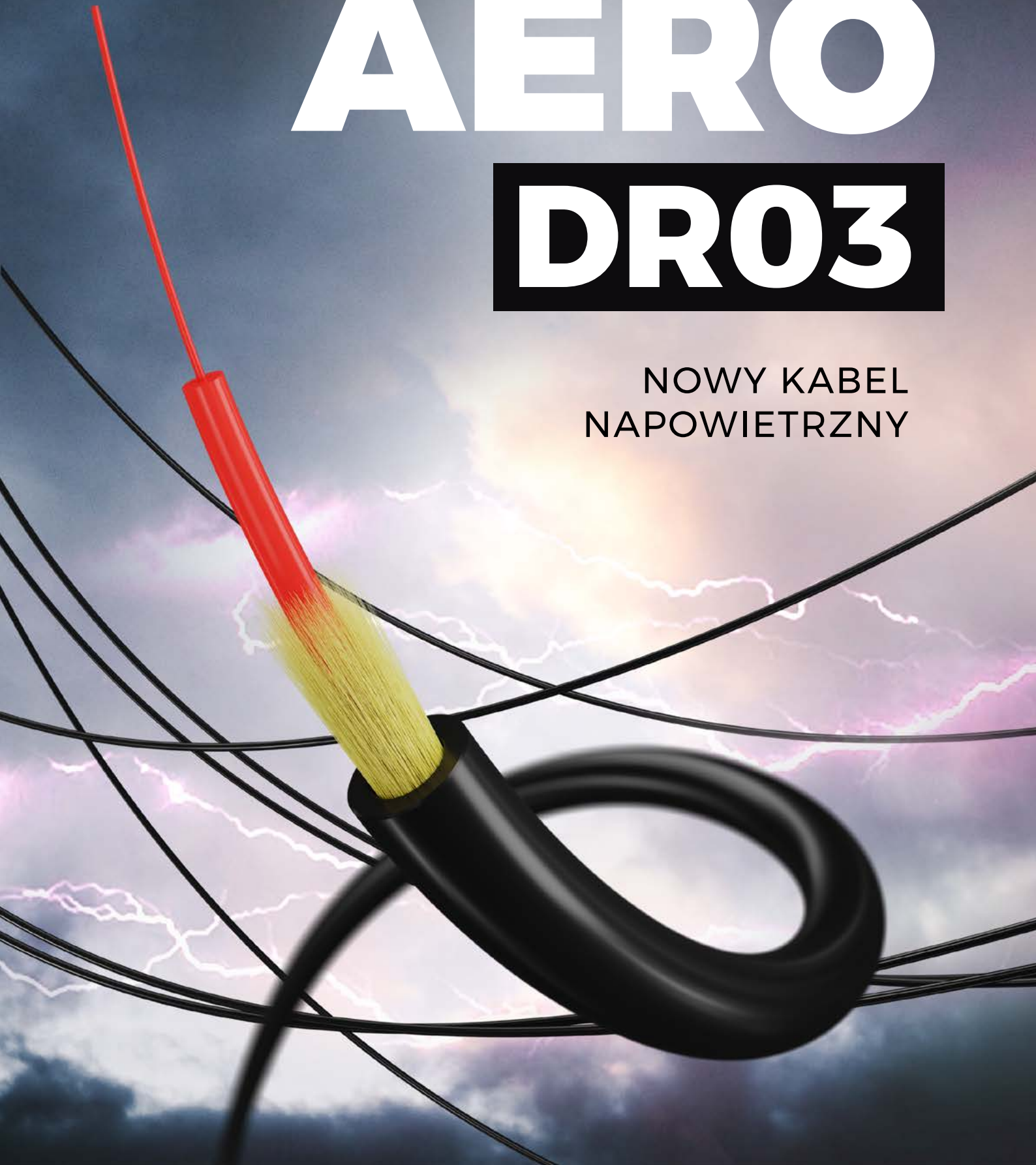


FIBRAIN 

AERO

DR03

NOWY KABEL
NAPOWIETRZNY



AERO-DR03

NOWY KABEL NAPOWIETRZNY

W ofercie Fibrain pojawiła się nowa konstrukcja kabla napowietrznego AERO-DR03. Budowa oparta o zakres 1-2 włókien z włóknami aramidowymi jako element wzmacniający, zamknięta w elastycznej powłoce zewnętrznej PUR o średnicy 3mm. Nowy projekt wydaje się być idealnym rozwiązaniem w aplikacjach napowietrznych, gdzie nie potrzebujemy dużej ilości włókien a ważna jest elastyczność konstrukcji, łatwość instalacji i uniwersalność zastosowania.



KABEL AERO-DR03 DOSTĘPNY JEST W DWÓCH KONSTRUKCJACH:

- 1F - zrealizowana z tubą osłonową semi tight 900 μm
- 2F – włókno światłowodowe w pokryciu akrylowym 250 μm



- Powłoka PUR
- Włókna aramidowe jako element wytrzymałościowy i wodno-blokujący
- Powłoka odporna na promieniowanie UV
- Odporny na rozprzestrzenianie ognia, charakterystyka LSOH

1. DLACZEGO AERO-DR03?

- **Elastyczna konstrukcja, łatwa praca z kablem**
- **Zmniejszona średnica i mała waga**
- **Powłoka PUR odporna na promieniowanie UV**
- **Odporność na zgniatanie - zwarta konstrukcja**
- **Brak „efektu pamięci” kabla i odporność na wielokrotne zwijanie/odwijanie – powłoka PUR**
- **Ośrodek suchy kabla**
- **Powłoka o charakterystyce LSOH/FRNC – czyli uniwersalność użycia**
- **Opcjonalne pakowanie w nowatorski system EasyReel**

2. SPECYFIKACJE PRODUCENTÓW A RZECZYWISTOŚĆ

Marka **Fibrain** zawsze stawiała na jakość produktu jako priorytet, dlatego rzetelnie podchodzi do kwestii badań laboratoryjnych kabli i przedstawia pełne wyniki w specyfikacji - nie pozwalając sobie na jakiegokolwiek odbieganie od rzeczywistości.

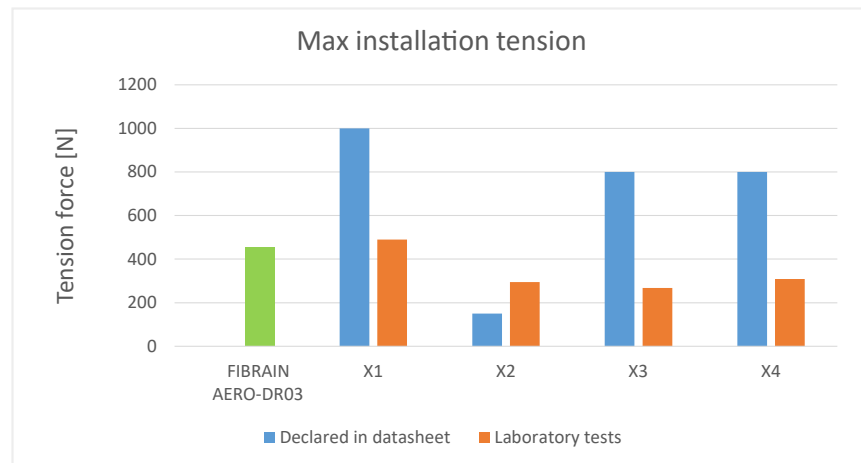
Na rynku kabel AERO-DR03 ma oczywiście konkurencyjne konstrukcje do których producenci przedstawiają własne

specyfikacje. Niekiedy podawane wartości zdają się dorównywać lub przewyższać produkt Fibrain. Postanowiliśmy więc w warunkach laboratoryjnych skonfrontować właściwości mechaniczne i środowiskowe do zadeklarowanych wartości dla popularnych producentów na rynku.

3. MAKSYMALNA SIŁA ROZCIĄGAJĄCA

Pomiary wytrzymałości kabla na rozciąganie definiują jeden z najważniejszych parametrów w przypadku kabli światłowodowych. Nadmierne rozciąganie włókna może podwyższyć tłumienie, pogorszyć właściwości transmisyjne, jak również permanentnie uszkodzić włókno. Maksymalne siły krótkotrwałe definiują możliwości zaciągania, jak i wytrzymałość kabli napowietrznych zarówno w warunkach instalacyjnych oraz w zmiennych warunkach środowiskowych (szadź, wiatr). Maksymalne siły długotrwałe mają najbardziej istotny wpływ właśnie w przypadku kabli napowietrznych przy których działają stałe naprężenia wzdłużne.

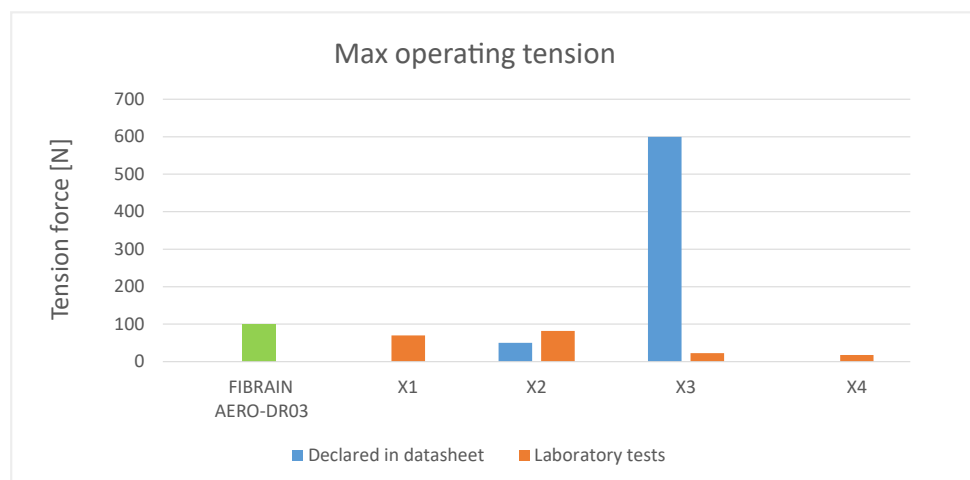
Zgodnie z *Rysunkiem 1*, 3 z 4 producentów deklaruje wartości maksymalnego naprężenia instalacyjnego wyższe od AERO-DR03. Badając jednak laboratoryjnie próbki dla większości producentów wartości nie dochodziły nawet do połowy deklarowanych. W tym wypadku AERO-DR03 zestawia się na czele z producentem X1. Wśród pozostałych producentów wartości w przybliżeniu są o połowę niższe. Kluczową wartością wejściową w przypadku wykonywania testu rozciągania jest „fiber strain” czyli maksymalne wydłużenie włókna światłowodowego. Zgodnie z zaleceniem IEC dla sił krótkotrwałych fiber strain należy przyjąć maksymalnie na poziomie $\Delta\epsilon$ 0,6% i takie wartości zostały przyjęte w teście.



Rysunek 1. Porównanie maksymalnych sił instalacyjnych

W przypadku dopuszczalnych sił operacyjnych należy zauważyć na Rysunku 2 dominującą wartość zadeklarowaną w specyfikacji producenta X3. Jednak po przeprowadzeniu testu laboratoryjnego wartość ta okazała się kilka rzędów niższa.

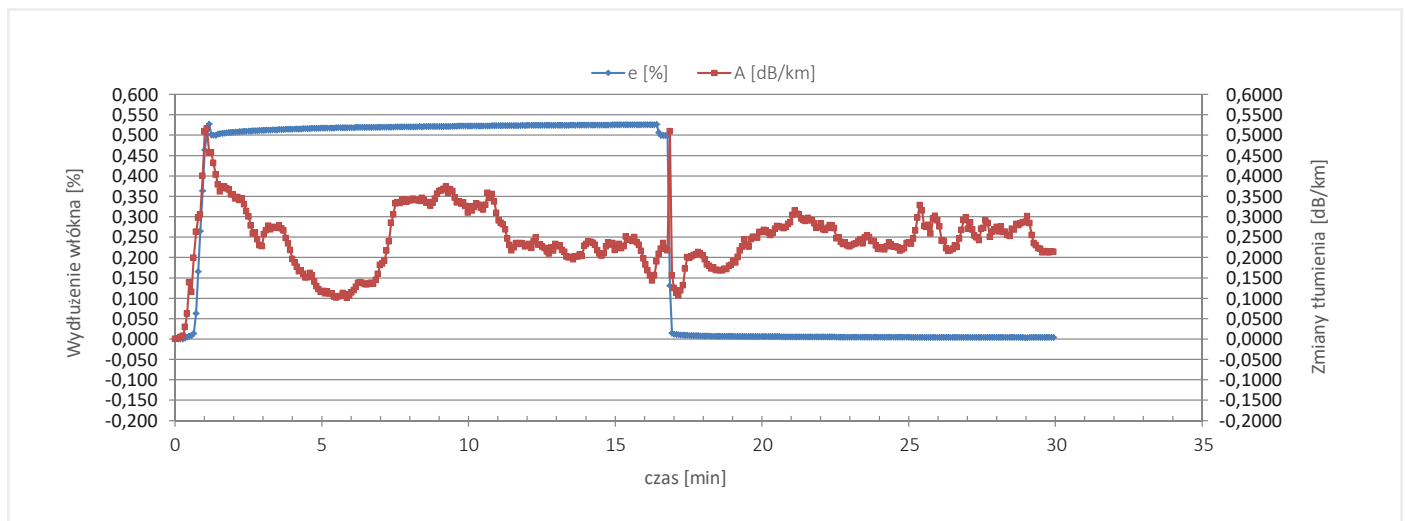
Biorąc pod uwagę wyniki badań AERO-DR03 uzyskuje przewagę nad pozostałymi producentami. Pomiary wykonano dla parametru fiber strain równego $\Delta\epsilon_f$ 0,2% zgodnie z zaleceniem IEC.



Rysunek 2. Porównanie maksymalnych sił operacyjnych

Przedstawione wykresy przedstawiają dopuszczalne siły dla wydłużeń włókna zalecanych przez standard IEC. Jednak dodatkowym warunkiem pozytywnego testu rozciągania jest nieprzekroczenie tłumienia o wartość graniczną $<0,05$ dB/km w stosunku do stanu początkowego. Nie we wszystkich przypadkach kryterium to zostało zachowane. Na Rysunku 3

przedstawiona została zależność jednego z przypadków w których tłumienie podczas siły działającej na kabel odbiega od tej wartości a dodatkowo podwyższona wartość pozostaje po odpuśczeniu przyłożonej siły co może świadczyć o permanentnym pogorszeniu się właściwości transmisyjnych światłowodu.



Rysunek 3. Zależność tłumienia od wydłużenia włókna

Zastanawiając się nad przyczyną rozbieżności można założyć że producenci mogą przyjmować wartości wydłużenia włókna które nie pokrywają się z zaleceniami IEC uzyskując przy tym rozbieżne dopuszczalne siły maksymalne. Jednocześnie należy zauważyć że część producentów włókna światłowodowego bardziej rygorystycznie podchodzi do kwestii zalecanego wydłużenia włókna niż założenia IEC. Jeden z wiodących

producentów w swoich zaleceniach przedstawia krótkotrwałe maksymalne wydłużenie włókna na poziomie 0,33 – 0,50 % (tab. 1). Zgodnie z tym kable Fibrain w większości przypadków zakładają wartości niższe od podanych przez IEC – w przypadku AERO-DR03 wartość podana w karcie katalogowej (300N) została podana dla wartości fiber strain < 0,5%.

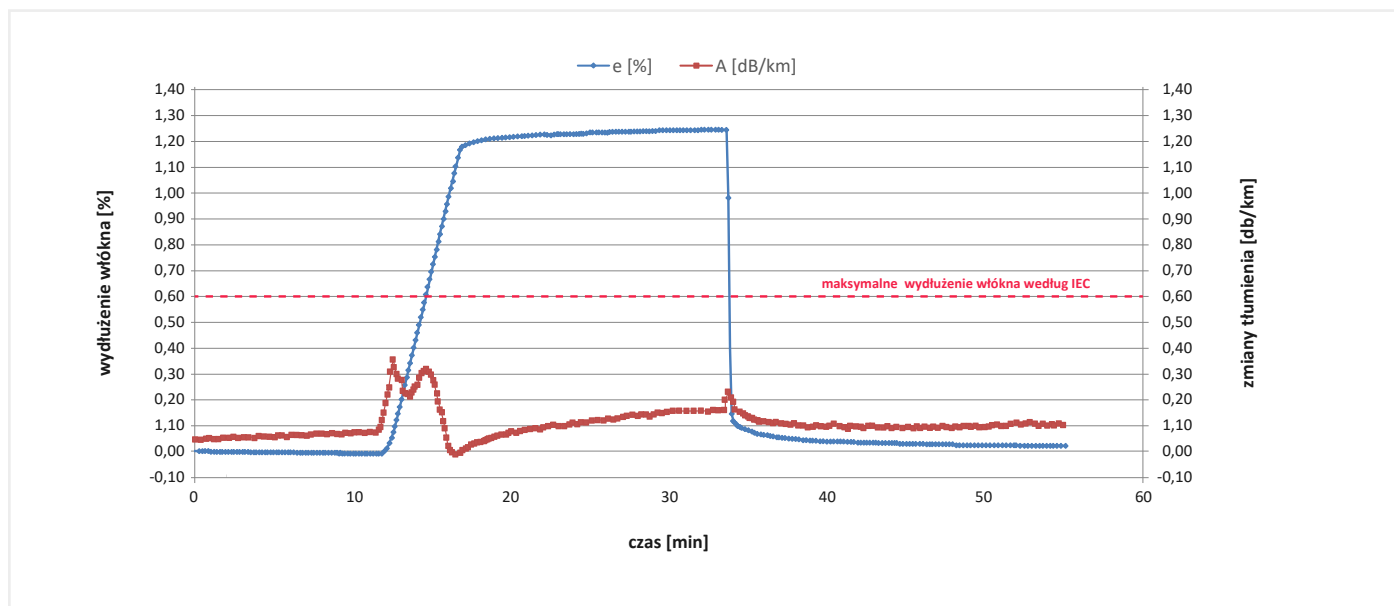
Tabela 1. Maksymalne wydłużenie włókna - zalecenia producenta **

Czas przyłożonego naprężenia	Dopuszczalny bezpieczny poziom naprężenia w stosunku do proof testu σ_p^*	Wydłużenie włókna
40 lat	1/5 σ_p	0,2 %
4 godziny	1/3 σ_p	0,33 %
1 sekunda	1/2 σ_p	0,50 %

* σ_p – proof test na poziomie 1%

W badaniu laboratoryjnym próbowaliśmy również podejść do testu z drugiej strony i odtworzyć siły deklarowane w specyfikacjach producentów. **Rysunek 3** przedstawia próbę osiągnięcia zadeklarowanej siły krótkotrwałej 800N. Zmierzone wydłużenie włókna przekroczyło wartości 1,2 % wydłużenia

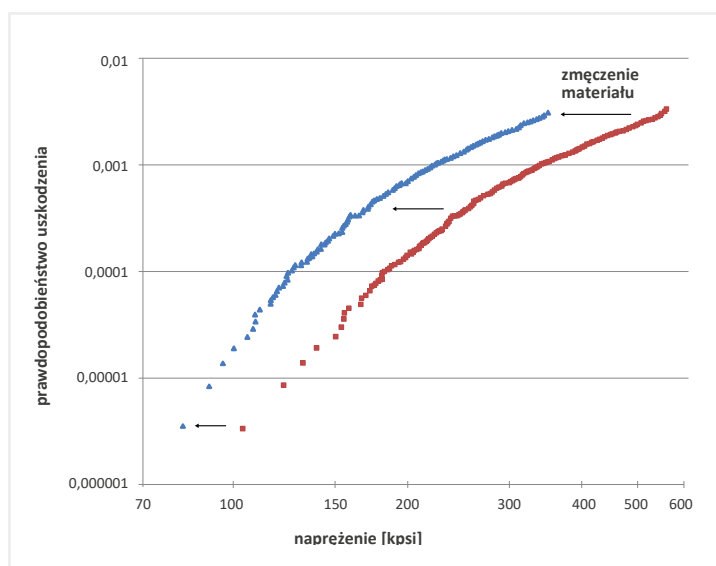
włókna (120% prooftestu) czyli dwukrotność wartości zakładanych przez IEC i trzykrotność zaleceń zgodnie z tab. 1. Ma to oczywiście przełożenie na chwilowe i długotrwałe tłumienie światłowodu jak i zwiększone prawdopodobieństwo uszkodzenie włókna.



Rysunek 4. Przykładowe przekroczenie wydłużenie włókna względem zakładanych norm

Należy również pamiętać o zmęczeniu materiału które zwiększa możliwość uszkodzenia włókna w zależności od działającej siły. Rysunek 5 przedstawia zmniejszenie odporności mechanicznej włókna przy działającej krótkotrwałe siły 100 kpsi rozciągnięcia włókna o 1% (warunki porównywalne do pro-

ofestu). Należy zauważyć że siła ta jest mniejsza od przypadku na Rysunku 4. Można zauważyć przyspieszone starzenie się materiału i znaczne zwiększenie prawdopodobieństwa uszkodzenia włókna przy późniejszym użytkowaniu włókna światłowodowego.

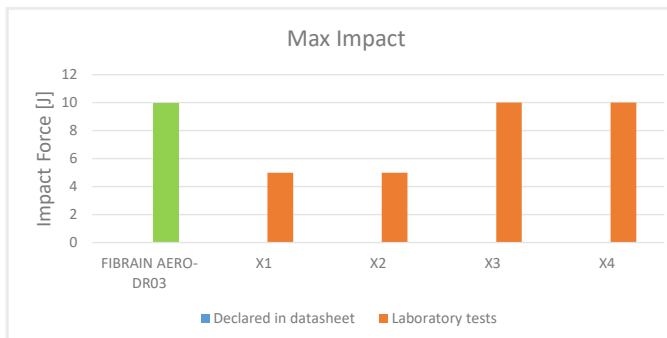


Rysunek 5. Utrata właściwości fizycznych włókna poprzez przyłożenie krótkotrwałe siły rozciągającej

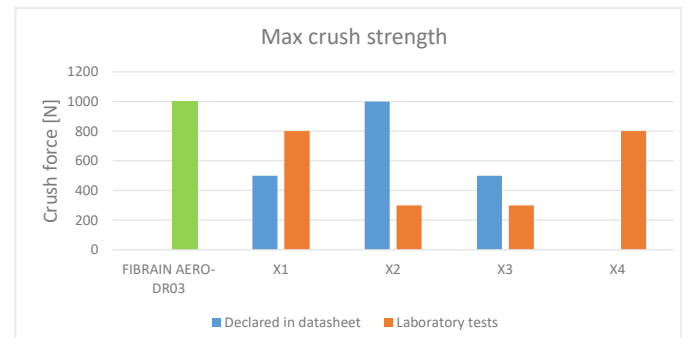
5. ODPORNOŚĆ NA ZGNIATANIE I UDERZENIE

Parametr **Crush** czyli odporność na zgniatanie została przedstawiona na *Rysunku 6*. Według deklaracji producentów najwyższa jest dla produktu Fibrain i producenta X2. **Po zbadaniu próbek wartość ta pozostaje najwyższa tylko dla AERO-DR03.**

Pozostali producenci osiągają nawet o 75% niższe wartości. Należy zauważyć że nie wszyscy producenci decydują się na deklarację parametru crush.



Rysunek 6. Odporność na uderzenie - porównanie kart katalogowych i rzeczywistych wyników



Rysunek 7. Odporność na zgniatanie - porównanie kart katalogowych i rzeczywistych wyników

Zgodnie z *Rysunkiem 7* w przypadku odporności na uderzenie kabel **AERO-DR03** wraz z X3 i X4 przyjmuje najwyższe wartości. Dla pozostałych producentów, wartości te są dwukrotnie

niższe. Żaden z konkurencyjnych producentów nie zadeklarował tych wartości w kartach katalogowych.

6. ODPORNOŚĆ NA ZMIANY KLIMATYCZNE

W przypadku kabli napowietrznych ekspozycja bezpośrednio na działania środowiskowe sprawia że na kable działają w dużym zakresie temperatur. Nierównomierne współczynniki rozszerzalności temperaturowej materiałów które składają się na konstrukcję kabla może powodować zarówno makro zgię-

cia jak nadmierne naprężenie włókna. **Niezwykle więc istotne są braki tłumienia transmisji optycznej w zakresie temperaturowym zadeklarowanym przez producenta.**

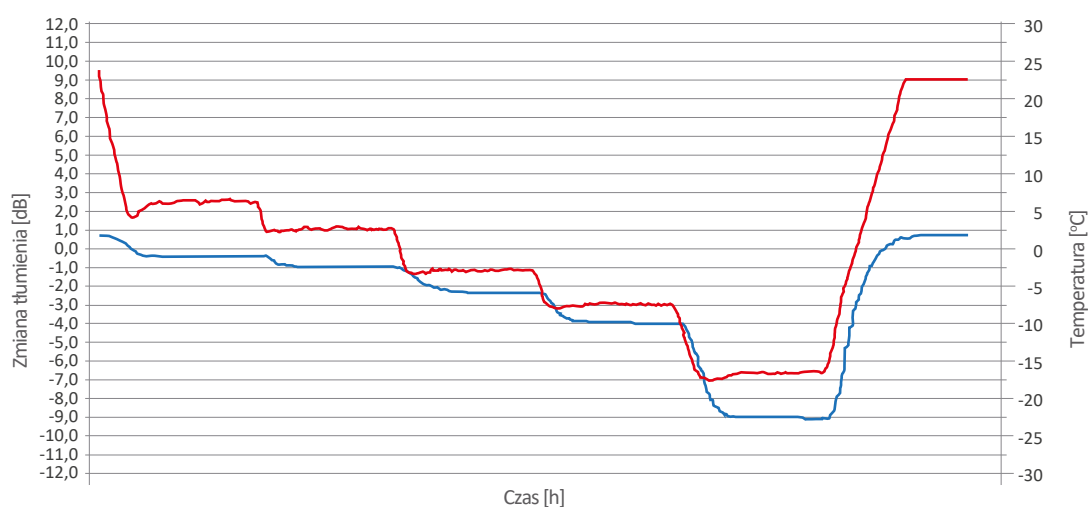
W *tabeli 2* przedstawione zostały przykładowe zakresy pracy temperatur zadeklarowane przez jednego z producentów.

	Dopuszczalna temperatura
Temperatura instalacji	-10 - +60 °C
Temperatura pracy	-20 - +60 °C

Tabela 2. Zadeklarowany zakres temperaturowy dla jednego z producentów

Na *Rysunku 8* przedstawione zostały **wyniki badań w komorze klimatycznej** dla wspomnianego kabla. W warunkach testu kabel nie był obciążony więc traktujemy ten test jako sprawdzenie deklarowanej temperatury pracy która według producenta powinna dochodzić do $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Należy zauważyć że kabel już przy zbliżaniu się do temperatury $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ osiąga wartości tłumienia niezgodne z normą. Przy dalszym obniżeniu

temperatury zachowanie kabla można porównać do „termometru” a tłumienie jest wprost proporcjonalne do obniżania temperatury. Przy wartości skrajnej zadeklarowanej przez producenta ($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$) wartość tłumienia osiąga niedopuszczalne ekstremum ok 25 dB/km .



Rysunek 8. Przykładowy wykres zmian tłumienia względem temperatury

7. PODSUMOWANIE

Badania laboratoryjne wykazały duże niezgodności pomiędzy maksymalnymi realnymi wartościami fizycznymi kabli a specyfikacjami podanymi przez producentów. Czasami te wartości różniły się nawet o kilka rzędów względem deklarowanych. W przypadku niektórych nieprawidłowości takich jak duże tłumienia w zadanym zakresie temperatur odchylenia te są praktycznie nieakceptowalne i nie dopuszczają użytkowania takiego kabla w najbardziej popularnych szerokościach geograficznych. Wybór odpowiedniego producenta może mieć

szczególnie kluczowe znaczenie w obszarach w których panują najsurowsze oddziaływania środowiskowe takich jak obszar Polski dla którego przyjmuje się strefę NESC Heavy. Należy pamiętać, że odporność na oddziaływania mechaniczne i środowiskowe są kluczowe w przypadku kabli napowietrznych zarówno w przypadku ciągłości transmisji, możliwości uszkodzenia kabla jak i bezpieczeństwa użytkowania.

** Dane na podstawie publikacji Corning Inc.