
Podstawy Konstrukcji Maszyn Kompensatory

Przykłady instalacji rurowych



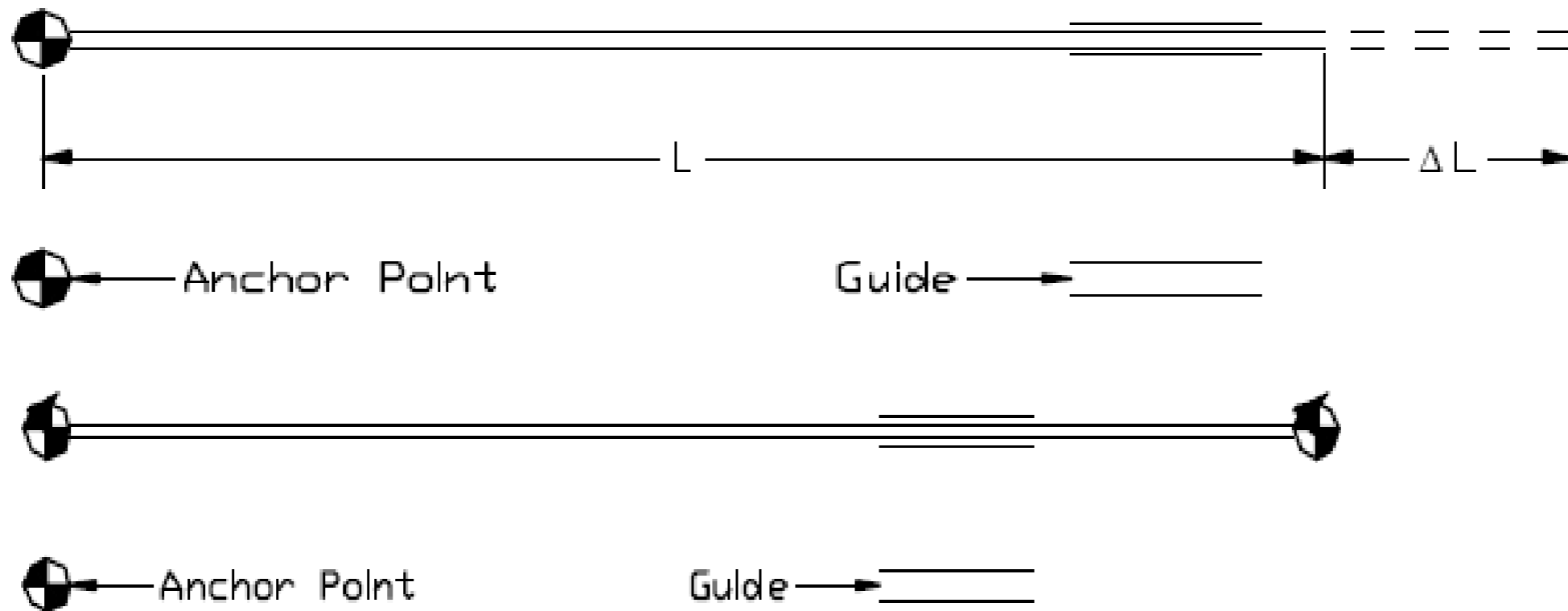
Przykłady instalacji rurowych



Przykłady instalacji rurowych

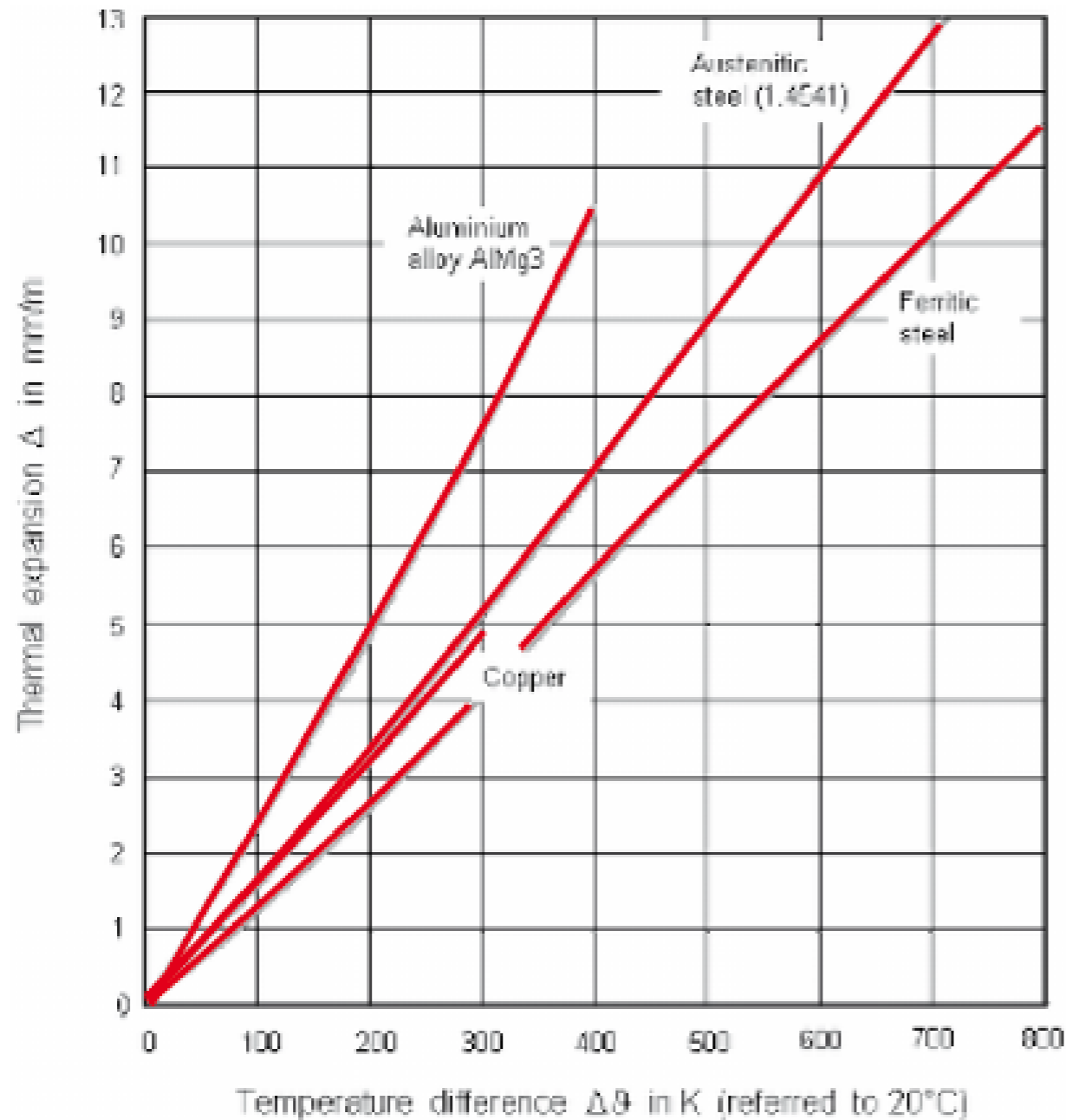


Obciążenia cieplne rurociągów



$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta T$$

Obciążenia cieplne rurociągów



Naprężenia spowodowane wydłużeniem

$$\sigma = E \cdot \varepsilon = \frac{F_{rt}}{A} = \frac{4 F_{rt}}{\pi d^2}$$

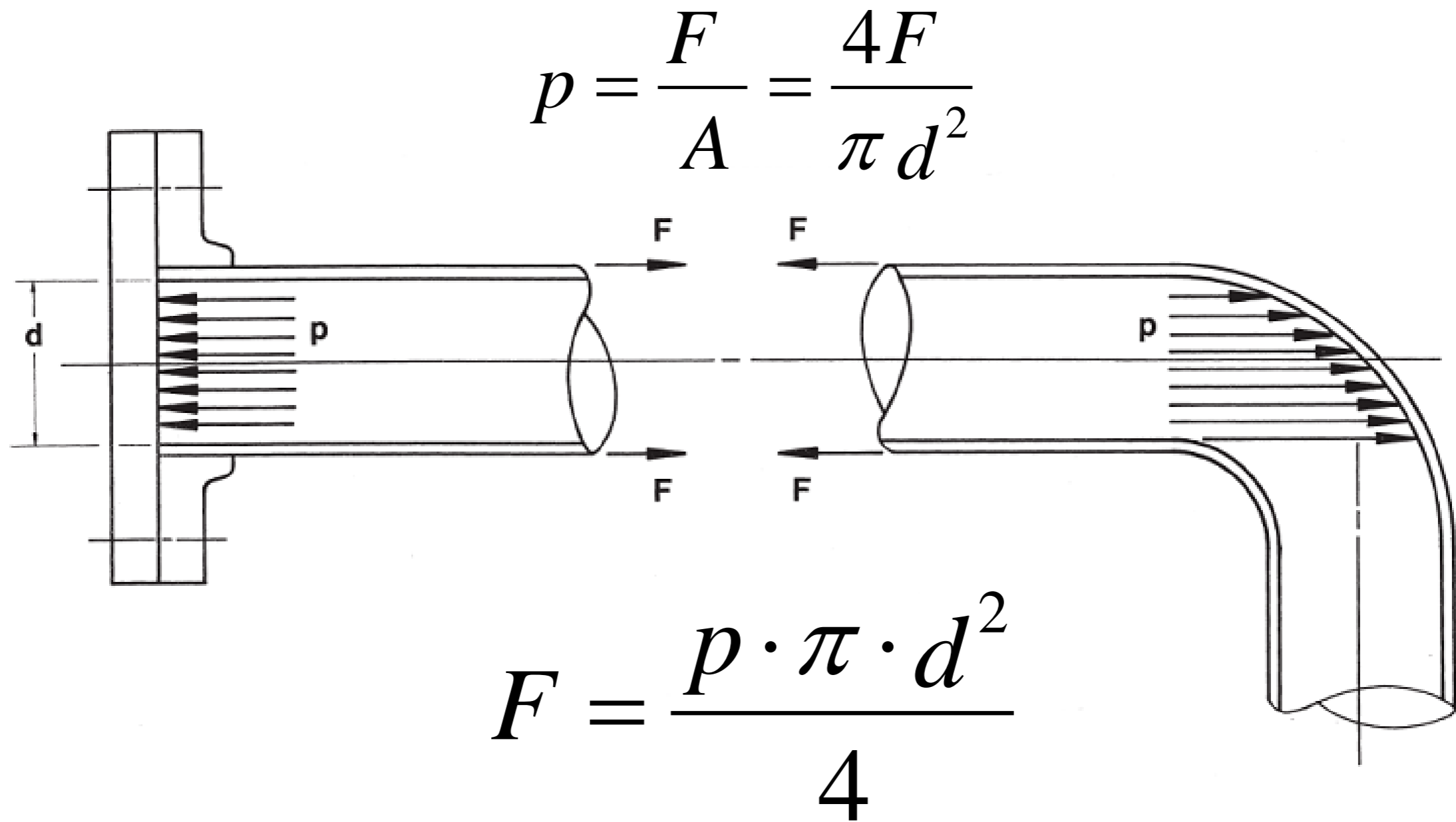
gdzie:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

Siła rozciągająca, przenoszona przez podpory ustalające

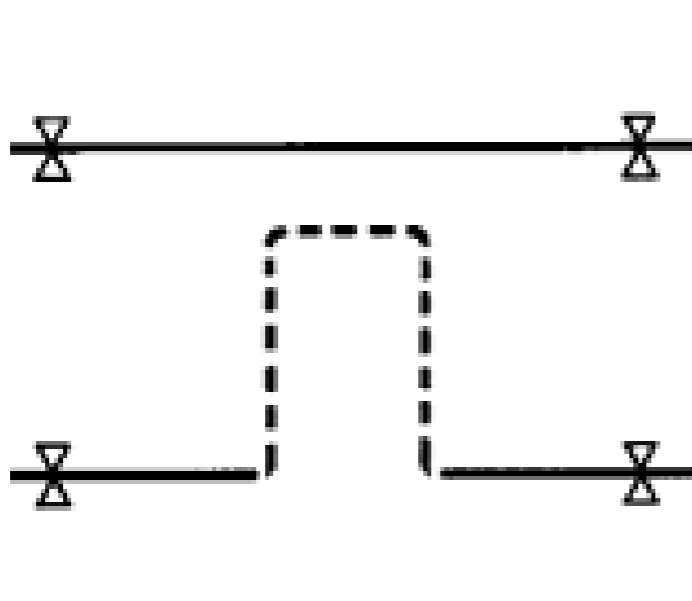
$$F_{rt} = \frac{E \cdot \Delta L \cdot \pi \cdot d^2}{4 \cdot L}$$

Obciążenia spowodowane działaniem ciśnienia

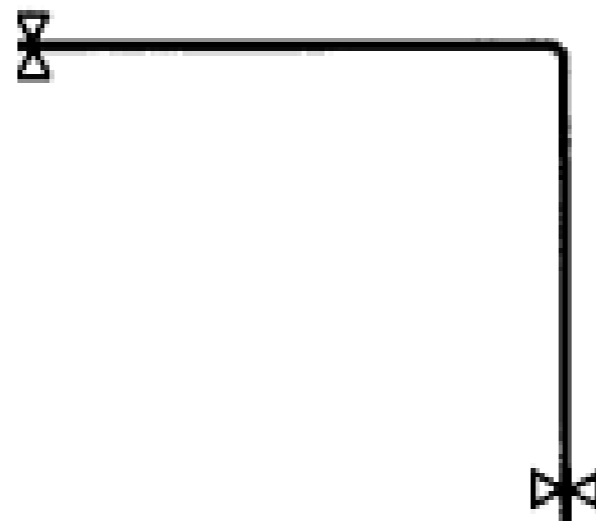


Metody kompensacji termicznej – konstrukcja rurociągu

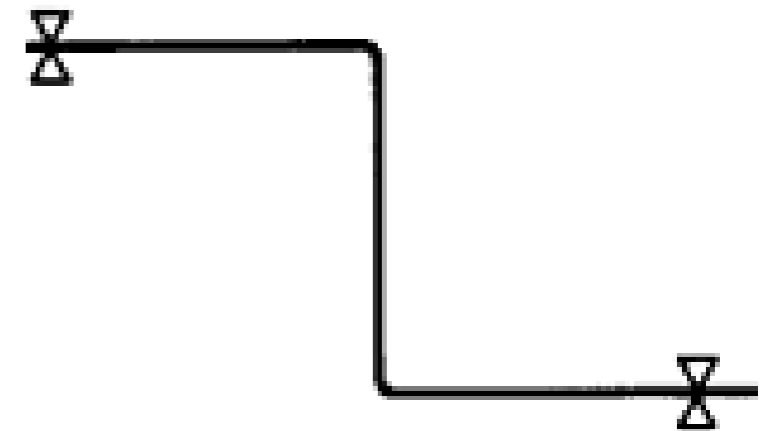
Układ U



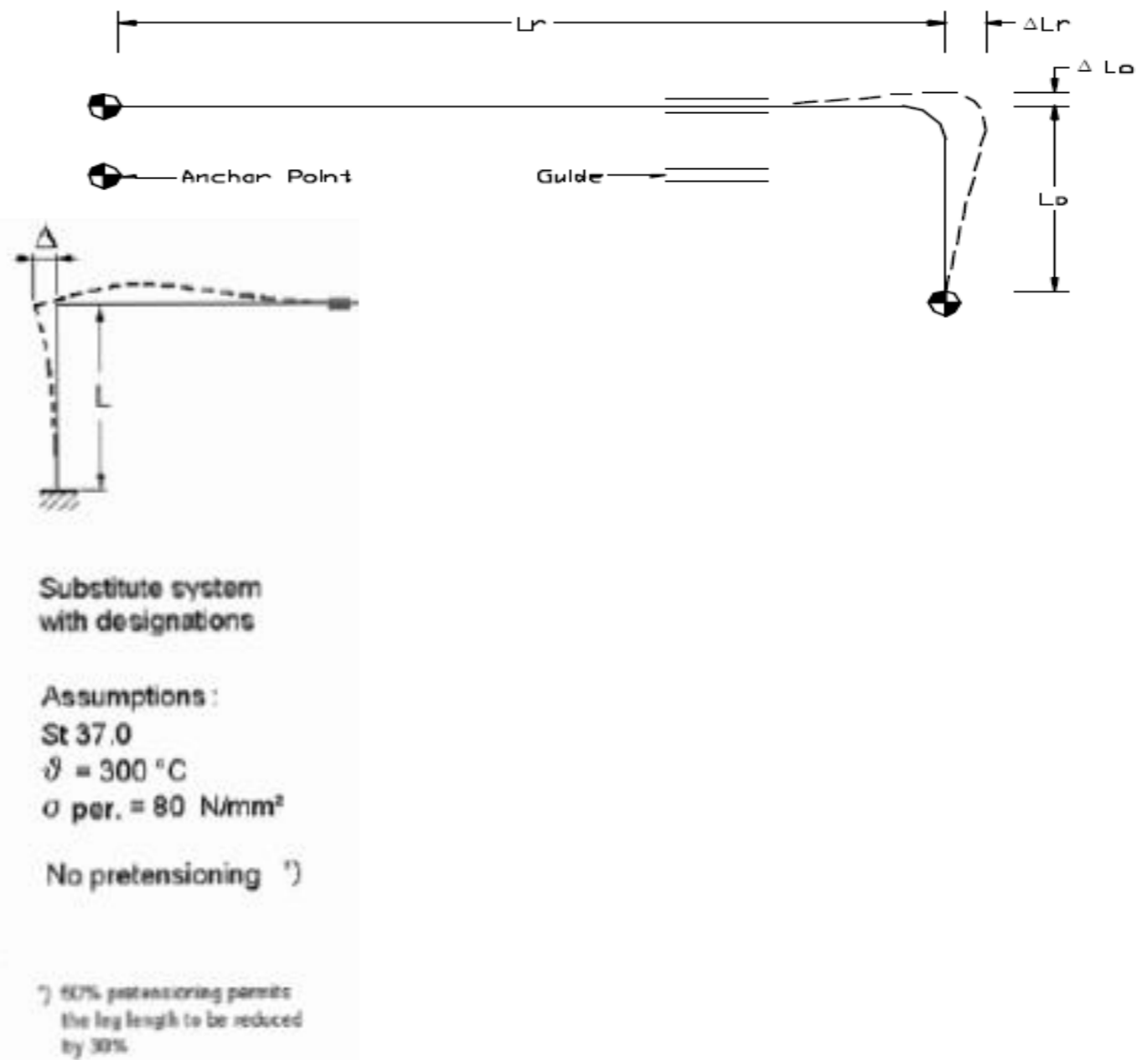
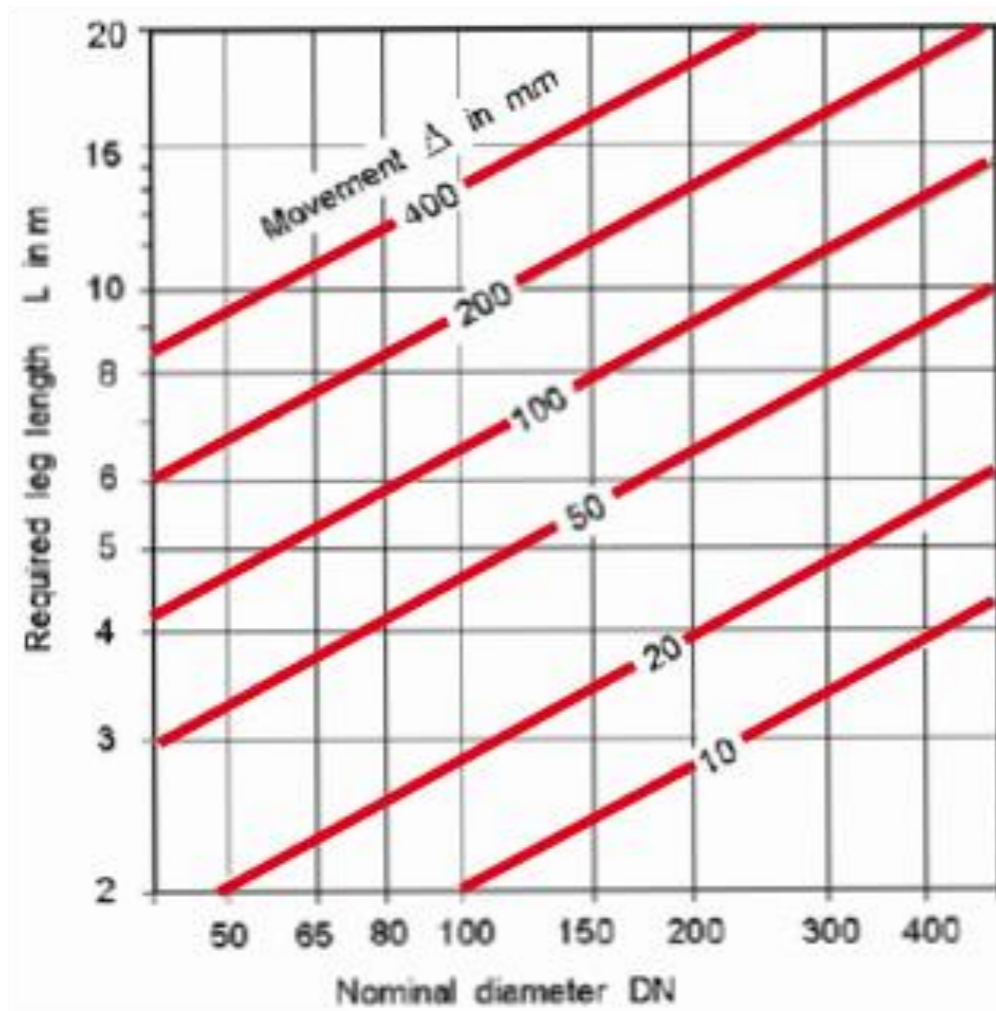
Układ L



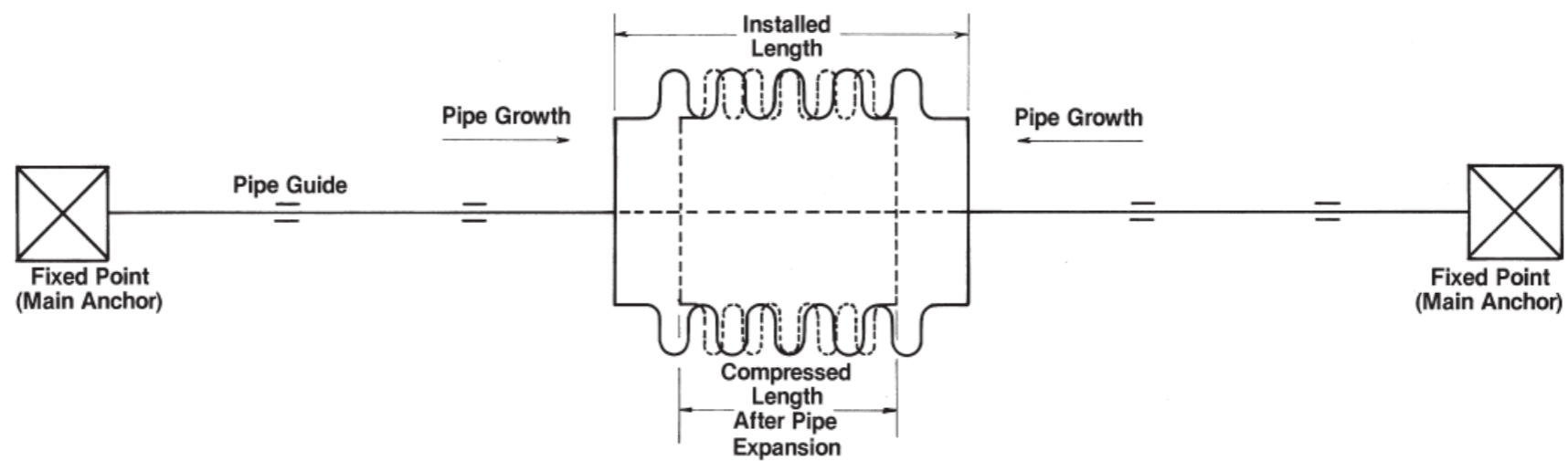
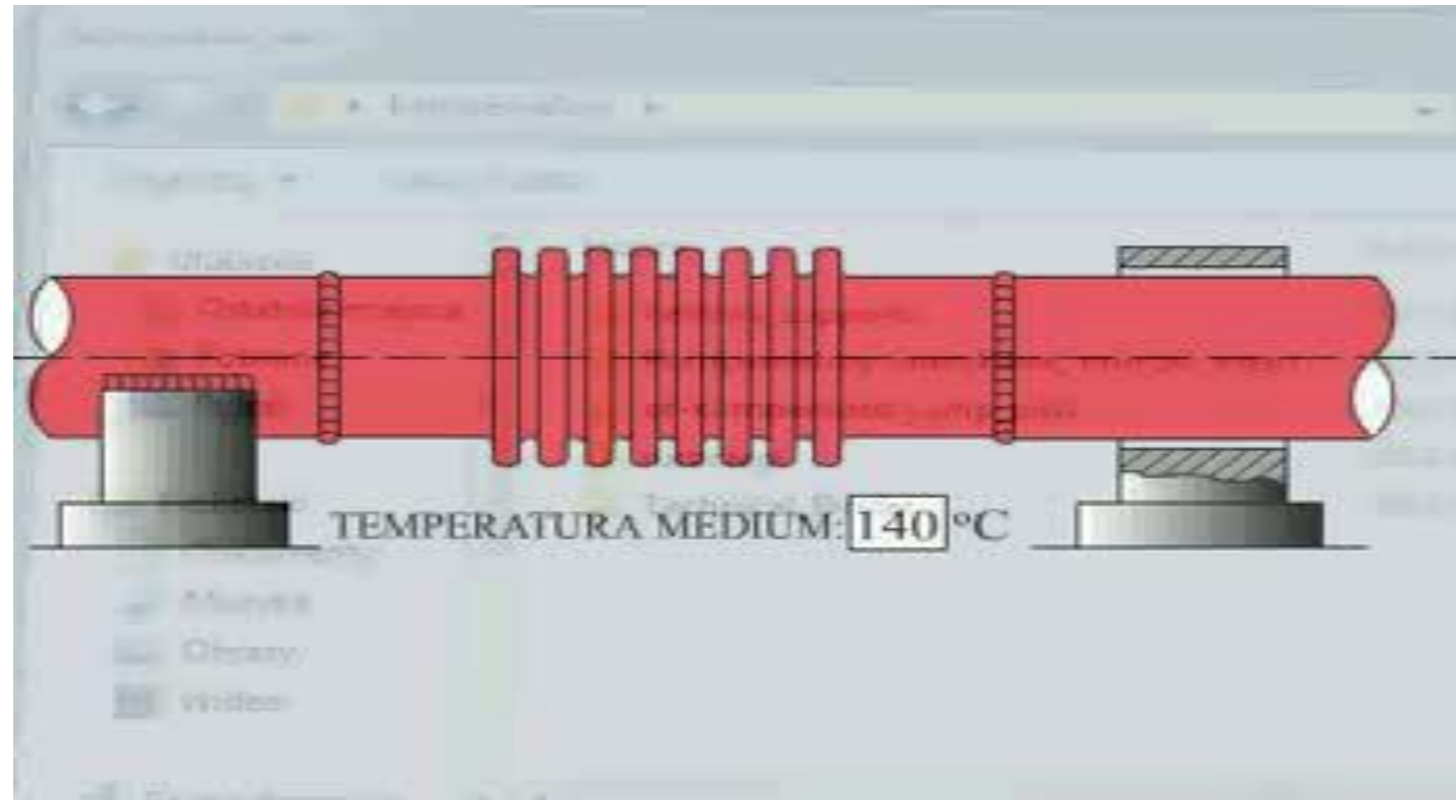
Układ Z



Metody kompensacji termicznej – konstrukcja rurociągu



Kompensatory

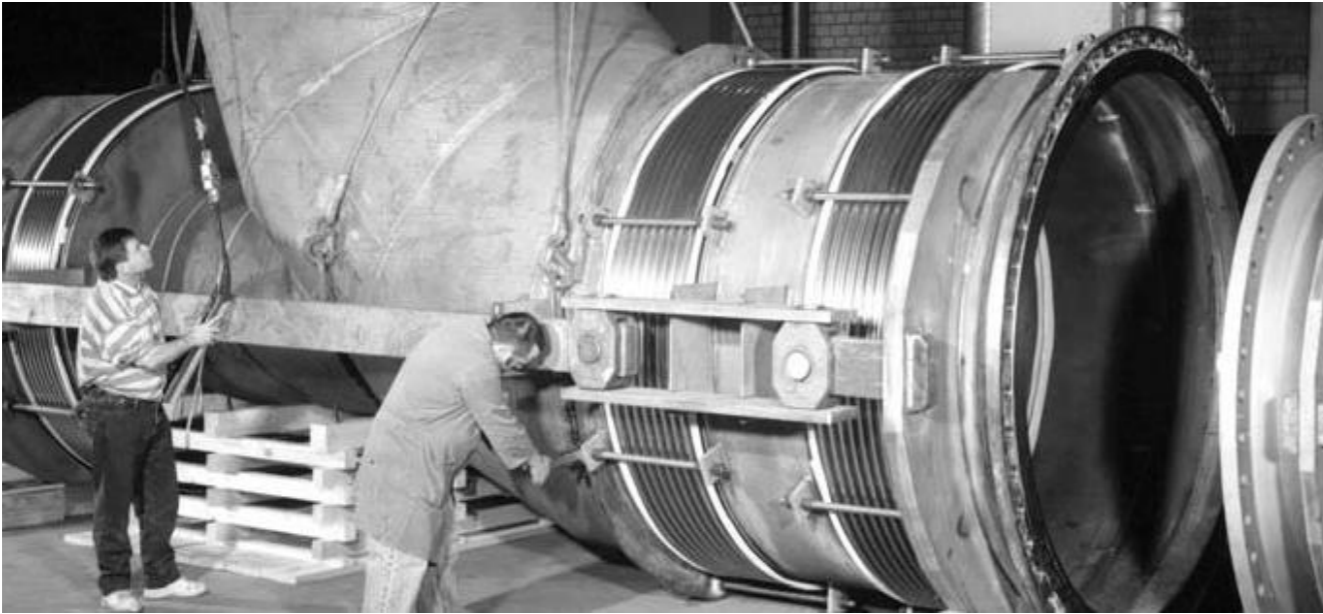


Kompensatory

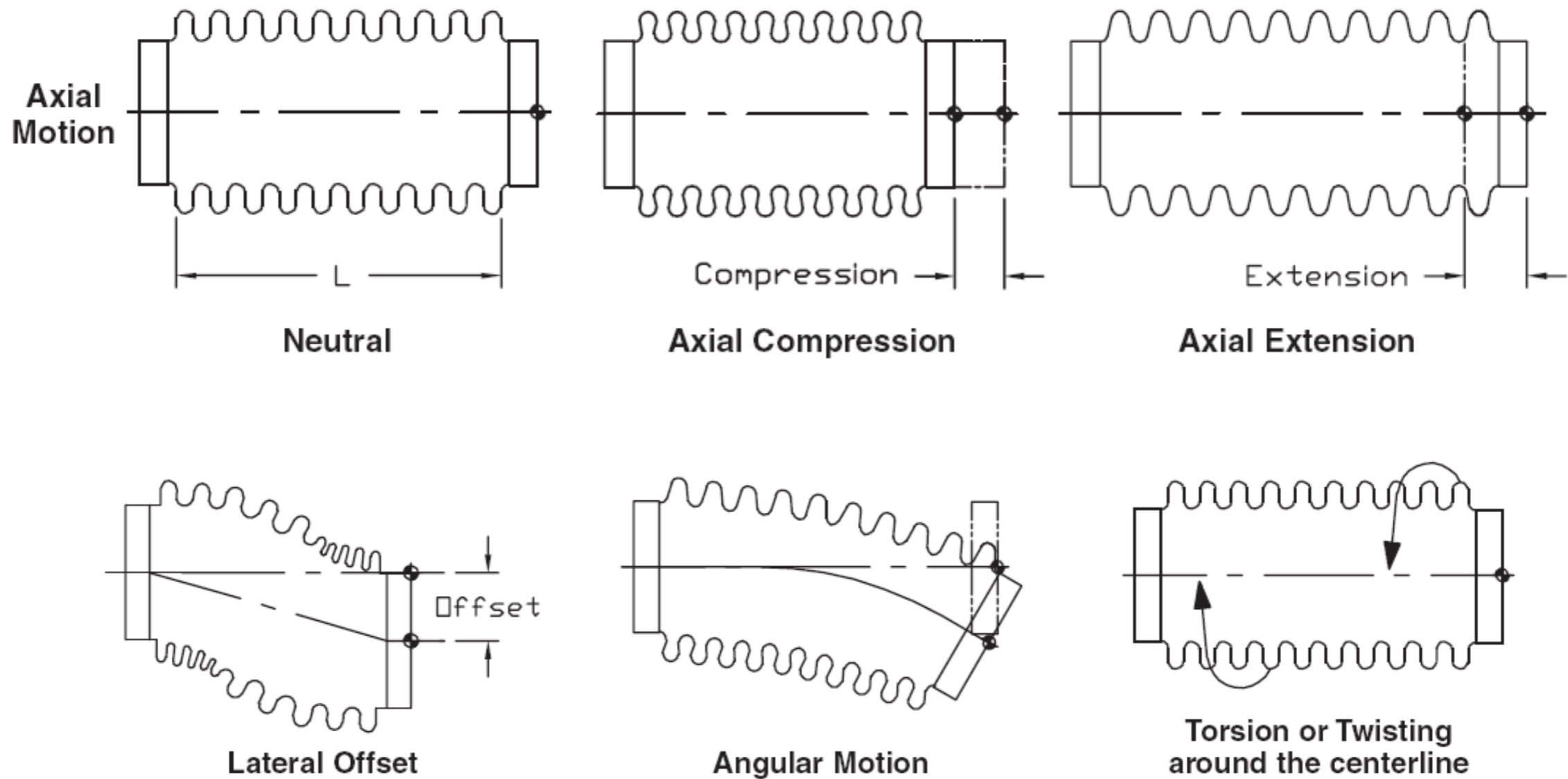
Podstawowe typy kompensatorów:

- Metalowe mieszkowe
 - Gumowe
 - Tkaninowe
-

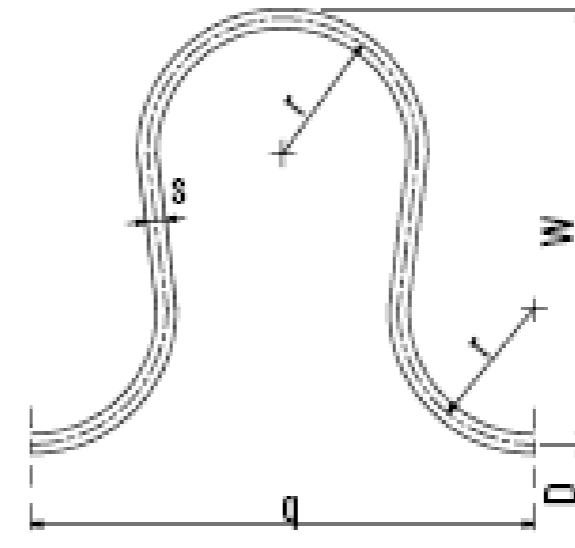
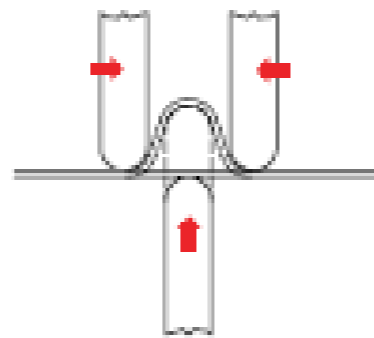
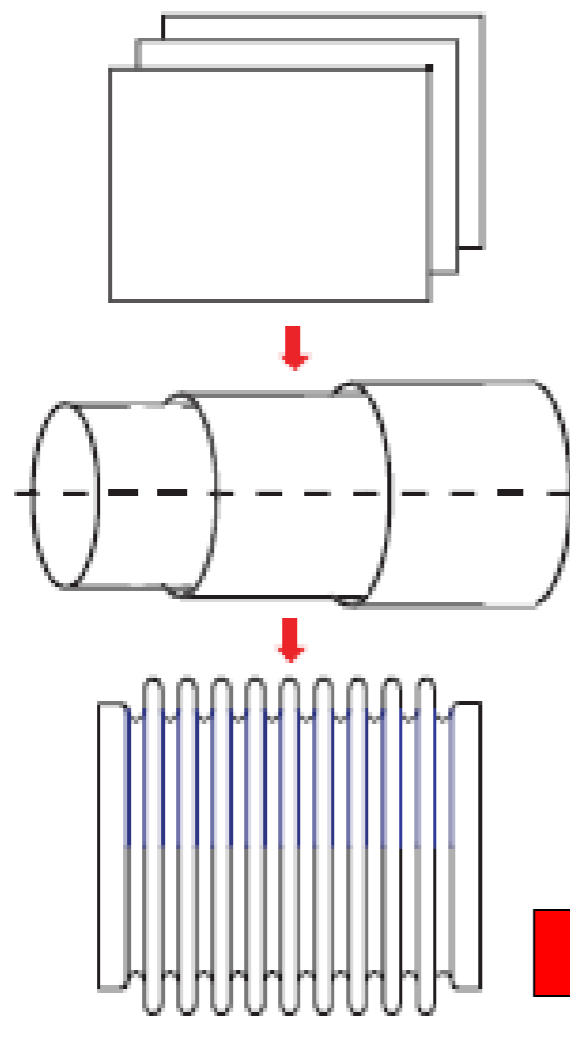
Kompensatory metalowe



Kompensatory metalowe – absorbcja ruchu

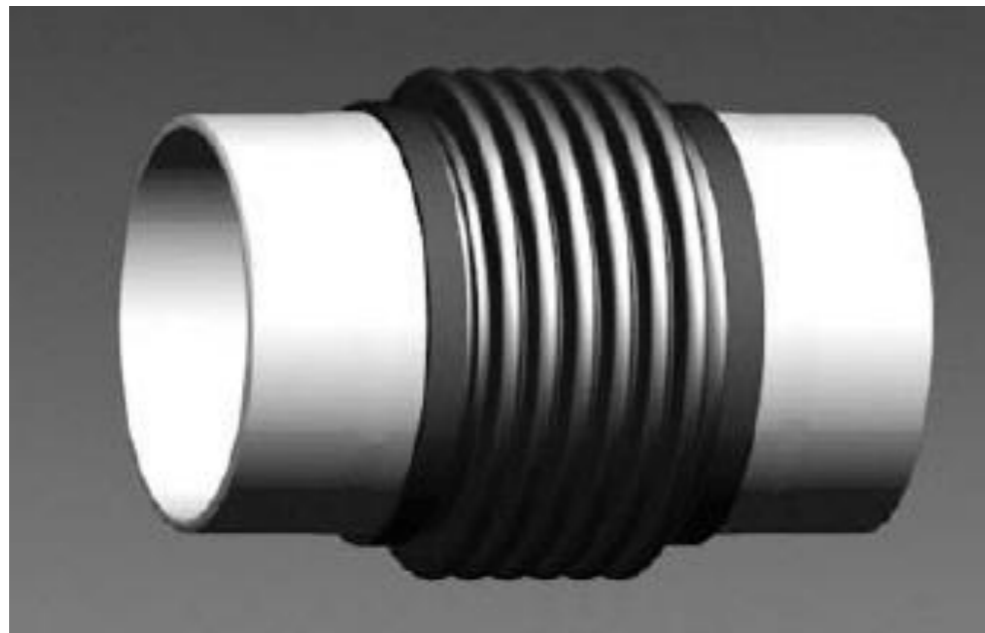


Kompensatory metalowe - budowa

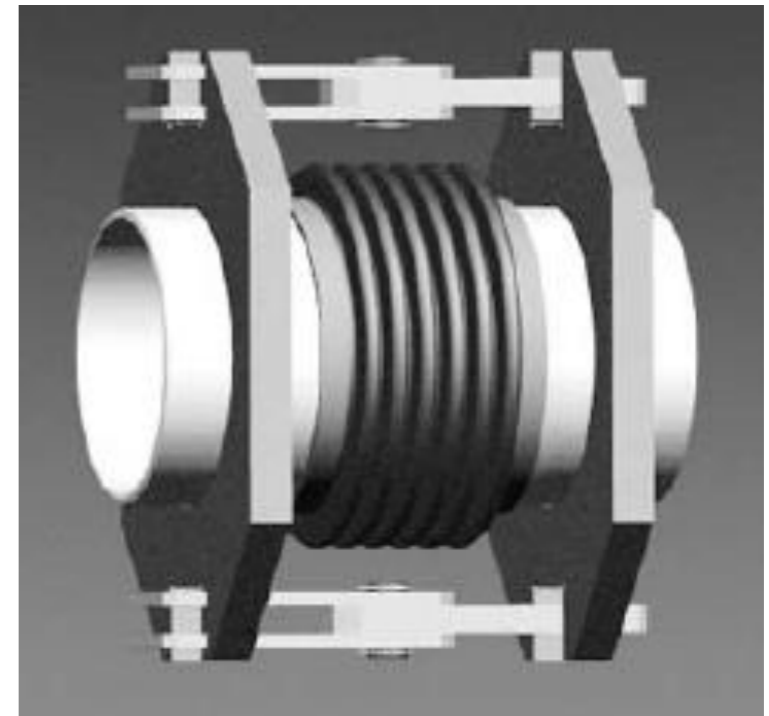


Kompensatory metalowe - typy

Kompensator osiowy
(axial)

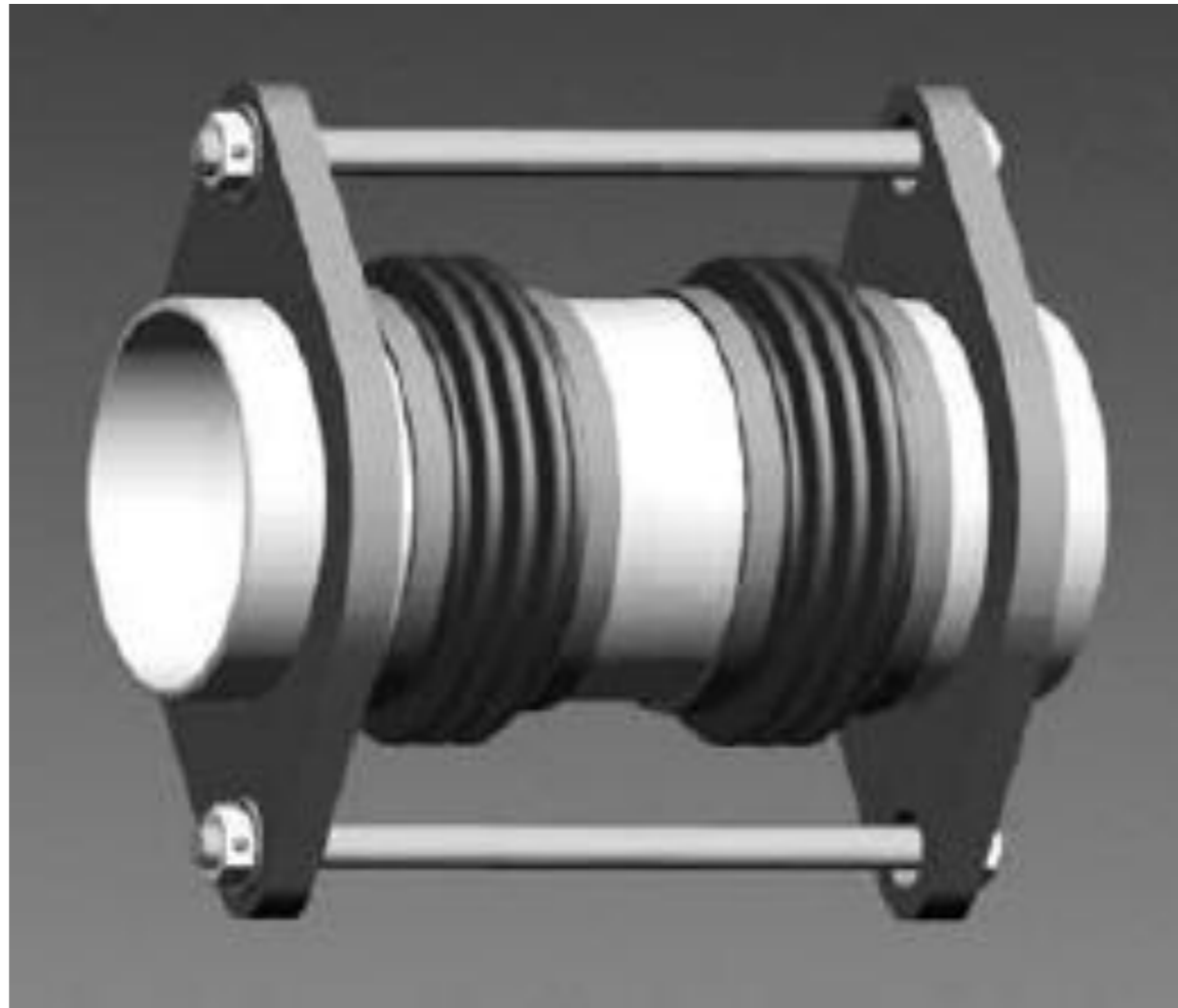


Kompensator kątowy
(angular)



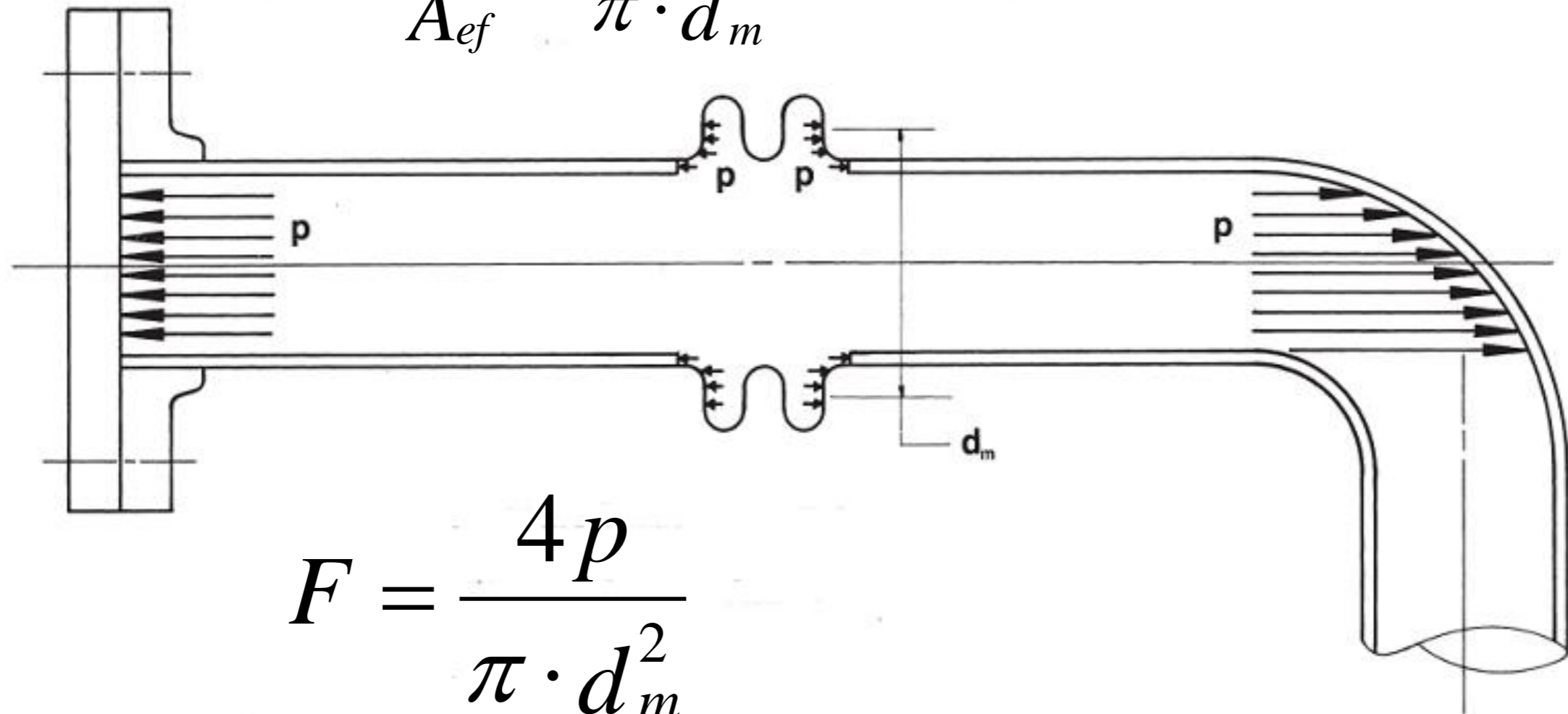
Kompensatory metalowe - typy

Kompensator boczny (lateral)

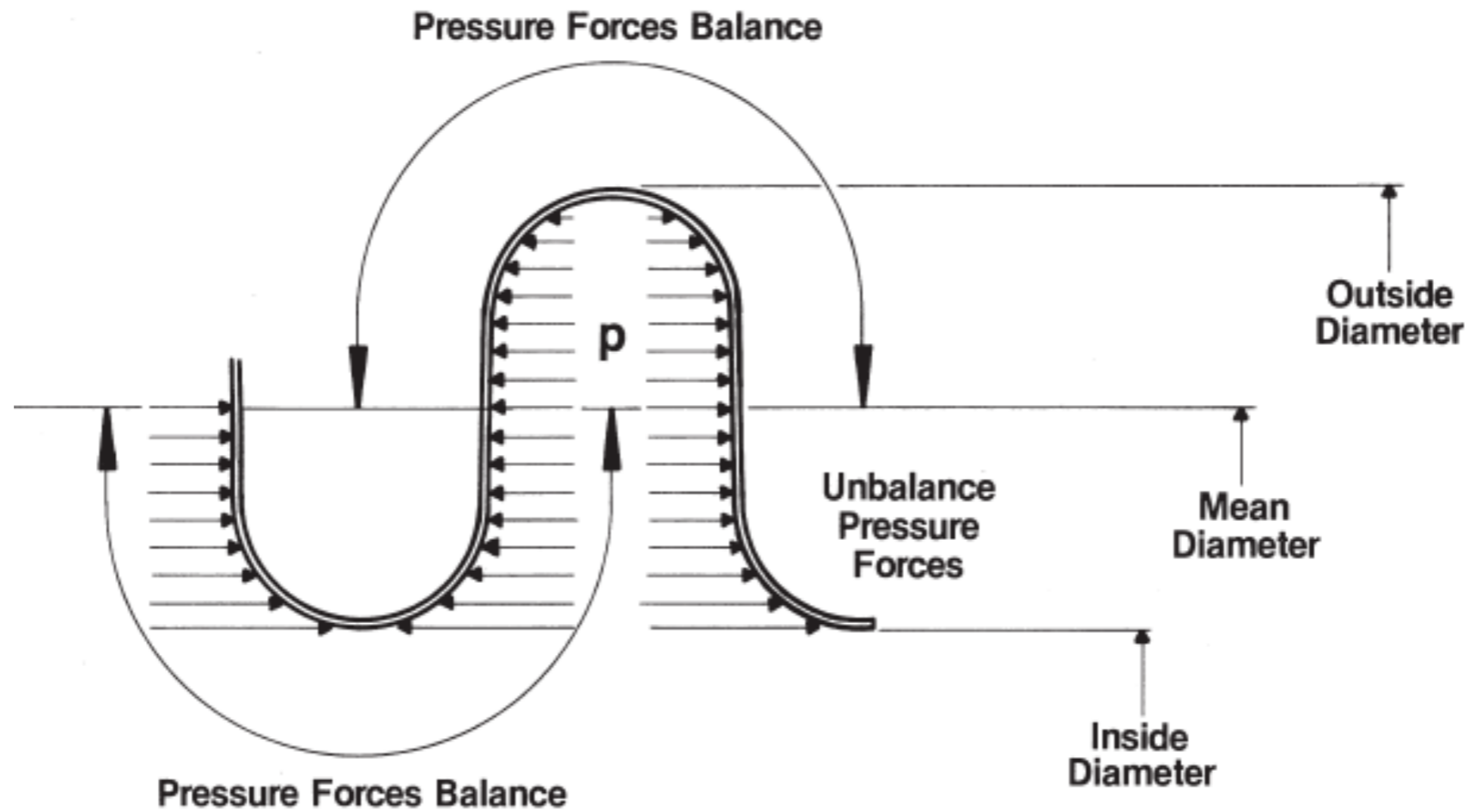


Kompensatory – siła osiowa od ciśnienia

$$p = \frac{F}{A_{ef}} = \frac{4F}{\pi \cdot d_m^2}$$



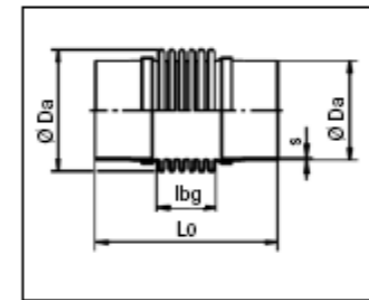
Kompensatory – siła osiowa od ciśnienia



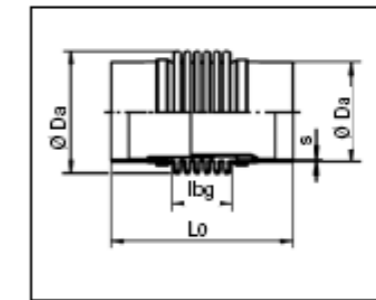
Kompensatory – resztkowa siła wzdłużna od zmiany długości

Axial expansion joints
with weld ends

Type ARN 16 ...



Type ARN without inner sleeve



Type ARN with inner sleeve

PN 16

PN 16

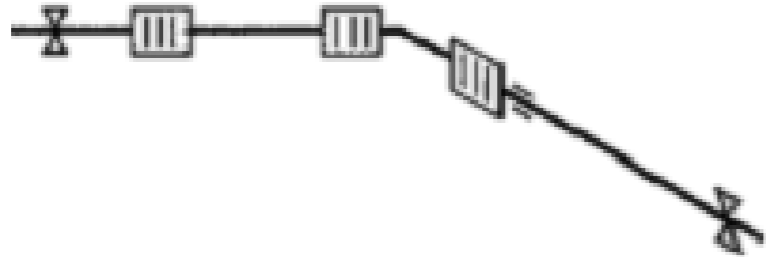
Nominal diameter	Nominal axial movement absorption	Type ARN 16 ...	Order No., standard version		Overall length	Weight approx.		Weld ends	
			without inner sleeve	with inner sleeve		without inner sleeve	with inner sleeve	outside diameter	wall thickness
DN	2 δ_N	–	–	–	Lo	G	G	D	s
–	mm	–	–	–	mm	kg	kg	mm	mm
50	22	.0050.022.0	417550	417585	214	1,1	1,3	60,3	4
50	42	.0050.042.0	417551	417586	303	2,1	2,4	60,3	4
65	28	.0065.028.0	417552	417587	220	1,6	1,8	76,1	4
65	48	.0065.048.0	417553	417588	292	2,8	3,2	76,1	4
80	23	.0080.023.0	417554	417589	220	2,1	2,4	88,9	4
80	50	.0080.050.0	417555	417590	292	3,2	3,6	88,9	4

Bellows			Nominal movement absorption ¹⁾ for 1000 loading cycles		Adjusting force rate		
outside diameter	corrugated length	effective cross-section	angular ¹⁾	lateral ¹⁾	axial	angular	lateral
Da	lbg	A	2 α_N	2 λ_N	c_a	c_α	c_λ
mm	mm	cm ²	degrees	mm	N/mm	Nm/degrees	N/mm
89	54	46	29	5,2	163	2,1	495
91	143	47,2	41	25	166	2,2	74
108	60	69,4	28	5,7	156	3	573
110	132	70,9	40	22	167	3,3	130
122	60	89,9	23	4,3	322	8	1528
123	132	90,8	38	20	180	4,5	178

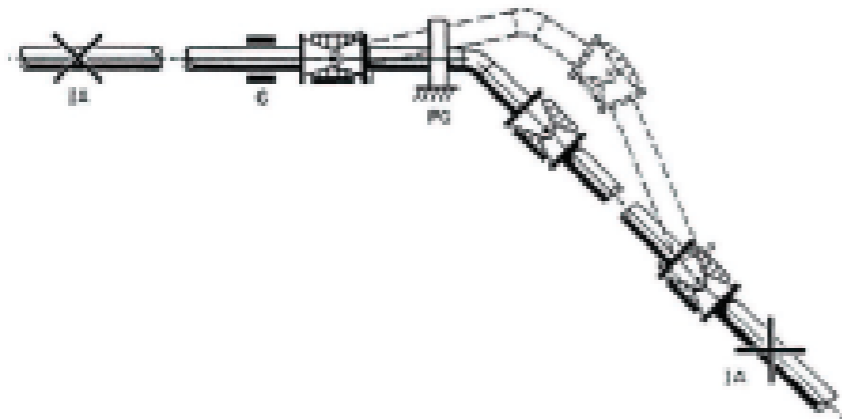
$$F = \Delta L \cdot c_\delta$$

Układy kompensujące

Z kompensatorami kątowymi

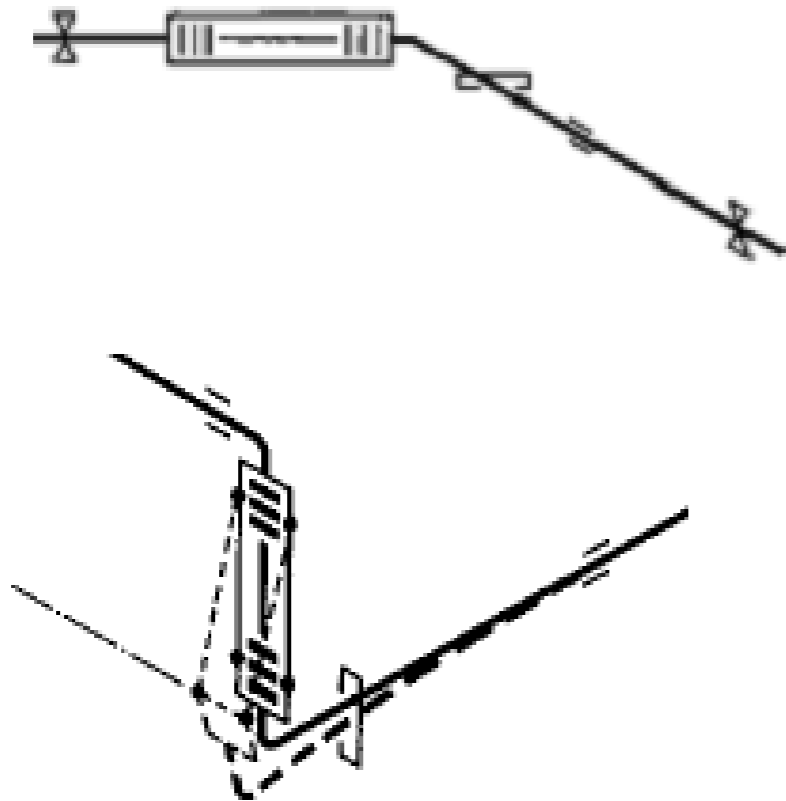


- Złożona konstrukcja.
- Relatywnie mała siła osiowa.
- Niemożliwe przesunięcia osiowe.
- Relatywnie małe obciążenia podpór ustalających oraz mała liczba podpór prowadzących.



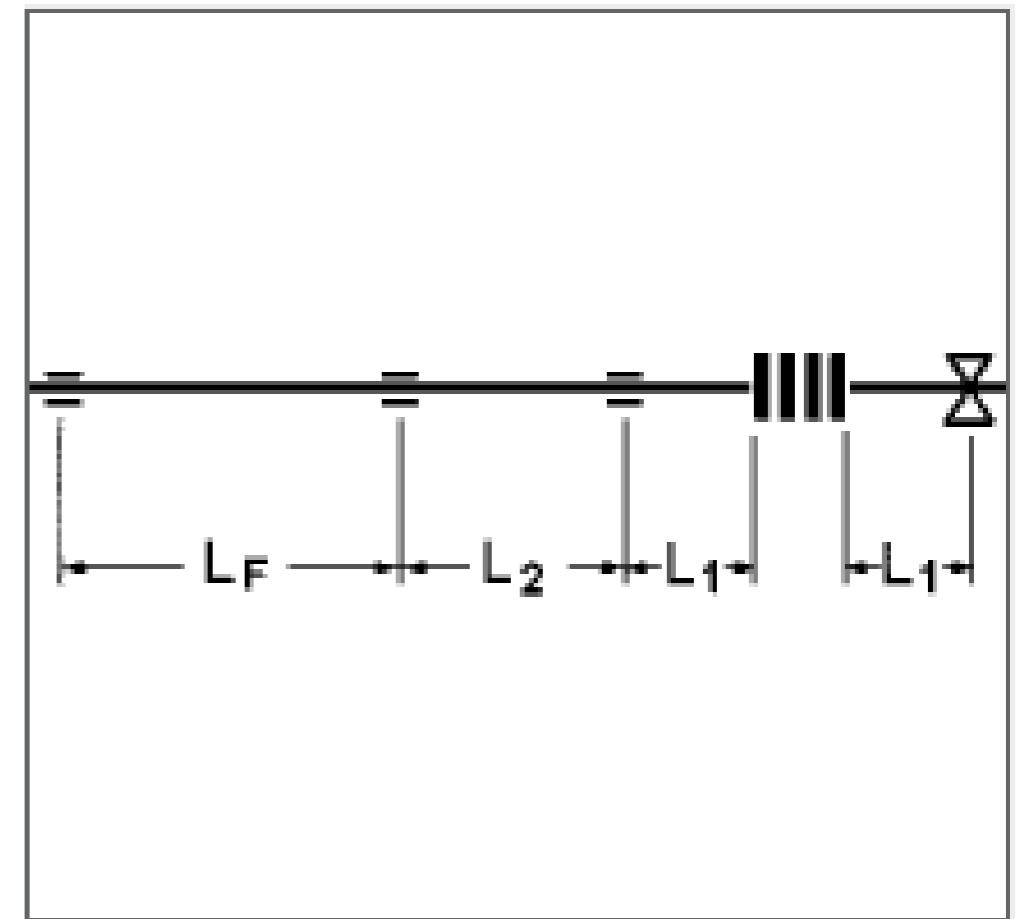
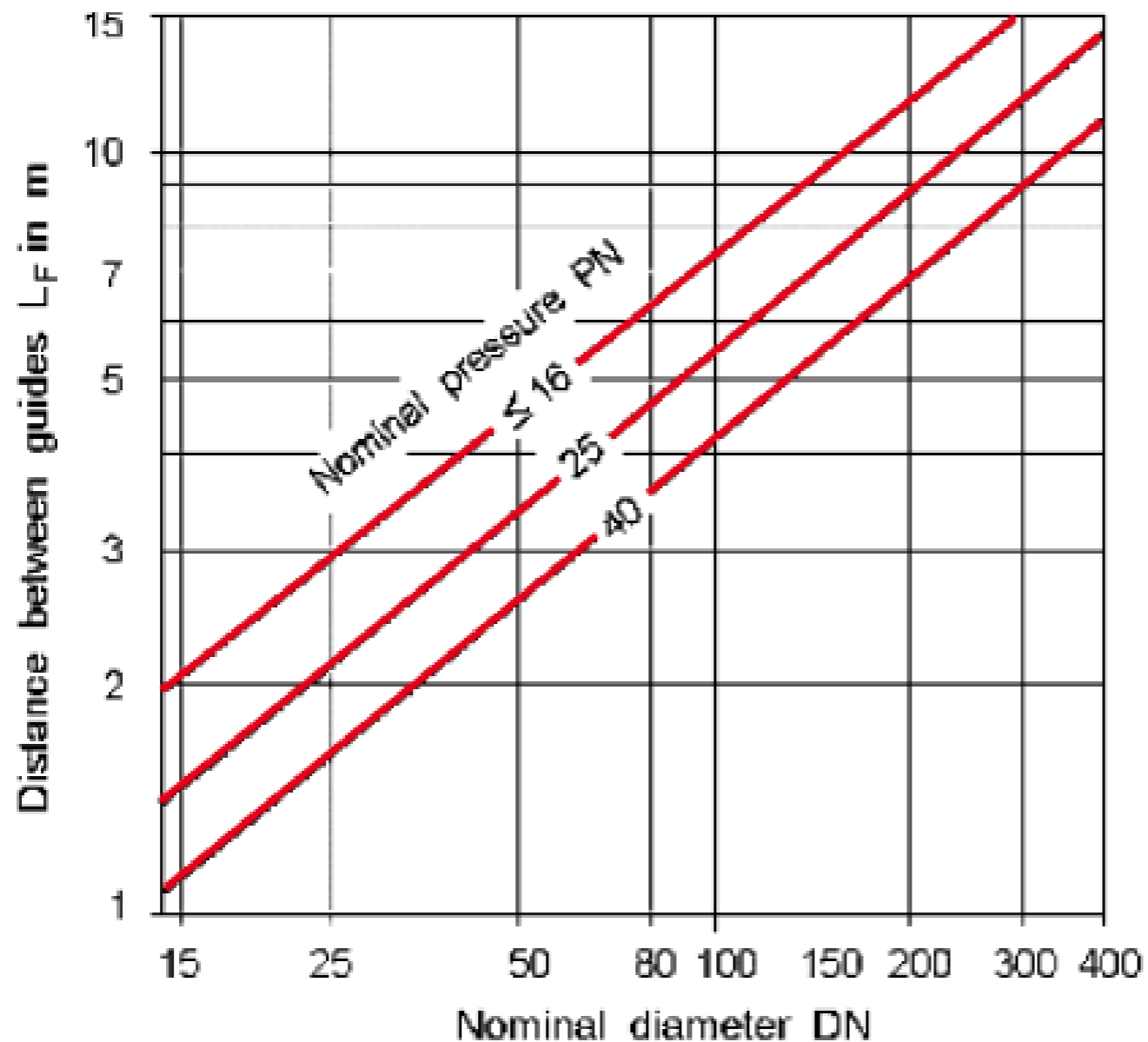
Układy kompensujące

Z kompensatorami bocznymi

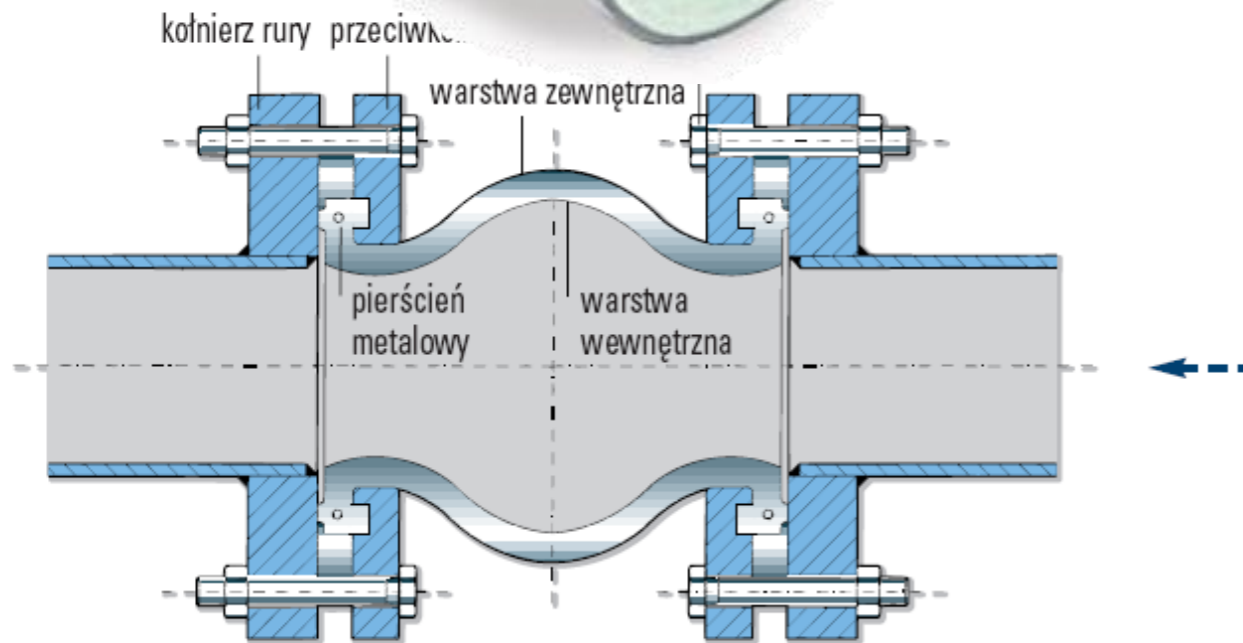


- Relatywnie prosta konstrukcja.
- Średnie przemieszczenia.
- Niemożliwe przesunięcia osiowe.
- Relatywnie małe obciążenia podpór ustalających oraz mała liczba podpór prowadzących.
- Dodatkowe obciążenia z powodu resztkowego wydłużenia

Kompensatory osiowe – rozstawienie podpór



Kompensatory gumowe



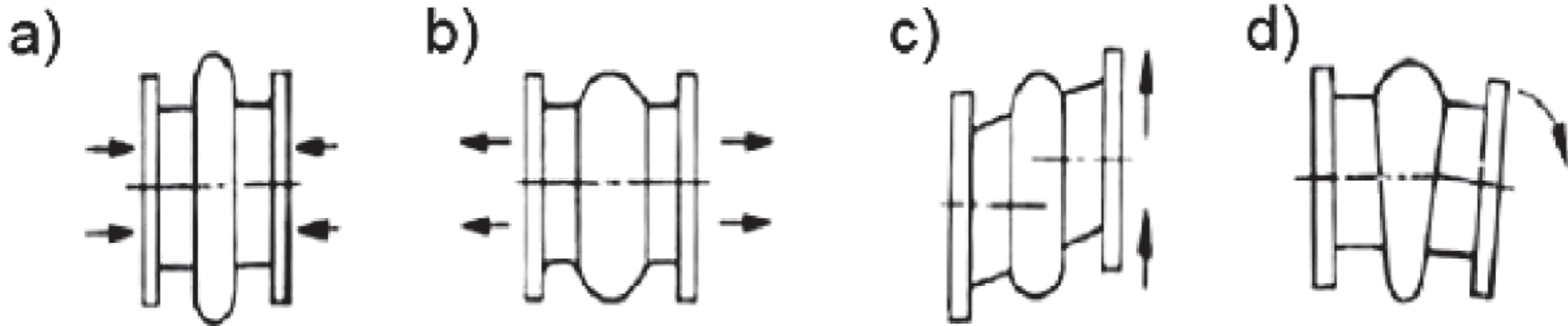
- Kompensacja wydłużeń cieplnych, przesunięć osiowych oraz naprężeń.
- Elastyczność i zdolność kompensacji dużych przemieszczeń.
- Izolowanie i tłumienie źródeł wibracji.
- Kompensowanie braku współosiowości w instalacjach.
- Zmniejszenie sił działających na podpory.
- Przedłużenie okresu trwałości urządzeń napędowych.

Kompensator gumowy - budowa



Rys. 1. Przykładowa konstrukcja kompensatora gumowo-metalowego [2]; 1 – warstwa wewnętrzna, 2 – warstwa wzmacniająca, 3 – warstwa zewnętrzna, 4 – kołnierz metalowy, 5 – pierścień wzmacniający

Dopuszczalne - przemieszczenia



Rys. 2. Schemat przemieszczeń kompensatora gumowego; a) osiowe – ściskające, b) osiowe – rozciągające, c) boczne, d) kątowe [1]

$$1 \geq \frac{\Delta c}{c_{\text{lim}}} + \frac{\Delta a}{a_{\text{lim}}} + \frac{\Delta r}{r_{\text{lim}}} + \frac{\Delta \alpha}{\alpha_{\text{lim}}}$$

gdzie:

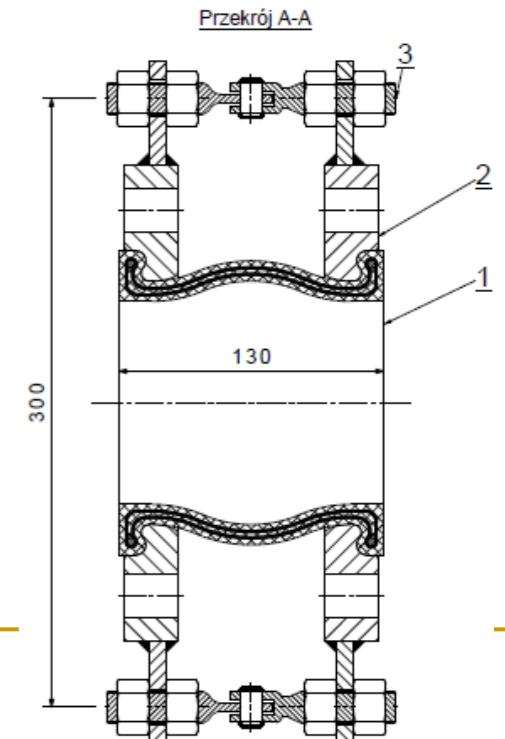
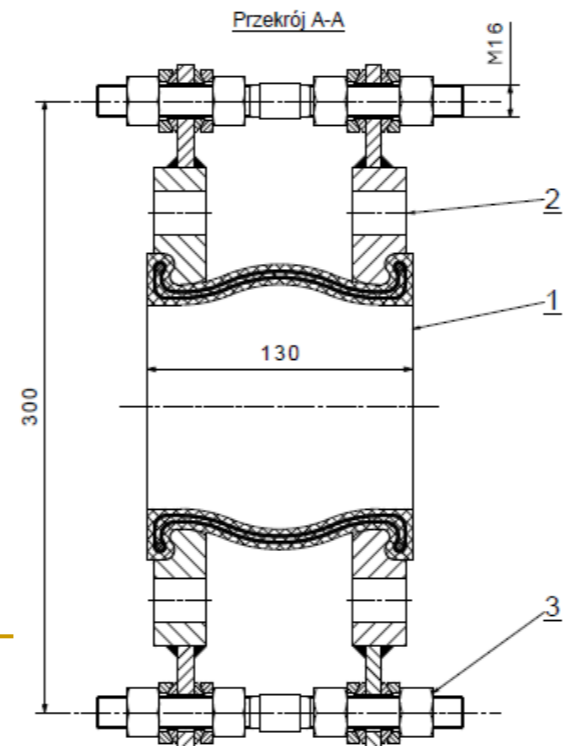
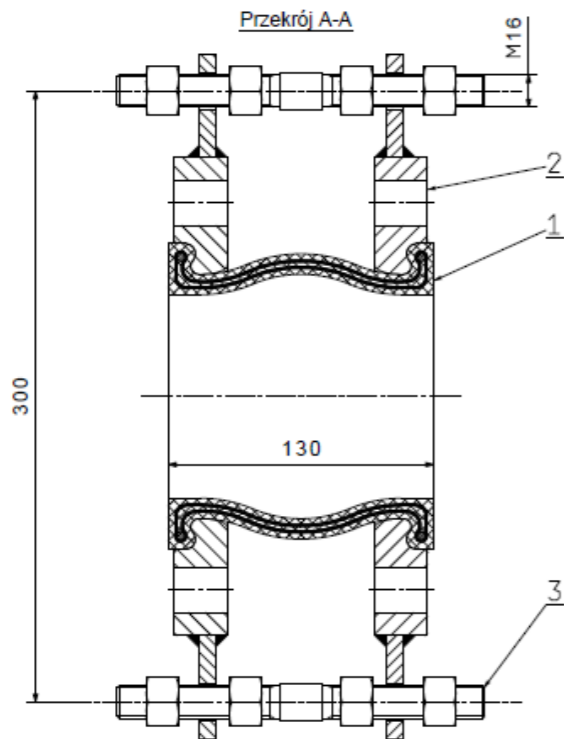
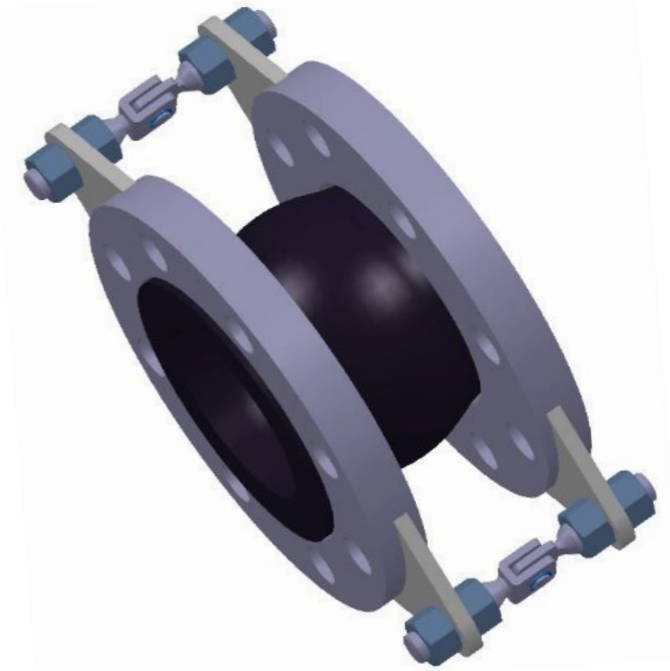
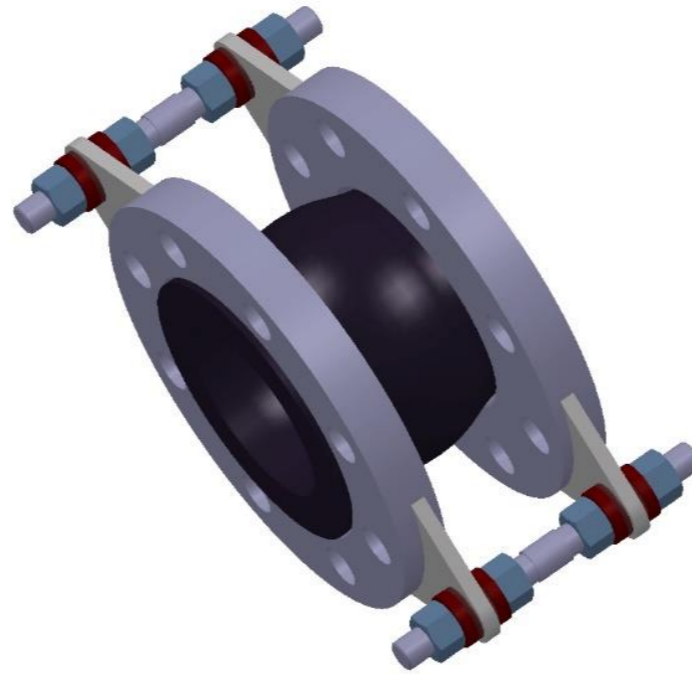
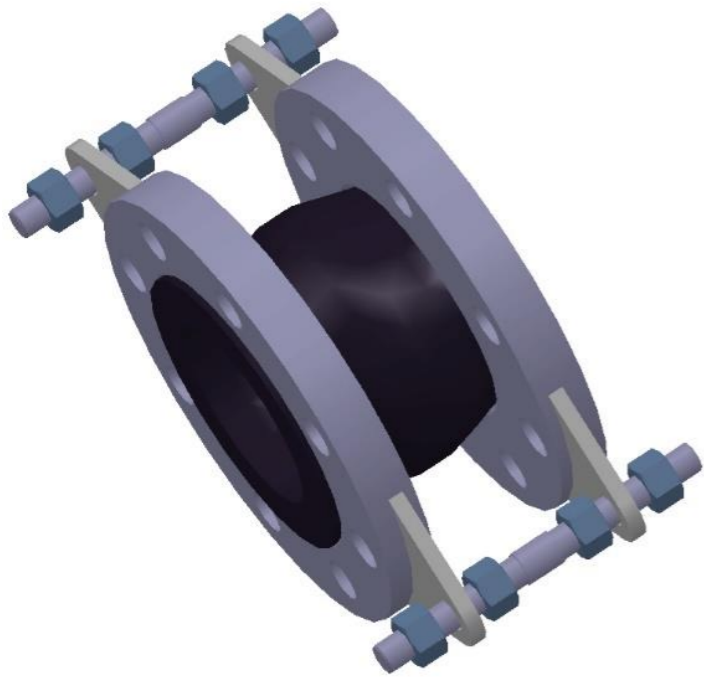
$\Delta c, c_{\text{lim}}$ – odpowiednio: aktualne i graniczne przemieszczenie ściskające,

$\Delta a, a_{\text{lim}}$ – odpowiednio: aktualne i graniczne przemieszczenie rozciągające,

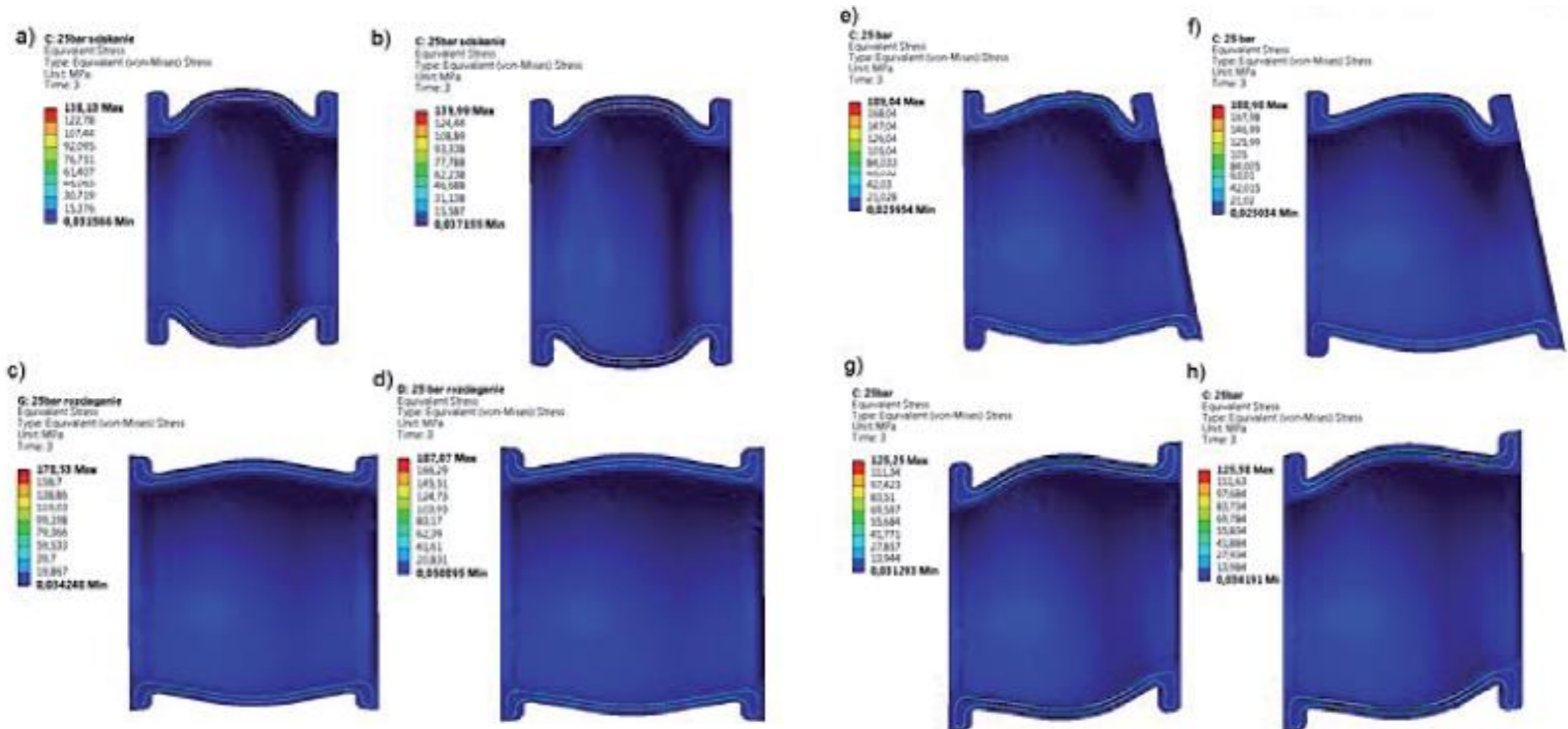
$\Delta r, r_{\text{lim}}$ – odpowiednio: aktualne i graniczne przemieszczenie boczne,

$\Delta \alpha, \alpha_{\text{lim}}$ – odpowiednio: aktualne i graniczne przemieszczenie kątowe.

Kompensatory gumowe



Graniczne przemieszczenia



Rys. 11. Mapa rozkładu naprężenia zredukowanego w elastycznej powłoce kompensatora przy różnych postaciach odkształceń i ciśnieniu 25 bar; a) ścisnienie EPDM, b) ścisnienie NBR, c) rozciąganie EPDM, d) rozciąganie NBR, e) kątowe EPDM, f) kątowe NBR, g) boczne EPDM, h) boczne NBR

Graniczne przemieszczenia

Guma Rubber	Ciśnienie Pressure [bar]	Przemieszczenie Displacement type			
		Ściskające Compressive c_{lm} [mm]	Rozciągające Tensile a_{lm} [mm]	Boczne Lateral r_{lm} [mm]	Kątowe Angular α_{lm} [°]
EPDM	10	13	10	15	8
	15	13	8	15	7
	20	12	7	15	7
	25	10	6	12	5
NBR	10	13	8	15	8
	15	12	6	15	8
	20	12	6	15	8
	25	10	5	12	5

Kompensatory gumowe



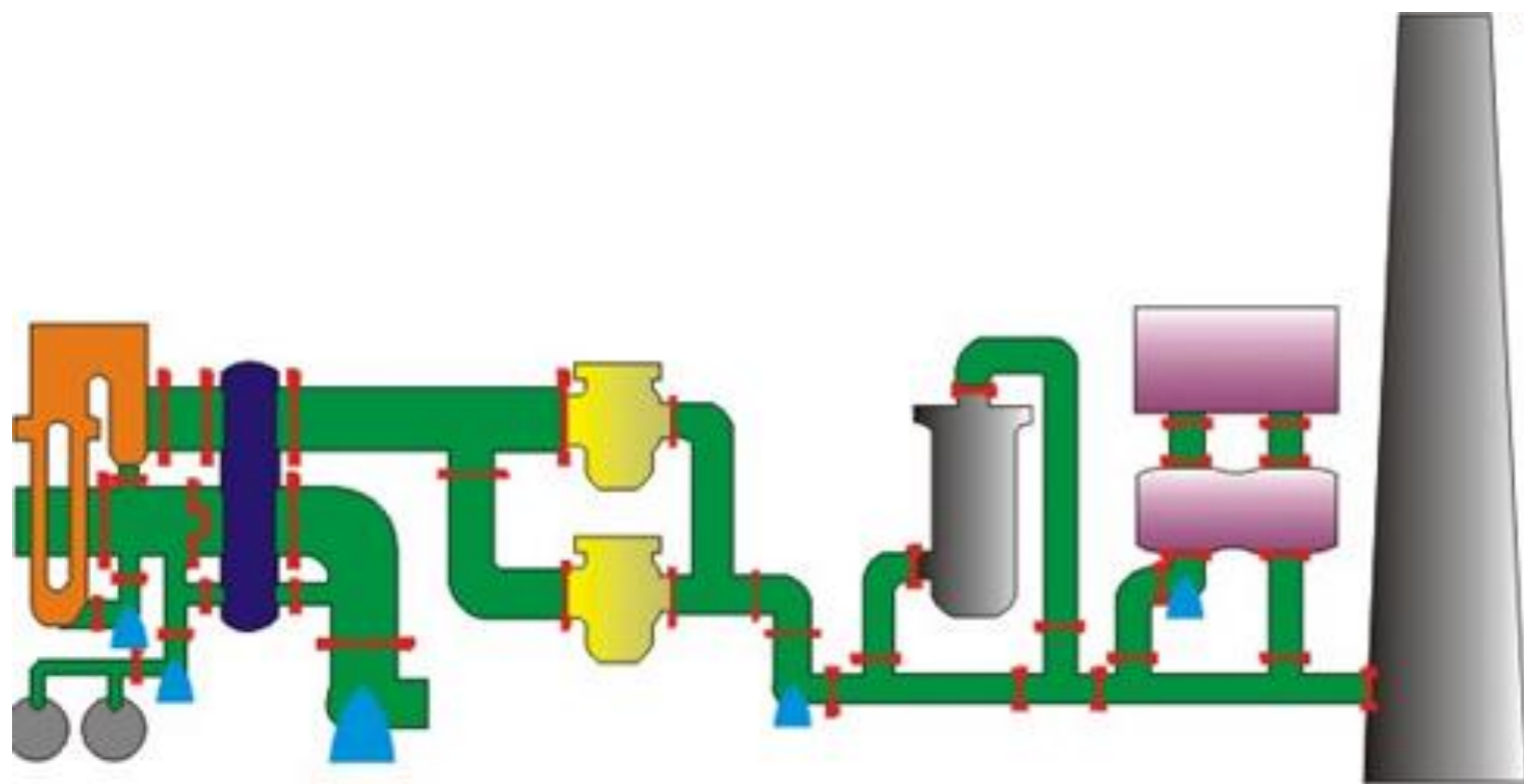
DN Ø*		Długość *		Ciśnienie pracy bar
mm	cal	mm		
20	3/4"	130	150	16
25	1"	130	150	16
32	1 1/4"	130	150	16
40	1 1/2"	130	150	16
50	2"	130	150	16
65	2 1/2"	130	150	16
80	3"	130	150	16
100	4"	130	150	16
125	5"	130	150	16
150	6"	130	150	16
200	8"	130	200	16
200	8"	-	160	16
250	10"	130	200	16
300	12"	130	200	16
350	14"	130	200	10
400	16"	-	200	10
450	18"	-	200	10
500	20"	-	200	10
600	24"	-	250	10
650	26"	-	250	10
700	28"	-	250	10
750	30"	-	250	10

Ruchy					
Osiowe mm				Krańcowe mm	Kątowe ∞ =
Kompresja		Wydłużenie			
30	35	15	20	20	30
30	35	15	20	20	30
30	35	15	20	20	30
30	35	15	20	20	30
30	35	15	20	20	30
30	35	15	20	20	30
30	35	15	20	20	30
30	35	15	20	20	25
30	35	15	20	20	25
30	35	15	20	20	15
30	40	15	20	20	15
30	40	15	20	20	10
30	40	15	20	20	10
30	40	15	20	20	10
30	40	15	20	20	10
-	40	-	20	20	10
-	40	-	20	20	10
-	40	-	20	20	10
-	40	-	20	20	6
-	40	-	20	20	6
-	40	-	20	20	6
-	40	-	20	20	6

Kompensatory gumowe

Kolor nalepki	Wewn. ściana	Zewn. ściana	Maks. temp.	Zastosowanie
Czerwony	EPDM	EPDM	90°C	Gorąca i zimna woda, woda chłodząca z dodatkiem środków do uzdatniania, woda przemysłowa, roztwory chloru, glikol, kwasy, zasady, mleko wapienne, estry i ketony, woda morska
Żółty	ECO	ECO	90°C	Woda, roztwory soli, alkalia, oleje mineralne, oleje roślinne i zwierzęce, oleje w areozolu, butan, propan itp. Wagony zbiornikowce, tankowce i stacjonarne konstrukcje dla produktów na bazie oleju i benzyny bezołowiowej z zawartością węglowodorów aromatycznych mniej niż 50%
Biały	Nitryl biały	ECO	90°C	Woda pitna, żywność (łącznie z tłuszczami i olejami), napoje.
Zielony	Hypalon	Chloropren	90°C	Mocne i stężone kwasy, sprężone powietrze z domieszką oleju w areozolu
Niebieski	SBR	Chloropren	90°C	Materiały ściernalne takie jak szlam, zawiesina skalna, wapno

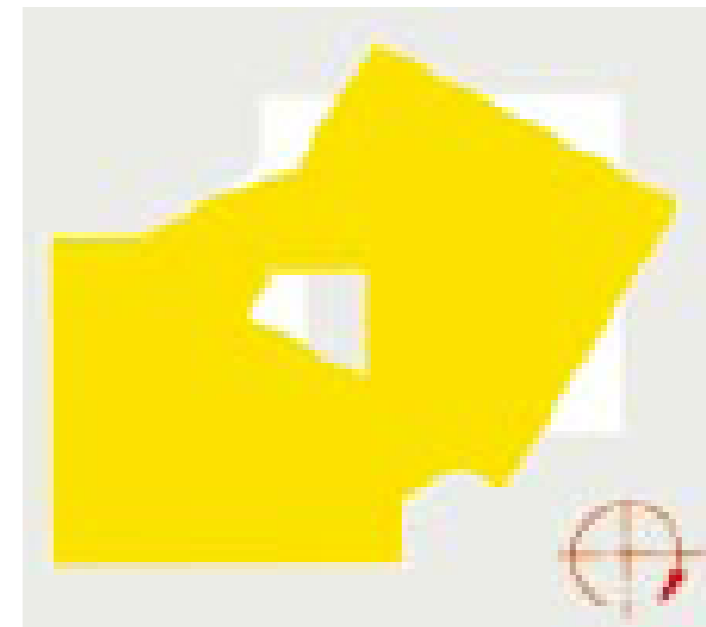
Kompensatory tkaninowe



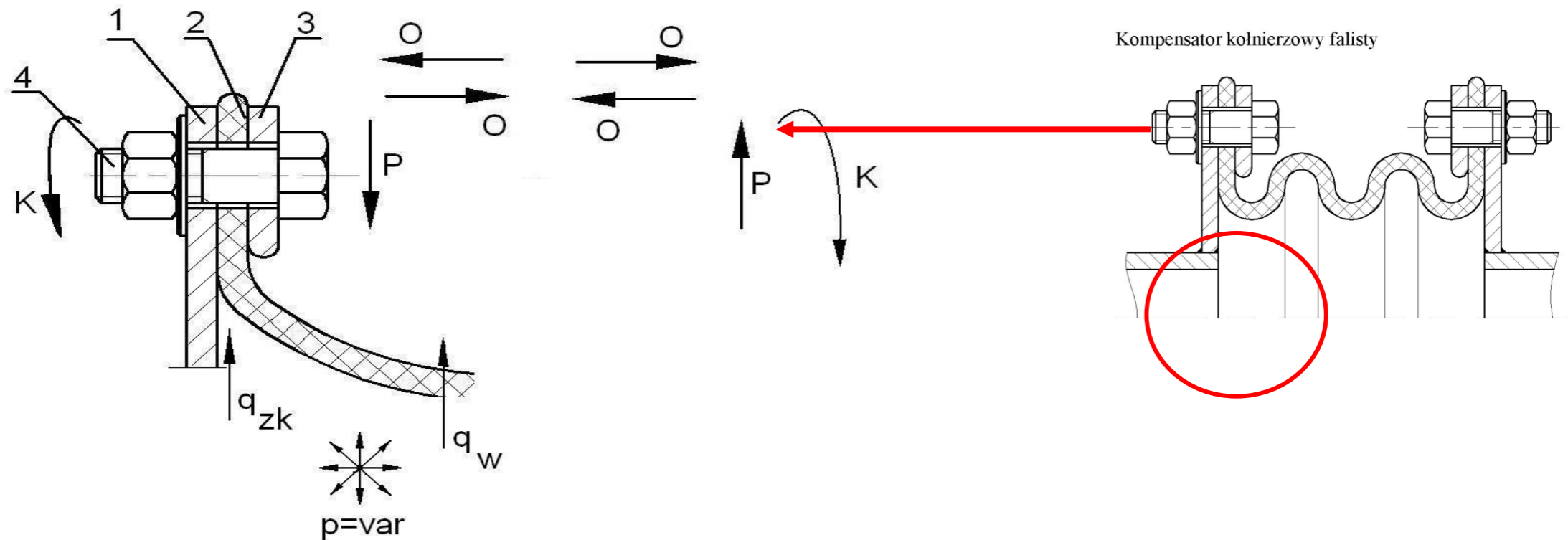
Podstawowe zadania kompensatora:

- umożliwienie przemieszczeń osiowych, poprzecznych i skrętnych końców rurociągów,
- Tłumienie drgań oraz hałasu,
- Zapewnienie szczelności (kompensator to wielkogabarytowe uszczelnienie)

Kompensatory tkaninowe



Kompensatory tkaninowe

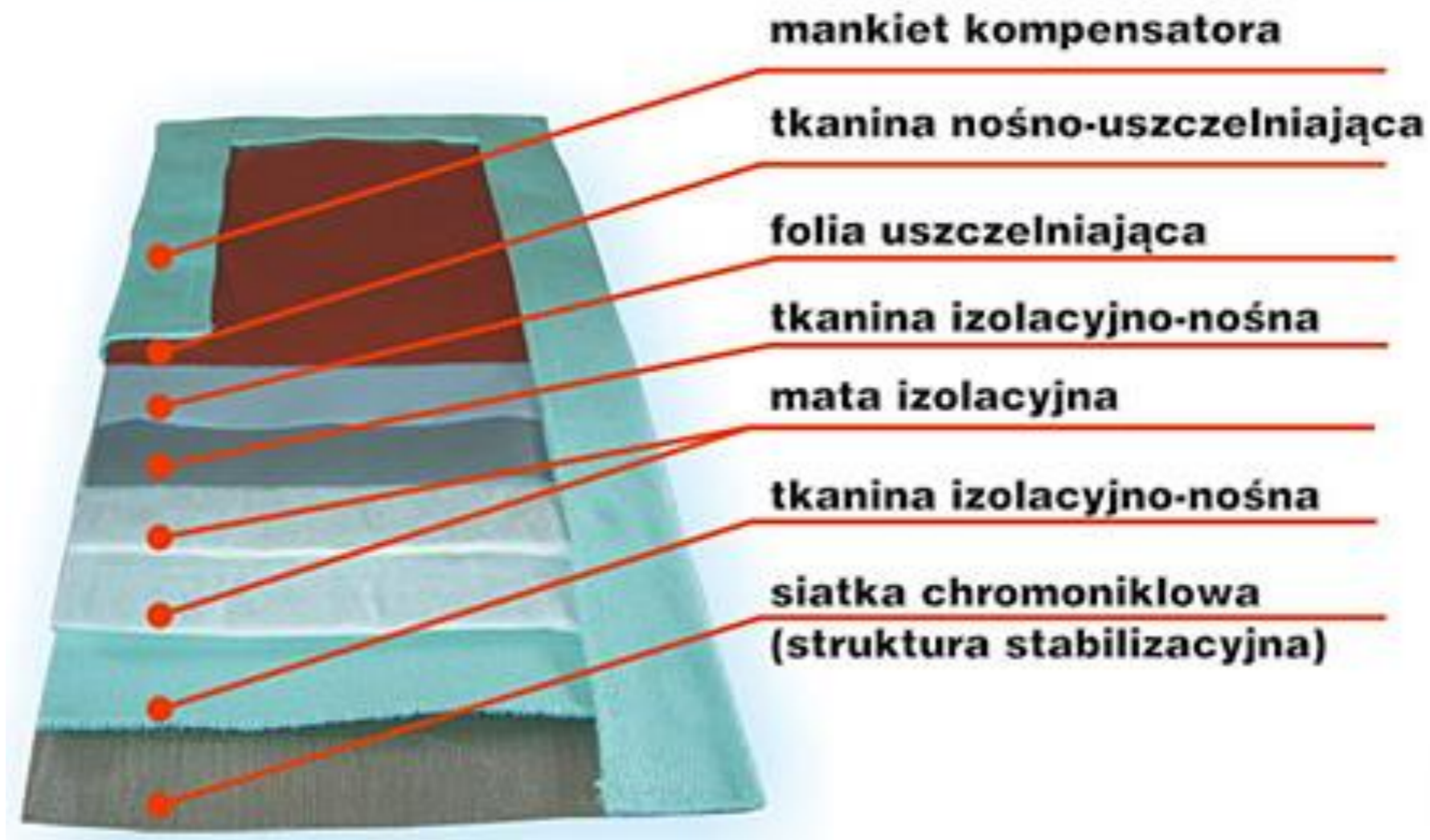


Obciążenie kompensatora wynika z:

1. z odkształcenia poosiowego (O), poprzecznego (P) i kątownego (K)
2. Z obciążenia statycznego (można obciążenie wywołać podczas nieprawidłowo prowadzonego montażu) i dynamicznego wywołanego przez ciśnienie przepływającego czynnika.
3. Z obciążenia pochodzącego z osadzającego się pyłu w kompensatorze

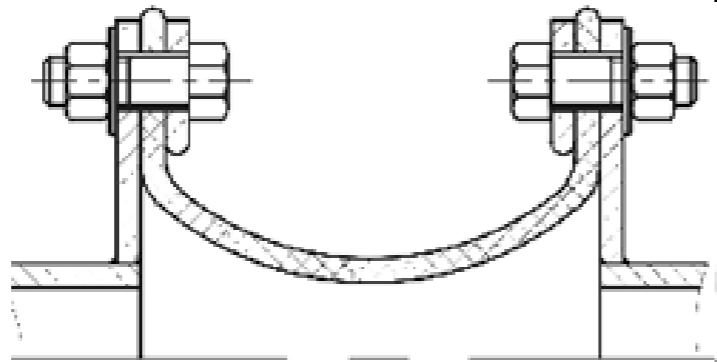
Kompensatory tkaninowe

Przykład budowy rękawa

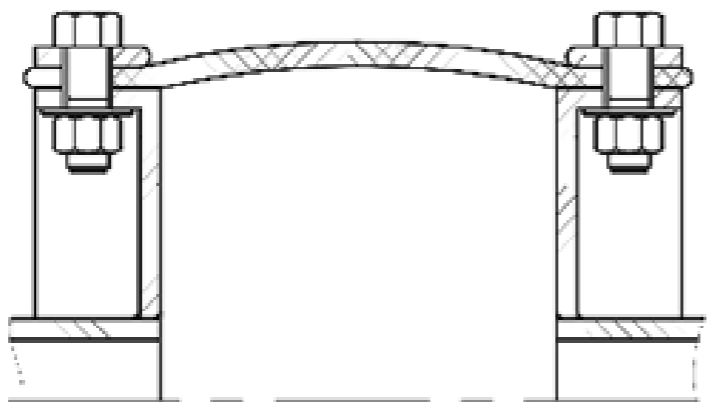


Kompensatory tkaninowe

Kompensator kołnierzowy

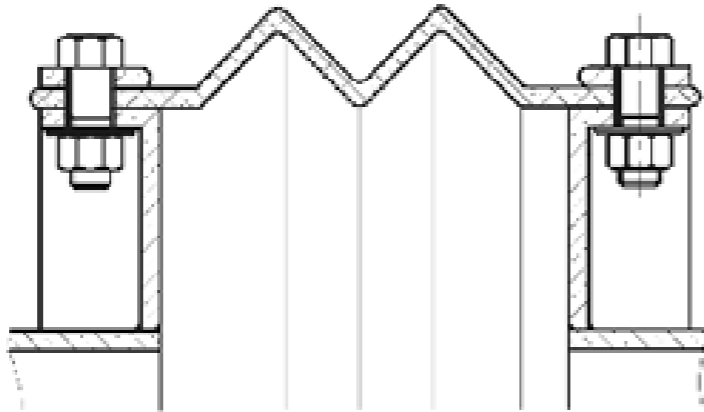


Kompensator rękawowy

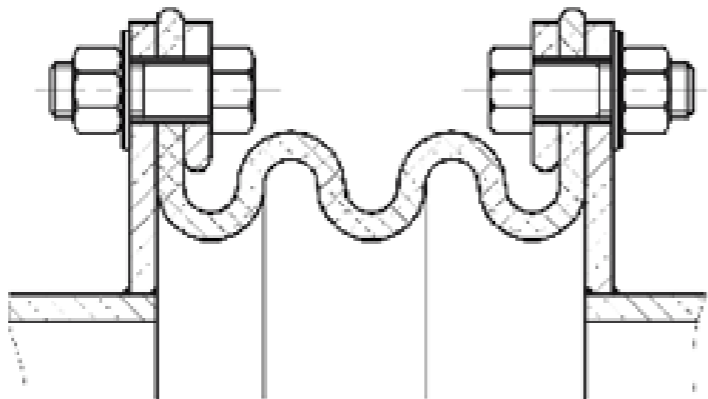


Kompensatory tkaninowe

Kompensator harmonijkowy

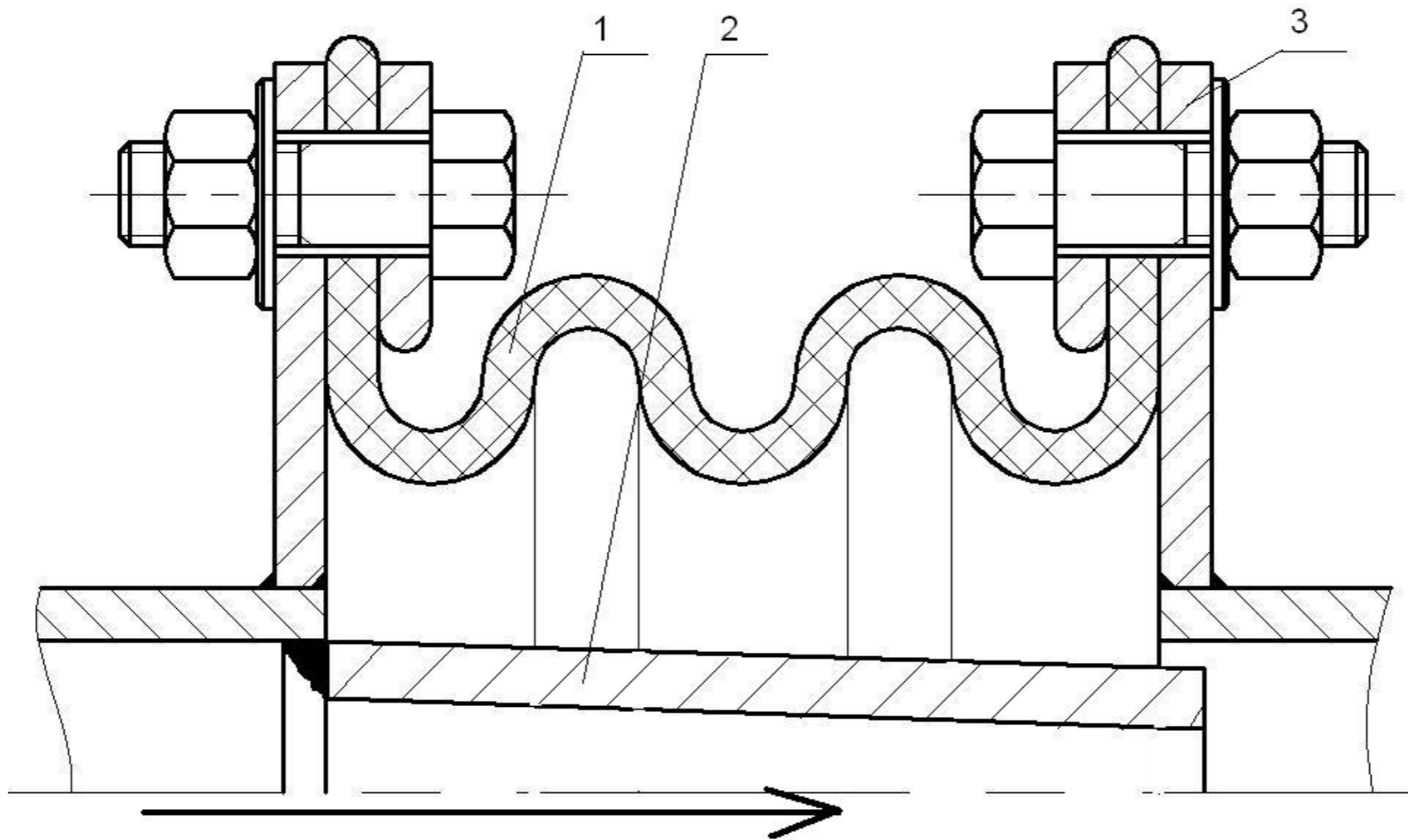


Kompensator kołnierzowo - falisty



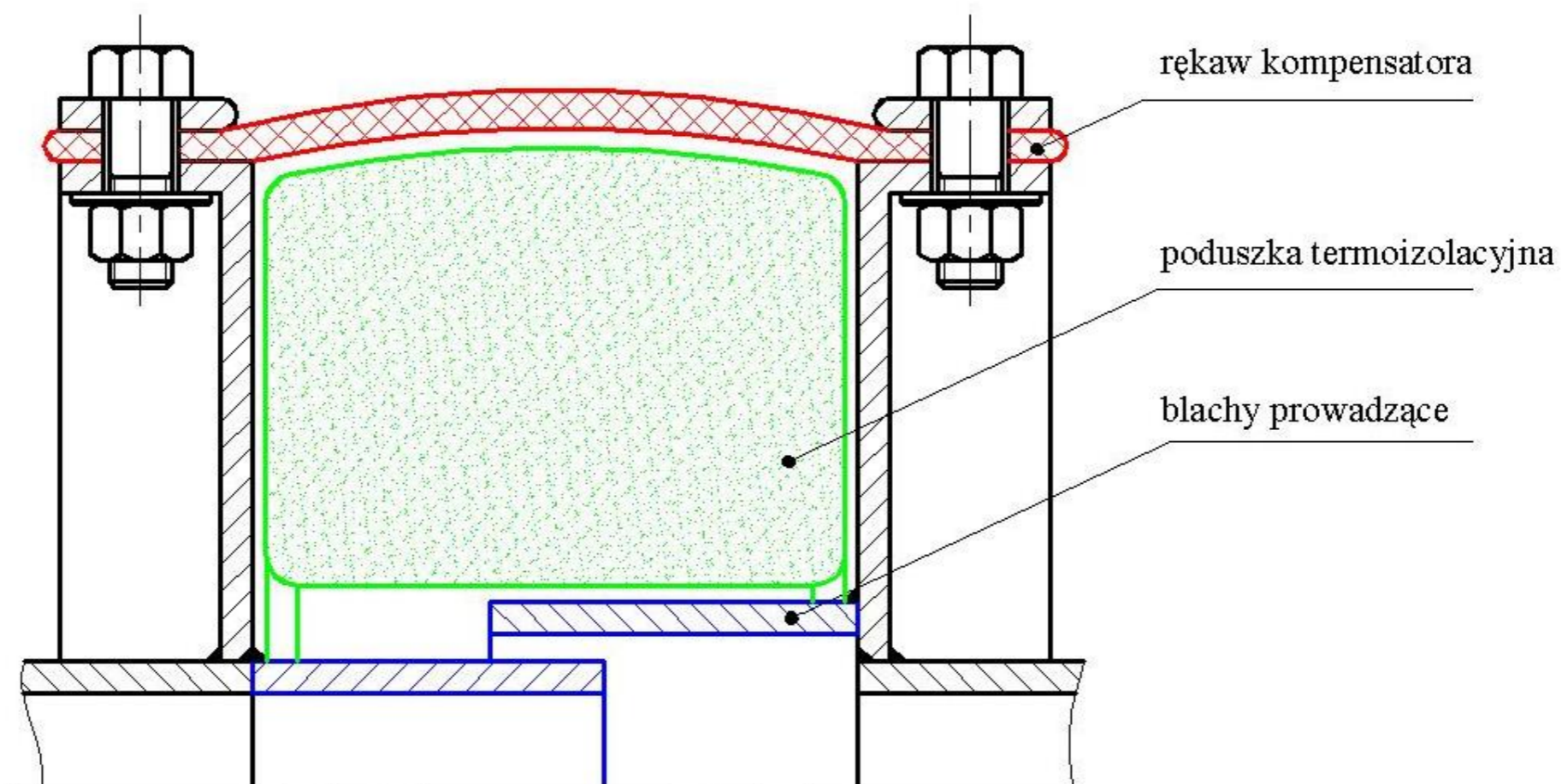
Kompensatory tkaninowe

Kompensator kołnierzowo – falisty z rękawem wewnętrznym

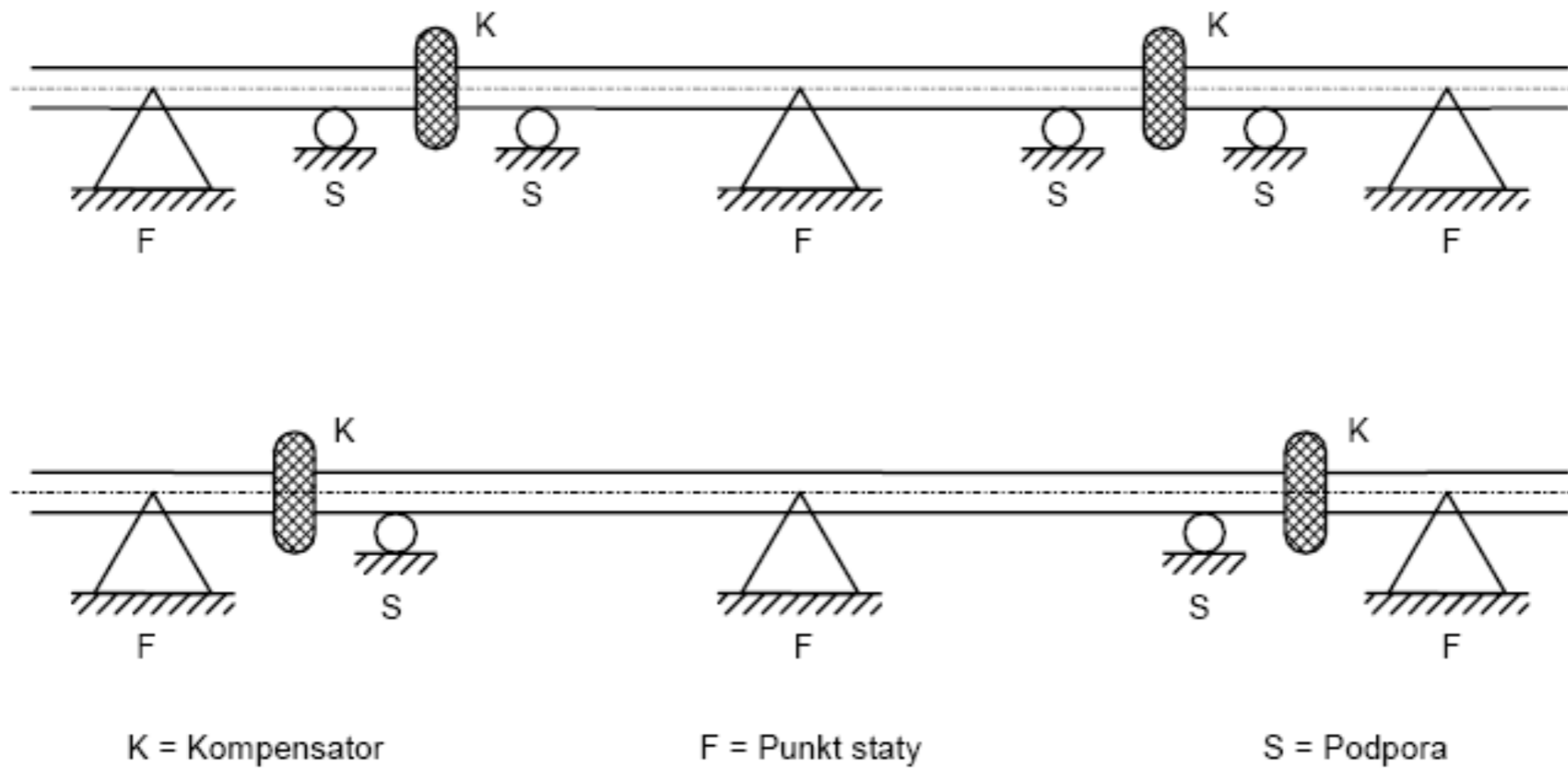


Kompensatory tkaninowe

Kompensator rękawowy z rękawem wewnętrznym i poduszką izolacyjną



Kompensatory tkaninowe



Dziękuję za uwagę
