 15%.

3.5. Uštede na konkretnim kabelskim trasama

Prikaz mogućih ušteda računski ćemo prezentirati na novije realiziranim kabelskim trasama u DP Elektrodalmaciji Split.

3.5.1. KB 10(20) i 0,4 kV TS 10/0,4 kV "Vinjani 1" – TS 10/0,4 kV "Vinjani 4"

- Dužina kabelske trase cca 3300 m
- Širina kabelskog kanala 60 i 120 cm
- Dubina kabelskog kanala 80 cm
- Kategorije terena cca IV - V.

Ugovorena jedinična i ukupna cijena iskopa i zatrpavanja uključivši sve propisane slojeve, nabijanje slojeva, odvoz materijala iznosi:

- 1 m dužine kanala profila 60 × 80 cm = cca 220 kuna
- Ukupna cijena cijele trase - 3300 m × 220 kn = 726.000 kuna
- Cijena proširenja dijela KB trase i cijena specifičnih prijelaza = cca 174.000 kuna
- Ukupna cijena građevinskih radova = cca 900.000 kuna.

Ušteda na građevinskim radovima na kabelskoj trasi kod primjene reduciranih razmaka, tj. umjesto predviđenih 20 cm kabeli se polažu na razmak 10 cm iznosi:

- 15% od 900.000 kn = 135.000 kuna

3.5.2. KB 35, 10(20) i 0,4 kV između

TS 110/35 kV "Kaštela" – TS 35/10 kV "Divulje"

- Dužina kabelske trase cca 12000 m
- Širina kabelskog kanala 60 i više cm
- Dubina kabelskog kanala 100 cm
- Kategorija terena II - III
- Cijena građevinskih radova (objekt izgrađen) 3.100.000 kuna

Moguća ušteda:

- 15% od 3.100.000 kn = 465.000 kuna.

To su značajne uštede, pogotovo ako se imaju u vidu godišnje dužine realiziranih kabelskih trasa u distribucijskom području, odnosno distribucijskom sustavu.

4. NAZNAKE OSTALIH TEHNIČKIH ELEMENATA NA KOJIMA SU MOGUĆE ZNAČAJNE UŠTEDE

Već smo naznačili da je distribucijski sustav HEP-a veoma opsežan. Navest ćemo samo dio elemenata sustava na kojima su moguće značajnije uštede:

- Prigradske TS 35/10(20) kV moguće je s obzirom na dispoziciju (površinu) projektirati i graditi tako da se ostvare znatne uštede u odnosu na uobičajenu praksu (ušteda je površina manjeg stana).
- Temelje betonskih stupova u kraškim terenima sigurno treba racionalizirati.
- Niskonaponske betonske stupove treba ugrađivati s optimalnom silom u vrhu stupa. Djelomično se ovo odnosi i na betonske stupove u srednjenaponskim mrežama.
- Uvažavati dosadašnja iskustva i primjenjivati nove preporuke za odabir i izgradnju priobalnih zaštita podmorskih energetskih kabela.
- i. t. d.

5. ZAKLJUČAK

Racionalizacija i štednja civilizacijske su obveze. Postojeće granske norme treba hitno revidirati uvažavajući nova iskustva i nove tehnologije. Još nenormirani dio sustava treba obuhvatiti novim normama.

Prikazi u revidiranim i novim normama trebaju biti jasni, nedvojbni i obvezujući. Također treba razraditi metodologiju i sustav stručnog praćenja i periodične revizije.

(Rad u distribucijskom sustavu možemo usporediti s radom u vinogradu, gdje se mora raditi i ljeti i zimi i u svako doba dana s izuzetnom ljubavi i marom).

LITERATURA

- [1] Upute za projektiranje distribucijskih niskonaponskih mreža. Dio: Zaštitne mjere, Institut za elektroprivredu, Zagreb, travanj 1988.
- [2] Bilten br. 46, Tipizacija betonskih stupova niskonaponske mreže, HEP, travanj 1995 god.
- [3] Bilten br. 22, Tehnički uvjeti za izbor i polaganje elektroenergetskih kabela nazivnog napona 1 kV do 35 kV, HEP, ožujak 1993 god.
- [4] Željko NOVINC, dipl. ing., "Teorija i praksa odmjerenja otpora uzemljenja", Belmet "T" Ljubljana
- [5] Energetski srednjenaponski kabeli s XLPE izolacijom za napone do 35 kV, ELKA Zagreb
- [6] Glavni projekt kabelskih trasa, Odjel Projektiranje, HEP DP Elektrodalmacija Split

EXAMPLES OF SMALL INTERVENTIONS IN TECHNICAL AND OPERATIONAL PART OF HEP DISTRIBUTION NETWORK THAT RESULT IN SIGNIFICANT COST REDUCTIONS

The distribution system contains 45-50 percent of material means of the Croatian Electric Power Company (some say 90 percent of problems, too).

Each, even a small rational technical solution in such a complicated and huge system eventually brings significant cost reductions.

In the paper only two examples of rational solutions are shown together with cost reduction. In the first, the possibility of a concrete tower used as a grounding system of low voltage system is shown, and in the second a more rational profile of cable channel is proposed.

BEISPIELE KLEINERER EINGRIFFE IN DIE AUSFÜHRUNGSTECHNIK DES VERTEILUNGSNETZES KROATISCHER ELEKTRIZITÄTSWIRTSCHAFT MIT BEDEUTENDEN EINSPARUNGEN

Das Verteilungssystem der Kroatischen Elektrizitätswirtschaft umfasst 45-50 % von ihrem Eigentum (man sagt auch, es beinhaltet auch 90 % deren Probleme).

Jede etwas vernünftiger technische Lösung in einem so grossen und verwickelten System, resultiert im allerletzten mit wesentlichen Einsparungen.

Im Artikel werden nur zwei Beispiele rationeller Lösungen mit deutlichen Einsparungen dargestellt. Als erstes wird an die Möglichkeit der Nutzung des Betonfundamentes eines Mastes als Erder in den Niederspannungsnetzen, und als zweites wird ein etwas rationeller Querschnitt des Kabelgrabens.

Naslov pisca:

**Ivo Santica, dipl. ing.
Hrvatska elektroprivreda d.d.
DP Elektrodalmacija, Split
Gundulićeva 42, 21000 Split,
Hrvatska**

Uredništvo primilo rukopis:
2002 – 07 – 23.