

# Prowadnice Lapp Kabel

Robert Mikulski

**Zautomatyzowanie procesów produkcji przemysłowej doprowadziło do szybkiego rozwoju nośników dla przewodów zasilających i sterowniczych urządzeń elektrycznych. Firma Lapp Kabel oferuje szeroką gamę prowadnic do standardowych aplikacji i do zadań specjalnych.**

**W** ofercie firmy znajdują się prowadnice do stosowania w pomieszczeniach czystych, a także prowadnice ognioodporne, samogasnące i do stref zagrożonych wybuchem. Lapp Kabel jest wyłącznym dystrybutorem na Polskę prowadnic Brevetti Stendalto.

Przy zasilaniu i sterowaniu ruchomymi częściami maszyn najczęściej wybieranym rozwiązaniem są prowadnice łańcuchowe (łańcuchy energetyczne) wraz z niezbędnym wyposażeniem, czyli przewodami, węzłami itp. Stosowanie prowadnic łańcuchowych stanowi praktyczny sposób ochrony różnorodnych kabli elektrycznych oraz przewodów hydraulicznych, pneumatycznych i innych w poruszających się częściach maszyn. Zabezpieczając je to przed zbyt wczesnym zużyciem i zniszczeniem na skutek zginania i ścierania. Jednocześnie utrzymywanie kabli i przewodów w należyтым porządku poprawia ergonomię sprzętu.

Prowadnik zapobiega nadmiernemu zginaniu kabli i przewodów, zapewniając im odpowiedni promień zgięcia. Delikatnie przekazuje siłę zginającą bądź prostującą na zawarte w nim elementy. Dobranie odpowiedniego typu prowadnika (prowadnicy łańcuchowej) dla danego przewodu nie jest łatwe. Mimo, że prowadniki składają się zazwyczaj z elementów standardowych, to jednak – ze względu na wielość kombinacji – zwykły wybór z katalogu nie jest tutaj najlepszym rozwiązaniem. Warunki oraz fizyczna konfiguracja każdego zastosowania wymaga bowiem specjalistycznej analizy technicznej.

Większość prowadników kabli i przewodów zbudowana jest jako połączone ze sobą równolegle poprzeczki, na których opierają się przewody. Końcówki i zderzaki przegubu umożliwiają obrót członów prowadnika po wcześniej ustalonym łuku. Prowadnik może być wykonany zarówno z członów metalowych, jak i niemetalowych.

Rys. 1. Prowadnica stalowa BS 3500 z ramą wsporczą, zastosowana na stanowisku do odladzania na lotnisku w Monachium



## Dobór prowadnicy

Aby zapewnić optymalne wykorzystanie zastosowanego rozwiązania należy wziąć pod uwagę następujące parametry:

- najkrótsze drogi (przesuwu) przy najmniejszych poruszających się masach,
  - małą liczbę jak najbardziej ujednoliconych elementów konstrukcyjnych i komponentów,
  - niskie koszty materiałowe i montażowe,
  - minimalne zapotrzebowanie na miejsce,
  - dostępność konserwacji i serwisu,
  - wysoką niezawodność i trwałość również w przypadku czynników uwarunkowanych otoczeniem.
- Prowadnice łańcuchowe są ruchomymi elementami prowadzącymi części giętkie (przewody elektryczne, węże hydrauliczne i pneumatyczne, przewody światłowodowe) po wcześniej określonej drodze przesuwu. Przy ich wyborze należy zwrócić uwagę by posiadały następujące cechy:
- małą masę przy dużej wytrzymałości,
  - wysoką wytrzymałość na skręcanie,
  - minimalne ścieranie i zużycie w obszarze ślizgania i przegubów,
  - dużą różnorodność typów odnośnie wielkości łańcucha, obciążenia dodatkowego oraz promienia gięcia łańcucha,
  - możliwość łatwego i szybkiego montażu.

## Niezbędne informacje

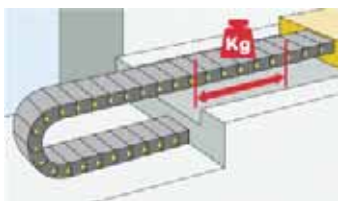
Dobór łańcucha pod konkretny projekt wymaga analizy wielu danych: wagi

wszystkich komponentów, które będą się znajdować wewnątrz łańcucha, ich rozmiarów, odległości, na jaką urządzenie będzie się przesuwać, sposobu zamocowania, kierunku pracy łańcucha (pionowy lub poziomy).

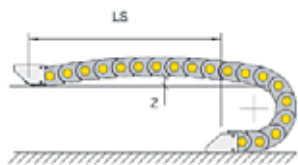
Przekrój poprzeczny prowadnika powinien pozostawiać 10% luzu wokół kabla i 20% luzu wokół przewodu, aby zapobiec zaciananiu. Kable i przewody o podobnych średnicach należy pogrupować według przeznaczenia, stosując separatory. Minimalny promień gięcia prowadnika powinien być równy bądź większy niż zalecany promień gięcia najbardziej sztywnego kabla lub przewodu w zestawie. Dokładną wartość promienia gięcia można uzyskać od producenta. Jeśli taka informacja nie jest jednak znana, to – ogólnie rzecz biorąc – zalecany promień gięcia powinien stanowić ośmiokrotną wartość średnicy najszerszego kabla lub przewodu.

### Wytyczne dotyczące wyboru metalowych i nylonowych prowadników

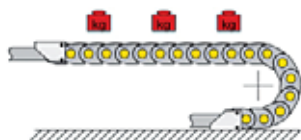
- należy stosować prowadniki metalowe, jeśli obciążenie przekracza 15 kg/cm<sup>2</sup>,
- należy stosować prowadniki nylonowe przy prędkościach ponad 30,5 m/min,
- metalowe prowadniki są bardziej praktyczne dla toru łuku o długości do 15 m; poza tym prowadniki nylonowe są bardziej ekonomiczne i funkcjonalne,
- istotnym czynnikiem może być również temperatura – większość prowadników nylonowych działa najlepiej w temperaturze pomiędzy -18 i 121°C.



Rys. 2. Zdolność samonośności podaje się w relacji do masy na metr kabla / przewodu giętkiego



Rys. 3. Podstawowym parametrem prowadnicy jest wygięcie wstępne



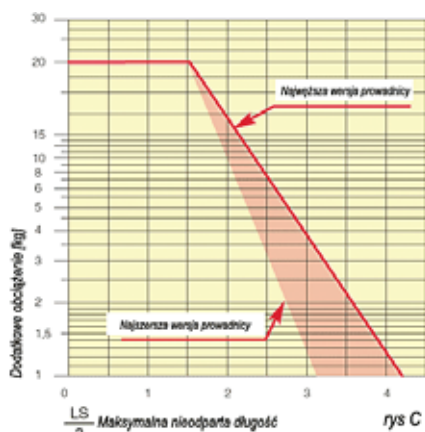
Rys. 4. Wygięcie wstępne determinuje zdolność prowadnicy do samonośności

Długość prowadnika może się różnić w zależności od zamontowania i konfiguracji urządzenia, zazwyczaj jednak wynosi około połowy całej długości łuku plus długość krzywej. Należy również ustalić całkowity ciężar na metr kabla i przewodu w prowadniku, łącznie z ciężarem cieczy zawartych w przewodach hydraulicznych.

### Zdolność samonośności

Zdolność samonośności prowadnicy łańcuchowej podaje się w relacji do masy na metr kabla / przewodu giętkiego. Podstawowym parametrem prowadnicy jest wygięcie wstępne (rys. 3). Determinuje ono jej zdolność do samonośności. Właściwość ta pozwala prowadnicy unosić nie tylko własny ciężar, ale również umieszczonych w niej przewodów i węży elastycznych i utrzymywać je równoległe lub lekko wygięte ku górze (rys. 4).

Wykres samonośności (rys. 5) pokazuje



Rys. 5. Wykres samonośności

relację pomiędzy masą przewodów w metrze prowadnicy a długością drogi samonośnej. Czerwony obszar wskazuje różnicę pomiędzy minimalną a maksymalną szerokością danego typu prowadnicy, gdzie najszersza prowadnica ma najniższą zdolność do samonośności.

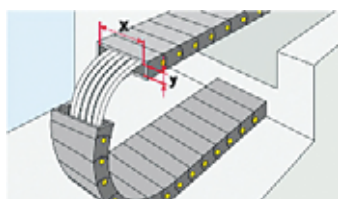
### Wymiary

Wymiary prowadnicy łańcuchowej podaje się w relacji do wymiarów kabli / przewodów giętkich. Zewnętrzne i wewnętrzne rozmiary prowadnicy uzależnione są od rozmiarów i ilości przewodów poprowadzonych wewnątrz łańcucha.

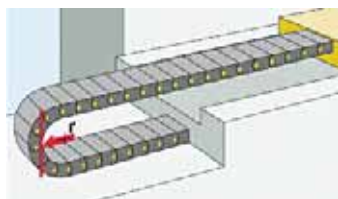
### Układanie przewodów i węży giętkich

W celu zagwarantowania prawidłowego działania prowadnicy łańcuchowej oraz uniknięcia wszelkich uszkodzeń przewodów i węży giętkich należy zwrócić szczególną uwagę na następujące kryteria:

- wolna przestrzeń w miejscu zamocowania powinna wynosić co najmniej: 10% średnicy dla przewodów elektrycznych i 20% średnicy dla węży hydraulicznych (rys. 9),
- należy unikać umieszczania obok siebie przewodów / węży giętkich posiadających różne wykończenia płaszcza zewnętrznego, aby wyeliminować tarcie – np. węży hydraulicznych i przewodów elektrycznych (rys. 10),



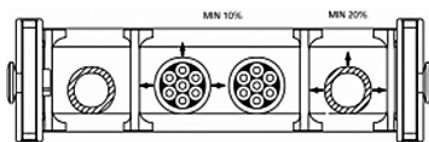
Rys. 6. Wymiary prowadnicy łańcuchowej podaje się w relacji do wymiarów kabli / przewodów giętkich



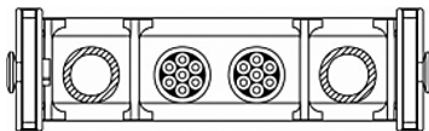
Rys. 7. Promień wygięcia prowadnicy łańcuchowej



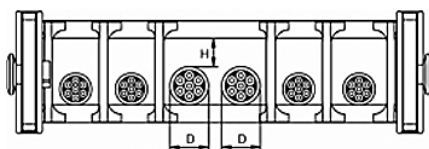
Rys. 8. Długość dystansu przesuwu



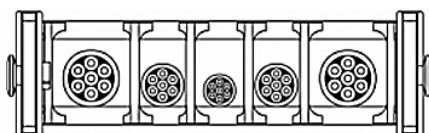
Rys. 9. Wolna przestrzeń dla przewodów elektrycznych i węży hydraulicznych



Rys. 10. Należy unikać umieszczania obok siebie przewodów / węży giętkich o różnym wykończeniu płaszczki zewnętrznej



Rys. 11. W przypadku zastosowania kilku przewodów / węży giętkich należy umieścić je osobno w wydzielonych za pomocą separatorów przedziałach



Rys. 12. Kable / przewody giętkie powinny być ułożone w sposób symetryczny

- w przypadku zastosowania kilku przewodów / węży giętkich trzeba unikać sytuacji, w której mogłyby się o siebie nawzajem ocierać, co można uzyskać poprzez umieszczenie ich osobno w wydzielonych za pomocą separatorów przedziałach. Jeśli nie jest to możliwe – należy sprawdzić, czy przestrzeń wewnętrzna jest na tyle ciasna, by nie dopuścić do płątania się przewodów / węży giętkich ( $H < D$ ) (rys. 11),

- należy układać kable / przewody giętkie w sposób symetryczny, zgodnie z ich wymiarami i masą, umieszczając największe i najcięższe z nich po stronie zewnętrznej, zaś mniejsze i lżejsze – wewnątrz (rys. 12).

Wszystkie te dane będą potrzebne przy doborze optymalnej wersji łańcucha do określonej aplikacji. Jak widać, aby zapewnić optymalne działanie układu przewodniczących należy spełnić wiele warunków.

## Oferta

### Seria lekka

Seria lekka to bardzo gładkie prowadnice, nadające się zwłaszcza do małych maszyn automatycznych, takich jak drukarki, urzą-

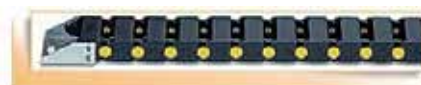


Rys. 13. Seria lekka

żenia miernicze gdzie obciążenie łańcucha nie przekracza kilku kilogramów na metr.

### Seria średnia

Seria średnia to sztandarowy produkt o dużej pojemności (przekroju) do zastosowań przy średnich obciążeniach. Prowadnice te przystosowane są do pracy przy dużych prędkościach i przyspieszeniach.



Rys. 14. Seria średnia

### Seria ciężka

Seria ciężka zaprojektowana została do dużych obciążeń i pracy przy dużych prędkościach przesuwu. Posiada rozbudowany system separatorów wewnętrznych, zapobiegających tarcia między przewodami.



Rys. 15. Seria ciężka

### Seria ślizgowa

Seria ślizgowa przeznaczona jest do transportu przewodów na duże odległości, przy użyciu kanałów przewodniczących nawet do kilkuset metrów.



Rys. 16 Seria ślizgowa

### Seria z zamknięciem

Seria z zamknięciem wyposażona jest w specjalne pokrywy. Zapewniają one ochronę przewodów przed wpływem czynników zewnętrznych.



Rys. 17. Seria z zamknięciem

### Seria Robot

Seria Robot używana jest do zasilania i sterowania maszyn wykonujących ruch



Rys. 18. Seria Robot

obrotowy – w szczególności robotów.

### Seria stalowa

Seria stalowa wykonana została ze stali ocynkowanej lub nierdzewnej. Przeznaczona jest do pracy przy największych obciążeniach.



Rys. 19. Seria stalowa

### Specjalne zastosowania nadmorskie

Od wielu lat prowadnice produkcji Brevetti Stendalto stosowane są w środowisku morskim. Zastosowania nadbrzeżne lub morskie charakteryzują się wysokimi wymaganiami jakościowymi i materiałowymi-



Rys. 20. Platforma Osenberg: A – prowadnica BS4500SL ze stali nierdzewnej; B – prowadnica BS4500SL ze stali nierdzewnej do ruchu obrotowego  $\pm 180^\circ$

mi w stosunku do stosowanych maszyn i urządzeń.

## Ogólne wytyczne dotyczące instalacji

Kable powinny być umieszczone swobodnie obok siebie, aby uniknąć zacinań się. Nie powinny być również skręcone ani zasupłane. Napięcie kabla lub przewodu można regulować przez poluzowanie zacisków, które utrzymują kabel w prowadniku. W ten sam sposób można również regulować długość kabla.



Rys. 21. Unitronic-FD




Rys. 22. Offflex-FD Robust

Kable i przewody mogą być założone zarówno przed, jak i po instalacji przewodnika w urządzeniu. Wybór zależy od typu i rozmiaru przewodnika, rodzaju końcówek przewodu oraz dostępu do przewodnika po jego zainstalowaniu.

Do grupowania kabli i przewodów – w zależności od ich przeznaczenia – należy używać separatorów. Rozdzielone powinny być np. kable zasilające w energię elektryczną, kable sterujące oraz standardowe bądź przewody hydrauliczne pod wysokim ciśnieniem. Kołyszające się przewody hydrauliczne pod wysokim ciśnieniem należy oddzielić, aby uniknąć ich ściśnięcia. W przypadku zbyt małej odległości pomiędzy kablami elektrycznymi może bowiem nastąpić indukcja elektryczna.

Po zainstalowaniu przewodników, kabli i przewodów należy uruchomić urządzenie w trybie powolnym i upewnić się, że przewodnik działa właściwie i nie przekracza granicy długości toru łuku.

## Działanie i konserwacja

Przewodniki po zainstalowaniu niemal nie wymagają konserwacji. Istnieje jednak kilka sposobów na to, aby zapewnić im długie, bezawaryjne działanie.

Mniej więcej po miesiącu należy skontrolować działanie przewodnika, aby upewnić się, że kable i przewody nie mają luzu. Trzeba też sprawdzić zużycie kabli i upewnić się, że nie ocierają się one, nie są pchane ani ciągnięte na zewnątrz lub wewnątrz przewodnika.

Należy wyregulować długość kabla wewnątrz przewodnika ustawiając końcowe zaciski tak, aby kabel znajdował się pośrodku promienia gięcia. Zmniejsza to zużycie zarówno przewodnika, jak i kabla czy przewodu.

Co sześć miesięcy trzeba sprawdzać wyregulowanie i zużycie kabli. Niewspółosiowość przewodnika może bowiem powodować zużycie poprzeczek. Kable i przewody mogą się wydłużyć, skurczyć lub ślizgać, co – zamiast właściwego podpierania – powoduje ich tarcie o przewodnik.

Aby kontrolować zużycie w czasie, należy stosować wskaźnik nadmiernego uginania się na niepodpartej długości przewodnika. W ten sam sposób, w jaki – w miarę zużywania – wydłuża się łańcuch przemysłowy, mogą w miarę upływu czasu zużywać się również części przewodnika i powodować jego wydłużanie i uginanie. Jednak przewodniki niemetalowe mogą się uginać, nie zużywając się.

Jeśli pojawia się problem związany z uginaniem się, a przewodnik zawiera wymienne elementy, wówczas można niekiedy przedłużyć jego żywotność wymieniając je – dopóki całość działa gładko. Jeśli jednak zużycie powoduje, że przewodnik zacina się lub ociera, wówczas powinien być on wymieniony w całości.

Większość przewodników projektowana jest tak, by możliwa była wymiana zużytych elementów, łącznie z częściami takimi, jak łątki blokujące się wymienne piasty czy wymienne zużyte ślizgacze na nylonowych przewodnikach. Jest to szczególnie użyteczne w przypadku zastosowań, które wymagają pokonywania długich łątków bądź wielu cykli działania, ponieważ wymiana zużytych części kosztuje znacznie mniej i jest dużo łatwiejsza niż wymiana całego przewodnika.

Poliuretanowe rolki, stosowane zarówno w nylonowych, jak i stalowych przewodnikach, projektowane są tak, by zużywały się zamiast chronionych kabli i przewodów, przedłużając tym samym ich żywotność. Wiele przewodników ma konstrukcję modułową, co znacznie ułatwia ich demontaż i wymianę podzespołów.

Ponieważ wszystkie niemetalowe przewodniki wykonane są z nylonu, nie wymagają one smarowania. Jest to korzystne tylko w wyjątkowych sytuacjach, jednak w większości przypadków nie jest to konieczne. Ogólnie rzecz biorąc, preferuje się wtedy stosowanie smarów rozpyłowych, które nie powinny szkodzić kablom i przewodom.

### Przewody FD do przewodnic

W przewodnicach energetycznych mogą być stosowane jedynie przewody, które ze

względu na swoją specjalną budowę oraz specjalne materiały, z których są wykonane są przystosowane do pracy w ciągłym ruchu. Przewody takie muszą być:

- możliwie jak najcieńsze: mniejsza średnica przewodu oznacza mniejsze zapotrzebowanie miejsca w łańcuchu,
- możliwie jak najlżejsze: mniejsze masy zmniejszają obciążenie powierzchniowe łańcucha (zwiększa to zdolność łańcucha do samonośności), zużycie łańcucha oraz zużycie energii w przebiegu ruchu, co pozwala na uzyskanie większych wartości przyspieszenia. Wynikająca stąd korzyść to wyższa wydajność urządzenia dzięki zoptymalizowaniu przebiegu ruchów,
- możliwie jak najbardziej giętkie małe minimalne promienie gięcia przy małych średnicach przewodów działają jak multiplikatory i umożliwiają zastosowanie łańcuchów o najmniejszych promieniach. Mniejszy promień łańcucha oznacza mniejsze zapotrzebowanie na przestrzeń dla całego poruszającego się układu,
- możliwie jak najbardziej trwałe, maksymalna trwałość przewodu oznacza maksymalną wydajność układu.

Przewody typu Olflex FD Classic 810 oraz Olflex FD Classic 810 CY (wersja ekranowana) charakteryzują się niewielką wagą, małymi średnicami zewnętrznymi oraz minimalnym promieniem gięcia (7,5 razy zewnętrzna średnica przewodu). Oprócz izolacji wykonanych na bazie PCW do produkcji przewodów o wysokiej

wytrzymałości na zginanie stosuje się izolacje poliuretanowe PUR odporne na UV. Przewody typu Olflex FD 855 P oraz Olflex FD 855 CP (wersja ekranowana) z izolacją poliuretanową przystosowane są do pracy w łańcuchach energetycznych umieszczonych na zewnątrz przy temperaturze sięgającej nawet  $-300^{\circ}\text{C}$ .

Urządzenia będące ruchomą częścią maszyny poza doprowadzeniem przewodów zasilających i sterowniczych wymagają często doprowadzenia przewodów do transmisji danych. Do tego typu zastosowań służą przewody z grupy Unitronic FD. Charakteryzują się one nie tylko bardzo dobrą giętkością, niezbędną w układach pracujących w ruchu ciągłym, ale także dobrymi parametrami ekranowania przy minimalnych gabarytach.

**Robert Mikulski**

Autor jest pracownikiem firmy Lapp Kabel



#### KONTAKT

**Lapp Kabel Sp. z o.o.**  
ul. Wrocławska 33 d  
Długoleka 55-095 Mirków  
tel. (71) 346 73 80  
fax (71) 315 22 65  
e-mail: info@lappolska.pl  
www. lappolska.pl

R E K L A M A

# 1/3