

Măsurători rețele de fibră optică

Ghid al celor mai bune practici

AFOR 101 201-1: Mai 2013

1. Introducere

Rețelele pasive de fibra optica se măsoară după instalare de către constructorul de rețea. Rezultatele măsurătorilor sunt documentate corespunzător și înmânate beneficiarului.

1.1. Scopul documentului

Documentul prezent prezintă structura măsurătorilor optice ce trebuie efectuate asupra rețelelor pasive de fibra optica și se constituie ca și baza în ceea ce privește calitatea rețelelor de fibra optica din România.

Documentul își propune să armonizeze cele mai noi concepte de măsurători optice și va fi actualizat ori de câte ori va fi nevoie (evoluția standardelor internaționale de măsură, ajustări valori limita, etc.).

1.2. Valori limita

Valorile limita sunt valori maxime, care nu sunt admise a fi depășite.

1.3. Limitări

Prezentul document se referă la rețele de fibra optica noi instalate. În cazul în care o rețea de fibra optica are în componența elemente/ tronsoane (de cablu optic) vechi unde nu există protocoale de măsură, se va proceda la măsurarea tuturor celor 3 parametri principali ai fibrei optice (atenuare, CD, PMD).

Documentul se bazează pe standarde internaționale în vigoare liber accesibile și nu este obiectul unei proprietăți individuale. AFOR nu își asumă răspunderea pentru aplicarea incorectă, neconformă, în totalitate sau în parte a conținutului documentului și nu poate fi făcută responsabilă în mod direct, indirect sau implicit de orice fel de daune și/ sau pierderi.

Măsurători speciale suplimentare, care pot fi solicitate conform unor proiecte speciale, nu sunt obiect al acestui document. În acest caz este nevoie de o analiză suplimentară, care poate fi oferită la cerere de către AFOR.

Acest document se referă numai la rețele de fibra optica de timp monomod (singlemode) conform ITU-T G.652 ori ITU-T G.657.

Prezentul document nu se referă la rețele de acces de tip FTTx, acest tip de rețele de acces va face obiectul unui alt document.

1.4. Prescurtări și terminologie

Pentru a asigura uniformitatea termenilor folosiți în acest document cu cei folosiți în standarde internaționale (îndeosebi IEC și ITU-T) se păstrează prescurtarea în limba engleză, specificând în paranteză și varianta în limba Română, acolo unde este cazul.

VERSIUNEA ENGLEZA	DESCRIEREA TERMENULUI	DESCRIEREA ÎN LIMBA ROMÂNĂ	VERSIUNEA FOLOSITA ÎN ACEST DOCUMENT
APC	Angled Physical Contact	Contact fizic cu un unghi inclinat, de regula la 8 grade	APC
CD	Chromatic Dispersion	Dispersia Cromatică	CD
CO	Central Office	Punct central de administrare a rețelei de transmisiuni	CO
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplexing	Multiplexare prin diviziunea densă a lungimii de undă	DWDM
OTDR	Optical Time Domain Reflectometer	Reflectometru optic în domeniul timp	OTDR
PC	Physical contact	Contact fizic cu un unghi drept	PC
PMD	Polarization Mode Dispersion	Dispersia modului de polarizare	PMD
DGD	Differential Group	Grup diferențial	DGD
Closure, Enclosure		Element de protecție exterioră a joncțiunilor de fibre optice pentru două sau mai multe cabluri optice. Joncțiunea se realizează prin sudură tip fuziune prin arc electric sau îmbinare mecanică	Cutie de joncțiune (*)
Optical connector	Conector optic	Element de contact între două sau mai multe fibre realizat prin alinierea a două ferule optice	Conector
Last mile – ultimul segment de rețea dedicat conectării unui client în cazul în care între acesta și CO există un nod de rețea			
Nod de rețea – punct intermediar de distribuție a circuitelor pasive către clienți, constituindu-se într-un cabinet de stradă, cutie de joncțiune			

Nota (*) cunoscut și sub numele de manșon de joncțiune

1.5. Documente referință

- [1] IEC 61280-4-2, Ed1.0/ 1999 Fibre optic communication subsystem basic test procedures – Part 4-2: Fibre optic cable plant - Single-mode fibre optic cable plant attenuation
- [2] IEC 60793-1-48, Ed2.0/2007 Optical fibres - Part 1-48: Measurement methods and test procedures - Polarization mode dispersion
- [3] IEC 60793-1-42, Ed.3.0/2013 Optical fibres - Part 1-42: Measurement methods and test procedures - Chromatic dispersion
- [4] ITU-T G.652, 11/2009 Characteristics of a single-mode fibre and cable
- [5] ITU-T G.655, 11/2009 Characteristics of a non-zero dispersion-shifted single-mode optical fibre and cable
- [6] ITU-T G.657, 10/2012 Characteristics of a bending-loss insensitive single-mode optical fibre and cable for the access network
- [7] ISO/ IEC 17025, Ed.2.0 05/2005 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories
- [8] IEC 61281-1, Ed.1.0/ 1999 Fibre optic communication subsystems – Generic specification
- [9] IEC 60794-3, Ed.3.0, 09/ 2001 Optical fibre cables - Part 3: Sectional specification - Outdoor cables
- [10] IEC 61300-3-6, Ed.3.0, 06/ 2008 Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures, Part 3-6: Examinations and measurements – Return Loss

2. Clasificare rețele pasive de fibra optica

Tip rețea pasiva fibra optica	Lungime tipica	Exemple	Observații
Acces	1-5km	Legătura dedicata client direct din CO, legătura de tip last mile între client și un nod de rețea (*)	Rețelele tip FTTH se încadrează în aceeași categorie, însă sunt tratate separat
Regional	5-20km	Legături între CO în același oraș/ zona	Rețeaua regională include rețele de tip metropolitan specifică marilor orașe
Distanța	20-100km	Legături între CO din orașe/ zone diferite	Legături optice directe fără regenerare opto-electrică
Speciale	-	Legături între CO și puncte de distribuție	Corespund numai proiectelor de client speciale

2.1. Tipuri de fibra optica

În general sunt utilizate fibre optice de tip ITU-T G.652D pentru cabluri optice de exterior și de interior. Acestea permit folosirea integrală a spectrului 1280nm până dincolo de 1625nm, ținând cont de profilul de atenuare optică al fibrei.

În general, în ultimul timp există tendința de introducere a fibrelor tip 'low-bend' (cu raza mică de curbura) pentru aplicațiile de interior, în special ITU-T G.657A 1 (10mm raza de curbura) și ITU-T G.657A 2 (7.5mm raza de curbura), cu avantaje evidente (cabluri optice de interior mai flexibile, cu un diametru redus, care permit administrarea și stocarea acestora în spații mai mici, etc). Fibrele 'low-bend' tip A au aceleași caracteristici optice ca și fibrele G.652D și sunt perfect compatibile cu acestea în punctele de joncțiune (sudura tip fusion și conectori).

Specificațiile cablurilor de exterior și interior sunt subiectul altor documente.

Important:

- Componentele optice pasive (fibre, cabluri, conectori, mufe, etc.) de proveniență incertă produc mari probleme la instalare și măsurare. Este recomandat să se folosească numai componente optice pasive fabricate de firme care implementează în procesul de producție condițiile de realizare a calității conform standardelor internaționale, evitându-se astfel costuri majore și penalități de întârziere. În acest sens recomandăm ferm următorii fabricanți de:
 - o Fibra optica: Acome, Alcatel, Corning, Draka, Fujikura, Furukawa, Nexans, OFS, Optomagic, Prysmian, Samsung, Sumitomo, Silitec.
 - o Conectori optici: Diamond, Huber+Suhner, Reichle & De Massari, Tyco, Senko, Seikoh-Giken,
 - o Cabluri optice: Alcatel, Corning, Draka, Dätwyler, Huber+Suhner, Nexans, Prysmian, Samsung, Leoni

3. Măsurători optice

Funcție de tipul rețelei pasive de fibra optica, vor fi realizate următoarele măsurători optice:

Tip rețea fibra optica	Atenuare la 1550nm (*)			PMD (1550nm)	CD (1550nm)	Observații
	Metoda emițător- receptor'	OTDR				
		Unidirecțional	Bidirecțional			
Parametrul (ce se măsoară)	1)Atenuare totala A-B [dB]	1) Atenuare totala [dB] 2) Atenuare sudura optica [dB] 3) Atenuare de reflexie conector optic/ Return Loss (RL) [dB]	1) Atenuare totala pe sens [dB] 2) Atenuare totala medie [dB] 3)Atenuarea media a sudurii optice [dB] 4) Atenuare de inserție a conectorului optic/ Insertion Loss (IL) [dB] 5) Atenuare de reflexie a conector optic/ Return Loss (RL) [dB]	1)PMD Total [ps] 2)PMD- coeficient [ps/km ^{1/2}]	1) CD-coeff. [ps/nm*km]	- Se măsoară întotdeauna fiecare fibra optica E2E - RL conector se măsoară de obicei unidirecțional cu OTDR
Acces	X	X	-	-	-	-
Regional	X	-	X	(X)	(X)	-
Distanța	X	-	X	(X)	(X)	
Speciale	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	Definite conform proiect client

(X): Măsurători la cerere

In ceea ce privește CD și PMD se recomandă realizarea măsurătorii acestor parametri la instalare pentru asigurarea exploatarea rețelei în întregul spectru optic.

Observații:

Este recomandată măsurarea atenuării prin metoda 'emițător- receptor'. Atenuarea totală cu titlu de estimare se măsoară cu ajutorul OTDR.

In acest document sunt menționate distinct ambele metode. Metoda 'emițător – receptor' fiind recomandată pentru că permite identificarea fibrelor.

Nota: (*) Măsurătoare la alte lungimi de undă se poate realiza la cerere. Măsurătoarea standard fiind cea în 1550nm

3.1. Precauții

Înainte de a efectua instalarea rețelelor optice și de a realiza măsurători optice este recomandat să se asigure:

- 1) Normele de siguranță și securitatea muncii sunt înțelese și aplicate. Răspunderea revine integral constructorului de rețea optică care instalează și realizează măsurători optice.
- 2) Aparatele de măsură sunt calibrate conform specificațiilor de producător și la intervalele de timp specificate în manualul de utilizare a aparatelor
- 3) Conectorii optici sunt curățați corespunzător.

4. Valori limita

Valorile limita sunt valori maxime conform standardelor ITU-T și nu pot fi depășite. Se utilizează în faza de măsurare a rețelei optice. Măsurătorile sunt realizate de către constructorul de rețea. Dacă valorile limita sunt depășite, se identifică cauza și se aplică măsurile definite în capitolul 9.

Atenuarea totală se estimează după regula următoare:

$$A_{Plan} = \alpha \cdot l + n \cdot A_{Sud} + m \cdot A_{Conector}$$

l Lungime totală în km

n Număr de joncțiuni optice

m Număr conectori (sunt de fapt joncțiuni tip conector, deci 2 conectori optici conectați)

Estimarea valorii totale a atenuării este utilă în etapa de planificare a rețelei de fibră optică (se stabilește distanța totală fără regenerarea semnalului, se stabilește valoarea CD care trebuie compensată, limita benzii din cauza PMD, etc.). Aceasta estimare se realizează de către operatori.

4.1. Valori limita – atenuare

Atenuarea reprezintă diminuarea puterii (exprimată în dB) între capetele unui tronson de fibră optică (definiție conform IEC 61281-1).

Se folosesc de către constructorul de rețea (executant) la evaluarea parametrilor de fibră optică și de către operator în planificarea rețelei de fibră optică. Măsurătoarea se consideră făcută cu OTDR în mod bidirecțional și valorile prezentate sunt mediate: $(AB+BA)/2$

criteriu	Parametru	Atenuare la 1550nm
Coeficient de atenuare fibră	α	≤ 0.25 dB/km
Joncțiunea prin arc electric între fibre același tip: G.652- G.652 sau G.657- G.657	A_{Sud}	≤ 0.10 dB/ Sudura
Joncțiunea prin arc electric între tipuri de fibre diferite G.652-G.657	A_{Sud}	≤ 0.15 dB/ Sudura
Conector optic tip APC sau PC (E2000, SC, LC, etc.)	$A_{Conector}$	≤ 0.5 dB/Conector

Nota 1: Joncționarea între fibre de tip monomod și multimod este interzisă.

Nota 2: Joncțiunea prin arc electric între tipuri de fibre diferite G.652-G.655 nu poate fi garantată sub 1dB

4.2. Atenuare de reflexie a conectorului optic

Se mai numește și RL (return loss) și corespunde unei joncțiuni tip conector (2 conectori optici aliniați într-un adaptor). Valoarea exactă a RL se poate măsura și unidirecțional cu ajutorul OTDR și este arătată explicit pe ecranul OTDR.

Atenuarea de reflexie a conectorului optic este raportul dintre puterea incidentă și puterea reflectată de către conector, exprimată în dB (definiție conform IEC 61300-3-6, Ed.3.0).

criteriu	Parametru	Valoare limita la 1550nm
Return Loss	RL	E2000 (APC), LC(APC) ≥ 55 dB FC/PC ≥ 35 dB

4.3. Valori limita - PMD

Dispersia Modulului de Polarizare (PMD) este valoarea medie a întârzierii de Grup Diferențial (DGD) într-un domeniu de lungimi de undă. DGD (Differential Group Delay) este întârzierea de timp între două moduri de polarizare fundamentale măsurată între capetele unui tronson de fibră optică la o anumită frecvență și la un anumit moment de timp. (definiție conform IEC 60794-3).

Criteriu	Parametru	Valoare limita la 1550nm
PMD	PMD _{Coeff} [ps/km ^{1/2}]	≤ 0.2 ps/km ^{1/2}
	PMD _{Total} [ps]	-

$$PMD_{Total} (Tronson E2E) 1550nm = PMD_{Coeff. 1550nm} \cdot l^{1/2}$$

l = Lungime rețea optică în km

4.4. Valori limita - CD

Dispersia cromatică este raportul variației timpului de propagare funcție de lungimea de undă (exprimat în general în [ps/nm]) între punctele finale ale unui tronson de fibră optică. (definiție conform IEC 61281-1).

Criteriu	Parametru	Valoare limita la 1550nm
Chromatic Dispersion Coeficient	CD _{Coeff.}	≤ 18 ps/(nm*km)

$$CD_{Total} = CD_{Coeff.} \cdot l$$

l = Lungime rețea optică în km

Valoarea totală a CD în cazul mai multor tronsoane optice este dată de:

$$CD_{Total} = CD_{Tronson 1} + CD_{Tronson 2} + \dots + CD_{Tronson „n”}$$

5. Măsurarea atenuării (Metoda 'emițător- receptor')

Referința care se utilizează în acest document este IEC 61280-4-2, Metoda 1b.

În cazul fibrei optice care provine de la fabricanți care nu pot garanta calitatea producției se remarcă abateri mari ale valorilor de atenuare al unei fibre. .

Se recomandă solicitarea realizarea testelor pre-instalare, de tip unidirecțional a atenuării și a lungimii.

Cablurile tip patchcord de măsură trebuie să aibă o lungime de 2-5m.

Înainte de a măsura se verifică vizual cablurile de măsură dacă nu prezintă urme de defect pe mantaua cablului, pe corpul conectorilor, etc. Conectorii optici se verifică cu ajutorul microscopului electronic.

Atenție: Nu se folosește microscop optic!

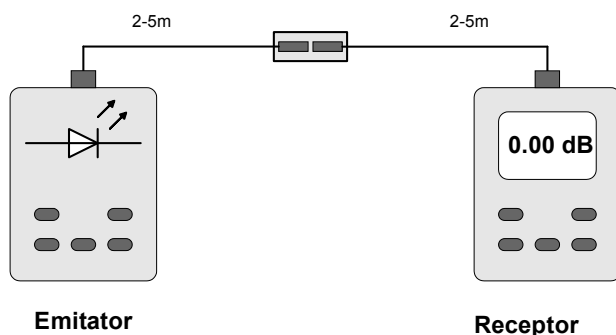
Funcționarea modului de măsură este descrisă în cartea tehnică a aparatului de măsură. Aparatele de măsură trebuie calibrate conform cărții tehnice într-un laborator acreditat conform IEC 17025.

Rezultatul acestei măsurători este atenuarea totală a tronsonului, ceea ce include următoarele componente:

- atenuarea fibrei optice
- atenuarea joncțiunilor
- atenuarea conectorilor optici situați de regulă la capetele circuitului optic
- atenuarea de tip macrobending a fibrei, cablului sau a elementelor de cablu (tuburi) – defect de fabricație sau instalare
- atenuarea de tip micorbending din fibra – defect de fabricație a fibrei

5.1. Etalonarea aparatului de măsură

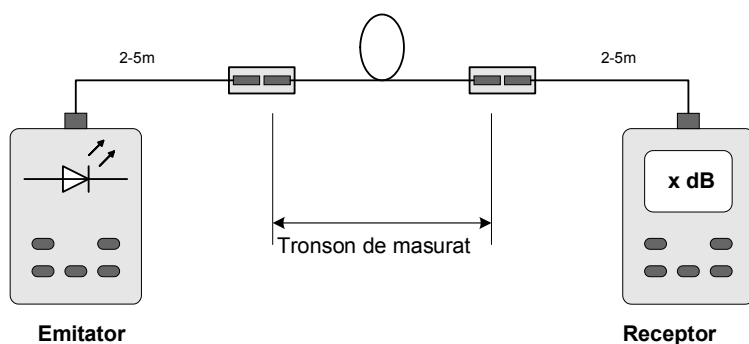
Înainte de a măsura aparatul de măsură se etalonează. Astfel valoarea indicată pe ecran va fi zero. Eroarea de măsură trebuie să fie mai mică de 0.1dB.



5.2. Măsurarea

Se curata conectorii si se verifica cu microscopul electronic.

Emițătorul si receptorul in prealabil etalonate la zero se conectează la capetele tronsonului de măsurat, care este prevăzut cu conectori optici. Trebuie avuta in vedere compatibilitatea intre conectorii optici



6. Măsurarea atenuării (Metoda OTDR)

Ca referința se utilizează IEC 61280-4-2, Metoda 2.

In comparație cu metoda de măsura descrisa la capitolul 5, aceasta metoda oferă informații exacte asupra componentelor individuale ale tronsonului de fibra optica.

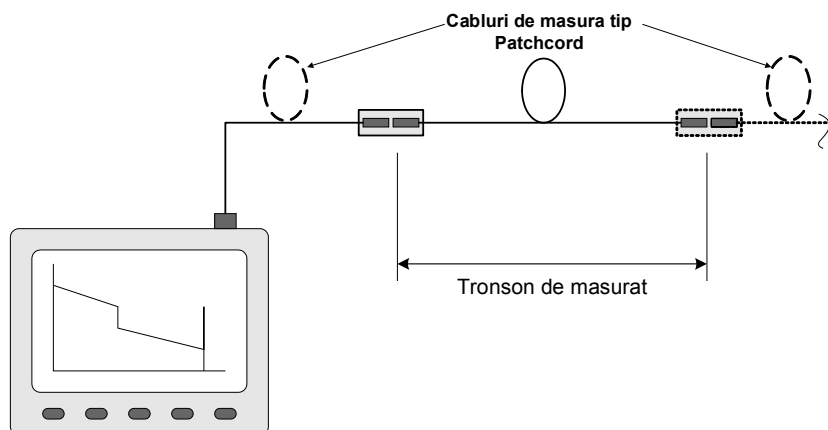
Cablurile de măsura tip Patchcord sunt necesare in cazul măsurării conectorilor optici situați la ambele capete ale tronsonului optic si se recomanda utilizarea bobinelor de lansare cu o lungime de min 300m.

Utilizarea aparatelor tip OTDR se realizează conform cărții tehnice a aparatelor.

Măsurarea cu ajutorul OTDR presupune un nivel suplimentar de cunoștințe din partea tehnicianului. Alegerea optima a pulsului de măsura este importanta si se realizează astfel incit măsurătoarea sa ofere toate informațiile relevante de pe lungimea tronsonului măsurat.

Indicele de refracție (Index of refraction - IOR) se poate seta manual sau automat. La măsurătoare este obligatorie specificarea IOR-ului si setarea OTDR-ului in mod corespunzător conform datelor tehnice de la producătorul fibrei optice, corelat cu lungimea de unda pe care se executa măsurătoarea.

6.1. Măsurarea



Controlul curbei de măsura OTDR

- control vizual al curbei OTDR unde apar reflexii, salturi ale atenuării și neomogenități

7. Măsurarea Dispersiei de Polarizare – PMD

Se realizează conform IEC 60793-1-48, Ed.2.0. Oricare metoda descrisă în acest standard este acceptată.

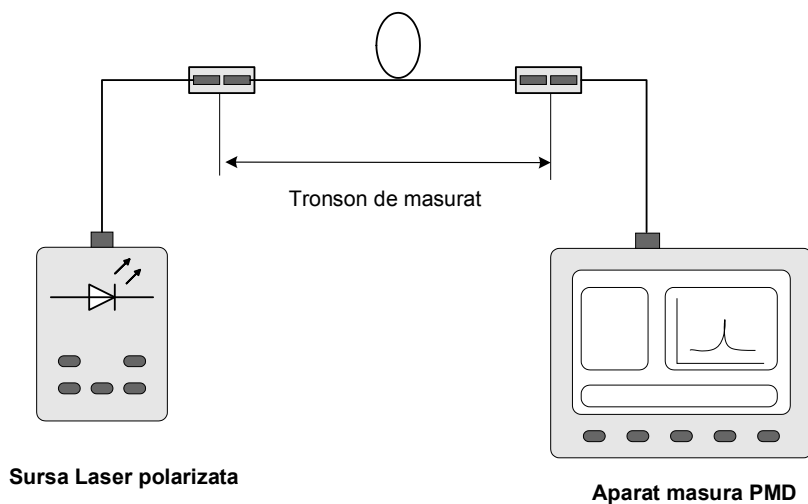
Măsurarea PMD este importantă pentru rețele de fibră optică care funcționează la peste 10Gbps și în cazul în care rețeaua de fibră optică conține tronsoane de o calitate necunoscută sau instalate înainte de 1997.

PMD este un parametru statistic al fibrei optice și este influențat de proprietățile fizico-chimice ale componentelor din care este construită fibra, geometria fibrei, solicitări mecanice în timpul instalării sau în timpul exploatarei, ca și de alterarea în timp a calității fibrei.

7.1. Măsurarea

În cele de mai jos este descrisă structura de măsură valabilă pentru metodele de măsură de referință. Conform standardului menționat mai sus, există și metode alternative de ex. 'time-of-flight' care nu necesită o sursă de laser polarizată. Și aceste metode generează de obicei rezultate bune, ce pot fi acceptate.

Încă odată reluăm mențiunea că tronsoanele de cablu/ fibră de o calitate necorespunzătoare vor genera mari probleme la măsurare.



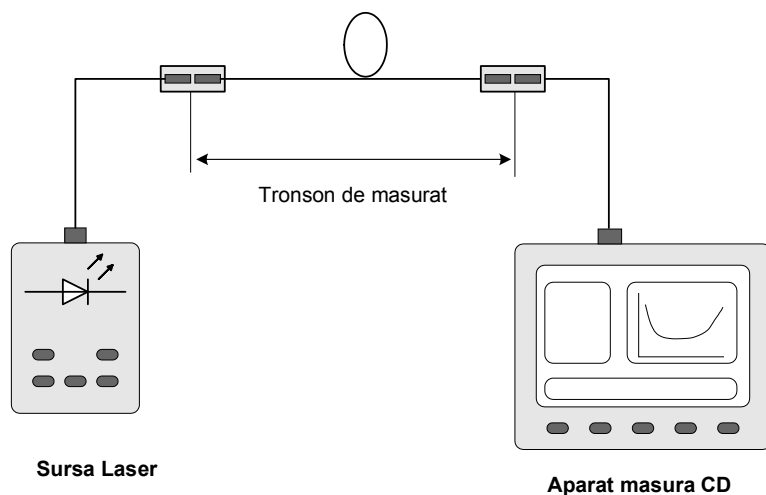
8. Măsurarea Dispersiei Cromatice – CD

Se realizează conform IEC 60793-1-42, Ed.2.0.

Dispersia Cromatica este un parametru esențial pentru rețelele de fibra optica ce funcționează la peste 10Gbps.

8.1. Măsurarea

Măsurarea CD necesita o sursa laser speciala. Unele metode mai noi de măsura necesita numai aparatul de măsura, fără sursa laser, măsurătoarea făcându-se unidirecțional.



9. Surse de erori de măsură

Nu se pot descrie soluții fixe de rezolvare a tuturor tipurilor de probleme ce pot apărea în procesul de măsurare. Au fost descrise numai cazurile principale, având caracter orientativ.

9.1. *Erori la măsurarea atenuării cu metoda ,emițător-receptor’*

Conectorii optici (aparate de măsură, cabluri de măsură tip Patchcord, conectori situați la capetele rețelelor, etc.), trebuie curățați și verificați cu microscopul electronic.

După măsură controlați din nou etalonarea. Aceasta trebuie să fie max 0.1dB.

9.2. *Erori la măsurarea atenuării cu OTDR*

- Atenuarea sudurilor tip fusion > valoarea limită
 - o Sunt 2 tipuri diferite de fibră
 - o Au fost probleme la realizarea sudurilor
 - o A indicat aparatul de sudură valori mai mari decât normal
- Reflexii în punctele de sudură
 - o Dacă s-a măsurat bidirecțional este de verificat aparatul de sudură
 - o Refacerea sudurilor numai după verificarea aparatului de sudură și a OTDR-ului

9.3. *Ce trebuie făcut la depășirea valorilor limită*

- Se realizează documentarea exactă a posibilului defect
- Se informează în scris beneficiarul

10. Raportul de măsură

Constructorul de rețele de fibră optică folosește la măsurători valorile limită. Pentru orientare, acesta calculează și valoarea planificată de atenuare, vezi capitol 12.3, pentru a compara cu valorile limită rezultate după măsurători. Rezultatele măsurătorilor se documentează într-un raport de măsură.

Raportul de măsură este întocmit cu ajutorul unui software uzual (MS Office sau compatibil) și va fi întocmit de o manieră completă. Foi de măsură singulare nu sunt admise.

Raportul de măsură complet este transmis beneficiarului uzual în format MS Office (sau compatibil) sau Pdf.

Raportul de măsură trebuie să conțină următoarele detalii:

- **Descriere generală**

- Număr raport de măsură și data
- Descriere tronson
- Lungime tronson (inclusiv număr suduri și distanțele între suduri)
- Cablu și tip fibră, Fabricant fibră și cablu, număr fibre/ cablu
- Marcaj cablu
- Descriere capete tronson (loc, tip conector optic, locație/ număr distribuitor optic, etc.)

- Nume persoane si date contact (nr telefon, email) care au realizat măsurătorile
- Tipul aparatelor de măsura utilizate
- Detalii de calibrare a aparatelor de măsura

- **Valori atenuare:** Valori atenuare pentru fiecare fibra in sutimi de dB
- **Valori atenuare OTDR:** Se trec in tabela tip Excel
- **Valori PMD:** PMD-Total si PMD-Coefficient (1550nm) pentru fiecare fibra optica
- **Valori CD:** CD-Coefficient (1550nm) pentru fiecare fibra

11. Arhivare rapoarte de măsura

Conform ISO 9001/ 2000 rapoartele de măsura se arhivează de către beneficiar (contractor) si executant pentru o perioada de minim 10 ani. Este de menționat ca durata de viață a rețelelor de fibra optica este de cel puțin 30ani.

12. Anexa 1: Structura raport măsura - Exemplu

12.1. Descriere tronson

Detalii	Exemplu
Număr tronson	Număr tronson: 0012567/ București Dr.Taberei-Buc Calea Victoriei 2
Număr de comanda	Provider 1, 0012345/ 26.03.2012
Număr fibre	Număr fibre: 192
Tip fibra	Tip fibra: G.652D
Lungime tronson	Lungime tronson in km: 9.417
Număr suduri tip fusion	3
Număr conectori optici	2
Punct A <ul style="list-style-type: none"> • Locație • Distribuitor optic • Sertar • Tip conector 	Punct A: Centrala Dr.Taberei, Str.Dr.Taberei 25,Buc <ul style="list-style-type: none"> • Locație: -1 • Distribuitor optic: DO 14 • Sertar: DO14, Sertar 35-46 • Tip conector: E2000/APC
Punct B <ul style="list-style-type: none"> • Locație • Distribuitor optic • Sertar • Tip conector 	Punct B: Centrala Calea Victoriei, Str. Calea Victoriei 44 <ul style="list-style-type: none"> • Locație: -1 • Distribuitor optic: DO 35 • Sertar: DO14, Sertar 11-32 • Tip conector: E2000/APC

Rezumat măsurători: - Măsurători executate conform comanda: - X - Y - Z - Fiecare fibra optica a fost măsurata separat. Tronsonul corespunde calitativ si poate fi acceptat in folosința.	Rezumat măsurători: - Măsurători executate conform comanda: - Atenuare A-B - OTDR bidirecțional - PMD - Fiecare fibra optica a fost măsurata separat. Tronsonul corespunde calitativ si poate fi acceptat in folosința.
--	--

12.2. Structura tronson măsurat

Toate secțiunile de cablu sunt in tabela următoare:

Structura tronson A-B	Detalii fibra si cablu							
	De la pana la:	Lungime [m]	Număr fibre per secțiune	Tip cablu	Tip fibra	Fabricant cablu	Număr producție cablu (vezi pe mantaua cablului)	Observații
A – S1								
S1 – S2								
S2 – S3								
...								
Sx - B								

12.3. Măsurare atenuare A-B

Este realizata cu ajutorul metodei ‚emițător-receptor‘.

Valoarea totala a atenuării rezultata din măsurători se compara cu valoarea planificata de către provider. Valoarea totala a atenuării trebuie sa fie mai mica decât valoarea planificata.

Raportul de măsura va conține următoarele detalii (vezi si capitol 12.1)

Criteriu	Valori limita la 1550nm
Atenuare fibra (in cablu)	≤ 0.25 dB/km
Suduri tip fusion	≤ 0.10 dB/ Sudura
Conector optic E2000/APC	≤ 0.5 dB/ Conector
Lungime tronson	9.417 km
Număr suduri	3
Număr conectori	2
Valoare limita atenuare totala A-B	3.65 dB

Aparate măsura	Tip	Inventar- Nr.	Detalii calibrare/data	Locație de măsura	Observații
Emițător			Calibrat/xx.xx.xxxx	Punct A	
Receptor			calibrat/xx.xx.xxxx	Punct B	
Eroare de măsura					

Fibra	Atenuare [dB]
Fibra 1	
Fibra2	
...	
Fibra x	

Observație: Tabela poate conține 192, 288 sau mai multe fibre optice. Valorile peste cele limita se trec în roșu.

12.4. Măsurare atenuare- OTDR

Valorile exacte ale tuturor componentelor optice pasive este sunt date de măsurarea bidirecționala OTDR.

OTDR	Detalii
Tip	
Inventar-Număr	
Detaliu calibrare/data	Calibrat//xx.xx.xxxx
Index refracție (IOR)	De exemplu 1.4683 (parametru furnizat de beneficiar sau de către producătorul cablului)
Lățime puls măsura	
Lungime cablu măsura 1	
Lungime cablu măsura 2	
Măsurători realizate la	1550nm

Locație		Atenuare					
		A		Closure 1	Closure 2	Closure x	B
Joncțiune		Conector		Sudura	Sudura	Sudura	Conector
Lungime intermediara (Km)		0.000					
		IL	RL				IL RL
Fibre							
Fibra 1	AB						
	BA						
	Valoare medie						
Fibra 2	AB						
	BA						
	Valoare medie						
Fibra 3	AB						
	BA						
	Valoare medie						
...							
Fibra x	AB						
	BA						
	Valoare medie						

Observații:

- Punctul A este referința tronsonului (L=0km)
- Valorile medii de atenuare peste limita se trec în roșu
- IL conector se măsoară bidirecțional conform tabelii în capitol 3 sau conform contract
- RL conector se măsoară unidirecțional conform tabelii în capitol 3 sau conform contract
- IL și RL apar numai în cazul conectorilor optice. În cazul sudurilor (în closure) se trece valoarea medie a atenuării rezultate din măsura bidirecțională OTDR, adică $(AB+BA)/2$

12.5. Măsurare PMD

Aparate măsura	Tip	Inventar- Nr.	Detaliu calibrare	Locație măsura	Observații
Sursa laser			calibrat/xx.xx.xxxx	A	
Aparat măsura PMD				B	
Eroare de măsura					

Fibra	PMD Total [ps]	PMD Coeficient [ps/√km]
Fibra 1		
Fibra 2		
...		
Fibra x		

Observații:

- Valorile ce depășesc limita se trec în roșu.

12.6. Măsurare CD

Unele aparate de măsură noi folosesc metode secundare de măsură, fără sursa laser. Rezultatele sunt totuși considerate corecte. În caz de reclamații se va măsura cu metoda de referință, adică folosind sursa laser separată.

Aparate Măsura	Tip	Inventar- Nr.	Stand calibrare	Locație măsură	Observații
Emitător			calibrat	A	
Aparat măsură CD				B	
Eroare de măsură					

Fibre	CD- Coeficient [ps/ nm ² *km]
Fibra 1	
Fibra 2	
...	
Fibra 288	

Observații: Valorile ce depășesc limita se trec în roșu.