

Marko Ivić
HEP ODS d.o.o. Elektra Zagreb
marko.ivic@hep.hr

Željko Miklež
HEP ODS d.o.o. Elektra Zagreb
zeljko.miklez@hep.hr

Ivan Hećimović
HEP ODS d.o.o. Elektra Zagreb
ivan.hecimovic@hep.hr

Marko Brekalo
HEP ODS d.o.o. Elektra Zagreb
marko.brekalo@hep.hr

ISKUSTVA PRI OBNOVI ELEKTROENERGETSKE MREŽE U SKLOPU REKONSTRUKCIJE STAROGRADSKJE ULICE U SAMOBORU

SAŽETAK

Rekonstrukcijom elektroenergetske mreže Starogradske ulice u Samoboru obuhvaćene su srednjenaponska mreža, niskonaponska mreža te uređenje obračunskih mjernih mjesta na dionici rekonstrukcije. Prikazan će biti inženjerski pristup pri rekonstrukciji EE mreže, iskustvo u organizaciji radova te izazovi i problemi koji su pratili tijek rekonstrukcije prometnice u staroj jezgri grada Samobora. Prezentirano je stanje urbanih instalacija u staroj gradskoj jezgri prije i nakon rekonstrukcijskih radova.

Ključne riječi: kabeli, rekonstrukcija elektroenergetske mreže, OMM, rekonstrukcija prometnice, održavanje, investicije

EXPERIANCE DURING RECONSTRUCTION OF THE ELECTRICAL POWER GRID IN STAROGRADSKA STREET IN SAMOBOR

SUMMARY

Reconstruction of the electrical power grid in Starogradska street in Samobor involves medium voltage network, low voltage network, and the arrangement of metering points along the reconstructed section. The engineering approach to the reconstruction of the electrical power grid systems will be presented, along with the experience in work organization, as well as the challenges and issues encountered during the reconstruction of the Starogradska street in Samobor. The condition and the layout of the urban electrical power grid installations before and after reconstruction work, also will be compared and presented.

Key words: cable, electrical power grid reconstruction, MP (metering points), street reconstruction, maintenance, investment

1. UVOD

Rekonstrukcije ulica, posebno gradskih jezgri predstavlja izazovan projekt iz razloga jer obuhvaća opsežan rad pri planiranju izvođenja radova. Rekonstrukcije ovakvog tipa zahtijevaju pažljiv pristup zbog očuvanja kulturnih dobara grada te također omogućuje modernizaciju infrastrukture. Analiza mreže prije početka radova rekonstrukcije predstavlja određivanje trase za polaganje podzemnog kabela, proučavanje na koji način zamijeniti kućne priključke te usuglašavanje sa izvođačima ostalih infrastruktura koje su također obuhvaćene u Starogradskoj ulici.

Potres koji je uzrokovao probleme pri već dotrajalom vodoopskrbnom sustavu te sustavu mješovite javne odvodnje potaknuo je gradsku upravu na obnovu već zastarjele infrastrukture. Pri takvoj obnovi ulica kao što je Starogradska ulica u gradu Samoboru cilj je obnoviti kompletnu infrastrukturu koja se proteže na potezu ulice, uključujući elektroenergetsku mrežu.

S obzirom na starost te dotrajalost postojeće nadzemne mreže, kabelskih kućnih priključaka koji nisu prilagođeni trenutnim zahtjevima mreže, rekonstrukcija elektroenergetske mreže podrazumijeva optimizaciju mreže prema novim tehničkim standardima. Kako bi se osigurala stabilna i učinkovita distribucija i opskrba krajnjih kupaca električne energije, neophodno je zamijeniti zastarjele, oštećene ili neadekvatne kableske ormariće/priključke koji su često uzrok nestabilnosti mreže, kvarova ili prekida u opskrbi.

Osim što rekonstrukcija elektroenergetske mreže starogradske jezgre pozitivno utječe na opskrbu električne energije, također projekt rekonstrukcije elektroenergetske mreže utjecao je na estetski izgled Starogradske ulice zamjenom nadzemnog tipa kabela SKS, podzemnim tipom kabela. Rekonstrukcijom Starogradske ulice u Samoboru obuhvaćena je postojeća srednjenaponska, niskonaponska nadzemna mreža te kućni priključci.

Realizacija radova na rekonstrukciji organizira se na način da je na gradilištu uključeno više izvođača radova te je neophodna stalna koordinacija i usklađivanje međusobnih radnih aktivnosti. Prekid opskrbe električne energije na zahvaćenoj trasi kabela je neizbježan te su stanovnici upoznati sa svim događajima.

Uzimajući u obzir lokaciju Starogradske ulice u urbanom centru grada Samobora, razumijevanje stanovnika ulice, kao i građana cijelog grada od velike je važnosti. Radovi pri rekonstrukciji ulice, njene čitave podzemne infrastrukture nisu kratkotrajni te je bitno dobro planiranje radova. Svim izvođačima radova na zahvaćenom području rekonstrukcije je u cilju što prije odraditi planirane radove te vratiti rekonstruiranu ulicu u stanje da postane potpuno funkcionalna za svakodnevni život građana grada Samobora.



Slika 1. Starogradska ulica u gradu Samoboru

Starogradska ulica u gradu Samoboru ograničena je svojom širinom te predstavlja izazov pri odabiru trase podzemnog kabela. Rekonstrukcija poteza Starogradske ulice omogućila je izmjenu trase srednjenaponskog kabela te zamjenu dionice istog novim tipom kabela. Ugradnja kabelskih razvodnih ormara predstavlja izazov pri komunikaciji sa stanovnicima. Ponekad je izazovno objasniti vlasnicima nekretnina u susjedstvu ili na dionici rekonstrukcije da im novi KRO ormar osigurava pouzdaniji elektroenergetski sustav te opskrbu električnom energijom. Kao što se može vidjeti na Slika 1. rekonstrukcijom je zahvaćeno područje od 2TS 322 ZET Starogradska do 2TS 162 Starogradska. Ulica se uglavnom sastoji od zgrada i kuća starije gradnje te je potrebno pažljivo izvođenje radova. Ugradnja kabelskih razvodnih ormara (KRO) po dužini ulice omogućiti će rasterećenje mreže. Također, ukoliko dođe do pojave kvara na niskonaponskoj mreži, povezanost KRO-a sustavom ulaz-izlaz omogućuje lakšu selekciju dionice u kvaru.

2. MREŽA GRADA SAMOBORA – STAROGRADSKA ULICA

U zoni obuhvata radova rekonstrukcije Starogradske ulice grada Samobora postojeći potrošači napajaju se iz dviju distributivnih transformatorskih stanica 20/0,4 kV naziva 2TS 322 ZET Starogradska i 2TS 162 Starogradska. Prilika koja se ukazala pri rekonstrukciji Starogradske ulice uz ostalu infrastrukturu (plin, vodoopskrba, kanalizacija, DTK) je obnoviti nadzemnu mrežu koja je tehnički zastarjela i dotrajala te izmjenu dijela trase srednjenaponskog kabela.

Niskonaponska mreža na potezu rekonstrukcije izvedena je nadzemno s samonosivim kabelskim snopom (SKS-om) po betonskih i drvenim stupovima, te po krovnim stalcima na kućama. Uz nekoliko podzemnih kućnih priključaka većinu priključaka krajnjeg kupca predstavljaju nadzemni tipovi kabela. Donesenim tehničkim rješenjem odlučeno je sve nadzemne priključke ukinuti te ih izvesti podzemnim tipom. S takvim tipom rješenja priključenja krajnjih kupaca potrebno je bilo ugraditi kableske razvode ormara na potezu Starogradske ulice.

Na potezu rekonstrukcije niskonaponske mreže Starogradske ulice nadzemna mreža bila je izvedena sa 35 drvenih stupova koji su projektnim rješenjem zamjene SKS-a uklonjeni. Mreža javne rasvjete bila je sastavni dio niskonaponske mreže, ali u novim okolnostima je samostalna mreža i razvija se nezavisno od razvoja niskonaponske mreže. Postavljeni su novi stupovi za javnu rasvjetu.

U Starogradskoj ulici projektnim rješenjem predviđena je ugradnja deset novih samostojećih kabelskih razvodnih ormara KRO koji su postavljeni duž ulice. Određivanje položaja pojedinog KRO ormara definirano je jednolikom raspodjelom na potezu rekonstruirane ulice kao i optimalnim lokacijama uzimajući u obzir polaganje kabela kako bi se izbjegla nepotrebna izrada kabelskih spojnika koje uvijek predstavljaju potencijalno mjesto budućeg kvara. Kabel postavljen u cijelosti od jednog ormara do drugog uvijek je optimalnije rješenje.

Točna lokacija KRO ormara uglavnom se određivala na terenu tijekom polaganja niskonaponskih kabela.

Tipovi niskonaponskih kabelskih razvodnih ormara KRO koji su izabrani su tip kao **sistem F** (F5 1080/320), proizvođača "TEP-Elsta" s jednim vratima. Dimenzije ormara: d x š x v = 785 x 320 x 1080 mm.

Tablica I. Kabelski razvodni ormari

Redni br.	Naziv SRO ormara	Vršna snaga [kW]	Osigurač [A]	Dovodni kabel tip
1.	KRO 1	90	160	NAYY-O 4x150 SM + 1,5 RE 0,6/1 (1,2)kV
2.	KRO 2	90	160	NAYY-O 4x150 SM + 1,5 RE 0,6/1 (1,2)kV
3.	KRO 3	90	160	NAYY-O 4x150 SM + 1,5 RE 0,6/1 (1,2)kV
4.	KRO 4	90	160	NAYY-O 4x150 SM + 1,5 RE 0,6/1 (1,2)kV
5.	KRO 5	90	160	NAYY-O 4x150 SM + 1,5 RE 0,6/1 (1,2)kV
6.	KRO 6	90	160	NAYY-O 4x150 SM + 1,5 RE 0,6/1 (1,2)kV
7.	KRO 7	90	160	NAYY-O 4x150 SM + 1,5 RE 0,6/1 (1,2)kV
8.	KRO 8	90	160	NAYY-O 4x150 SM + 1,5 RE 0,6/1 (1,2)kV
9.	KRO 9	90	160	NAYY-O 4x150 SM + 1,5 RE 0,6/1 (1,2)kV
10.	KRO 10	90	160	NAYY-O 4x150 SM + 1,5 RE 0,6/1 (1,2)kV

Samostojeći poliesterski ormar sistema F izrađen je od poliestera ojačanog staklenim vlaknima prerađenog postupkom prešanja, koje daje odlične mehaničke i električne karakteristike. Ormar se postavlja (montira) na plastično postolje. Montiranjem ormara na tvornički izrađeno postolje postiže se sprečavanje kondenzacije vlage u ormaru. Da vlaga iz zemlje ne ulazi u ormar i stvara nepoželjni kondenzat preporučuje se podnožje ispuniti materijalom koji ne smije biti higroskopian, lako zapaljiv, kao niti električki vodljiv. Najpouzdaniji materijali su fini šljunak i suhi riječni pijesak.



Slika 2. Raspodjela NN mreže po KRO-u

Na „Slika 2. Raspodjela niskonaponske mreže po KRO-u“ možemo vidjeti raspodjelu niskonaponske mreže prema ugrađenim KRO-ima. Ugradnjom deset KRO-a na potezu Starogradske ulice omogućeno je rasterećenje niskonaponske mreže s obzirom na prethodno stanje. Ovakvom raspodjelom niskonaponske elektroenergetske mreže u ulici omogućeno je u budućnosti jednostavnije selektiranje mreže tijekom lociranja kvara na NN mreži, te nije potrebno isključivanje cijelog strujnog kruga nego samo određenog dijela na koji kvar ima negativni utjecaj.

3. TRASA NOVOPOLOŽENOG PODZEMNOG KABELA U STAROGRADSKOJ ULICI

Projektirani niskonaponski energetski kabel oznake NAYY-O 4x150SM+1.5 RE 0,6/1(1,2)kV , te niskonaponski priključni kabel je tipa i oznake NAYY-O 4x35RM+1.5 RE 0,6/1(1,2)kV. Glavni niskonaponski vodovi polažu se u nogostupu ulice gdje je to moguće, a gdje nije polažu se u kolnik u zaštitnoj rebrastoj savitljivoj cijevi. U istom rovu s NN kabelima položiti će se traka za uzemljenje Fe/Zn 40x4 mm koju je potrebno galvanski spojiti s postojećim trakama u rovu i na novi KRO.

Trasa projektiranog SN podzemnog kabelskog voda započinje od postojećeg srednjenaponskog kabela kod k. br. 22 u Starogradskoj ulici u Samoboru (na koji se spaja s jedne strane). Kabel se polaže u

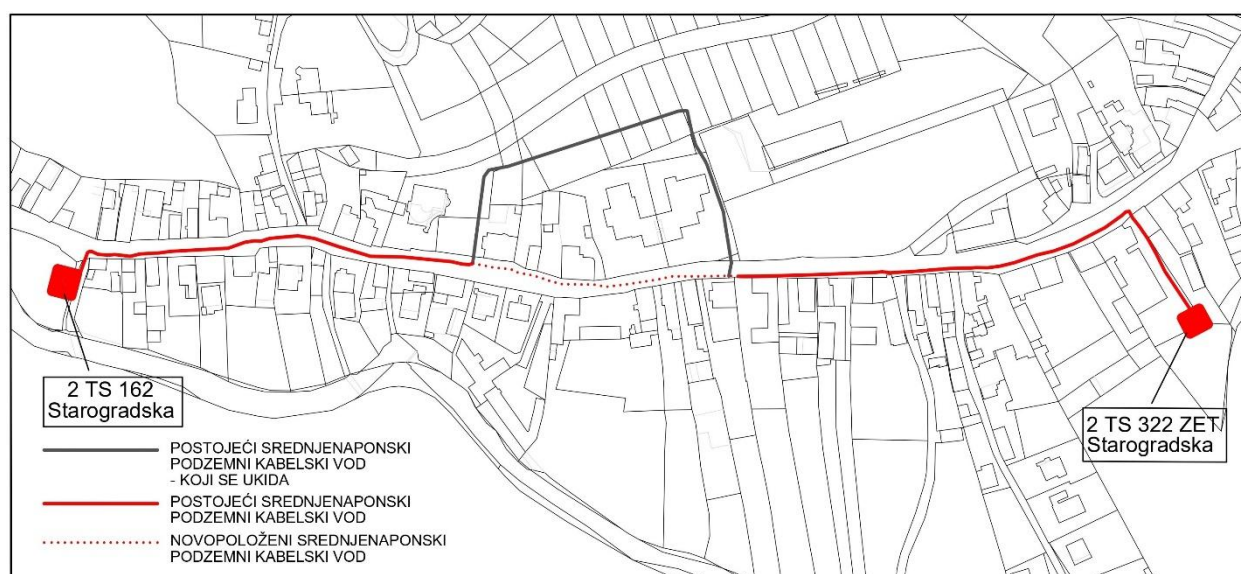
smjeru zapada po sjevernoj strani Starogradske ulice sve do k.br. 20 gdje križa prometnicu i nastavlja po južnoj strani Starogradske ulice sve do k.č.br. 35. Nakon toga prelazi prometnicu i vraća se na sjevernu stranu Starogradske ulice gdje se spaja na postojeći kabel kod k.br. 16. Sve navedeno je unutar k.č.br. 3402/1 k.o. Samobor.

U skladu s uvjetima "Elektre" Zagreb položen je tipski srednjenaponski podzemni kabel oznake NA2XS(F)2Y 12/20(24)kV 3x(1x185/25RM).

Projektirani srednjenaponski kabel je jednožilni kabel sa aluminijskim vodičima, izoliran XLPE-om, oplašten PE-om, uzdužno vodonepropustan. Ovaj tip kabela predstavlja standardizirani element SN kableske mreže pogona Elektre Zagreb, Pogon Samobor.

Srednjenaponski kablanski vodovi položeni su u zaštitnim korugiranim cijevima Ø200 mm u dijelu trase koji prolazi asfaltiranim površinama, a dijelom trase gdje kabel prolazi zelenim površinama položen je direktno u zemlji. Duljina trase položenog srednjenaponskog kabela iznosi 130 metara. Ukupna duljina kabela iznosi 450 metara.

Kabli se polažu u rov dubine 80 cm, te 40 cm širine. Na mjestu križanja sa prometnicom dubina iznosi min. 1,20 m.



Slika 3. Srednjenaponska mreža Starogradske ulice grada Samobora

4. POSTOJEĆA I NOVA DOKUMENTACIJA

Detaljnou analizom postojećeg stanja elektroenergetske mreže istražuju se stare instalacije te se provjerava njihova funkcionalnost. Uzimajući u obzir buduće stanje te mogućnost povećanja opterećenja mreže cilj je prikupiti sve podatke o svim podzemnim te nadzemnim instalacijama. Često se dogodi da u najstarijim dijelovima grada podaci o instalacijama nisu uvijek pouzdani. Netočni podaci projektantima otežavaju izradu tehničkog rješenja te je ponekad potrebna dodatna koordinacija iz razloga utvrđivanja stvarnog stanja postojeće infrastrukture.

Nedostatak adekvatnih i kvalitetnih podloga predstavlja izazovan posao projektiranja te dolazi do poteškoća pri određivanju tehničkih rješenja što može dovesti do kašnjenja realizacije projekta.

Po dobivanju informacije da gradska uprava planira izvršiti rekonstrukciju Starogradske ulice krenulo se u izradu projektne dokumentacije te su ishođeni svi posebni uvjeti od javnopravnih tijela te su se svi radovi morali uskladiti s posebnim uvjetima.

5. IZVOĐENJE RADOVA

Izvođenje radova polaganja elektroenergetskog kabela predstavlja ključnu fazu u izgradnji elektroenergetske infrastrukture. Priprema terena i dionice polaganja kabela predstavlja prvi korak pri izvođenju radova. Rov, njegova dubina, širina na predviđenoj trasi mora ispoštovati sve sigurnosne i tehničke norme. Pri polaganju kabela u rov vodi se računa o instalacijama u blizini elektroenergetskog kabela. Kanalizacijske, vodovodne cijevi prema normama polažu se dublje nego elektroenergetski kabel. Betonski zdenci ili šahte svojim dimenzijama utječu na položaj ostalih podzemnih infrastruktura.

Prvenstveno rekonstrukcija Starogradske ulice u gradu Samoboru planirana je zbog dotrajalih instalacija



Slika 4. Stanje na terenu pri rekonstrukciji



Slika 5. Prikaz radova u Starogradskoj ulici

Koordinacija sa drugim tijelima radi složenosti radova vodila se uglavnom na terenu po rasporedu dva puta tjedno te po potrebi i više. Radi ograničenog prostora neke jednostavnije radnje (prijevoz materijala i sl.) odrađene su u dogovoru s drugim izvođačima radova (teleoperateri i ostali sudionici). Prije početka radova na polaganju kabela i montaže KRO-a, krenulo se s pripremom OMM-a za prespajanje na KB mrežu što je podrazumijevalo ugradnju priključnih ormara (KPMO, SPMO) na objekte. Prilikom rekonstrukcije ukupno je uređeno 49 obračunskih mjernih mjesta te su odmah i zamijenjeni i ugrađeni mjerni uređaji sa mogućnošću daljinskog očitavanja. Kod ugradnje priključnih ormara i glavnih vodova, moralo se posebno obratiti pažnju na pozicioniranje istih jer je većina objekata zaštićeno kulturno dobro. Radovi na kabliranju NN mreže u Starogradske ulici izvođeni su etapno po dvije cijeline (dva KRO-a) počevši od KRO 10 sve do KRO1 te su i tom dinamikom pripremani i kabelski priključci koji su dok je trajao građevinski dio pripreme sljedeće faze i prespajani na kabelsku mrežu. U dogovoru s nadzorom i ostalim tijelima paralelno je polagan i 20 kV kabel tipa XHE 49A 3x(1x185) mm² radi ograničenosti prostora i ulaska mehanizacije na gradilište.

Križanja kabela i ostalih podzemnih objekata izvode se prema pravilima i uputama [1]. Niskonaponski energetske kabele polažu se po unaprijed predviđenim trasama i između predviđenih ormarića, najčešće sistemom ulaz-izlaz. Priključni kabele polažu se između ormarića i objekta koji je priključen.

6. ZAKLJUČAK

Rekonstrukcija Starogradske ulice grada Samobora nije predstavljala samo tehnički izazov zbog niza komponenti u energetskoj mreži, već predstavlja priliku za poboljšanje kvalitete opskrbe električnom energijom, estetski ugrađeniju gradsku jezgru koja zadovoljava suvremene urbane zahtjeve. Uz sve tehničke izazove i nepredvidljive događaje na gradilištu te unatoč poteškoćama u koordinaciji radova sa ostalim sudionicima, u znatnoj mjeri se poboljšava sigurnost i kvaliteta opskrbe kupaca električnom energijom. Ugradnjom novih energetskih kabela uređuju se obračunska mjerna mjesta koja su sada lakše dostupna našim djelatnicima.

LITERATURA

- [1] 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.
- [2] Kaiser, D: "Elektrotehnički priručnik", Tehnička knjiga, Zagreb, 1964.
- [3] Srb, V: "Kabelska tehnika", Tehnička knjiga, Zagreb, 1970.