

TEHNIKA PRVI PUT PRIMENJENA U NAŠOJ ZEMLJI – UDUVAVANJE NOVOG OPTIČKOG KABLA U PE CEV PORED POSTOJEĆEG OPTIČKOG KABLA

Mr Milan Bilbija, Mr Andrija Kunarac
"Telekom Srbija" a.d.

1. Uvod

Tehnika uduvavanja optičkih kablova u PE cevi u našoj zemlji se koristi od sredine 1991 godine. Prvi optički kabl je položen metodom uduvavanja na relaciji Beograd – Ruma – Novi Sad. U nekim razvijenim zemljama se unazad nekoliko godina tehnikom uduvavanja pored postojećeg kabla u PE cev uduvava još jedan ili eventualno dva kabla ako su kablovi manjeg prečnika. Ovom tehnikom se postižu znatne uštede u novcu i vremenu pri izgradnji novih optičkih kablova po postojećim trasama.

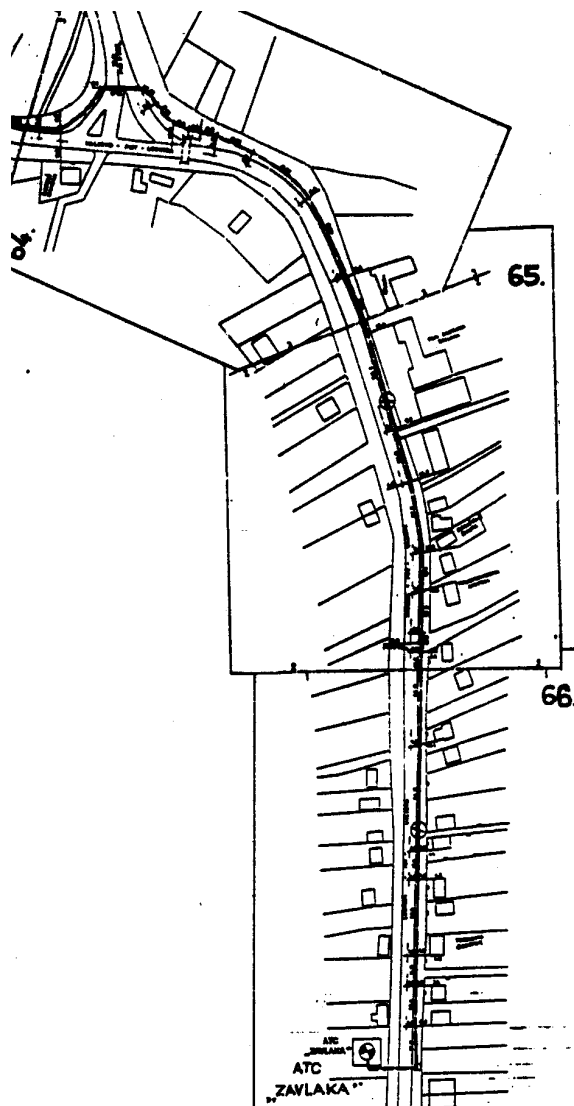
Tokom izgradnje novih deonica optičkih kablova suočavamo se sa velikim brojem problema u pribavljanju odgovarajućih saglasnosti za izvođenje radova, naročito u urbanim sredinama i problemima u samom izvođenju kao što su razbijanje asfaltnih površina, betonskih podloga, ukrštanje sa drugim infrastrukturnim instalacijama itd. Razmišljajući kako rešiti ovakve probleme, došli smo na ideju da i mi pokušamo da PE cev višestruko iskoristimo tamo gde je ona već položena.

2. Tehnička analiza

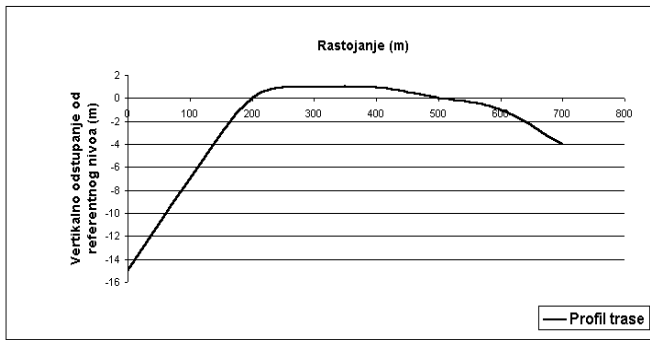
Nekoliko godina u nazad smo se bavili teoretskim izučavanjem ovog problema. Na osnovu tih teoretskih razmatranja bilo je jasno da je i u našim uslovima moguće primeniti tehniku uduvavanja dva kabla u istu cev. Da bi smo iskoristili postojeću opremu za uduvavanje kablova, koja je inače vrlo skupa, bilo je potrebno napraviti prilagodni sklop (adapter) koji bi omogućio da se pored postojećeg kabla uduva novi u istu cev. Kada smo razumeli sve zahteve koje ova metoda postavlja, pristupili smo praktičnoj izradi adaptera. Izrada adaptera je bila gotova u vreme izgradnje optičkog kabla Valjevo – Loznica. Na delu trase kroz mesto Zavlaka, je već postojao položen optički kabl za Krupanj kroz PE cev Ø40mm. Trasa optičkog kabla Zavlaka – Krupanj se poklapala sa projektovanom trasom baš kroz urbani deo Zavlake u dužini od 700m. Zbog toga, pri izgradnji deonice magistralnog optičkog kabla Valjevska Kamenica - Zavlaka, nadzorni organ na izgradnji ovog objekta, Mr Milan Bilbija, zajedno sa saradnicima i radnicima firme FSU (Fabrika signalnih uređaja), su nakon urađene tehničke i ekonomske analize odlučili da isprobaju po prvi put u našoj zemlji pomenutu metodu.

Izgled dela mesta Zavlaka gde se poklapaju trase postojećeg i novog optičkog kabla je prikazan na slici 1. Iz slike se vidi da svih 700m trase prolazi kroz gusto naseljen deo Zavlake. Postojeći kabl je položen pre dve godine posle čega su sve javne površine dovedene u red tako da bi ponovno kopanje po istoj trasi i razbijanje već saniranih

asfaltnih površina bilo vrlo skupo, a i vrlo nepopularno. Proučavajući izgled ove trase, videli smo da trasa ne menja smer, i da nema većih krivina. Poprečni profil trase nije bio tako ohrabrujući što se vidi iz slike 2. Profil trase u dužini od oko 700m, kao i ne posedovanje ranijeg iskustva nije davao mnogo nade da će čitava operacija biti uspešno izvedena premda je trasa bila gotovo prava (slika 1). Međutim, tehnička i ekonomska analiza čitave operacije su neumoljivo govorile da se operacija može i mora izvesti.



Slika 1: Izgled dela trase optičkog kabla Valjevo – Loznica u mestu Zavlaka gde je uvučen novi optički kabl TO SM 03 (9x2)x11x0,4x3,5CMAN u PE Ø40mm u kojoj se već nalazio optički kabl kapaciteta 24 optička vlakna uduvan oko dve godine ranije.



Slika 2: Profil trase u zavisnosti od rastojanja pokazuje da je trasa bila nadprosečno teška za savladavanje čak i za uvlačenje optičkog kabla u praznu PE cev

Poznata je činjenica da se optički kabl uduvava u PE cev specijalnom mašinom (Cablejet) koju pogoni kompresor vazduha. Osnovni princip se sastoji u tome da struja vazduha u cevi koju formira Cablejet "vuče" optički kabl duž cevi do drugog kraja. Standardni nivo pritiska vazduha u cevi tokom uduvavanja iznosi oko 6 bara pri čemu se u cev ubacuje minimalno $10\text{m}^3/\text{min}$ vazduha. Dužina uduvavanja i brzina kojom se kreće kabl zavise od: radnog pritiska, težine kabla, poprečnog preseka cevi, profila trase i trenja. Za cevi prečnika $\text{Ø}40\text{mm}$ proizvedenim u našoj zemlji, pri pritisku od 6 bara, relativno ravnom profilu trase i prečnicima kabla od 10 – 14mm, dužina uduvavanja je oko 1000m. Pri istim uslovima, dužina uduvavanja optičkog kabla u PE cev $\text{Ø}32\text{mm}$ se kreće oko 500-600m. Razlog zbog koga su ove dužine različite jeste što je efektivna površina PE cevi $\text{Ø}32\text{mm}$ znatno manja od efektivne površine PE cevi $\text{Ø}40\text{mm}$ pa je samim tim i količina vazduha u cevi $\text{Ø}32\text{mm}$ koja "vuče" optički kabl znatno manja. Treba napomenuti da dužina uduvavanja optičkog kabla u PE cev zavisi i od drugih nepredvidivih faktora kao što su: neodgovarajući prečnik krivine savijanja, eliptičnost cevi, nečistoće u cevi i sl. što je u praksi čest slučaj. Pošto u ovom slučaju treba uvući optički kabl u postojeću cev u kojoj već postoji optički kabl gde su mnogi faktori samim tim određeni, može se izvesti sledeća analiza:

Površina unutrašnjosti cevi PE $\text{Ø}40\text{mm}/34\text{mm}$ je:

$$S(\text{PE } \text{Ø}40\text{mm}/34\text{mm}) = r_1^2 \pi = (34/2)^2 \pi \approx 907\text{mm}^2$$

Površina unutrašnjosti cevi PE $\text{Ø}32\text{mm}/26\text{mm}$ je:

$$S(\text{PE } \text{Ø}32\text{mm}/26\text{mm}) = r_2^2 \pi = (26/2)^2 \pi \approx 530\text{mm}^2$$

Očigledno je da je efektivna površina PE cevi $\text{Ø}40\text{mm}$ gotovo 42% veća od efektivne površine PE cevi $\text{Ø}32\text{mm}$.

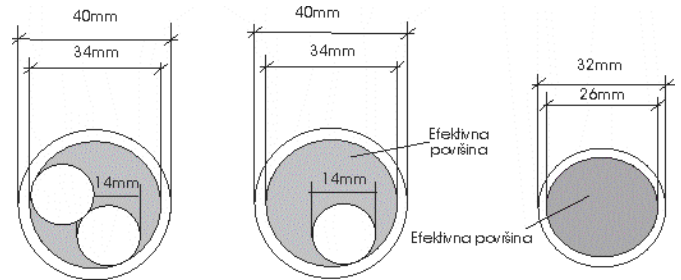
Površina optičkog kabla TO SM 03 (9x2)xIIx0,4x3,5CMAN je:

$$S(\text{TO SM 03 (9x2)xIIx0,4x3,5CMAN}) = r_3^2 \pi = (14/2)^2 \pi \approx 153\text{mm}^2$$

Ako posmatramo PE cev $\text{Ø}40\text{mm}/34\text{mm}$ u kojoj se nalazi optički kabl prečnika 14mm (slika 3), efektivna površina ostatka će biti:

$$S(\text{PE } \text{Ø}40\text{mm}/34\text{mm}) - S(\text{TO SM 03 (9x2)xIIx0,4x3,5CMAN}) = 907\text{mm}^2 - 153\text{mm}^2 = 754\text{mm}^2$$

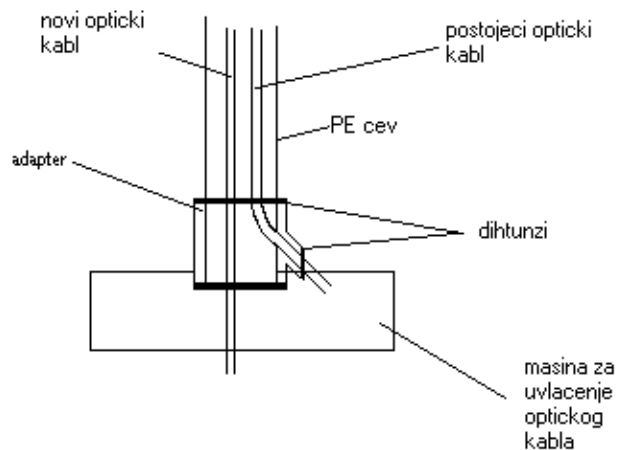
Možemo odmah uočiti da je efektivna površina PE cevi $\text{Ø}40\text{mm}/34\text{mm}$ zajedno sa optičkim kablom (TO SM 03 (9x2)xIIx0,4x3,5CMAN) unutar cevi, još uvek veća od efektivne površine prazne PE cevi $\text{Ø}32\text{mm}/26\text{mm}$ što nam daje za pravo da će struja vazduha u PE cevi $\text{Ø}40\text{mm}/34\text{mm}$ zajedno sa optičkim kablom biti dovoljna da uvuče novi kabl u cev na određenu dužinu. Nepoznanice su kako će trenje između dva optička kabla kao i položaj već uvučenog kabla uticati na ukupnu dužinu uvlačenja novog optičkog kabla.



Slika 3: PE cev $\text{Ø}40\text{mm}$ (levo) sa dva optička kabla unutar, PE cev $\text{Ø}40\text{mm}$ sa jednim optičkim kablom (u sredini) i prazna PE cev $\text{Ø}32\text{mm}$ (desno)

3. Operacija uduvavanja

Za operaciju uduvavanja koristili smo već konstruisani i izrađeni adapter koji se montira na mašinu za uduvavanje, a čiji je glavni zadatak da fiksira postojeći optički kabl u cevi, pomeri ga u stranu i spreči njegovo pomeranje. Zadatak adaptera je takođe da obezbedi odlično dihtovanje cele konstrukcije i ubacivanje sredstva za podmazivanje (slika 4).



Slika 4: Šematski izgled postavljanja mašine za uduvavanje i adaptera na postojeću PE cev.

Operacija uduvavanja je počela sa znatno nižim pritiskom od uobičajenog jer nisu bile dovoljno poznate mehaničke karakteristike adaptera da bi se kasnije postepeno povećavao.

U tabeli 1 data je brzina uduvanja u zavisnosti od pritiska vazduha u cevi.

Pritisak (bar)	Brzina uduvanja optičkog kabla (m/min)
3,5	25
4	35
5	45

Tabela 1: Zavisnost brzine uduvanja novog optičkog kabla od pritiska vazduha u cevi

Pošto je ukupna dužina zajedničkog dela trase iznosila oko 700m opredelili smo se da ovu dužinu podelimo u tri približno jednaka dela od po 230m. Dužine sva tri dela nisu bile potpuno iste jer je iskop rupe za smeštaj mašine i presecanje postojeće cevi vršen na najzgodnijim mestima tako da ove tri dužine nisu bile potpuno iste. Razlog zbog koga smo se opredeli da krenemo sa nižim pritiskom i kraćim dužinama nego što teorija pokazuje, je taj što se čitava operacija izvodi po prvi put u našoj zemlji, što se osobine adaptera takođe praktično isprobavaju prvi put i što su teoretska i praktična iskustva iz sveta bila vezana cev prečnika 50mm.

4. Ekonomska analiza

Ekonomska analiza je urađena metodom uporednih tabela za iste pozicije, a u tabeli 2 su prikazane samo pozicije koje bi se radile u slučaju polaganja novog kabla i ne bi se radile pri uduvanju novog optičkog kabla u istu cev.

Naziv operacije	Količina	Jedinična cena	Ukupna cena
Nabavka PE cev Ø40mm	700m	30din	21.000din
Nabavka opomenske trake	700m	12din	14.000din
Nabavka stubića za obeležavanje	5kom	300din	1.500din
Trasiranje	700m	3.68din	2.576din
Traganje postojećih instalacija	700m	7.56din	5.292din
Iskop rova IV kategorije	700m	196.57din	137.599din
Polaganje PE cevi u iskopan rov	700m	15.36din	10.752din
Polaganje opomenske trake	700m	3.31din	2.317din
Zatrpavanje rova	700m	65.52din	45.864din
Rušenje asfaltnog trotoara	175m ²	131din	22.925din
Rušenje betonske ploče	105m ²	26.33din	22.764din
Popravka trotoara od betonskih ploča	110m ²	198.32din	20.833din
Popravka asfaltnog trotoara	175m ²	900din	157.500din
Postavljanje stubića	5kom	131.63din	658din

Geodetsko snimanje	700m	30din	21.000din
Izrada tehničke dokumentacije	700m	17.06din	11.942din
Povećani troškovi uduvanja kabla	700m	36.42 (+25%)	-6.373din

UKUPNO: oko **469.278din**

Tabela 2: Pozicije koje bi se radile u slučaju polaganja novog kabla u novi rov i cev

Pretvaranjem navedenog iznosa u evre dolazi se do sume oko 7000€. Ako bi se razmatrana trasa od 700m iz Zavlake mogla uzeti kao tipična trasa za urbanu sredinu, onda možemo reći da bi se ušteda metodom uduvanja dva kabla u istu cev mogla proceniti na 10€/1m trase. Takođe, u ekonomsku analizu nisu uračunati troškovi izrade investicione-tehničke dokumentacije i pribavljanje saglasnosti što bi pomenutu sumu uvećalo za 20-30%.

5. Zaključak

U ovom radu je prikazana tehnika uduvanja novog optičkog kabla u PE cev Ø40mm u kojoj već postoji jedan kabl. Autori su u ovom radu detaljno prikazali vlastito iskustvo i demonstrirali uspešnost ove tehnike i u našoj zemlji. Pored tehničke analize urađena je i ekonomska analiza. Analize su pokazale da je ova metoda tehnički uspešna i naročito ekonomski isplativa. Takođe je evidentno da se u realizaciji ove metode koriste tehnička sredstva koja već posedujemo izuzev adaptera koji takođe nije skup.

Literatura

- [1] www.vetter-kabel.de
- [2] Mr Branislav Đurić, *Optoelektronske komunikacije, 1997*
- [3] www.fks.co.yu

Abstract: This article presents the first practical experience in our country for blowing in two optical cables in one tube and has very good theoretical background. The authors also make economical analysis and prove that the method is very practicable for solving problems in urban areas.

APPLIED TECHNIQUE FIRST TIME IN OUR COUNTRY – BLOWING IN TWO OPTICAL CABLES IN ONE TUBE, Milan Bilbija, Andrija Kunarac