



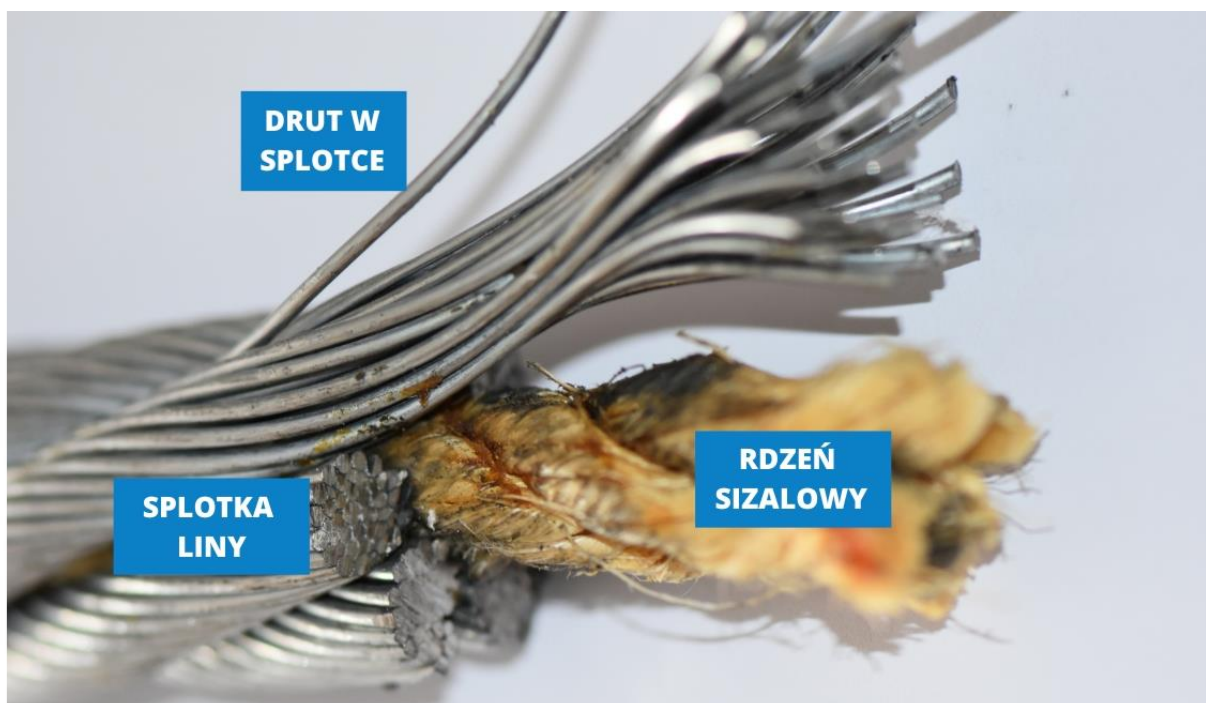
*Doskonalimy  
sztukę podnoszenia*  
[www.interrope.com](http://www.interrope.com)

## **BAZA WIEDZY:** **Właściwości lin stalowych**

**W większości Urzędzeń Transportu Bliskiego (UTB) stosowane są liny stalowe. Aby odpowiednio dobrać linę do urządzenia i jego zastosowania, warto przyrzeć się jej budowie oraz najważniejszym parametrom, które pozwolą nam ocenić jej wartości użytkowe.**

Każda lina stalowa zbudowana jest z drutów skręconych w splotki i ze splotek skręconych na rdzeniu.

Budowę liny stalowej przedstawia zdjęcie:



O właściwościach liny decydują przede wszystkim: typ rdzenia, konstrukcja splotki, konstrukcja liny, czyli liczba splotek i liczba warstw, klasa liny związana z wytrzymałością drutów na rozciąganie, kierunek i skok zwicia oraz smarowanie. Wszystkie elementy składowe liny oraz ich parametry wpływają na jej wartości użytkowe czyli na jej żywotność i liczbę przepracowanych cykli pracy w danym urządzeniu.

Rdzenie lin najczęściej dzieli się na rdzenie organiczne (sisalowe i syntetyczne) oraz stalowe. Oznaczenia rdzeni organicznych zapisane w dokumentacjach technicznych oraz na certyfikatach to najczęściej (Ao, NFC, SFC), a oznaczenia rdzeni stalowych (At, SC, WSC, IWRC).



*Doskonalimy  
sztukę podnoszenia*  
[www.interrope.com](http://www.interrope.com)

**BAZA WIEDZY:**

## Właściwości lin stalowych

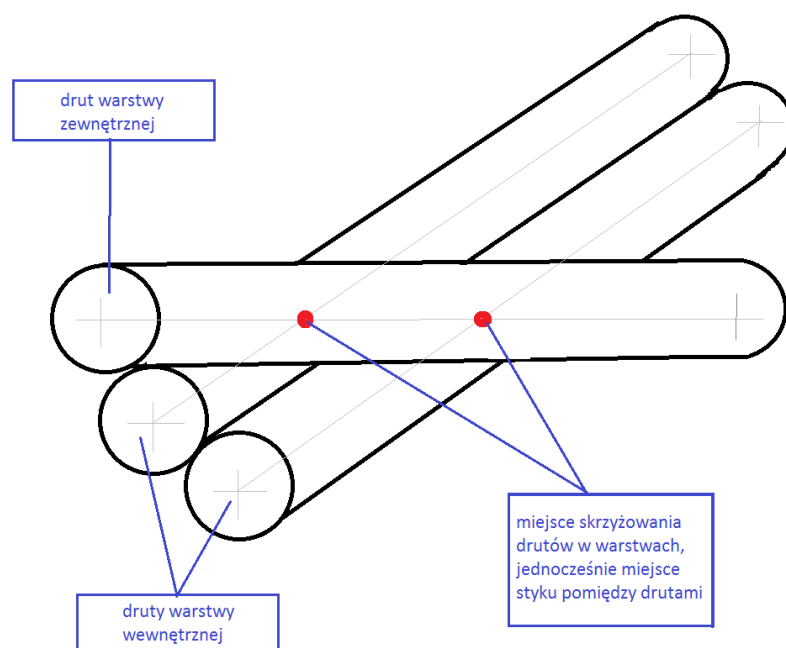
Rdzenie naturalne (NFC) ze względu na możliwość ich nasączenia smarem, który ma wpływ na późniejszą pracę liny wpływają na ich wyższą cenę, stąd liny produkowane w krajach azjatyckich najczęściej posiadają łatwe i tanie w produkcji rdzenie syntetyczne (SFC).

Największą różnicę w przypadku rdzeni stalowych, które powodują że lina traci na elastyczności, stanowią rdzenie składające się z jednej splotki (WSC – Wire Steel Core) i rdzenie, które mają budowę liny stalowej (IWRC – Independent Wire Rope Core), dające znacznie większą elastyczność. Rdzenie stalowe zwiększają dodatkowo przekrój metaliczny, a więc wytrzymałość liny na zerwanie oraz zapewniają większą odporność na naciski poprzeczne i na działanie wyższych temperatur.

Liny standardowe możemy podzielić na liny dwuzwite o krzyżowym styku drutów (6x19, 6x37) i dwuzwite o liniowym styku drutów (S6x9 – Seale, WS6x36 – Warrington Seale, F6x25 – Filler).

W linach o krzyżowym styku drutów splotki wykonane są z minimum dwóch warstw drutów skręconych w tym samym kierunku, ale ze względu na różne skoki zwicia poszczególnych warstw, druty sąsiednich warstw krzyżują się między sobą i stykają punktowo. Splotki w takich linach składają się z drutów o takiej samej średnicy.

Liny o krzyżowym styku drutów to konstrukcje T6x7, T6x19 i T6x37, które traktowane są jako liny ogólnego przeznaczenia. Ze względu na mało wymagający proces produkcyjny i produkcję tylko jednej średnicy drutu pod daną średnicę liny, liny te były powszechnie stosowane w krajach byłego bloku wschodniego, ale obecnie są praktycznie niespotykane w nowych urządzeniach dźwignicowych i są z powodzeniem zastępowane w starszych maszynach.



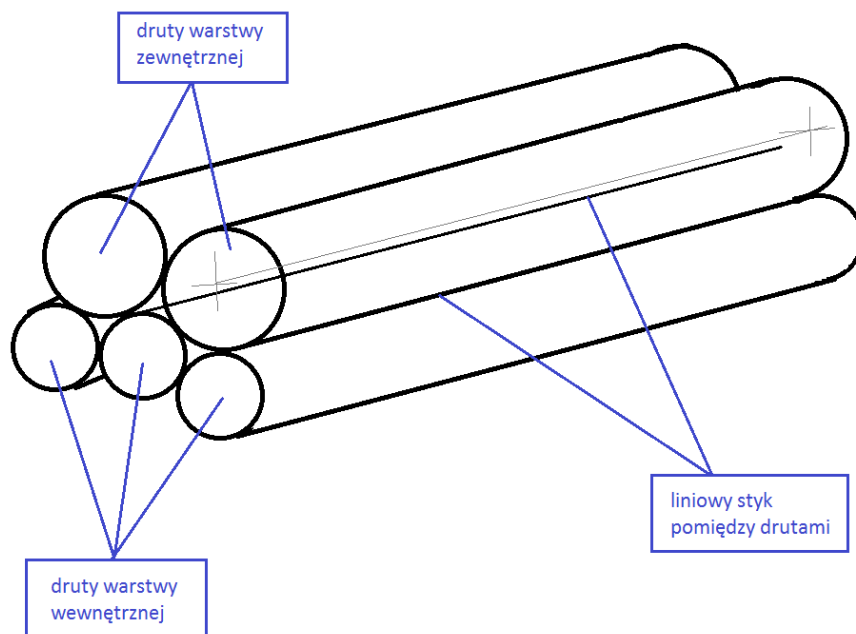


Doskonalamy  
sztukę podnoszenia  
[www.interrope.com](http://www.interrope.com)

**BAZA WIEDZY:**

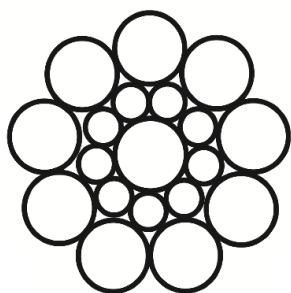
## Właściwości lin stalowych

Najpopularniejsze obecnie konstrukcje to liny dwuzwite o liniowym styku drutów, w których druty w splotkach skręcone są w jednej operacji produkcyjnej i w których druty poszczególnych warstw stykają się ze sobą na całej długości.



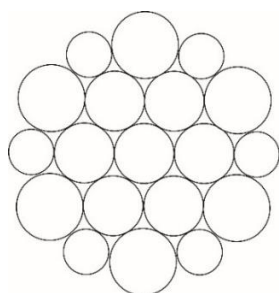
Liny dwuzwite o liniowym styku drutów dzielimy ze względu na rodzaj splotki.

### SEALE



W linach konstrukcji **SEALE** (oznaczenie S) druty w splotkach w dwóch warstwach (1 rdzeń + 9 + 9) mają różne średnice, a liczba drutów w warstwach jest taka sama. Druty zewnętrzne mają zawsze wyższe średnice.

### WARRINGTON



W linach konstrukcji **WARRINGTON** (oznaczenie W) splotki zbudowane są z dwóch warstw (1 rdzeń + 6 + 6/6): druty w warstwie zewnętrznej mają dwukrotnie wyższą liczbę niż w warstwie wewnętrznej. Druty w wewnętrznej warstwie mają wyższą średnicę, a w warstwie zewnętrznej występują naprzemiennie druty o wyższej i niższej średnicy.

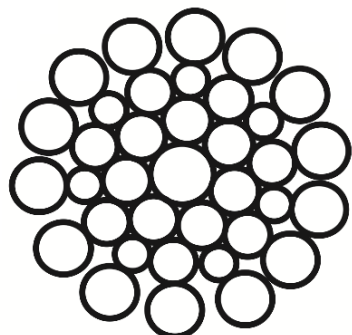


*Doskonalimy  
sztukę podnoszenia*  
[www.interrope.com](http://www.interrope.com)

**BAZA WIEDZY:**

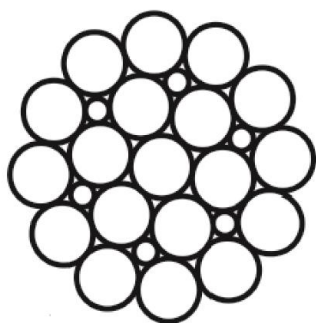
**Właściwości lin stalowych**

## WARRINGTON-SEALE



W linach konstrukcji **WARRINGTON-SEALE** (oznaczenie WS) splotki zbudowane są z trzech warstw drutów. Druty w wewnętrznej warstwie wokół drutu rdzeniowego mają wyższą średnicę, w warstwie środkowej naprzemiennie druty o wyższej i niższej średnicy, a w warstwie zewnętrznej występują druty o wyższej średnicy np. 31W (1+6+6/6+12), 36W (1+7+7/7+14), 41W (1+8+8/8+16).

## FILLER



W linach konstrukcji **FILLER** (oznaczenie F) splotki zbudowane są z dwóch warstw drutów. Druty w warstwie zewnętrznej mają dwukrotnie wyższą liczbę niż w warstwie wewnętrznej. Druty zaliczane do przekroju metalicznego mają taką samą średnicę, ale w konstrukcji istnieją również druty wypełniające umieszczone w przestrzeniach między warstwami drutów np. 19F [25F] (1+6+6F+12).

W linach standardowych na elastyczność liny oprócz rodzaju rdzenia bardzo duży wpływ ma typ splotki i liczba drutów w splotce (im większa tym większa elastyczność liny). Według powszechnej opinii na elastyczność liny w bardzo dużym stopniu wpływa wytrzymałość drutów na rozciąganie. W praktyce, zgodnie z serią obowiązujących norm PN-EN 12385, każdy z producentów zobowiązany jest do podania na deklaracji klasy liny (1770, 1960 lub 2160), a nie wytrzymałości drutów. Wytrzymałość drutów w poszczególnych klasach podana w normie przedstawia się następująco:

- Klasa liny 1770 – zakres dla drutów od 1570 do 1960 N/mm<sup>2</sup>
- Klasa liny 1960 – zakres dla drutów od 1770 do 2160 N/mm<sup>2</sup>
- Klasa liny 2160 – zakres dla drutów od 1960 do 2160 N/mm<sup>2</sup>

Porównując wytrzymałość drutów w poszczególnych klasach okazuje się, że lina wyprodukowana z drutów o wytrzymałości 1960 N/mm<sup>2</sup> mogłaby być zakwalifikowana jako lina 1770 lub 1960 lub 2160, stąd oznaczenie to obecnie nie ma większego wpływu na elastyczność liny, ponieważ producent nie ma obowiązku podawania informacji o wytrzymałości drutów na deklaracjach zgodności.



*Doskonalimy  
sztukę podnoszenia*  
[www.interrope.com](http://www.interrope.com)

**BAZA WIEDZY:**

## Właściwości lin stalowych

Parametry drutów, takie jak minimalna wytrzymałość na zginanie i skręcanie, podane są w tabelach normy PN-EN 10264-2.

Im wyższa klasa liny, tym wyższa minimalna siła zrywająca linę (MBL – Minimum Breaking Load), podana zazwyczaj w jednostkach kN lub tonach. Parametr wytrzymałości liny ma decydujące znaczenie przy prawidłowym doborze liny do danego urządzenia.

Należy pamiętać, iż wiele typów zakończenia liny wpływa na zmniejszenie jej wytrzymałości, z uwagi na deformację liny podczas procesu zakuwania. Jedynie uzbrojenie liny w końcówkę stożkową zalaną metalem lub substancją żywiczną nie zmniejsza minimalnej siły zrywającej linę.

Większe znaczenie w elastyczności lin ma liczba drutów w splotce oraz liczba splotek w linie i najczęściej spotykamy się z sześcioma lub ośmioma splotkami. Im większa liczba drutów i splotek tym większa elastyczność liny.

Ogromny wpływ na parametry użytkowe liny, nie brany najczęściej pod uwagę podczas decyzji zakupowej, ma skok liny czyli odległość, o jaką na linie w linii prostej powtarza się ta sama splotka.

Skok liny nie wpływa na jej wytrzymałość, ale jest zauważalny przy porównaniu wagi jednego metra liny dwóch różnych producentów. Im dłuższy skok liny, tym niższa waga jednego metra. Mniej stali w jednym metrze to sposób na obniżenie ceny, ale wydłużenie skoku ma bardzo duży wpływ na zwiększenie elastyczności i zmniejszenie parametru odporności na odkrętność liny. Liny lżejsze zaczną się obracać wokół własnej osi znacznie szybciej, co wpływa na skręcanie zbloczy i może uniemożliwić płynną pracę przy wyższych operacjach podnoszenia. Ta sama konstrukcja liny dwóch różnych producentów stosujących inne skoki zwicia może pracować zupełnie inaczej.







*Doskonalimy  
sztukę podnoszenia*  
[www.interrope.com](http://www.interrope.com)

**BAZA WIEDZY:**

## Właściwości lin stalowych

Druty w splotkach i splotki w linie mogą być skręcone w kierunku lewym lub prawym. W zależności od kierunków skrętu lin możemy podzielić na współzwite PRAWE (RHLL, zZ, Zz) lub LEWE (LHLL, sS, Ss) (druty w splotkach i splotki w linie skręcone są w tym samym kierunku) oraz przeciwzwite PRAWE (RHOL, RHRL, sZ, Zs) lub LEWE (LHOL, LHRL, zS, Sz) (druty w splotkach i splotki w linie skręcone są w przeciwnych kierunkach).



Kierunku skrętu lin standardowych nigdy nie należy zmieniać w urządzeniach, ponieważ dobór kierunku skrętu lin jest związany z kierunkami olinowania oraz bębni, na który nawijana jest lina.



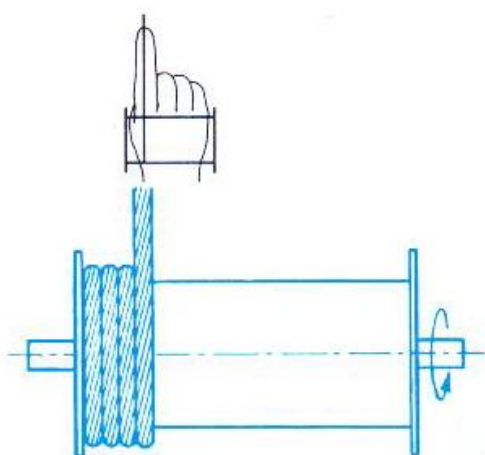
*Doskonality  
sztuki podnoszenia*  
[www.interrope.com](http://www.interrope.com)

**BAZA WIEDZY:**

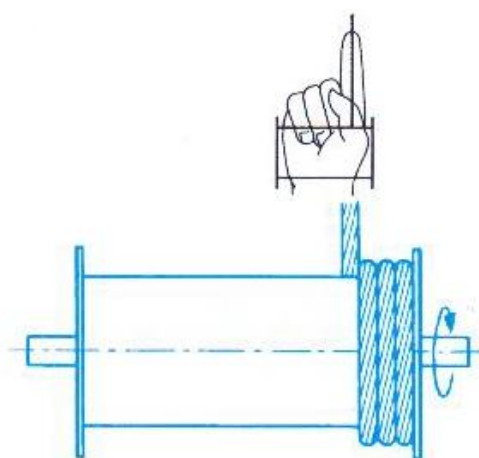
## Właściwości lin stalowych

W przypadku bębnow gładkich kierunek splotu liny zależy od kierunku i sposobu odwijania liny z bębna i strony mocowania liny na bębnie. Najłatwiej rozpoznać kierunek splotu liny wykorzystując dłoń prawą (lina prawa) lub lewą (lina lewa) oraz ułożenie kciuka (mocowanie liny do bębna), palca wskazującego i pozostałych palców (kierunek nawijania i odwijania liny) oraz ułożenie dłoni (sposób nawijania i odwijania liny z bębna), co prezentowane jest na poniższych rysunkach.

### ZASTOSOWANIE LINY PRAWYJ

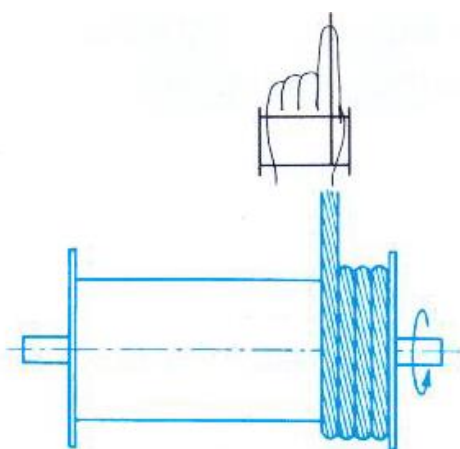


Nawijanie nasiębiejne  
Mocowanie liny po lewej stronie  
Nawijanie od strony lewej do prawej

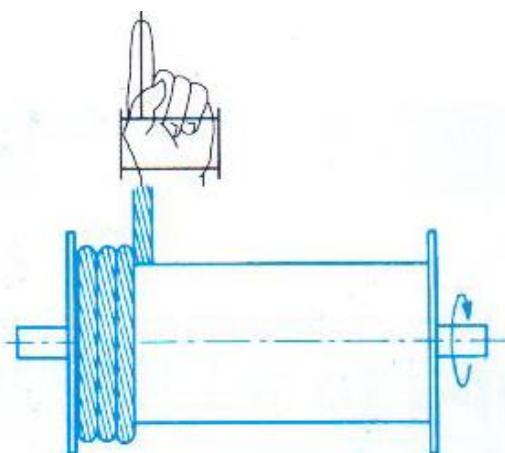


Nawijanie podsiębiejne  
Mocowanie liny po prawej stronie  
Nawijanie od strony prawej do lewej

### ZASTOSOWANIE LINY LEWEJ



Nawijanie nasiębiejne  
Mocowanie liny po prawej stronie  
Nawijanie od strony prawej do lewej



Nawijanie podsiębiejne  
Mocowanie liny po lewej stronie  
Nawijanie od strony lewej do prawej



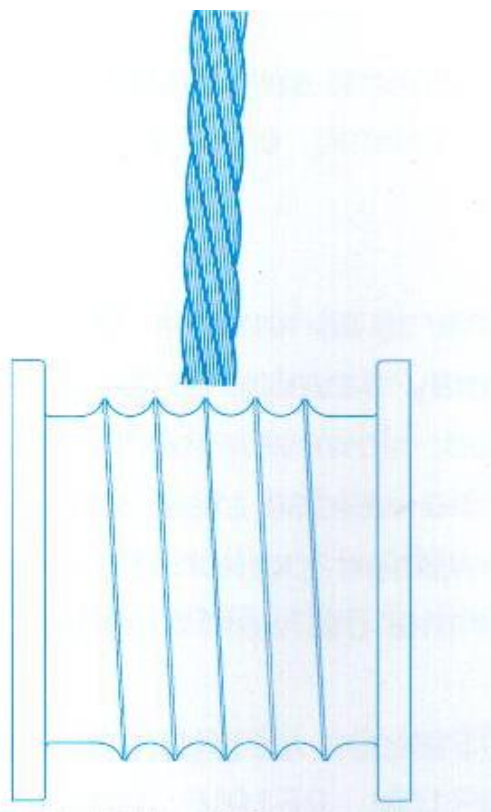
*Doskonalimy  
sztukę podnoszenia*  
[www.interrope.com](http://www.interrope.com)

**BAZA WIEDZY:**

## Właściwości lin stalowych

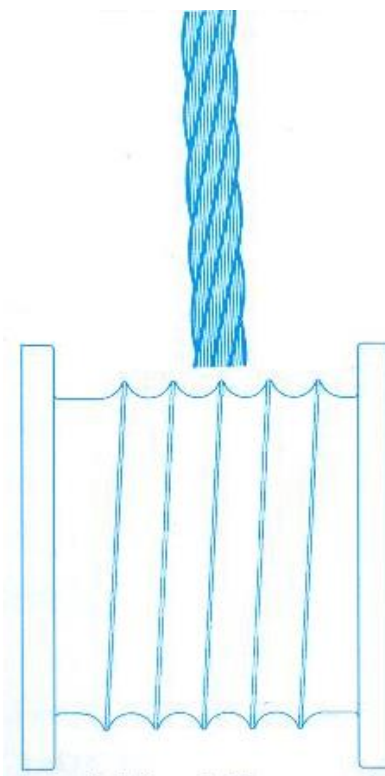
Dla bębnow rowkowanych dobiera się linę w zależności od kierunku ułożenia rowków na bębnie dla pierwszej warstwy nawijania liny.

Przykładowy prawidłowy dobór liny zależny od kierunku ułożenia rowków bębna nośnego przedstawia rysunek poniżej:



### Lina o splocie LEWYM.

Rowkowanie bębna  
jak w gwincie prawym.



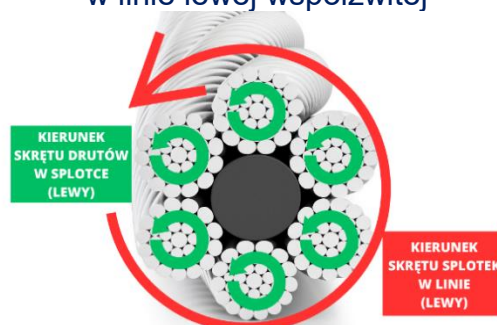
### Lina o splocie PRAWYM.

Rowkowanie bębna  
jak w gwincie lewym.

Kierunku skrętu lin standardowych nigdy nie należy zmieniać w urządzeniach, ponieważ dobór kierunku skrętu liny związany jest z kierunkami olinowania oraz bębni, na który nawijana jest lina.

Liny współzwite 6 lub 8-splotkowe są linami bardziej elastycznymi i bardziej odpornymi na zgniatanie oraz posiadają wyższą wytrzymałość zmęczeniową, dlatego najczęściej stosowane są przy wielowarstwowym nawijaniu. Niestety wadą tych lin jest zwiększona tendencja do odkręcania się, ponieważ momenty obrotowe splotek oraz liny kumulują się.

Przykład kierunków zwicha  
w linie lewej współzwitej







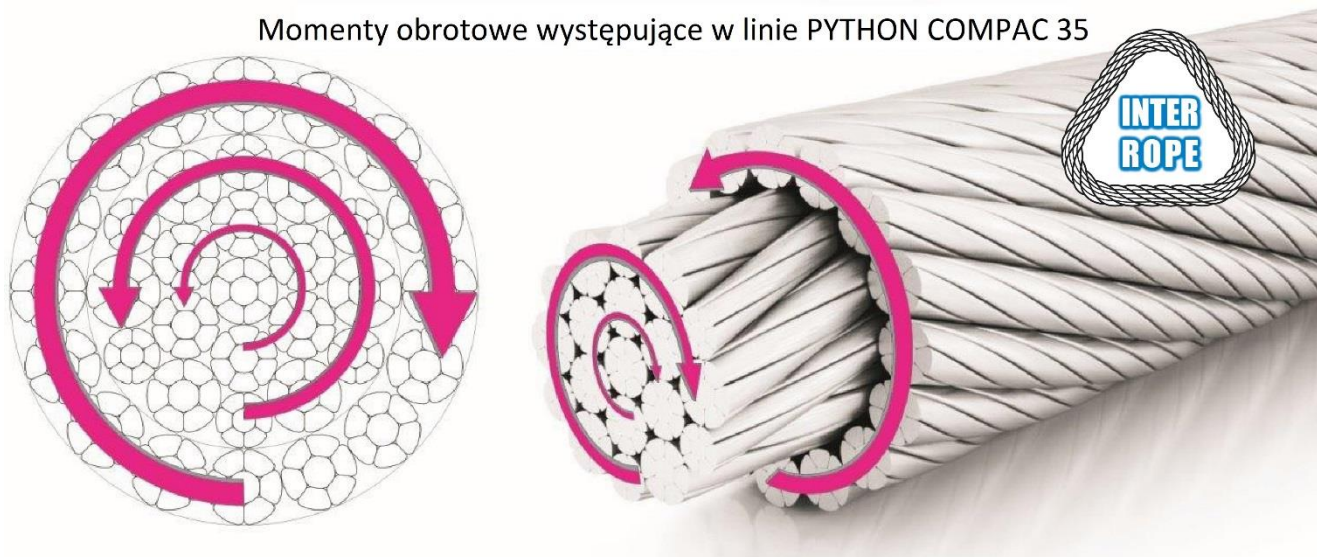
*Doskonalimy  
sztukę podnoszenia*  
[www.interrope.com](http://www.interrope.com)

**BAZA WIEDZY:**

## Właściwości lin stalowych

Osobną kategorią są **liny odporne na rotację**, nazywane często linami nieodkrętnymi. W linach odpornych na rotację, często błędnie przyjmuje się, że współzwite liny są bardziej podatne na kręcenie. Nic bardziej mylnego, ponieważ o nieodkrętności decyduje konstrukcja liny i jej wielowarstwowa budowa, w której odwrotne kierunki skręcenia splotek w poszczególnych warstwach ograniczają obracanie się liny wokół własnej osi (rysunek poniżej). Ponieważ liny odporne na rotację, w większości urządzeń, nawijane są wielowarstwowo, wskazanym jest stosowanie właśnie lin współzwitych.

Momenty obrotowe występujące w linie PYTHON COMPAC 35



Liny mogą być produkowane z drutów nieocynkowanych i ocynkowanych, a ich powierzchnia może być sucha lub smarowana. Rodzaj procesu cynkowania (ogniowy lub elektrolityczny) ma decydujący wpływ na odporność korozyjną. Znacznie wyższą odporność na korozję ma cynkowanie ogniowe drutów.

Smary nakładane są na linę już podczas procesu produkcji splotek oraz liny. Najczęściej smarowane są liny specjalistyczne, a rola smaru jest bardzo istotna i wpływa znacząco na żywotność lin. Najpopularniejsze smary mają za zadanie umożliwić linie poślizg w rowkach kół układu olinowania. Liny mogą być również smarowane po zakończeniu produkcji, a najlepsze rezultaty uzyskuje się poprzez nakładanie smaru pod ciśnieniem za pomocą specjalnych głowic smarowniczych. Proces takiego nakładania smaru jest związany również z jednoczesnym usuwaniem starej, często zabrudzonej, warstwy smaru. Każdy ze smarów stanowi dodatkową osłonę antykorozyjną, ale jego rodzaj zależy przede wszystkim od przeznaczenia liny (np. smary poślizgowe, smary cierne).



*Doskonalimy  
sztukę podnoszenia*  
[www.interrope.com](http://www.interrope.com)

**BAZA WIEDZY:**

## Właściwości lin stalowych

Większość aktualnie produkowanych lin jest odprężona to znaczy, że deformacja splotek w linie, a następnie całej liny, wykonana na etapie produkcji zapewnia stabilność konstrukcji podczas przecinania liny (druty i splotki pozostają na swoich miejscach).



Jedynie liny specjalistyczne oraz odporne na rotację nie są idealnie odprężane podczas procesu produkcji, z uwagi na ich zmodyfikowane konstrukcje, dlatego zaleca się zgrzewanie końców takich lin do stożka, co zamyka konstrukcję i nie pozwala na samoczynne rozwarstwienie liny. Zakończenie stożkowe bardzo ułatwia montaż lin.

Wszystkie liny stosowane w dźwignicach powinny spełniać wymagania norm serii PN-EN 12385-1-4, które opisują wymagania ogólne, parametry poszczególnych konstrukcji lin, klasyfikacje, tolerancje średnicy oraz wymagania dotyczące konserwacji.

**PN-EN 12385-1+A1** - „Liny stalowe -- Część 1: Wymagania ogólne”

**PN-EN 12385-2+A1** - „Liny stalowe -- Część 2: Definicje, oznaczenie i klasyfikacja”

**PN-EN 12385-3:2021-05** – „Liny stalowe -- Część 3: Informacje dotyczące stosowania i konserwacji”

**PN-EN 12385-4+A1** – „Liny stalowe -- Część 4: Liny splotkowe dla dźwignic”

Uszkodzenia i kryteria wycofania lin z eksploatacji opisuje dokładnie norma

**PN-ISO 4309** – „Dźwigi - Liny stalowe - Kodeks postępowania w zakresie opieki i konserwacja, kontrola i wycofanie z użytkowania”.

*Firma Inter Rope od lat specjalizuje się w diagnozie uszkodzeń, analizie układów olinowania i czasu pracy lin stalowych w urządzeniach transportu bliskiego oraz w prawidłowym doborze lin. Zachęcamy do współpracy i kontaktu z naszymi doradcami technicznymi.*



*Doskonalimy  
sztukę podnoszenia*

[www.interrope.com](http://www.interrope.com)

**INTER ROPE Sp. z o.o.**

**ul. Boczna 1, 44-268 Jastrzębie Zdrój**

**Tel. +48 32 473 45 99, 434 99 10-14**