



Vér Ferenc

## Számítógép hálózatok kiépítése – Átviteli közegek: optikai kábelek



A követelménymodul megnevezése:  
**Számítógép összeszerelése**

A követelménymodul száma: 1173-06 A tartalomelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-027-30



## OPTIKAI HÁLÓZATI ÁTVITELI KÖZEK

### ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Ön azt a megbízást kapta, hogy egy vállalkozás irodájában lévő számítógépeket kösse hálózatba. A választása az optikai összeköttetésre esett. Milyen kábelezési lehetőségek közül választhat? Melyiket célszerű alkalmazni? Milyen költségekkel kell számolnia?

### SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

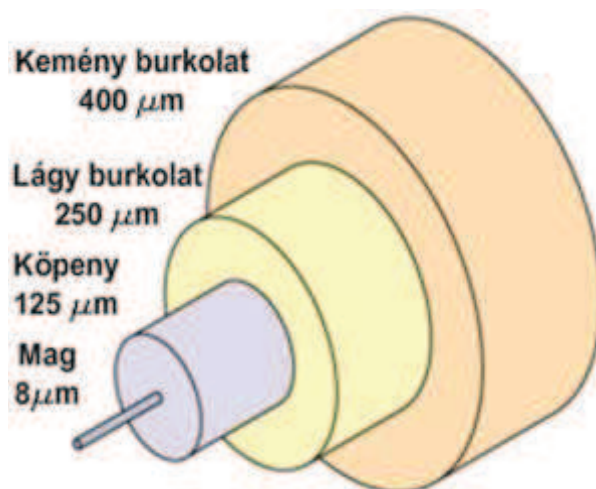
Manapság már egyre elterjedtebb az optikai kábelek használata, ami kiváló paramétereiknek és egyre csökkenő árúknak köszönhető. Az információ fényimpulzusok formájában terjed egy olyan közegben, amely ezt lehetővé teszi.

Ahogy nő az infokommunikációs szolgáltatások iránti igény, úgy kell mind gyorsabban bővíteni a kiszolgáló hálózatok sávszélességét, hogy továbbra is fel tudják ajánlani azt a kapacitást, amire a felhasználóknak szükségük van. A folyton növekvő sávszélesség iránti igényeknek maradéktalanul kizárólag az optikai hálózatok felelnek meg. A mai hálózati infrastruktúra már a nagy kapacitású optikai kábeleken alapul.

Az optikai szál információtovábbító képessége azon alapul, hogy a nagy tisztaságú optikai szálban a szálirányban besugárzott fény igen jó minőségben terjed. Az optikai szál a magból, a magot körülvevő optikai árnyékoló közegből és a mechanikai védelmet szolgáló borításból áll. A fényvezető kábelek ára a technikai fejlődés során folyamatosan csökken, s így a lehetséges alkalmazások köre is egyre bővül.

A ma élvonalbelinek számító ún. „Fiber-to-the-Desk” rendszerekben például az üvegszálak közvetlenül a felhasználó számítógépéig futva biztosítják a magas szintű integrált hang- és képátviteli szolgáltatást. Optikai szálakon – szabványos, piacon elérhető végberendezésekkel – biztosítható a 10 Gb/s átviteli sebesség.

A fényvezető egy speciális, nagyon vékony cső, ebben halad a fénysugár. A mag körül helyezkedik el a köpeny, amelynek célja, hogy megakadályozza a fény kilépését a magból. A köpenyen egy lágy burkolat található, amelynek szerepe a fizikai terhelésekkel szembeni nagyobb ellenállóság biztosítása. Az egész szál egy kemény, műanyag burkolat védi a környezet behatásaival szemben. Attól függően, hogy a fény milyen módon halad a csőben, beszélhetünk egy- és többmódusú optikai kábelről.



1. ábra. Az optikai kábel általános felépítése

Működésük szerint a fényvezető kábeleket a multimódusú (MM), illetve monomódusú (SM) kategóriákba sorolhatjuk. Az olcsóbb, multimódusú szálakra épülő rendszereket rövidebb távolságok (max. 2 km) áthidalásánál használják. Az igényesebb megoldást jelentő monomódusú rendszerek építése nagy távolságú, nagy sávzélességű adatátviteli csatornák esetén indokolt.

A többmódusú kábel esetében a teljes fényvisszaverődés nevű fizikai jelenséget használják fel. Ez kimondja, hogy ha a két közeg törésmutatójának különbsége elég nagy, akkor az erre a felületre eső fény nem lép át a másik közegbe, hanem teljes egészében visszaverődik. A cső anyagának a kiválasztásánál is figyelembe veszik ezt a szempontot. Ha a paraméterek megfelelőek, akkor létrejön a teljes visszaverődés és a fénysugár gyakorlatilag csillapodás nélkül tud a vezetőben haladni.

Az egymódusú kábel esetében a cső átmérője a fény hullámhosszával megegyező. Ez azért különleges eset, mivel ekkor a fény nem fog ide-oda verődni. Ezzel a módszerrel nagyobb távolság hidalható át erősítés nélkül.

Monomódusú vagy egymódusú optikai szál (single-mode fiber): Olyan optikai szál, amely csak egy adott frekvencián – és annak közvetlen környezetében – képes a fény átvitelére, más frekvenciákon a szál csillapítása igen erős.

Az egymódusú szálak valamivel nagyobb sávzélességen képesek jelátvitelre, mint a multimódusú szálak. Monomódusú optikai szálak esetén a sávzélesség korlátlanak tekinthető. Az átvitel sebességének egyetlen korlátozó tényezője az aktív eszközök jelenlegi fejlettségi szintje. Ezért a ma installált optikai kábel akár évtizedekre megoldhatja az információs átviteli igényeket, nincs szükség drága és időt rabló újrakábelezésre.

Az optikai kábeleknél nagyon fontos szempont, hogy a vezeték egységnyi hosszon mekkora jelcsillapítással rendelkezik. A csillapítást dB-ben (decibel) adják meg egységnyi hosszúságra vonatkoztatva (például dB/km).

A kis csillapítás (SM: 0,25–0,4 dB/km; MM: 0,7–3,5 dB/km), nagy távolságok (monomódusú szálaknál akár 70–100 km) áthidalását teszi lehetővé erősítők beiktatása nélkül.

## Összefoglalva

- SM (Single Mode)
  - 8–10 mikron mag,
  - hosszú távolságok áthidalására (1 G max 100 km).
- MM (Multi Mode)
  - jellemző méret korábban 62,5 mikron mag,
  - ma használatos 50 mikron mag,
  - rövidebb távolságok áthidalására (1 G max 550 m).

A nagyobb vezetékhozzak nagyobb flexibilitást adnak a tervezőknek a hálózatok építésénél, valamint az üzemeltetőknek is, mivel az üvegszál protokoll- és sáv szélesség-független adatátvitelt tesz lehetővé. Fémmentes, ezért elektromágneses behatásokkal szemben érzéketlen. Alkalmazható ipari környezetben, nagyfeszültségű kiskülések közelében, erőműi berendezéseknél vagy akár nagy teljesítményű adóberendezések környezetében is.

Az adatátviteli csatorna nem tartalmaz fémes elemeket, így nincs szükség földelésre, s a villámvédelem is garantált.

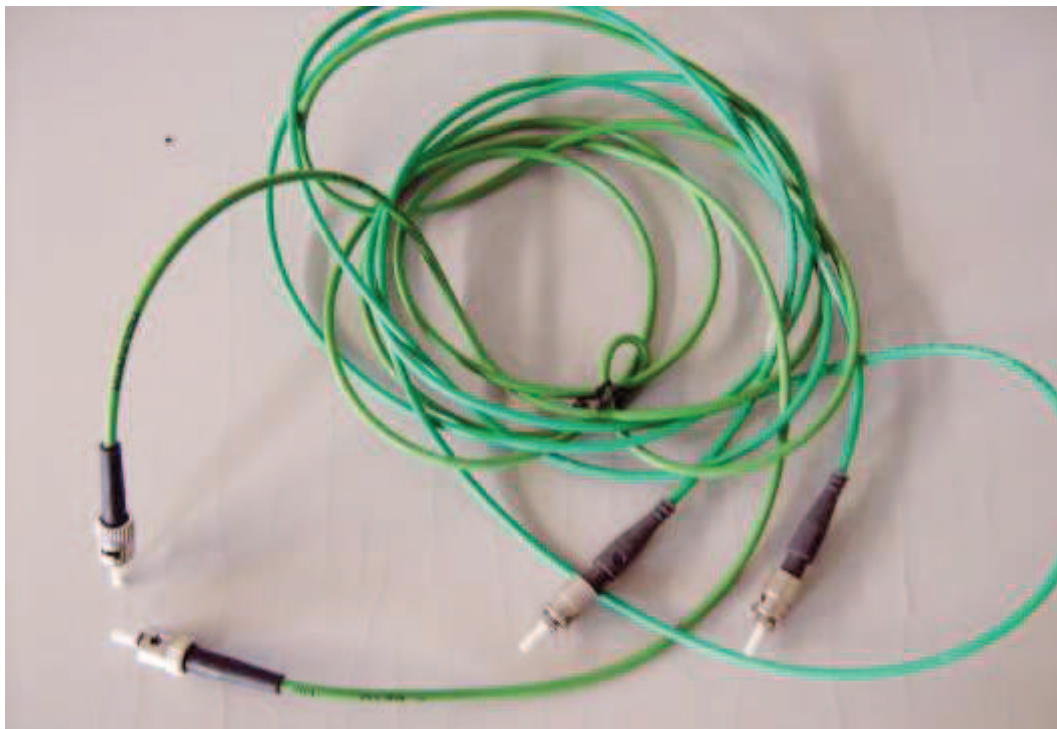
Adatvédelmi szempontból is tökéletes, hisz az üvegszál nem lehallgatható, s így titkos, vagy nem publikus adatokkal dolgozó, azokat feldolgozó rendszerekben biztonságosan alkalmazható, például katonai célú felhasználásra vagy bankok, vállalatok adatkezelő rendszereiben.

Az átviteli csatorna jellemzői folyamatosan ellenőrizhetők, így a változások, illetéktelen hozzáférések ténye, vagy kábelsérülés esetén a hiba helye pontosan meghatározható. A hálózat karbantartása, bemérése a folyamatos üzem megzavarása nélkül történhet. Tartalék szálak telepítésével és hullámhossz-multiplexerek alkalmazásával a későbbi kapacitásbővítések újabb kábelfektetés nélkül megoldhatók. Az optikai vezetékek szakítószilárdsága igen nagy; ugyanarra a keresztmetszetre vetítve még az acélnál is nagyobb, viszont sajnos a rézkábelekkal ellentétben nagyon kis hosszanti nyúlásra is olyan mértékben vetemedik (esetleg szakad), ami miatt jóval korábban kell cserélni a kábelt. Ezért az üvegszál kábelek telepítésénél, fektetésénél nagyon kell ügyelni a kábelfeszülésre. Ez a tulajdonságuk nagymértékben lerövidíti a kábelek behúzásának idejét a hosszabb szakaszokon.



## A JÖVŐ

- Előkészületben az IEEE HSSG: 100 Gigabit Ethernet-szabvány
- 40 és 100 Gbit/s sebesség
- 100 Gbit/s legalább 100 m távolságon OM3 MM vezetéken
- Legalább 10–40 km SM optikai vezetéken



*2. ábra. Optikai kábel csatlakozókkal*

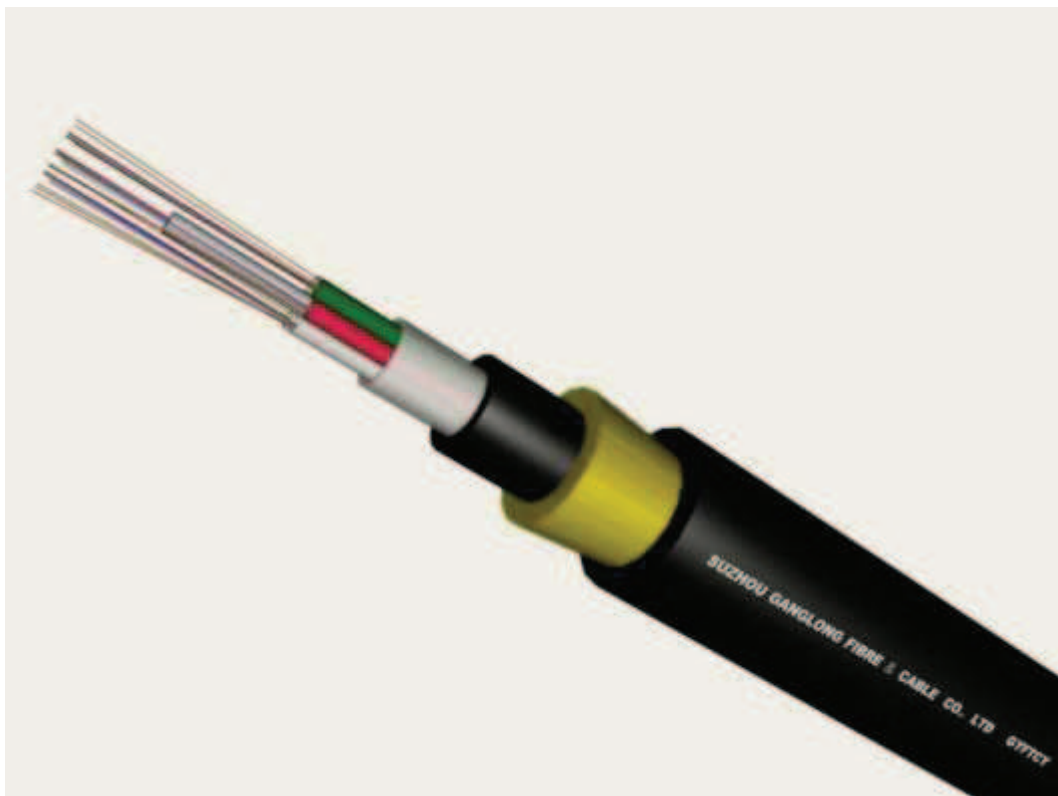


*3. ábra. Optikai csatlakozók*

A fényforrás egy LED vagy lézer dióda. Ezek az eszközök félvezetők, melyek nagyon jól fókuszálható fényt állítanak elő a rajtuk átfolyó áram erősségétől függő intenzitással (erősséggel). Fényérzékelőként fotótranzisztort alkalmaznak. Ez szintén félvezető, ami a ráeső fény erősségétől függő kimeneti jelet állít elő.

Az optikai adatátvitel esetében az áthidalható távolságot a fényveszteség határozza meg, amely három jellemző függvénye. A két közeg összeillesztésénél a fény egy része visszaverődik. Ezen segíteni lehet a lehető legpontosabb illesztéssel. Erre a célra ma már rendelkezésre állnak a megfelelő eszközök. Ugyanezt a hatást okozzák az átviteli közegben lévő szennyeződések is. Ezt a megfelelő anyagválasztással csökkenthető. A harmadik jellemző abból adódik, hogy ha fény nem megfelelő szögben érkezik a közeg határfelületére, akkor a fény egy része nem verődik vissza. Ezen az anyagválasztással és a fény hullámhosszának a helyes meghatározásával tudunk segíteni.

Az optikai szál nagyon kényes a fizikai terhelésre. Mivel a kábel nagyon vékony és viszonylag merev, ezért a fizikai megterhelést nehezen viselik. Minden nagyobb vagy hosszan tartó terhelést más szerkezeti elemnek kell átvennie. Annak érdekében, hogy azért a vezeték kezelhető legyen, a lágy burkolatban a köpenyt és a magot hullámosítva helyezik el. Ez biztosítja a bizonyos szintű nyújthatóságot és a hajlíthatóságot.



*4. ábra. Az optikai kábel rétegei a teherbíró és védő külső rétegekkel*

Ennél az átviteli közegnél a legproblémásabb és legfontosabb kérdés a jelek be és kicsatlása, amire alapvetően kétféle csatolótípust alkalmaznak.

A passzív illesztő két, az optikai szálra kapcsolódó csatlakozóból áll. Az egyik egy LED-et, míg a másik egy fényérzékelő félvezetőt tartalmaz. Az aktív illesztő annyiban több, mint a passzív, hogy a vett jeleket átalakítja villamos mennyiséggé, **felerősíti**, visszaalakítja fényimpulzusokká, és újra a közegre kapcsolja.

Az optikai adatátvitel során az információt különböző hullámhosszúságú fényjel hordozza. Könnyű belátni, hogy a kétirányú adatátvitelhez két optikai szál szükséges. Ez gyakorlati problémát nem okoz, mivel a szilárd szigetelőben rendszerint több kábelt fognak össze. Ez kiváltható úgy egykábeles megoldással, hogy más-más hullámhosszt használunk adásra és vételre. Megoldható üzenetszórásos topológia is, mivel léteznek az ehhez szükséges interfészek.

Szabványok, sebességek, távolságok						
Felhasználás	Mag Hullámhossz	62,5 mm 160/500	62,5 mm 200/500	50 mm 500/500	50 mm 2000/500	SM
100BASE-SX	850 nm	300 m	300 m	300 m	300 m	
1000BASE-SX	850 nm	220 m	275 m	550 m	550 m	
1000BASE-LX	1300 nm	550 m	550 m	550 m	550 m	5 km
10GBASE-R	850 nm	28 m	28 m	86 m	300 m	
10GBASE-LR	1310 nm					10 km
10GBASE-ER	1550 nm					40 km
10GBASE-LRM	1300 nm	220 m	220 m	220 m	220 m	
10GBASE-LX4	1310 nm	300 m	300 m	300 m	300 m	10 km

5. ábra. A szabványok

## ELŐNYÖK

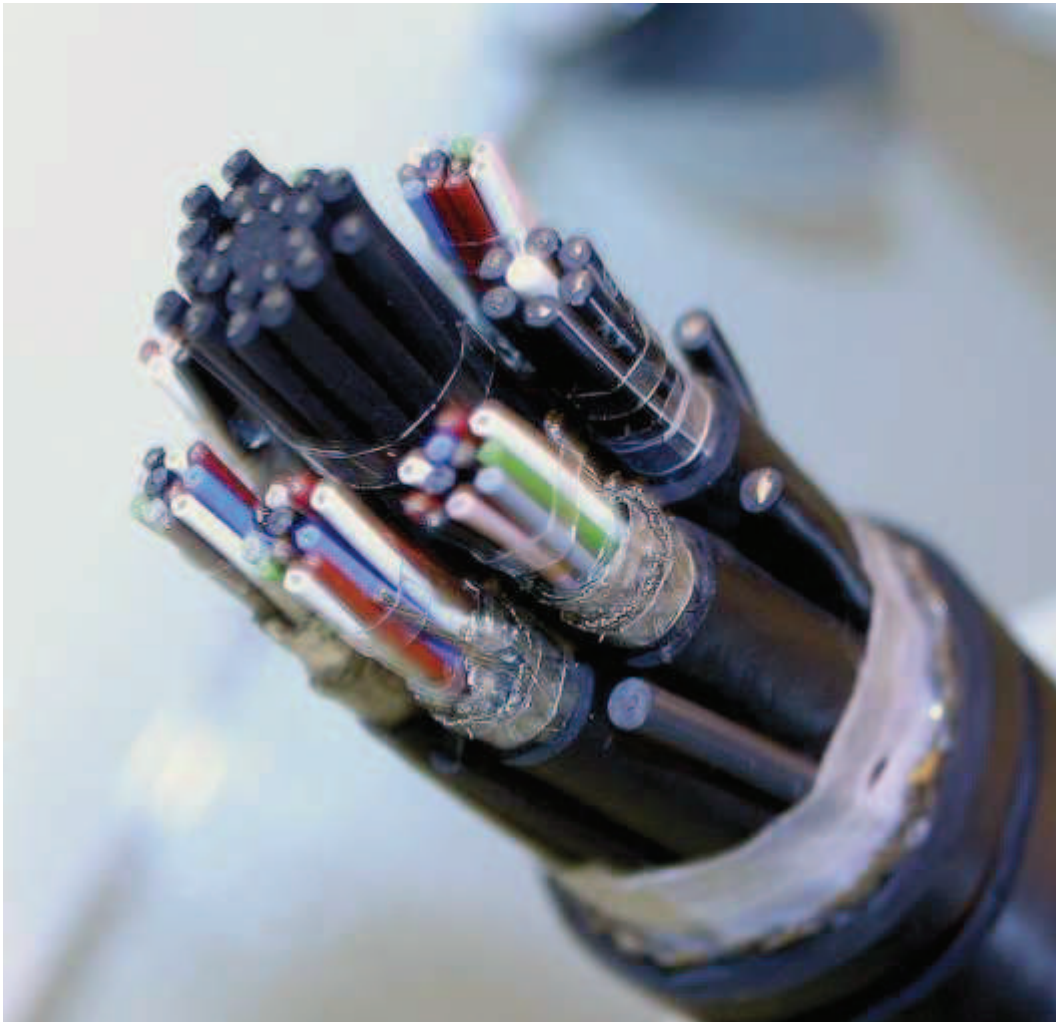
- magas fokú zavarvédetség,
- óriási távolságok hidalhatók át,
- elérhető legmagasabb sebesség,
- „jövőálló” (Future proof): nagy biztonsággal állítható, hogy a belátható jövő fejlesztései támogatni fogják,
- magas végpontsűrűségben telepíthető,
- csekély fizikai méret és súly.

## HÁTRÁNYOK

- drága aktív és passzív elemek,
- drága telepítés – komplikált technológia,
- a belső vezetősál érzékeny a fizikai behatásokra,
- a csatlakozás érzékeny a szennyeződésekre.

## SZABVÁNYOK: ISO/IEC 11801 Ed2.0 szabvány három típusú optikai kábelt definiál

- OM1 jelöli a múltban kedvelt 62,5/125 mikron méretű optikai kábelt,
- OM2 már 500 MHz átviteli sávszélességet garantál 50/125 mikron méretű kábelen,
- OM3 fel van készítve az 1500/500 MHz-es átvitelre, de megszorításokkal a 2000 Hz-et is támogatja.



6. ábra. Jellegzetes optikaikábel-köteg



## MENNYIBE KERÜL AZ OPTIKAI KÁBEL?

Az optikai kábel ára több tényezőtől függ: például szálszám, kültéri vagy beltéri szerkezet, mono- vagy multimódusú szálak. Ízelítőül álljon itt néhány ajánlat a tananyag megírásának pillanatában (2010. július) érvényes árakkal. Nem kell nagy jósnak lenni ahhoz, hogy megállapítsuk: ezek az árak folyamatosan csökkenni fognak.

500N U-DQ(ZN)BH optikai kábel 50/125 4 szál	190 Ft/m
U-DQ(ZN)BH optikai kábel 50/125 8 szál	250 Ft/m
U-DQ(ZN)BH optikai kábel 62,5/125 8 szál	280 Ft/m
breakout 4x MM, 62,5/125 (OM1), 0,9 mm átmérőjű vezető, külső átmérő: 7 mm, FRNC	1335 Ft/100 m
Opt. kábel 2x9/125 /patch/ duplex patch kábel, 9/125 típusú üvegszállal, tight buffer szerkezet, LSZH köpeny, maximális húzóerő: 400 N, minimális hajlítási sugár: 40 mm	140 Ft/m
Opt. kábel 2x960/1000 POF 960/1000-es műanyag fényvezető kábel duplex, elsődleges (PVC) bevonattal 2,2x4,5 mm-es méret lépcsős törésmutató	421 Ft
Opt. kábel 4x9/125 ÚT Optikai kábel 4x 9/125 típusú üvegszállal. Egy csöves loostube szerkezetű. Nem fémes rágcsháló védelem. Halogénmentes, UV-álló, kültéri	220 Ft

Optikai kábeleknél nagyon sokfajta csatlakozót használnak.



7. ábra. Kettős csatlakozótípusok



8. ábra. Néhány optikai csatlakozó

Az optikai szálakat az Ethernet-hálózatokban 10BASE-F (100BASE-F, 1000BASE-F, 10GBASE-F) névvel látták el.

Lássuk most a leggyakrabban használt csatlakozótípusokat és főbb tulajdonságaikat:

1. LC
2. LSH (E-2000)
3. SC
4. ST
5. MT-RJ

#### LC

- magas sűrűségű rendszerekben igen gyakran használt csatlakozó,
- adatközpontokban (Datacenter) igen elterjedt,
- nemcsak hálózati, hanem adattárolói (Storage Network) célra is,
- támogatja a SM és a MM kábeleket is,
- könnyen összekapcsolható két szál (Duplex),
- kis fizikai méretek (törésgátlóval 50,5 mm x 13,1 mm x 15,4 mm),
- szabvány: IEC 61754-20; TIA 604-10-A.

#### LSH (E-2000)

- hosszú távú kapcsolatok kedvelt csatlakozója,
- modern, beépített automatikus védelem a szennyeződések és a lézerfény ellen szállítási állapotban (fém porvédő sapka),
- támogatja a SM és a MM kábeleket is,
- kis fizikai méretek (törésgátlóval 60,3 mm x 9,0 mm x 22,0 mm),
- szabvány: IEC 61754-15; TIA 604-16.

**SC**

- hosszú távú kapcsolatok kedvelt csatlakozója,
- régóta használt, bevált típus,
- támogatja a SM és a MM kábeleket is,
- kis fizikai méretek (törésgátlóval 56,0 mm x 9,3 mm x 22,0 mm),
- szabvány: IEC 61754-4; TIA 604-3.

**ST**

- hosszú távú kapcsolatok kedvelt csatlakozója,
- egyike a legrégebben használt típusoknak, majdhogynem elavult,
- támogatja a SM és a MM kábeleket is,
- kör keresztmetszetű, bajonettzáras rögzítés,
- fizikai méretei (törésgátlóval 57,0 mm x 9,7 mm),
- szabvány: IEC 61754-2; TIA 604-2.

**MT-RJ**

- csak dupla optikai szálát tud csatlakoztatni, míg a fentiek csak közösítővel képesek erre (Duplex),
- legjobb csatlakozósűrűség érhető el,
- támogatja a SM és a MM kábeleket is,
- fizikai méretei (törésgátlóval 50,8 mm x 9,3 mm x 22,1 mm),
- szabvány: IEC 61754-18; TIA 604-12.

**KÁBELEZÉS****1. Mi az a Blolite?**

A Brand-Rex fejlesztésének a lényege, hogy az optikai szálakat nagy nyomású levegő segítségével fújják be a végpontok között előzetesen telepített műanyag csövekbe. Az üvegszál befűzésát megelőzően, a strukturált hálózatoknál alkalmazott kábelezési eljárással a központ és a felhasználói végpont között 5 mm külső átmérőjű, speciális kialakítású műanyag csöveket telepítenek. A cső nem igényel különleges nyomvonalat, a szerelés a szokásos módon és eszközökkel történik (fali csövezés, parapet csatorna, fém kábeltálca stb.). Gyakorlati tapasztalatok alapján – amennyiben a cső megengedett minimális hajlítási sugara biztosított (25 mm) –, tetszőleges bonyolultságú nyomvonalon befűjthető az üvegszál. Csövenként max. 8 db multi- vagy monomódusú szálát lehet telepíteni.

A Blolite csövezési technológiát olyan rendszerek telepítésénél alkalmazzák, ahol a jelenlegi sávzélesség-igényt a rézkábelek is kielégítik, és kis költségárfordítással fel akarnak készülni a jövőbeli optikai végpontok kialakítására is. A megoldás legnagyobb gyakorlati előnye az, hogy az optikai összeköttetés igényének megjelenésekor, extra rövid időn belül, kábelezés, nyomvonalépítés, fúrás faragás NÉLKÜL kialakítható a szükséges összeköttetés.

**KÁBELEK „KRIMPELÉSE” – AVAGY HOGY KERÜL A CSATLAKOZÓ A KÁBELRE?**

Az optikai kábelre alapvetően kétféleképpen kerülhet csatlakozó: egyszerű mechanikus krimpeléssel vagy pedig műszeres illesztéssel. Belátható, hogy a kézi módszer nem ad megfelelő pontosságot, ezért inkább csak szükséghelyzetben alkalmazzák. A gépi illesztés a pontosabb, ami a jelvesztés szempontjából kritikus lehet. Az elszakadt kábeleknél ugyanígy járunk el.



*9. ábra. Optikaiszál-hegesztő berendezés*



*10. ábra. Egy másik optikaiszál-hegesztő*





*11. ábra. Optikaikszál-vágó és -hegesztő berendezés*

Napjainkban kezdenek terjedni az ún. gyorscsatlakozók, amelyek nem igényelnek speciális gépet, hanem mechanikusan szerelhetők a kábel végére. Helyi hálózatokban ez is megoldás lehet, ahol a nagyobb jelveszteséget kompenzálja a kisebb távolság.

## TELEPÍTŐK 10 PARANCSOLATA

- Akadályozd meg a sérüléseket!
- Használj puha, lehetőleg sötét felületet a szereléshez!
- A lehullott szemetet speciális tárolóba gyűjtsd vagy ragasztószalaghoz rögzítsd!
- Ha az üvegszál a bőrdbe hatolt, azonnal távolítsd el!
- Soha ne egyél vagy igyál a munkaterületen. A testbe került hulladékanyagok komoly belső sérülést okozhatnak!
- Védj a szemed!
- Soha ne nézz bele a működő kábelbe!
- Tarts egy papírlapot a csatlakozóhoz, úgy ellenőrizd a fény terjedését a kábelben!
- Az esetlegesen elrepülő darabok ellen viselj védőszemüveget!
- Munka közben ne érintsd meg az arcod vagy a szemed. Munka után azonnal moss kezet!
- A fogyóanyagokra fordíts kiemelt figyelmet!
- Tartsd be a ragasztóanyagokra és oldószerekre vonatkozó előírásokat (például dohányozni tilos)!
- A tisztító eszközök egyszer használatosak, és használat után megfelelően kell őket összegyűjteni (szálmentes kendő, alkoholos kendő)!

## A KIÉGETÉS LÉPÉSEI

1. Eltávolítjuk a kábel külső burkolatát és az elemi optikai szálat védő fizikai elemeket (kevlár szál ...).
2. Összekeverjük az epoxy 2 komponensét.
3. Felszívjuk a keveréket egy fecskendőbe.
4. Megtöltjük a keverékkel a csatlakozófejet.
5. Az előkészített kábelre felhúzzuk a csatlakozót úgy, hogy a kerámia középrészen átvezetjük az elemi optikai szálat.
6. A csatlakozófejet sajtolással (krimpelés) rögzítjük a kábelben.
7. Kiégetés. A csatlakozó(ka)t egy speciális állványra helyezve sütőben vagy speciális kemencében felhevítjük, így az epoxy gyanta rögzíti az optikai szálat a kerámiában.
8. A csatlakozó hegyén kilógó üveg elemi szálat bekarcoljuk és a csatlakozóhoz lehető legközelebb letörjük.
9. A polírozás a legkritikusabb lépés a minőség szempontjából. Ezzel a lépéssel eltávolítjuk a fölösleges ragasztóanyagot, és fényesre polírozzuk a csatlakozót. Így a fény szinte akadálytalanul fog áthaladni a csatlakozón.
10. Ezután alkoholos törlőkendővel távolítsuk el az esetlegesen ráakódott zsírt, majd szálmentes törlőkendővel töröljük szárazra a csatlakozót.
11. Legalább 100-szoros nagyítású mikroszkóppal ellenőrizzük a csatlakozó felületét.
12. Megfelelő tesztkészülékkel ellenőrizzük a kábel működését.

## A GYORSRAGASZTÁSI ELJÁRÁS

### Előnyei

- gyors (90 s),
- zárt rendszerű,
- könnyen elvégezhető,
- csatlakozás fizikai paraméterei megegyeznek a műhely körülmények között előállított kábelekével.

### Hátrányai

- drága speciális csatlakozók (3x ár),
- érzékeny az emberi hibára,
- nem minden csatlakozó típushoz elérhető.

## QUICKASSEMBLY (gyorscsatlakozó) TECHNOLÓGIAI LÉPÉSEK

### 1. Szerszám előkészítése

- tegye a csatlakozót az adapterbe,
- kapcsolja be a szerszámot.

### 2. Kábel előkészítése

- Távolítsa el a kábel külső köpenyét, valamint a szálat körülvevő 900 µm, illetve 250 µm-es borítórétegeket a megfelelő méretben.
- Tisztítsa meg a szálat alkoholos kendővel

### 3. Előmelegítés

- Vigye fel a ragasztót az optikai szálra.
- Indítsa el az előmelegítési fázist.
- Vezesse a csatlakozóba az optikai szálát.
- Nyomja meg a készülék alján található kék talpat, hogy a csatlakozó teljes mértékben érintkezzen a bevezetett optikai szállal.

### 4. Melegítés

- Indítsa el a melegítési fázist.
- Az első jelzés után rögzítse a kevlárt a csatlakozó menetes nyakára a törésgátló óramutató járásával megfelelő irányba történő tekerésével.

### 5. A szál polírozása

- Törje le a felesleges szálhosszt, ami túllóg a csatlakozó illesztő felületén.
- Nyissa ki a csatlakozó rögzítő adaptert, majd vegye ki a csatlakozót.
- Jelölje meg a illesztőt a jelölő filctollal.
- Polírozza a megfelelő papírokon a csatlakozó illesztőt a kívánt felület eléréséig.

**NÉHÁNY TANÁCS ISMÉTLÉSKÉPPEN:**

A szereléskor keletkezett minden hulladék súlyosan egészségkárosító!

A levágott kevlárszálak, illetve optikai elemi szálak belélegezve vagy szembe kerülve szélsőséges esetben vakságot vagy halált is okozhatnak!

Az optikai csatlakozók polírozott felületét SOHA nem szabad kézzel megfogni vagy bármilyen szennyeződésnek kitenni. Üzemen kívüli kábeleket mindig porvédő sapkával tároljuk. Amennyiben egy csatlakozót mégis beszennyeznénk, alkoholos ruhával távolítsuk el a szennyeződést, majd szálmentes törölőkendővel töröljük szárazra!

Habár hosszirányban az optikai kábel több tonnát elbír, keresztirányban igen sérülékeny. Vigyázzunk, hogy semmilyen komoly fizikai hatás ne érje. Amennyiben olyan kábelrel találkozunk, amely láthatóan sérült, azt semmisítsük meg!

Soha ne nézzünk a lézerefénybe, retinakárosodást okozhat!



*12. ábra. Optikaikábel-vágó*

**KÁBELEK ELLENŐRZÉSE, TESZTELÉSE**

Az optikai kábelek ellenőrzése elengedhetetlen feladat, amit mérőműszerekkel végezhetünk el. A következő képeken néhány ilyen műszer képét láthatjuk.





13. ábra. Komplet optikai tesztelőcsomag



14. ábra. Optikaikábel-teszter



15. ábra. Egy másik optikaikábel-teszter

## FOGALOMTÁR

WDM (Wavelength Division Multiplexing – hullámhossz multiplexálás): Az a multiplexálási technika, melynek segítségével több, egymástól független optikai jelfolyamot visznek át ugyanazon az optikai szálon különböző hullámhosszak segítségével. A WDM-technológia segítségével megnövelhető a multimódusú optikai szálak forgalmi áteresztő képessége.

DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing – nagysűrűségű hullámhossz-multiplexálás): Olyan hullámhossz-multiplexáláson alapuló átviteli technológia, mely lehetővé teszi, hogy 8-tól akár 40-ig terjedő különböző frekvencián továbbítsunk információt az optikai kábelben keresztül. A DWDM-technológia alkalmas arra, hogy SONET/SDH rendszerek átvitelét is ellássa, vagy azokat helyettesítse.

Multiplexer: Olyan berendezés, mely alkalmas arra, hogy két vagy több jelfolyamot egy közös, nagyobb sávszélességű jelfolyamba rendezzen, melyek egy adott technológiával kerülnek továbbításra. A multiplexált jelfolyam szerkezete olyan, hogy azt a fogadó oldalon demultiplexálni lehessen.

Add/drop multiplexer: Olyan multiplexer vagy demultiplexer, mely képes egy adott csatorna jelét multiplexálni egy magasabb szervezettségű, multiplexált jelfolyamba vagy képes ilyen jelfolyamból egy csatornát demultiplexálni. Az add/drop eszközök teszik lehetővé, hogy egy csatorna betétele vagy kivétele miatt ne kelljen a teljes jelfolyamot lebontani alapjelekre, majd újra multiplexálni.

**Demultiplexer:** Olyan berendezés, mely alkalmas arra, hogy az egy adott technológiával érkező multiplexált jelfolyamot szétbontsa eredeti összetevőire, azaz demultiplexálja.

**MUX (multiplex):** Elvi sémákon a multiplexálás folyamatát végrehajtó logikai doboz. Típusát tekintve lehet például FDM-, TDM-, STDM- vagy WDM-multiplexálásról beszélni.

**FDM (Frequency Division Multiplexing – frekvencia multiplexálás):** Az FDM-rendszerek esetén minden jelfolyam egy meghatározott, egymástól eltérő frekvencián utazik.

**TDM (Time Division Multiplexing – időosztásos multiplexálás):** A TDM-rendszerek esetében az egyes csatornákból vett minták egy szigorú sorrendben a csatornához rendelt időrésben utaznak.

**STDM (Statistical Time Division Multiplexing – statisztikus időosztásos multiplexálás):** Az időrészek a jobb sávszélesség-kihasználás végett dinamikusan vannak az egyes csatornához hozzárendelve.

**Jelismétlő (repeater):** Egy vevőből és egy adóból álló berendezés, mely veszi az érkező jeleket és újra kiadja őket. Azáltal, hogy a jelismétlő újra kiadja a vett jeleket, mintegy regenerálja a vett jelsorozatot, ezzel növelve az optikai összeköttetéssel áthidalható távolságot.

**Buffer (védőborítás):** Az optikai szálát körülvevő védőréteg. Az optikai szál elsődleges védőborítása tipikusan 250 mikron átmérőjű, míg a másodlagos védőborítás 900 mikron az épületen belül használt szálak esetében.

**Hajlítási sugár (Bend radius):** Annak a körívnek a sugara, melynek mentén az optikai szál vagy kábel még a megtörés vagy a nagyobb csillapítás veszélye nélkül hajlítható. Ha a szálát ennél kisebb sugarú ívben hajlítjuk, nem garantálhatók a szálra meghatározott átviteli paraméterek.

**CCMQJ (Certified Commercial Measurement Quality Jumper):** Igen jó minőségű, gondosan elkészített és kimért referencia kábel, mely a hálózat pontos méréséhez szükséges.

**Átmérő-eltérési veszteség (Diameter-mismatch loss):** Optikai elemek csatlakozásánál fellépő veszteség, mikor az adóoldali elem átmérője nagyobb, mint a vevőoldali elemé.

## TANULÁSIRÁNYÍTÓ

A tananyag elsajátításához és a későbbi gördülékeny munkavégzéshez szükséges a szakmai angol nyelv ismerete, legalább szakkifejezések szintjén, valamint az angol nyelvű szakoldalak, fórumok és segédletek értelmezése, megértése. Keressen minél több kábelezéssel foglalkozó szakmai portált magyarul, majd angol nyelven, az interneten!

1. Ismerkedjen meg a különböző Interneten fellelhető webáruházak és kábelezéssel foglalkozó portálok ajánlataival, hasonlítsa össze a különböző kábeltípusokat és az árakat!

2. Keressen rá az optikai kábelkötések kifejezésre az Interneten! Tanulmányozza át a képtalálatoknál a bekötési lehetőségeket!

3. Képzelje el, hogy a lakása (háza) egy cég irodája. Próbáljon meg kábelezési tervet készíteni az adott helyre! Beszéljék meg az oktatóval, milyen lehetőségei vannak!

4. Gondolja végig: hova érdemes (akár anyagi, akár technológiai szempontból) optikai kábelezést tervezni!

5. Készítsen jegyzetet, mikor előnyös az optikai kábel használata!

---

---

---

---

---

---

---

---



6. Tanulmányozza át az internetes oldalakat, mely optikai csatlakozótípust használják a legelterjedtebben! Ehhez milyen kábeltípusokat ajánlana?

---

---

---

---

---

## ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

### 1. feladat

Írja le az optikai kábel általános felépítését!

---

---

---

---

---

---

### 2. feladat

Sorolja fel az optikai kábelek fő típusait!

---

---

### 3. feladat

Sorolja fel az optikai kábel előnyeit!

---

---

---

---

---

---

---

---

**4. feladat**

Írja le a monomódusú optikai kábelt!


## MEGOLDÁSOK

### 1. feladat

Az fényvezető egy speciális, nagyon vékony cső, ebben halad a fénysugár. A mag körül helyezkedik el a köpeny, amelynek az a célja, hogy megakadályozza a fény kilépését a magból. A köpenyen egy lány burkolat található, amelynek szerepe a fizikai terhelésekkel szembeni nagyobb ellenállóság biztosítása. Az egész szál egy kemény, műanyag burkolat védi a környezet behatásaival szemben.

### 2. feladat

Egymódusú, multimódusú

### 3. feladat

Magas fokú zavarvédetség

Óriási távolságok hidalhatók át

Elérhető legmagasabb sebesség

„Jövőálló” (Future proof): nagy biztonsággal állítható, hogy a belátható jövő fejlesztései támogatni fogják

Magas végpontsűrűségben telepíthető

Csekély fizikai méret és súly

### 4. feladat

Az egymódusú kábel esetében a cső átmérője a fény hullámhosszával megegyező. Ez azért különleges eset, mivel ekkor a fény nem fog ide-oda verődni. Ezzel a módszerrel nagyobb távolság hidalható át erősítés nélkül. Monomódusú vagy egymódusú optikai szál (single-mode fiber): Olyan optikai szál, mely csak egy adott frekvencián – és annak közvetlen környezetében – képes a fény átvitelére, más frekvenciákon a szál csillapítása igen erős. Az egymódusú szálak valamivel nagyobb sávszélességen képesek jelátvitelre, mint a multimódusú szálak. Monomódusú optikai szálak esetén a sávszélesség korlátlanak tekinthető.



## IRODALOMJEGYZÉK

### FELHASZNÁLT IRODALOM

Andrew S. Tannenbaum: Számítógép-hálózatok. Második, bővített, átdolgozott kiadás, Panem Kiadó, Budapest, 2004.

Deon Reynders–Eswin Wright: TCP/IP és Ethernet hálózatok a gyakorlatban. Kiskapu, Budapest, 2003.

Dér Balázs: A strukturált kábelezés rejtelsei. Prezentáció, 2008.

Optikai kábel alapfogalmak. Jegyzet.

### AJÁNLOTT IRODALOM

Kónya László: Számítógép-hálózatok. LSI Kiadó, Budapest, 2006.

James F. Kurose, Keith W. Ross: Számítógép-hálózatok működése. Panem Kiadó, Budapest, 2008.

Sziebig Andrea: VoIP. Vogel Burda Kiadó, Budapest, 2007.

Jim Geier: Vezeték nélküli hálózatok. Panem Kiadó, Budapest, 2005.

Bártfai Barnabás: Hálózatépítés otthonra és kirodába. BBS-Info Kiadó, Budapest, 2005.

Richard A. McMahon: PC hálózatok a gyakorlatban. Panem Kiadó, Budapest, 2004.

Gál Tamás, Szabó Levente, Szerényi László: Rendszerfelügyelet rendszergazdáknak. Szak Kiadó, Bicske, 2008.

Sági Gábor: Webes adatbázis-kezelés MySQL és PHP használatával. BBS-Info Kiadó, Budapest, 2005.

A(z) 1173–06 modul 027 számú szakmai tankönyvi tartalomeleme  
felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
33-523-01-1000-00-00	Számítógép-szerelő, -karbantartó

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:  
15 óra

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv  
TÁMOP 2.2.1 08/1–2008–0002 „A képzés minőségének és tartalmának  
fejlesztése” keretében készült.  
A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap  
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet  
1085 Budapest, Baross u. 52.  
Telefon: (1) 210–1065, Fax: (1) 210–1063

Felelős kiadó:  
Nagy László főigazgató