

## WHITE PAPER

# DE INVLOED VAN WATER OP GLASVEZELKABELS

Glasvezelkabels worden vaak in buisinstallaties en kabelkanalen gelegd die niet waterdicht zijn. Om het goed functioneren van de kabels te garanderen, moeten de vezels afdoende beschermd zijn tegen vocht en nattigheid. Deze White Paper beschrijft de invloed van water op de kabels en vezels, geeft een overzicht van de actuele normen en testprocedures en laat zien welke aspecten in acht genomen moeten worden bij het kiezen van de geschikte glasvezelkabels.

### De stand van de techniek bij standaard singlemode vezels

De meeste vezel- en kabelfabrikanten produceren hun singlemode kabels sinds jaren alleen nog maar met de vezelkwaliteit OS2, G.652.D of EN 60793-2-50:2008, B1.3. Dat er voor de singlemode vezels meerdere normen zijn, heeft te maken met de daarmee belaste internationale standaardiseringscommissie. De ITU is de International Telecommunication Union, een speciale organisatie van de Verenigde Naties, die onder andere standaards vastlegt voor de globale telecommunicatie. De IEC (International Electrotechnical Commission) en haar Europese tegenhanger CENELEC (Comité Européen de Normalisation Électrotechnique) werken normen uit voor privétoepassingen.

De standaard G.652 heeft de ITU uitgewerkt. De IEC/CENELEC nam deze vezeltypen als "OS1" resp. "OS2" op in de normen voor de toepassingsneutrale bekabeling, de ISO/IEC 11801 en de DIN EN 51073 – waarbij de dempingwaarden hier hoger liggen dan in documenten van de IEC en van de CENELEC (60793-2-50), waar in deze norm naar verwezen wordt. De parameters van de IEC 60793-2-50 zijn gelijk aan die van de standaards ITU G.652.D.



Extreem geval: Deze kabelschacht staat compleet onder water.

### Vezels met een gereduceerde dempingpiek

Voor dempingverhogingen in glasvezels zijn zoals bekend o.a. OH-ionen verantwoordelijk – met een absorptietop (een "piek") bij 1383 Nm. Bij de eerste singlemode vezels (G.652.A en -B) was deze dempingpiek de reden dat het golflengtebereik in de buurt van 1383 Nm niet gebruikt kon worden voor de overdracht.

Sinds goed tien jaar worden er alleen nog singlemode (SM) vezels in de kwaliteit G.652.D geproduceerd. In de EN 50173-1 zijn de beide SM-vezels OS1 en OS2 beschreven als vezels volgens EN 60793-2-50:2008, vezels B1.3 of B.6\_a. Dat betekent dat zowel de OS1- als de OS2-vezels een gereduceerde dempingpiek bij 1383 Nm heeft. Ze worden vaak ook "Low Water Peak"- of "Zero Water Peak"-vezels genoemd.

Het verschil tussen de beide vezeltypen OS 1 en OS2 bestaat volgens EN 50173-1 alleen in hun maximale demping bij de golflengten 1310, 1383 en 1550 nm. Bij het vezeltype OS1 ligt de maximale demping bij 1,0 dB/km en bij de OS2-vezels bij 0,4 dB/km (bij alle genoemde golflengten).

	ITU-T G.652.A	ITU-T G.652.B	ITU-T G.652.C	ITU-T G.652.D	Datwyler G.652.D
demping @ 1310 nm	< 0,5 dB/km	< 0,4 dB/km	< 0,4 dB/km	< 0,4 dB/km	typisch < 0,34 dB/km maximaal < 0,36 dB/km
demping @ 1383 nm			< 0,4 dB/km <sup>1</sup>	< 0,4 dB/km <sup>1</sup>	typisch < 0,34 dB/km <sup>1</sup> maximaal < 0,36 dB/km <sup>1</sup>
demping @ 1550 nm	< 0,4 dB/km	< 0,35 dB/km	< 0,3 dB/km	< 0,3 dB/km	typisch < 0,22 dB/km maximaal < 0,24 dB/km
demping @ 1625 nm		< 0,4 dB/km	< 0,4 dB/km	< 0,4 dB/km	typisch < 0,24 dB/km maximaal < 0,25 dB/km
PDM	< 0,5 ps/√km	< 0,2 ps/√km	< 0,5 ps/√km	< 0,2 ps/√km	typisch < 0,22 dB/km maximaal < 0,24 dB/km

<sup>1</sup>dempingswaarden na waterstofveroudering

Tabel 1: De minimale dempingwaarden van SM-vezels volgens ITU-T G652 in vergelijking (voor Wide Area- en stadnetwerken).

golflengte	maximale demping OS1	maximale demping OS2
1310 nm	1,0 dB/km	0,4 dB/km
1383 nm	1,0 dB/km	0,4 dB/km
1550 nm	1,0 dB/km	0,4 dB/km

Tabel 2: Eis aan de functionaliteit van SM-vezels volgens DIN EN 50173-1:2011, tabellen 55-56 (voor de toepassingsneutrale gebouwenbekabeling).

## Normen voor waterinvloeden

Er zijn twee normen die zich bezighouden met de invloeden van water op glasvezels. De IEC 60793-1-50 behandelt de meetmethode en de testprocedure "Vochtige warmte". De IEC 60793-1-53 houdt zich bezig met het "Onderdompelen in water". Bij de eerste test worden de vezels blootgesteld aan de invloed van vochtige warmte (+85 °C, 85% relatieve luchtvochtigheid), bij de tweede worden ze ondergedompeld in op temperatuur gebracht water (+23 °C). Beide testen strekken zich uit over 30 dagen. Bij beide mag in deze periode een bepaalde dempingverhoging niet overschreden worden. Bovendien wordt de afzetkracht van de primaire bescherming getest – alsmede de doeltreffendheid van de vezel coating in vergelijking met het invloed van water getest.

## Vezels in gevaar

In het geval dat een glasvezelkabel beschadigd of zonder afsluitkopies opgeslagen wordt, is het belangrijk dat water niet vrij door de kabel kan "kruipen". Op zich is het binnendringen van water in een glasvezelkabel niet dramatisch, omdat de bundels, die meestal uit polyethyleen (PE) bestaan, zelf heel dicht zijn en omdat de gevulde bundels samen met de primaire bescherming en de vezelmantel de vezelkern in hoge mate beschermen. De technische overdracht eigenschappen van een glasvezel zijn dus relatief goed beveiligd.

Maar als het water zich kan uitbreiden tot een mof of een splitsbox, bestaat er voor de vezels op deze plek, behalve de splitsbescherming, alleen nog hun primaire bescherming. Vooral als de deklaag van de vezel niet de in de bovennoemde normen vereiste kwaliteit bezit, is schade aan de vezel niet uitgesloten. Als het water in het materiaal van de glasvezel (Si<sub>2</sub>O) verspreidt, ontstaat er een onherstelbare dempingverhoging. Bovendien bewegen de watermoleculen in de microscheuren van de vezels en vergroten deze. Op die manier wordt de levensduur van de vezels dramatisch verkort.

## Langswaterdichtheid

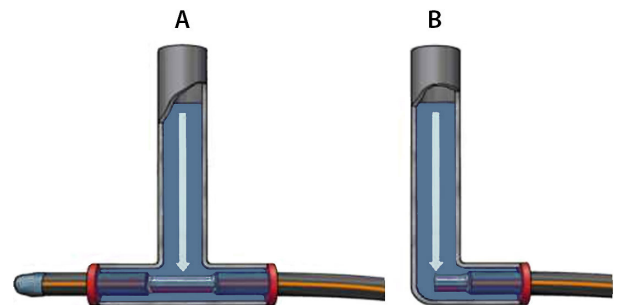
Met het oog op de mogelijke invloed van vocht op de vezels, is het dus begrijpelijk dat de langswaterdichtheid een van de belangrijkste milieuparameters van glasvezelkabels is. Een kabel geldt volgens IEC 60794-1-2 F5 als langswaterdicht, als binnengedrongen water zich alleen kan uitbreiden over een gedefinieerde lengte in de kabelkern.

Om het "kruipen" van het water in de kabel, dat optreedt door capillaire werking, te voorkomen of ten minste sterk te verminderen, werden de verschillende twist tussenruimtes bij verschil-

lende kabelopbouw jaren geleden nog gevuld met petrolatum, een vaselineachtige gel. Deze oplossing heeft echter twee nadelen: De vulling is gemakkelijk brandbaar en de installateur moet deze gel weer van de bundels verwijderen, wat veel tijd kost en speciale reinigingsmiddelen vereist, die bovendien ook nog verwijderd moeten worden als speciaal afval.

Innovatieve kabelfabrikanten, zoals Datwyler, hebben daarom een andere mogelijkheid ontwikkeld om te voldoen aan de eis van langswaterdichtheid. Tegenwoordig vervangen de fabrikanten de twist tussenruimtes en elementen voor trek-ontlasting – glas- of aramide garens – met bronmaterialen. De bronmaterialen nemen in geval van een kabelbeschadiging het eventueel binnengedrongen water op en sluiten de plek waar de kabel beschadigd is. In tegenstelling tot een vulling met petrolatum ontstaat er door de bronmaterialen bovendien geen extra uitbreiding van brand. Niet als laatste vervalt ook het reinigen van de bundels bij de kabelverwerking.

Datwyler test de langswaterdichtheid van haar buiten- en universele glasvezelkabels volgens de norm IEC 60794-1-2-F5 en gebruikt daarbij de procedure B, die strengere voorwaarden simuleert. Terwijl de procedure A het binnendringen van water in een beschadigde kabel beschrijft, controleert procedure B het gedrag van de kabel, als water in een open, niet door een krimpkous afgesloten uiteinde kan binnendringen. Als maatgevend testcriterium heeft Datwyler vastgelegd dat het water zich binnen 24 uur minder dan drie meter in de kabel uitgebreid mag hebben.



Test op langswaterdichtheid volgens IEC 60794-1-2-F5, procedure A en B.

## Geen norm voor intacte glasvezelkabels

Vaak eisen prestatieopgaven van glasvezelkabels behalve de langs- ook de dwarswaterdichtheid. De parameter "dwarswaterdichtheid", die betrekking moet hebben op het binnendringen van water of vocht in intacte kabels, bestaat er tot nu toe echter in geen enkele norm. Dus is er geen testprocedure voor. De reden: de waarschijnlijkheid dat water of vocht door de hele kabelconstructie binnendringt, dus door de kabelmantel, bronmaterialen, PE-bundel, gelvulling van de bundel, primaire bescherming en vezelmantel, is heel erg klein. Daarbij komt nog dat het binnendringen van water door de verschillende media heen altijd een heel langdurig diffusieproces is. Bij een test moet de kabel jarenlang onder speciale omstandigheden blootgesteld worden aan de invloed van omgevingswater om betrouwbare resultaten te krijgen.

De enige uitzondering is de testprocedure F10 voor onderwaterkabels, die de omstandigheden simuleert die op de zeebodem invloed hebben op een kabel. Deze procedure heeft echter niets te maken met de omstandigheden in kabelkanaalinstallaties, omdat daar tenslotte geen waterdruk is.

### Universele kabels voor het directe ingraven?

Goed geschikt voor het directe ingraven van kabels – dus ook voor vochtige omgevingen – zijn buitenkabels met een HDPE-mantel (high-density polyethyleen). Dit mantelmateriaal is heel dicht en de in de grond typische waterdiffusie door de mantel is zodoende heel gering.

De mantels van universele kabels bestaan echter uit een met minerale toevoegmiddelen vermengd polyethyleen. PE kan heel goed branden, maar is halogeenvrij en er komen in geval van brand ook geen toxische (corrosieve) stoffen vrij. De toevoegmiddelen verbeteren het brandgedrag van de universele kabel, omdat ze het mantelmateriaal bovendien vlambestendig, rookarm en zelfdovend maken. De FRNC/LS0H-mantel (Flame Retardant, Non Corrosive, Low Smoke, Zero Halogene) vindt zijn verklaring, omdat universele kabels vooral ontwikkeld zijn met het oog op de toepassing binnen gebouwen.

De toevoegmiddelen in het mantelmateriaal verhogen echter ook de diffusie van water in een universele kabel. Het doordringen tot aan de vezelkern blijft door de kabelmontage, in het bijzonder door de bronelementen in de kabel, namelijk onwaarschijnlijk. Ook moet het water, mocht het tot aan de primaire coating gediffundeerd zijn, altijd nog door de primaire bescherming van de vezels dringen, waarvan de effectiviteit bewezen is door de test van de waterstofveroudering volgens de vezelfabricage. Een beschadiging van de vezels op lange termijn kan echter niet uitgesloten worden. Daarom doet Datwyler er afstand van om de formulering “geschikt voor het directe ingraven van kabels” op te nemen in de databladen van de FO-U-kabels (Fibre Optic Universal).

Natuurlijk kan men een universele kabel in droge grond leggen. Maar wie kan garanderen dat het vochtgehalte niet stijgt – en daarmee ook de diffusie van het water in de kabel?

### Het leggen in kabelkanaalinstallaties

Overall waar gevreesd moet worden voor binnendringend water in een kanaal of een buisinstallatie en er dus een constante inwerking van water bestaan kan, moeten er voor alle zekerheid geen universele kabels gelegd worden, maar buitenkabels met een HDPE-mantel. Het binnendringen van water kan snel gebeuren. In sommige landen, waar veel kanalen uit betonnen geprefabriceerde onderdelen bestaan – vooral in Zwitserland, soms ook in Denemarken, Finland, Groot-Brittannië en Italië, kan binnendringend water bovendien gepaard gaan met hoge pH-waarden. HDPE-mantels fungeren hier als effectieve „barrières”, ook tegen hoge pH-waarden. De FO-O-kabels (Fibre Optic Outdoor) van Datwyler zijn langswaterdicht en “quasi dwarswaterdicht”, omdat ze door de combinatie van

de HDPE-mantel, bronelementen en met gel gevulde aders de hoogste zekerheid bieden tegen de inwerking van water.

Glasvezel-buitenkabels met een mantel met een extra golf- of aluminium laag zijn door hun hermetische afdichting volledig bestand tegen water van buitenaf. Een mogelijk negatieve invloed van vocht binnen de kabel wordt ook hier uitgesloten door de bronmaterialen en de met gel gevulde aders. De installateur moet bij het leggen van met metaal beklede kabels echter rekening houden met de aarding. Bovendien zijn de kosten bij het afzetten van de kabel iets hoger dan bij kabels zonder metaalhoudende mantels.



*“FO Outdoor” buitenkabels van Datwyler zijn door de combinatie van de HDPE-mantel, bronelementen en met gel gevulde aders “quasi dwarswaterdicht”.*

### Getest op installatie buiten

Aanvullend op de vraag of universele kabels geschikt zijn voor het leggen in de grond en in kabelkanaalinstallaties, moet vastgesteld worden dat alle Datwyler FO-U-kabels vanzelfsprekend met succes getest zijn op hun installatie buiten. Bij deze test wordt een versnelde blootstelling aan weersinvloeden teweeggebracht en er wordt schade gereproduceerd, die veroorzaakt kan worden door zonlicht, regen en dauw. De test stelt de materialen bij gecontroleerd hoge temperaturen bloot aan alternerende cycli van UV-licht en vocht. De invloed van zonlicht wordt gesimuleerd met speciale UV-fluorescentielampen, de invloed van dauw en regen met condenserende vochtigheid en/of spatwater. Op deze manier reproduceert de test binnen enkele dagen of weken schade, die in het verloop van maanden of jaren ontstaan zouden.

### Conclusie

De universele glasvezelkabels van Datwyler (FO-U) zijn geschikt voor installatie binnen en buiten. Om veiligheidsredenen raadt Datwyler universele kabels echter niet aan voor het directe ingraven van kabels of het leggen in kanalen en buisinstallaties – met uitzondering van droge kabelkanaalinstallaties. Voor kabelkanaalinstallaties, waarin water kan binnendringen of waarin constant water staat, moet de voorkeur gegeven worden aan langswaterdichte en “quasi dwarswaterdichte” Datwyler buitenkabels (FO-O).