

Zadaniem hamulców jest zatrzymanie lub zwalnianie ruchu napędzanych elementów poprzez odebranie ich energii kinetycznej i rozproszenie jej w postaci wydzielającego się ciepła.

Hamulce w zależności od przeznaczenia dzielimy na:

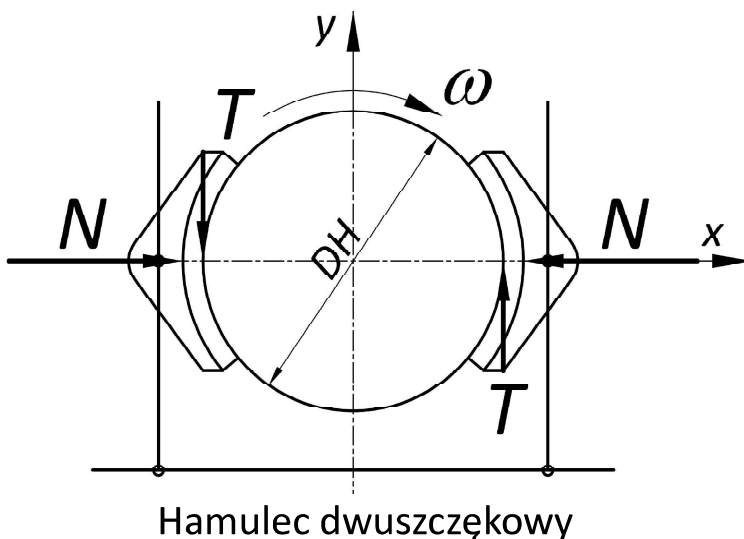
- zatrzymujące** - których zadaniem jest unieruchomienie zespołów podstawowych, to znaczy odebranie nie tylko pracy sił zewnętrznych, ale i odebranie całego ich zapasu energii kinetycznej,
- wstrzymujące** - odbierają energię równą pracy sił zewnętrznych, utrzymując w ten sposób zespół podstawowy w ruchu ustalonym

Ze względu na sposób uruchomienia dzielimy je na hamulce:

- **działaniu samoczynnym**
- **sterowane**

Ze względu na kierunek działania sił dociskających elementy cierne można podzielić hamulce na:

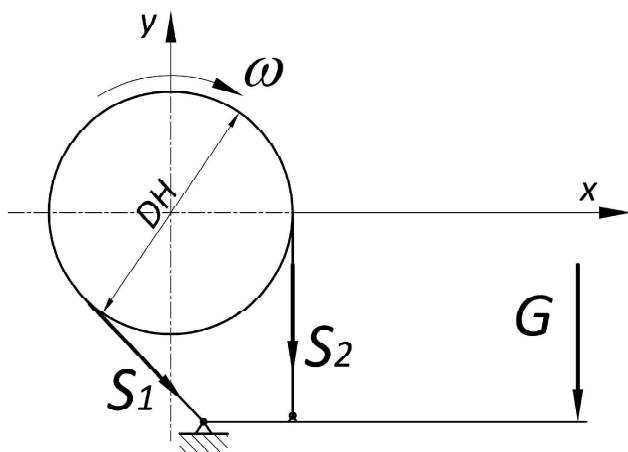
- **promieniowe (dwuszczkowy, taśmowy)**
- **osiowe (tarczowe, stożkowe)**



$$M_H = T \cdot D_H = \mu \cdot N \cdot D_H$$

$$\begin{cases} \sum P_x = 0 \\ \sum P_y = 0 \end{cases}$$

Wał hamulca nie jest zginany, jest tylko skręcany

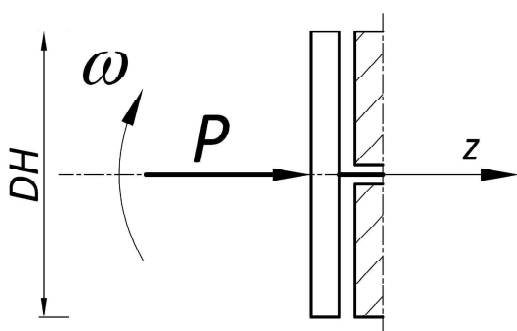


Hamulec taśmowy

$$M_H = (S_1 - S_2) \cdot \frac{D_H}{2}$$

$$\begin{cases} \sum P_x \neq 0 \\ \sum P_y \neq 0 \end{cases}$$

Wał hamulca jest zginany i skręcany



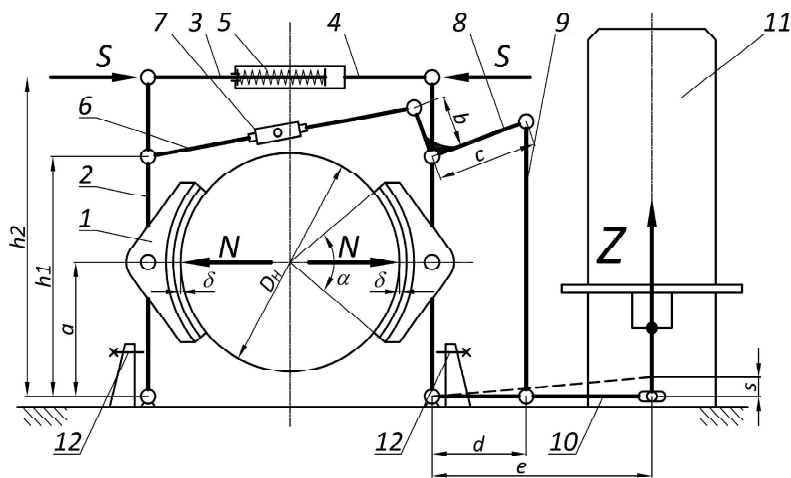
Hamulec osiowy

$$M_H = k \cdot \mu \cdot P \cdot \frac{D_H}{2}$$

$$k \cdot \frac{D_H}{2}$$

-zastępczy promień tarcia

$$\begin{cases} P_x = 0 \\ P_y = 0 \\ P_z = P \end{cases}$$



Schemat hamulca dwuszcękowego luzowanego zwalnikamiem

D_H [mm]	≤ 200	250÷300	400÷500	630
δ [mm]	0,8	1	1,25	1,5

Przełożenie:

$$i = \frac{h_1}{a} \cdot \frac{c}{b} \cdot \frac{e}{d}$$

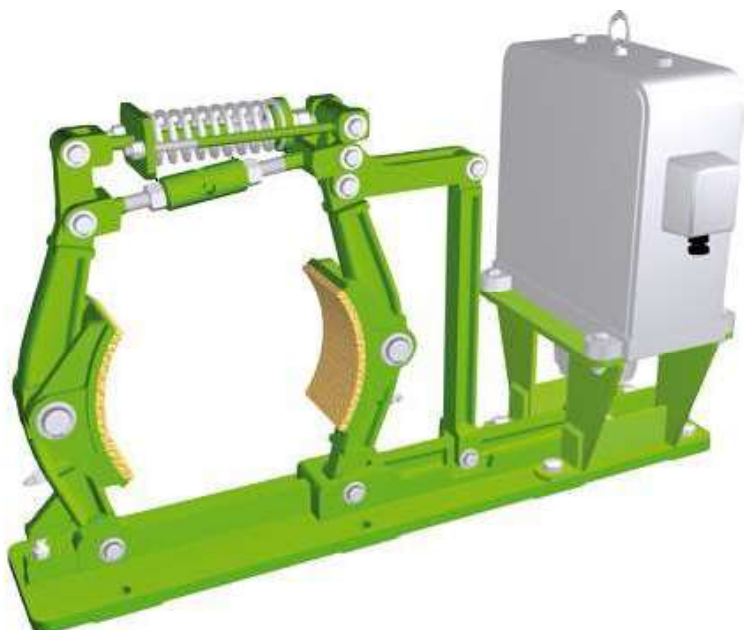
siła katalogowa zwalnika Z_{kat}

$$Z_{kat} \geq \frac{M_H}{\mu \cdot i \cdot D_H \cdot \eta}$$

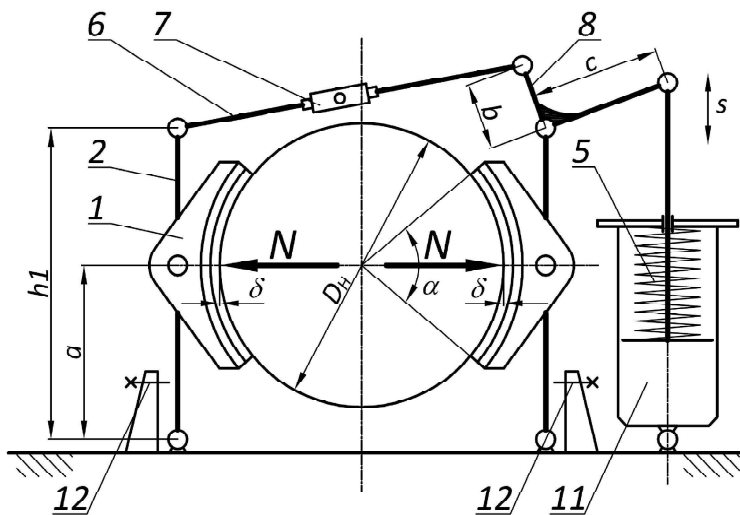
Skok katalogowy s zwalnika

$$s_{kat} \geq 2,5 \cdot \delta \cdot i$$

- 1 - Klocki hamulca
- 2 - dźwignia
- 3, 4 - cięgna
- 5 - sprężyna
- 6 - łącznik
- 7 - śruba rzymska
- 8 - dźwignia
- 9 - łącznik
- 10 - dźwignia
- 11 - zwalnik
- 12 - zderzak



Hamulec dwuszcękowy luzowany zwalnikamiem



$$i = \frac{h_1}{a} \cdot \frac{c}{b}$$

- 1 - Klocki hamulca
- 2 - dźwignia
- 6 - łącznik
- 7 - śruba rzymska
- 8 - dźwignia
- 11 - zwalniak
- 12 - zderzak

Schemat hamulca dwuszcękowego luzowanego zwalniakiem z wbudowaną sprężyną



Hamulec dwuszcękowy luzowany zwalniakiem z wbudowaną sprężyną

Źródło: FENA

Kryteria doboru hamulca dwuszcękowego:

1. Moment hamujący $M_H > k M_U$
2. Spełnienie warunków cieplnych
3. Przełożenie hamulca
4. Dobór siły S w hamulcu
5. Sprawdzenie średnich nacisków

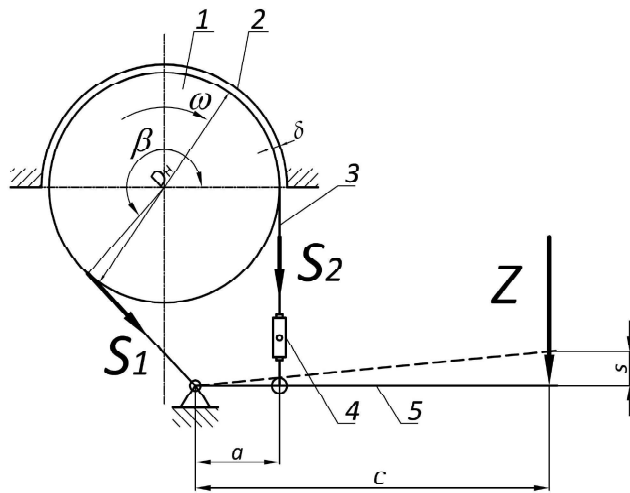
Moment hamulca:

$$M_H = (S_1 - S_2) \cdot \frac{D_H}{2}$$

zależność pomiędzy siłami:

$$\frac{S_1}{S_2} = e^{\mu\beta}$$

μ - współczynnik tarcia wykładzin o bęben
 β - kąt opasania

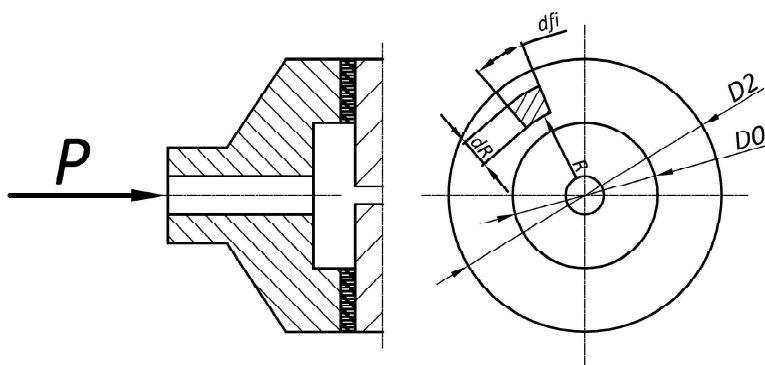


Hamulec taśmowy zwykły

- 1 – bęben
- 2 – obudowa (zderzak)
- 3 – taśma
- 4 – element regulacyjny
- 5 – dźwignia hamulcowa

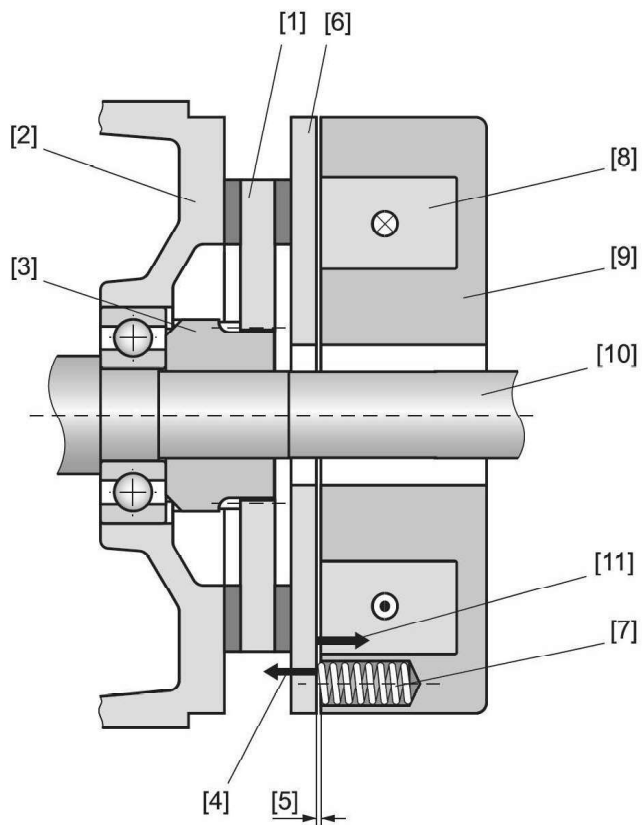
Moment hamulca:

$$M_H = \mu \cdot P \cdot k \cdot z \cdot \frac{D_2}{2}$$

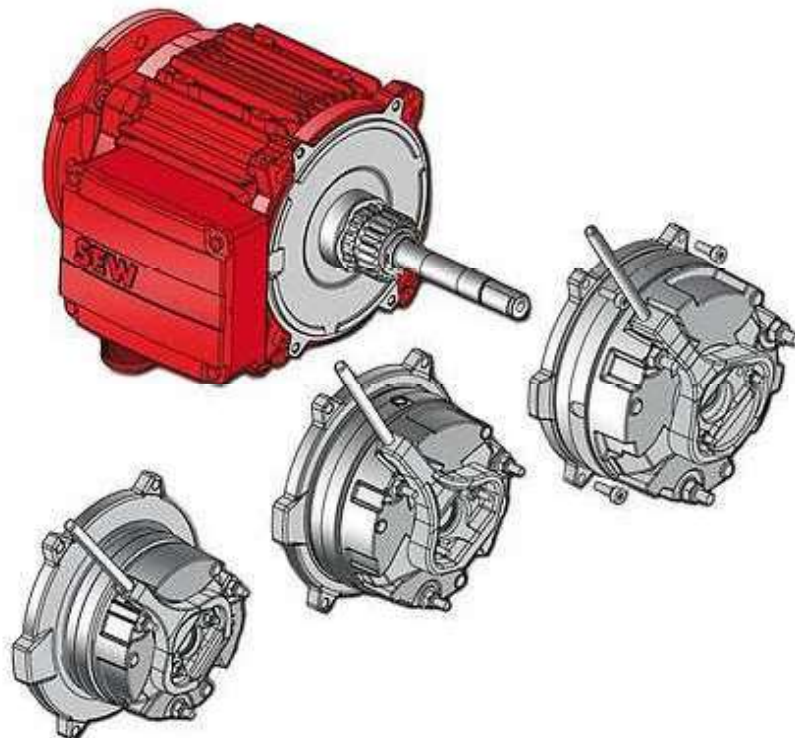


$$k = \frac{2}{3} \cdot \frac{D_2^3 - D_0^3}{D_2^3 - D_2 \cdot D_0^2}$$

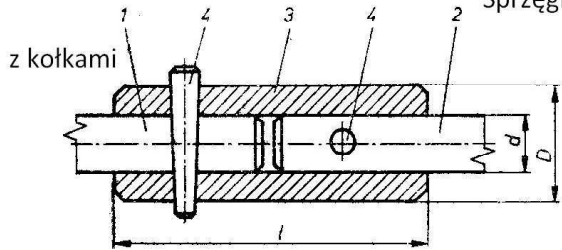
z - ilość powierzchni czynnych



- 1 - tarcza hamulcowa
- 2 - tarcza oporowa
- 3 - tuleja napędowa
- 4 - siła sprężyn
- 5 - luz roboczy
- 6 - płyta dociskowa
- 7 - sprężyna
- 8 - cewka
- 9 - obudowa cewki
- 10 - wał silnika
- 11 - siła elektromagnetyczna

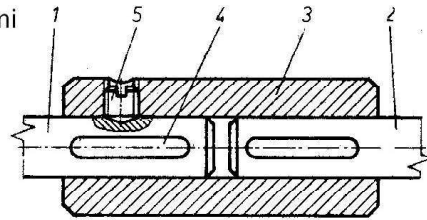


Sprzęgła sztywne tulejowe

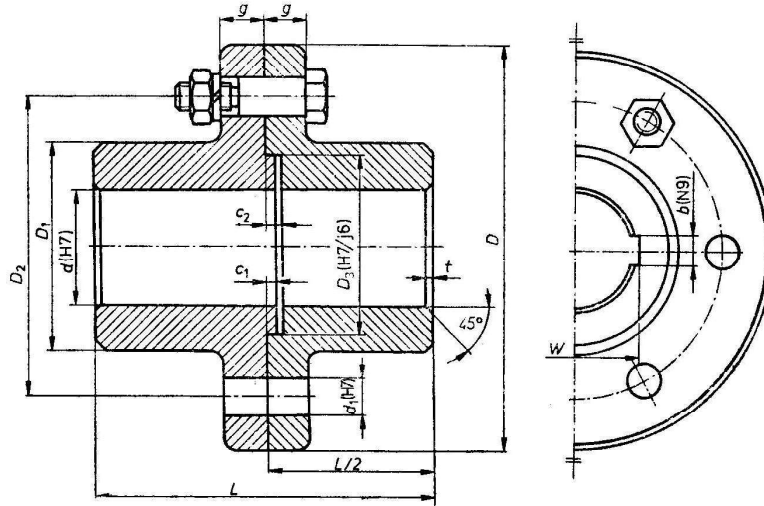


- 1 - wał czynny
- 2 - wał bierny
- 3 - tuleja
- 4 - kołki

z wpustami

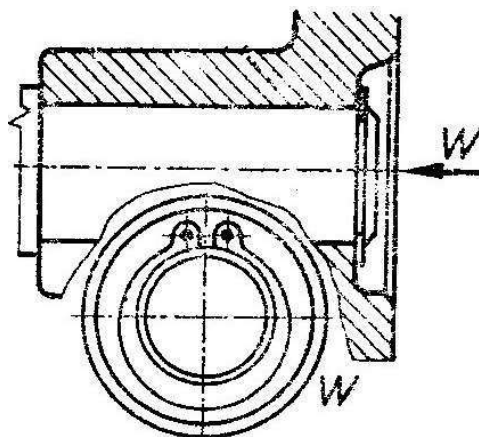
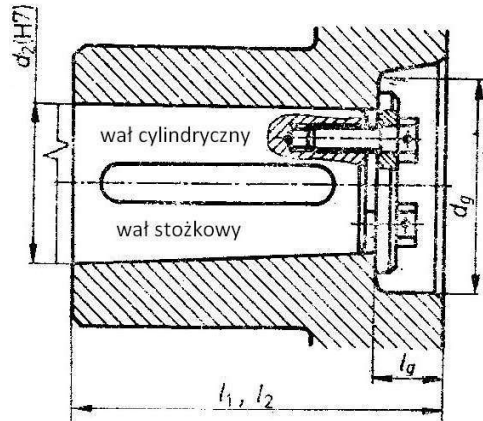
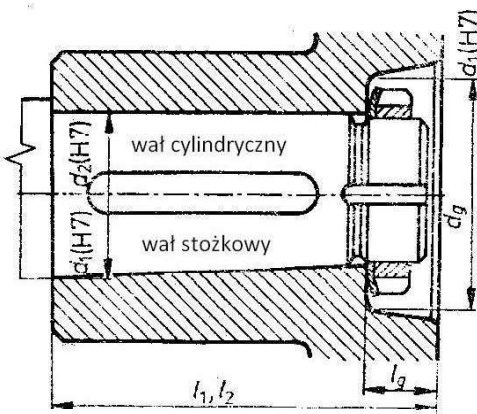


- 1 - wał czynny
- 2 - wał bierny
- 3 - tuleja
- 4 - wpusty
- 5 - wkrę ustalający

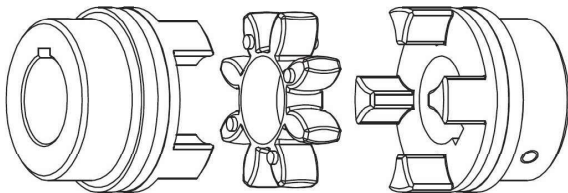
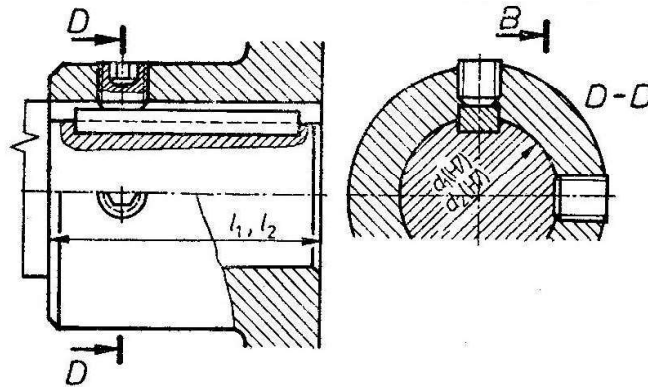
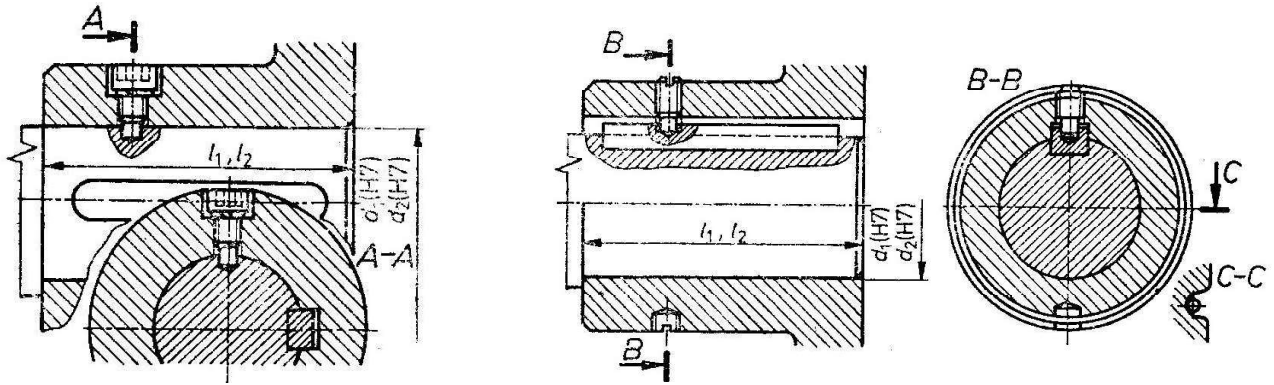


Sprzęgło sztywne tarczowe bez obrzeży ochronnych

Połączenia piast spręgieł z czopami wałów



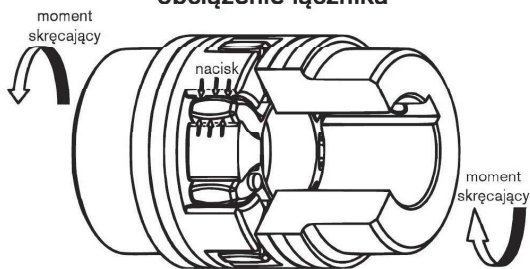
Połączenia piast spręgieł z czopami wałów



Sprzęgła ROTEX® charakteryzują się:

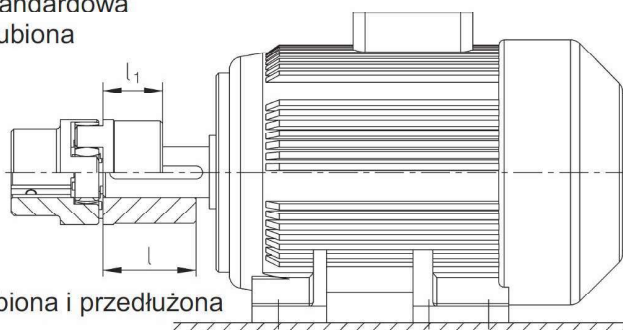
- małymi wymiarami,
- niewielkim ciężarem,
- małym momentem bezwładności
- dużym przenoszonym momentem obrotowym (do 35 kNm nominalny i 70 kNm maksymalny).

obciążenie łącznika

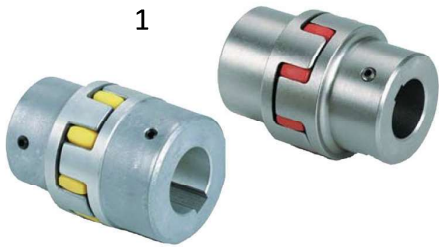


piasta standardowa
lub pogrubiona

piasta pogrubiona i przedłużona



Sprzęgła przenoszą moment obrotowy przy tłumieniu drgań skrętnych i nie przenoszą udarów powstających w wyniku nierównomiernej pracy silnika.



1

Wykonanie standard:
1 – żeliwo, aluminium
2 - stal

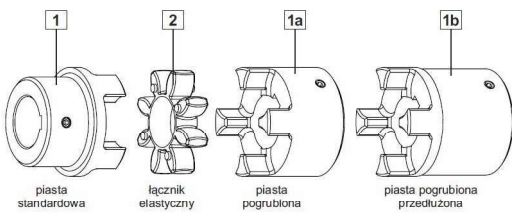


2



Wykonanie zaciskowe z pierścieniem

- Bezłuzowe sprzęgło z integralnym pierścieniem zaciskającym
- Bardzo dobre własności dynamiczne, zastosowanie przy prędkościach obwodowych do 40 m/sek.
- Duże momenty mocowania siłą tarcia (możliwe zastosowanie w strefach zagrożenia wybuchem)
- Łatwy montaż dzięki śrubom zaciskającym od wewnątrz

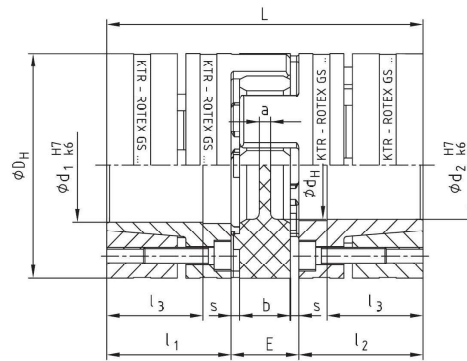


1
piasta standardowa

2
łącznik elastyczny

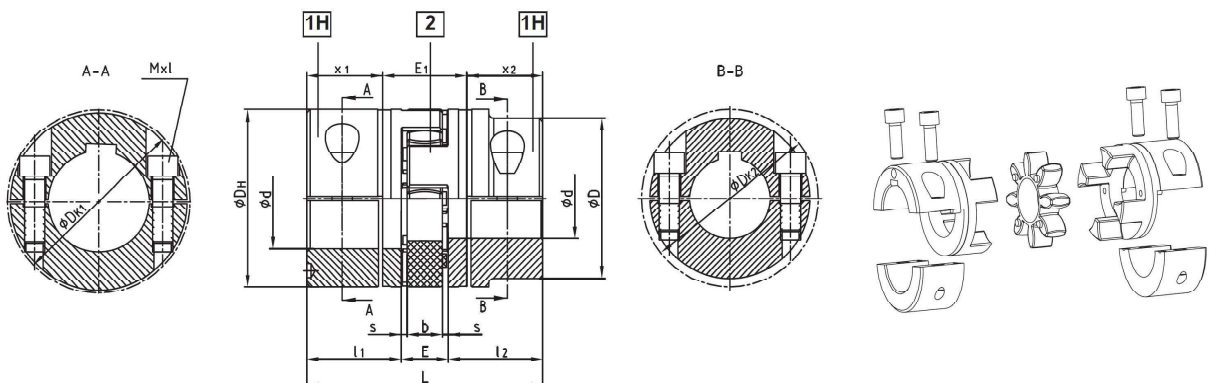
1a
piasta pogrubiona

1b
piasta pogrubiona przedłużona



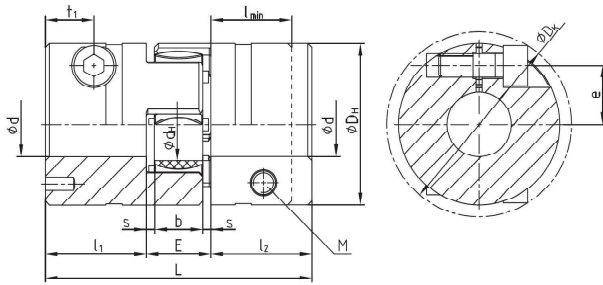
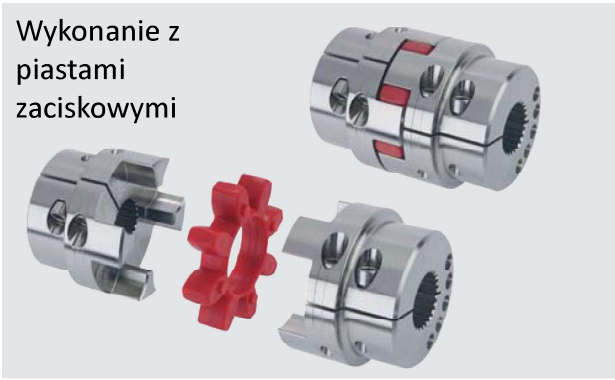
Sprzęgła z piastami dzielonymi
Wykonanie A-H

- Montaż / demontaż przy użyciu tylko 4 śrub
- Wymiana łącznika bez konieczności przesuwania strony napędzającej i napędzanej (np. silnika i pompy)
- Możliwe kombinacje piast z rowkiem wpustowym i piast bez rowka, montowane promieniowo

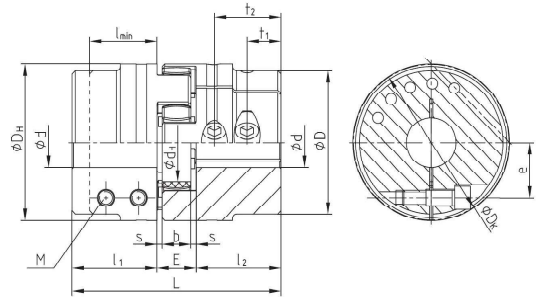


wykonanie A-H

Wykonanie z
piastami
zaciskowymi



ROTEX® 19 - 28

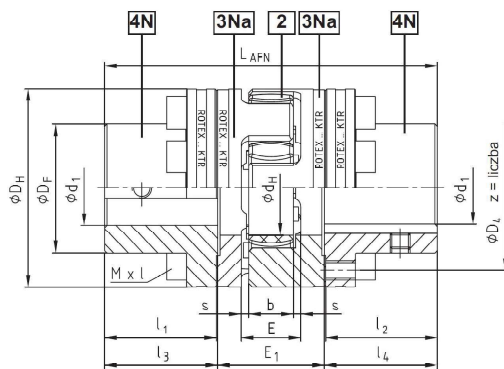


ROTEX® 38 - 90

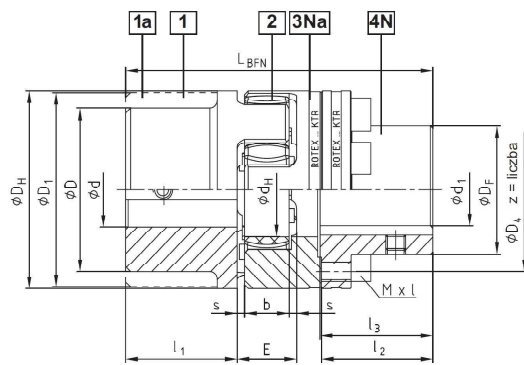
Wykonanie AFN nr 002 oraz BFN nr 004



- Typ AFN z parą kołnierzy i typ BFN z jednym kołnierzem, zastosowanie do ciężkich urządzeń
- Typ AFN - wymiana łącznika bez zdejmowania sprzęgła i bez demontażu napędu lub napędzanego urządzenia
- Możliwe rozłączenie sprzęgła bez zdejmowania z wału napędowego lub napędzanego



wykonanie AFN

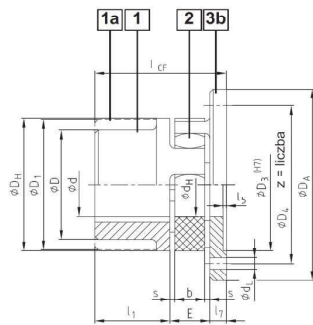


wykonanie BFN

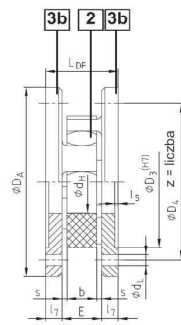
Sprzęgła kołnierzowe. Wykonanie CF i CFN nr 005 oraz DF i DFN nr 006



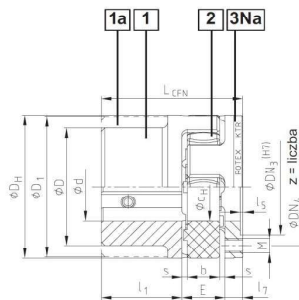
- Wykonania kołnierzowe do ciężkich maszyn i urządzeń
- Wykonanie CF i CFN - połączenie kołnierz – wał.
- Wykonanie DF i DFN - dwa kołnierze do łączenia napędu i urządzenia napędzanego, umożliwia montaż i demontaż bez rozsuwania maszyn, pozwala to na szybką wymianę łącznika elastycznego
- CFN i DFN - szczególnie do małych średnic zewnętrznych
- DF and DFN – wykonania o niewielkich długościach



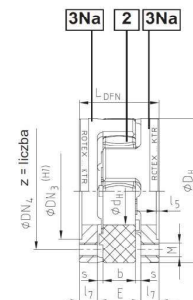
wykonanie CF



wykonanie DF



wykonanie CFN

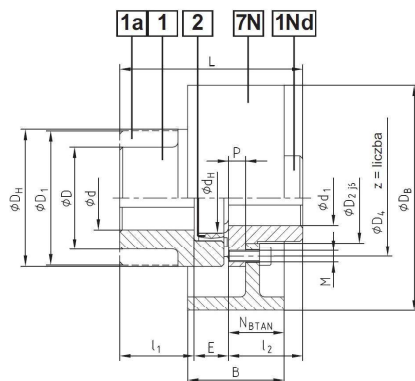


wykonanie DFN

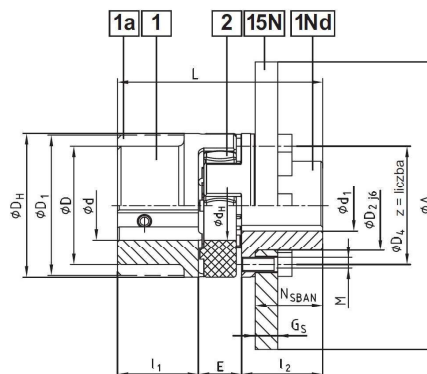
Wykonanie BTAN nr 011 oraz SBAN nr 013



- Sprzęgło BTAN z bębnem hamulcowym do montażu w hamulcu dwuszczkowym wg DIN 15431/15435
- Sprzęgło SBAN z tarczą dla hamulca tarczowego
- Każdy typ sprzęgła można łączyć z różnymi wielkościami bębna lub tarczy hamulcowej
- Bęben lub tarczę hamulcową należy osadzić na tym końcu wału, na który działa większy moment bezwładności
- Maksymalny moment hamowania nie może być większy niż maks. moment przenoszony przez sprzęgło

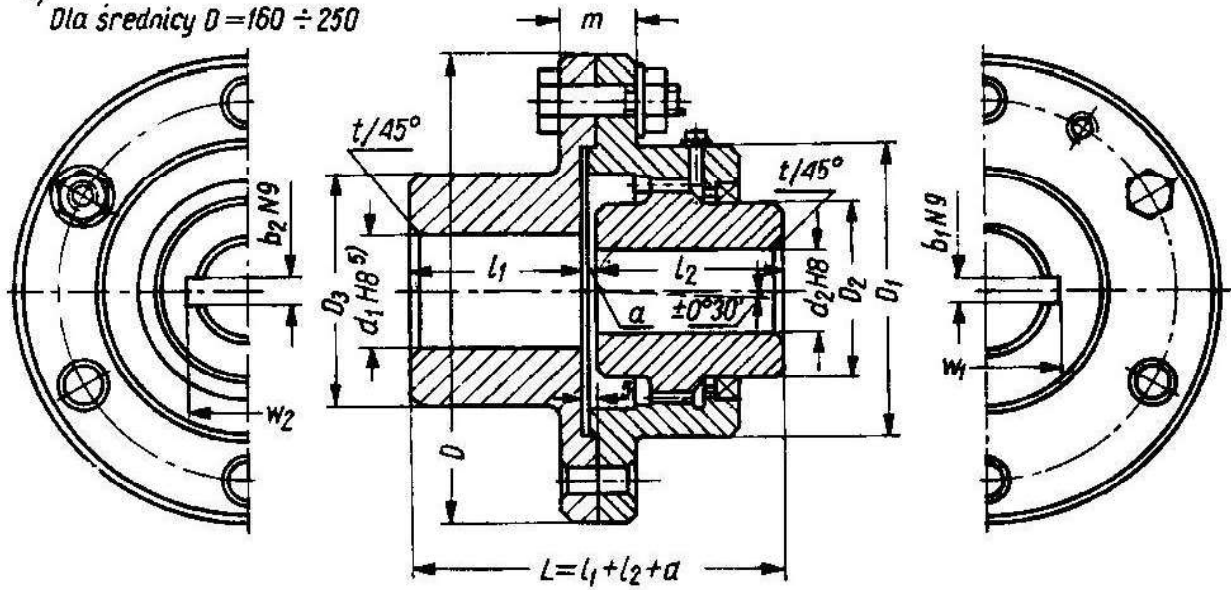


BTAN z bębnem hamulcowym



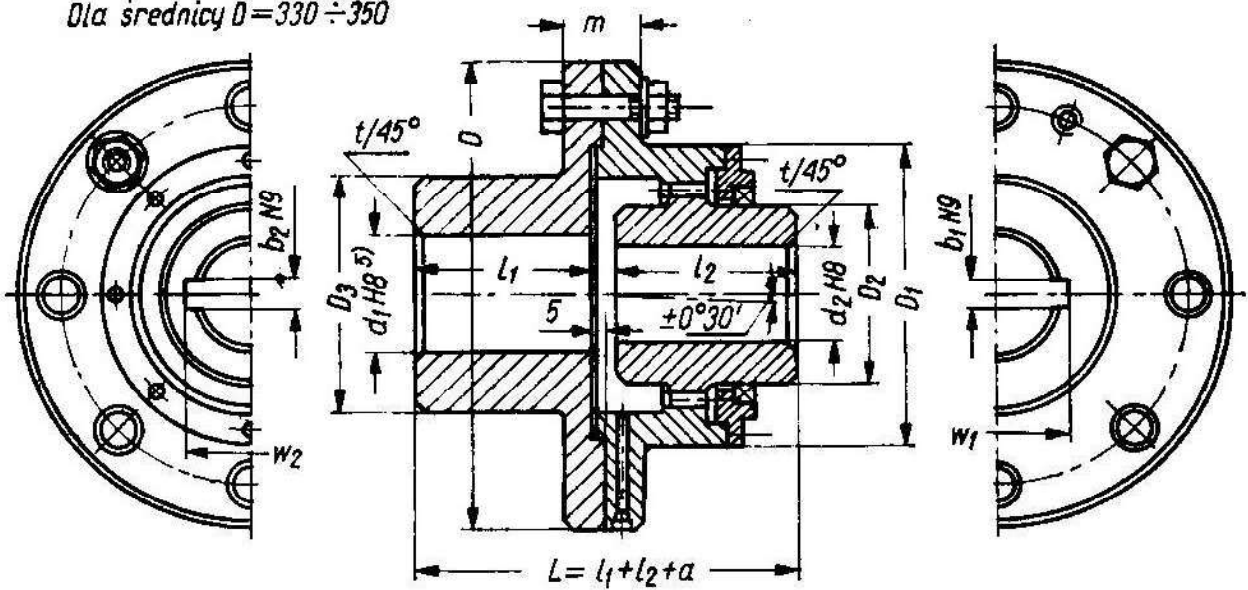
SBAN z tarczą hamulcową

a) Dla średnicy $D = 160 \div 250$

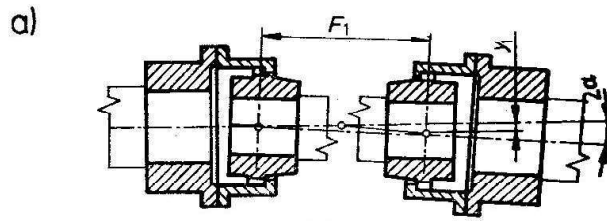


Sprzęgła zębate jednostronne

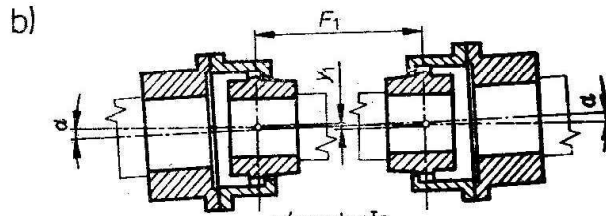
Dla średnicy $D = 330 \div 350$



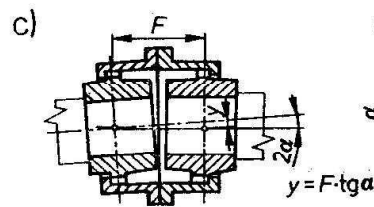
Sprzęgła zębate jednostronne



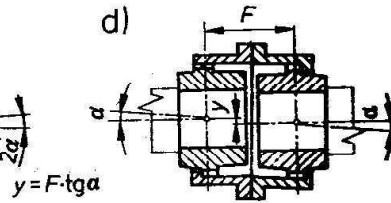
kątowe



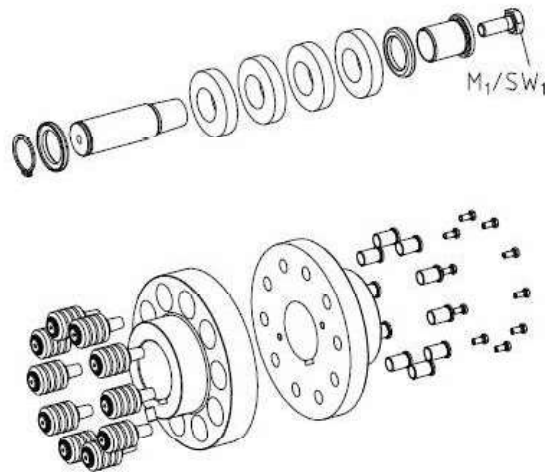
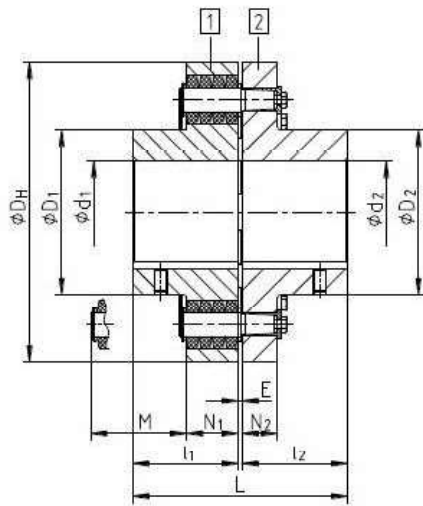
równoległe
 $y_1 = F_1 \cdot \text{tg} \alpha$



kątowe



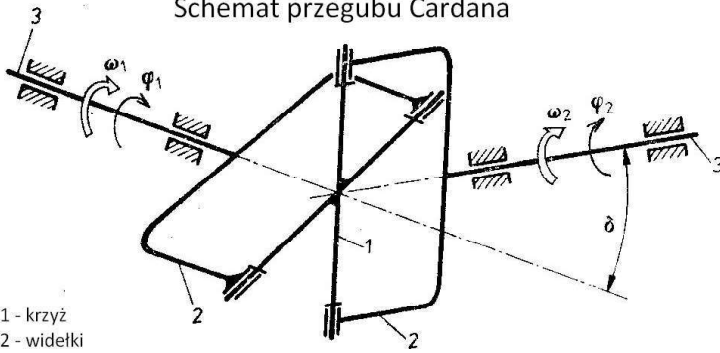
równoległe



REVOLEX[®], typ KX (bolec stożkowy, wykonanie B)



Schemat przegubu Cardana



- 1 - krzyż
- 2 - widelki
- 3 - wały

$$\omega_{2max} \text{ dla } \varphi_1 = 0^\circ \text{ i } \varphi_1 = 180^\circ$$

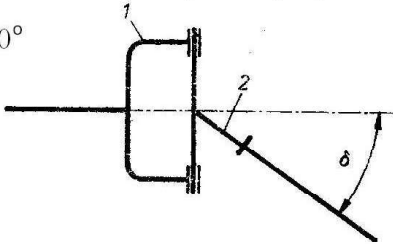
$$\omega_{2max} = \omega_1 \frac{1}{\cos \delta}$$

$$\omega_{2min} \text{ dla } \varphi_1 = 90^\circ \text{ i } \varphi_1 = 270^\circ$$

$$\omega_{2min} = \omega_1 \cdot \cos \delta$$

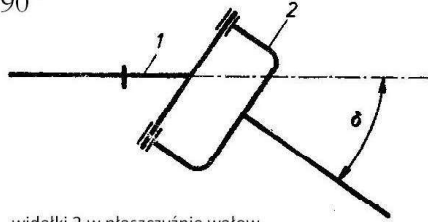
Widok na płaszczyznę otworzoną przez osie wałów przegubu Cardana

$\varphi_1 = 0^\circ$



widelki 1 w płaszczyźnie wałów,
widelki 2 prostopadłe

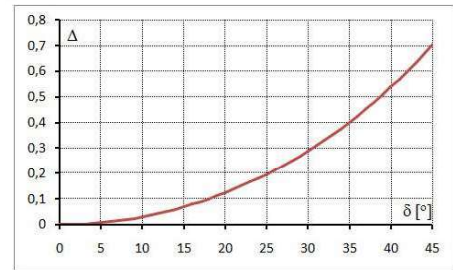
$\varphi_1 = 90^\circ$



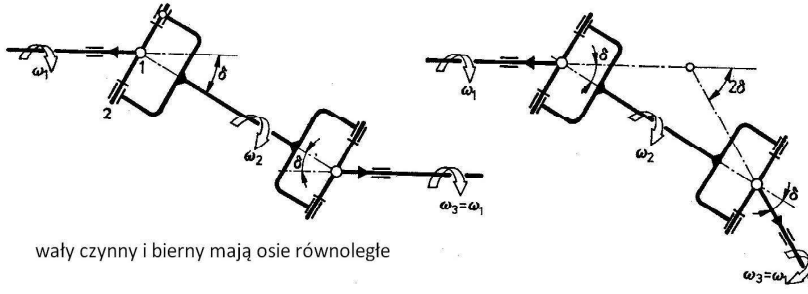
widelki 2 w płaszczyźnie wałów,
widelki 1 prostopadłe

Niejednostajność prędkości kątowej:

$$\Delta = \frac{\omega_{2max} - \omega_{2min}}{\omega_{1x}} = \frac{\sin^2 \delta}{\cos \delta}$$

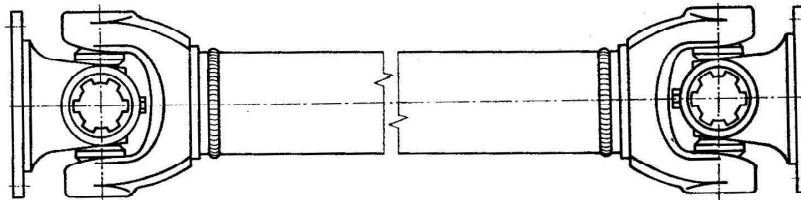


Podwójny przegub Cardana z wałkiem pośrednim - zapewnia równość prędkości wejściowej i wyjściowej

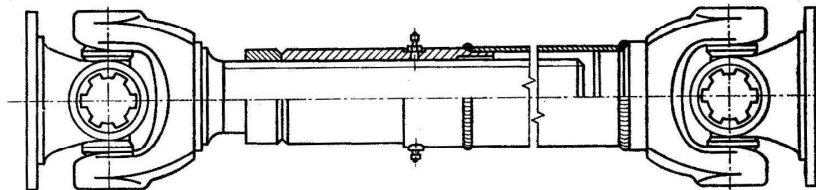


wały czynny i bierny mają osie równoległe

osie wału czynnego i biernego tworzą kąt 2δ

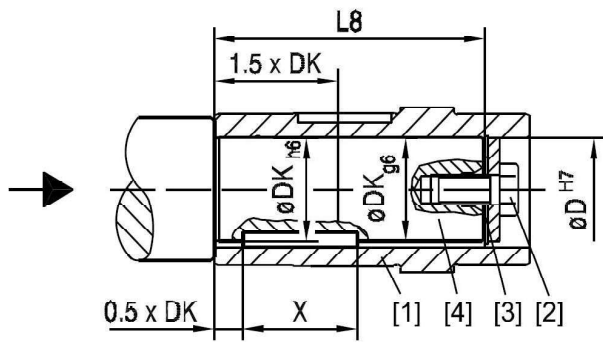


Podwójne sprzęgło Cardana z wałkiem pośrednim

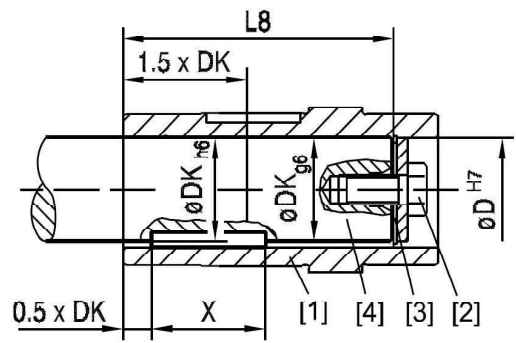


Podwójne sprzęgło Cardana z wałkiem pośrednim przesuwającym

Osadzenie motoreduktora na wale

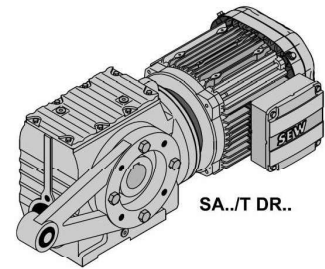
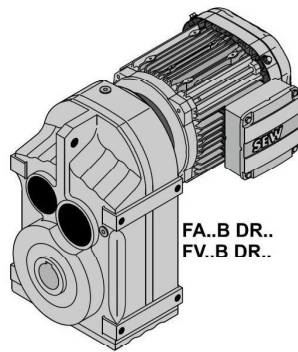
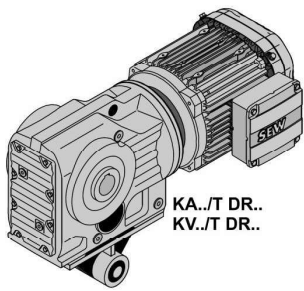


wał z odsadzeniem

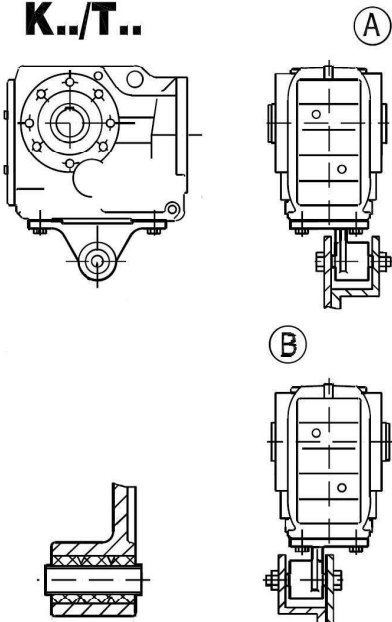


wał bez odsadzenia

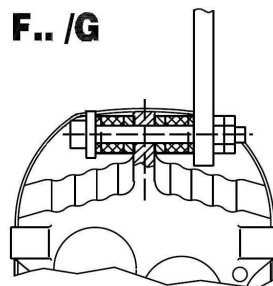
- 1 - wał drążony
- 2 - śruba mocująca z podkładką
- 3 - pierścień osadczy
- 4 - wał



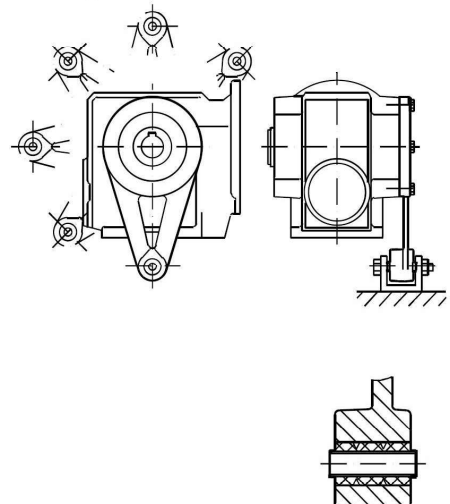
K../T..



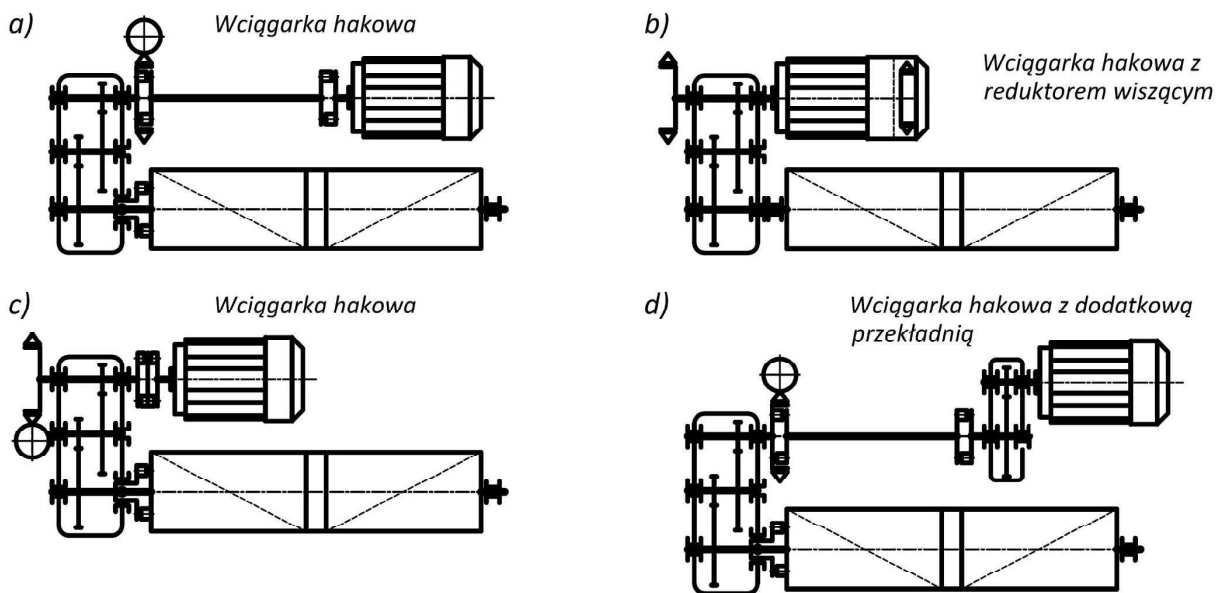
F../G



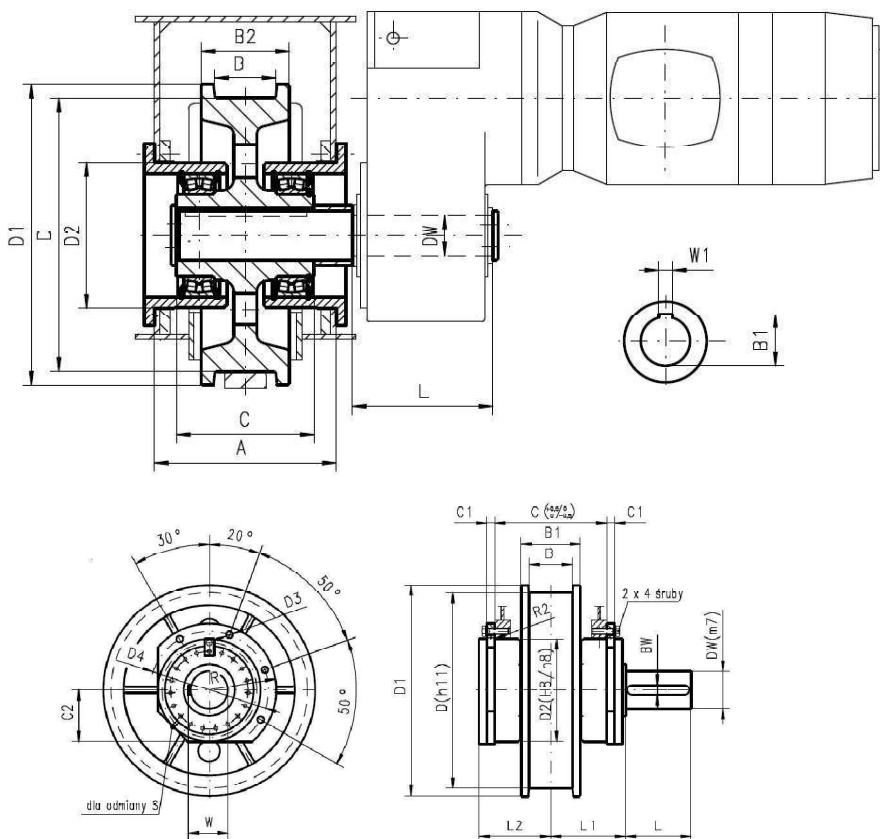
S../T..



Przykładowe układy napędowe wciągarek hakowych



Przykładowy napęd jazdy suwnicy z reduktorem wiszącym



Źródło: Detrans