

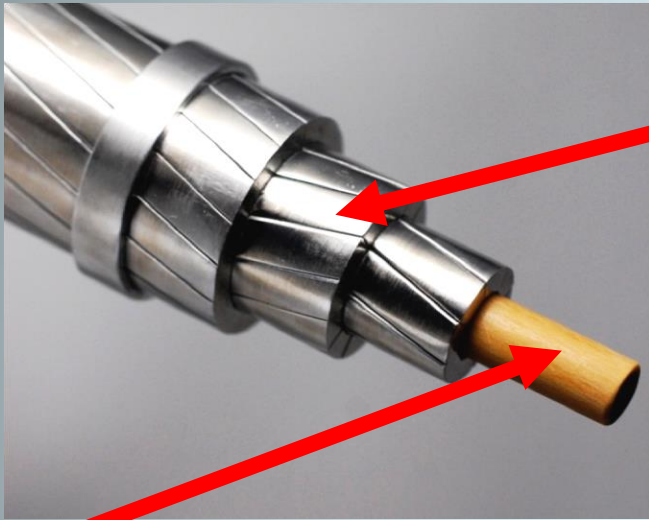
Zircon Poland Sp. z o.o.

Porównanie ACCC[®] z Lo-Sag[™]

Uwaga: Lo-Sag[™] jest zastrzeżonym znakiem towarowym firmy Nexans i jest używany w tym opracowaniu wyłącznie w celu jednoznacznego oznaczenia wyrobu tej firmy w porównaniach z przewodem ACCC[®]

Warszawa, listopad 2013

Przewody ACCC[®]



Trapezoidalne druty
z wyżarzonego
aluminium o
czystości 99,7%

Rdzeń kompozytowy z włókien węglowych otoczonych włóknami szklanymi, w specjalnie modyfikowanej żywicy epoksydowej odpornej na wysokie temperatury.

Konstrukcja na miarę wymagań XXI wieku

wykorzystująca 2 znane od wielu lat technologie

Zalety i Wady ACCC®

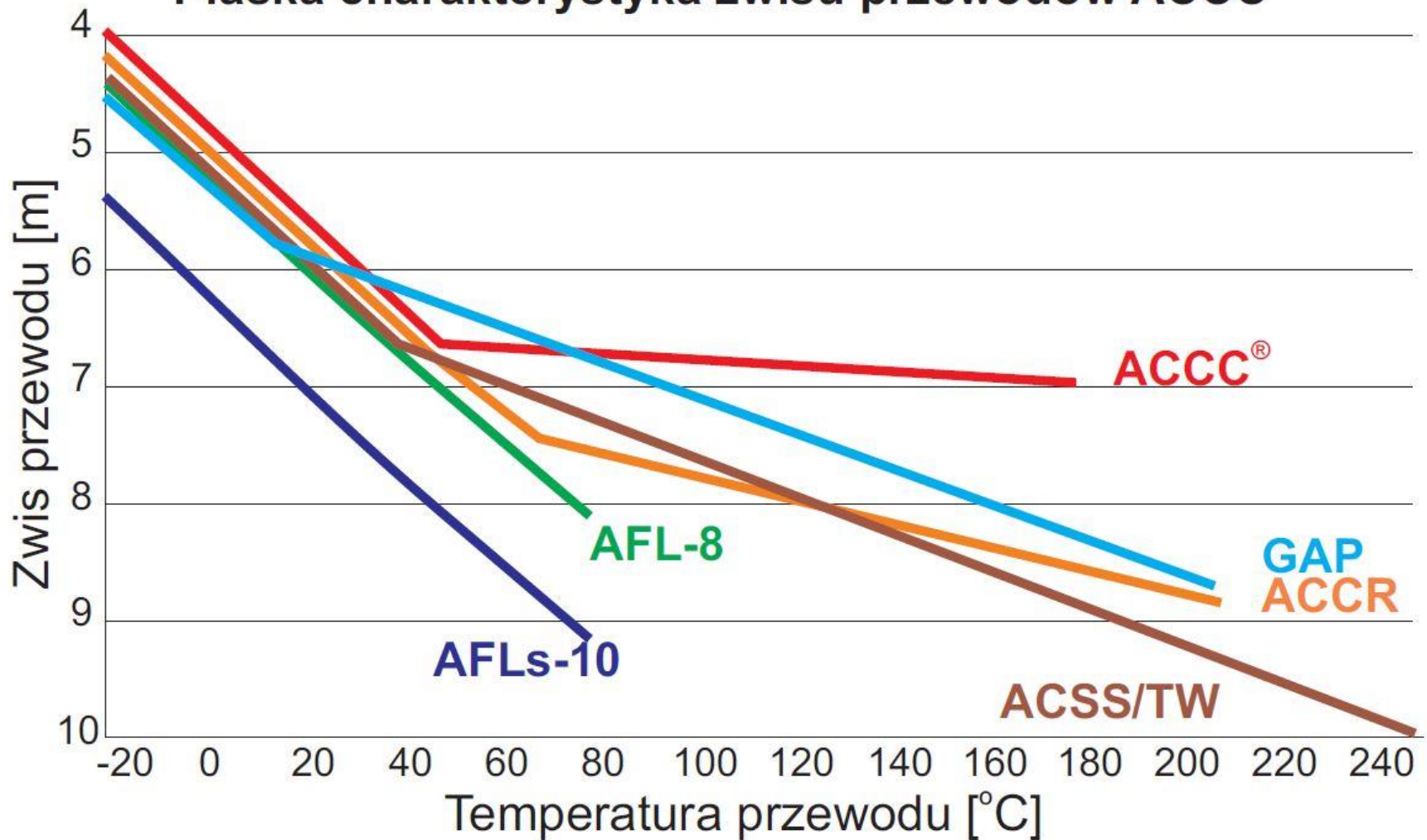
Zalety:

- **Nie trzeba podwyższać lub wzmacniać słupów, aby osiągnąć maks. obciążalność**
- **Instalacja na zgłoszenie bez konieczności uzyskania pozwolenia na budowę**
- Najwyższa wytrzymałość na zerwanie
- Najmniejsza rezystancja
- Najmniejsze straty = ACCC® spłaca się po kilku latach
- Najmniejsza masa
- Bardzo mały zwis w każdej temperaturze
- Płaska charakterystyka zwisów
- Elastyczny = Odporny na obciążenie lodem – nie pęka pod wpływem szadzi tak szybko jak inne przewody
- **Nie zawiera stopów aluminiowych, lecz czyste AL 99,7%**
- Odporny na drgania eolskie i galopowanie (samotłumiący)
- Sprawdzony – dostarczono ponad 21 000 km
- Niski koszt przeprojektowywania, **co jest również wadą!**

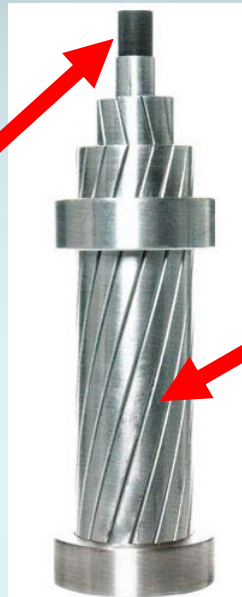
Wady:

- Nieumiejętny montaż osprzętu powoduje „klatkowanie” = „birdcaging”, ale polskie ekipy są odpowiednio przeszkolone
 - Wymagają wyższej kultury pracy niż AFL, tak samo jak inne technologie HTLS
 - Druty aluminiowe w stanie miękkim wyżarzonym, ale nie są miękkie
 - Relatywnie krótkie doświadczenie eksploatacyjne (ok. 8 lat), ale sprzedano już ponad 22 000 km dla ponad 250 instalacji na całym świecie: USA, Chiny, Polska, Wielka Brytania, Portugalia, Niemcy, Belgia, Hiszpania, Meksyk, Brazylia, Chile, Indonezja itd., na ok. 160 000 km wszystkich przewodów HTLS zainstalowanych od 1970 roku (43 lata)
- = **ok. 15 % rynku HTLS w ciągu 8 lat!**

Płaska charakterystyka zwisu przewodów ACCC[®]



Przewody Lo-Sag™



Trapezoidalne druty
z cyrkonowego
stopu aluminium

Rdzeń kompozytowy z włókien węglowych w żywicy epoksydowej

UWAGA: TO JEST PROTOTYP NIE TAKI SAM JAK ACCC®

Zalety i Wady Lo-Sag™

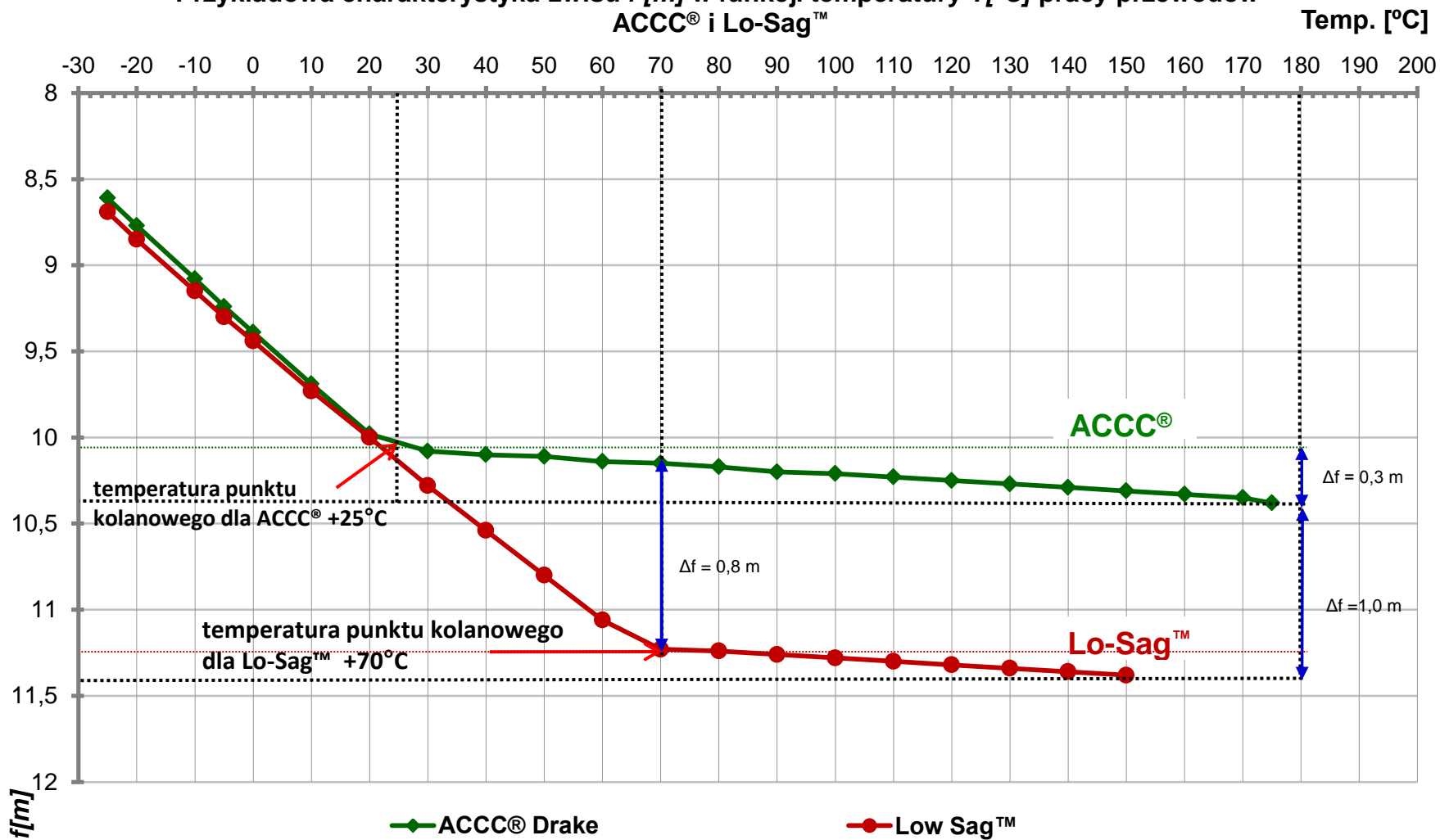
Zalety:

- Płaska charakterystyka zwisu po przejściu punktu kolanowego
- Mała masa
- Wysoka wytrzymałość na zerwanie (RTS)
- Odporny na obciążenie lodem
- Zawiera druty z cyrkonowych stopów aluminium, mocniejsze niż druty z czystego AL 99,7% w stanie miękkim wyżarzonym, co z jednej strony jest zaletą np. podczas instalacji, ale ze strony eksploatacyjnej jest wadą.
- Po całkowitym pęknięciu rdzenia przewód wisi nadal dzięki drutom ZrAL w stanie twardym, ale i tak ulegnie całkowitemu zerwaniu, tylko później (pozostaje do dyskusji co jest lepsze, zerwanie od razu, czy „bomba z opóźnionym zapłonem”)

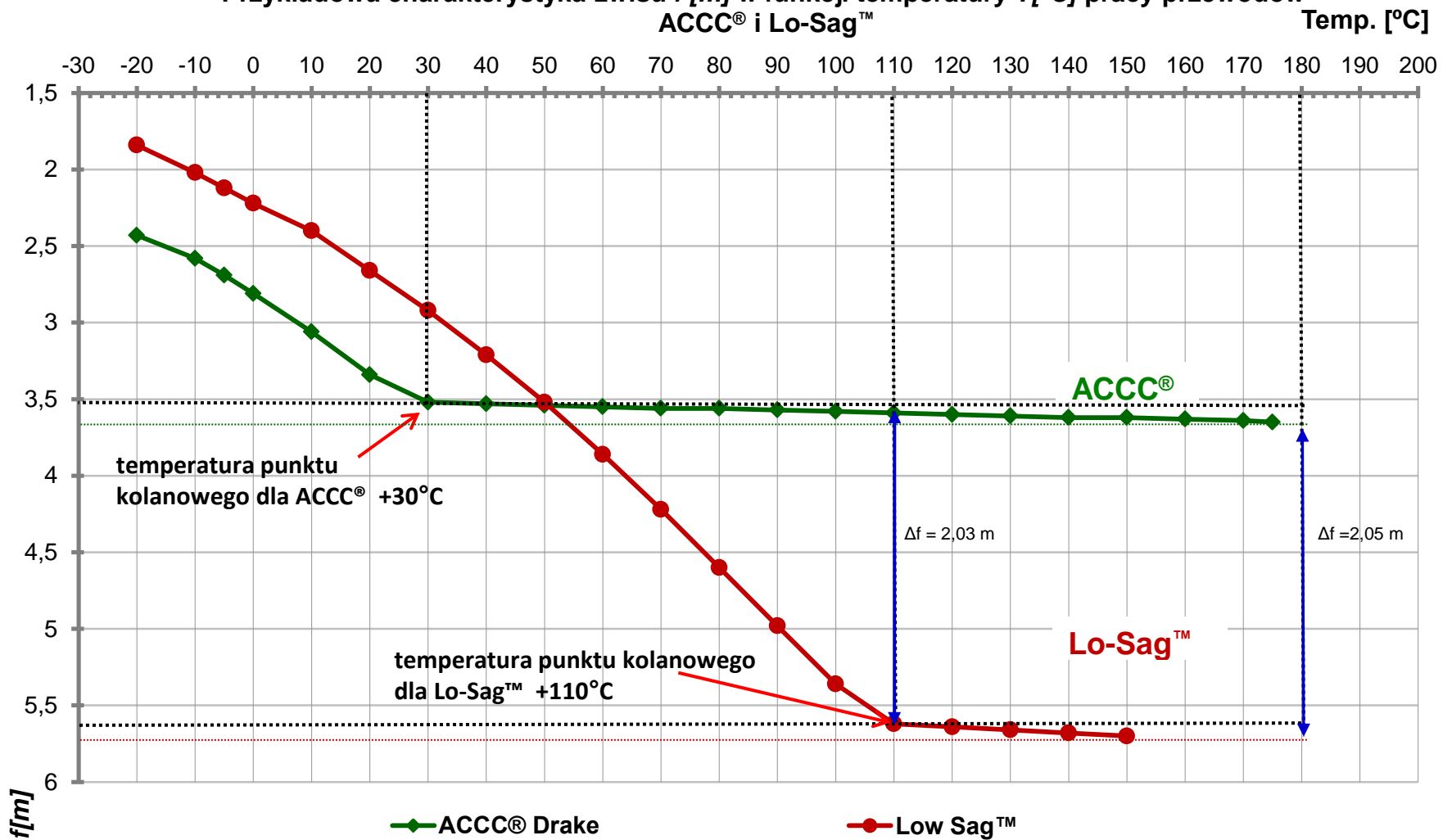
Wady:

- **Zwisa bardziej niż ACCC®**
- **Druty z cyrkonowych stopów aluminium powodują **późne wystąpienie punktu kolanowego = późne przejście do płaskiej charakterystyki zwisu****
- **Niska maks. dopuszczalna długotrwanie temp. pracy 150°C**
- **Brak możliwości stosowania złączek śródprzęsłowych = czas naprawy kilka dni lub tygodni (bo wymiana całych sekcji)**
- Duża sztywność przewodu (bo tuba AL otaczająca rdzeń i brak włókien szklanych w rdzeniu)
- **Brak referencji i doświadczenia eksploatacyjnego - tylko 1 krótka linia**
- Aluminium ze stopów cyrkonowych podatnych na niedokładność domieszkowania – możliwość wyżarzenia i utraty parametrów mechanicznych

Przykładowa charakterystyka zwisu f [m] w funkcji temperatury T [°C] pracy przewodów ACCC® i Lo-Sag™



Przykładowa charakterystyka zwisu f [m] w funkcji temperatury T [°C] pracy przewodów
 ACCC[®] i Lo-Sag[™]





Rdzeń kompozytowy ACCC® dzięki włóknom szklanym ma większą odporność na zginanie



Porównanie podstawowych parametrów ACCC[®] i Lo-Sag[™]

Usunięto na prośbę firmy Nexans

Różnice pomiędzy ACCC[®] i Lo-Sag[™]

	ACCC[®]	Lo-Sag[™]
Doświadczenie eksploatacyjne	od 2005 r. (8 lat)	brak (1 linia od 2012 r.)
Liczba instalacji	ponad 250	1
Liczba zainstalowanych km	ponad 21 000	kilka km
Maks. ciągła temp. pracy	180°C*	150°C
Punkt kolanowy: dla przewodu w stanie "po pełzaniu"	ok. +20 do +50°C	ok. +70 do +130°C
dla przewodu w stanie obciążenia mechanicznego	ok. -15 do +30°C	ok. +80 do +120°C
Położenie punktu kolanowego na charakterystyce zwisu	niskie	wysokie, znacznie wyżej niż ACCC [®]

Różnice pomiędzy ACCC[®] i LoSag[®] - c.d.

	ACCC[®]	Lo-Sag[™]
Naprawa zerwanego przewodu za pomocą złączki	TAK (sposób naprawy zależny od zakresu uszkodzeń np. 1 złączka, 2 złączki + wstawka)	NIE
Czas naprawy	Kilka godzin	Kilka dni lub tygodni (bo wymiana całej sekcji)
Bariera chroniąca aluminium przed korozyjnym wpływem włókien węglowych	Włókna szklane ściśle zespolone z włóknami węglowymi	Tuba aluminiowa pokryta tworzywem sztucznym
Trwałość bariery	Wysoka (po przejściu kilku cykli temp. włókna szklane twardnieją tworząc pancierz wokół włókien węglowych)	Możliwość uszkodzenia tuby aluminiowej po przejściu cykli temperaturowych połączonych z dużymi siłami mechanicznymi podczas silniejszych wiatrów
Sztywność przewodu	Średnia	Duża (bo ww. tuba i brak włókien szklanych w rdzeniu) = duży promień gięcia
Druty aluminiowe	Czyste aluminium w stanie miękkim wyżarzonym	Stop ZrAL w stanie twardym

Różnice pomiędzy ACCC[®] i LoSag[®] - c.d.

	ACCC[®]	Lo-Sag[™]
Rezystancja przewodu	Bardzo mała	Wyższa od ACCC [®] (konduktywność ZrAL mniejsza i mniej użytego aluminium, zapewne po to, aby poprawić charakterystykę zwisania)
Straty generowane przez przewód	Najniższe spośród wszystkich przewodów dostępnych na rynku	Znacznie wyższe niż dla ACCC [®]
Moduł elastyczności	Niższy od LoSag [®] dla standardowych włókien w ACCC [®] , ale CTC oferuje konstrukcje z włóknami ULS	Wyższy od ACCC [®] (bo nie ma włókien szklanych)
Wydłużenie pod wpływem lodu	Większe = większy zwis, ale CTC oferuje konstrukcje z włóknami ULS	Mniejszy zwis pod wpływem lodu
Odporność na obciążenie lodem	Większa, bo bardziej się może wydłużyć zanim się zerwie	Mniejsza od ACCC [®]
Odporność na drgania	Bardzo wysoka, bo rdzeń kompozytowy i druty w stanie miękkim wyżarzonym, posiada własności samotłumiące	Znacznie mniejsza od ACCC [®]

Różnice pomiędzy ACCC[®] i LoSag[®] - c.d.

	ACCC[®]	Lo-Sag[™]
Cena	Wysoka	Bardzo wysoka (bo druty stopowe ZrAL i dodatkowa operacja nałożenia tuby)
Zwrot kosztów dzięki redukcji strat	Szybki	Późniejszy niż dla ACCC [®] (bo większa rezystancja)
Maksymalna obciążalność prądowa	Bardzo duża	Znacznie mniejsza niż dla ACCC [®]
Konieczność podwyższania słupów dla uzyskania dużej obciążalności prądowej	Brak	Znacznie większe prawdopodobieństwo wystąpienia takiej konieczności***

* - o ile nie ma sensu porównywanie maks. temp. pracy dla różnych technologii, bo np. ACCC[®] osiąga w 180°C taką samą obciążalność prądową co np. ACSS w 250°C, to w ramach tej samej technologii ma to istotne znaczenie, bo 30°C to różnica ponad 200 A w obciążalności prądowej.

Różnice pomiędzy ACCC[®] i LoSag[®] - c.d.

** - ze względu na zastosowanie oplotu z cyrkonowego stopu aluminium TAL przewód Lo-Sag[™] ma punkt kolanowy położony bardzo wysoko na charakterystyce zwisu w porównaniu do przewodu ACCC[®] o oplotcie z wyżarzonego aluminium 1350-O. Dlatego w szerokim zakresie temperatur rozkład naprężeń w przewodzie Lo-Sag[™] jest podobny jak w przewodzie AFL czy też (Z)TACSR, kompozytowy rdzeń przejmuje prawie całe obciążenie mechaniczne **w stosunkowo wysokiej temperaturze**, co w połączeniu z maks. temp. pracy 150°C sprawia, że tylko w niewielkim stopniu wykorzystywana jest płaska charakterystyka zwisu kompozytowego rdzenia.

*** - konieczność podwyższania słupów stawia pod znakiem zapytania celowość zastosowania tej technologii, bo w wielu przypadkach znacznie tańsza technologia ACSS/TW będzie wymagała niewiele więcej podwyższeń. **Zastosowanie przewodów z rdzeniem kompozytowym, znacznie droższych od przewodów z rdzeniem stalowym, ma sens tylko wtedy, gdy w ogóle nie trzeba podwyższać słupów.**