

WHITE PAPER

NORMCONFORME EVALUATIE VAN GLASVEZELBEKABELING IN LOKALE NETWERKEN EN DATACENTERS

De normen voor generieke bekabelingssystemen worden steeds aangepast aan nieuwe technische voorwaarden. Zo zijn er recent weer nieuwe revisies gepubliceerd. Deze White Paper onderzoekt wat de nieuwste revisies betekenen voor de evaluatie van glasvezelbekabeling in lokale netwerken en datacenters, en met name voor de referentiemethoden met één en met drie kabels.

De internationale bekabelingsnorm ISO/IEC 11801 werd in november 2017 in zes delen gepubliceerd. De Europese norm EN 50173 volgde in oktober 2018. Jaren eerder was EN 50173 al in verschillende delen onderverdeeld. Het eerste deel, "Algemene vereisten" voor "Generieke bekabelingssystemen", is hier van bijzonder belang voor alle netwerkgebruikers, adviseurs en installateurs.

Natuurlijk moet ook rekening worden gehouden met de vereisten van de EN 50174-familie. Deze normen verschenen tegelijkertijd met EN 50173.

Maar wat is er nu nieuw aan deze normen voor de evaluatie van glasvezelbekabeling in lokale netwerken en datacenters?

- De optische klassen zijn in deze normen vervallen. De Duitse norm DIN VDE 0800-173-100 is daarom opgesteld door de VDE en gepubliceerd in juni 2019. Sommige fabrikanten van apparaten voor kabelcertificatie (meet-/acceptatietestapparatuur) zijn van plan deze optische klassen op hun testapparatuur te introduceren.
- Bij het bepalen van de demping van een stekerbare glasvezelverbinding (connector verbinding) is de 95%-regel geschrapt, wat betekent dat, in overeenstemming met de kabelnormen, een connector verbinding normconform is op 0,75 dB. De slechte dempingwaarde voor een lasverbinding blijft 0,3 dB.
- In informatieve Bijlage F.3 worden verdere "Ondersteunde toepassingen voor glasvezelbekabeling", bijv. 40GBase-SR4 en 1000GBase-SR4 geïntroduceerd.



- De multimode glasvezels OM1 en OM2 zijn nog steeds opgenomen in informatieve bijlage C. Vanuit Datwyler's perspectief zouden kabels met deze vezels niet langer in nieuwe netwerken moeten worden geïnstalleerd, omdat ze normatief geen eisen stellen aan de effectieve modale bandbreedte (laserbandbreedte-lengte product, EMBc in MHz*km) en de mogelijke verbinding lengtes bij zeer hoge transmissiesnelheden erg kort en de noodzakelijke zendontvangers voor "ongewone" protocollen erg duur zijn.
- Er is een nieuw type glasvezel, OM5, geïntroduceerd voor multimode vezels. Hiervoor worden de transmissiegerelateerde parameters van "demping per kilometer" en "effectieve modale bandbreedte" gegeven bij de golflengtes 850 en 953 nm (tot nu toe 850 en 1300 nm).

De OM5-glasvezel is bedoeld om te worden gebruikt voor het multiplexen van vier golflengten in dit bereik.

Wat kan worden gemeten in optische kabels?

Het aantal parameters dat kan worden vastgelegd tijdens de meting van optische kabels is aanzienlijk lager dan in de twisted pair (koper-) omgeving. De onderstaande parameters kunnen worden bepaald door de verschillende meetmethoden:

- Demping per kilometer;
- Connectieverlies van signalen (connectoren en lasverbindingen) of van het gehele bekabelingssysteem;
- Retourverlies van reflecterende signalen;
- Chromatische dispersie in single-mode systemen (niet beschreven en onnodig in het kader van de genoemde kabelnormen).

De parameter "Effectieve modale bandbreedte" in multimode glasvezel, belangrijk voor de transmissielengte, in het bijzonder voor hoge transmissiesnelheden, kan niet worden gemeten of bepaald in het veld. De installateur moet deze parameter uit het gegevensblad van de fabrikant van de kabel (glasvezel) halen. De geschiktheid van een glasvezelbekabelings-traject voor een specifiek protocol kan alleen worden vastgesteld met geschikte netwerktesters op protocolniveau.

Wat moet getest worden?

Het "Testen van kanalen en verbindingen van optische glasvezelkabels" wordt beschreven in normatieve Bijlage I.2.3 van de EN 50173-1. Citaat:

"Testen uitvoeren om conformiteit met de transmissieprestaties te bepalen, is geen vereiste van de EN 50173-normreeks. In de volgende gevallen moeten tests uitgevoerd worden:

- a) evaluatie van bekabeling om te bepalen of deze in staat is een of meer toepassingen te ondersteunen;
- b) bevestiging van de prestaties van bekabeling geïmplementeerd met behulp van kabels, verbindingshardware en snoeren in overeenstemming met clausules 7, 8 en 9.

De testprocedures voor kanalen en verbindingen van glasvezelkabels zijn gespecificeerd in EN 61280-4-1 en EN 61280-4-2."

De Duitse nationale voetnoot N5 verwijst naar ISO/IEC 11801-1:2017, deze norm verwijst op zijn beurt naar ISO/IEC 14763-3. Deze laatste norm zal hier in meer detail worden besproken. De norm zegt dat in een glasvezelbekabelingssysteem controles moeten worden uitgevoerd op zowel de kwaliteitseisen van de componenten als op de volledige installatie. De transmissiegerelateerde parameters van demping, looptijd, polariteit en lengte worden gemeten. Tegelijkertijd moet een transmissieverbinding het prestatievermogen leveren dat nodig is om de relevante netwerktoepassingen te ondersteunen (Bijlage F).

Demping moet worden bepaald bij de golflengtes 850 en 1300 nm voor multimode glasvezel en bij 1310 en 1550 nm voor single-mode glasvezel.

De lengtemeting van multimode kabels is noodzakelijk om te kunnen inschatten of de transmissiesnelheid (netwerkprotocol) mogelijk is op basis van de geïnstalleerde of geleverde glasvezelkabel. Op dit moment moet de installateur kunnen vertrouwen op de informatie die door de kabelfabrikant op het datablad is verstrekt.

ISO/IEC 14763-3

Dit amendement 1 van deze norm is in 2018 verschenen. Hierin wordt de voorbereiding op de acceptatietest van een glasvezelverbinding beschreven, d.w.z. het visuele onderzoek en het reinigen van de connectoren, de vereisten voor de meetkabel en meetvoorwaarden en de verschillende meetmethoden.

De meting van demping met een vermogensmeter (LSPM - lichtbronvermogensmeter) wordt als voorkeursmethode gegeven voor het karakteriseren van geïnstalleerde glasvezelverbindingen. Als alternatief kan ook een OTDR (Optical Time Domain Reflectometer - optische tijddomeinreflectometer) worden gebruikt.

De volgende procedure moet worden gevolgd vóór de acceptatietests:

- Controleer de connectoren van de meetkabel, van de te meten verbinding en van de meetapparatuur. In de meeste gevallen is een handmatige beoordeling met behulp van een eenvoudige videomicroscopie onvoldoende, omdat dit te veel ruimte laat voor interpretatie. Om deze reden heeft een automatische evaluatie volgens IEC 61300-3-35 de voorkeur.
- Mocht het resultaat van deze evaluatie onbevredigend blijken, dan moet in het beste geval worden gereinigd of moeten de meetkabels worden vervangen.
- Het succes van de operatie moet dan worden gecontroleerd en indien nodig kan het hele proces worden herhaald.

Algemene eisen voor de meetkabels

De referentiekabels voor het meten van demping en de begin- en eindkabels moeten connectoren hebben van een meetkwaliteit van hetzelfde connectortype als het testobject. Dit betekent dat elk type glasvezel en connector zijn eigen meetkabel moet hebben.

Voor deze meetkwaliteit bestaan er slechts in beperkte mate gestandaardiseerde parameters:

- Single-mode glasvezel: IEC 61755-2-4;
- Multimode glasvezel: IEC 61755-6-2 (in deze norm moeten verdere parameters nog nauwkeuriger worden gespecificeerd; meestal worden single-mode connectoren gebruikt voor voorgeïnstalleerde connectoren voor meetkabels voor multimode glasvezel);

- Een eerste ontwerp bestaat voor connectoren van norm IEC 61754-7 (MPO).

Dempingsmeting met LSPM

Bij het meten van bekabelingssystemen met multimode glasvezel vereist de norm de koppeling van licht in het testobject onder Encircle Flux excitatiecondities (EF, volgens IEC 61280-1-4). Enerzijds kunnen de EF-condities direct vanuit de lichtbron worden bereikt en vervolgens in het testobject worden gekoppeld met eenodus-transparante meetkabel of met een EF-meetkabel.

ISO 14763-3 beschrijft twee meetmethoden: de methode met één referentiekabel en de methode met drie referentiekabels.

Kabeltestmethode met één referentiekabel

Deze methode bestaat uit drie stappen. In de eerste stap, de referentiemeting, wordt een verbinding gemaakt tussen lichtbron en vermogensmeter. De vermogensmeter is ingesteld op nul (zie afbeelding 1).

In de tweede stap, de testmeting, wordt de eindkabel geïntroduceerd en de verbinding gecontroleerd. Als het connectieverlies van de verbinding volgens ISO/IEC 14763-3 minder is dan 0,1 dB voor multimode bekabeling of minder dan 0,2 dB voor single-mode bekabeling, wordt aangenomen dat de connectoren van referentiekwaliteit zijn (zie afbeelding 2). (N.B.: Deze meetwaarde is niet op nul ingesteld!)

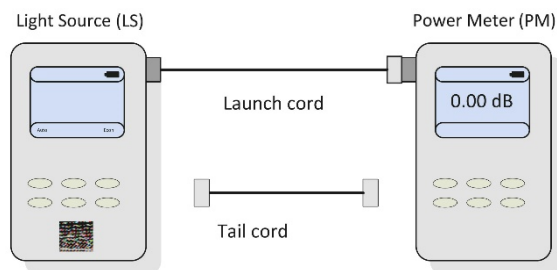
In de derde stap, de meting, wordt het testobject geïntroduceerd en het resultaat afgelezen en opgeslagen (afbeelding 3).

Kabelreferentiemethode 1 kan alleen worden gebruikt wanneer de connectoren van de permanente verbinding van hetzelfde type zijn. Als dit niet het geval is, werkt deze referentiemethode over het algemeen alleen als een hybride koppeling in stap 2 kan worden ingevoegd. Deze hybride koppelingen zijn echter soms moeilijk te verkrijgen en meestal erg duur.

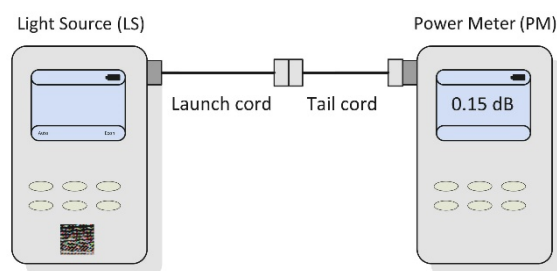
Kabeltestmethode met drie referentiekabels

Normaal gesproken wordt de kabelreferentiemethode met drie kabels gebruikt. Hier worden in de tweede stap, na de referentiemeting (zie afbeelding 1), de eindkabel en de vervangingskabel geïntroduceerd en wordt de connector vervolgens gecontroleerd (zie afbeelding 4).

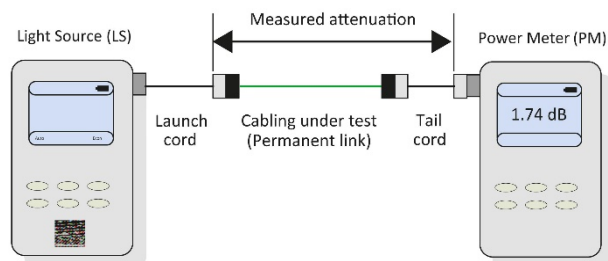
Als het totale connectieverlies van beide verbindingen (vezelverzwakking wordt genegeerd, omdat de meetkabels slechts enkele meters lang zouden moeten zijn) volgens ISO/IEC 14763-3 minder dan 0,2 dB in multimode bekabeling of minder dan 0,4 dB in single-mode bekabeling is, wordt aangenomen dat de connectoren van referentiekwaliteit zijn. (N.B.: Deze meetwaarde is niet op nul ingesteld.)



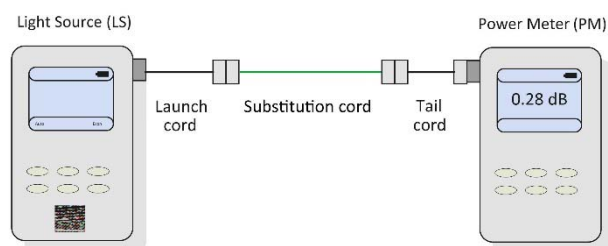
Afbeelding 1: Referentiemethode met één testkabel en referentiemethode met drie testkabels, stap 1



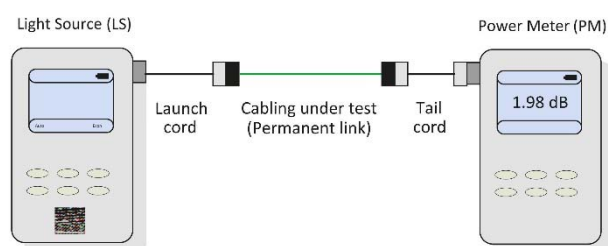
Afbeelding 2: Referentiemethode met één testkabel, stap 2



Afbeelding 3: Referentiemethode met één testkabel, stap 3



Afbeelding 4: Referentiemethode met drie testkabels, stap 2



Afbeelding 5: Referentiemethode met drie testkabels, stap 3

In de derde stap wordt de vervangingskabel vervangen door de te testen kabel (CUT - cable under test), het resultaat wordt afgelezen en opgeslagen (zie afbeelding 5).

Uiteraard moeten de koppelingen (adapters) voor aanpassing ook van referentiekwaliteit zijn. Het is even belangrijk na het raadplegen en controleren van de meetkabel dat de verbindingen tussen begin- en eindkabel naar transmissie en vermogensmeter niet meer gescheiden worden.

Als de dempingswaarden tijdens de controle hoger zijn dan hier vermeld, moeten de connectoren worden gereinigd en moeten de meetkabels indien nodig worden vervangen.

In beide LSPM-methoden kunnen de volgende meetonzekerheden optreden met een "betrouwbaarheidsniveau van 95%":

- Single-mode glasvezel: $\pm 0,24$ dB voor vezellengten van minder dan 2 km;
- Multimode glasvezel: $\pm 0,27$ dB bij gemeten demping $< 1,9$ dB;
- Multimode glasvezel: $\pm 0,14$ dB bij een gemeten demping $> 1,9$ dB.

De onzekerheid of nauwkeurigheid van de meetapparatuur is een extra factor om te overwegen.

Dempingswaarden uit de bekabelingsnorm

Volgens tabel 4 van ISO/IEC 14763-3 zijn connectieverliezen voor de verbinding tussen het testobject en de referentieconnector van 0,5 dB toegestaan voor multimode installaties en 0,75 dB voor single-mode systemen. Vanuit het perspectief van Datwyler zijn de dempingswaarden die worden vermeld in de norm voor een optische connector van 0,75 dB veel te hoog.

Hier is een voorbeeld: Bij gebruik van OM4-glasvezel op een golflengte van 850 nm inclusief de patchkabels van de verbinding, heeft het Ethernet-protocol met een transmissiesnelheid van 10 Gbit/s – 10GBase-SX volgens IEEE 802.3ae – een totale demping (transmissieverbinding) van 2,9 dB. Als de zogenaamde 4-connectorverbinding in een datacenter wordt gebruikt, hebben deze vier verbindingen al 3,0 dB.

In dit voorbeeld wordt nog steeds geen rekening gehouden met vezelverzwakking en mag er geen sprake zijn van een lasverbinding. De demping van een lasverbinding wordt gegeven als 0,3 dB in de kabelnorm, maar die is aanzienlijk lager bij

moderne apparaten. Rekening houdend met toegestane toleranties van de vezelkern en de modusvelddiameter, zijn waarden $< 0,1$ dB daarom realistischer.

Volgens deze redenering zouden gebruikers/adviseurs om meer dwingende parameters moeten vragen, bijvoorbeeld voor de levering van de voorgesneden connectoren voor pigtails, patchkabels en trunks. De demping t.o.v. de referentieconnectoren is $< 0,25$ dB in productie. Waarden bij het meten van de steekbare verbinding van 0,5 dB kunnen aldus worden gegarandeerd na installatie.

Meetrichting

ISO/IEC 14763-3 specificeert dat bij installatietrajecten die bekende en onbekende componenten omvatten, metingen aan beide zijden moeten worden uitgevoerd. Werkgroep 10, die twee jaar bestaat, in de Duitse GUK (Gemeinschaftsunterkomitee - Gezamenlijke Subcommissie) 715.3, die verantwoordelijk is voor de redactie van de Duitse 50173/51074, is van mening dat de tweezijdige meting ook noodzakelijk is voor het meten van de demping, omdat er geen garantie is dat de gebruikte glasvezel van dezelfde kwaliteit is. Het is bijvoorbeeld zeer onwaarschijnlijk dat de meetkabels dezelfde glasvezel bevatten als de te meten glasvezel.

Glasvezelmeting met OTDR

Het evalueren van glasvezelkabels met een OTDR is complexer en duurder dan het meten van demping, vanwege de kostbare apparatuur en de noodzaak om het meetresultaat te interpreteren.

Als een meetresultaat de verwachte (geschatte) verbindingsverzwakking aanzienlijk overschrijdt, moet allereerst de kwaliteit en netheid van de verbindingen – en van de meetkabels – worden gecontroleerd. Als er andere redenen voor de afwijking zijn, moet men terugvallen op een OTDR-meting. Een lokaal opgeloste vaststelling van demping is alleen mogelijk met de OTDR. Dit betekent dat met dit apparaat een overmatig hoge demping van de connector of de lasverbinding of zelfs toename van demping als gevolg van bijvoorbeeld overmatig buigen of knikken van de kabel (macrobuigen) kan gevonden worden.