



HRVATSKA AKADEMSKA I ISTRAŽIVAČKA MREŽA
CROATIAN ACADEMIC AND RESEARCH NETWORK

Sigurnost i svjetlovodi

CCERT-PUBDOC-2007-06-195

A decorative graphic at the bottom of the page consisting of several overlapping, semi-transparent circles of varying shades of gray, creating a sense of depth and movement.

CARNet CERT u suradnji s **LS&S**

Sigurnosni problemi u računalnim programima i operativnim sustavima područje je na kojem CARNet CERT kontinuirano radi.

Rezultat toga rada ovaj je dokument, koji je nastao suradnjom CARNet CERT-a i LS&S-a, a za koji se nadamo se da će Vam koristiti u poboljšanju sigurnosti Vašeg sustava.

CARNet CERT, www.cert.hr - nacionalno središte za **sigurnost računalnih mreža i sustava**.

LS&S, www.lss.hr - laboratorij za sustave i signale pri Zavodu za elektroničke sustave i obradbu informacija Fakulteta elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu.

Ovaj dokument predstavlja vlasništvo CARNet-a (CARNet CERT-a). Namijenjen je za javnu objavu, njime se može svatko koristiti, na njega se pozivati, ali samo u originalnom obliku, bez ikakvih izmjena, uz obavezno navođenje izvora podataka. Korištenje ovog dokumenta protivno gornjim navodima, povreda je autorskih prava CARNet-a, sukladno Zakonu o autorskim pravima. Počinitelj takve aktivnosti podliježe kaznenom odgovornosti koja je regulirana Kaznenim zakonom RH.

Sadržaj

1. UVOD	4
2. ZNAČAJKE SVJETLOVODNIH KABELA	5
2.1. GRAĐA SVJETLOVODNIH NITI.....	5
2.2. VRSTE SVJETLOVODNIH NITI.....	6
2.3. SVJETLOVODNI KABELI	8
2.3.1. Vrste svjetlovodnih kabela	9
3. METODE NEOVLAŠTENOG PRIKUPLJANJA INFORMACIJA IZ SVJETLOVODNIH KABELA.....	10
3.1. METODA PRIKLJUČNIH SPOJNICA (ENG. <i>SPLICE</i>).....	11
3.2. METODA DJELITELJA ILI OBUJMICA (ENG. <i>SPLITTER OR COUPLER</i>)	11
3.2.1. Korištenje posebnih osjetila bez njihovog trajnog učvršćivanja na svjetlovodne niti	11
3.2.2. Korištenje posebnih osjetila koja se trajno učvršćuju na svjetlovodne niti.....	12
3.3. BESKONTAKTNE METODE.....	12
4. METODE ZAŠTITE OD NEOVLAŠTENOG PRISTUPA I KRAĐE INFORMACIJA	12
4.1. RFTS (ENG. <i>RADIO FREQUENCY TESTING SYSTEM</i>)	12
4.2. SUSTAV DETEKCIJE PROMJENA (ENG. <i>INTRUSION DECTION SYSTEM</i>)	12
4.3. ODTR (ENG. <i>OPTICAL TIME DOMAIN REFLECTOMETER INTRUSION DECTION SYSTEM</i>)	13
4.4. ENKRIPTIJA PODATAKA.....	13
5. ZAKLJUČAK.....	14
6. REFERENCE.....	14

1. Uvod

Gotovo je nemoguće zamisliti današnji ritam ubrzanog života bez kvalitetnih i brzih prijenosnih medija među kojima vodeće mjesto ima komunikacija putem svjetlovodnih kabela sastavljenih od svjetlovodnih niti i položenih diljem zemaljske kugle sa dužinom većom od 290 milijuna kilometara. Svjetlovodne komunikacijske tehnike u svom današnjem obliku nagli razvoj započinjju početkom 80-tih godina prošlog stoljeća. Zbog svojih izuzetno kvalitetnih prijenosnih karakteristika, vrlo malih dimenzija, otpornosti na vanjske utjecaje okoline, trenda smanjivanja troškova proizvodnje i instalacije, svjetlovodni kabeli sve češće pronalaze primjenu u različitim granama ljudskih djelatnosti. Svakodnevni zahtjevi za prijenosom sve većih količina podataka uz velike brzine prijenosa iziskuju neprekidna poboljšanja u svjetlovodnim prijenosnim sustavima. Nagli razvoj ima i svoju negativnu stranu, a to je vrlo mala pažnja koja se posvećuje sigurnosti.

Podaci koji se prenose često su velike vrijednosti i postaju zanimljivi različitim društvenim skupinama. Neki od očitih primjera su kriminalne i konkurentske organizacije. Na tržištu su trenutno dostupni komercijalni mjerni uređaji uz čiju se upotrebu vrlo lako te uz malu ili gotovo nikakvu mogućnost otkrivanja može doći do informacija koje se prenose svjetlovodnim kabelima. Krađa informacija iz svjetlovodnih kabela može se izvršiti pomoću tri metode, a jedinstveni naziv koji se u stručnoj terminologiji koristi za ovu vrstu krađe je *taping*, što dolazi od naziva uređaja za analizu informacija koje se prenose svjetlovodima TAP (engl. *Test Access port*).

Osnovni ciljevi *tapinga* su:

- prikupljanje vrijednih informacija od različitih tvrtki, vlade, vojske, policije, državne uprave, istraživačkih centara,
- sprječavanje mogućnosti kvalitetne komunikacije ometanjem prijenosnih putova i
- izazivanje pomutnje i dezorijentacije ubacivanjem krivih ili netočnih informacija u komunikacijski kanal.

Taping se u osnovi može podijeliti na pasivne i aktivne metode, pri čemu se kod pasivnih metoda informacije samo uzimaju iz svjetlovodnih niti, dok se kod aktivnih metoda u svjetlovodne niti one i ubacuju.

Prve krađe informacija iz svjetlovodnih kabela dogodile su se sredinom 90-tih godina prošlog stoljeća na podmorskim svjetlovodnim kabelima, a izveli su ih vojni stručnjaci Sjedinjenih Američkih Država. Daljnjim razvojem komercijalne opreme danas se takvim kriminalnim akcijama koriste mnoge interesne skupine i pojedinci.

U nastavku dokumenta opisane su temeljne značajke svjetlovodnih niti i kabela, metode neovlaštenog pristupa informacijama koje se njima prenose, kao i mogućnosti odogvarajuće zaštite.

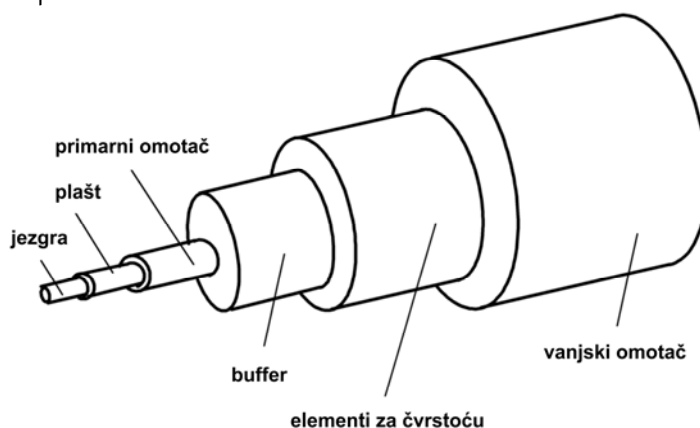
2. Značajke svjetlovodnih kabela

Svjetlost je transverzalni elektromagnetski val, tj. val u kojem sinusne oscilacije magnetskog polja uzrokuju sinusne promjene jakosti električnog polja. Ne mogu se svi elektromagnetski valovi vidjeti kao svetlost, već njoj pripada samo jedan malen dio elektromagnetskih valova, čija se valna duljina nalazi u mikrometarskom valnom području.

2.1. Građa svjetlovodnih niti

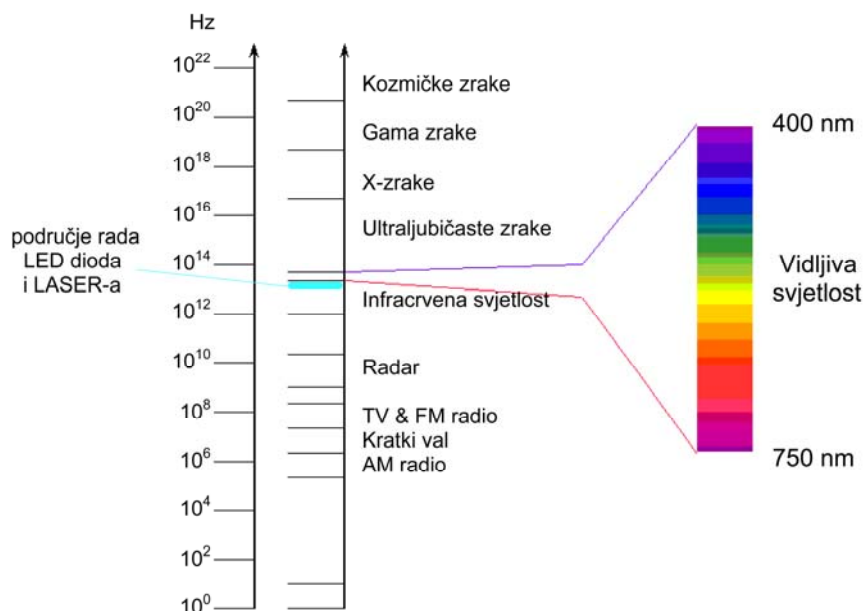
Zasad se najboljim svjetlovodnim prijenosnim sustavom pokazao sustav koji kao prijenosni medij koristi svjetlovodne niti (eng. *Fiber*).

Svjetlovodna nit je transparentan dielektrični cilindar obavijen drugim transparentnim dielektričnim cilindrom kako je to prikazano slikom 2.1.



Slika 1: Svjetlovodna nit

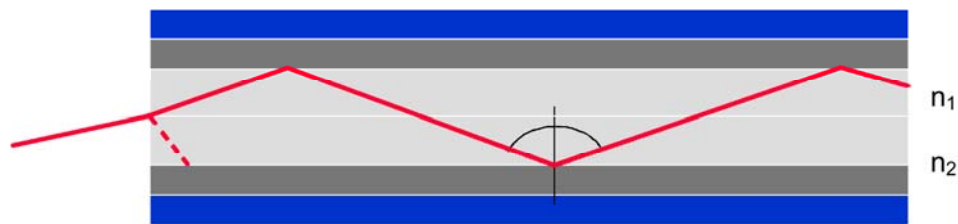
Prijenos energije odvija se na svjetlovodnim valnim duljinama od infracrvenog do ultraljubičastog spektra.



Slika 2. Spektar elektromagnetskog zračenja

Svjetlost se zbog niza refleksija kroz svjetlovodnu nit prenosi od ruba do ruba između jezgre (unutrašnji cilindar) i omotača (vanjski cilindar). Kako bi do refleksije uopće došlo potrebno je ispuniti dva uvjeta. Prvi je veći svjetlosni indeks loma materijala od koga je izrađena jezgra u odnosu na materijal od koga je izrađen omotač, a drugi je dovoljno malen upadni kut svjetlosti u odnosu na

svjetlovodnu nit. Ukoliko su oba uvjeta ispunjena, svjetlost se zbog niza refleksija prostire kroz nit od jednoga do drugoga njezina kraja.



Slika 3. Prostiranje svjetlosti kroz svjetlovodnu nit

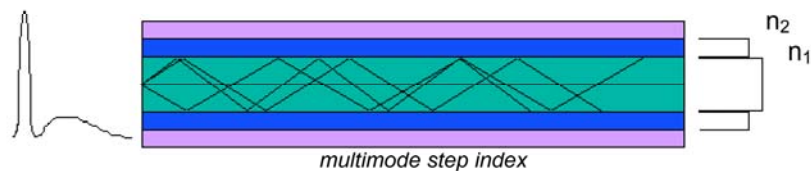
2.2. Vrste svjetlovodnih niti

Ovisno o vrsti izvedbe, svjetlovodne niti dijele se na jednomodne ili monomodne (eng. *Singlemode Fiber*), kod kojih je broj usmjerenih modova jedan i na višemodne ili multimodne (engl. *Multimode Fiber*), po čijoj se jezgri mogu širiti stotine i tisuće modova. Pod pojmom mod podrazumijeva se jedan prijenosni kanal kojim se širi zraka svjetlosti unutar svjetlovodne niti npr. za ilustraciju možemo si zamisliti da mod kod svjetlovodne niti ima identičnu funkciju kao jedna bakrena žica unutar višezičnog bakrenog kabela.

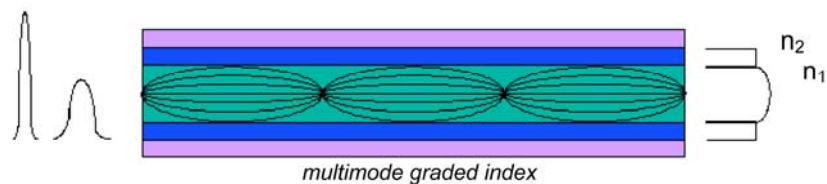
Obzirom na geometrijske karakteristike svjetlovodnih niti, odnosno na način širenja svjetla unutar jezgre, možemo ih podijeliti u tri osnovne skupine:

- višemodna nit s skokovitim indeksom loma,
- višemodna nit s kontinuirano promjenljivim indeksom loma, i
- jednomodna nit.

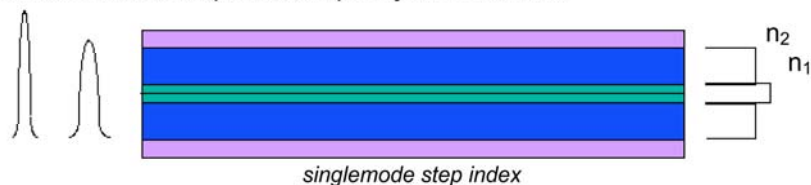
Višemodna vlakna sa stepenastom promjenom indeksa



Višemodna vlakna sa postupnom promjenom indeksa



Jednomodna vlakna sa stepenastom promjenom indeksa



Slika 4. Vrste svjetlovodnih niti

Svjetlovodna nit se uobičajeno sastoji od staklene jezgre cilindričnog oblika, oko koje je stakleni omotač koji ima različiti indeks loma svjetlosti od jezgre. Kod višemodnih svjetlovodnih niti sa skokovitim indeksom loma postoji više mogućih putova širenja svjetlosne zrake kroz niti. Ovakvo širenje po višestrukim putovima dovodi do proširenja tj. disperzije zrake svjetlosti koja se širi svjetlovodnom niti, što se izravno odražava na najveću moguću brzinu prijenosa signala. Mnogo složenije višemodne niti su one s kontinuirano promjenjivim indeksom loma, tzv. gradijentne niti. One imaju manju modalnu disperziju jer im se indeks loma jezgre mijenja u koncentričnim kružnicama. Na taj se način zrake ne odbijaju u diskretnoj točki, nego se postupno zakrivljuju te prate gotovo sinusoidalnu putanju u niti. Zbog manjeg indeksa loma u područjima dalje od središta niti, zrake koje putuju pod većim kutom imaju veću brzinu od onih koje propagiraju pretežno u središnjem djelu niti. Zbog male disperzije kroz ove niti mogu se prenositi signali mnogo većom brzinom. Za prijenos signala najvećim brzinama koriste se jednomodne niti. Kod njih je promjer jezgre reda veličine valne dužine svjetla pa se može širiti samo jedan mod.

Osim opisanih svjetlovodnih niti za potrebe prijenosa podataka unutar malih lokalnih mreža mogu se koristiti i tzv. PCS niti (eng. *Plastic Clade Silica*). To su niti koje imaju staklenu jezgru i plastičnu ovojnicu. Obzirom da se one koriste za male udaljenosti (do 2 km), promjer jezgre niti i numerički otvor su obično važniji od samog gušenja i širine pojasa propuštanja.

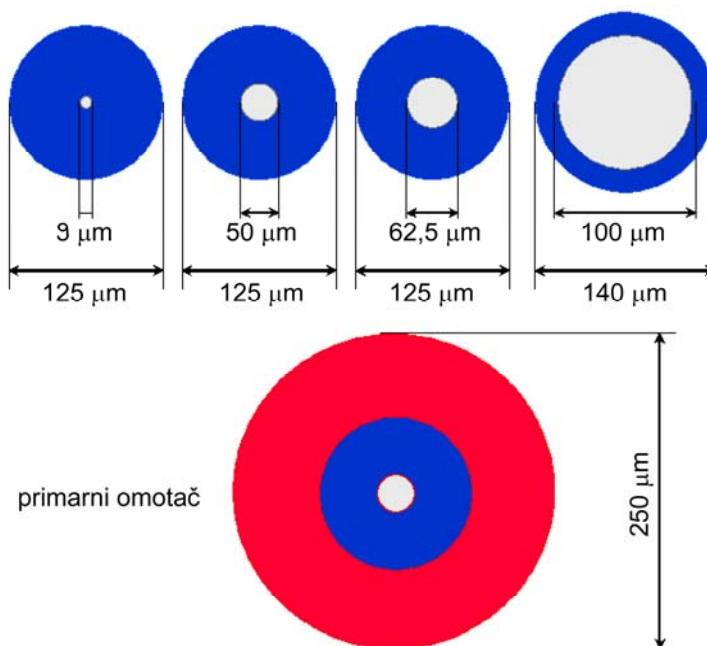
Gledajući podatak o promjeru poprečnog presjeka, svjetlovodne niti imaju vrlo male dimenzije. Na slici *Slika 5* su prikazane najčešće. Kako bi se stekla predodžba o prikazanim veličinama, moguće ih je usporediti sa jednom vlasu ljudske kose koja ima promjer od oko 100 μm .

Vrste svjetlovodnih niti definirane su s dvije brojčane oznake od kojih prva daje podatak o promjeru jezgre, dok druga daje podatak o promjeru omotača.

Oznake dimenzija kabela su:

- 9/125 μm
- 50/125 μm ,
- 62,5/125 μm ili
- 100/140 μm .

Osim promjera niti vrlo važna dimenzija u specifikaciji kabela je i vanjski promjer plašta. Normirane vrijednosti su promjeri od 250 i 900 μm . Ova dimenzija je važna jer je oprema za zaključivanje svjetlovodnih niti prilagođena ovoj veličini.



Slika 5. Dimenzije svjetlovodnih niti

Obzirom na materijal od kojih su proizvedene, niti se dijele na:

- **staklene** – u najširoj su upotrebi; izrađene su od ultra čistog, ultra transparentnog silicij dioksida (SiO_2), kojem su namjerno dodane nečistoće kako bi se postigao željeni indeks loma; tako npr. germanij ili fosfor povećavaju indeks loma, dok ga bor i fluor smanjuju.
- **staklo - plastične** (eng. *Plastic-Clad Silica - PSC*) – ove niti imaju staklenu jezgru i plastični omotač.
- **plastične** – imaju plastičnu jezgru i plašt; u usporedbi s ostalim vrstama imaju lošija svojstva što se tiče slabljenja signala i širine prijenosnog pojasa, dok ih s druge strane njihova niska cijena i jednostavnost upotrebe čine zanimljivim za određene primjene.

Osim parametara koji određuju prijenosne karakteristike svjetlovodnih niti, vrlo važne su i njihove mehaničke značajke. Svjetlovodna nit izdržava silu vlaka dvostruko veću od čelične niti iste debljine. Glavni razlog slabosti svjetlovodnih niti su pukotine na površini koje se pod povećanim opterećenjem šire te u krajnjem slučaju mogu dovesti do puknuća niti. Svjetlovodne niti imaju ograničenja u savijanju te se definira najmanji dopušteni polumjer savijanja. Uz opasnost od mehaničkog oštećenja savijanjem se smanjuje izdržljivost niti na vlačna naprezanja i povećava efekt slabljenja signala.

2.3. Svjetlovodni kabeli

Kako bi se svjetlovodne niti mogle koristiti za komunikacijske svrhe potrebno ih je prije upotrebe na odgovarajući način "zapakirati". Kabel predstavlja "ambalažu" u koju su zamotane jedna ili više niti. Oni ih zaštićuju od mehaničkih, kemijskih i ostalih utjecaja okoline kroz koju se provlače. Kod električnih vodiča kabel služi i za zaštitu od električnog udara, što nije slučaj kod optičkih kabela. Optički kabeli se isporučuju u različitim izvedbama. Svojstva kabela na temelju kojih se vrši izbor su izdržljivost na vlak, otpornost prema raznim okolinama, temperaturna stabilnost, fleksibilnost i estetski izgled.

Glavni dijelovi optičkog kabela su:

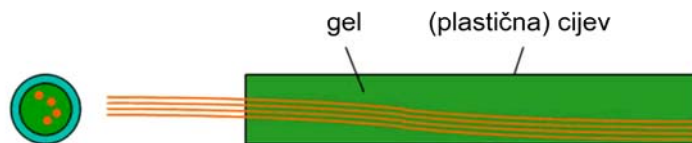
- svjetlovodna nit,
- zaštitni omotač (eng. *Buffer*)
- elementi za čvrstoću i
- vanjski omotač.

Zaštitni omotač predstavlja najjednostavniju zaštitu niti koja se nanosi izravno na nit (eng. *Jacket*). Ovaj sloj je dio niti i njega nanosi proizvođač svjetlovodnih niti. Ova prva zaštita ujedno je i element koji određuje boju niti.

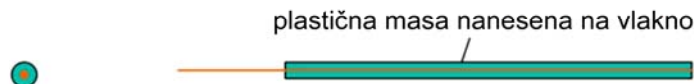
Dodatnu zaštitu niti (eng. *Buffer*) dodaje proizvođač kabela. Vrste ovakve zaštite su :

- **labavi zaštitni omotač** (eng. *Loose Buffer*) – koristi čvrstu plastičnu cjevčicu čiji je unutrašnji promjer nekoliko puta veći od vanjskog promjera niti. Jedna ili više niti nalaze se u jednoj cjevčici, a cjevčica je ispunjena gelom ili uljem. Cjevčica izolira niti od ostatka kabela te ih štiti od mehaničkih sila koje djeluju na kabel.
- **čvrsti zaštitni omotač** (eng. *Tight Buffer*) – predstavlja plastičnu zaštitu koja je izravno nanosena na niti. Ovakva konstrukcija omogućuje bolju udarnu otpornost. S druge je strane čvrsti zaštitni omotač osjetljiviji na promjene temperature. Zbog različitog temperaturnog koeficijenta uslijed promjene temperature dolazi do mehaničkog opterećenja niti. Ovo može uzrokovati pojavu mikro pregiba u niti. Velika prednost kabela s ovom vrstom zaštitnog omotača su manji dozvoljeni polumjeri savijanja i puno lakše manipuliranje.
- **polučvrsti zaštitni omotač** (eng. *Semi Tight* ili eng. *Micro Loose Buffer*) – zaštitni omotač koji objedinjuje dobra svojstva prethodne dvije vrste omotača.

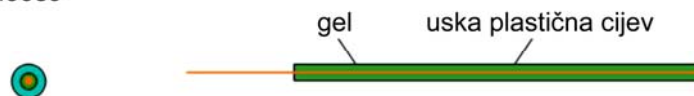
- labavi (eng. *loose*)



- čvrsti (eng. *tight*)



- *semi tight* ili *micro loose*



Slika 6. Vrste zaštitnih omotača

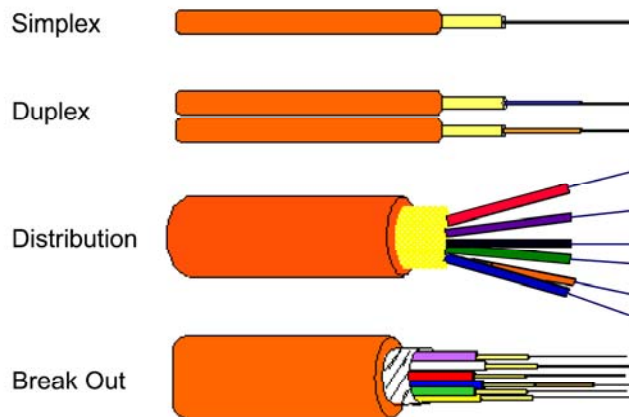
Elementi za čvrstoću (eng. *Strenght Members*) daju mehaničku čvrstoću kabele. Za vrijeme instalacije, ali i tijekom eksploatacije, na kabel djeluju vanjske sile koje ne smiju oštetiti svjetlovodnu nit. Danas je najpopularniji materijal za ovu svrhu kevlar, a osnovna mu je prednost izostanak istezanja kod vlačnih opterećenja. Osim kevlar koriste se još čelik i *fiberglass*, ali uglavnom u kabeleima sa više niti. Čelik je po mehaničkim svojstvima bolji, ali *Fiberglass* omogućuje galvansku odvojenost.

Vanjski omotač (eng. *Outer Jacket*) - štiti od mehaničkih i kemijskih oštećenja kao što su habanje, ulje, kiseline, alkali, glodavci itd. Izbor materijala ovisi o razini zaštite koja se želi postići. Materijali koji se koriste za izvedbu vanjskih omotača su PVC, polietilen, polipropilen, najlon, teflon, i sl.

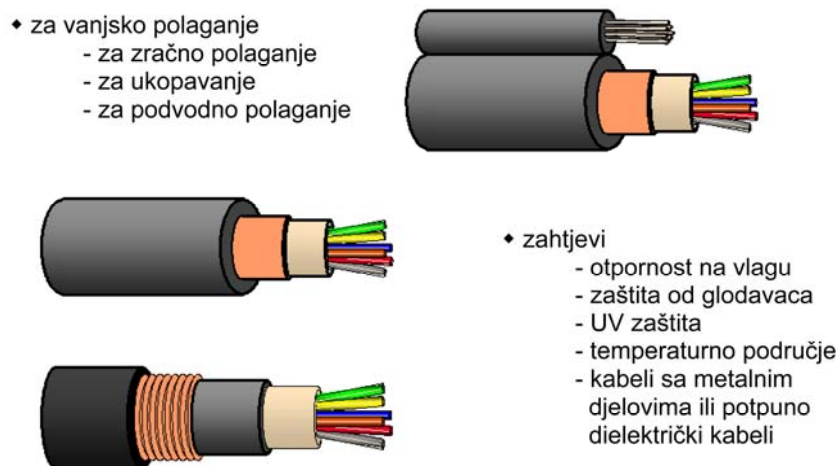
2.3.1. Vrste svjetlovodnih kabela

U ponudi na tržištu nalazimo razne nazive svjetlovodnih kabela koje se razlikuju prema broju svjetlovodnih niti i prema vrsti vanjskog omotača, tako da razlikujemo slijedeće izvedbe:

- kabele s jednom nit (eng. *Simplex*),
- kabele s dvije niti (eng. *Duplex*),
- višenitni (eng. *Multifiber*) kabele,
- kabele s tankim vanjskim omotačem (engl. *Light Duty*),
- kabele s debljim vanjskim omotačem (eng. *Heavy Duty*) koji omogućuje grublje rukovanje prvenstveno prilikom instalacije,
- *Plenum* kabele s visokom protupožarnom otpornošću, koji se polažu u zračne prostore kao što su strukture u podu, spuštene stropovi, prostori između zidova i sl.,
- *Raiser* kabele, koji se koriste za polaganje između etaža građevine kroz energetske vertikale,
- *Distribution* kabele, kod kojih je više niti omotano je u isti omotač,
- *Break Out* kabele, kod kojih je nekoliko individualnih *Simplex* kabela smješteno unutar jednog vanjskog omotača,
- kabele za vanjsko polaganje koji imaju veliki broj svjetlovodnih niti, koriste se za zračno polaganje, za direktno ukopavanje ili za polaganje u vodu, pri čemu se koristi više tehnika pakiranja niti u što manjem prostoru (npr. eng. *Ribbon* kabele). Kod ove vrste kabela važnu ulogu imaju elementi za čvrstoću i vanjski omotač, koji u većem dijelu i određuju ukupnu cijenu kabela.



Slika 7. Vrste svjetlovodnih kabela za unutarnje polaganje



Slika 8. Vrste svjetlovodnih kabela za vanjsko polaganje

3. Metode neovlaštenog prikupljanja informacija iz svjetlovodnih kabela

Prilikom projektiranja svjetlovodnih sustava stručnjaci određuju potrebnu snagu signala koja uz sve prisutne gubitke osigurava njegov pouzdan dolazak s jedne na drugu stranu kabela. Ova snaga uvećava se za određeni faktor sigurnosti, kako sustav ni u jednom trenutku, zbog nekih nepredviđenih okolnosti ne bi nepravilno radio.

Dobro dizajnirani sustavi mogu kvalitetno prenositi informacije bez gubitaka, neispravnih bitova, prekida signala, ili mrežnih upozorenja unatoč gubicima i anomalijama koje u prijenosni put unose TAP uređaji, te se ova činjenica koristi za neovlašteno prikupljanje informacija i podataka.

Postoje tri osnovne metode krađe informacija iz svjetlovodnih niti:

- **Metoda priključnih spojnica** (eng. *splice*) – svjetlovodna nit se kratkotrajno prekida kako bi se prespojila na uređaj za analizu podataka.
- **Metoda djelitelja ili obujmica** (eng. *splitter or coupler*) – korištenjem specijalnih prijemnika svjetlosna zraka iz svjetlovodne niti se hvata i ponovo reflektira u svjetlovodnu nit, pri čemu se analizira uhvaćeni signal.
- **Beskontaktna metoda** – metoda kod koje nije potrebno fizičko spajanje na svjetlovodnu nit.

Svaka od pobrojanih metoda koristi uređaje za hvatanje i analizu signala koji se u stručnoj terminologiji nazivaju TAP uređaji. Uređaji koji su dostupni na komercijalnom tržištu vrlo su kvalitetni te u svjetlovodne niti unose gubitke manje od 3 dB. Za potrebe vojnih i istraživačkih organizacija razvijeni su uređaji za analizu signala koji unose gubitke manje čak i od 0.3 dB. Iz izloženih svojstava

TAP uređaja vidljiva je zahtjevnost njihove detekcije, a pokazuje se da je, čak i uz korištenje najbolje opreme, gotovo nemoguće odrediti točno mjesto njihovog priključenja. Ovu spoznaju uvelike koriste pojedinci i organizacije koje žele neovlašteno doći do vrijednih informacija i podataka.

3.1. Metoda priključnih spojnica (eng. *splice*)

Ova metoda je vrlo jednostavan način prikupljanja informacija koje putuju u obliku svjetlosnog signala kroz svjetlovodnu nit. Sastoji se od kratkotrajnog presijecanja optičke niti, njezinog spajanja na posebne priključke i priključivanja TAP uređaja kojim se analizira presretnuti signal. Prekid niti uzrokuje kratkotrajni ispad prijenosnog puta koji se registrira kod davatelja telekomunikacijskih usluga. Budući da je prekid vrlo kratkotrajan, a davatelji usluga u većini slučajeva nisu odgovarajuće opremljeni niti vrše provjeru uzroka kratkotrajnih prekida ova metoda se često koristi, jer omogućuje vrlo siguran i jeftin dolazak do vrijednih informacija i podataka.



Slika 9. Priključna spojnica za spajanje TAP uređaja

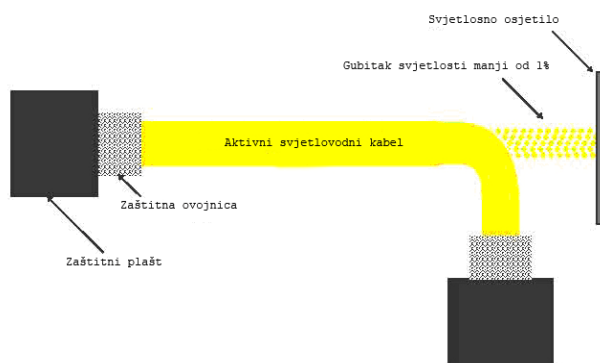
3.2. Metoda djelitelja ili obujmica (eng. *splitter or coupler*)

Metoda ima dva načina kojima se vrši prikupljanje informacija:

- korištenjem posebnih osjetila bez njihovog trajnog učvršćivanja na svjetlovodne niti ili
- korištenjem posebnih obujmica sa ugrađenim osjetilima koje se trajno fiksiraju na svjetlovodne niti.

3.2.1. Korištenje posebnih osjetila bez njihovog trajnog učvršćivanja na svjetlovodne niti

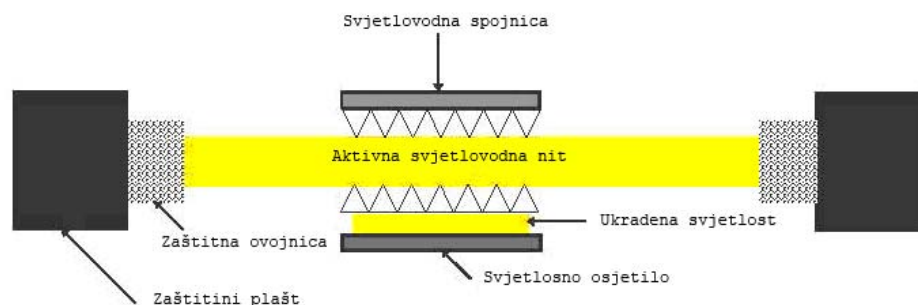
Metoda koristi pojavu pukotine u refleksnom i zaštitnom sloju svjetlovodne niti prilikom njenog savijanja pod određenim kutem. Dio svjetlosti iz niti se ne reflektira na refleksnom sloju već prolazi kroz pukotinu. Na mjestu gdje on izlazi iz niti postavlja se posebno osjetilo koje hvata signal i prosljeđuje ga na TAP uređaj gdje se signal dalje analizira. Na ovaj način unose se gubici signala manji od 1%, što je nemoguće uočiti bez visoko specijaliziranih uređaja.



Slika 10. Metoda korištenja prijenosnog osjetila

3.2.2. Korištenje posebnih osjetila koja se trajno učvršćuju na svjetlovodne niti

Kod ove metode uklanjaju se zaštitni i refleksi sloj koji se nalaze oko jezgre svjetlovodne niti te se postavlja posebno osjetilo koje zamjenjuje uklonjene slojeve. Prilikom prolaska svjetlosti dio se reflektira, a dio se apsorbira na osjetilu i prenosi na TAP uređaj kojim se primljeni signal dalje obrađuje. Na ovaj način u svjetlovodne se niti unosi gubitak od svega 0.5% razine signala, te je nemoguće otkriti neovlašteno prikupljanje informacija i podataka bez visoko sofisticiranih uređaja.



Slika 11. Metoda korištenja fiksnog osjetila

3.3. Beskontaktno metode

Postoje dvije metode prikupljanja informacija beskontaktnom metodom koje su opisane u američkom patentu US 6.265.710 i europskom patentu 0 915 356. U ovim patentima koji su javno objavljeni i dostupni na Internetu detaljno se opisuju metode i postupci prikupljanja informacija iz svjetlovodnih niti bez fizičkog kontakta s njima. Uređaji koji se koriste za ovu metodu *tapinga* i njihov princip rada također su opisani o patentima, ali sami uređaji nisu dostupni u komercijalnoj prodaji.

4. Metode zaštite od neovlaštenog pristupa i krađe informacija

Kvalitetna zaštita od neovlaštenog prikupljanja informacija korištenjem metode koja iziskuje fizički kontakt s svjetlovodnim nitima uključuje barem jednu od slijedećih nekoliko tehnika:

- RFTS (eng. *Radio Frequency Testing System*),
- sustav detekcije promjena (eng. *Intrusion Dection System*),
- ODTR (eng. *Optical Time Domain Reflectometer*) ili
- enkripciju podataka.

Kvalitetna zaštita od neovlaštenog prikupljanja informacija u slučajevima primjene beskontaktno metode moguća je jedino uz primjenu kvalitetnog sustava enkripcije podataka.

4.1. RFTS (eng. *Radio Frequency Testing System*)

Metoda je prvenstveno namijenjena provjeri sigurnosti tzv. *Dark Fibre* svjetlovodnih kabela koji povezuju dvije točke bez ikakvih prekida. Metoda omogućava otkrivanje prisutnosti TAP uređaja na svjetlovodnom kabelu, ali samo dok on nije u komercijalnoj eksploataciji, tj. od trenutka kad kabelom počnu teći korisne informacije ova metoda više se ne može primjenjivati. Naknadno se na svjetlovodnom kabelu mogu pojaviti neki TAP uređaji koji za vrijeme provjere nisu bili prisutni, te ova metoda ne daje potrebnu pouzdanost.

4.2. Sustav detekcije promjena (eng. *Intrusion Dection System*)

Sustav detekcije promjena prati fizičku i podatkovnu razinu svjetlovodnog prijenosnog sustava i administratora upozorava o mogućoj prisutnosti TAP uređaja. Osnovni princip rada je kontrola protoka informacija i bilježenje svih prekida, odnosno pogrešaka u prijenosu u baze podataka. Sama metoda može raditi na fizičkom ili podatkovnom sloju, no ona nam ne jamči veliku sigurnost od neovlaštenog pristupa informacijama budući da kvalitetno raspoznavanje pokušaja zlouporabe iziskuje stručno,

osposobljeno i kvalitetno opremljeno osoblje čemu većina davatelja usluga ne pridaje dovoljno veliku pozornost.

4.3. ODTR (eng. *Optical Time Domain Reflectometer Intrusion Detection System*)

Ova metoda zaštite prvenstveno se koristi kod vrlo osjetljivih i povjerljivih prijenosnih putova, prvenstveno vlade i vojske. Osnovni princip je svakodnevno mjerenje značajki svjetlovodnih niti i kabela te međusobna usporedba dobivenih rezultata kako bi se uvidjelo da li je došlo do znatnije promjene, te na taj način otkrila moguća prisutnost TAP uređaja. Sama metoda jamči veliku sigurnost od neovlaštenog pristupa informacijama, ali također iziskuje stručno, osposobljeno i kvalitetno opremljeno osoblje koje mora u svakom trenutku biti sposobno pravovremeno i odgovarajuće reagirati kako bi se spriječila krađa povjerljivih informacija.

4.4. Enkripcija podataka

Enkripcija ne štiti fizičku razinu prijenosa tj. same svjetlovodne niti, već podatke koji se njima prenose. Ona povećava sigurnost prijenosa informacija svjetlovodnim nitima i kabelima, a primjenjuje se kako bi se osobi koja uspije preuzeti informacije sa nekog komunikacijskog kanala što više otežalo njihovo razumijevanje.

5. Zaključak

U okviru ovog dokumenta razmotrene su osnovne značajke svjetlovodnih prijenosnih sustava temeljenih na svjetlovodnim nitima, metode neovlaštenog pristupa informacijama te metode zaštite svjetlovodnih sustava. Nagli razvoj svjetlovodnih sustava, njihova široka primjena u raznim područjima ljudske djelatnosti, bez velike pažnje posvećene njihovoj zaštiti, ponudio je mogućnost za neovlašten pristup i korištenje podataka i informacija koje se tim sustavima prenose. Komercijalni uređaji koji se koriste za testiranja prilikom izgradnje svjetlovodnih mreža gotovo svakom pojedincu s osnovnim tehničkim znanjem o svjetlovodnim sustavima pružaju mogućnost krađe informacija. Metode zaštite nažalost imaju vrlo malu primjenu, prvenstveno zbog visoke cijene implementacije u glomazne sustave telekomunikacijskih operatera, a također i velikim djelom zbog neznanja i ne vođenja brige o ovoj problematici.

U ovome trenutku teško je procijeniti koja od metoda će se u budućnosti koristiti za kvalitetnu zaštitu podataka koji se prenose svjetlovodnim kabelima, budući da ni jedna od opisanih metoda ne jamči stopostotnu sigurnost svjetlovodnog prijenosnog sustava.

6. Reference

- [1] Strukturno kabliranje, FER-ZESOI-LSS, 2004.
- [2] Sans Institute, Fibre Optics and its Security Vulnerabilites, <http://www.sans.org>, veljača 2005.
- [3] Sans Institute, Transmission Media Security, <http://www.sans.org>, kolovoz 2004.
- [4] Opterna, Threats to Fibre Optics Infrastructure, <https://www.blackhat.com>, listopad 2003.
- [5] Opterna, Vulnerabilty of Fibre Optics infrastructure to Intrusion, <http://www.certconf.org>
- [6] American Tech Supply, <http://www.americantechsupply.com>, svibanj 2006.
- [7] Rand Eyeballs of US submarine cable landing station, <http://cryptome.org/fiber-weak.>, svibanj 2003.
- [8] Network Integrity Systems, Fibre Optics Intrusion Detection Systems, <http://www.networkintegritysystems.com>, lipanj 2007.
- [9] Oyster Optics, Securing Optical Tapping Methods, <http://www.rootsecure.net>, lipanj 2007.