



equicom  
ICT MÉRÉSTECHNIKA

# Az OTDR működése és gyakorlati alkalmazása

**Horváth Róbert**

| cégvezető |

| +36 20 932 6179 |

| [horvath.robort@equicom.hu](mailto:horvath.robort@equicom.hu) |

Mátrafüredi Akadémiai Üdülő

2022.05.25.



# Mikor, miért szükséges mérni

## Megelőzés, felimerés, javítás

- Kábel gyártási hiba
- Kábel fektetés hiba
- Szál kötési hiba
- Szál behúzási hiba



## Tervezés

- Jelenlegi hálózat állapotának, szálak típusának megállapítása
- Hálózatok minősítése/hitelesítése

## Telepítés, szolgáltatás aktiválás, üzemeltetés

- Makrohajlítás
- Csatlakozók reflexiója
- Hegesztési csillapítás
- Optikai reflexiók csillapítás
- Csatlakozók minősége
- Élőszál keresés/vizsgálat

# Mérési szabványok

## Optikai hálózatok mérésének alapjai:

[ANSI/TIA-568-C.0 ANNEX E](#): Optikai hálózatok mérési alapjai. Két fajta optikai mérés: **Tier-1** és **Tier-2**

### Tier-1:

- OLTS (*Optical Loss Test Set*), optikai beiktatási csillapítás mérés
- Link hossz
- Polaritás

### Tier-2 (opcionális):

- OTDR-es (*Optical Time Domain Reflectometer*) mérés
- Megegyező hullámhosszokon, mint az OLTS
- **Nem helyettesíti az OLTS mérést!**

Mérőműszerek kalibrálásáról gondoskodni szükséges a gyártó által javasolt időközönként.

## Mérési megfontolások:

[ANSI/TIA-568-C.0 ANNEX E.4](#): Például: Tisztaság ellenőrzése, egyforma csatlakozók használata, mérőkábelek cseréje időközönként, fényforrások bekapcsolása mérés előtt pár perccel, stb.

# Alkalmazási szabványok I.

## GigE, 10G

### Adott technológiához tartozó paraméterek:

- Maximális beiktatási csillapítás
- Link hossza

#### 1000BASE-LX

Cable Type	Adapter Loss	Splice Loss	850 nm Fixed Loss	1300 nm Fixed Loss	1310 nm Fixed Loss	1550 nm Fixed Loss	850 nm Loss/km	1300 nm Loss/km	1310 nm Loss/km	1550 nm Loss/km	Length
	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	m
OM1, OM2, OM3, OM4				2.35							550
OS1, OS2					4.7						5,000

#### 10GBASE-LX4

Cable Type	Adapter Loss	Splice Loss	850 nm Fixed Loss	1300 nm Fixed Loss	1310 nm Fixed Loss	1550 nm Fixed Loss	850 nm Loss/km	1300 nm Loss/km	1310 nm Loss/km	1550 nm Loss/km	Length
	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	m
OM1				2.5							300
OM2, OM3, OM4				2.0							300
MM 50 $\mu$ m MBW=400				2.0							240
OS1, OS2					6.3						10,000

### Adott technológiához tartozó paraméterek:

- Maximális beiktatási csillapítás
- Link hossza

#### 40GBASE-LR4

Cable Type	Adapter Loss	Splice Loss	850 nm Fixed Loss	1300 nm Fixed Loss	1310 nm Fixed Loss	1550 nm Fixed Loss	850 nm Loss/km	1300 nm Loss/km	1310 nm Loss/km	1550 nm Loss/km	Length
	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	m
OS1, OS2					6.7						10,000

#### 40GBASE-SR4

Cable Type	Adapter Loss	Splice Loss	850 nm Fixed Loss	1300 nm Fixed Loss	1310 nm Fixed Loss	1550 nm Fixed Loss	850 nm Loss/km	1300 nm Loss/km	1310 nm Loss/km	1550 nm Loss/km	Length
	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	m
OM3			1.9								100
OM4			1.5								150

# Alkalmazási szabványok III.

## 100G

### Adott technológiához tartozó paraméterek:

- Maximális beiktatási csillapítás
- Link hossza

#### 100GBASE-LR4

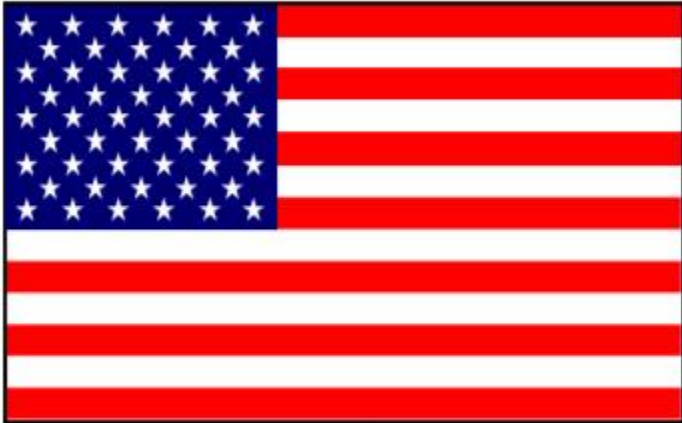
Cable Type	Adapter Loss	Splice Loss	850 nm Fixed Loss	1300 nm Fixed Loss	1310 nm Fixed Loss	1550 nm Fixed Loss	850 nm Loss/km	1300 nm Loss/km	1310 nm Loss/km	1550 nm Loss/km	Length
	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	m
OS1, OS2					6.3						10,000

#### 100GBASE-SR10

Cable Type	Adapter Loss	Splice Loss	850 nm Fixed Loss	1300 nm Fixed Loss	1310 nm Fixed Loss	1550 nm Fixed Loss	850 nm Loss/km	1300 nm Loss/km	1310 nm Loss/km	1550 nm Loss/km	Length
	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	m
OM3			1.9								100
OM4			1.5								150

# Szabványosító szervezetek

**USA**



**ANSI/TIA**

**INTERNATIONAL**



**ISO/IEC**

**EUROPE**



**CENELEC**

Amerikai Nemzeti Szabványosító Hivatal Észak-Amerikai szabványok megalkotása

Az Nemzetközi Szabványosító szervezet (ISO) nemzetközi szabványok megalkotása tagországok által

Európai Bizottság Elektrotechnikai Szabványosító Szerve (CENELEC) EU tagországok által



# Telepítési szabványok I.

## Kábel fajlagos csillapítás: ANSI/TIA-568-C.3

Optical fiber and cable type <sup>2</sup>	Wavelength (nm)	Maximum attenuation (dB/km)	Minimum overfilled modal bandwidth-length product (MHz·km) <sup>1</sup>	Minimum effective modal bandwidth-length product (MHz·km) <sup>1</sup>
<b>62.5/125 µm Multimode TIA 492AAAA (OM1)</b>	850 1300	3.5 1.5	200 500	Not Required Not Required
<b>50/125 µm Multimode TIA 492AAAB (OM2)</b>	850 1300	3.5 1.5	500 500	Not Required Not Required
<b>850 nm Laser-Optimized 50/125 µm Multimode TIA 492AAAC (OM3)</b>	850 1300	3.5 1.5	1500 500	2000 Not Required
<b>Single-mode Indoor-Outdoor TIA 492CAAA (OS1) TIA 492CAAB (OS2)<sup>3</sup></b>	1310 1550	0.5 0.5	N/A N/A	N/A N/A
<b>Single-mode Inside Plant TIA 492CAAA (OS1) TIA 492CAAB (OS2)<sup>3</sup></b>	1310 1550	1.0 1.0	N/A N/A	N/A N/A
<b>Single-mode Outside Plant TIA 492CAAA (OS1) TIA 492CAAB (OS2)<sup>3</sup></b>	1310 1550	0.5 0.5	N/A N/A	N/A N/A

## Maximális kötési csillapítás és reflexió: [ANSI/TIA-568-C.3](#)

### 5.3 Optical fiber splice

Optical fiber splices, fusion or mechanical, shall not exceed a maximum optical insertion loss of 0.3 dB when measured in accordance with ANSI/EIA/TIA-455-34-A, Method A (factory testing) or ANSI/TIA-455-78-B (field testing).

Optical fiber splices, fusion or mechanical, shall have a minimum return loss of 20 dB for multimode, 26 dB for single-mode and 55 dB for single-mode broadband analog video (CATV), when measured in accordance with TIA/EIA-455-107-A.

## Maximális csatlakozási csillapítás és reflexió: [ANSI/TIA-568-C.3](#)

### A.4.2 Attenuation

- Requirement: maximum insertion loss of 0.75 dB.

### A.4.3 Return loss

- Requirement: 20 dB minimum for multimode fiber, 26 dB minimum for single-mode fiber, 55 dB minimum for single-mode broadband analog video (CATV) applications.
- For all annex A requirements, the minimum single-mode return loss for broadband analog video (CATV) applications is 55 dB.

## Maximális kötési csillapítás és reflexió

## Maximális csatlakozási csillapítás és reflexió: [ISO/IEC 11801](#)

	Mated pair transmission performance			
d)	Maximum insertion loss <sup>b, c</sup> dB	Other	0,75	IEC 61300-3-34
		Splice	0,3	IEC 61073-1
	Minimum return loss dB	Multimode	20	IEC 61300-3-6
		Single-mode	35	




Maximális kötési csillapítás és reflexió

Maximális csatlakozási csillapítás és reflexió: [EN 50173-1](#)

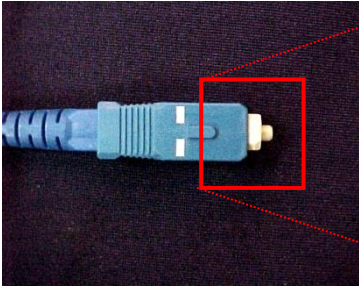
**Tableau 54 -- Caractéristiques mécaniques et optiques du matériel de connexion pour fibres optiques**

	Caractéristique		Prescription	Référence
a)	Caractéristiques de performances optiques			
	Atténuation maximale	connecteurs	0,5 dB pour 95% des raccordements 0,75 dB pour 100 % des raccordements	EN 61300-3-34
		épissure	0,3 dB	EN 61073-1
	Atténuation de réflexion minimal	multimodale	20 dB	Méthode A de EN 61300-3-6:1997
		unimodale	35 dB	Méthode A ou B de EN 61300-3-6:1997

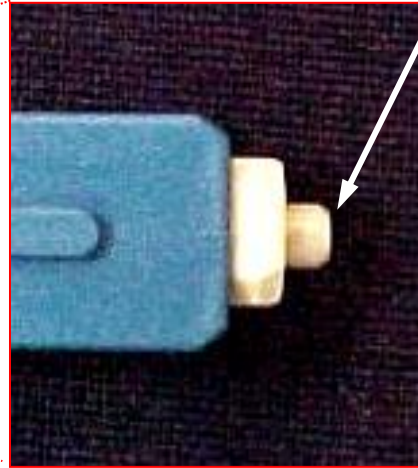
# Telepítési szabványok Összefoglalás

	 CLC	 ISO/IEC	 ANSI/TIA
<b>General Requirements</b>	EN 50173-1	11801-1 (11801)	568-0.D, 2.D, 3.D, 4.D
<b>Office Premises</b>	EN 50173-2	11801-2 (11801)	568-1.D
<b>Industrial Premises</b>	EN 50173-3	11801-3 (24702)	1005-B
<b>Homes</b>	EN 50173-4	11801-4 (15018)	570-D
<b>Data Centres</b>	EN 50173-5	11801-5 (24764)	942-B
<b>Distributed Building Services</b>	EN 50173-6	11801-6	862-B

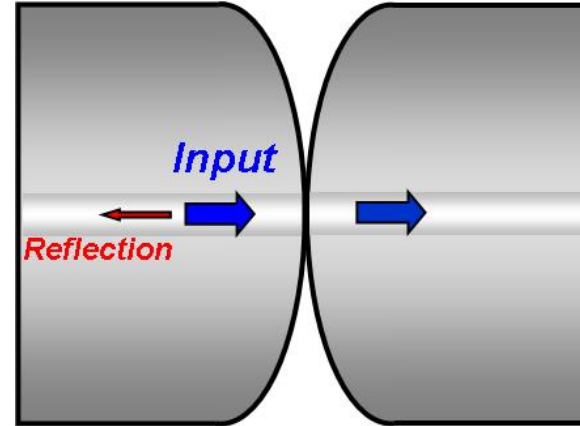
### Ultra-Polished Connector



Tipikusan  
RL = -55 dB

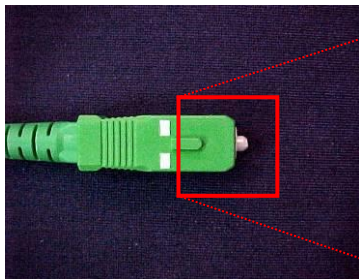


A ferrule konvex csiszolású

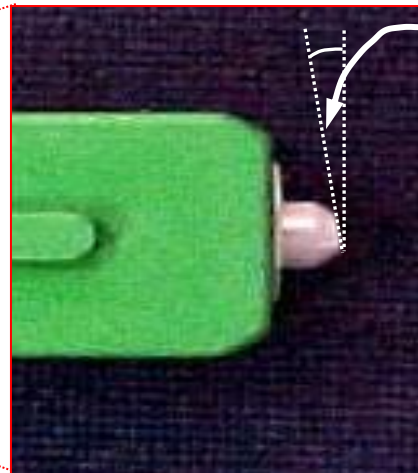


Analóg videón kívül bárhol  
alkalmazható

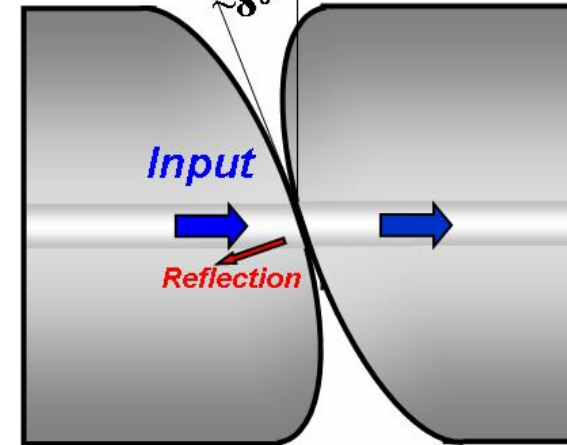
### Angle-Polished Connector




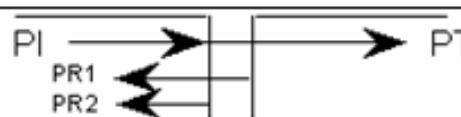

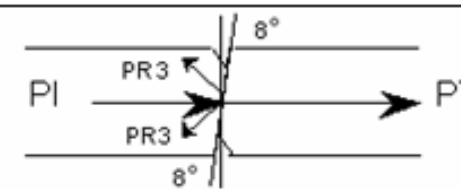
Tipikusan  
RL = -65 dB



A ferrule  $8^\circ$  ferde csiszolású



Nagyszintű RF analóg video  
jelátvitelhez ideális

	Insertion Loss	Reflectance	
Fiber To The Air		-14dB	
Non-Contact	< 1 dB	-12 dB	
Physical Contact (PC) Super PC (SPC) Ultra PC (UPC)	< 0.7 dB < 0.5 dB < 0.5 dB	< -30 < -40 < -50	
Physical Contact 8° APC	< 0.5 dB	< -60	

PI: Incident Power  
PT: Transmitted Power  
PR: Reflected Power

PR1: Reflected power from the first face  
PR2: Reflected power from the second face  
PR3: Tiny scattering issues from the imperfections of the surface

# 1.

**számú hibajelenség az optikai hálózatoknál  
a csatlakozókkal hozható összefüggésbe**

**Összesen a hibák**

# 75%

*- NTT-Advanced Technology Research, 2010*



IPC, IEC és egyéni  
küszöbértékek alapján  
történő minősítés

# Mérési kihívások Csatlakozóvizsgálat



# Csatlakozóvizsgálat

### OTDR (Optical Time-Domain Reflectometer)

- Optikai hálózat installálás
- Azonnali hibahely behatárolás
- Megelőző fenntartás, karbantartás
- Kritikus szakaszok monitorozása (RFTS)
- Komplet optikai hálózat adatbázis

### Előnyei

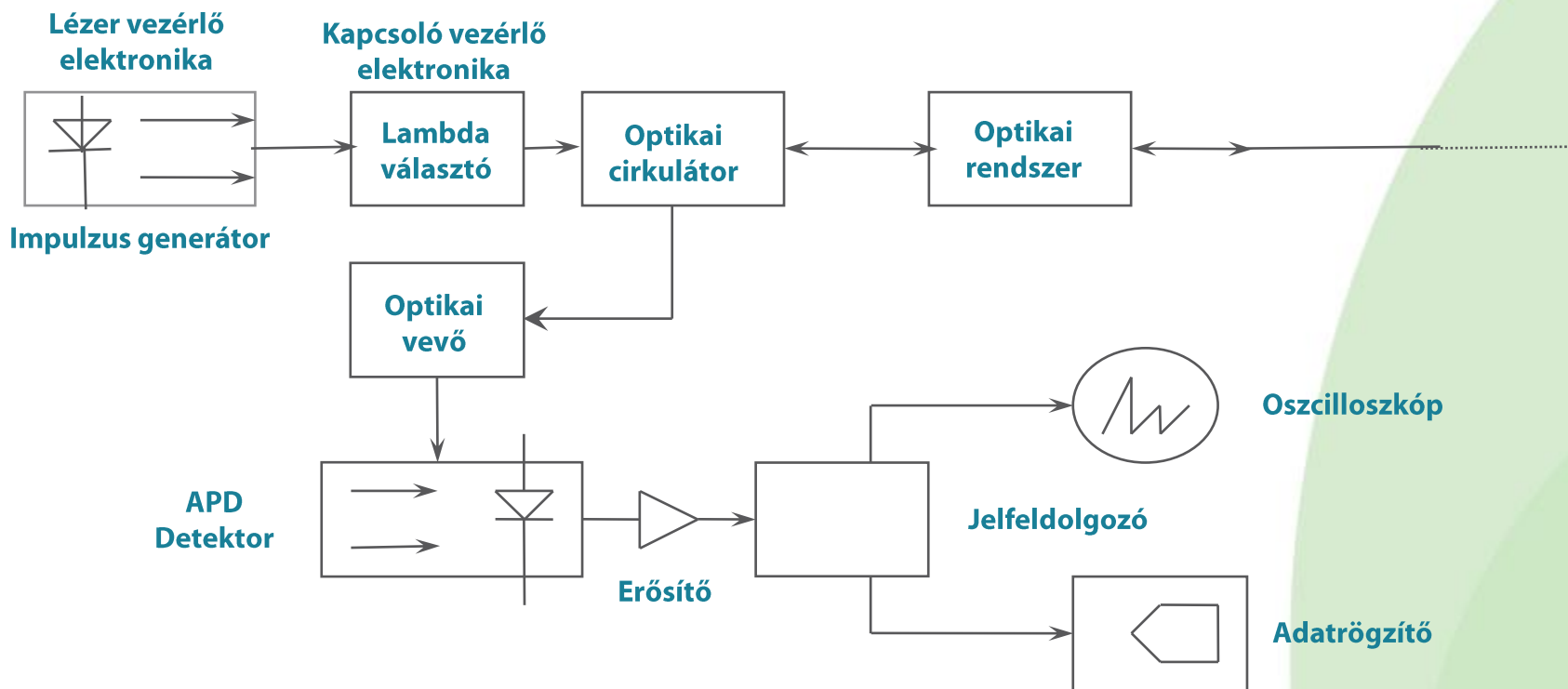
- Egy oldalas mérés
- Végtől-végig láthatjuk a szál állapotát

**Fresnel Reflexió** törésmutató változások miatt az események, kötések, csatlakozók, szál hibák, stb. nagy visszaverődést (reflexiót) eredményeznek

**Rayleigh Backscatter** vagy szóródás, az optikai szakasz minden egyes pontjáról verődik vissza fény a szennyeződések miatt

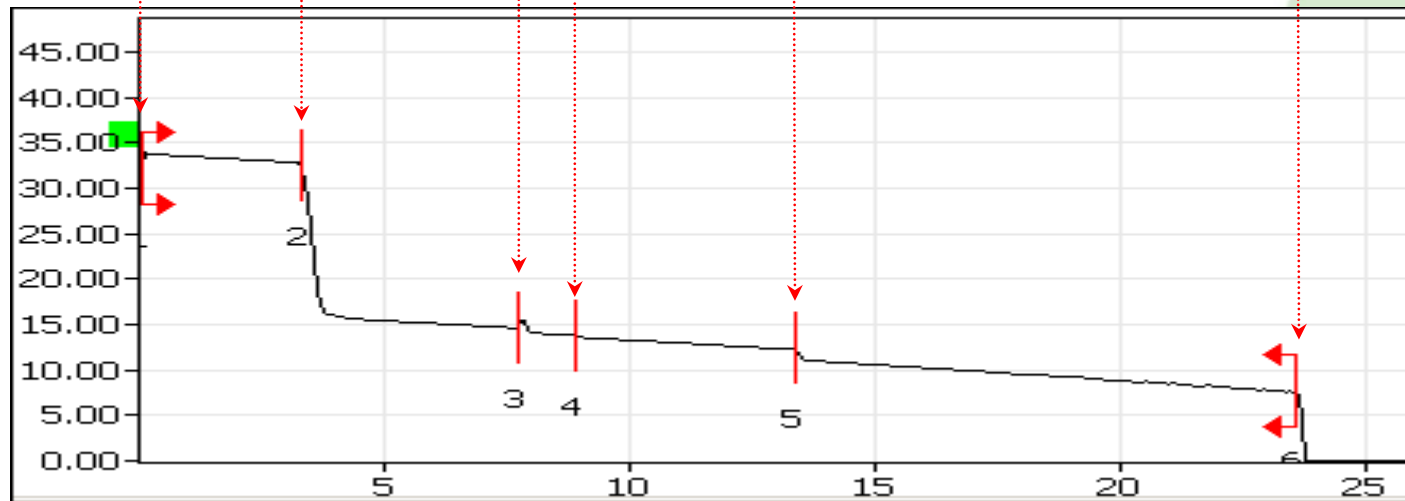
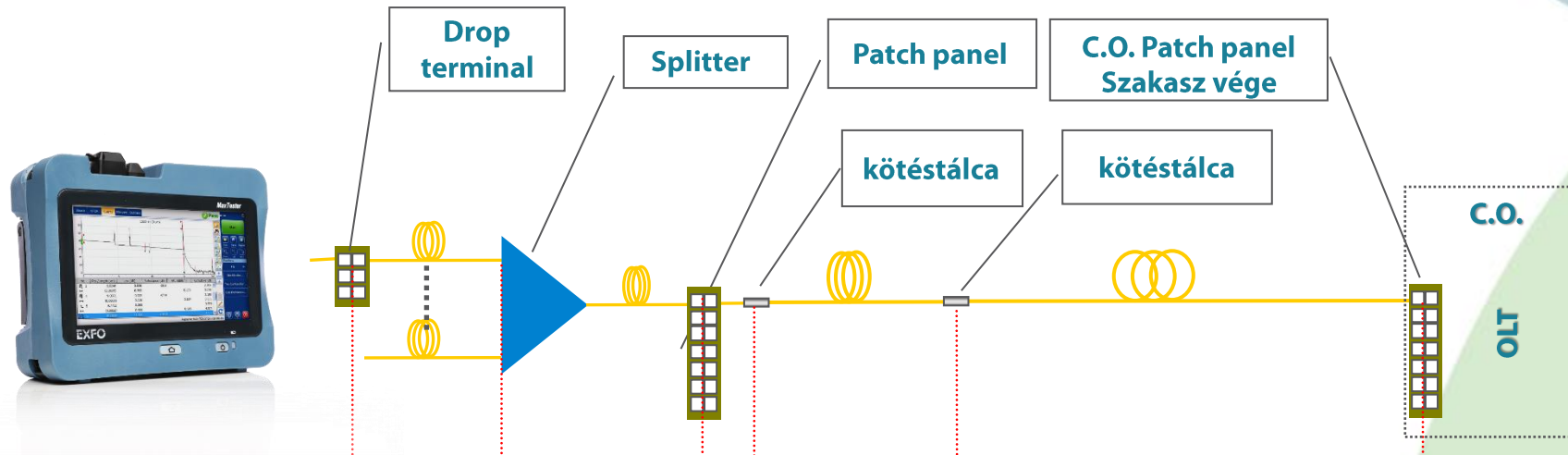


### Impulzus generálás / Lézer / Elosztás / Cirkulálás / Detektálás / Erősítés / Megjelenítés



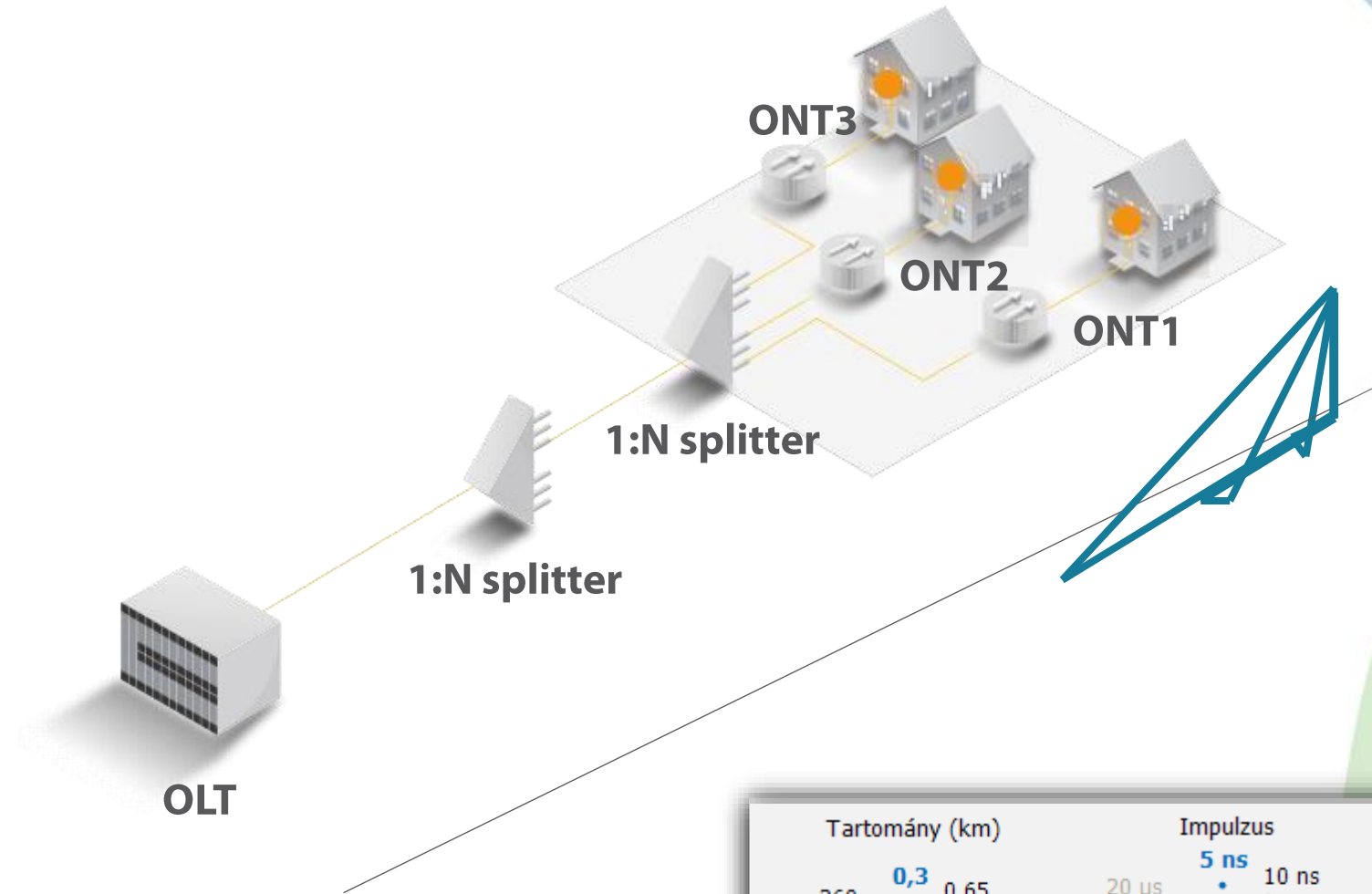
**Dinamikatartomány**  
**Impulzusszélesség**  
**Holtzóna**  
**Mintavételezési felbontás**  
**Csillapítás felbontás**

# Mérések optikai hálózatokon OTDR



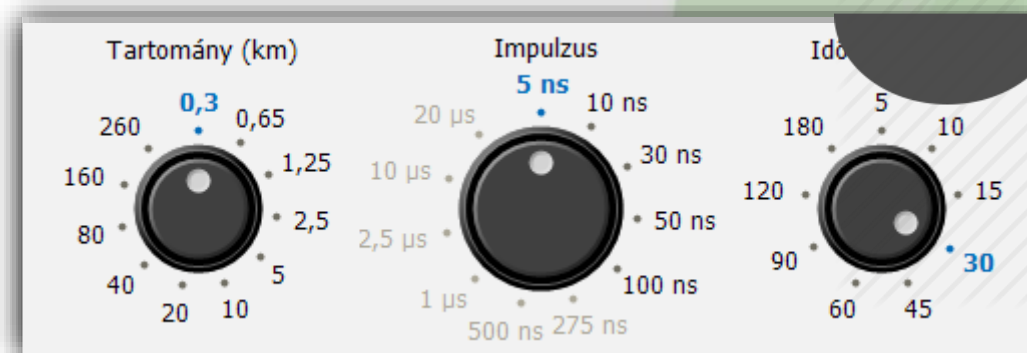
# Mérések optikai hálózatokon

## OTDR

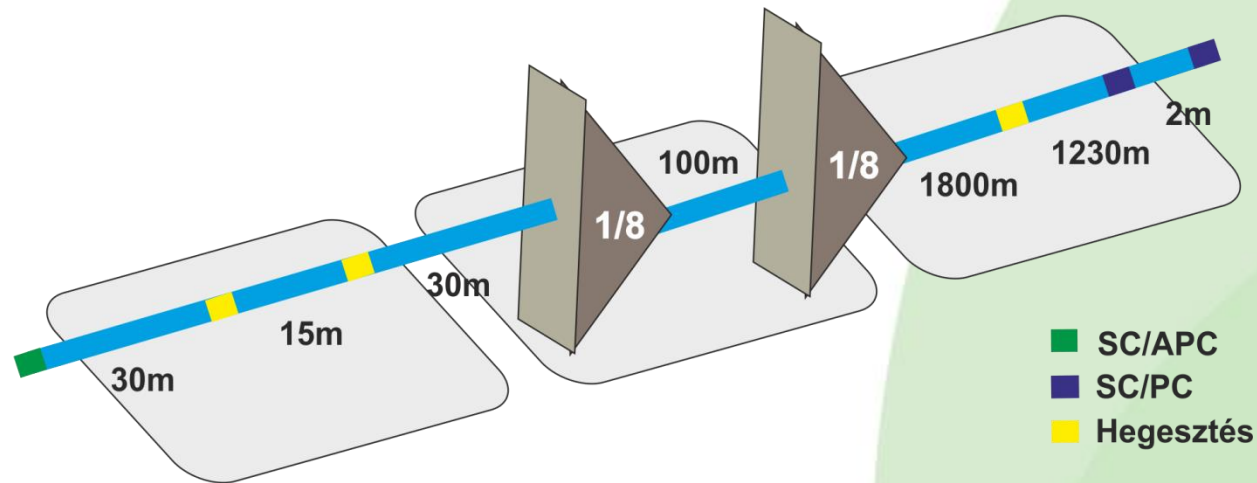


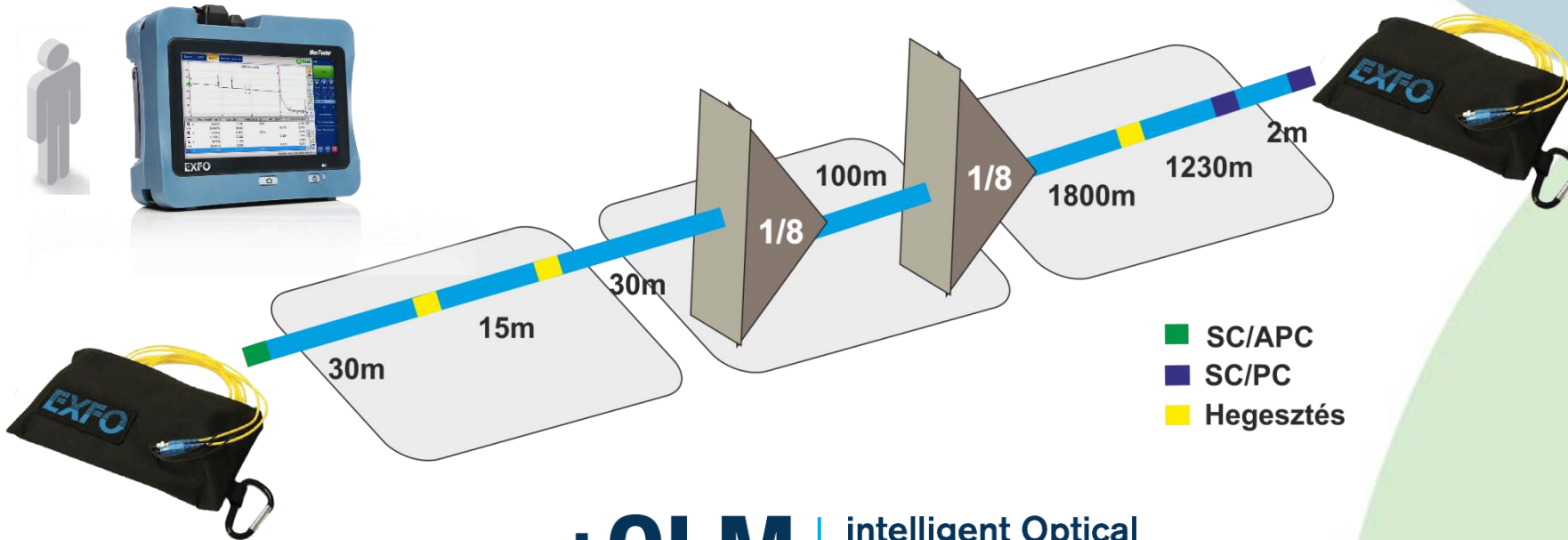
**Impulzuszélesség**

**Holtzóna**



# OTDR-es mérés

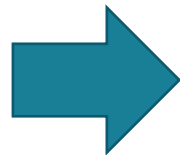




## iOLM | intelligent Optical Link Mapper

### iOLM koncepció

Több, eltérő paraméter beállításokkal OTDR mérés elvégzése



Görbék kiértékelése



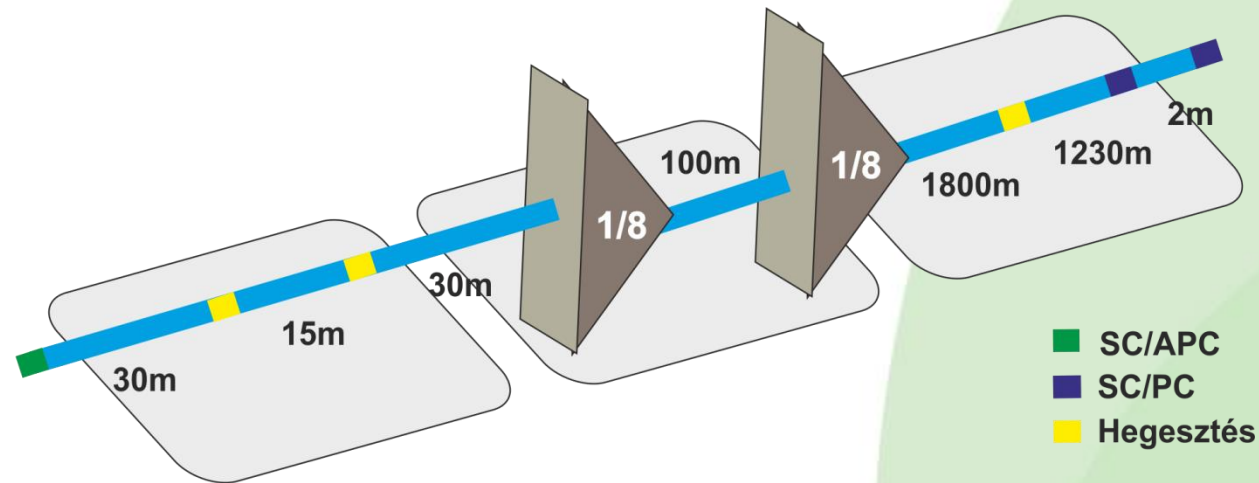
Eredmények összegzése



Link blokkdiagramos ábrázolása az egyes eseményekkel és minősítésükkel



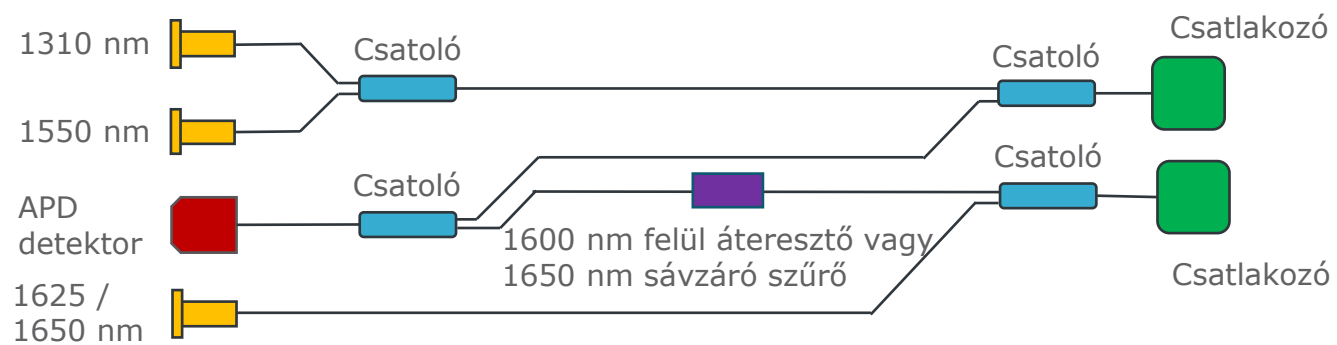
# iOLM-es mérés



## Szolgáltatás- vagy üzem közbeni OTDR mérés

1650 nm (vagy 1625 nm) OTDR mérés

nem interferál egyéb hullámhosszakkal



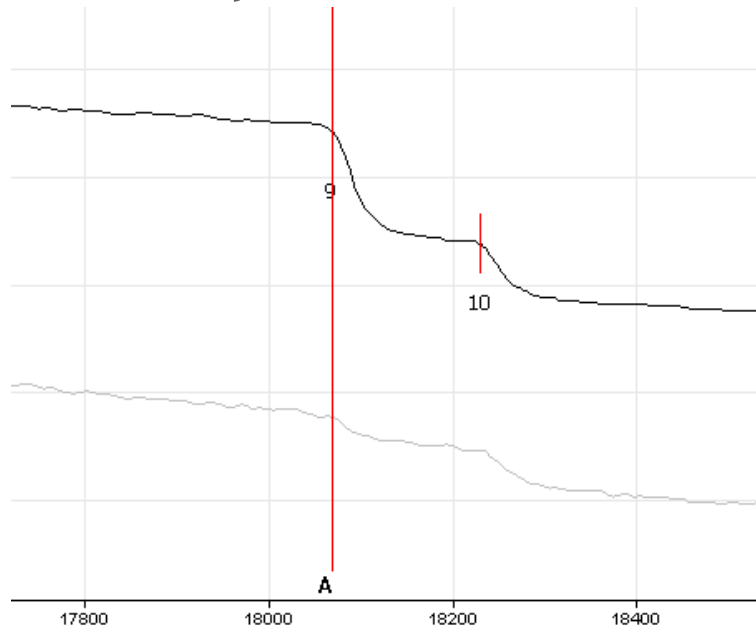
1310/1550 nm  
OTDR port

1625/1650 nm szűrt  
OTDR port

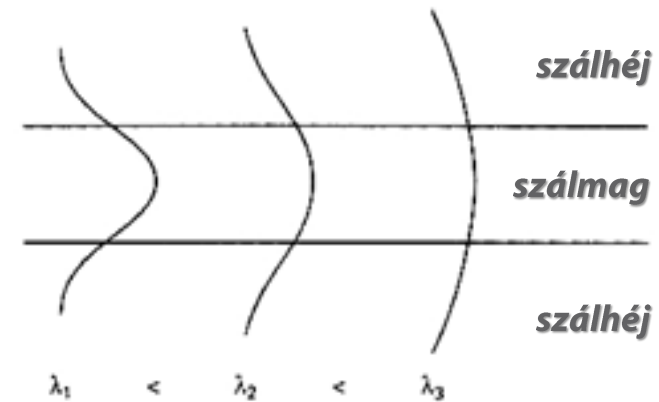


## Makro hajlítás:

- Ha figyelmen kívül hagyták a kábel hajlítási sugarát (G.652-es szál esetén).
- Nagyobb hullámhosszak inkább a mag-héj határán haladnak, ezért ezek érzékenyebbek a hajlításokra.



A hullámhossz növelésével az optikai mező egyre inkább benyúlik a szál héjába:



(a) Variation with wavelength of power distribution in a fibre

A módszer, amivel a makrohajlítás megtalálható: mérjük több hullámhosszon, ha a csillapítás a nagyobb hullámhosszon nagyobb, valószínű, hogy makro hajlítás.

# Makrohajlítás mérése

# Visszhang jelenség értelmezése



## OTDR Portfolió

**EXFO**

Egyedülálló OTDR megoldások bármilyen optikai alkalmazáshoz – LAN hálózattól a Gerinc szakaszokig, az egyszerűtől a részletes eredményig.



### MaxTester kompat



Hatékony  
eredmény-  
kiértékelés,  
tabletszerű  
design

### FTB-1v2/Pro 1 SLOT 2 SLOTS



Gyors,  
hatékony mérések  
kompromisszumok  
nélkül

### FTB-2/Pro 2 SLOTS



Alkalmazási  
területtől  
független  
használat

### FTB-4 Pro 4 SLOTS



Határtalan  
tesztelési  
lehetőségek,  
komplett  
szálkarakterizálás

LAN/WAN/ACCESS  
KTV  
ADATKÖZPONT  
PRIVÁT/VÁLLALATI

FTTx  
PON  
MDU

CWDM  
METRO/VÁROSI  
DWDM  
CORE/GERINC

#### MAX-715B



Konfigurációk [nm]:  
1 port: 1310/1550  
1 port: 1310/1550/1625  
2 port: 1310/1550 és 1625 szűrő

#### MAX-720C



Konfigurációk [nm]:  
2 port: 850/1300 és 1310/1550  
1 port: 1310/1550  
2 port: 1310/1550 és 1625 szűrő

#### MAX-730C



Konfigurációk [nm]:  
1 port: 1310/1550  
1 port: 1310/1550/1625  
2 port: 1310/1550 és 1625 szűrő  
2 port: 1310/1550 és 1650 szűrő  
1 port: 1625 szűrő  
1 port: 1650 szűrő

#### FTBx-720C



Konfigurációk [nm]:  
2 port: 850/1300 és 1310/1550  
1 port: 1310/1550  
2 port: 1310/1550 és 1625 szűrő

#### FTBx-730C



Konfigurációk [nm]:  
1 port: 1310/1550  
1 port: 1310/1550/1625  
2 port: 1310/1550 és 1625 szűrő  
2 port: 1310/1550 és 1650 szűrő  
1 port: 1625 szűrő  
1 port: 1650 szűrő

#### FTBx-735C



Konfigurációk [nm]:  
1 port: 1310/1550  
1 port: 1310/1550/1625  
1 port: 1310/1490/1550  
2 port: 1310/1550 és 1625 szűrő

#### FTBx-740C



Konfigurációk [nm]:  
1 port: CWDM: 1270–1610 nm  
1 port: DWDM 1528–1563 nm

#### FTBx-750C



Konfigurációk [nm]:  
1 port: 1310/1550  
1 port: 1310/1550/1625

#### FTBx-720C



Konfigurációk [nm]:  
2 port: 850/1300 és 1310/1550  
1 port: 1310/1550  
2 port: 1310/1550 és 1625 szűrő

#### FTBx-730C



Konfigurációk [nm]:  
1 port: 1310/1550  
1 port: 1310/1550/1625  
2 port: 1310/1550 és 1625 szűrő  
2 port: 1310/1550 és 1650 szűrő  
1 port: 1625 szűrő  
1 port: 1650 szűrő

#### FTBx-735C



Konfigurációk [nm]:  
1 port: 1310/1550  
1 port: 1310/1550/1625  
1 port: 1310/1490/1550  
2 port: 1310/1550 és 1625 szűrő

#### FTBx-740C



Konfigurációk [nm]:  
1 port: CWDM: 1270–1610 nm  
1 port: DWDM 1528–1563 nm

#### FTBx-750C



Konfigurációk [nm]:  
1 port: 1310/1550  
1 port: 1310/1550/1625

#### FTBx-720C



Konfigurációk [nm]:  
2 port: 850/1300 és 1310/1550  
1 port: 1310/1550  
2 port: 1310/1550 és 1625 szűrő

#### FTBx-730C



Konfigurációk [nm]:  
1 port: 1310/1550  
1 port: 1310/1550/1625  
2 port: 1310/1550 és 1625 szűrő  
2 port: 1310/1550 és 1650 szűrő  
1 port: 1625 szűrő  
1 port: 1650 szűrő

#### FTBx-735C



Konfigurációk [nm]:  
1 port: 1310/1550  
1 port: 1310/1550/1625  
1 port: 1310/1490/1550  
2 port: 1310/1550 és 1625 szűrő

#### FTBx-740C



Konfigurációk [nm]:  
1 port: CWDM: 1270–1610 nm  
1 port: DWDM 1528–1563 nm

#### FTBx-750C



Konfigurációk [nm]:  
1 port: 1310/1550  
1 port: 1310/1550/1625

DINAMIKA-  
TARTOMÁNY

Hullámhossz	MAX-715B	MAX-720C	MAX-730C	FTBx-720C	FTBx-730C	FTBx-735C	FTBx-740C	FTBx-750C	Hullámhossz
850 nm		27 dB		27 dB					850 nm
1300 nm		29 dB		29 dB					1300 nm
1310 nm	30 dB	36 dB	39 dB	36 dB	39 dB	42 dB		46 dB	1310 nm
1383 nm									1383 nm
1490 nm						41 dB			1490 nm
1550 nm	28 dB	35 dB	38 dB	35 dB	38 dB	41 dB	46 dB		1550 nm
1625 nm	28 dB	35 dB	39 dB	35 dB	39 dB	41 dB	45 dB		1625 nm
1650 nm			39 dB		39 dB				1650 nm
CWDM 1270–1610 nm							> 37 dB		CWDM 1270–1610 nm
DWDM 1528–1563 nm							40 dB		DWDM 1528–1563 nm



## Furukawa FITEL S179 optikai szálhegesztő

Új generációs, szálmagra illesztő optikai szálkötő gép



### Amikor minden másodperc számít

A FITEL S179 kézi, szálmagra pozicionáló optikai szálhegesztő megbízható működést, gyors és kis csillapítású hegesztést garantál még a legkedvezőtlenebb körülmények között is, legyen az bármilyen alkalmazás.

**Egy alsó és három felső nagy fényerejű LED segíti a gyengén megvilágított környezetben történő munkavégzést érintőkijelzővel**

- Munkakörnyezet teljes megvilágítása
- Állítható fényerő
- Kikapcsolható alsó és felső LED-ek

### Sokrétű adatkommunikációs lehetőség

- Wi-Fi kapcsolódási lehetőség mobil alkalmazás kényelmi funkcióinak eléréséhez és a szálhegesztő vezérléséhez
- NFC (Near Field Communication) biztonsági funkció a hegesztő bekapcsolásához
- USB port a szálhegesztő szoftverének frissítéséhez és számítógépes vezérléshez

**Egyszerű, könnyen áttekinthető felhasználói felület kikapcsolható, nagy felbontású, színes érintőkijelzővel**

- 4,3" (~11 cm) képernyőátmérő
- Kikapcsolható érintőkijelző
- Legfontosabb beállítások előhívása egyetlen érintéssel

**A nagyobb szögben nyitható fedél és a döntött munkatér egyszerűbb szálbehelyezést tesz lehetővé**

- Egyszerűbb hozzáférés a megnyitott munkatérhez
- Döntött munkafelület a jobb rálátáshoz
- Fedelek ergonomikus kialakítása az egyszerűbb nyitáshoz és záráshoz
- SOC (Splice on Connector) csatlakozók hegesztésének lehetősége



**Fitel Smart App mobil alkalmazás a hegesztő vezérléséhez és hegesztési adatok menedzmentjéhez**

- Teljes értékű vezérlés mobiltelefonon keresztül
- Hegesztési adatok exportja és küldése
- Szálképek exportja és küldése

6  
másodperces  
hegesztés

9  
másodperces  
zsugorítás

200  
hegesztési cik-  
lus 1 töltéssel

300  
hegesztési  
program

100  
zsugorító  
program

**FITEL**  
FUSION SPLICERS



**FURUKAWA**  
ELECTRIC GROUP

### A szélsőséges körülményekre specializálódott S179



**Porálló**  
IPX5 fokozat szerint



**Nedvesség-, és esőálló**  
IPX2 fokozat szerint



**Leejtés ellen védett**  
76 cm-ről, 5 különböző irányú leesés ellen



**Ütésálló**  
2 Joule energiával szemben

**Furukawa FITEL WBT-02 táská praktikus kiegészítő oszlopos munkához**

### Főbb jellemzői

- belső lemez a könnyebb munkavégzéshez
- hevederes kialakítás a testhez rögzítéshez
- szemescsavar a hegesztő táskához való rögzítéséhez
- gyöngyvászon anyagból





equicom  
ICT MÉRÉSTECHNIKA



Köszönöm a figyelmet!

**Horváth Róbert**

| cégvezető |

| +36 20 932 6179 |

| [horvath.robert@equicom.hu](mailto:horvath.robert@equicom.hu) |

**EQUICOM Méréstechnikai Kft.** |  
H-1162 Budapest, Mátyás király u. 12. |  
T.: +36 1 272 1234 |  
F.: +36 1 272 1232 |  
[www.equicom.hu](http://www.equicom.hu) |