

EXO-C0 ETR
EXO-CI ETR**ETR**
Extended
Temperature
Range**Nowe kable z tubą centralną EXO oraz****ROZSZERZONYM****zakresie temperatury pracy.****Konstrukcje kabli światłowodowych z luźną tubą, a zakres temperaturowy pracy**

Do budowy sieci światłowodowych powszechnie są stosowane kable z tzw. luźną tubą (Loose tube cables), w których włókna światłowodowe są ułożone luźno w tubie z osrodek wypełniającym. Jako standard przyjmuje się 12 włókien w tubie, ale dostępne są także kable z inną ilością włókien w pojedynczej tubie. Osrodek wypełniający, zazwyczaj żel optyczny, stanowi dla włókien światłowodowych warstwę ochronną przed zmianami temperaturowymi, wnikaniem wilgoci i uszkodzeniami mechanicznymi.

Wśród kabli z luźną tubą możemy wymienić dwie konstrukcje:

- **kable wielotubowe** – konstrukcja kabla w której tuby są skręcone wokół centralnego elementu wytrzymałościowego. Dzięki konstrukcji wielotubowej pojemność kabla może wynosić nawet do kilkuset włókien. W przypadku mniejszych pojemności kabla np. do 24 włókien, włókna umieszczone są w jednej tubie, a pozostałe tuby są puste i służą jako konstrukcyjne wypełnienie kabla.
- **kable z centralną tubą** – kable z jedną tubą umieszczoną w osi kabla. Pojemność kabla z centralną tubą wynosi zazwyczaj od 2 do 24 włókien. Dzięki temu otrzymujemy o wiele mniejszą średnicę kabla przy niskich krotnościach włókien (do 24). Kable te charakteryzuje również duża giętkość (gdyż nie stosujemy prętów wytrzymałościowych) oraz mniejsza waga, co ułatwia szybkie i proste przygotowanie końca kabla do instalacji. Kable z tubą centralną to również bardziej ekonomiczny wybór w stosunku do kabli skręcanych.

Bez względu na konstrukcję kabla z luźną tubą, zarówno kable wielotubowe jak i kable z tubą

centralną powinny oferować podobny zakres temperaturowy pracy. W przeciwnym wypadku ograniczona zostanie możliwość stosowania różnych konstrukcji kabli, co może zaburzyć realizację przyjętej strategii budowy sieci, utrudnić spełnienie wymagań technicznych i funkcjonalnych, a co za tym idzie zwiększyć koszty budowy sieci.

Kable wielotubowe, a zakres temperaturowy pracy

Klasyczne kable światłowodowe wielotubowe tubą posiadają dwie cechy, dzięki którym w prosty sposób można je zaprojektować do pracy w zakresie temperatur od -40 °C do +70 °C i przy tym nie będzie zmieniał swoich właściwości transmisyjnych, lub też zmiany te będą pomijalnie małe z punktu widzenia projektantów i użytkowników sieci. Są to tzw. okno rozciągania i ściskania oraz zastosowanie elementu centralnego w postaci pręta z włókniny szklanej wokół którego skręcone są tuby kabla i elementy wypełniające.

Okno ściskania umożliwia swobodne przemieszczanie włókna światłowodowego wtedy, gdy w niskich temperaturach elementy kabla wykonane z tworzyw sztucznych kurczą się. Natomiast element centralny, wykonany

z włókniny szklanej utwardzanej żywicą, ogranicza ten skurcz – z jednej strony szkło ma współczynnik rozszerzalności cieplnej kilka rzędów mniejszy niż tworzywa sztuczne i podobny do współczynnika włókien światłowodowych, z drugiej dzięki modułowi Younga wielokrotnie większemu, niż tworzyw jego wpływ na ograniczenie skurczu całego kabla jest znaczny. Skurcz tworzyw nie jest jedynym ograniczeniem sprawności transmisyjnej kabla w niskich temperaturach. Kolejnym czynnikiem ograniczającym jest żel tiksotropowy wypełniający luźną tubę. Powoduje on 'wzięcie' włókna, w ten sposób wpływając na wzrost tłumienia transmitowanego sygnału.



Kabel z centralną tubą ETR do pracy w zakresie od -50 °C do +70 °C.

Kable z centralną tubą i problem zakresu temperaturowego pracy.

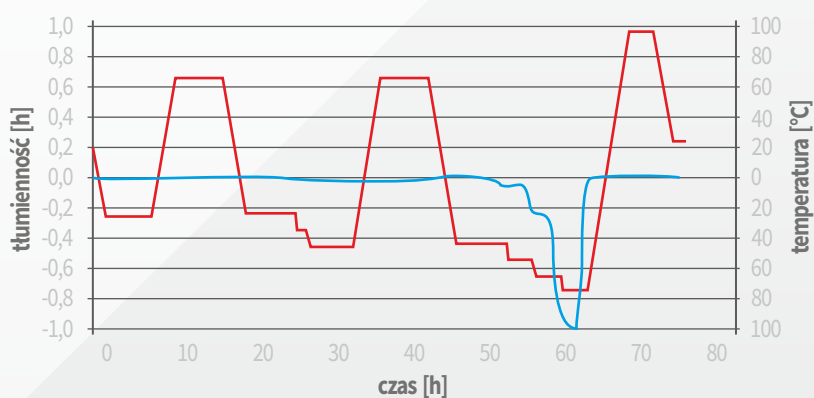
W przypadku standardowych kabli z tubą centralną dostępnych na rynku, ich konstrukcja i zastosowane materiały sprawia, że mają z reguły ograniczony zakres temperatur, w którym mogą pracować. Wielu dostawców ogranicza przede wszystkim dolny zakres do -20°C , czasami można spotkać konstrukcje zdolne pracować do -30°C lub -40°C . Mniejszy zakres temperatur limituje skalę zastosowań (np. taki kabel nie może występować w odkrytych odcinkach w naszym klimacie). Również wielu odbiorców wymaga do swoich zastosowań zakresu do -40°C .

Oprócz skurczu tworzywa występującego w niskich temperaturach (odwrotnego) kable światłowodowe narażone są na skurcz wtórny – po kondycjonowaniu kabla w temperaturach $+50^{\circ}\text{C}$ i wyższych, nawet po godzinie (takie przypadki występują w praktyce np. w lecie na odcinkach odkrytych lub podczas składowania kabla na słońcu), następuje trwały powytłoczeniowy skurcz tworzywa powłoki. To może prowadzić do znacznego wzrostu tłumienności światłowodów w kablu już w temperaturze powyżej 0°C .

Mając powyższe uwarunkowania na uwadze, firma Elmat opracowała rodzinę kabli EXO ETR z centralną tubą o unikatowej konstrukcji pracujący prawidłowo w zakresie temperatur od -50°C do $+70^{\circ}\text{C}$. Są to kable, w których luźna tuba umieszczona jest osiowo w kablu, otoczona włókniną szklaną, spełniającą przede wszystkim rolę wzmocnienia wzdłużnego na siły rozciągające, i otoczona powłoką odporną na promieniowanie UV. Kable dostępne są w powłokach PE i LSOH w wersji ETR.

Rozwiązanie unikatowe dające bardzo duży zapas dla warunków zewnętrznych polega na specjalnym doborze materiałów, z których wykonany jest kabel, oraz odpowiednim ich przetwarzaniu w procesie produkcyjnym, aby wyżej wymienione zagrożenia dla prawidłowej transmisji sygnału nie występowały. Dodatkowo cena kabla w dalszym ciągu pozostaje atrakcyjna dla rynku.

Dla weryfikacji rezultatów użyto komory klimatycznej, w której umieszczono kabel w zwoju. Następnie poddano go kilku cyklom temperaturowym, cały czas monitorując zmianę mocy transmitowanego sygnału na fali o długości 1550 nm . Wyniki testu przedstawia załączony wykres (rys. 1). Jak widać, dopiero obniżenie temperatury otoczenia poniżej -50°C powoduje spadek mocy transmitowanego sygnału (np. o około $0,2\text{ dB/km}$ przy -60°C). Co równie ważne, nawet wygrzewanie kabla w temperaturze $+90^{\circ}\text{C}$ nie powoduje uszczerbku dla jego właściwości optycznych.



rys. 1.

— temperatura — spadek mocy