



## Wszystko o linkach paralotniowych



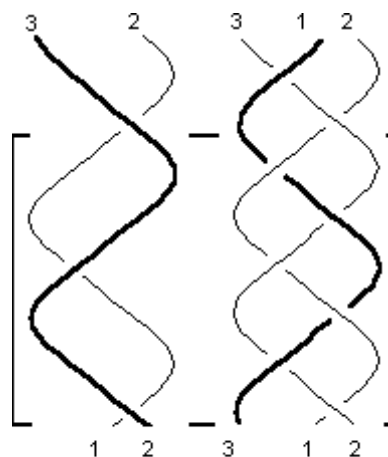
Linki paralotniowe są głównym nowoczesnym osiągnięciem technologicznym. Twoje życie jakby wisiało na nitce, ale może być to punkt widzenia ludzi z twojej okolicy, którzy właśnie spytali cię na czym lataasz. “Wyglądają na cieńsze niż sznurek lub żyłka zawołają. Wszystko co nie latający człowiek widzi to coś wyglądającego jak bardzo cienki sznurek albo nić dentystyczna, jednak w dzisiejszych czasach wytrzymałość nowej paralotni jest całkiem niezła. Niektóre glajty ostatnio wytrzymują do 16G podczas torturowania w testach DHV lub testach obciążeniowych (jak w normie EN 926), a przypisuje się to materiałom, linom oraz sposobom wykończenia i połączenia materiałów. W ciągu ostatnich kilku lat piloci paralotniowi dyskutowali nieco o materiałach z których ich skrzydła są zrobione, prawie pomijając temat linek, które łączą ich z samą czaszą.



Zrozumienie procesu prowadzącego do gotowej linki paralotniowej pomaga we właściwym dbaniu o nią. Ze względu na koszty wymiana kompletu lin w starszych paralotniach staje pod znakiem zapytania, gdyż może się okazać po prostu nieopłacalna.

Zaproszono nas do fabryki Cousin Trestec, jednego z największych producentów lin paralotniowych na świecie. Na terenie zakładu w północnej części Francji, w pobliżu Lille, przyległego do kanału wyznaczającego granicę z Belgią, ten 150 letni biznes rodzinny wytwarza zaawansowane technicznie liny i sznury dla wielu specjalistycznych zastosowań. Wliczając liny żeglarskie, wspinaczkowe, liny dla ratownictwa górskiego i innych służb ratowniczych obok linek paralotniowych. W zakładzie znajduje się największy w Europie park maszyn splatających, z ponad 60000 pracującymi wrzecionami. Cousin Trestec ma obrót ponad 10 milionów Euro i jest częścią grupy Cousin, której właścicielami są bracia Cousin i Jacques Ferrant.

Linki paralotniowe są produkowane z wykorzystaniem technik budowy sznurów. Najbardziej podstawowa technika budowy sznura wymaga skręcania włókien ze sobą do uformowania splotu. Splatanie, bardziej zaawansowana technika, wymaga aby pojedyncze włókna były układane nad lub pod sobą w zmechanizowanym procesie aż do uformowania liny lub sznura, jak pokazano na rysunku 1. Liny paralotniowe wytwarza się w procesie skręcania i splatania. Bezoplotowa linka jest produkowana jako pojedynczy splot. Jeżeli linka posiada opłot, jest on spleciony wokół rdzenia w drugim procesie. Skręcanie i splatanie podnosi wytrzymałość liny i ułatwia jej zamocowanie, co jest nierozłączne.



3-Lead, 4-Bight Braid

Copyright 1999 by Stan Pope

Istnieje wiele rodzajów włókien wysokiej technologii stosowanych w linkach, dlatego ważne aby zrozumieć które rodzaje są podobne i umieć porównać między sobą rodzaje bazujące na tym samym polimerze. Opłot jest wykonany z poliestru, a na początku rozwoju paralotniarstwa cała linka była wykonana ze splecionego poliestru. Głównymi czynnikami, które doprowadziły do wycofania poliestru jako materiału przenoszącego obciążenie były jego rozciągliwość i mała wytrzymałość w porównaniu do nowoczesnych materiałów. Jest używany jako opłot i odpowiada tylko za 10% całkowitej wytrzymałości linki. Obecnie dwa podstawowe materiały są wykorzystywane na włókna rdzenia, są to Dyneema, polietylen o wysokiej masie cząsteczkowej, oraz Technora, Kevlar lub Twaron, czyli rodzaje aromtycznych poliamidów lub aramidów. Od tego miejsca będziemy się odnosić do dwóch rodzajów włókien, określanych po prostu jako Dyneema lub Technora, gdyż Technora jest marką jakiej Cousin używa w swoich produktach. Łatwo określić różnicę – Dyneema w oplocie ma biały rdzeń, podczas gdy linka Technora jest brązowo-żółta w środku. Innymi możliwymi materiałami są Vectran i Xylon. Vectran to ciekłokrystaliczny poliester o bardzo małej rozciągliwości lecz wysokiej masie w porównaniu z Dyneemą. Wciąż jest używany i wymieniany przez kilku producentów paralotniowych. Drugie włókno, PBO lub Xylon zostało wycofane z powodu znikomej wytrzymałości na promieniowanie UV.



Dyneema ma wysoką wytrzymałość, małą masę, niską rozciągliwość, bardzo dobrą odporność na promieniowanie UV, zmęczenie materiału i zginanie. Dyneema jest lżejsza od wody, co jest główną zaletą w żeglarskim i kitesurfingu, gdyż lina będzie unosić się na wodzie. Z drugiej strony nie jest odporna na gorąco (mięknie w 144°C a topi się w 165°C) i ulega większemu wydłużeniu długotrwałemu niż Technora, chociaż Cousin ma opracowany proces pozwalający znacząco zredukować wydłużenie. Proces ten, którego szczegóły są tajemnicą firmy, musi być wykonywany w ściśle określonych warunkach aby osiągnąć pożądane efekty.

Technora (aramid podobny do Kevlaru) jest bardzo wytrzymała, bardziej od Dyneemy, ma wysoką odporność na gorąco (nie pali/topi się) i bardzo małą rozciągliwość, również lepszą od Dyneemy. Technora jest pięciokrotnie lżejsza od stali przy identycznej wytrzymałości podstawowej. Minusem jest większa masa od Dyneemy, mniejsza odporność na promieniowanie UV oraz zmęczenie i zginanie. Obecnie kładzie się nacisk na doprowadzenie Dyneemy do punktu gdzie straci wszelkie wady w stosunku do Technory.

Jednakże, podobnie jak przy doborze materiałów na poszycie skrzydła, producenci paralołni nie używają jednego materiału na linki, starają się używać różnych materiałów. W typowym glajcie klasy DHV 2 lub 2-3 (odpowiednio nowe oznaczenia klas EN C, EN D)\* możemy mieć mieszankę Dyneemy i Technory w oplocie oraz bezoplotowej Dyneemy.

Teraz kiedy wiemy z czego zrobiona jest przędza, możemy przyjrzeć się bliżej procesom jakim Cousin Trestec poddaje materiały w swojej fabryce.

Włókna tworzące przędzę dostarczane są w szpulach, i w tej fazie są sprawdzane pod względem jakości i ciągłości. Szpule umieszcza się w przędzalni. Wytwarza ona rdzeń, lub gotową splecioną linkę w przypadku lin bezoplotowych. Aby wyprodukować linkę w oplocie, niezbędny jest kolejny proces splatania, w którym wokół rdzenia jest zaplatany oplot. Oba procesy splatania są ciągłe i dają linkę o dużej długości nawiniętą na szpulę.

Bezoplotowe linki nowszego typu są barwione i powlekane poliuteranową mieszaniną, co polepsza odporność na promieniowanie UV i zachowanie linki, włączając zmniejszenie podatności na splatanie. Daje to zupełnie inny produkt końcowy niż linki bezoplotowe z przełomu wieków.

Następny proces dla bezplotowych linek Dyneema dotyczy rozciągania ich w uważnie kontrolowanych warunkach, gdzie składowymi są ściśle określona temperatura i współczynnik wydłużenia. Proces owocuje zwiększeniem wytrzymałości i zmniejszeniem długotrwałego wydłużenia pod obciążeniem, zmniejsza również średnicę linki. Ten nowy proces daje kilka interesujących rezultatów:

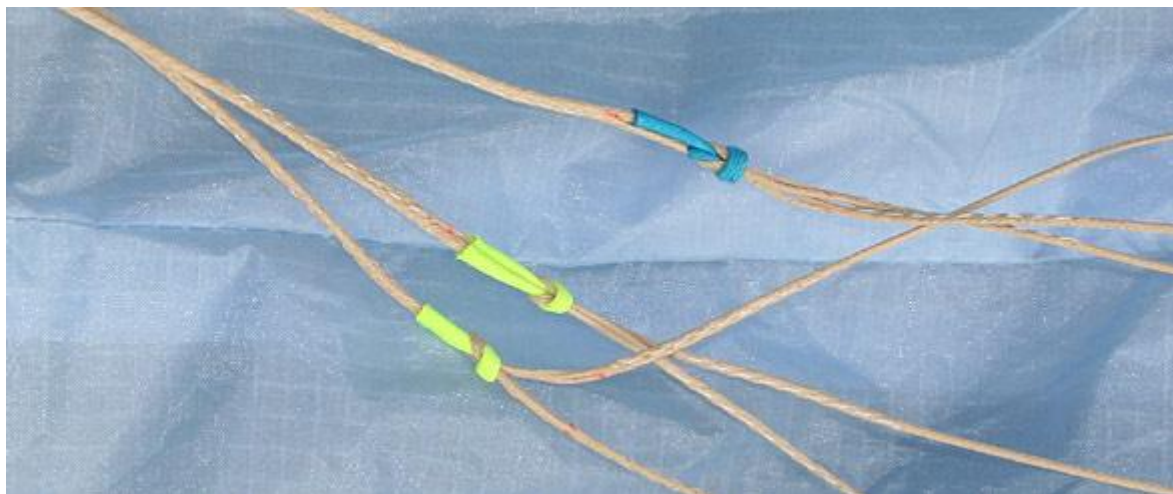
Wydłużenie linki pod obciążeniem 12kg zredukowane o 78%

Wytrzymałość na zrywanie zwiększona o 19%

Wytrzymałość na ścieranie zwiększona o 10%

Wytrzymałość na zginanie zwiększona o 9%

średnica zmniejszona o 5%



Linki Dyneema w oplotcie również poddaje się temu procesowi, jednak po drugiej operacji splatania, kiedy już mają oplot umieszczony wokół rdzenia.

Z ukończonej liny pobiera się próbki, poddawane następnie testom potwierdzającym jakość produktu. Testy obejmują badanie na zrywanie pod obciążeniem stałym i dynamicznym oraz test zginania DHV gdzie linka jest poddawana 5000 zagięciom, każde po 150 stopni w dwie strony, przed ponownym sprawdzeniem odporności na obciążenie.

Linki z zamieszczonymi na szpuli informacjami pozwalającymi na prześledzenie wszystkich procesów od początku produkcji są wysyłane do producentów paralotniowych. Możliwość śledzenia kontroli jakości jest częścią procesu wymaganego dla uzyskania certyfikatu jakości ISO 9002 posiadanego przez Cousin.

Gotowe linki są niesamowite. Bezplotowa linka wykonana z Dyneemy o średnicy 0,66mm (tak, niewiele ponad pół milimetra) szczyty się wytrzymałością na zrywanie około 56 kg, a po 5000 cyklów testu DHV wciąż wytrzyma 54 kg. Zwiększając średnicę do 1mm (1,12mm) wytrzymałość wzrośnie do 172 kg, a po teście DHV spadnie do 153 kg. Wartości dla linek w oplotcie są również zadziwiające, jednak uwzględniają mniej wytrzymały poliestrowy oplot, tak więc liczby są mniejsze. Nawet wtedy, wytrzymałość około 128 kg dla 1,1mm linki Dyneema w oplotcie jest na porządku dziennym. Proces szycia u producentów paralotniowych razem ze sposobem łączenia linek zredukuję ich rzeczywistą wytrzymałość, więc parametry określone przez producenta uwzględniają to. Patrząc na takie paralotnie jak Airwave Magic 3, który zdołał wytrzymać obciążenie +16G na urządzeniu testującym, można wnioskować że obliczenia wykonywane przez producentów są prawdziwe.

## **Dlaczego redukcja linek?**

Charakterystyka paralotni olbrzymie polepszyła się od czasów pierwszych przetrzymowanych spadochronów na których wykonywano loty w połowie lat 80tych w Alpach francuskich. Sporą część tego polepszenia w doskonałości i opadaniu osiągnięto dzięki redukcji oporu. Porównując do wczesnych lat 90tych, zużycie linek zmniejszyło się o około 40% dla glajtów klasy średniej. Resurs skrzydła zwiększył się z dziesiątek do setek a może nawet tysiący godzin, w przypadku niektórych glajtów testowych używanych przez producentów.

## **Anatomia linki**

Dla większości pilotów linka składa się z dwóch części – oplotu pełniącego funkcję ochronną i rdzenia przenoszącego obciążenie. W glajtach zawodniczych, a czasem w górnych galeriach olinowania, producenci stosują linki bezoplotowe, zwykle aby zredukować opór. Wadą jest ich niska odporność na promieniowanie UV i przecieranie, jednak przecieranie nie jest problemem gdy linki są w górnych galeriach, gdyż jest mało prawdopodobne aby stykały się z ziemią.



Linki są zaawansowanym technicznie produktem, jednak należy o nie dbać aby nie straciły wytrzymałości.

### **Cousin radzi jak dbać o linki:**

- Nie zostawiaj paralotni w pobliżu źródeł ciepła – zimą może to być kaloryfer, latem zamknięty bagażnik samochodu
- Nigdy nie składuj wilgotnego skrzydła i unikaj wilgotności kiedy je odkładasz. Nie susz skrzydła bezpośrednio na słońcu – połóż je w cieniu
- Nie cioraj glajta po ziemi
- Nie zostawiaj za długo rozłożonego glajta na starcie
- Unikaj splątania linek i nie wiąż lub splataj ich przy składowaniu
- Manewry jak uszy, spirale, besztale i każdy rodzaj acro przyspieszają proces starzenia i osłabiają linki. Wykonywanie tych manewrów oznacza że akceptujesz konsekwencje – częstszą wymianę linek
- Po większym zdarzeniu – jak np. duże podwinięcie – kontrola linek będzie niezbędna
- Każdy nowo nabyty używany glajt powinien mieć sprawdzone linki

- Jeśli twoje linki mają termokurczliwą osłonę sprawdź dokładnie jej koniec – krawędź prowadzi do uszkodzeń i zmęczenia linek
- Składowana paralołnia która nie jest używana też się starzeje
- Bądź ostrożny z ultracienkimi lub bezopłotowymi linkami. Wymagają więcej uwagi i łatwiej ulegają uszkodzeniu

Autorem artykułu jest Steve Uzołhukwu (UK), swobodnie latający na różnych typach paralołni, piszący artykuły dla czasopism takich jak Skywings i Cross Country.

Możecie zobaczyć jego stronę na: [www.steveu.org](http://www.steveu.org)

Skywings: [www.bhpa.co.uk/bhpa/skywings](http://www.bhpa.co.uk/bhpa/skywings)

Oryginalny tekst na: <http://www.ojovolador.com/eng/read/reports/lines/index.htm>

Artykuł został opublikowany na portalu <http://www.flyordie.info>

**Tłumaczenie: Wojtek Żujła**