

Josip Popović
HEP – ODS d.o.o., Elektra Bjelovar
josip.popovic@hep.hr

Ivan Nikolić
HEP – ODS d.o.o., Elektra Bjelovar
ivan.nikolic@hep.hr

Josip Gajger
HEP – ODS d.o.o., Elektra Bjelovar
josip.gajger@hep.hr

Bojan Đurović
HEP – ODS d.o.o., Elektra Bjelovar
bojan.djurovic@hep.hr

Zvonimir Popović
HEP – ODS d.o.o., Elektra Bjelovar
zvonimir.popovic@hep.hr

Dejan Čulibrk
HEP – ODS d.o.o., Elektra Bjelovar
dejan.culibrk@hep.hr

Andrija Bilek
HEP – ODS d.o.o., Elektra Bjelovar
andrija.bilek@hep.hr

OBNOVA ELEKTROENERGETSKE MREŽE U SKLOPU REKONSTRUKCIJE GRADSKIH PROMETNICA

SAŽETAK

U radu je opisana rekonstrukcija elektroenergetske mreže u nekim gradskim ulicama. Kad se rekonstruira ulica može se rekonstruirati i srednjenaponska i niskonaponska mreža. Polazu se novi kabeli. Kod radova se oštećuju kabeli i kupci ostaju bez električne energije. Kabeli se moraju popraviti i tako se povećava broj spojnica na kabelima. Ipak se dobiva nova i kvalitetna srednjenaponska i niskonaponska mreža.

Ključne riječi: kabeli, rekonstrukcija prometnica, kvarovi na kabelima

RECONSTRUCTION OF ELECTRICAL NETWORK WITHIN RECONSTRUCTION OF CITY TRAFFIC ROADS

SUMMARY

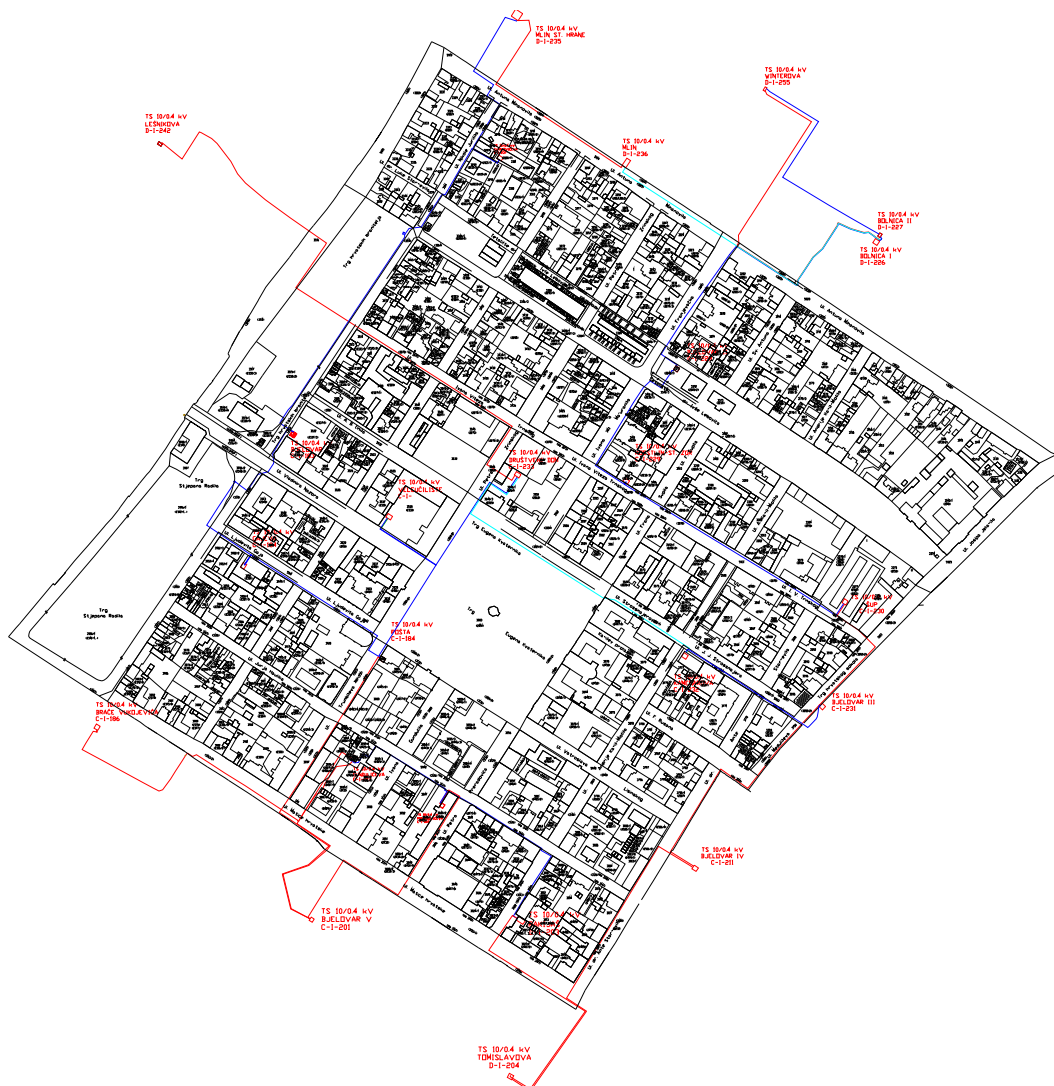
In this papers a reconstruction of electrical network at certain city streets is shown. Reconstruction of a city street is also a good opportunity to reconstruct related middle and low voltage networks. New cables are installed. During construction works, cables are often damaged and consumers are left without electric energy. Such cables need to be repaired which means increased number of cable joints on the cable route. However, new and quality middle and low voltage network is built.

Key words: cables, street reconstruction, cable faults

1. UVOD

Rekonstrukcije ulica u gradskoj jezgri uvjetuju i rekonstrukciju podzemnih infrastrukturnih objekata među koje spadaju i energetski kabeli. Gradska srednjenaponska kabelska mreža sastoji se od srednjenaponskih 10 kV kabela. Neki kabeli su relativno stari, čak i preko 40 godina i premalog presjeka.

Radovi su organizirani tako da se svaka podzemna instalacija gradi nezavisno od drugih podzemnih instalacija. Na gradilištima se nalazi više izvođača pa je potrebno usklađivati njihove međusobne radove. Kod izvođenja radova najugroženiji objekti su energetske kabele. Bez obzira na točna iskolčenja i stalni nadzor nad radovima, često dolazi do oštećenja kabela. To uzrokuje prekid u opskrbi kupaca električnom energijom i veliku opasnost za radnike od dodira s oštećenim, a neisključenim kablom. Događalo se da se kabel ošteti na više mjesta. Osim toga, bilo je i istovremenih oštećenja oba napojna kabela transformatorske stanice. Još je veći problem kad je oštećen kabel koji je u planu za zamjenu i treba odlučiti da li ga popravljati ili ne. Neki kabele, pa i novopoloženi, imaju na sebi već nekoliko neplaniranih kabljskih spojnica.



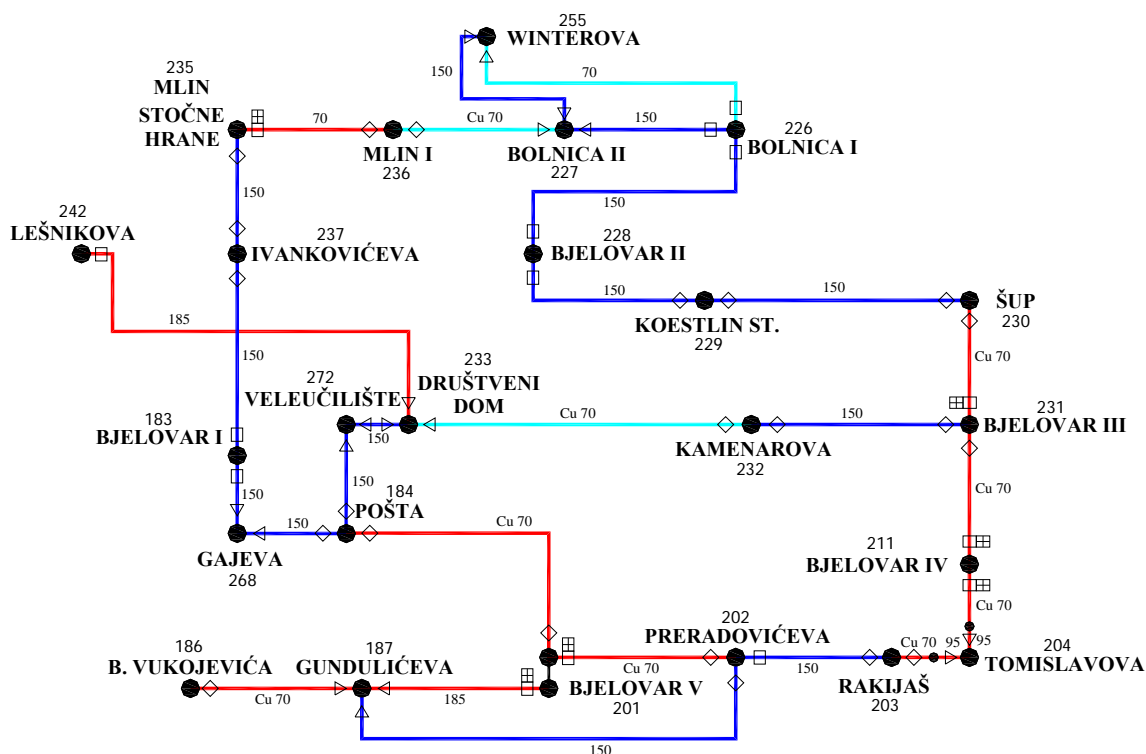
Proširenja kolnika i izgradnja kružnih tokova uzrokuje izmicanje kabela i odabir nove trase. To je ujedno prilika da se stari 10 kV kabele zamijene novim jednožilnim kablomima. Ponekad je prilika da se u okviru rekonstrukcije prometnice položi novi srednjenaponski kabl između dviju transformatorskih stanica i tako proširi gradska petlja.

Najveće probleme izazivaju polaganja niskonaponskih kabela i priključnih ormarića. Oni se postavljaju na privatne parcele, najčešće dvorišta i na privatne objekte. Imovinsko-pravne odnose s vlasnicima posebno je teško riješiti. To je dugotrajan proces jer se dvorišta i fasade oštećuju. Ponekad se vlasnike mora uvjeravati da novi veći ormarić ne zrači jače od starog.

2. STANJE INSTALACIJA U STAROJ GRADSKOJ JEZGRI

Staru gradsku jezgru u gradovima koncipiranim poput Bjelovara relativno je lako odrediti jer je omeđena kao četverokut postavljenim ulicama prilikom osnivanja grada kao na slici 1.

Tijekom razvoja i širenja grada stara gradska jezgra neznatno se proširila izvan prvotno postavljenih gabarita. Ulice su postavljene okomito tako da uokviruju manje gradske četvrti. Kontura stare gradske jezgre nije se mijenjala, ali kroz duži period mijenjalo se stanje u pojedinim četvrtima grada. U tom dijelu postoji vodovodna, kanalizacijska, plinska, telekomunikacijska, mreža javne rasvjete i naravno elektroenergetska mreža.



Slika 2. Srednjenaponska mreža u staroj gradskoj jezgri

Srednjenaponska elektroenergetska mreža je izvedena kabelima koji povezuju gradske transformatorske stanice međusobno s ukupno 39 srednjenaponskih kabela. Iz tablice I vidi se još uvijek prevladavajuća količina trožilnih, većinom uljnih kabela, kako brojčano tako i u dužinama.

Tablica I. Vrste, broj i dužine srednjenaponskih kabela

Redni broj	Tip kabela	Presjek [mm ²]	Broj [kom]	Udjel [%]	Dužina [m]	Udjel [%]
1.	IPO 13	3x185	3	7,7	1126	10,9
2.	IPO 13	3x95	3	7,7	696	6,7
3.	IPO 13	3x70	12	30,8	3236	31,2
4.	PP 41	3x70	4	10,2	1457	14,1
5.	XHP 48	1x150	1	2,6	22	0,2
6.	XHE 49	1x150	16	41,0	3820	36,9
7.	Ukupno		39	100	10357	100

Razvoj srednjenaponske elektroenergetske mreže počeo je 1937. godine izgradnjom prve transformatorske stanice 10/0,4 kV simboličnog naziva "Bjelovar 1". Razvoj grada i potrebe konzuma uvjetovale su da se sada taj dio grada napaja iz 21 transformatorske stanice 10/0,4 kV u kojima je instalirano 9990 kVA snage transformatora i na koje je spojeno 150 niskonaponskih izlaza prikazanih u tablici II.

Tablica II. Broj, instalirana snaga i broj izlaza u transformatorskim stanicama

Broj transformatorskih stanica [kom]	21
Instalirana snaga [kVA]	9990
Broj niskonaponskih izlaza [kom]	150

Niskonaponska mreža je mješovita. Osim podzemnih niskonaponskih kabela dio potrošača priključen je na nadzemnu niskonaponsku mrežu u kojoj se jednim dijelom još uvijek nalaze goli vodiči na krovnim nosačima ili konzolama. Niskonaponske mreže na drvenim ili betonskim stupovima nema.

Mreža javne rasvjete bila je sastavni dio niskonaponske mreže, ali u novim okolnostima je samostalna mreža i razvija se nezavisno od razvoja niskonaponske mreže.

U planovima razvoja ili rekonstrukcija određuju se prioritetne ulice u kojima se mijenja dio ili sva infrastruktura da bi na kraju ulica dobila novi oblik i prometnu kvalitetu koja je uvijek popraćena izgradnjom nove javne rasvjete.

U tako odabranim ulicama stanje elektroenergetskih instalacija je poznato i u skladu s tim se određuje vrsta i količina zahvata s ciljem poboljšanja sigurnosti i kvalitete opskrbe potrošača električnom energijom. Transformatorske stanice pri tome se ne rekonstruiraju, osim u jednom slučaju kada je već spomenuta transformatorska stanica "Bjelovar 1" morala biti premještena na novu lokaciju.

3. POSTOJEĆA I NOVA DOKUMENTACIJA

Nakon usvajanja plana radova, a prije izvođenja radova, potrebno je pribaviti dokumentaciju za građenje čiji je sastavni dio projekt po kojemu će se graditi rekonstrukcija pojedine ulice. Za izradu takvog projekta potrebni su podaci o svim podzemnim instalacijama. Pošto je to najstariji dio grada, podaci o instalacijama su uglavnom stari. Kao takvi su neprecizni i nepouzdana, iako ima dobrih i preciznih geodetskih snimaka podzemnih instalacija.

Projektantima nedostatak kvalitetnih podloga jako otežava posao projektiranja, jer se mora u postojeće stanje uklopiti cjelovito novo rješenje.

Često se prilikom izvođenja radova, a najčešće prilikom takozvanog "prvog kopanja" nailazi na nepredviđena iznenađenja i nepoznata stanja instalacija u zemlji.

Kad su podzemne instalacije metalne, poput kabela ili metalnih plinskih cijevi, mogu se dobro locirati pomoću impulsnih tragača, a kad je i to nemoguće pokušava se pribjeći i drugim metodama, od sjećanja starijih radnika pa čak do metode s takozvanim "rašljama".

Rješavanje imovinsko pravnih odnosa s privatnim osobama poseban je, možda i najveći problem. Naime, jako je teško objasniti ljudima da će im se u dvorištu raditi bagerom čija je veličina skoro kao i njihova kuća i pri tome im raskopati cijelo dvorište kako bi se položio novi 10 kV kabel, na mjesto gdje već postoji kabel, bez obzira na sva uvjeravanja da je to nužno potrebno, da su stari kabeli već dotrajali, da će biti kvalitetnije i sigurnije napajanje i da je posebna prilika zamijeniti te stare kabele.

Veliki problemi su se postavljali i kod ugradnje novih kućnih priključnih ormarića. Naime novi kućni priključni ormarići većih su dimenzija što kod ugradnje uzrokuje i neminovno oštećenje fasada.

4. IZVOĐENJE RADOVA

U pravilu se kanalizacijske, vodovodne i plinske cijevi polažu dublje nego kabeli. Njihovi rovovi su znatno veći od kabelskih rovova. Osim toga ugrađuju se šahte koje gabaritima nadmašuju postavljene cijevi i znatno utječu na položaj ostalih podzemnih objekata, a pogotovo energetskih kabela. Telekomunikacijska kabelska kanalizacija je vrlo dobro razvijena i gotovo na njoj ne treba nikakvih zahvata. Međutim, ona zauzima relativno velik prostor u zemlji pa se mora dobro o tome voditi računa kod izgradnje drugih objekata.

Plan izvođenja radova posebno se organizira za svaki objekt. Izvoditelji se dogovaraju na posebnim koordinacijama o stanju izvedenih radova i o načinu nastavka unaprijed dogovoreni radova. Iako se izvedbeni postupci razlikuju od objekta do objekta, ipak imaju neke opće sličnosti. Svaki izvođač posebno planira vrstu i količinu radova. Izvođenje radova je etapno, ali uvijek tako da se prvo izvode radovi na kanalizacijskoj mreži, zatim vodovodnoj ili plinskoj mreži, a na kraju prije završnog uređenja

kolnika, nogostupa i zelenih površina polažu se elektroenergetski kabeli, najčešće u istom rovu s kabelima javne rasvjete.

Srednjenaponski kabeli polažu se po unaprijed predviđenim trasama. Pošto je prije njihovog polaganja ostala infrastruktura već postavljena nailazi se na nove teškoće prilikom radova, posebno kod iskopa. U prvom redu tu su novoizgrađeni kanalizacijski, vodovodni i plinski priključci isto kao i postojeći zadržani priključci te kolni ulazi. I ostali podzemni objekti koji su napušteni i nisu u funkciji predstavljaju teškoće kod iskopa.

Križanja kabela i ostalih podzemnih objekata izvode se prema pravilima i uputama [1].

Niskonaponski energetski kabeli polažu se po unaprijed predviđenim trasama i između predviđenih ormarića, najčešće sistemom ulaz-izlaz. Priključni kabeli polažu se između ormarića i objekta koji je priključen.

Od 15 gradilišta u staroj gradskoj jezgri, na njih 9 polagani su novi jednožilni srednjenaponski kabeli kao zamjena za postojeće kabele. Od toga na jednom gradilištu položen je novi jednožilni srednjenaponski kabel između susjednih transformatorskih stanica koji značajno poboljšava sigurnost opskrbe kupaca jer doprinosi puno efikasnijem upravljanju gradskom srednjenaponskom mrežom.

Niskonaponska mreža obnavljana je, odnosno ugrađeni su novi kabeli na 14 gradilišta. To je značajno poboljšanje kvalitete niskonaponske mreže jer su zamijenjene pretežno niskonaponske mreže na krovnim nosačima s golim vodičima, nešto mreža sa samonosivim kabelskim snopom i dio starih niskonaponskih kabela malog presjeka.

5. KVAROVI NA KABELIMA

Uz postojeću dobru dokumentaciju i uz sve mjere predostrožnosti, lociranje i označavanje kabela, probne ručne iskope i dužnu pažnju stalno prisutnog nadzora nad radovima, oštećenja kabela neizbježna su pojava. Postojeći energetski kabeli koji se nalaze u koridoru gradilišta najugroženiji su objekti na gradilištu. Njihovo oštećenje uzrokuje prekid u opskrbi kupaca električnom energijom i niz ostalih poteškoća koje iza toga slijede. Posebna opasnost za radnike na gradilištu proizlazi i zbog mogućnosti dodira oštećenih vodiča energetskih kabela koji su ostali pod naponom.

Oštećeni se kabeli moraju popraviti i to vrlo brzo nakon oštećenja radi ponovne uspostave redovite opskrbe kupaca električnom energijom. Pritom se događa da se popravljaju i kabeli predviđeni za izmjenu, no zbog svoje važnosti moraju biti pogonski spremni. Za intervencije i popravke mora biti cijelo vrijeme spremna jedna opremljena radna ekipa.

Srednjenaponski kabeli, čija je trasa na gradilištu, u pravilu se isključuju tijekom radova. Za oštećenje isključenog srednjenaponskog kabela, ako to nije vidljivi kvar, saznaje se tek kod ukapčanja. Tada se događa da se na tako oštećenom kabelu mora još istražiti i locirati mjesto kvara. Kabeli koji ostaju, odnosno koji nisu predviđeni za zamjenu, imaju na sebi i nekoliko nepredviđenih novih kabelskih spojnica.

Na 15 gradilišta bilo je oštećeno 6 srednjenaponskih kabela. Neki kabeli su oštećivani i nekoliko puta i svaki puta se moralo hitno intervenirati i popraviti ih jer su pogonski vrlo bitni.

Kvarovi na niskonaponskim energetskim i priključnim kabelima su još brojniji od kvarova na srednjenaponskim kabelima. Bitna razlika između tih vrsta kvarova što se kvarovi na niskonaponskim kabelima nerijetko pojavljuju nakon završetka svih radova i to najčešće kao prekid vodiča čije se mjesto mora posebno locirati i kod otklanjanja kvara oštetiti netom dovršene prometnice.

6. ZAKLJUČAK

Prilikom rekonstrukcija gradskih prometnica dobiva se prilika da se obnovi niskonaponska i srednjenaponska energetska mreža. Unatoč teškoćama u koordinaciji radova, neplaniranim oštećenjima kabela i nepredvidivim događajima na gradilištu, u znatnoj mjeri se poboljšava sigurnost i kvaliteta opskrbe kupaca električnom energijom jer se ugrađuju novi jednožilni srednjenaponski kabeli i rekonstruiraju se postojeće niskonaponske mreže.

LITERATURA

- [1] J. Popović, Z. Popović, "Obnova srednjenaponske kabela mreže", HO CIRED, 1. savjetovanje, Šibenik, 18.-21. svibnja 2008.
- [2] Bilten br. 130, "Tehnički uvjeti za izbor i polaganje elektroenergetskih kabela nazivnog napona 1-35 kV", HEP Distribucija d.o.o. Zagreb, 31. prosinca 2003.
- [3] J. Popović, "Podloga za obnovu srednjenaponske mreže Bjelovara", CIGRE, Peti simpozij o elektrodistribucijskoj djelatnosti, Zadar, 25.-28. travnja 2004.
- [4] J. Popović, "Usklađivanje suprotstavljenih zahtjeva u raspletu dijela 10 kV mreže grada Bjelovara", CIGRE, Peti simpozij o elektrodistribucijskoj djelatnosti, Zadar, 25.-28. travnja 2004.