

Wybór typu przewodnika i materiału

Dla większości zastosowań przewodniki kablowe wykonane z tworzywa sztucznego są pierwszym wyborem. Głównymi zaletami są odporność chemiczna, niewielka masa i niskie koszty. Przewodniki stalowe są stosowane w przypadku ekstremalnych obciążeń użytkowych i wysokich wymagań mechanicznych lub innych szczególnych wymagań. W przypadku ekstremalnych cykli wymagana jest hartowana (nawęglana) stal, aby osiągnąć długą żywotność.

Obliczanie przekroju

Najpierw określany jest wymagany przekrój przewodów, a następnie określone ruchy lub układy, agresywne warunki środowiskowe lub inne czynniki.

Wstępny wybór serii produktów może obejmować obszary zastosowań. Wszystkie przewody muszą mieć możliwość swobodnego poruszania się w przewodniku kablowym. Wymaga to uwzględnienia indywidualnego prześwitu dla każdego przewodu:

- przewód okrągły: 10% średnicy
- węże: 10% szerokości i wysokości przewodu
- węże: 20% średnicy

Optymalnym wymogiem jest oddzielenie wszystkich przewodów za pomocą poszczególnych komór. Szczególnie w przypadku przewodów o różnych średnicach lub ułożenia wielowarstwowego wymagane jest oddzielenie za pomocą separatorów pionowych i poziomych.

Jeśli kilka przewodów ma być ułożonych w jednej komorze, wymiary komory muszą być ograniczone, aby zachować ich względne położenie.

Nawet wielowarstwowe układy przewodów płaskich muszą być zawsze oddzielone separatorami poziomymi.

W przypadku stosowania przewodu ciśnieniowego należy uwzględnić zmianę długości poprzez dodatkowy prześwit w łuku łańcucha (promień), co można osiągnąć poprzez odpowiednią wysokość łańcucha (a).

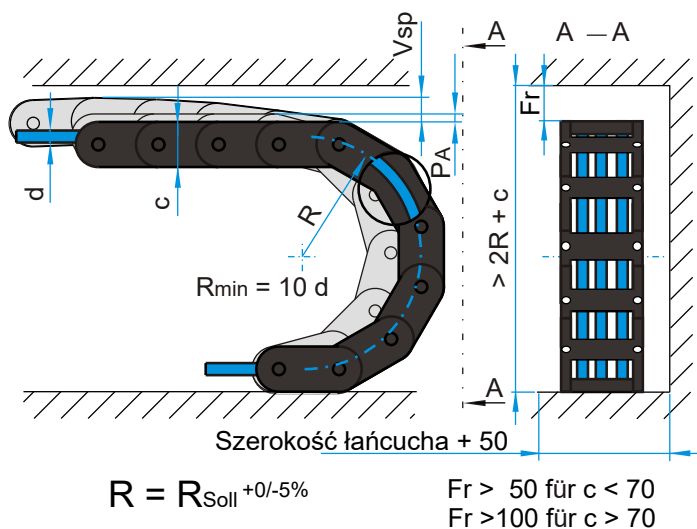
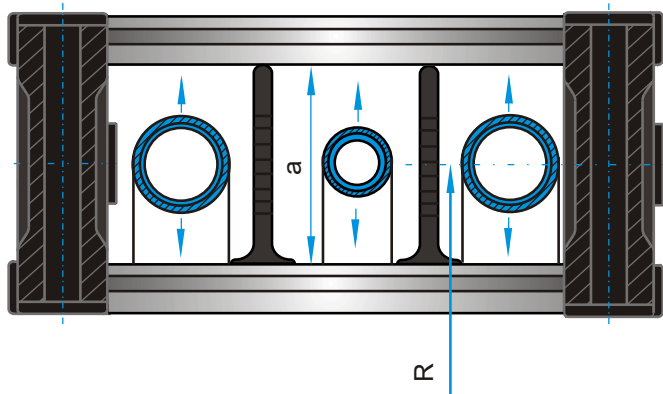
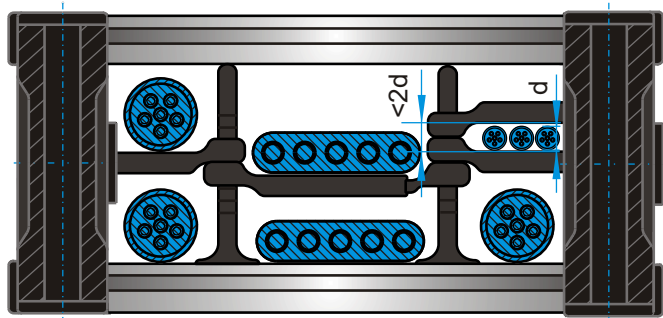
Rozmieszczenie różnych przekrojów przewodów w przewodniku powinno być symetryczne, aby zapewnić równomierne obciążenie. Ponadto ciężkie przewody są rozmieszczone blisko skraju ogni, aby zminimalizować obciążenia zginające na poprzeczkach.

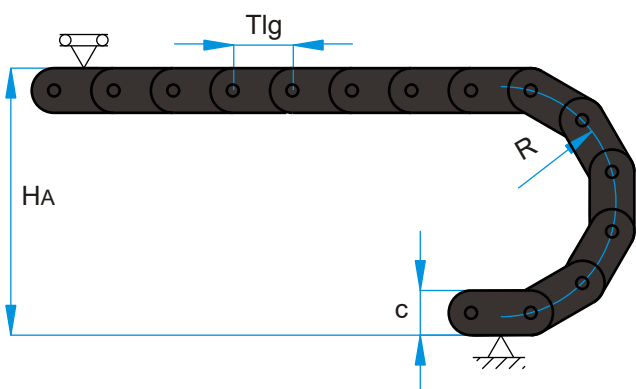
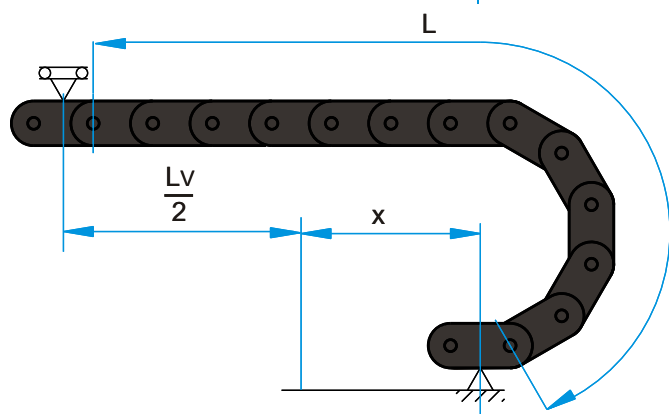
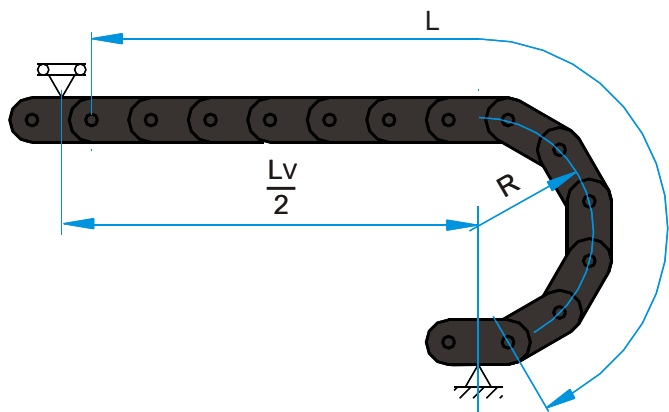
Określenie promienia gięcia

Promień gięcia przewodnika kablowego jest określany przez minimalny dopuszczalny promień gięcia przewodów i węży, dostępną przestrzeń montażową oraz oscylacje wielokąta PA przewodnika.

Ogólnie rzecz ujmując, minimalny promień gięcia wynosi 10d, gdzie d jest największą istniejącą średnicą przewodu. Niektórzy producenci oferują przewody o mniejszym minimalnym promieniu gięcia.

Oscylacja wielokąta PA wpływa na ruch łańcucha energetycznego. Duży promień gięcia przy tym samym skoku powoduje zwykle spokojniejszy ruch przewodnika. Przestrzeń instalacyjna musi mieć wysokość większą niż 2R + c, gdzie R to promień gięcia przewodnika, a c to wysokość ogniwa. Rzeczywisty promień gięcia wynosi +0/-5%. Należy również wziąć pod uwagę naprężenie wstępne przewodnika.





Długość przewódka kablowego

W standardowych zastosowaniach stały koniec przewódka jest umieszczony pośrodku trasy przesuwu. Ruchomy koniec przesuwają się poziomo nad nieruchomym, pomiędzy pozycjami końcowymi przesuwu. Wymagana długość przewódka kablowego między pierwszym a ostatnim ogniwnem jest następnie określana w następujący sposób:

$$L = \frac{L_v}{2} + 4 R$$

- L długość przewódka kablowego
- L_v długość przesuwu
- R promień gięcia przewódka kablowego

Jeśli stały koniec nie znajduje się w środku przesuwu, przewódka musi zostać wydłużony o przesunięcie x :

$$L = \frac{L_v}{2} + 4 R + x$$

- x przesunięcie stałego końca przewódka

Po wybraniu przewódka kablowego długość jest zaokrąglana w górę do skoku ogniwa. Długość ta jest długością zamówieniową przewódka.

Wysokość przewódka to podwójny promień gięcia plus wysokość ogniwa:

$$H_A = 2 R + c$$

- H_A wysokość przewódka
- c wysokość ogniwa

DŁUGOŚĆ SAMONOŚNA

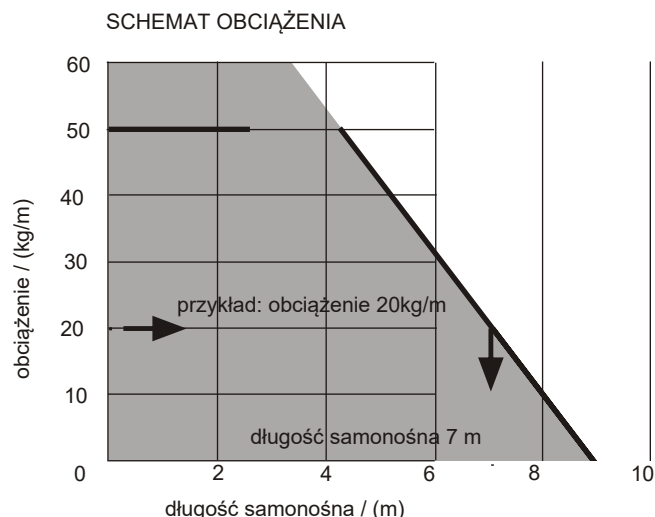
Dodatkowe obciążenie to masa wszystkich przewodów i węży podzielona przez długość przewódka:

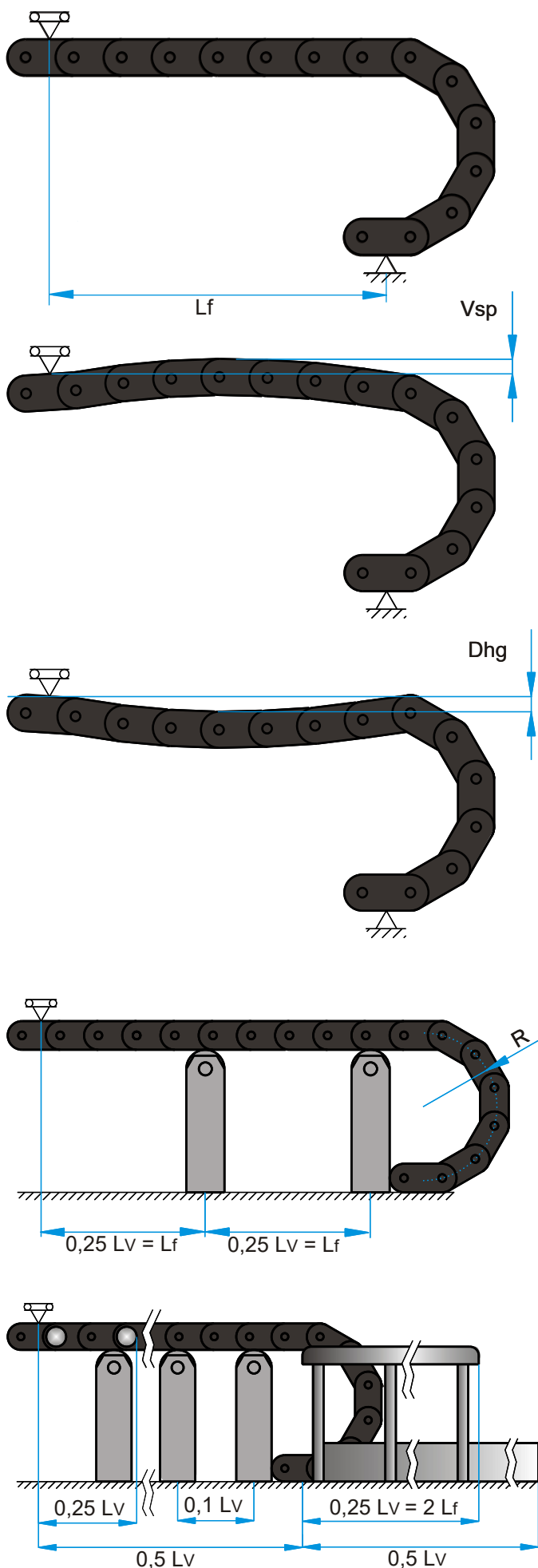
$$m_s = \frac{m_L}{L}$$

- m_L masa przewodów
- m_s specyficzne obciążenie dodatkowe

W ten sposób za pomocą obliczonego dodatkowego obciążenia i schematu obciążenia można zweryfikować długość samonośną przewódka.

Jeśli dodatkowe obciążenie jest zbyt duże dla danego przewódka, należy wybrać przewódka o większej długości samonośnej lub dokonać zmian konstrukcyjnych, które umożliwią pracę z wybranym przewódkiem (np. układ ślizgowy, rolki podtrzymujące, SYSTEM MARATHON lub podobne).





Naprężenie wstępne i dopuszczalne ugięcie

Prowadniki kablowe EKD dostarczane są z naprężeniem wstępnym. Wyjątek stanowią prowadniki kablowe do układów pionowych lub ślizgowych, a także prowadniki kablowe ułożone na boku, na przykład w układzie kołowym.

Naprężenie wstępne to zabieg, który pozwala produkować prowadniki kablowe o zwiększonej długości samonośnej. Wartości naprężenia wstępnego są ustalane przez producenta. Prowadniki kablowe EKD wykonane ze stali mają naprężenie wstępne 5 mm/m, a prowadniki kablowe wykonane z tworzywa sztucznego 25 mm/m bez obciążenia.

Ugięcie wynika z dodatkowego obciążenia i ciężaru prowadnika kablowego. Ze względu na znacznie mniejsze wydłużenie stali (0,2% wydłużenia liniowego) w porównaniu z tworzywem sztucznym, dopuszczalne ugięcie prowadników stalowych jest niższe niż prowadników z tworzywa sztucznego. Z drugiej strony, pod wpływem długotrwałego obciążenia statycznego oddziałującego na prowadniki z tworzywa sztucznego z długim, niepodpartym fragmentem górnego fragmentu prowadnika ugięcie zwiększy się (pełzanie tworzywa sztucznego). Podwyższone temperatury i wilgotność nasilają ten efekt. Ugięcie prowadników kablowych zwiększa się wraz z ich zużyciem.

Maksymalne dopuszczalne ugięcie można ocenić jedynie biorąc pod uwagę wszystkie warunki pracy. W granicach długości samonośnej określonej na wykresie obciążenia ugięcie mieści się w dopuszczalnym zakresie w normalnych warunkach roboczych i środowiskowych.

Ponadto należy wziąć pod uwagę następujące czynniki:

W przypadku twardych i wolno poruszających się prowadników kablowych ugięcie jest ograniczone.

Z kolei przy dużych przyspieszeniach i prędkościach zbyt duże ugięcie stanowi problem. Nie można zagwarantować przyłożenia określonej siły do poruszającego się ogniwa. Ponadto mogą wystąpić niekontrolowane ruchy prowadnika. Przez to materiał prowadnika kablowego jest narażony na skrajne naprężenia dynamiczne. W takim przypadku należy podjąć działania korygujące.

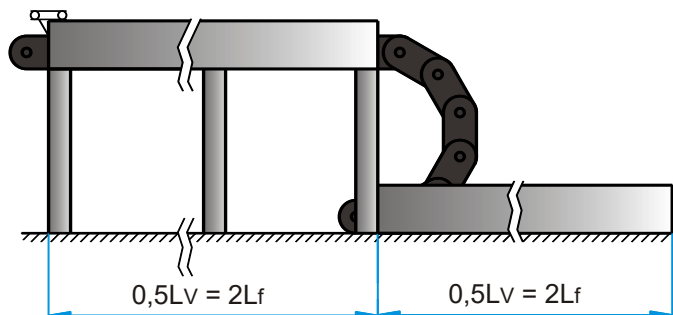
Pierwszym krokiem jest wybór prowadnika o zwiększonej długości samonośnej. Jeśli nie ma takiej możliwości, dostępne są inne rozwiązania:

Rolki i szyny podtrzymujące

Rolki podtrzymujące mogą zwiększyć maksymalny odcinek L_v stalowych prowadników kablowych nawet czterokrotnie w stosunku do długości samonośnej L_f .

Dzięki dodatkowym rolkom podtrzymującym i szynie podtrzymującej maksymalny zakres ruchu można zwiększyć nawet ośmiokrotnie w stosunku do długości samonośnej.

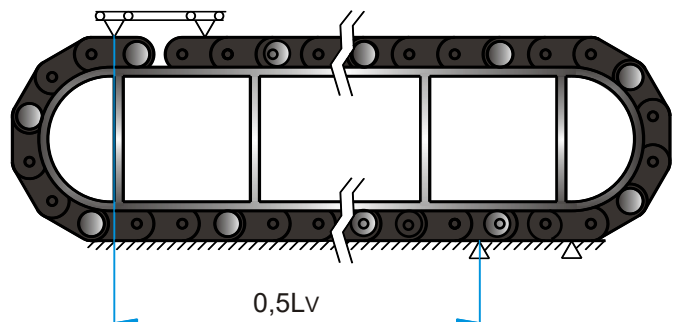
Zastosowanie rolek podtrzymujących z ramami podpierającymi jest ograniczone do prędkości poniżej 1 m/s.



Podniesione koryto

Takie rozwiązanie jest stosowane głównie z przewodnikami kablowymi z tworzywa sztucznego. Podobnie jak w przypadku rolek podtrzymujących maksymalny odcinek można zwiększyć do czterokrotności długości samonośnej.

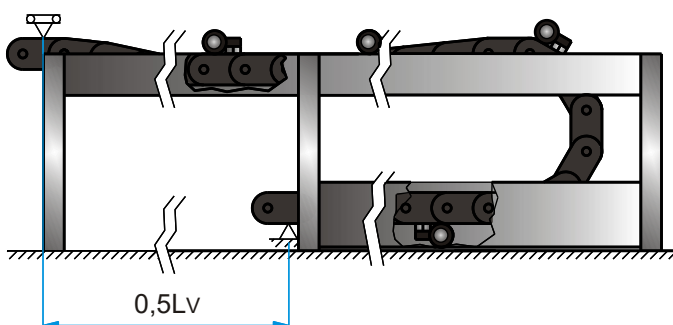
A ze względu na większe dopuszczalne ugięcie, rolki podtrzymujące nie nadają się do przewodników kablowych z tworzywa sztucznego.



Wózek podporowy

W przypadku długich odcinków i dużych obciążeniach dodatkowych, wózki podporowe mogą być stosowane z przewodnikami kablowymi poruszającymi się w odwrotnym kierunku. Zamontowane z boku rolki podtrzymujące podpierają przewód kablowy i przesuwają wózek podporowy.

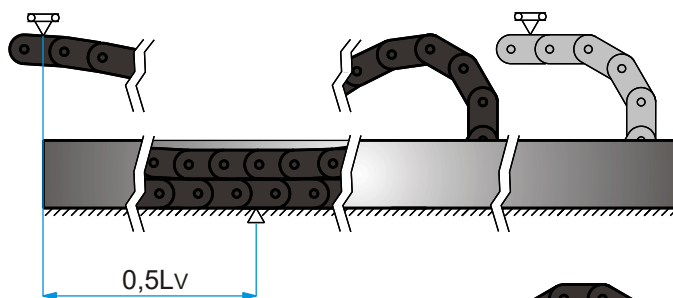
Przewodniki kablowe są teraz narażone wyłącznie na siły ciągnące, dzięki temu zyskuje się bardzo długą żywotność nawet przy dużych obciążeniach dodatkowych.



SYSTEM MARATHON

Opatentowany SYSTEM MARATHON o nieograniczonym przesuwie jest przeznaczony do dużych prędkości i dużych przyspieszeń. Górna część przewódka porusza się wraz z rolkami podtrzymującymi na całej długości na ciągłych płaskich szynach, a rolki obracają się po promieniu, aby ustawić przewódka na profilu dolnym. Podczas ruchu

powrotnego rolki ponownie się obracają i prowadzą przewódka na całej długości, chroniąc go przed zużyciem. SYSTEM MARATHON może być stosowany z każdym typem przewódka kablowego, zarówno ze stali, jak i tworzywa sztucznego.

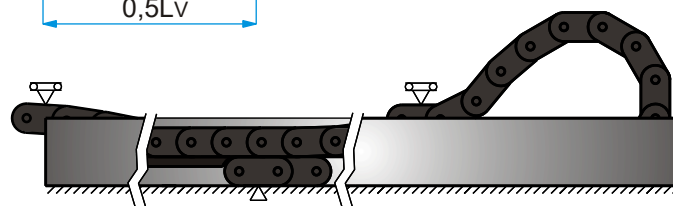


Ślizgowe przewodniki kablowe

W przypadku ślizgowych przewodników kablowych odcinek górny przewódka jest w korycie ciągłym. Ponadto pierwsza połowa przewódki jest zamontowana na stałe lub przewódka kablowy jest przedłużony przy użyciu nieruchomej końcówki w połowie odcinka do punktu początkowego, aby utworzyć ciągłą płaszczyznę ślizgową (patrz także rozdział Koryta).

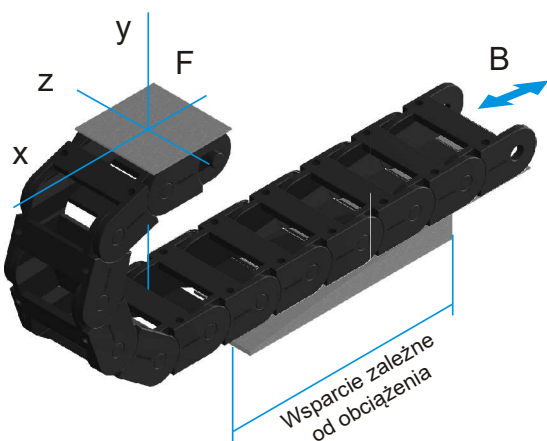
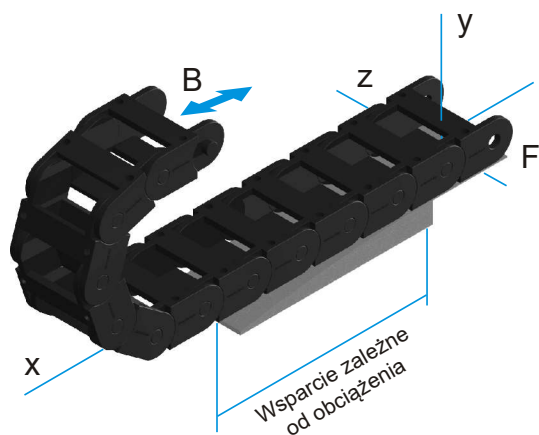
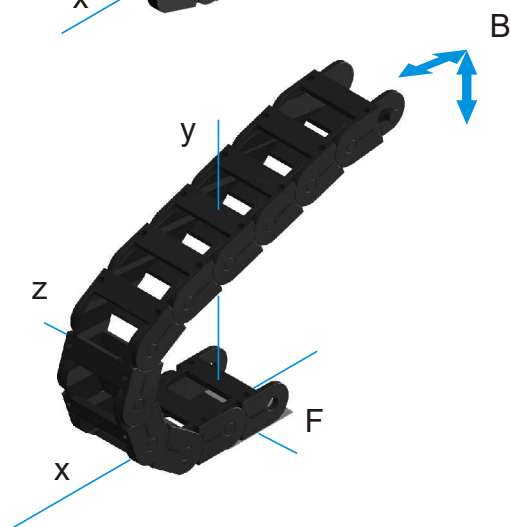
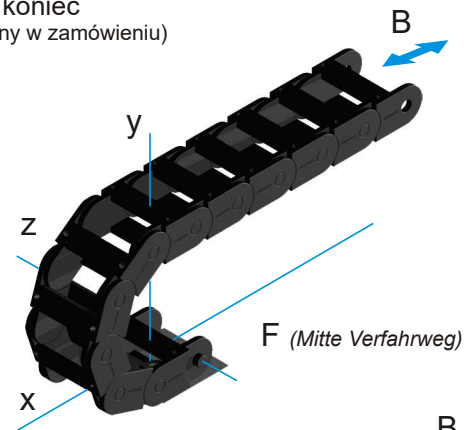
W przypadku dużych wymagań dynamicznych dla przewódka kablowego obniżenie ruchomej końcówki łączącej może być konieczne, aby zapewnić lepsze wprowadzenie siły pchającej przewódka.

W przypadku odcinków powyżej 30 m, prędkości powyżej 1,5 m/s i przyspieszenia 1m2/s zalecane jest obniżenie końcówki ruchomej, przez co przewódka musi być dłuższy. Ogniwa przewódki o przeciwnym promieniu gięcia pozwalają zmniejszyć wymaganą długość dodatkową oraz redukują ruch pozostałej długości samonośnej przewódka kablowego.



Przewodniki kablowe PKK, PLE i SLE do układów ślizgowych są wyposażone w ślizgacze, które można wymienić w przypadku zużycia bez konieczności demontażu lub wymiany przewódka kablowego.

B = ruchomy koniec
 F = stały koniec
 (nieokreślony w zamówieniu)



Układ normalny (n)

W układzie normalnym koniec stały znajduje się zwykle na pierwszym ogniwie na dolnej części na środku odcinka.

Ruchomy koniec przewodnika przesuwają się wzdłuż w linii prostej na wysokości $2R+c$ na całym odcinku. Górna część jest stopniowo zmniejszana poprzez zginanie poszczególnych ogniw, aż cała długość łańcucha zostanie przeniesiona na spód lub do koryta.

Taki układ umożliwia osiągnięcie maksymalnych prędkości i przyspieszeń przy zachowaniu optymalnej trwałości.

Wieloosiowy (m)

W układzie wieloosiowym występuje ruch pionowy i poziomy wzdłuż osi X (kierunek przesuwu) oraz jeden lub więcej ruchów w kierunku osi Y lub Z. Podczas gdy ruch w kierunku osi Y może być wykonywany przez dowolny przewód kablowy, ruchy w kierunku osi Z mogą być wykonywane przez system przewodników kablowych ALLROUND.

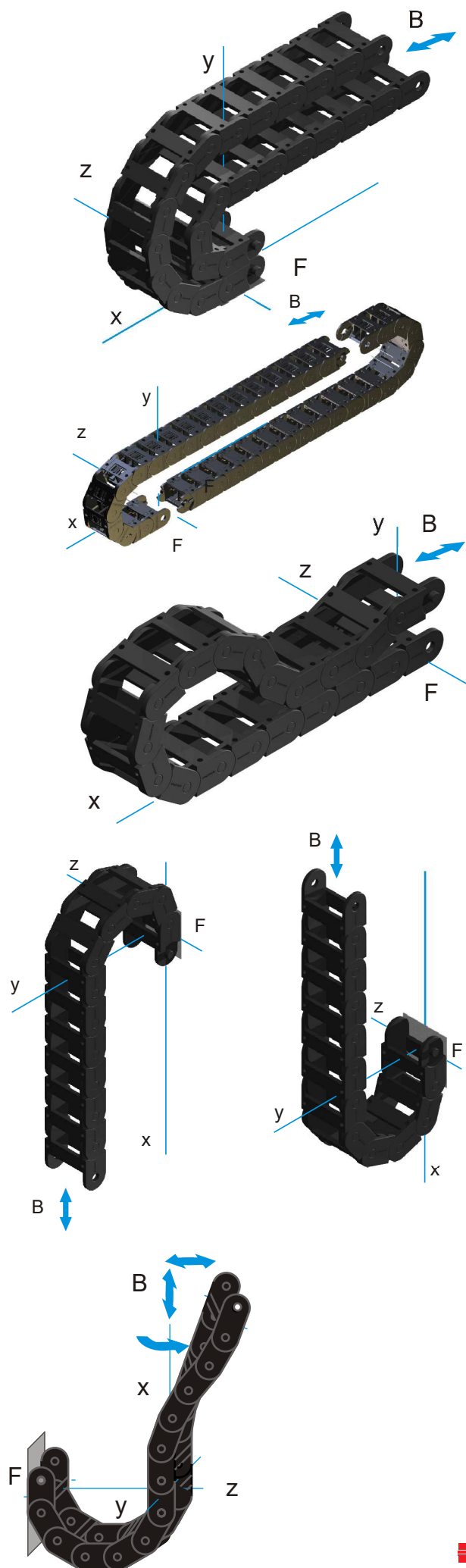
Swobodne ugięcie (f)

W przeciwieństwie do układu normalnego, układ swobodnego ugięcia jest tylko częściowo podparte przez konstrukcję wsporczą.

Ze względu na duże obciążenie dolnej części przewodnika układ ten może być stosowany jedynie na niewielkich odcinkach.

Ruchoma dolna końcówka (u)

Jeśli ruch wykonywany jest przez dolną część przewodnika, układ ten może być stosowany tylko na krótkich odcinkach ze względu na duże obciążenie (patrz wyżej).



Połączony odcinek (i)

Układ dwóch lub większej liczby przewodników kablowych o różnych promieniach gięcia, a nawet różnych przewodników kablowych to dobre rozwiązanie, jeśli jednocześnie stosowane są różne kable lub przewody. Przewodniki kablowe mają wtedy wspólny napęd.

Ruch w przeciwną stronę (g)

Ruch w przeciwną stronę oznacza dwa przewodniki kablowe poruszające się w jednej linii synchronicznie lub niezależnie od siebie.

Jest to kolejna możliwość zwiększenia liczby poruszających się przewodów bez zwiększania wymaganej przestrzeni.

Układ ślizgowy (l)

Jeśli długość samonośna zostanie przekroczona, przewodnik kablowy przechodzi w stan ślizgowy. W takim układzie stosowane są przewodniki kablowe bez naprężenia wstępnego. Wymagane jest koryto (patrz rozdział Koryta). Ślizgacze zwiększają żywotność układu, a w przypadku zużycia lub uszkodzenia można je wymienić.

Układ pionowy (s)

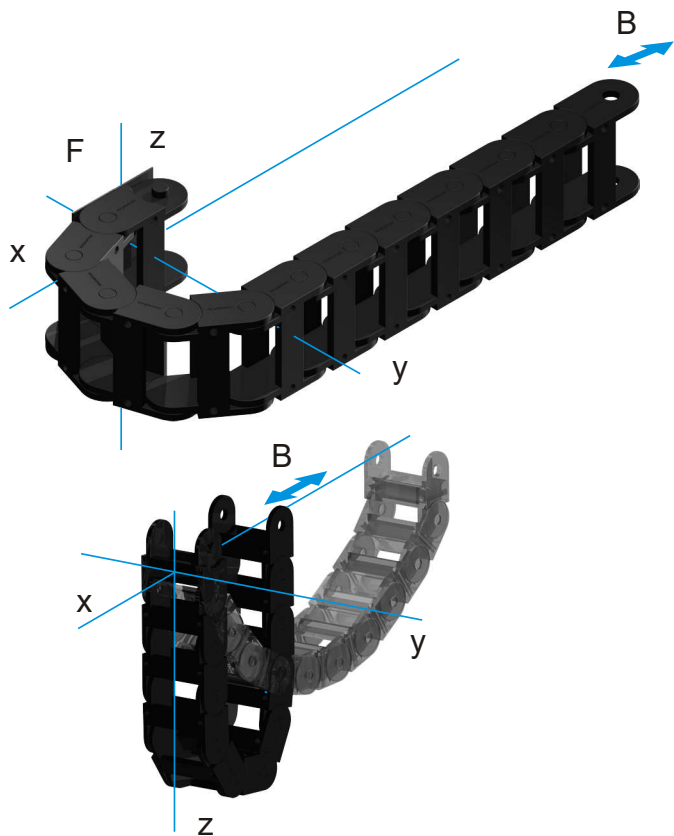
Układy pionowe są często instalowane w systemach, w których połączonych jest wiele osi liniowych. W takim układzie zwykle stosuje się przewodniki kablowe bez naprężenia wstępnego. Z kolei układ pionowy z ruchem wieloosiowym wymaga przewodników z naprężeniem wstępnym. Ciężar przewodów i przewodnika kablowego musi być utrzymany i popychany przez odcinek prosty przewodnika. Siły te powinny być absorbowane przez elementy wsporcze. Przewodnik kablowy powinien być tak ułożony, aby opcjonalne przyspieszenie poprzeczne było skierowane w kierunku osi Y

Układ pionowy wiszący (h)

Przewodniki kablowe o układzie pionowym wiszącym stosowane są najczęściej w windach, magazynach wysokiego składowania i przy drzwiach. W takim układzie przewodnik kablowy jest poddawany głównie naprężeniom rozciągającym. Przyspieszenie boczne, jeśli występuje, powinno odbywać się w kierunku osi Y. Przewodniki kablowe nie mają naprężenia wstępnego.

Układ wiszący wieloosiowy (hm)

Przewodnik kablowy ALLROUND to połączenie ruchu liniowego i obrotowego.



poziomy (w)

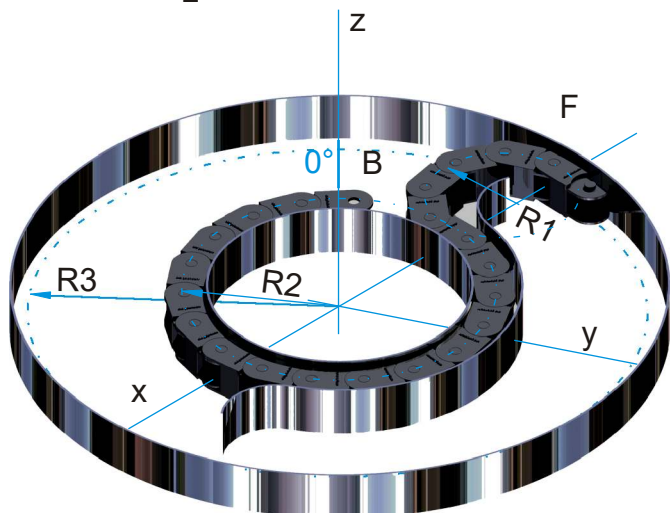
na boku

Przewodniki kablowe są układane poziomo, na boku; na przykład: jeśli przestrzeń nie pozwala na normalne ułożenie. W niektórych przypadkach ułożenie na boku stanowi alternatywę dla bardzo długiego przesuwu przy niskich prędkościach i skokach. W tym zastosowaniu wykorzystywane są głównie przewodniki bez naprężenia wstępnego.

Ogólnie rzecz ujmując, wymagane są odpowiednie rynny prowadzące i tarcze ślizgowe lub rolki.

rozsuwanie (a)

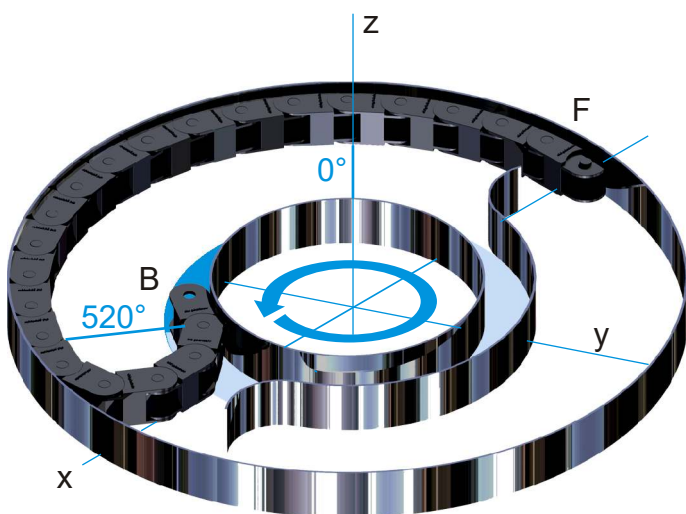
W przypadku przewodników kablowych poruszających się niezależnie od siebie, obliczenie długości przewodnika nie odbywa się zgodnie ze zwykłym schematem, ale musi być dostosowane do indywidualnych wymagań aplikacji.



okrąg (k)

na boku

Ruch okrężny jest specjalną formą ruchu przewodnika kablowego. W przypadku ruchu po okręgu część przewodnika musi być wykonana z przeciwnym promieniem gięcia R2. Zewnętrzny promień R3 jest pochodną wysokości ogniwa, promienia gięcia łańcucha R1 i przeciwnego promienia R2.



Ten typ układu poziomego umożliwi obrót do 520°. Wymagany jest niestandardowy kanał prowadzący.