



Soliflex PRO

Taśmy z napędem zębatym

Spis treści

1	Wstęp	4
2	Właściwości materiałów	5
3	Składanie zamówień na taśmy i możliwości produkcyjne	6
4	Podstawowa konstrukcja przenośnika	7
4.1	Konfiguracja wypustek napędu	7
4.2	Niestandardowe konfiguracje wypustek	8
4.3	Napięcie taśmy / udźwig	8
4.4	Koła zębate i koła podporowe	9
4.5	Elektrobębny	11
4.6	Profile ślizgowe	12
4.7	Taśma na części zwrotnej	16
4.8	Skrobaki	16
4.9	Rozszerzalność cieplna	17
4.10	Współczynniki tarcia	18
5	Wskazówki do projektowania specjalnych rodzajów przenośników	19
5.1	Średnica gięcia i przeciwigięcia	19
5.2	Przenośniki pochyłe	19
5.3	Przenośniki typu „łabędzia szyja”	20
5.4	Przenośnik nieckowy	21
5.5	Przenośniki dwukierunkowe – napęd omega	21
6	Dostosowanie istniejącego przenośnika do wymagań taśm Soliflex PRO (mini)	22
6.1	Pasy modularne	22
6.2	Taśmy tkaninowe i przenośniki z płytą ślizgową	22
7	Obliczenia dla taśmy	23
7.1	Właściwości taśmy – dopuszczalne obciążenie	23
7.2	Obciążenie taśmy na przenośnikach poziomych	24
7.3	Obciążenie taśmy na przenośnikach pochyłych	25
7.4	Obciążenie taśmy przenośników typu „łabędzia szyja”	25
7.5	Wymiarowanie silnika i wału	26
7.6	Definicje	26
8	Tabele	27
8.1	Dane techniczne Soliflex	27

8.2	Właściwości koła zębatego	28
8.3	Rozszerzalność cieplna	31
8.4	Współczynnik tarcia	31

1 Wstęp

Taśmy Soliflex i Soliflex PRO (mini) wykonane zostały z jednorodnego tworzywa termoplastycznego. Nie zawierają tkaninowej warstwy wewnętrznej, dlatego są łatwe w czyszczeniu i bardzo higieniczne. Z tego powodu doskonale nadają się do aplikacji związanych z transportem żywności. Wszystkie materiały są zgodne z wymaganiami rozporządzenia WE 1935/2004, UE 10/2011 (z późniejszymi zmianami) oraz przepisami dotyczącymi żywności FDA.

Taśmy Soliflex posiadają napęd cierny, a taśmy Soliflex PRO napęd synchroniczny przekazywany przez wypustki na spodzie taśmy. Wypustki napędu stosowane są również jako elementy prowadzące, dlatego można uznać, że taśmy Soliflex PRO (mini) są samosterujące. Taśmy Soliflex i Soliflex PRO (mini) dostępne są w różnych grubościach i wykonane są z dwóch rodzajów materiału do wyboru: TPU (poliuretan) oraz TPE (poliester).

Niniejsza instrukcja przedstawia asortyment taśm Soliflex PRO (mini). Jej celem jest ułatwienie wyboru taśmy odpowiadającej konkretnej aplikacji oraz udzielenie wsparcia w zakresie projektowania i organizacji systemów przenośnikowych. Wszystkie taśmy Soliflex napędzane ciernie przedstawione zostały w osobnej instrukcji.

Dostępny jest program kalkulacyjny do obliczania prawidłowej konfiguracji dla danej aplikacji. Dane techniczne dostępne są w załącznikach.

Jeżeli nie znalazłeś interesującej Cię odpowiedzi lub poszukujesz szczegółowych informacji na temat sposobów łączenia, wyposażenia dodatkowego, rysunków technicznych itp., skontaktuj się z lokalnym przedstawicielem firmy Ammeraal Beltech.

2 Właściwości materiałów

Taśmy Soliflex zostały wykonane w formie jednorodnych arkuszy z tworzywa termoplastycznego. Można je ciąć, łączyć i ponownie przetwarzać. Do ponownego przetworzenia szczególnie dobrze nadają się taśmy wykonane z TPE. Arkusze Soliflex są produkowane zgodnie ze ścisłymi specyfikacjami. Wypustki napędu i akcesoria są przygrzewane w wyspecjalizowanych warsztatach. Taśmy Soliflex PRO wykonane są z TPU lub TPE. Każdy z tych materiałów posiada szczególne zalety. Aby dowiedzieć się więcej na temat charakterystyki materiałów, zapoznaj się z poniższą tabelą i wybierz materiał, który najbardziej odpowiada Twoim potrzebom. Dodatkowe informacje znajdują się w Tabeli 1.

Taśmy Soliflex PRO (mini) wykonane z tworzywa TPU 53D są szczególnie odporne na wpływ olejów i tłuszczów. Tworzywo TPU 53D gwarantuje wysoką odporność na ścieranie i jest wyjątkowo trwałe. Tworzywo TPU 53D jest wyjątkowo elastyczne, a jego twardość wynosi 53 w skali Shore'a D. W porównaniu z taśmami wykonanymi z tworzywa TPE, taśmy wykonane z tworzywa TPU wykazują się niską odpornością chemiczną i są podatne na wpływ środków czyszczących opartych na chlorze. W przypadku wątpliwości należy zapoznać się z instrukcją dotyczącą sposobu czyszczenia taśm Soliflex. Ze względu na stosunkowo wysokie tarcie o stalowe profile ślizgowe, taśmy z tworzywa TPU nie są preferowanym rozwiązaniem dla ślizgów stalowych i mogą stać się kruche przy aplikacjach w temperaturze poniżej -5°C. Dostępne są grubości 1,5, 2, 3 i 4 mm; niektóre rodzaje materiału są dodatkowo profilowane. Soliflex PRO posiada rozstaw wypustek równy 51 mm, a Soliflex PRO (mini) 25,5 mm.

Taśmy Soliflex PRO wykonane z TPE wykazują dobrą odporność chemiczną i wysoką odporność na niskie temperatury. Podczas pracy w temperaturze do -20°C zaleca się stosowanie taśm Soliflex wykonanych z TPE. Materiał ten jest mocny, trwały i doskonale nadaje się do dłuższych przenośników. Można do nich stosować ślizgi zarówno stalowe, jak i wykonane z tworzywa sztucznego. Dostępne grubości taśm to 2 oraz 3 mm.

UWAGA

Taśmy wykonane z TPE, mimo łatwości w użytkowaniu, mają tendencję do odkształcania się podczas zgrzewania. W rezultacie taśmy nie będą całkowicie równe w miejscu połączenia. Ponieważ na brzegach taśmy mogą tworzyć się niewielkie fałdy, materiał w miejscu łączenia brzegów może nieznacznie odstawać. Błyszcząca powierzchnia taśmy wykonanej z TPE jest podatna na zarysowania.

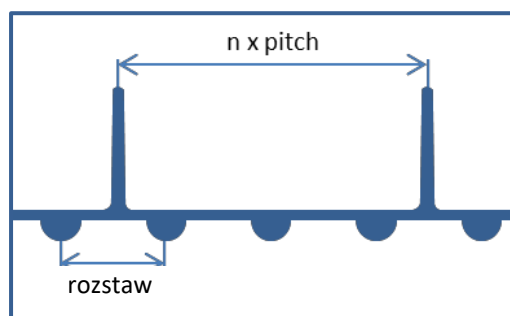


3 Składanie zamówień na taśmy i możliwości produkcyjne

Taśmy bezkońcowe Soliflex PRO mogą być dostarczane w szerokości do 1800 mm. Taśmy bezkońcowe Soliflex PRO mini mogą być dostarczane w szerokości do 1200 mm. Praktyczna minimalna szerokość dla taśmy Soliflex PRO (mini) wynosi 50 mm.

W celu łączenia na przenośniku taśm o szerokości do 1200 mm, dostępny jest specjalnie zaprojektowany sprzęt do łączenia taśm Soliflex. Dzięki takiemu urządzeniu można ciąć i łączyć taśmy w warsztacie lub na terenie zakładu produkcyjnego. W przypadku taśm Soliflex PRO (mini) o szerokości przekraczającej 1200 mm, należy skontaktować się z lokalnym przedstawicielem firmy Ammeraal Beltech w celu uzyskania instrukcji oraz informacji na temat dostępnego sprzętu do łączenia taśm.

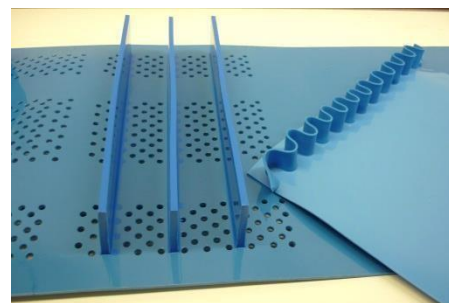
Długość taśmy musi zawsze równać się całkowitej liczbie pomnożonej przez rozstaw wypustek napędu ($\times 25,5$ lub $\times 51$ mm). Należy obliczyć długość zamówieniową wykonując pomiar długości taśmy, a następnie dopasować ją do długości całkowitej $n \times 25,5$ lub 51 mm (gdzie $n = 1, 2, 3$, itp.).



Taśmy Soliflex PRO mogą zostać dostarczone w formie połączonej lub otwartej, z zabierakami, falbanami bocznymi, z wykonanymi otworami, spinkami mechanicznymi, przewodnikami i/lub klinami prowadzącymi. Należy zauważyć, że odległość między zabierakami wynosi n -krotność rozstawu równego 25,5 lub 51 mm. Oferta wyposażenia dodatkowego jest stale rozszerzana – skontaktuj się z lokalnym przedstawicielem firmy Ammeraal Beltech w celu zapoznania się z możliwościami produkcji.

UWAGA

Należy pamiętać, że elementy wyposażenia dodatkowego mogą mieć odcień koloru różniący się od koloru taśmy.

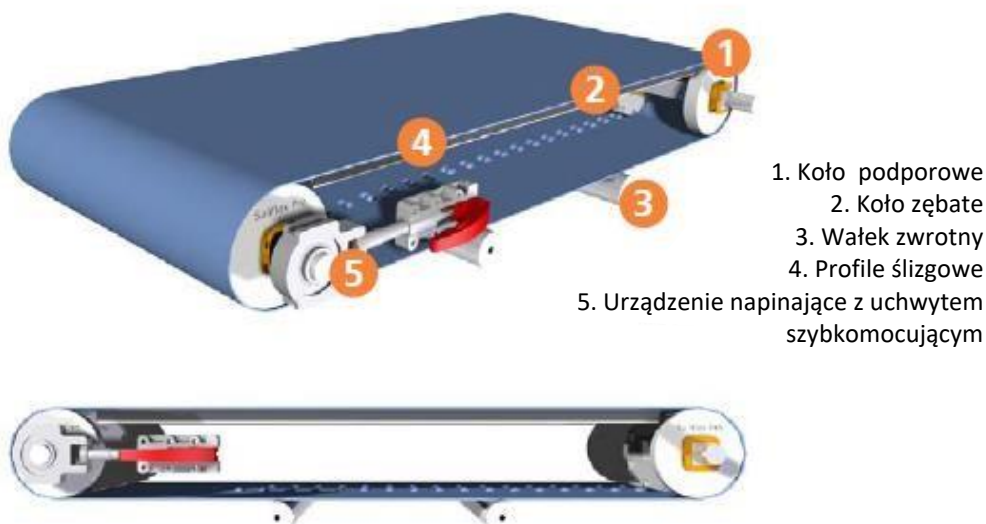


4 Podstawowa konstrukcja przenośnika

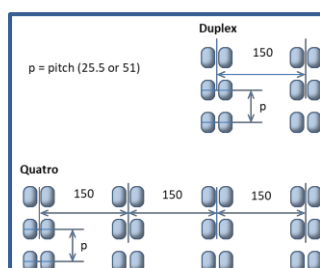
Aby uzyskać maksimum korzyści ze stosowania taśmy przenośnikowej z napędem synchronicznym, należy korzystać z przenośnika o odpowiedniej konstrukcji. Niniejszy rozdział prezentuje zalecenia i wskazówki dotyczące wyboru konstrukcji, rozmieszczenia skrobaków, płyt ślizgowych, urządzeń napinających itp. Informacje na temat obliczeń dotyczących taśmy zostały przedstawione w rozdziale 7.

Taśmy Soliflex PRO (mini) są testowane przy prędkościach przenośnika do 1 m/s, wyższe prędkości dostępne są po konsultacji z lokalnym przedstawicielem firmy Ammeraal Beltech.

Standardowy układ elementów przenośnika przy aplikacji taśmy Soliflex PRO (mini) przedstawia się następująco:



4.1 Konfiguracja wypustek napędu



Soliflex PRO (mini) Duplex – 2 rzędy wypustek napędu

W większości aplikacji należy używać taśmy Soliflex PRO (mini) Duplex z 2 rzędami wypustek napędzających. Podziałka wypustek Soliflex PRO wynosi 51 mm, a Soliflex PRO (mini) – 25,5 mm; rozstaw osiowy między rzędami wynosi 150 mm. Wypustki napędu znajdują się zawsze w centralnej części taśmy. Istnieje możliwość zaprojektowania innych konfiguracji na zamówienie.

Soliflex PRO (mini) Quattro – 4 rzędy wypustek napędu

Konfiguracja Soliflex PRO (mini) Quattro przeznaczona jest dla szerszych taśm przenoszących większe obciążenia. Korzystanie z 4 rzędów powoduje rozłożenie siły na całą szerokość taśmy, umożliwiając jej płynną pracę.

4.2 Niestandardowe konfiguracje wypustek

Przykładowo, w razie modernizacji przenośnika standardowa konfiguracja nie zawsze spełnia potrzeby klienta. W takich przypadkach istnieje potrzeba umieszczenia wypustek w rozstawie osiowym innym niż 150 mm. Taka możliwość zmiany odległości osiowej aktualnie możliwa jest jedynie w przypadku taśm Soliflex PRO.

Odległość osiowa rzędów wypustek może być zmieniana o wielokrotność 25 mm, podczas gdy minimalna odległość między dwoma rzędami wypustek wynosi 50 mm. Maksymalna odległość dwóch rzędów wypustek w konfiguracji Duplex wynosi 750 mm a maksymalna szerokość taśmy wynosi 800 mm. Maksymalna odległość między dwoma zewnętrznymi rzędami wypustek w konfiguracji Quattro wynosi 1200 mm. Maksymalna szerokość taśmy jest maksymalną dostępną szerokością rolki (1800 mm dla TPU).

Minimalna odległość od krawędzi taśmy do środka zewnętrznych rzędów wypustek wynosi 25 mm.



Rysunek 1 Przykład konfiguracji na zamówienie klienta

We wszystkich przypadkach konfiguracja powinna być symetryczna na szerokości taśmy.

4.3 Napięcie taśmy / udźwig

Aby zapewnić wydajną pracę przenośnika z taśmą Soliflex PRO (mini), napięcie taśmy powinno wynosić $\leq 0,1\%$. Wyższy poziom napięcia spowoduje zmniejszenie dopuszczalnego obciążenia taśmy. Wyższy poziom wstępnego napięcia może też spowodować pulsacyjną pracę taśmy i zmniejszyć jej żywotność.

Maksymalne dopuszczalne wydłużenie przy całkowitym obciążeniu taśmy Soliflex PRO (mini) wynosi 0,6%, a w szczególnych wypadkach może wynosić do 1,0%. Przy większym poziomie wydłużenia rozstaw wypustek napędu nie będzie pokrywać się z rozstawem wpustów kół zębatach. W celu uzyskania wsparcia w zakresie wymagań projektowych skontaktuj się z lokalnym przedstawicielem. Patrz także Tabela 2.

Koło pasowe dwuczściowe pozwala w szybki sposób zdjąć taśmę (np. w celu wyczyszczenia). Inną opcją jest użycie urządzenia napinającego z uchwytem szybko-mocującym. To rozwiązanie umożliwia szybkie usunięcie taśmy w celu czyszczenia lub konserwacji.



4.3.1 Jak napinać taśmę?

Wartość napięcia taśmy powinna wynosić 0,1%. Należy zmierzyć odcinek o długości 1000 mm z obu stron taśmy, a następnie naciągnąć ją do momentu uzyskania długości 1001 mm. Taśmę należy puścić w obieg na krótki czas, a następnie ponownie sprawdzić poziom wydłużenia.



4.3.2 Pozycja wału napędowego i zwrotnego

Dla uzyskania optymalnej wydajności wał napędowy oraz zwrotny powinien być wyposażony *zarówno* w koła zębate *jak i* podporowe. Dzięki temu wał zwrotny będzie stale napędzany, co zmniejszy ryzyko poślizgu i zużycia kół zębatach oraz taśmy.

W zależności od bieżących warunków (szerokości, wykorzystania skrobaków, przenoszonych produktów) korzystne może okazać się wypełnienie całego wału przez założenie kół zębatach i kół podporowych. Maksymalna odległość między osiami kół zębatach i/lub kół podporowych wynosi 150 mm.

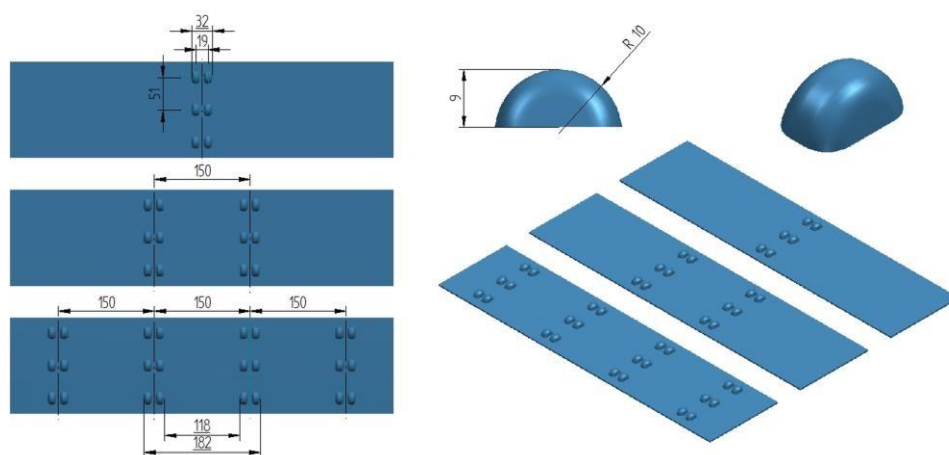
4.4 Koła zębata i koła podporowe

Koła zębata i koła podporowe Soliflex współpracują zarówno z wałami okrągłymi jak i kwadratowymi. Wszystkie koła zębata i wałki nośne są wykonane z trwałego materiału HDPE przeznaczonego do kontaktu z żywnością. Ma on aprobaty FDA i UE.

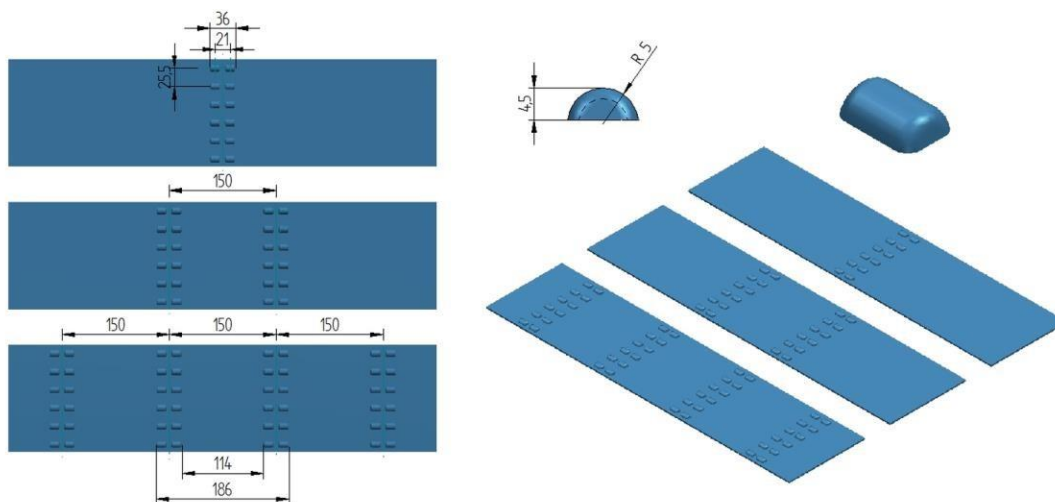
- Okrągłe otwory o rozmiarze 20, 25, 30, 40 oraz 50 mm; każdy posiada rowek DIN.
- Kwadratowe otwory o rozmiarze 40 mm; pozostałe dostępne są na zamówienie.
- Otwory kierunkowe PRO 15 mm i PRO mini 6 mm; mogą zostać poddane obróbce na życzenie klienta

Koła zębata i koła podporowe Soliflex mogą być dostarczone w wersji dwuczęściowej (z elementem zabezpieczającym prawidłowe złożenie), do szybkiego montażu bezpośrednio na przenośniku. Wersje specjalne kół zębatach to: koła zębata samoczyszczące oraz koła zębata odporne na oblodzenie. Patrz także Tabela 6

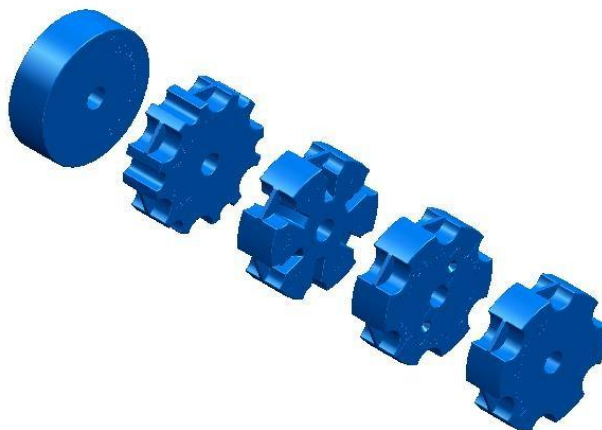
Proszę zwrócić uwagę, że szerokość kół zębatach oraz kół podporowych taśmy Soliflex PRO wynosi 30 mm, a taśmy Soliflex PRO mini 35 mm. Także rzędy wypustek są 2 mm szersze niż koła zębata. Patrz także rysunki poniżej.



Rysunek 2 Konfiguracje i odległości wypustek taśmy Soliflex PRO



Rysunek 3 Konfiguracje i odległości taśmy Soliflex PRO mini



Rysunek 4 Odmiany kół zębatach taśmy Soliflex PRO

4.4.1 Montowanie kół zębatach i kół podporowych do wałów

- Zarówno koła zębata jak i koła podporowe z kwadratowymi oraz okrągłymi otworami można zablokować w kierunku osiowym za pomocą pierścienia zabezpieczającego.
- Aby skompensować rozszerzalność cieplną, należy wyrównać oś jednego koła zębatego a pozostałe nałożyć na wał, zachowując 2 mm luzu w kierunku osiowym.
- W okrągłych otworach kół zębatach i rolek nośnych można wykonać rowki DIN.
- W celu wyrównania kół zębatach należy upewnić się, że wygrawerowane na nich loga ustawione są w jednakowym kierunku.

Minimalne średnice kół zębatach obowiązują dla taśm napędzanych ciernie. W przypadku taśm z klinami prowadzącymi, przewodnikami lub falbanami, minimalna dopuszczalna średnica koła zębatego powinna być większa niż zazwyczaj; patrz rozdział 5 opisujący sposoby projektowania przenośników specjalnych.

4.5 Elektrobębny



W przypadku elektrobębnow produkcji Interroll,
opracowano specjalny elektrobęben Soliflex PRO w 4 rozmiarach:



Interroll 80i z okładziną Soliflex PRO Z7 z tworzywa TPU o twardości 88 w skali Shore'a D

Interroll 113i z okładziną Soliflex PRO Z9 z tworzywa TPU o twardości 88 w skali Shore'a D

Interroll 138i z okładziną Soliflex PRO Z10 z tworzywa TPU o twardości 88 w skali Shore'a D

Interroll 165i z okładziną Soliflex PRO Z12 z tworzywa TPU o twardości 88 w skali Shore'a D

Higieniczna konstrukcja zapewnia najwyższy poziom skuteczności czyszczenia.

Rysunek 5 Elektrobęben Interroll
z okładziną Soliflex

Zalecamy skontaktować się z lokalnym przedstawicielem firmy Interroll

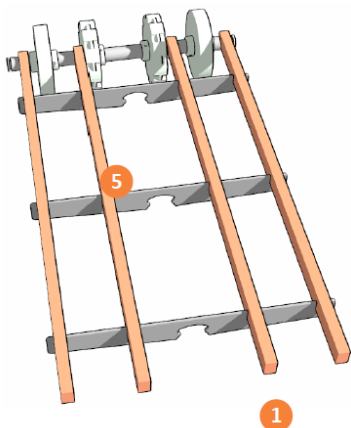
W przypadku Soliflex PRO mini nie ma jeszcze specjalnego silnika bębnowego Soliflex, ale dostępne są profilowane rękawy zębate. Rękawy te mogą zostać umieszczone na silniku bębnowym Interroll DM0080.

Rękawy mają profil Z14 i średnicę 112,2 mm. Maksymalna szerokość wynosi 250 mm. W przypadku szerszych elektrobębnow można połączyć kilka rękawów w jedną całość.



Rysunek 6 Rękaw Soliflex PRO mini Z14 dla Interroll DM0080

4.6 Profile ślizgowe



Unikalna konstrukcja wypustek w połączeniu z profilami ślizgowymi zapewnia wyjątkowe i w 100% bezproblemowe prowadzenie taśmy.

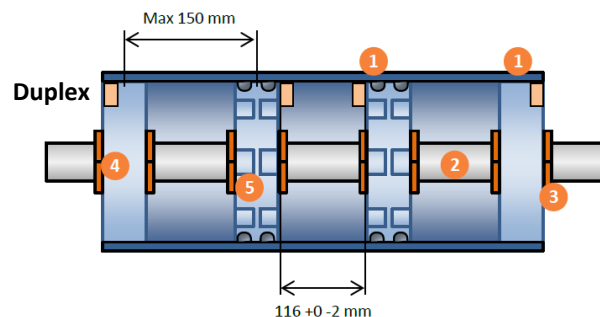
Zaleca się stosowanie taśmy Soliflex PRO (mini) na przenośnikach z profilami ślizgowymi. Aby zmniejszyć poziom tarcia, należy używać profili ślizgowych wykonanych z materiału HDPE lub UHMW-PE. Profile ślizgowe należy zamontować w pobliżu kół zębatych i podporowych. Pozostawić wolne miejsce, uwzględniając możliwe rozszerzenie pod wpływem ciepła (patrz strona 16). Należy upewnić się, że wysokość profili ślizgowych nie przekracza poziomu powierzchni koła pasowego. Można również zastosować profile ze stali nierdzewnej lub okrągłe pręty; konfiguracja powinna być identyczna jak w przypadku profili wykonanych z materiału HDPE. Zaleca się używanie stali nierdzewnej typu 316(L); używanie stali typu 304 spowoduje ściemnienie taśmy. Należy upewnić się, że wszystkie krawędzie są gładkie. Należy pamiętać, że w wilgotnych warunkach taśmy wykonane z tworzywa TPU mogą przylepić się do stalowych ślizgów. W takim przypadku należy stosować taśmy wykonane z tworzywa TPU z profilem rombowym lub wykonane z tworzywa TPE.

4.6.1 Ustawienie profili ślizgowych Soliflex PRO

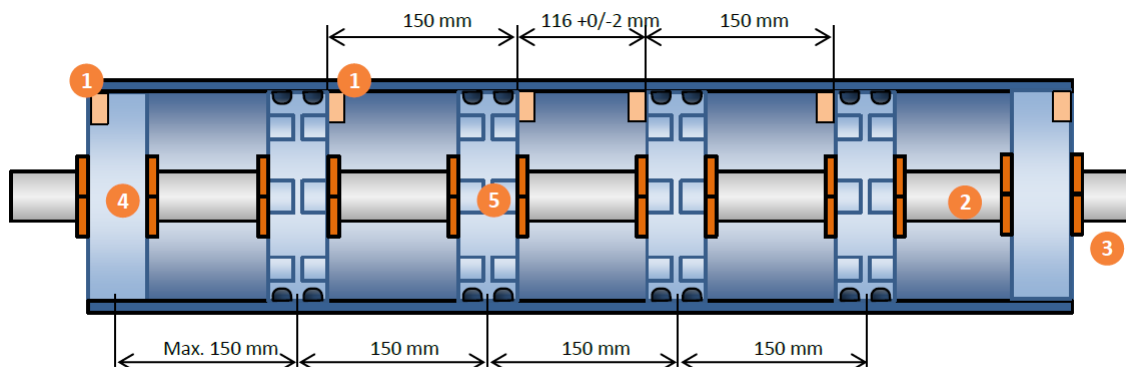
Sposób obliczania

Przykład standardowej konfiguracji. Konfiguracje niestandardowe można policzyć za pomocą programu obliczeniowego.

1. Profile ślizgowe
2. Wał
3. Pierścień zabezpieczający
4. Koło podporowe
5. Koło zębate



Quattro

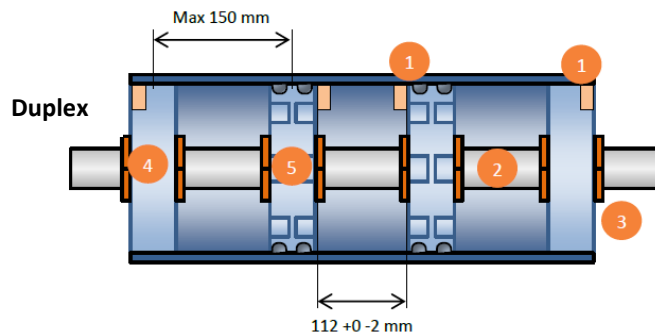


Profile ślizgowe powinny być stosowane do prowadzenia wypustek napędu zgodnie z kierunkiem pracy. Należy zachować wolną przestrzeń pomiędzy profilami ślizgowymi a wypustkami napędu.

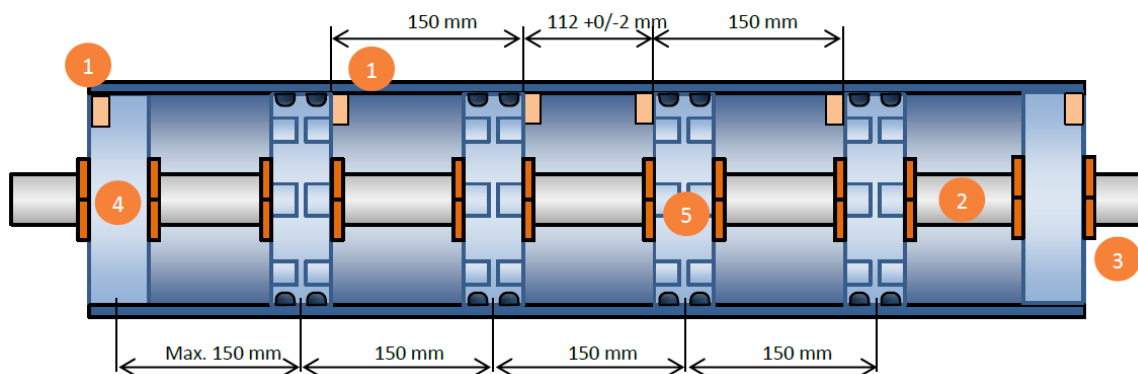
Pozycja listwy	Odległość pomiędzy 2 listwami
Zewnętrzna wypustek napędu	185 mm +2 -0 mm
Wewnętrzna wypustek napędu	116 mm +0 -2 mm

4.6.2 Ustawienie profili ślizgowych Soliflex PRO mini

1. Profile ślizgowe
2. Wał
3. Pierścień zabezpieczający
4. Koło podporowe
5. Koło zębate



Quattro

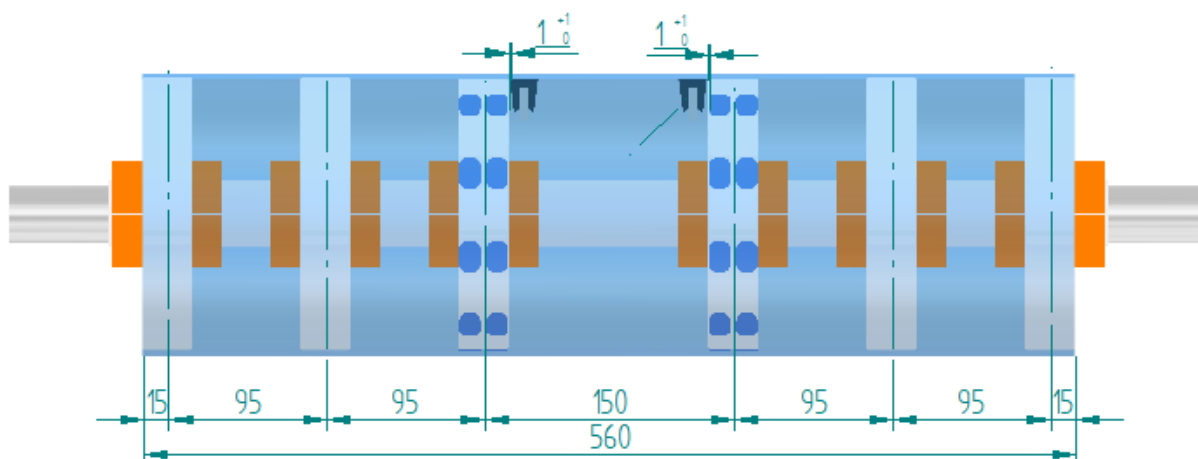


Profile ślizgowe powinny być stosowane do prowadzenia wypustek napędu zgodnie z kierunkiem pracy:

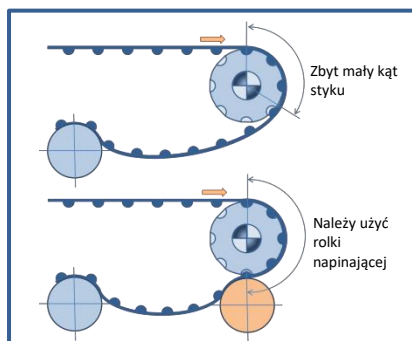
Pozycja listwy	Odległość pomiędzy 2 listwami
Zewnętrzna wypustek napędu	189 mm +2 -0 mm
Wewnętrzna wypustek napędu	112 mm +0 -2 mm

4.6.3 Przykład pozycjonowania.

Na poniższym przykładzie przedstawiono taśmę Soliflex PRO o szerokości 560 mm. Koła zębate umieszczone są od siebie w odległości osiowej 150 mm. Na krawędziach taśmy zamontowane są dwa koła podporowe. Odległość osiowa między kołami zębatymi wynosi teraz 190 mm. Jest to więcej niż 150 mm i dlatego dodatkowe koła podporowe umieszczono na środku, w odległości osiowej 95 mm ($1/2 \times 190$ mm).



4.7 Taśma na części zwrotnej

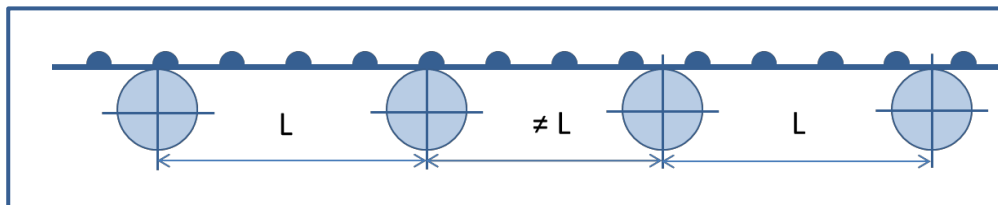


Taśma na części zwrotnej będzie przemieszczać się praktycznie bez obciążenia. Obciążenie taśmy może powodować tworzenie się zwisów. W niektórych przypadkach mogą one być tak długie, że kąt opasania taśmy będzie zbyt mały, aby zapewnić poprawną współpracę z kołem zębatym napędu. Zaleca się zastosowanie napięcia wstępnego 0,1%, a zaraz za wałem napędowym może zostać zastosowana rolka napinająca. Szerokość rolki napinającej, o minimalnej średnicy 50 mm, musi być równa szerokości taśmy. Rolkę należy umieścić pod lub za centralną częścią wału napędowego i pozostawić nieco przestrzeni, aby nie dopuścić do podwinięcia taśmy.

Koła lub rolki podporowe w części zwrotnej powinny być umieszczone w rozstawie co dwa metry. Aby zapobiec rezonansowi taśmy w części zwrotnej, odległość tę należy nieznacznie zmodyfikować, jak pokazano na rysunku. Średnica kół podporowych powinna wynosić minimum 50 mm.

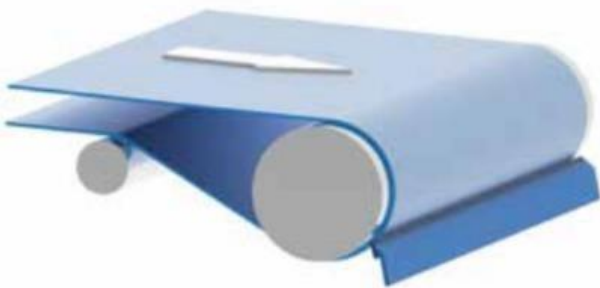
W celu podparcia taśmy w części zwrotnej, można również wykorzystać profile ślizgowe. Takie rozwiązanie może być szczególnie korzystne w przypadku przenośników pochyłych. Kół podporowych nie należy jednak w ten sposób wykorzystywać na całej długości przenośnika; należy pozostawić przestrzeń pozwalającą na opadanie nadwyżek taśmy w pobliżu wału napędowego. Profile ślizgowe mogą zostawiać ślady na powierzchni taśmy.

Taśma z zabierakami zwykle nie jest podpierana na szerokości zabieraka. Jednak zabieraki zapewniają sztywność poprzeczną materiału. Jeśli taśma z zabierakami jest szersza niż 800 mm, potrzebne jest dodatkowe podparcie. Można je uzyskać przez podzielenie zabieraków na dwie sekcje i pozostawienie wolnej marginesu o szerokości minimum 50 mm na środku. Rolka nośna podpierająca taśmę powinna zostać umieszczona w tej wolnej sekcji.



4.8 Skrobaki

Aby utrzymać taśmę w czystości, można używać skrobaków Ultra-Scraper. Prawidłowe usuwanie produktu z taśmy można uzyskać, umieszczając skrobak w pozycji 2/3 opasania taśmy na kole zębatym (na godzinie czwartej).



W celu prawidłowego czyszczenia taśmy skrobak należy umieścić zaraz za opasaniem, tj. zaraz za położeniem godziny 6. W przypadku korzystania ze skrobaków należy zastosować napięcie 0,1%.



4.9 Rozszerzalność cieplna

UWAGA

Należy mieć na uwadze współczynnik rozszerzalności cieplnej materiału.

4.9.1 Rozszerzalność / kurczliwość termiczna

W warunkach, w których wartość temperatury pracy różni się od wartości temperatury pokojowej (20°C), na długości i szerokości taśmy wystąpi zjawisko rozszerzalności liniowej. W kierunku poprzecznym rozszerzalność i kurczliwość bezwzględna jest stosunkowo niska dlatego nie ma potrzeby podejmowania dodatkowych działań. W kierunku wzdłużnym natomiast mogą wystąpić następujące zjawiska:

*Temperatura robocza wyższa od temperatury otoczenia: **Rozszerzalność***

- Napięcie taśmy zmniejszy się i w pewnym momencie rozstaw wypustek taśmy będzie różnić się od rozstawu wpustów koła zębatego. Tak się stanie gdy taśma osiągnie temperaturę 50°C. Jeżeli temperatura pracy taśmy wynosi 50°C lub więcej, należy powziąć specjalne środki ostrożności (np. użyć kół zębatach z większym rozstawem wpustów). Aby dowiedzieć się więcej, skontaktuj się z lokalnym przedstawicielem firmy Ammeraal Beltech.
- Przykład: taśma została założona, połączona i wstępnie napięta w temperaturze 22°C, a następnie umieszczona w otoczeniu, gdzie pracuje z temperaturą 62°C. Różnica temperatur = 40°C, taśma wydłuży się $40 \times 0,17 = 6,8$ mm/m lub 0,68%. W omawianym przypadku taśma powinna zostać rozciągnięta jeszcze przed rozpoczęciem pracy!

Każdy materiał posiada własny współczynnik liniowej rozszerzalności cieplnej. Zmiany w długości taśmy można obliczyć w następujący sposób:

$\Delta L = L \times \alpha \times \Delta T$	α	=	współczynnik liniowej rozszerzalności cieplnej
	L	=	nominalna długość taśmy w m
	ΔL	=	Rozszerzalność / kurczliwość termiczna
	ΔT	=	różnica temperatur

4.10 Współczynniki tarcia

Tarcie jest bardzo istotnym parametrem taśmy. W większości przypadków zaleca się zachowanie niskiego poziomu tarcia pomiędzy taśmą a płytą ślizgową/profilami ślizgowymi. Dzięki temu zmniejsza się siła oporu, a wraz z nią wydłużenie taśmy oraz niezbędna siła do jej napędzania. Współczynniki tarcia taśm Soliflex PRO (mini) o typowe materiały ślizgów podczas pracy w normalnych warunkach można znaleźć w Tabeli 9:

Wartości podane w niniejszej instrukcji i wykorzystywane w naszym programie kalkulacyjnym Soliflex PRO, dotyczą warunków pracy w czystym środowisku. Warunki danej aplikacji mogą wpływać zarówno negatywnie, jak i pozytywnie na tarcie. Przykładowo mąka w piekarniach powoduje wyższe tarcie, a płyny w masarniach lub ubojniach mogą je obniżyć.

Poziom tarcia materiału TPU względem stali nierdzewnej jest relatywnie wysoki. Takie połączenie materiałów nie jest zalecane. W przypadku korzystania z taśmy Soliflex PRO (mini) w istniejących instalacjach ze stalowymi ślizgami, zaleca się używanie taśm wykonanych z tworzywa TPE lub TPU z profilem rombowym na spodniej stronie. Profil ten znacznie zmniejsza tarcie względem stali.

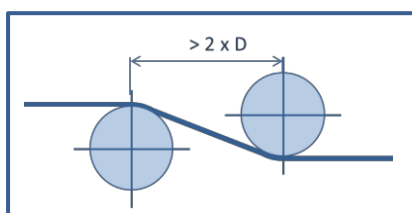
Gładka górna strona taśmy charakteryzuje się niskim poziomem tarcia i pozwala na utrzymanie lepszej higieny, lecz ogranicza kąt nachylenia przenośnika (do $\pm 15^\circ$). Jeżeli wymagany jest większy kąt nachylenia, należy zastosować zabieraki.

5 Wskazówki do projektowania specjalnych rodzajów przenośników

W większości przypadków do pracy wystarczy standardowy przenośnik prosty. Jednak czasami konieczne jest zastosowanie rozwiązań specjalnych. Niniejszy rozdział przedstawia wskazówki dotyczące projektowania różnych rodzajów przenośników specjalnych.

5.1 Średnica gięcia i przeciwigięcia

Dopuszczalna minimalna wartość średnicy przewijania dla taśm Soliflex PRO (mini) zależy od materiału i grubości taśmy. Wartości te zostały przedstawione w rozdziale 8.1 i karcie charakterystyki taśmy. Jeżeli koła zębate na których zachodzą procesy gięcia i przeciwigięcia znajdują się obok siebie, należy dopilnować, aby odległość między nimi była równa wartości co najmniej jednej średnicy tych kół. Patrz rozdział na temat napędu typu omega.



Przykład: Aplikacja detektora z przenośnikiem taśmowym gdzie rolki na których następuje gięcie i przeciwigięcie znajdują się obok siebie. Część zwrotna taśmy musi być skierowana do góry, aby dopasować się do stosunkowo małego otworu wejściowego detektora. Należy upewnić się, że osie rolek są oddalone od siebie o minimum dwie minimalne średnice przewijania.

Wyposażenie dodatkowe jest stosowane głównie na taśmach Soliflex PRO. Na taśmie Soliflex PRO mini można zastosować ograniczoną liczbę akcesoriów. Ogólne informacje na ten temat dla zabieraków przedstawiono w Tabeli 7, a dla falban w Tabeli 8.

5.2 Przenośniki pochyłe

Przenośniki wznoszące stosowane są w celu pokonania różnicy wysokości. Kąt nachylenia jest ograniczony z powodu tarcia jakie zachodzi pomiędzy przenoszonymi produktami a taśmą. Podczas przenoszenia towarów sypkich kąt nachylenia nie powinien przekraczać 15°. W przeciwnym wypadku należy zastosować zabieraki. Przyczepność produktów transportowanych pod kątem na sztuki należy poddać analizie.

Wał napędowy powinien zawsze znajdować się po wyższej stronie przenośnika. Dotyczy to również przenośników pochyłych opadających.

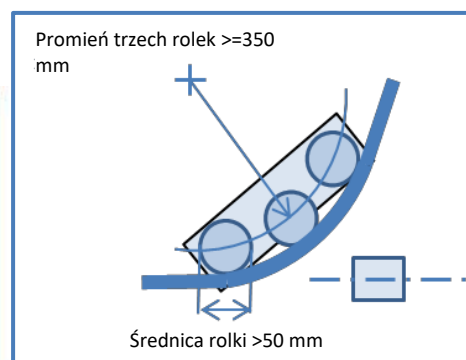
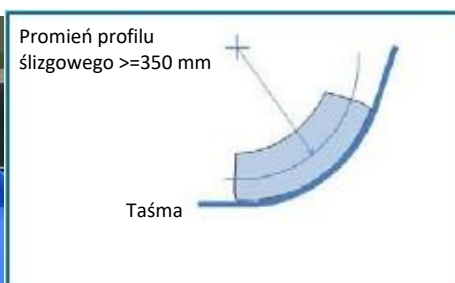
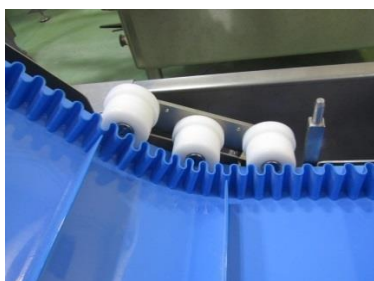
5.3 Przenośniki typu „łabędzia szyja”

Przenośniki typu „łabędzia szyja” są często używane do transportu towarów sypkich lub mniejszych produktów z podajnika na wyższy poziom. Tego rodzaju przenośniki zajmują stosunkowo niewiele miejsca. Zakres kątów nachylenia wynosi 30–75°. Wybór taśmy dla takiego przenośnika powinien być dobrze przemyślany. Zalecane wartości bezpieczne szerokości dla taśm Soliflex napędzanych ciernie wynoszą do 500 mm. Taśmy Soliflex PRO pozwalają na bezpieczne użycie szerokości do 1000 mm. Jednak w przeszłości z powodzeniem stosowane były nawet szersze taśmy.

Konstrukcja taśmy: rzędy wypustek powinny zostać umieszczone tak daleko jak to możliwe od krawędzi taśmy celem obniżenia skierowanej do góry siły działającej na środku obszaru gięcia. Aby uzyskać szczegółowe zalecenia, skontaktuj się z lokalnym przedstawicielem firmy Ammeraal Beltech.

Należy zwrócić szczególną uwagę na przełamaniach:

- Promień przełamania nie powinien być mniejszy niż 350 mm. W przypadku wolnych przenośników (do 0,2 m/s) można stosować profile ślizgowe wykonane z materiału HDPE lub UHMWPE. Niewielki rowek na spodzie profilu skierowany na zewnątrz zapobiega gromadzeniu się brudu.
- W przypadku przenośników poruszających się z większą prędkością, na przełamaniach należy używać zestawów rolek. Szerokość robocza profili i rolek powinna wynosić 50 mm. Przestrzeń pomiędzy profilem lub rolką i krawędzią falbany powinna wynosić przynajmniej 10 mm.
- Z perspektywy szerokości pasa: oś profilu ślizgowego lub rolek powinna leżeć w osi zewnętrznych rzędów wypustek.



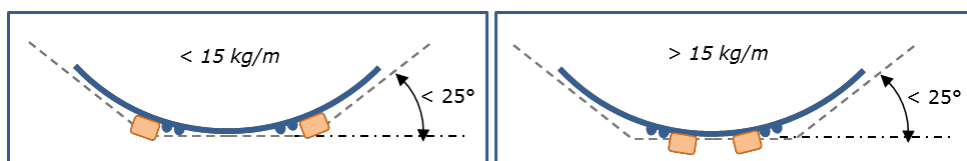
5.4 Przenośnik nieckowy

Taśmy Soliflex PRO mogą być używane do transportu towarów sypkich w przenośnikach nieckowych. Możliwy jest kąt nachylenia przenośnika do 25°. W przypadku taśm TPE należy zastosować pręty ze stali nierdzewnej, a w przypadku taśm TPU profile ślizgowe z materiału UHMWPE/HDPE.

Dla obciążeń do 15 kg/m profile ślizgowe można ustawić na zewnątrz wypustek napędu. W przypadku większych obciążeń, podpory ślizgu należy ustawić pomiędzy wypustkami napędu.



Długość przenoszenia od powierzchni płaskiej do utworzenia niecki (część odbierająca lub podająca transportera) powinna być dłuższa niż szerokość taśmy lub jej równa. Większa długość części podającej zwiększy okres żywotności taśmy.

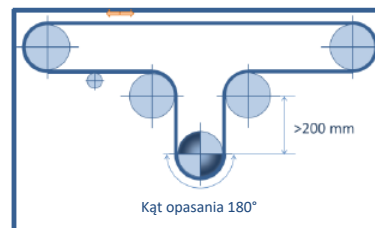


5.5 Przenośniki dwukierunkowe – napęd omega

Niektóre przenośniki zostały zaprojektowane do pracy w dwóch kierunkach. W tym przypadku zaleca się korzystanie ze specjalnie skonfigurowanego napędu omega (patrz rysunek). Należy zauważyć, że dwa górne koła pasowe ustawione są w taki sposób, aby kąt opasania napędowych kół zębatych był w ich przypadku równy 180°.

Należy upewnić się, że średnica górnych kół podporowych jest większa lub równa minimalnej dopuszczalnej średnicy gięcia taśmy.

Aby uniknąć przedwczesnego pęknięcia zmęczeniowego, należy zachować odległość co najmniej 200 mm pomiędzy osią kół podporowych a kołem napędu. Koła zębate bębnow napędowych muszą mieć 4 zęby więcej niż standardowa minimalna średnica koła zębatego (np. Z06 -> Z10).



Czyszczenie wału napędowego jest trudniejsze ze względu na ograniczony do niego dostęp. Można je ułatwić, stosując elektrobęben.

Minimalne średnice kół podporowych przedstawiono w Tabeli 1.

6 Dostosowanie istniejącego przenośnika do wymagań taśm Soliflex PRO (mini)

Syntetyczne lub modularne taśmy można wymienić na jednorodne taśmy z napędem zębatym, np. Soliflex PRO (mini). Poniżej znajduje się kilka wskazówek, przedstawiających sposób montażu taśmy Soliflex PRO (mini) na istniejących przenośnikach.

6.1 Pasy modularne

Koła zębate i wałki

W miejsce kół podporowych napędowych oraz kół podporowych tylnych należy zamontować odpowiednie koła zębate i koła podporowe.

Profile ślizgowe/płyta ślizgowa



1. Płaska płyta ślizgowa
2. Profile ślizgowe

Jeżeli konstrukcja płyty ślizgowej jest wykonana z taśm z tworzywa UHMWPE, HDPE lub metalu, należy ustawić je w taki sposób, aby pełniły rolę prowadnic wypustek napędu (patrz też rozdział dotyczący profili ślizgowych).

Należy upewnić się, że wysokość płyty jest nieznacznie mniejsza lub równa górnej powierzchni kół podporowych. Odchylenie o wartości do 5 mm nie wpłynie negatywnie na działanie napędu zębatego.

6.2 Taśmy tkaninowe i przenośniki z płytą ślizgową



3. Dolne frezy mogą również pełnić rolę prowadnicy dla wypustek napędu

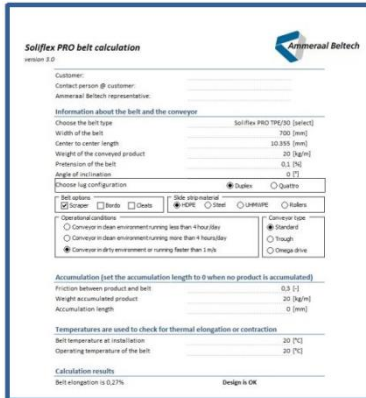
Dla pełnej płyty ślizgowej: aby zapewnić sprawne i wydajne funkcjonowanie, należy zamontować profile PE na górze płyty ślizgowej. Profile te należy ustawić w taki sposób, aby określały trakcję dla wypustek napędu.

Należy upewnić się, że wysokość płyty ślizgowej nie przekracza górnej powierzchni kół podporowych. Odchylenie o wartości do 5 mm nie wpłynie negatywnie na działanie napędu zębatego.

Można również użyć wyprofilowanej płyty ślizgowej. Aby zapobiec gromadzeniu się brudu, zaleca się korzystanie z otworów odprowadzających, znajdujących się w dolnych frezach.

Współczynnik tarcia TPU względem stali jest stosunkowo wysoki, dlatego zaleca się używanie taśm wykonanych z TPE.

7 Obliczenia dla taśmy



W przypadku taśm Soliflex PRO (mini), wartość obciążenia należy porównać z dopuszczalną wartością obciążenia maksymalnego wybranego rodzaju taśmy. Taśma podlega różnym rodzajom obciążenia: tarcie o profile ślizgowe, masa transportowanych produktów, masa taśmy w przypadku przenośników pochyłych i ewentualny wpływ pracy skrobaka itp. W miejscu nagromadzenia produktów obciążenie będzie również wyższe. Należy mieć to na uwadze.

Niniejszy rozdział omawia sposób obliczania wartości dopuszczalnego obciążenia taśm Soliflex PRO (mini) oraz metodę obliczania obciążenia taśmy dla różnych przenośników. Do tego celu opracowano odpowiednie narzędzia; w celu uzyskania wsparcia w zakresie przeprowadzenia obliczeń skontaktuj się z lokalnym przedstawicielem Ammeraal Beltech.

Punktem odniesienia dla obliczeń jest fakt, że taśma montowana jest bez napięcia wstępnego.

7.1 Właściwości taśmy – dopuszczalne obciążenie

Dopuszczalne obciążenie taśmy zależy od jej szerokości i materiału z jakiego została wykonana. Obciążenie można obliczyć w następujący sposób:

$$\text{Dopuszczalne obciążenie } F_{all} \quad F_{all} = LF * b * FE * SF * 1000 \quad [1]$$

Dane dotyczące zachowania taśmy pod wpływem siły rozciągającej (FE) znajdują się w karcie charakterystyki taśmy. Współczynnik obciążenia (LF) wynosi 0,6 w przypadku standardowego koła zębatego i 1,0 w przypadku kół zębatach Plus. Współczynnik uwzględniający warunki pracy i zużywanie się części maszyny (SF) zależy od warunków pracy i rodzaju przenośnika. Poniższa tabela przedstawia wartości współczynnika uwzględniającego warunki pracy i zużywanie eksploatacyjne maszyny.

Taśma zostanie dopuszczona do użytku jeżeli obciążenie nie przekroczy:

$$F_B < F_{all} \quad [2]$$

czynnik (SF)	Przenośniki poziome	Przenośniki pochyłe	Przenośnik nieckowy lub typu „łabędzia szyja” ¹⁾
Przenośnik pracujący w czystym otoczeniu nie dłużej niż 8 godziny/dobę z prędkością poniżej 1 m/s	1,0	0,9	0,8
Przenośnik pracujący w czystym otoczeniu dłużej niż 8 godziny/dobę z prędkością poniżej 1 m/s	0,9	0,8	0,7

1) Lub inny przenośnik, który posiada zarówno części płaskie jak i pochyłe lub wałki zginania zwrotnego

7.2 Obciążenie taśmy na przenośnikach poziomych

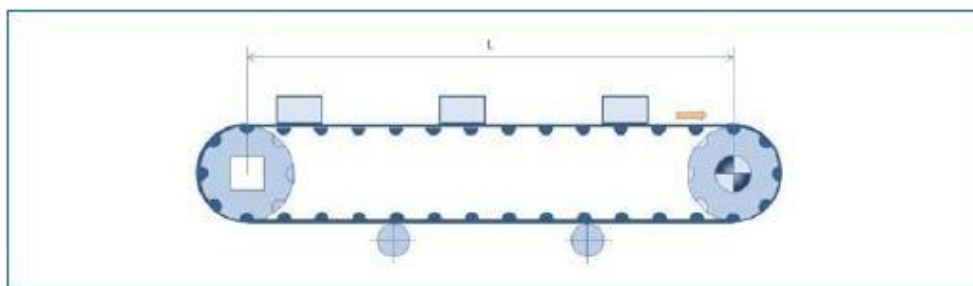
Głównym źródłem obciążenia przenośnika poziomego jest tarcie o profile ślizgowe. Skrobak również będzie generować obciążenie taśmy. Przenośniki na których buforowany jest produkt podlegają dodatkowemu obciążeniu wynikającemu z tarcia pomiędzy produktem a taśmą. Należy obliczyć współczynniki tarcia pomiędzy transportowanym dobrem a taśmą. Należy zauważyć, że waga na metr (m_A) będzie się zwiększać wraz z długością przebytej drogi taśmy z buforowanymi produktami.

$$F_1 \text{ obciążenie cierne} \quad F_1 = \mu_1 * k * L * (m_b + m_p) * g \quad [3]$$

$$F_3 \text{ obciążenie od skrobaka} \quad F_3 = 85 * b \quad [4]$$

$$F_4 \text{ obciążenie od buforowanych produktów} \quad F_4 = \mu_2 * k * L_A * m_A * g \quad [5]$$

$$F_B \text{ łączne obciążenie taśmy} \quad F_B = F_1 + F_3 + F_4 \quad [6]$$



UWAGA

Współczynnik korekty tarcia (k). W otoczeniu o wysokim zapyleniu (zanieczyszczeniu powietrza) współczynnik tarcia będzie wyższy niż wskazany w danych technicznych taśmy. Program kalkulacyjny dla taśm Soliflex doda 25% do współczynnika tarcia. Powoduje to obniżenie maksymalnego obciążenia taśmy. W powyższych formułach współczynnik ten jest przedstawiony za pomocą litery k . W otoczeniu czystym współczynnik wynosi $k = 1$, natomiast w zapyłonym — $k = 1,25$.

7.3 Obciążenie taśmy na przenośnikach pochyłych

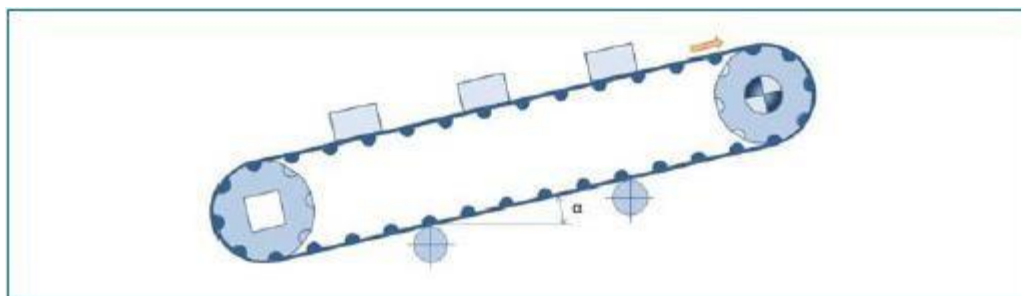
Wartość obciążenia taśmy przenośnika pochyłego przez produkt zależy od kąta nachylenia. Miejscowe buforowanie produktów nie jest brane pod uwagę.

$$F_1 \text{ obciążenie cierne} \quad F_1 = \mu_1 * k * L * (m_b + m_p) * g * \cos \alpha \quad [7]$$

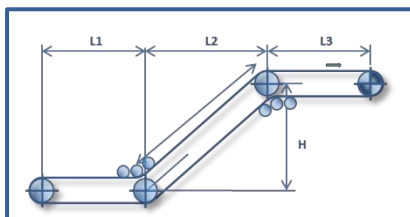
$$F_2 \text{ obciążenie grawitacyjne} \quad F_2 = L * (m_b + m_p) * g * \sin \alpha \quad [8]$$

$$F_3 \text{ obciążenie od skrobaka} \quad F_3 = 85 * b \quad [9]$$

$$F_B \text{ łączne obciążenie taśmy} \quad F_B = F_1 + F_2 + F_3 \quad [10]$$



7.4 Obciążenie taśmy przenośników typu „łabędzia szyja”



Obciążenie przenośników typu „łabędzia szyja” i podobnych można obliczyć przez podział obszarów przenośnika na poziome i pochyłe. Całkowite obciążenie taśmy jest sumą obciążeń każdej z części. Należy porównać całkowite obciążenie z dopuszczalnym obciążeniem dla określonego rodzaju taśmy, patrz wzór [2]. Narzędzie kalkulacyjne dla taśmy Soliflex PRO (mini) umożliwia łatwą ocenę obciążeń przenośników typu „łabędzia szyja”.

7.5 Wymiarowanie silnika i wału

Na podstawie prędkości przenośnika i całkowitego obciążenia taśmy, należy obliczyć wymaganą moc silnika. Należy również wziąć pod uwagę wydajność przekładni.

$$P \text{ wymagana moc silnika } P = F_B \times v / 1000 \times \eta \quad [11]$$

Obliczenia dotyczące średnicy wału powinny zostać wykonane na podstawie wytycznych CEMA.

7.6 Definicje

α	kąt nachylenia przenośnika	[rad]
b	szerokość taśmy	[m]
F_1	obciążenie taśmy powodowane przez tarcie o płytę ślizgową	[N]
F_2	obciążenie taśmy powodowane przez masę przenoszonych produktów	[N]
F_3	obciążenie taśmy powodowane przez skrobak	[N]
F_4	obciążenie taśmy powodowane przez tarcie o płytę ślizgową	[N]
F_{all}	dopuszczalne obciążenie dla danego rodzaju taśmy	[N]
F_B	całkowite obciążenie taśmy	[N]
F_E	siła niezbędna dla uzyskania 1% wydłużenia (patrz karta charakterystyki taśmy)	[N/mm]
g	przyspieszenie ziemskie; $g = 9,81$	[m/s ²]
k	współczynnik korekty tarcia	[-]
L	długość c-c (osiowa) przenośnika	[m]
L_A	długość odcinka, na którym dochodzi do buforowania produktów	[m]
m_A	masa nagromadzonych produktów na m długości	[kg/m]
m_b	masa taśmy na m_b długości	[kg/m]
m_p	masa przenoszonych produktów na m długości taśmy	[kg/m]
η	sprawność przekładni	[-]
P	wymagana moc silnika	[kW]
μ_1	współczynnik tarcia między taśmą a profilami ślizgowymi	[-]
μ_2	współczynnik tarcia między produktem a taśmą	[-]
v	prędkość taśmy	[m/s]

8 Tabele

8.1 Dane techniczne Soliflex

Tabela 1 Dane techniczne Soliflex

	TPU/15 53D PRO mini	TPU/20 53D PRO mini	TPU/20 53D PRO	TPU/30 53D PRO	TPU/40 53D PRO	TPE/20 PRO	TPE/30 PRO
Grubość (mm)	1,5	2,0	2,0	3,0	4,0	2,0	3,0
Twardość (Sh)	53D	53D	53D	53D	53D	55D	55D
Kolor	Jasnoniebieski						
Temperatura min. (°C)	-5					-20	
Temperatura maks. (°C)	70					80	
Min. średnica przewijania (mm)	47,0 (Z06)	63,3 (Z08)	94,7 (Z06)	127,3 (Z08)	176,1 (Z11)	127,3 (Z08)	159,8 (Z10)
Min. średnica przeciwigięcia (mm)	63,3 (Z08)	79,6 (Z10)	127,3 (Z08)	159,8 (Z10)	208,7 (Z13)	159,8 (Z10)	192,4 (Z12)
Min. śr. koła napędowego Omega (mm)	79,6 (Z10)	95,9 (Z12)	159,8 (Z10)	192,4 (Z12)	241,2 (Z15)	192,4 (Z12)	225,0 (Z14)
Odporność chemiczna	+					++	
Odporność na zimno	+					++	
Odporność na zarysowania	++					+	

Tabela 2 Napięcie wstępne

Typ taśmy	Zalecany poziom wstępnego napięcia	Maksymalne dopuszczalne wydłużenie
Taśma Soliflex PRO (mini)	0–0,1%	standardowe 0,6%
		specjalne 1,0 %

Tabela 3 Zalecane konfiguracje minimalne taśmy Soliflex (oparte na domyślnej podziałce rzędów wypustek wynoszącej 150 mm)

Duplex	Szerokość taśmy	200–300 mm	300–500 mm	>500 mm
	Koła zębate	2	2	2
	Koła podporowe	0	2	4

Quattro	Szerokość taśmy	>550 mm szerokości przy dużym obciążeniu
	Koła zębate	4
	Koła podporowe	na każde 150 mm szerokości taśmy

8.2 Właściwości koła zębatego

Tabela 4 Wymiary kół zębatych

Liczba zębów (Z)	średnica (mm)	
	PRO	PRO mini
6	94,7	47,0
7	111,0	
8	127,3	63,3
9	143,5	
10	159,8	79,6
11	176,1	
12	192,4	95,9
13	208,7	
14	225,0	112,2
Inne wymiary kół dostępne na żądanie		

Tabela 5 Wymiary otworów kół zębatych

Otwór kierunkowy (PB)	Kwadratowy (SQ)	Okrągły (RR)
6	40	20
15	50	25
		30
		40
		50
Nie wszystkie opcje są dostępne we wszystkich rodzajach/rozmiarach kół zębatych		

Tabela 6 Wykonania kół zębanych

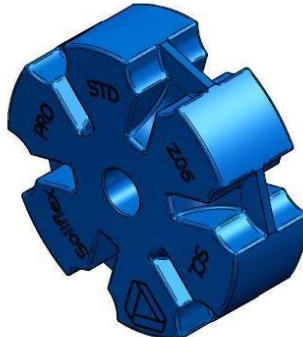
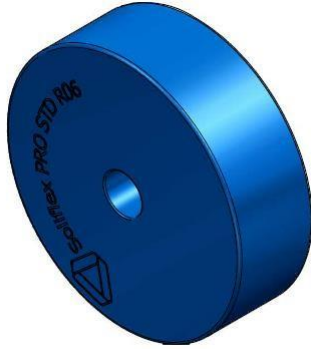
 Standardowe koło zębane	 Koła zębate samoczyszczące
 Koła zębate odporne na oblodzenie	 Wałek nośny

Tabela 7 Maksymalny rodzaj zabieraka zależnie od rodzaju koła zębatego

PRO	PRO mini	Maksymalna standardowa grubość zabieraka taśmy (mm)	Maksymalne zabieraki syntetyczne bez stopki z Ropanyl	Maksymalne zabieraki syntetyczne bez stopki z Amtel
	Z06 47,0	Nie dot.	Nie dot.	Nie dot.
	Z08 63,3	Nie dot.	PN20	Nie dot.
	Z10 79,6	Nie dot.	PN35	Nie dot.
	Z12 95,9	Nie dot.	PN50	Nie dot.
Z06 94,7		3,0	PN50	Nie dot.
Z07 111,0		3,0	PN50	Nie dot.
Z08 127,3		4,0	PN50	PN35
Z09 143,5		4,0	PN75	PN35
Z10 159,8		4,0	PN75 / 100 x 6	PN50
Z11 176,1		4,0	PN75 / 100 x 6	PN50
Z12 192,4		4,0	PN75 / 100 x 6	PN75 / 100 x 6
Z13 208,7		4,0	PN75 / 100 x 6	PN75 / 100 x 6
Z14 225,0		4,0	PN75 / 100 x 6	PN75 / 100 x 6
Zredukowanie mechaniczne wysokości zabieraka PN nie wpływa na minimalną średnicę koła zębatego.				

Tabela 8 Maksymalna wysokość falban bocznych w zależności od rodzaju koła zębatego

PRO	PRO mini	Maksymalna wysokość (mm)
	Z06 47,0	nie dot.
	Z08 63,3	25 mm
	Z10 79,6	35 mm
Z06 94,7	Z12 95,9	40 mm
Z07 111,0		45 mm
Z08 127,3		55 mm
Z09 143,5		60 mm
Z10 159,8		70 mm
Z11 176,1		75 mm
Z12 192,4		85 mm
Z13 208,7		90 mm
Z14 225,0		100 mm
W przypadku taśm z falbanami należy dobrać większy rozmiar koła zębatego niż standardowe rozmiary. Minimalna średnica koła zębatego powinna być większa o trzy razy niż wysokość falbany, a także większa niż minimalna średnica koła zębatego taśmy.		

8.3 Rozszerzalność cieplna

$\Delta L = L \times \alpha \times \Delta T$	α	=	współczynnik liniowej rozszerzalności cieplnej
	L	=	nominalna długość taśmy w m
	ΔL	=	Rozszerzalność / kurczliwość termiczna
	ΔT	=	różnica temperatur

	Materiał	α [mm/m/°C]
Soliflex i Soliflex	TPU	0,17
PRO (mini)	TPE	0,17
Materiał profili ślizgowych	HDPE	0,14
	UHMWPE	0,14
	Stal (nierdzewna)	0,01

8.4 Współczynnik tarcia

Tabela 9 Współczynnik tarcia

Materiał ślizgów	Gładki TPE	Gładki TPU	TPU z profilem rombowym
HDPE	0,29	0,24	0,23
Stal nierdzewna	0,27	0,58	0,29