

# NOVA GENERACIJA MINIJATURIZIRANIH OPTIČKIH KABELSKIH SUSTAVA "FIBER TO THE DESK"

Sead Dubravić

## **Sažetak:**

*U radu se razmatraju tehnički i ekonomski aspekti strukturalnog kabliranja nove generacije optičkih kabelskih sustava sa priključkom do radnog stola ("Fiber to the Desk"). Radi se o uporabi potpuno novih minijaturiziranih optičkih konektora reda veličine popularnog RJ-45 bakrenog konektora. Analizira se gustoća pakiranja i ekonomičnost rješenja na tipičnom predstavniku ovih naprednih topologija - VOLITION™ sustavu proizvođača "3M". Pokazuju se prednosti u odnosu na klasična optička kabliranja zasnovana na raširenim ST/SC konektorima. Posebna pažnja posvećena je ekonomskoj analizi i uporedbi sa rješenjima po bakrenim paricama Cat5, Cat5e, Cat6. Objasneni su detalji konstrukcije pojedinih elemenata minijaturiziranog kabelskog sustava koji su omogućili performanse i ekonomsku prihvatljivost topologije, te jednostavnost, lakoću instalacije i robusnost rukovanja. Izlaže se trenutno stanje normizacije.*

## **1. UVOD**

Današnji strukturalni kabelski sustavi uglavnom se izvode u dvije bitno različite tehnologije, koje se često kombiniraju: kao bakreni (parični UTP/FTP,STP) sustavi ili kao optički kabelski sustavi po svjetlovodnim vlaknima (višemodni ili monomodni). Obje tehnologije definirane su ISO 11801 (EIA/TIA568B) međunarodnim normama za različite brzine rada, kao sustavi određene kategorije (odnosno klase). U primjeni, odluka je uvijek između želje za što većom propusnošću - brzinom (gdje su optički sustavi neuporedivo brži) i raspoloživih financijskih sredstava - cijene (gdje su bakreni sustavi bitno jeftiniji).

Ovakva klasifikacija je točna ako se upoređuju klasični optički kabelski sustavi koji koriste konektore sa (skupim) keramičkim ferulama, kakvi su danas većina konektora (ST, SC, FC/PC). I sami optički kabeli obično se izvode za vanjsko polaganje ("outdoor") i kao takvi koriste i u unutrašnjim ("indoor") instalacijama za strukturalno (LAN) kabliranje, što ih čini skupim. Sofisticirana i skupa oprema za konektiranje i mjerenje, te visoka stručnost kod terminiranja uz osjetljivost rukovanja, dodatno povisuje cijenu ove tehnologije. I aktivna oprema koja se primjenjuje na kabelskom sustavu znatno je skuplja za optičke kabelske sustave. Stoga nije čudo da se uprkos zavidnih performansi, korisnici kupci često odlučuju za bakrene kabelske sustave.

Ukoliko se, međutim, optički kabelski sustav tehnološkim rješenjima usmjeri unutarnjim ("indoor") instalacijama, kakva su i bakrena rješenja, situacija se međutim bitno mijenja. Ako se još iskoriste i neke specifičnosti optičkih sustava (npr. znatno veći domet), i samim topološkim rješenjem u formi kolapsiranih (centraliziranih) magistrala postiže se dodatna znatna ušteda. Takvim pristupom stvorena su nova rješenja za optiku do radnog stola ("Fiber to the Desk") koja su cijenom uporediva sa znatno sporijim bakrenim kabelskim sustavima.

## **2. CENTRALIZIRANI (KOLAPSIRANI) KABELSKI SUSTAV**

U klasičnim kabelskim sustavima po ISO/IEC 11801 normi kabliranje unutar objekta se realizira kroz dva međusobno povezana podsustava kako je prikazano *Slikom 1. Distribuirani strukturalni kabelski sustav prilagođen osobinama bakrenih parica*, sa slijedećim svojstvima:

- vertikalni (magistralni) kabelski podsustav koji se izvodi kao bakreni (duljine do 90 met) ili optički (duljine do 500 met)

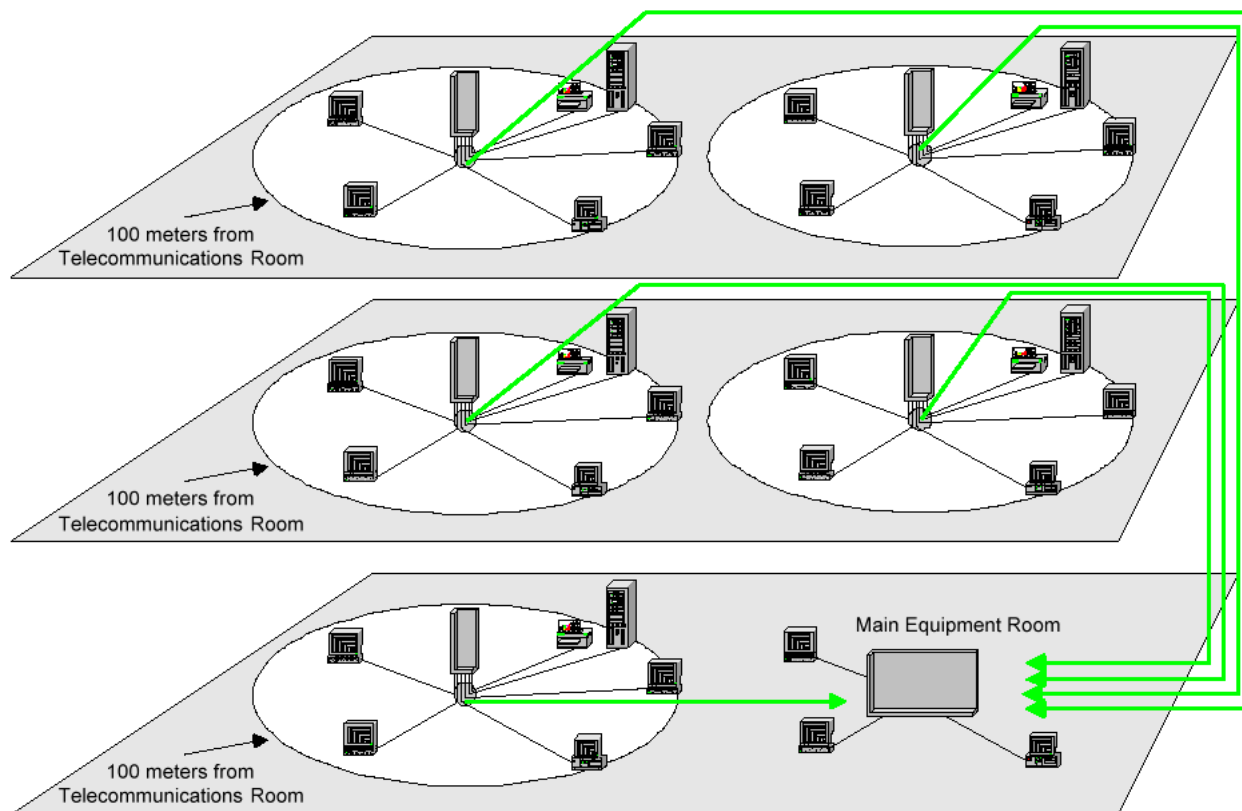
- horizontalni (lokalni) kabelski podsustav koji se uglavnom izvodi kao bakreni (UTP, FTP, STP), a može biti i optički, ali za obje izvedbe je dionica ograničena na 90 met

Za bakrene sustave ovo je optimalno rješenje, jer se kategorija (CAT5, 5e, 6...) ionako odnosi na maksimalni domet od 100met koji je zapravo tehnološki ograničen. Za optičke sustave to je izrazito nepovoljno, jer se koristi samo manji dio ostvarivog dometa svjetlovodnih vlakana. Stoga je međunarodnom normom TSB-72 proširena mogućnost kabliranja na centralizirane izvedbe gdje je (zbrojena) maksimalna duljina monolitne (horizontalne+vertikalne) dionice povećana sa 100 na 300 metara, prema *Slici 3. Arhitektura centraliziranog optičkog kabelskog sustava po TSB-72.*

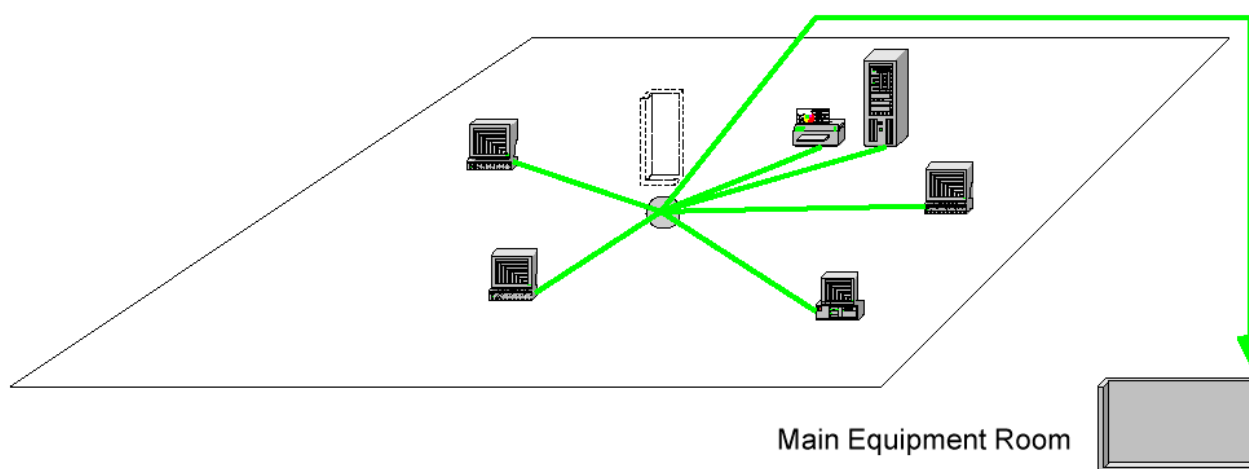
Ova izmjena otvorila je vrata naprednijim optičkim rješenjima, jer iskorištava upravo nesumnjive tehničke prednosti optičkih kabelskih sustava uz optimizaciju cijene priključka. Danas se stoga optički sustavi "Fiber to the Desk" redovito izvode kolapsirano, tj. unutar objekta se izvodi samo jedan komunikacijski koncentrador BD odakle vode svjetlovodna vlakna direktno do svake sobe-priključnice na svim postojećim etažama. Time se ostvaruje koncentracija kabelske i aktivne opreme što bitno pridonosi uštedi, a dodatna prednost jeste centralizirani nadzor i upravljanje. Za razliku od navedenog, zbog ograničenja dionice na 90

met, kod bakrenih kabljskih sustava najčešće je potrebno ostvariti po jedan koncentrador (ormar) po etaži, i zatim ih efikasno povezivati svjetlovodnim vlaknima, kako je prikazano na Slici 2. *Centralizirani strukturalni kabljski sustav prilagođen osobinama svjetlovodnih vlakana.*

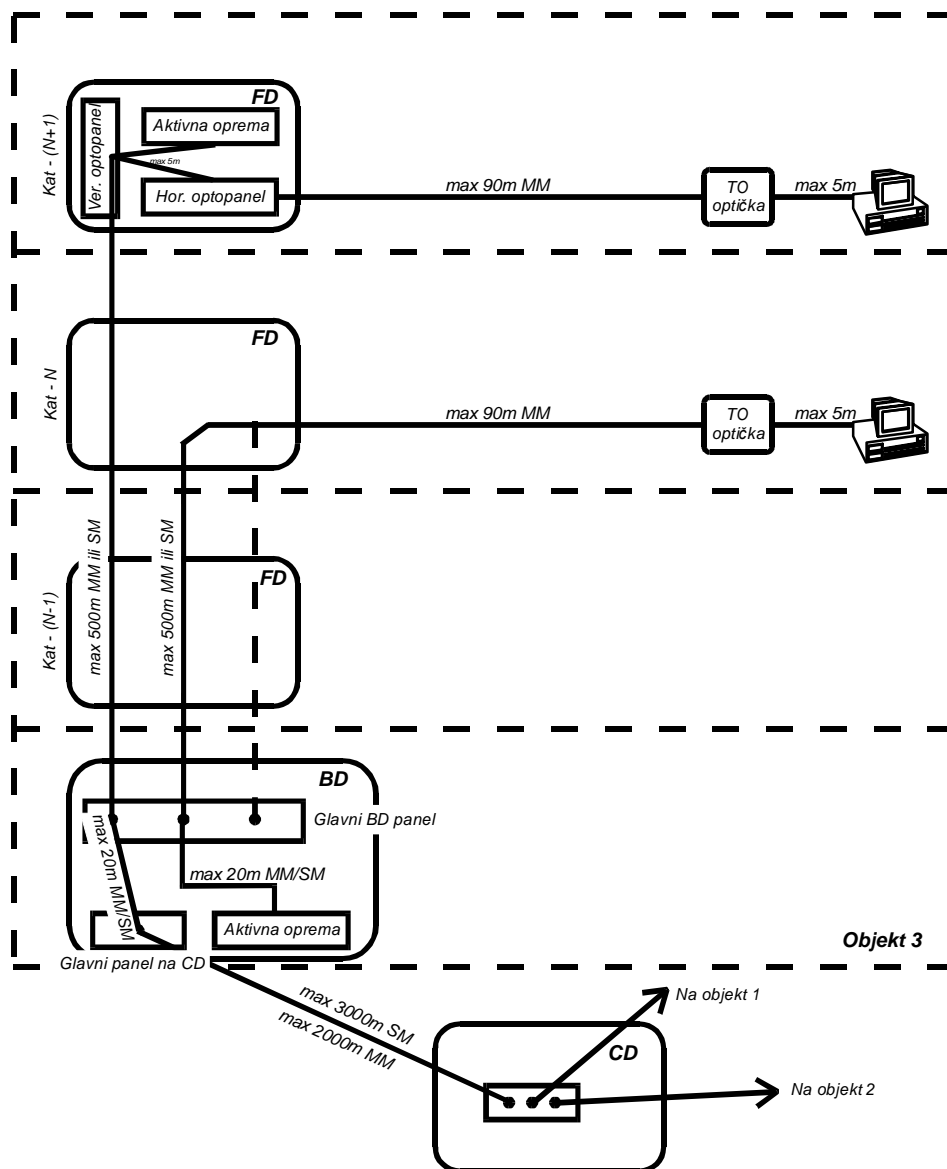
Centralizirana rješenja smanjila su cijenu optičkog priključka više od dvostruko, ali je bilo potrebno učiniti još jedan korak do postizanja prihvatljive cijene - ponuditi nova rješenja optičkih kabela i pripadajućih konektora prilagođena jeftinim ("indoor") aplikacijama.



Slika 1. Distribuirani strukturalni kabljski sustav prilagođen osobinama bakrenih parica



Slika 2. Centralizirani strukturalni kabljski sustav prilagođen osobinama svjetlovodnih vlakana



Slika 3. Arhitektura centraliziranog optičkog kablenskog sustava po TSB-72

### 3. VOLITION™ - ARHITEKTURA MINIJATURIZIRANOG OPTIČKOG KABELSKOG SUSTAVA "FIBER TO THE DESK" PROIZVOĐAČA "3M"

Poznati svjetski proizvođač komunikacijske opreme "3M Telecom Systems" ponudio je sasvim originalno i patentom zaštićeno rješenje centraliziranog optičkog kablenskog sustava pod komercijalnim nazivom **VOLITION™**. Rješenje je fokusirano na postizanje pouzdane i ekonomski prihvatljive topologije koja će odnosom cijene i kvalitete potisnuti danas već upitno efikasne bakrene kablenske sustave, sa elementima sustava prema Slici 4. Komponente **VOLITION™** minijaturiziranog optičkog kablenskog sustava.

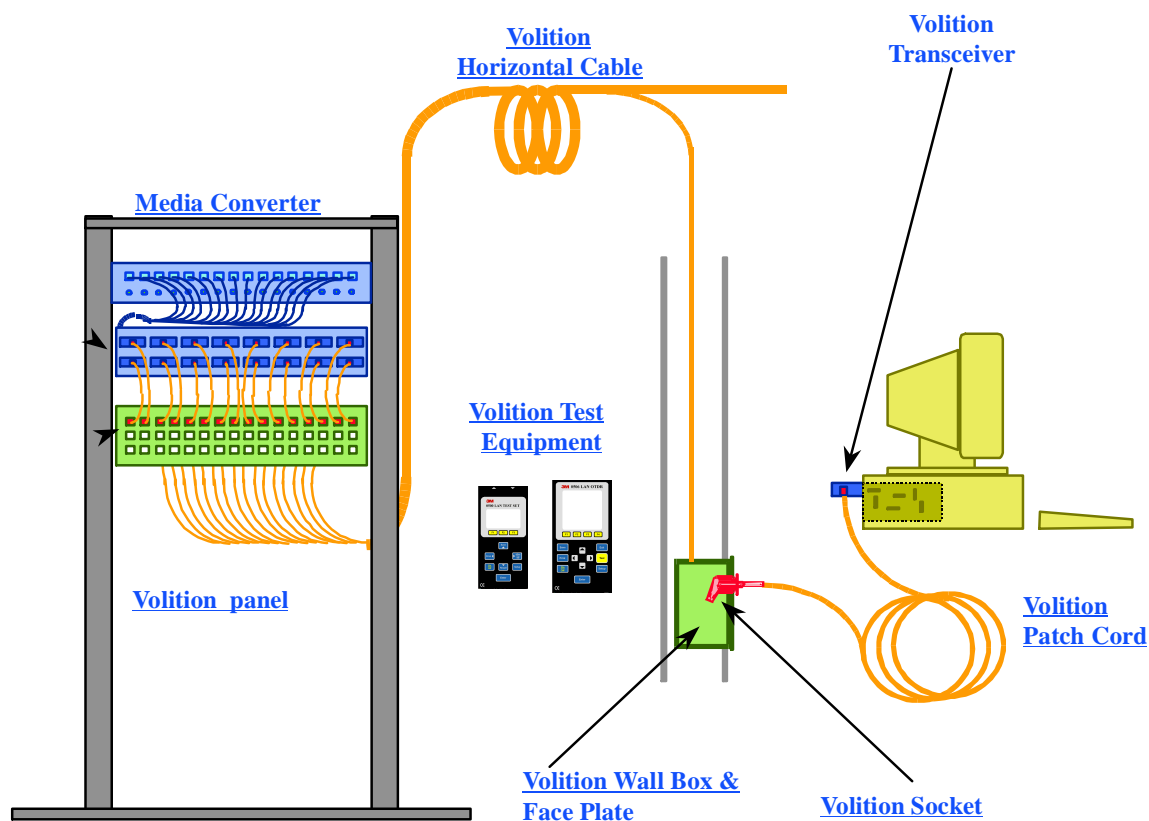
Ako se istakne da je postignuta izvedbena cijena VOLITION priključka reda veličine cijene sustava Cat5e/Cat6, uz neuporedivo veću propusnost i EMI neosjetljivost, ne treba dvojiti o njegovoj tržišnoj budućnosti. Osnovni građevni elementi VOLITION™ tehnologije su slijedeći:

#### **VF-45 minijaturni optokonektor**

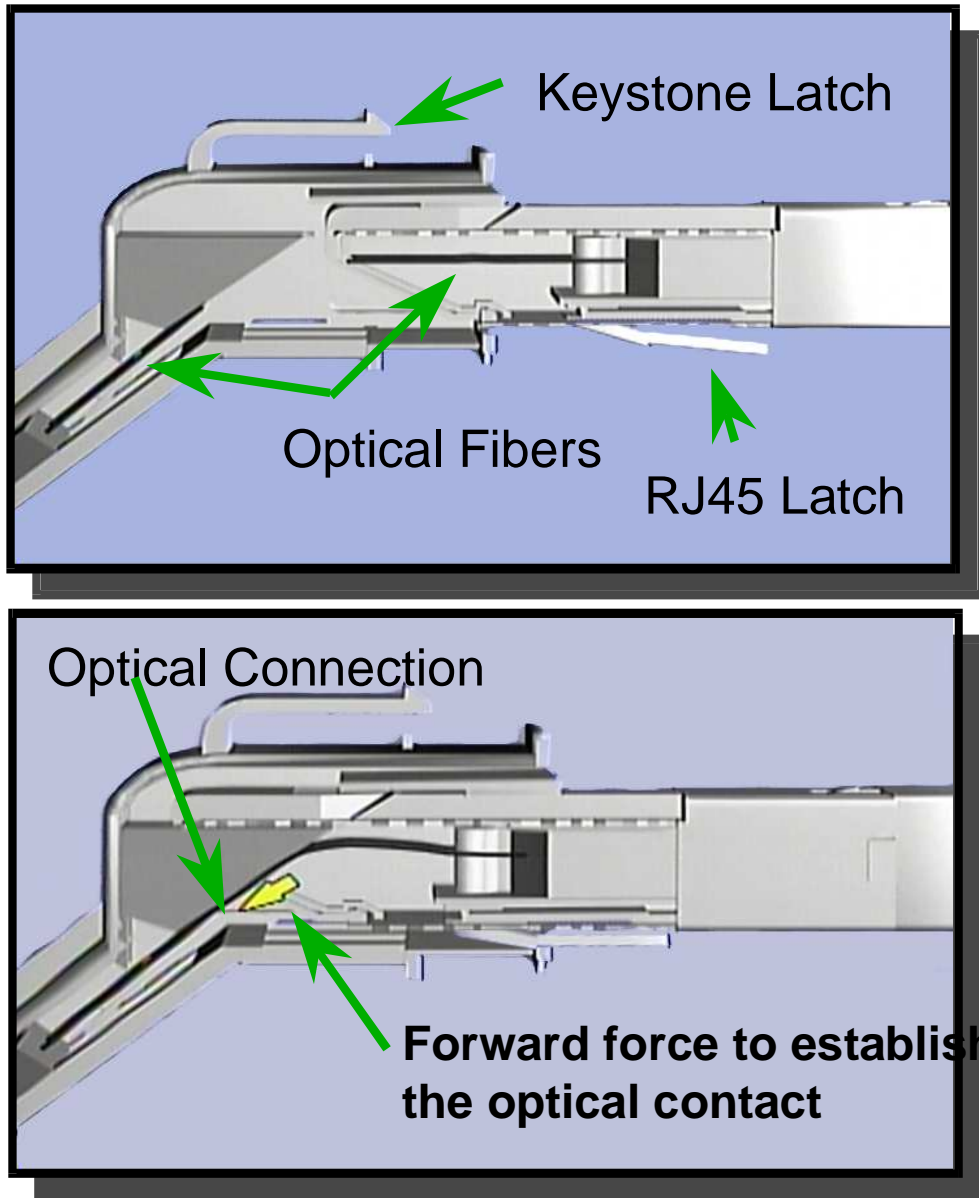
je jedan od ključnih invencija na kojem se bazira ovaj sustav. Konektor je iste veličine i veoma sličan bakrenom RJ-45 konektoru (odakle i naziv). Rješenje ima dvije bitne prednosti u odnosu na klasične konektore ST/SC/FC tipa: jednostavnost rukovanja i nisku cijenu konektiranja. Pored toga, postiže se dvostruka gustoća pakiranja, jer je VF-45 konektor duplex-tipa, a veličinom ne prelazi klasični konektor. Time je postignuta gustoća pakiranja od čak 24 "full-duplex" optička priključka na panelu ili zvjezdištu širine samo standardiziranih 1 U (1U = 4,3cm), što se do sada postizalo samo u bakrenim sustavima.

Niska cijena konektiranja prije svega je postignuta izbacivanjem (skupe) keramičke ferule tipične za klasične optokonektore. Ovdje se spajanje vlakana odigrava po originalnom i patentiranom 3M rješenju- direktnim dodirnom golih vlakana u V-vodilici poznatoj iz već naširoko korištenih 3M "Fibrlok" mehaničkih spojnika za trajno spajanje golih vlakana.. Kvalitetu rješenja pokazuje i činjenica da se VF-45 koristi za konektiranje višemodnih, ali i jednomodnih vlakana, te da se ostvaruje normama zahtjevano gušenje od tip 0.5/max 0.75dB/spoju. Da bi takav dodir bio pouzdan za najmanje 500 spajanja/odspajanja koliko ih traže međunarodne norme, vlakno se specijalno priprema za konektiranje - reže se pod kutem od  $8^\circ$ , a ne okomito. Prisilno savijanje vlakana unutar konektora omogućuje konstantnu silu za ostvarenje pouzdanog spoja. VF-45 konektor sastoji se od samo 4 jeftine plastične komponente, što uključuje i vratašca koja se automatski zatvaraju kada se konektor odspoji, štiteći kabelski sustav od prašine i nečistoća. Tržišna cijena VF-45 konektora (za dva vlakna !) je stoga oko 3 puta niža od cijene klasičnog SC konektora (za 1 vlakno!), dakle ostvarena je ušteda od 600% samo u materijalu (plus jednostavnost instalacije u korist VF-45).

Bitna značajka je i što se istovremeno konektiraju 2 vlakna, i to brzo i jednostavno, za manje od dvije minute po VF-45 konektoru, pomoću jeftinog i sofisticiranog alata. Osjetljivost rukovanja riješena je konstrukcijom alata za konektiranje-vlakna se umetnu i sa nekoliko vodilicama definiranih pokreta odrežu i umetnu u modul. Uz minimalno završno poliranje konektor je nabačen, bez uporabe skupih ljepljiva ili epoksidnih smola, te je odmah spreman za uporabu. Time je izbjegnuta greška instalatera uslijed neiskustva, tipična kod klasičnih konektiranja, kada je već nabačeni konektor uništen već malom nepažnjom kod završnog poliranja. Stoga je obuka instalatera brza i jednostavna. Otuda i niska cijena konektiranja- tipično 3-4 puta niža za VF-45 konektor, u odnosu na cijenu usluge SC konektiranja. Obzirom da se uporedba odnosi na istovremeno konektiranje 2 vlakna za VF-45, odnosno samo jedno za SC konektor, ušteda je i ovdje vrlo velika.



Slika 4. Komponente VOLITION™ minijaturiziranog optičkog kabelskog sustava



Slika 5. Spajanje vlakana bez ferule uporabom VF-45 minijaturiziranog konektora

#### **VOLITION™ optički kabele za polaganje i prespajanje**

Paleta **optičkih kabela za polaganje** koji se koriste je široka - višemodni 50/125um ili 62.5/125um, te monomodni 9/125um, sa karakteristikama prema ISO/IEC 11801 normi, te primarnom zaštitom od 250um. Broj niti u kabele za horizontalno kabliranje je 2-4, a za vertikalno (magistralno) kabliranje 2-48. Ima više načina izrade plašta (OFNP, OFNR, LSZH) ovisno o uvjetima polaganja kabela, ali je zajednička osobina svih VOLITION™ optokabela minimizirani presjek uz kvalitetnu zaštitu ostvarenu novim materijalima, kako bi se zauzimao što manji prostor u kanalicama kuda se kabel vodi. Time je postignuto znatno gušće pakiranje u smislu zauzeća kanalica u odnosu na klasične optičke, ali i bakrene UTP/FTP/STP kableske sustave. Jednostavnost konstrukcije kabela pridonosi i njihovoj niskoj cijeni u odnosu na klasične "outdoor" optokabele, ostvaruje se više od 20% uštede. Na položnim kableskim dionicama jednostavno i brzo se obavlja završno konektiranje unutar VF-45 modula (koji su "ženski" dio spojišta), koji se potom direktno uklapaju u VF-45 zidne priključnice. Treba napomenuti da je VF-45 konektor primjenjiv i na kabele drugih proizvođača, pod uvjetom da je primarna zaštita dimenzije 250um.

**Prespojni kabele** izvode se u duljinama 1, 3 i 5 met i tvornički su terminirani "muškim" VF-45 konektorima. Nije predviđeno da se spojni kabele proizvode na terenu, već se oni isključivo tvornički konfekcioniraju, sa napomenom da je cijena VF-45 tvornički konfekcioniranih kabela vrlo prihvatljiva i oko 3 puta niža u odnosu na npr. klasični SC duplex kabel istih osobina.

## Standard Fiber

## High Strength Fiber



Slika 6. Struktura VOLITION™ optičkih kabela sa povećanom fleksibilnosti

To je postignuto sofisticiranom i jednostavnom konstrukcijom kabela i završnika, te očekivanom masovnom prodajom konfekcioniranih kabela. I ovdje je iskorišten jedan od VOLITION™ patenata - spojni kabel (tkzv. GGP kabel) ima dodatni primarni međusloj od polimera debljine 25µm koji omogućuje dvostruko manji polumjer maksimalnog savijanja kabela. Spojni kabel se na završecima tvornički izbrusi tako da promjer omotača ("cladding") padne sa 125 na 100µm - time se na tako kratkim duljinama ne degradiraju komunikacijske osobine vlakana, ali se sprečava oštećivanje krajeva golih vlakana na VF-45 spojištu uslijed sveprisutnih naprezanja u konektoru/modulu. Struktura plašta spojnog kabela je također patent - specijalnim materijalima postignut je minimalni radius savijanja spojnog kabela ispod 2.5cm, što je dvostruko više od postojećih normi. Ovakav kabel je praktički nemoguće prekinuti nepažnjom - npr. ako se zapne za spojni kabel od računala do VF-45 utičnice, pogotovo i stoga jer je u VF-45 priključnici ugrađeno mehaničko rješenje koje prije eventualnog pucanja spojnog kabela oslobađa spojni kabel iz priključnice. Takvom konstrukcijom riješen je često spominjan nedostatak klasičnih optičkih kablinskih sustava - mehanička preosjetljivost spojnih kabela u odnosu na bakrene u realnom okruženju.

### VF-45 paneli i priključnice

proizvode se u standardnoj gustoći pakiranja kao i za bakrene sustave.

**Optički paneli** zauzimaju znatno manje prostora u 19" komunikacijskim ormarima od klasičnih ST/SC/FC panela - svega 1U za 24 dvosmjernih VF-45 konekcija, odnosno 2U za njih 48. Paneli su modularni i u njih se umeće isti VF-45 "ženski" modul kao i na priključnici. Drugim riječima, položene VOLITION™ dionice prvo se konektiraju VF-45 modulima na oba kraja, a zatim ubacuju u panel, odnosno priključnicu. Takvom "uniformizacijom" znatno je olakšano instaliranje, dakle i snižena cijena krajnja cijena priključka.

**Priključnice** mogu biti podžbukne, nadžbukne ili podne kutije, kao i u bakrenim rješenjima. U nju se mogu ubaciti 1 ili 2 VF-45 optička modula, ali po želji i do 2 bakrena RJ-45 priključka. Naime, VOLITION tehnologija nudi i komponente za dodatne UTP/FTP priključke. U priključnicama se nalaze kružne vodilice viška optičkih niti koji se obavezno ostavljaju radi eventualnih servisnih intervencija i/ili premještanja priključka.

### Alati za konektiranje, mjerenje i održavanje

**Alat za konektiranje** je veoma praktičan i minijaturan kao i VF-45 konektor, te cijenom višestruko jeftiniji od klasičnih alata za konektiranje. Nije potrebna dugotrajna obuka operatera niti veliko iskustvo. Konektiranje se obavlja u nekoliko vodilicama definiranih poteza kojem se vlakno odsječe po traženih 8% te nakratko ispolira - time su izbjegnute greške neiskusnih operatera prisutne u klasičnim optičkim konektiranjima, kada se (veoma često) već nabačen konektor uništi neopreznim poliranjem, ili pak jedva zamjetnim pojačanim pritiskom na vlakno (svima "poznate" staklene krhotine).

**Mjerenje** se vrši kao i za klasične optosustave - metodom izvor svijetlosti-mjerač prijamne snage u "dvije točke" ili OTDR-om. Dobavljeni su svi potrebni prilagodni spojni kabl /VF-45 na SC,ST ili FC/PC) za prilagodbu na postojeću mjernu opremu za klasične optičke sustave. Rezultati mjerenja će uz normalnu instalaciju lako zadovoljiti postojeću ISO/IEC 11801 normu strukturalnog kabliranja, koja je i uzeta kao tehnički cilj VOLITION™ sustava.

**Održavanje** VOLITION™ sustava je jednostavno - automatska vratašca odmah nakon odspajanja zaštićuju i VF-45 modul (ženski) i VF-45 konektor (muški) od glavnih neprijatelja "Fiber to the Desk" sustava - prašine, vlage i nečistoća. Pored toga, postoji i VOLITION kit za periodično čišćenje koji se sastoji od boce sa specijalnim sprejom koji se putem adaptera direktno ubrizga u spojište.

#### Aktivna oprema za VOLITION™

"3M" nudi kompletnu paletu aktivne opreme opremljene VF-45 konektorom za Ethernet/Fast Ethernet/Gigabit Ethernet/Token Ring, od jednostavnih pretvarača i PC kartica (NIC) , do vrlo složenih modularnih preklopnika sa SNMP upravljanjem. Pored toga, danas već preko 50 OEM proizvođača nudi opremu opremljenu VF-45 konektorom: Allied Telesyn, Cisco, Cabletron, Xylan, Alcatel, Canary, Lantech i mnogi drugi. Generalno treba istaći da je aktivna oprema opremljena VF-45 konektorom barem dvostruko gušće pakirana i cjenovno osjetno povoljnija od istovjetne opreme sa klasičnim optičkim konektorima, već zbog niske cijene VF-45 modula. Time je dodatno snižena ukupna cijena VOLITION™ priključka.

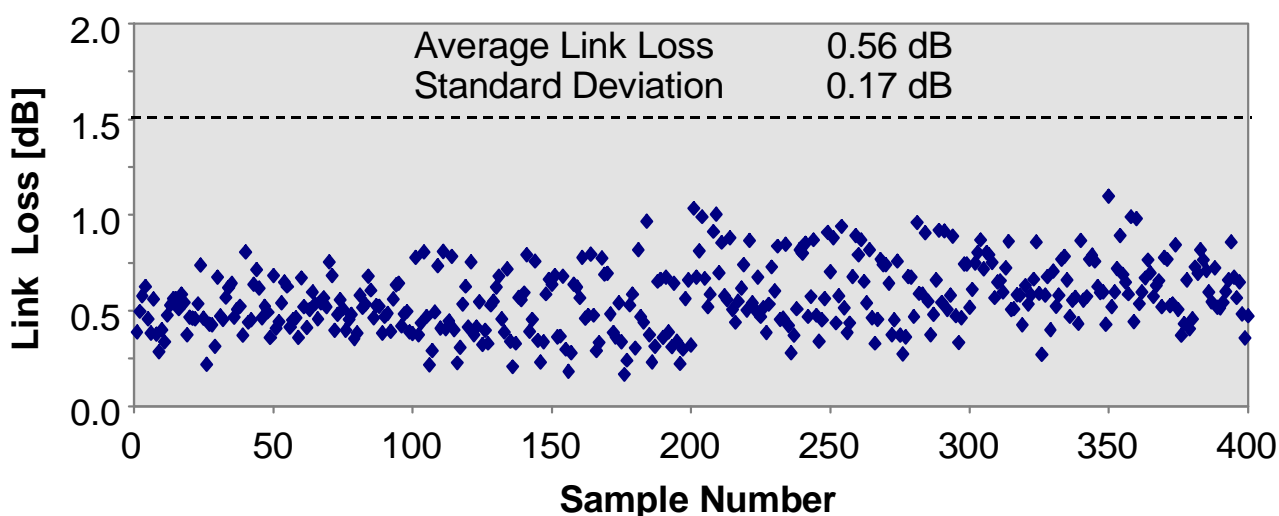
#### 4. POSTOJEĆE STANJE NORMIZACIJE

VOLITION™ optički kabelski sustav je u svim svojim komponentama u potpunosti zadovoljava tehničke karakteristike definirane ISO 11801 - EIA/TIA 568B normama. Proces standardizacije je u tijeku.

VF-45 konektor kao originalno i patentirano rješenje konektora bez ferule je prihvaćen od standardizacijskog tijela "Fibre Channel Association Technical Committee" u veljači 1997. g. kao novi minijaturizirani konektor pod oznakom ASC-X3T11 za ultrabrze Fibre Channel mreže. U veljači 1999. VF-45 je prihvaćen u Americi za nacionalni standard ANSI/TIA/EIA 604-7 pod normiranim nazivom SG konektor.

U priloženoj Tabeli navedene su osnovne tehničke osobine elemenata VOLITION™ sustava:

Komponenta	Parametar	VOLITION™	ISO/IEC 11801
<b>VF-45 konektor</b>	Gušenje	max 0,75 dB, tip 0,5 dB	0,75dB/spoju
	Povratno gušenje	min 20 dB	20dB
	Broj spajanja/odsp	min 500	500
<b>MM optokabel 62.5um 2-96 vlakana, LSZH</b>	Gušenje 850nm	max 3.5dB/km	3.5dB/km
	Gušenje 1300nm	max 1dB/km	1dB/km
	Širina pojasa	min 200MHzkm/850nm	200MHZkm
	Širina pojasa	min 500MHzkm/1300nm	500MHZkm



Slika 7. Rezultati mjerenja VF-45 spojišta na uzorku od 400 konektora

## 5. CIJENA VOLITION™ PRIKLJUČKA

Jedan od najvažnijih ciljeva u razvoju VOLITION™ optičkog kablenskog sustava bio je postizanje cijene priključka reda veličine kao kod bakrenih kablenskih sustava. Stoga je pravo mjerilo uspješnosti ovog rješenja prihvatljiva krajnja cijena VOLITION™ priključka, koju se nastojalo postići primjenom više od desetak originalnih rješenja i zaštićenih patenata. Lakoća rukovanja, brzina terminiranja, gustoća pakiranja, uniformiranje načina konektiranja, odsustvo kompliciranog i skupog školovanja instalatera - sve je to usmjereno ka postizanju ekonomski prihvatljivog i pouzdanog rješenja "Fiber to the Desk" za izgradnju kablenskih sustava unutar objekata.

Treba istaći, međutim, da VOLITION™ nije rješenje za globalne optičke komunikacijske sustave javnih mreža, gdje će za sada i dalje prevladavati klasični FC/PC ili SC konektori. U globalnim mrežama cijena konektiranja predstavlja tek mali dio ukupne investicije vrijednosti optokabela i izvedbene cijene njegovog polaganja, te optimizaciju cijene treba tražiti drugdje, a ne u jeftinijem konektiranju. VOLITION™ je ekonomičan upravo u LAN/MAN mrežama, gdje se očekuje velik broj konekcija na ograničenom prostoru guste naseljenosti.

Analize u svijetu su pokazale da je cijena VOLITION™ priključka oko 7 puta niža od klasičnog SC optičkog priključka, što je izvanredan rezultat. Jednostavna simulacija VOLITION™ tehnologije na primjeru objekta za 4 etaže i ukupno 480 priključaka, sa uključenom instalacijom, dala je slijedeće rezultate:

- UTP Cat5 kablenski sustav sa SC optičkom vertikalom ..... cca 110 EURO/priključku
- VOLITION™ monolitni sustav "Fiber to the Desk" ..... cca 165 EURO/priključku

Iz navedenog se vidi da je cijena pasivnog priključka za oko 50% viša za VOLITION™ optički kablenski sustav u odnosu na već zastarjeli bakarni sustav Cat5 sa optičkom vertikalom. Ova razlika u cijeni je itekako isplativa, jer investitor za nju dobiva:

- frekvencijsku širinu dionice od 660MHz na valnoj duljini od 850nm, odnosno 1,65 GHz na 1300nm, duljine 300met po TSB-72 normi, umjesto samo 100MHz za UTP duljine 100met po ISO 11801 Cat5 normi
- potpunu neosjetljivost na EMI smetnje i odsutnost svakog zračenja, otežano prislušivanje
- centralizirano i efikasno upravljanje iz samo jednog koncentratora BD, integraciju aktivne opreme
- mogućnost ubrzanja sustava na nove tehnologije (Gigabit Ethernet, video, multimedia ) bez ikakvih intervencija na kablenskom sustavu
- manje zauzeće postojećih kanalskih kapaciteta u objektima
- izuzetnu investiciju za budućnost, tj. vijek života optičkih sustava uslijed tehnološke zastare za sada nije ograničen i predvidljiv, za razliku od Cat5 bakrenih sustava (3-5 g.)

## ZAKLJUČAK

Pri gradnji strukturalnih kablenskih sustava, odluka o odabiru tehnologije nalazi se uvijek između želje za što većom propusnošću-brzinom (gdje su optički sustavi neuporedivo brži) i raspoloživih financijskih sredstava-cijene (gdje su bakreni sustavi bitno jeftiniji). Do nedavno, moglo se zaključiti da unutar objekata prevladavaju kombinirana rješenja, odnosno horizontalno kabliranje UTP/FTP paricama i vertikalni optički kablenski sustav. Između objekata koriste se isključivo višemodna ili jednomodna svjetlovodna vlakna.

Ovaj odabir je dobar ako se upoređuju klasični optički kablenski sustavi koji koriste konektore sa (skupim) keramičkim ferulama, kakvi su danas većina konektora (ST, SC, FC/PC). I sami optički kabeli obično se izvode za vanjsko polaganje (outdoor) i kao takvi koriste i u unutrašnjim (indoor) instalacijama za strukturalno (LAN) kabliranje, što ih čini skupim. Sofisticirana i skupa oprema za konektiranje i mjerenje, te visoka stručnost kod terminiranja uz osjetljivost rukovanja, dodatno povisuje cijenu ove tehnologije. I aktivna oprema koja se primjenjuje na kablenskom sustavu znatno je skuplja za optičke kablenske sustave.

Ovim radom željelo se pokazati, međutim, da ako optički kablenski sustav tehnološkim rješenjima usmjerimo unutarnjim ("indoor") instalacijama, kakva su i bakrena rješenja, situacija se bitno mijenja. Ako se još iskoriste i neke specifičnosti optičkih sustava (npr. znatno veći domet), i samim topološkim rješenjem u formi kolapsiranih (centraliziranih) magistrala postiže se dodatna znatna ušteda. Takvim pristupom stvorena su nova rješenja za optiku do radnog stola ("Fiber to the Desk") koja su cijenom uporediva sa znatno sporijim bakrenim kablenskim sustavima. Odluka da li već sutra instalirati VOLITION™ optički priključak (ili neki sličan) ili i dalje nuditi klasični UTP Cat5 priključak koji je više od 100 puta sporiji (a samo 50% jeftiniji) više nije očita i svakako nije nimalo laka. Mišljenje je autora da vrijeme optičkih priključaka na radnom mjestu ili u domu upravo dolazi i da će ta cijena biti vrlo prihvatljiva i isplativa.

## LITERATURA

- /1/ ISO/IEC 11801 International Standard, The International Organization for Standardization, May 1995, *Generic Cabling for Customer Premises, First Edition*
- /2/ Migrating to Fiber: "The Case for Centralized LAN Cabling", The Tolly Group White Paper Jun. 2000
- /3/ 3M: "The 3M Volition VF-45 Interconnect-An emerging Standard fro High-Speed Fiber to the Desktop" , 3M White Paper 2000
- /4/ 3M: "Volition Brand VF-45 Brand Duplex Fiber Optc Interconnect", 3M White Paper 2000
- /5/ 3M: "Volition Cabling System - Design, Planing and Installation" , 3M Brochure 2000
- /6/ Mr Sead Dubravić "Primjena optičkih kabela u lokalnim računalnim mrežama po standardima ISO" , , KOM'95: Zbornik radova sa Savjetovanja, prosinac 1995,
- /7/ Mr Sead Dubravić "Projektiranje i izgradnja monolitnih optičkih kablskih sustava" , KOM'97: Zbornik radova sa Savjetovanja, pp. 1-18, prosinac 1995,
- /8/ Charles K.Kao, "Optical Fiber Systems: technology, design and applications", McGraw -Hill Book company, Charles K.Kao, 1985,
- /9/ W.J.Goralski, "SONET – a Guide to Synchronous Optical Networks", Macgraw Hill, pp. 371-439,
- /10/ 3M: "Volition - Network Solutions Product Catalog", 3M Catalog 2000,

**Mr Sead Dubravić**

**NETIKS d.o.o. za telekomunikacije i informatiku , E-mail: [netiks@netiks.hr](mailto:netiks@netiks.hr) , [www.netiks.hr](http://www.netiks.hr) ,  
Ul. grada Chicaga 7 (Borovje), 10000 ZAGREB, tel (01)6137201, 202, 205, 207 fax 6137282**