

# Csővezetési kompenzátorok kiválasztása és alkalmazása



Kiss Imre

Szabályozó és Kompenzátor Kft.

# Kompenzátorok

- Miért és mikor szükségesek
- Milyenek léteznek
- Milyen feladatokra
- Méretezés, kiválasztás szempontjai



# Mikor van szükség kompenzátorokra?

- Kompenzátorokra minden olyan területen szükség van, ahol hőágulás vagy rezgések következtében a csővezeték elemein, illetve kapcsolódó berendezéseken, mint armatúrák, szivattyúk, kompresszorok, hőcserélők, a megengedettnél nagyobb terhelések léphetnek fel, valamint ahol a rezgések, illetve a zaj terjedését a rendszerben csökkenteni szükséges.
- A kompenzációs rendszer kiválasztásánál a műszaki és biztonságtechnikai előírások betartása mellett gazdaságilag ésszerű megoldásra kell törekedni.



# Milyen kompenzációs megoldásokat ismerünk?

- Természetes kompenzáció – itt a csővezeték nyomvonalból eredő saját rugalmasságát használjuk ki, illetve, ha a helyviszonyok megengedik, kifejezetten a kompenzáció miatt helyezünk el íveket, elhúzásokat vagy lírákat a rendszerben
- Axiális vagy univerzális kompenzátorokkal kialakított kompenzációs megoldások
- Csukló (anguláris) kompenzátoros szerkezetek
- Laterális kompenzátoros kialakítások

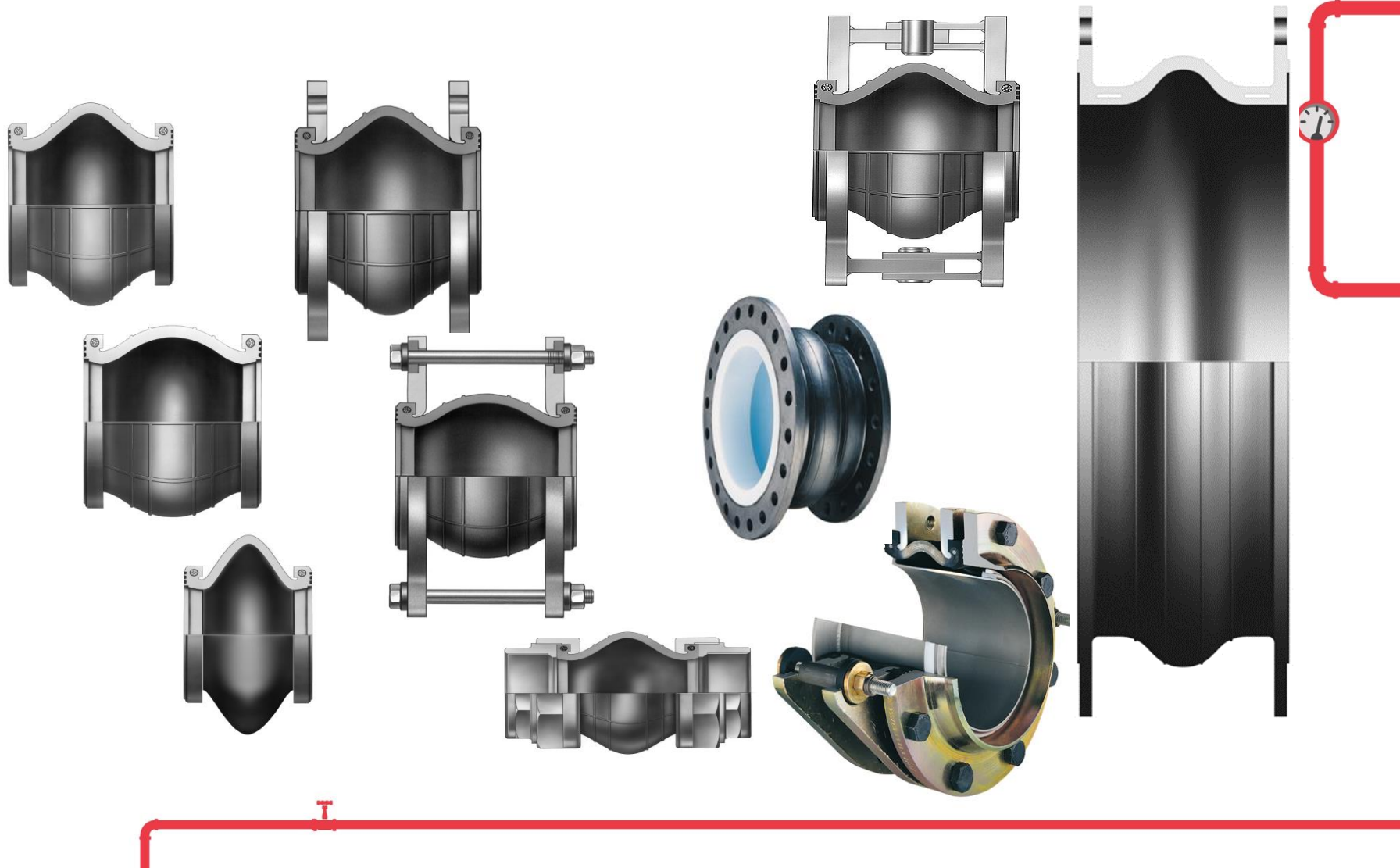


# Milyen anyagokból készülnek kompenzátorok?

- Acél – a jelenleg használatos acél hullámtest kompenzátorok táguló elemei általában rozsdamentes acélból (1.4541 vagy 1.4571) készülnek. Hőtágulások kiegyenlítésére kiválóan alkalmasak, és magas hőmérsékletre is használhatók.
- Speciális közegekre, pl. a vegyiparban vagy a petrokémiai iparban magasan ötvözött acélok (inconel, incoloy, hastelloy) is előfordulnak.
- Gumi – elsősorban rezgés- vagy zajcsillapításra használatosak – 100 °C hőmérsékletig
- Teflon – agresszív anyagokra vagy az élelmiszeriparban
- Szövet – füstgáz vagy levegő vezetékekbe (kis nyomásra)



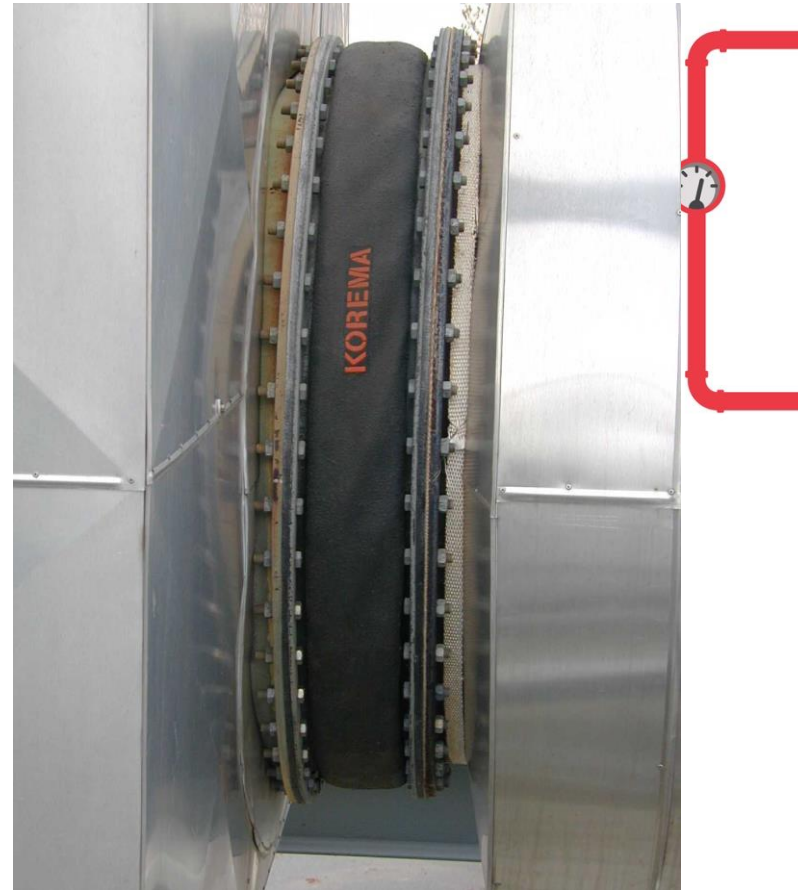
# Gumikompenzátorok



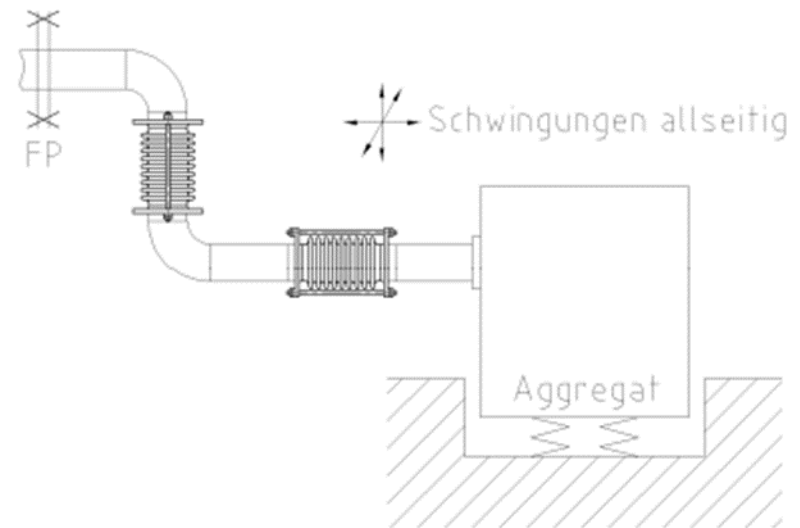


**matászs**  
Online Akadémia

# Szövetkompenzátorok

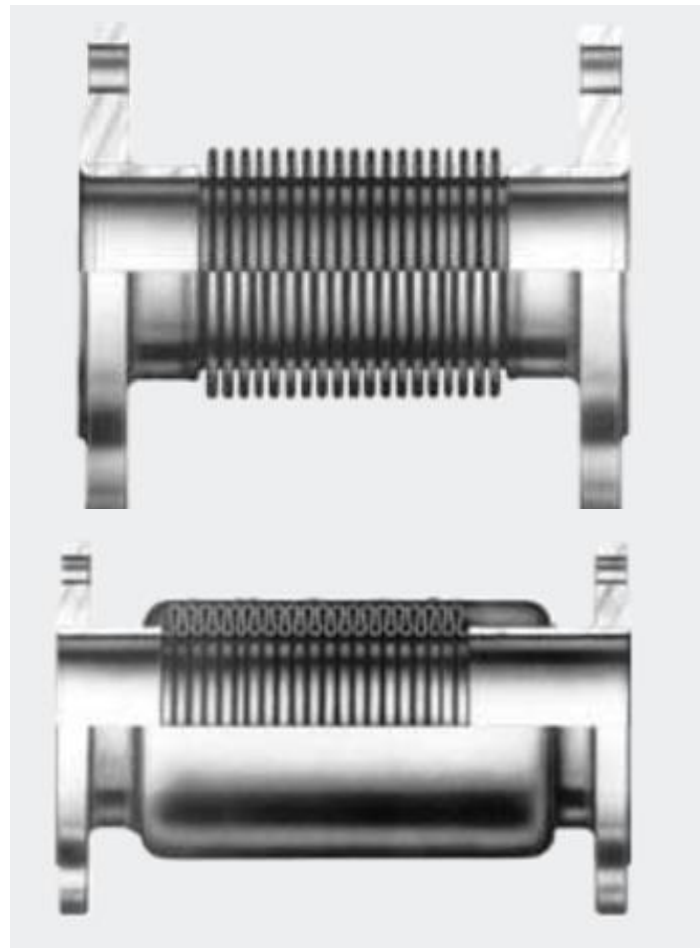
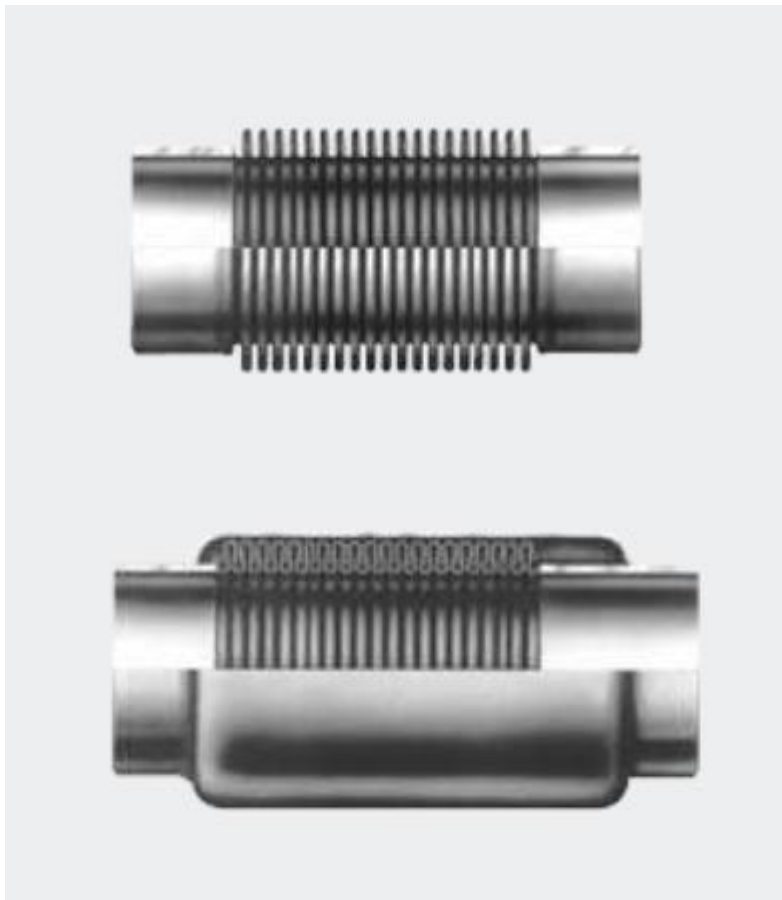


# Rezgéscsillapító kompenzátorok

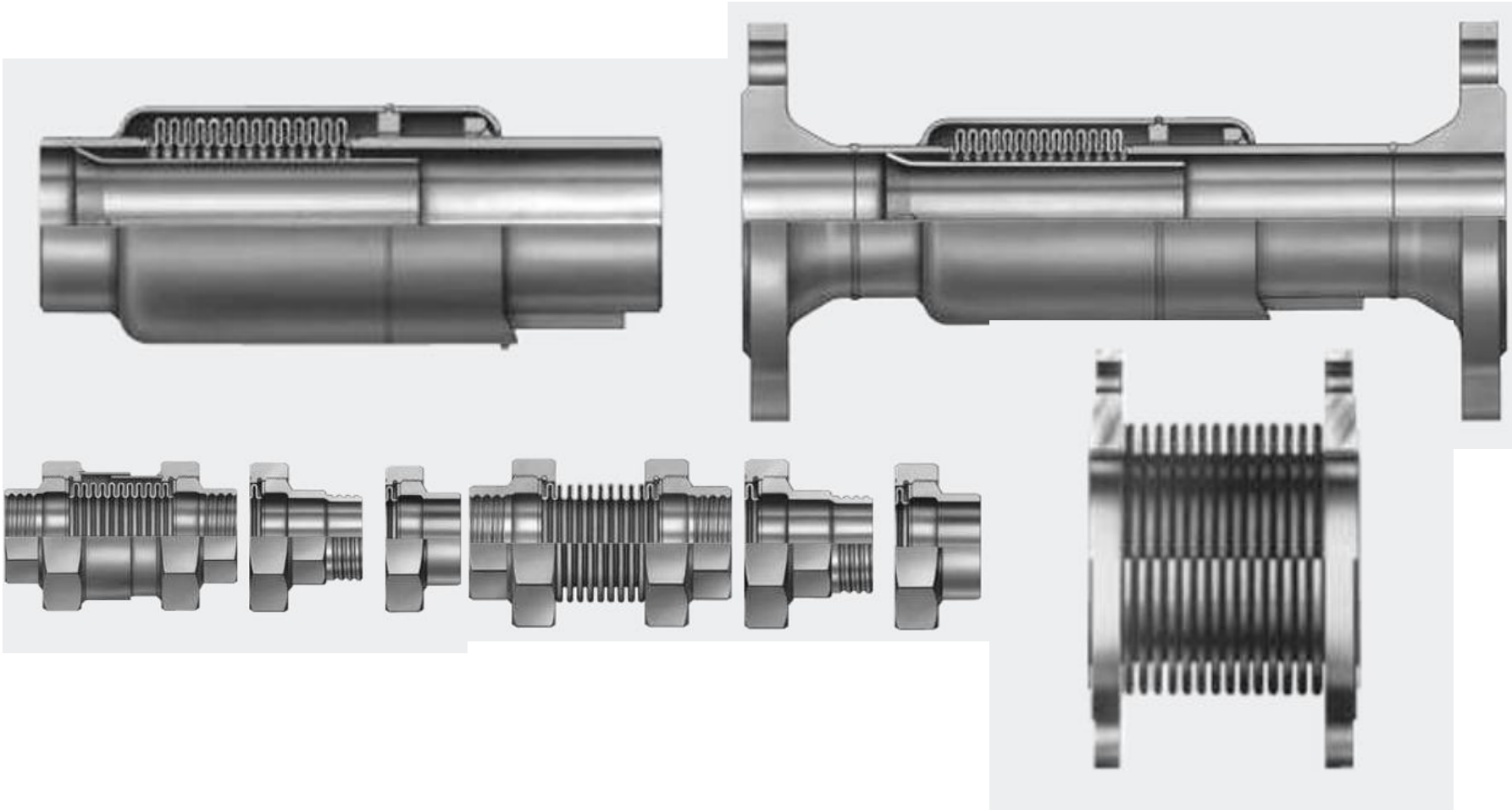




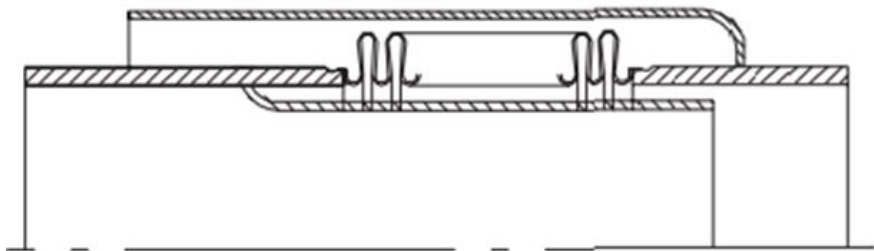
# Axiális kompenzátor változatok



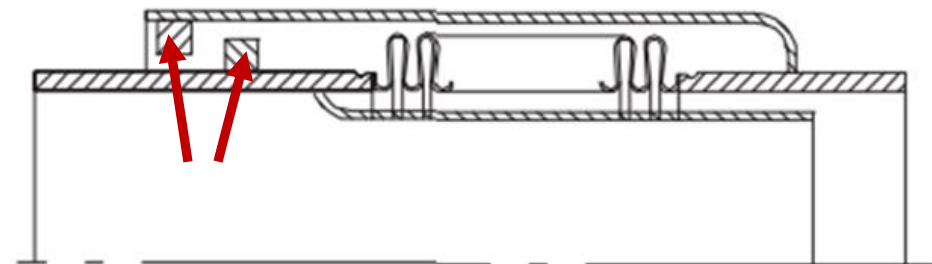
# Axiális kompenzátor változatok



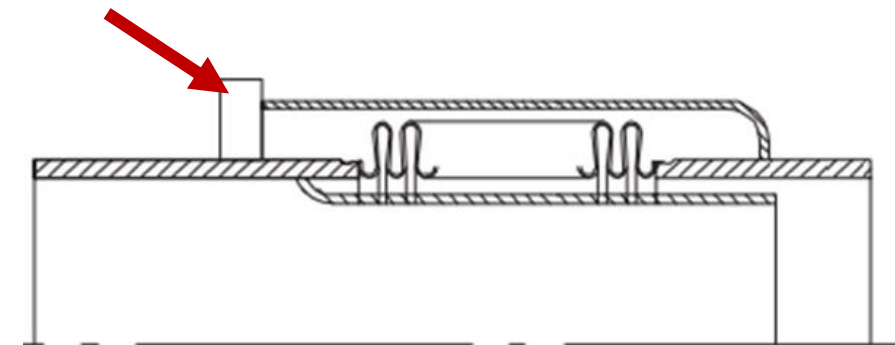
# Burkolt axiális kompenzátor kivitelek



Előfeszítés nélkül,  
elmozdulás  
mindkét irányba



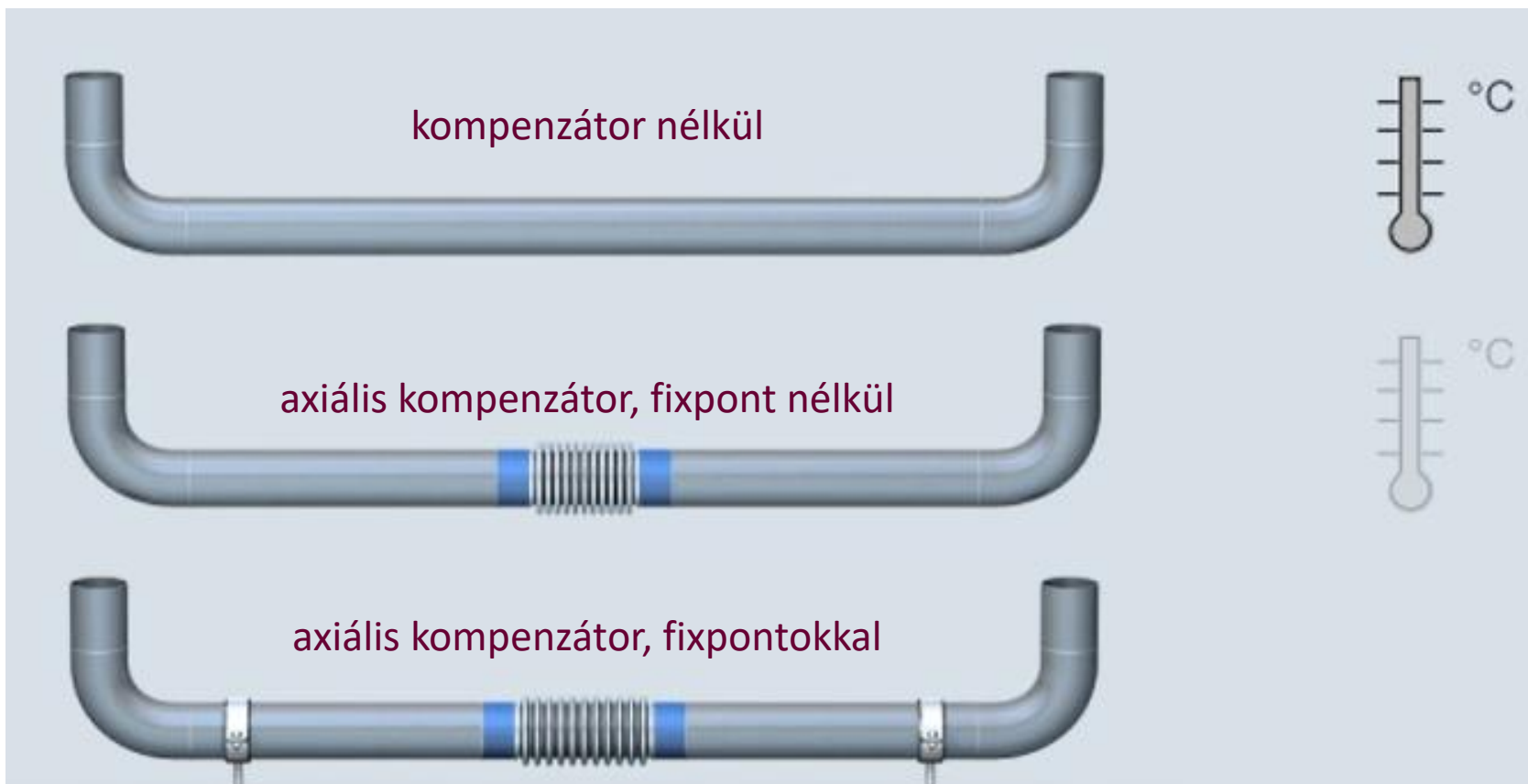
Elmozdulás  
mindkét irányba,  
löketerőltetővel



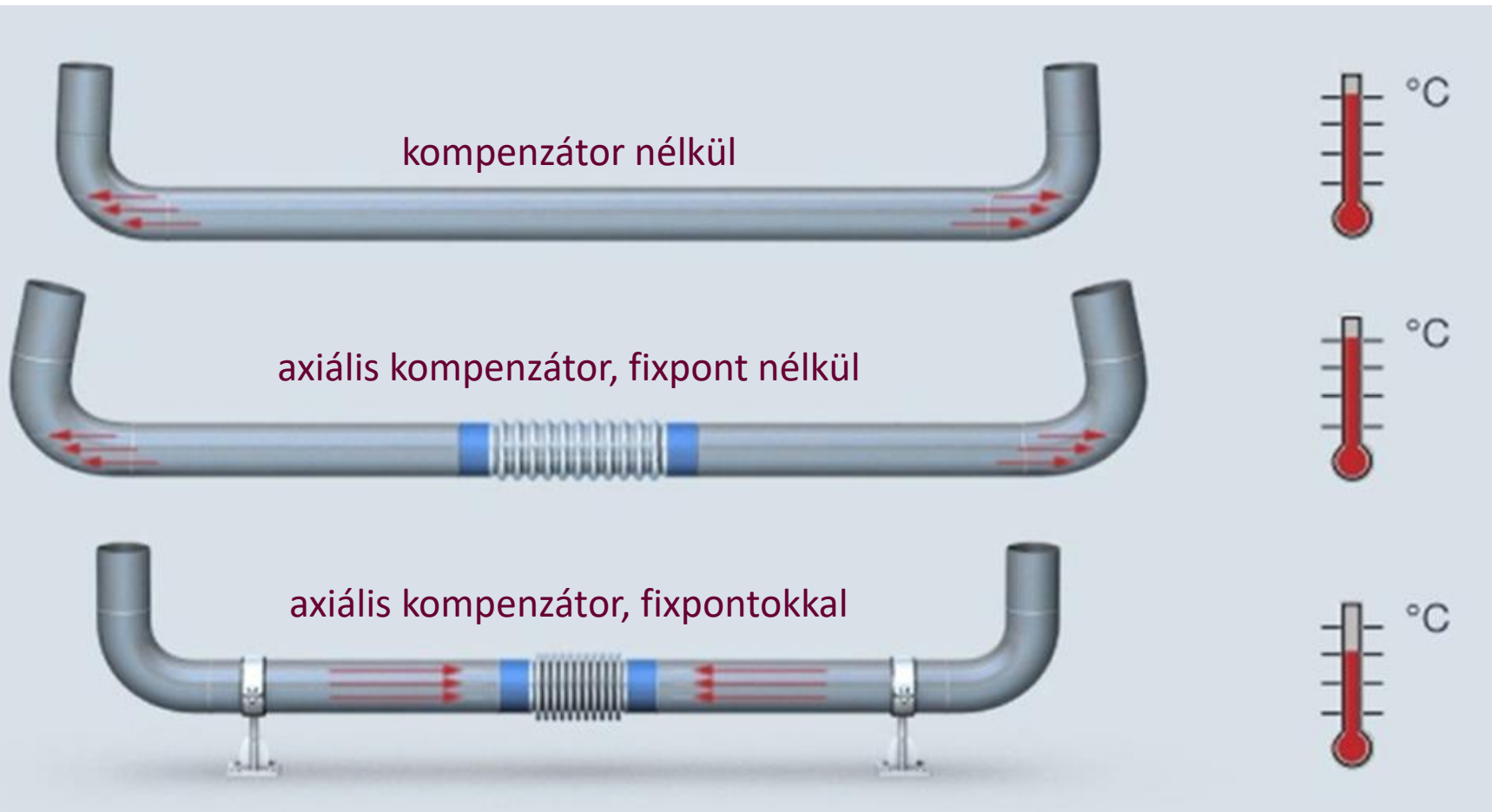
Előfeszítéssel, csak  
összenyomás  
lehetséges



# Hőmozgás összehasonlítás alacsony hőmérsékleten



# Hőmozgás összehasonlítás magas hőmérsékleten



# Axiális kompenzátorok méretezése

Hőtágulás számítása (más kompenzációnál is érvényes):

$$\Delta_{R0} = \frac{L_0 \cdot \Delta_t \cdot \alpha}{100} \text{ [mm]}$$

ahol:

$\Delta_{R0}$  = vezeték hőtágulása [mm]

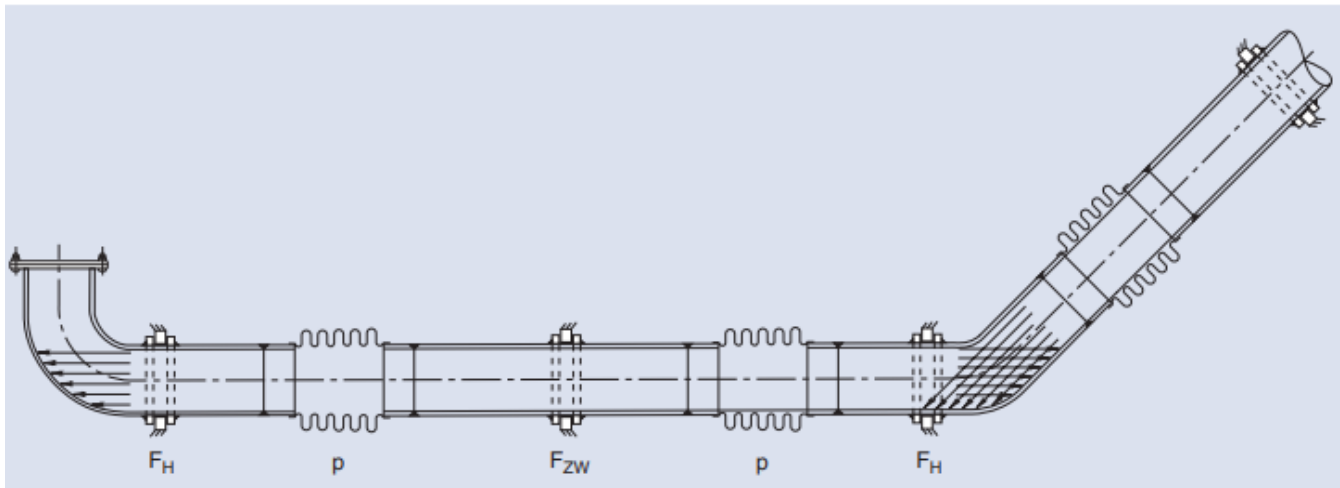
$L_0$  = kompenzálendő két fixpont közötti vezeték hossz [m]

$\Delta_t$  = hőmérséklet különbség [K]

$\alpha$  = csőanyag hőtágulási együtthatója



# Fixponti erők axiális kompenzátorok esetén



- $F_H$  = fixponti erő a fő fixpontokon

$$F_H = F_{DR} + F_E + \sum F_{LR} \text{ [N]}$$

- $F_{ZW}$  = fixponti erő a közbülső fixponton

$$F_{ZW} = F_E + F_{LR} \text{ [N]}$$



# Fixponti erők összetevői axiális kompenzátoroknál

Közegnyomásból származó erő ( $F_{DR}$ )

$$F_{DR} = 10 \cdot p \cdot A_B \text{ [N]}$$

$P$  = közeg(próba)nyomás [bar]

$A_B$  = hullámtest aktív felülete [ $\text{cm}^2$ ]

Hullámtest rugóereje ( $F_E$ )

$$F_E = C_{ax} \cdot \Delta_{ax} \text{ [N]}$$

$C_{ax}$  = rugóállandó [N/mm]

$\Delta_{ax}$  = tényleges elmozdulás [mm]

Súrlódási erő ( $F_{LR}$ )

$$F_{LR} = 9.81 \cdot G_{LR} \cdot \mu_{LR} \text{ [N]}$$

$G_{LR}$  = csővezeték tömege [kg]

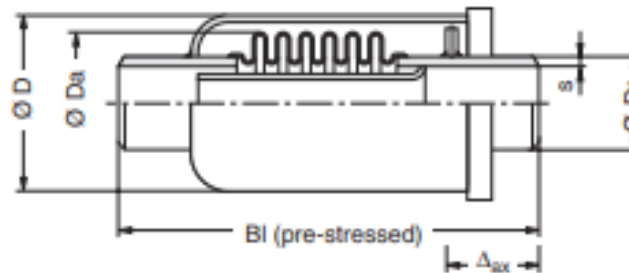
$\mu_{LR}$  = súrlódási együttható





# Kompenzátor jellemzők fixponti erő számításához

BOA Group



Order text:  
7117 00X – DN ... / PN ... /  $\Delta_{ax}$  ... / BI ...

DN	PN	Nominal axial movement capacity $\Delta_{ax}$	Overall length BI	Outer diameter $\varnothing D$	Weight [kg]	Welded end		Bellows		
						$\varnothing Dr$	s	Outer diameter $\varnothing Da$	Effective cross-sectional surface $A_B$	Axial spring rate <sup>1)</sup> $C_{ax}$
		[mm]	[mm]	[mm]		[mm]	[mm]	[mm]	[cm <sup>2</sup> ]	[N/mm]
400	16	76	500	465	54	406.4	8.8	445	1355	600
	16	106	585	465	70	406.4	8.8	445	1355	500
	16	128	625	465	72	406.4	8.8	445	1355	340
	16	196	1170	465	135	406.4	8.8	445	1355	250
	25	60	470	465	53	406.4	8.8	445	1355	1100
	25	98	575	465	75	406.4	8.8	445	1355	800
	25	156	1070	465	136	406.4	8.8	445	1355	580

$A_B$

$C_{ax}$

## Axial Expansion Joints

Type 7117 00X  
previous: 307/224

Reduction factor <sup>2)</sup> for pressure [ $K_p$ ] and movement capacity [ $K_s$ ]		
Temperature °C	$K_p$	$K_s$
-10 ... 120	1.00	1.11
150	0.96	1.09
200	0.88	1.06
250	0.80	1.00
300	0.68	0.95
350	0.62	0.93
400	0.50	0.90

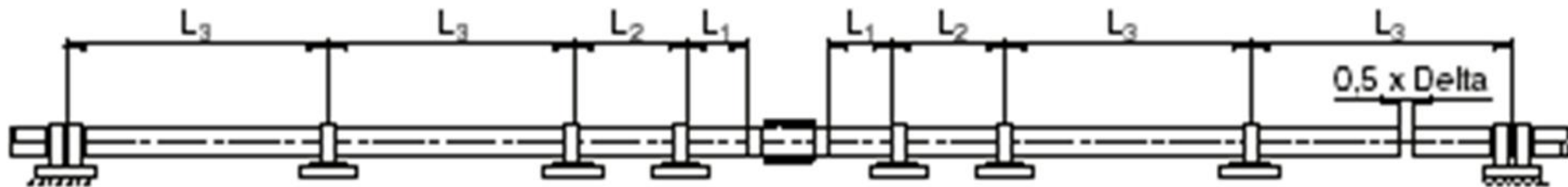
<sup>2)</sup> Intermediate values can be linearly interpolated.

# Axiális kompenzátorok szerelési szempontjai

- A csővezeték lejtéséről gondoskodni kell
- A csővezeték egyenesbe kell vezetni (oldalirányú és függőleges eltérés sem megengedett)
- A legjobb csúszó vagy görgős megvezetések alkalmazni
- Axiális kompenzátorok környezetében „lengő” felfüggesztések alkalmazása TILOS!
- A kompenzációs szakaszokat fixpontokkal kell elválasztani. Fixponti erők!!!
- A megvezetések szükséges távolságairól a következő kép tájékoztat, ahol:  
 $\Delta$  a hőtágulás mértéke, DN a névleges átmérő  
 $L1 = \max. 2 * DN + \Delta/2$ ;  $L2 = 0,7 * L3$ ;  $L3 = 400 * \text{gyök}(DN)$



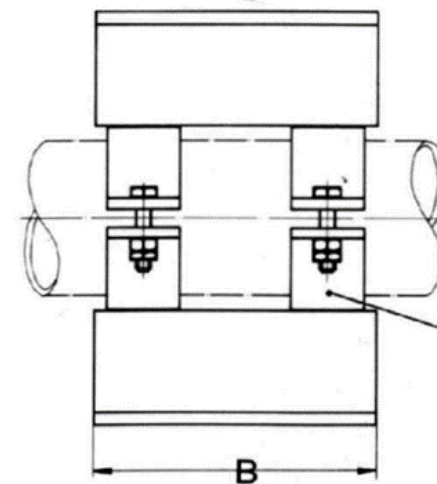
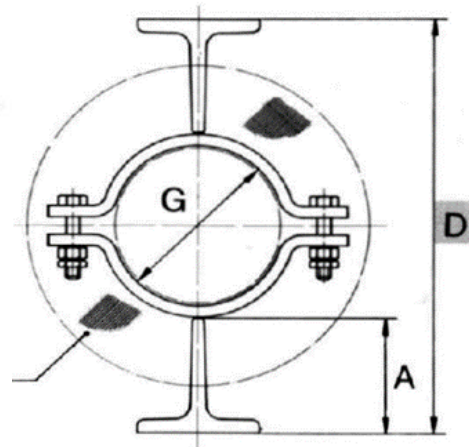
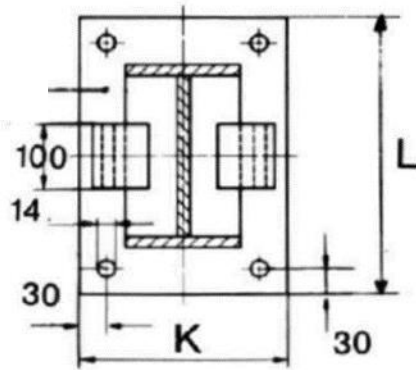
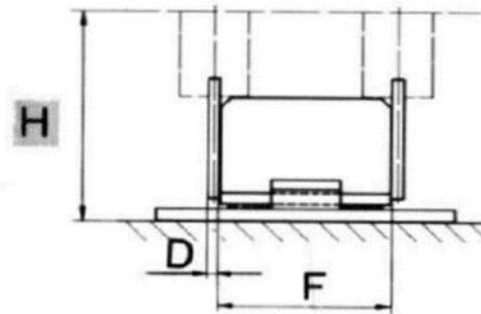
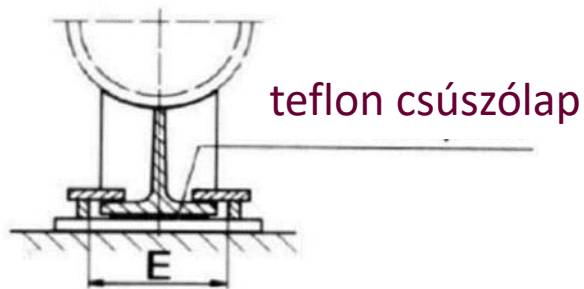
# Axiális kompenzátorok megvezetések távolsága



DN	L <sub>1</sub> mm	L <sub>2</sub> mm	L <sub>3</sub> mm
15	30 + $\Delta/2$	1050	1550
20	40 + $\Delta/2$	1200	1750
25	50 + $\Delta/2$	1400	2000
32	64 + $\Delta/2$	1550	2250
40	80 + $\Delta/2$	1750	2500
50	100 + $\Delta/2$	1950	2800
65	130 + $\Delta/2$	2250	3200
80	160 + $\Delta/2$	2500	3550
100	200 + $\Delta/2$	2800	4000
125	250 + $\Delta/2$	3100	4450
150	300 + $\Delta/2$	3450	4900

DN	L <sub>1</sub> mm	L <sub>2</sub> mm	L <sub>3</sub> mm
200	400 + $\Delta/2$	3950	5650
250	500 + $\Delta/2$	4400	6300
300	600 + $\Delta/2$	4850	6900
350	700 + $\Delta/2$	5200	7450
400	800 + $\Delta/2$	5600	8000
450	900 + $\Delta/2$	5900	8450
500	1000 + $\Delta/2$	6250	8900
600	1200 + $\Delta/2$	6850	9800
700	1400 + $\Delta/2$	7450	10600
800	1600 + $\Delta/2$	7900	11300

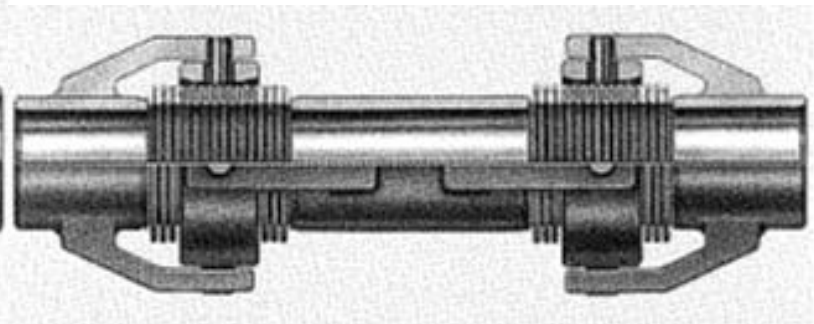
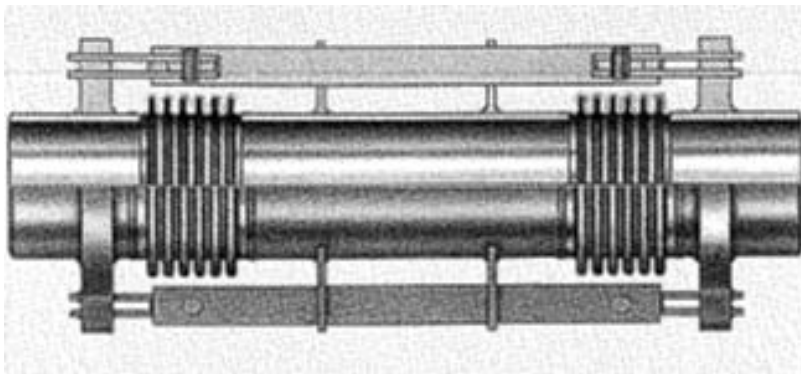
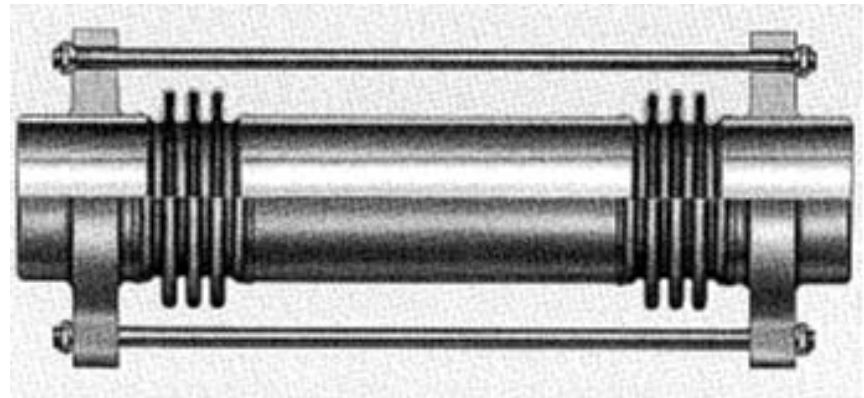
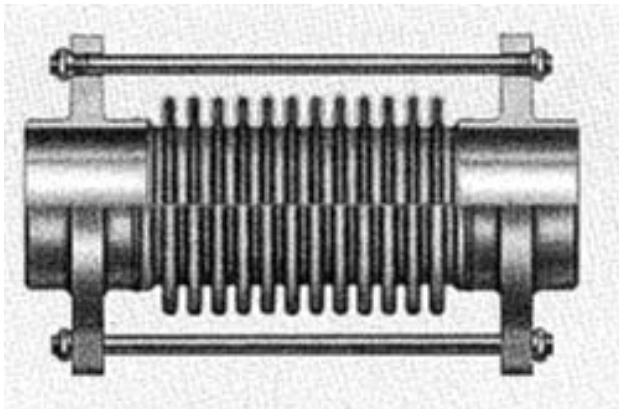
# Példák tartókra, csúszó megvezetésekre



Ez a menetes szár egy „papucsban” nem minősül egyenesbe vezetésnek!



# Laterális kompenzátorok változatai



# Laterális kompenzátorok elmozdulásai

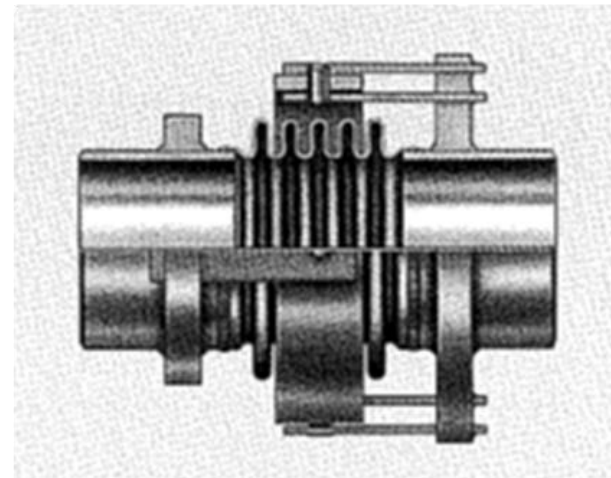
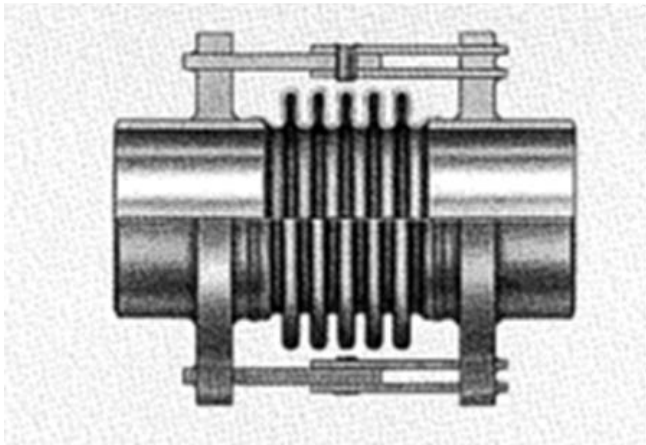
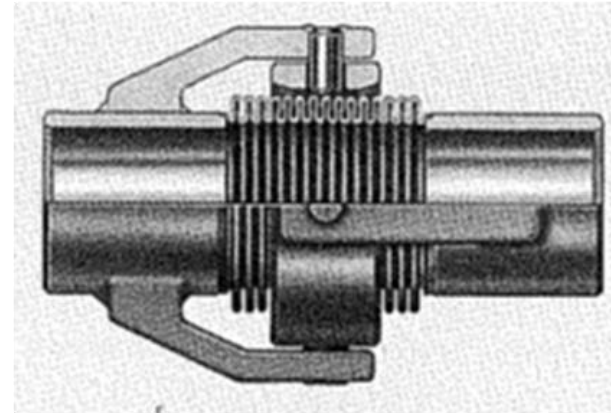
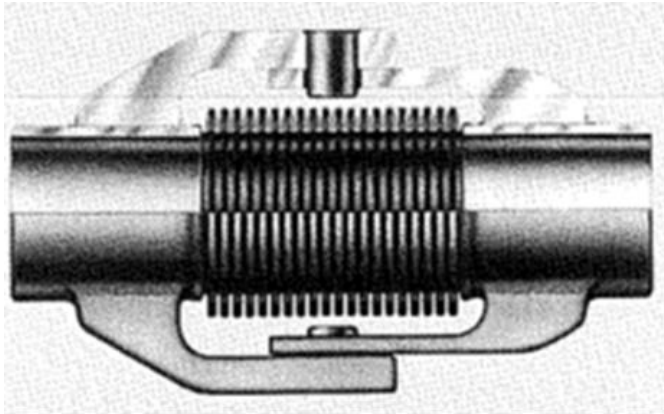
## LATERALKOMPENSATOREN

System mit Führungslagern  
und Lateralkompensator

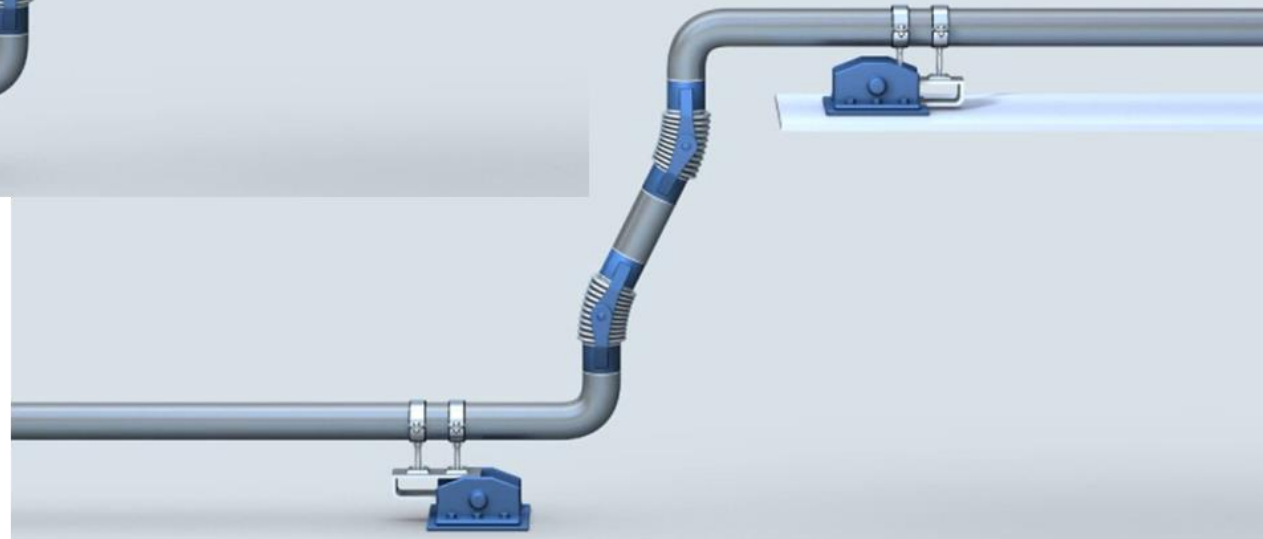
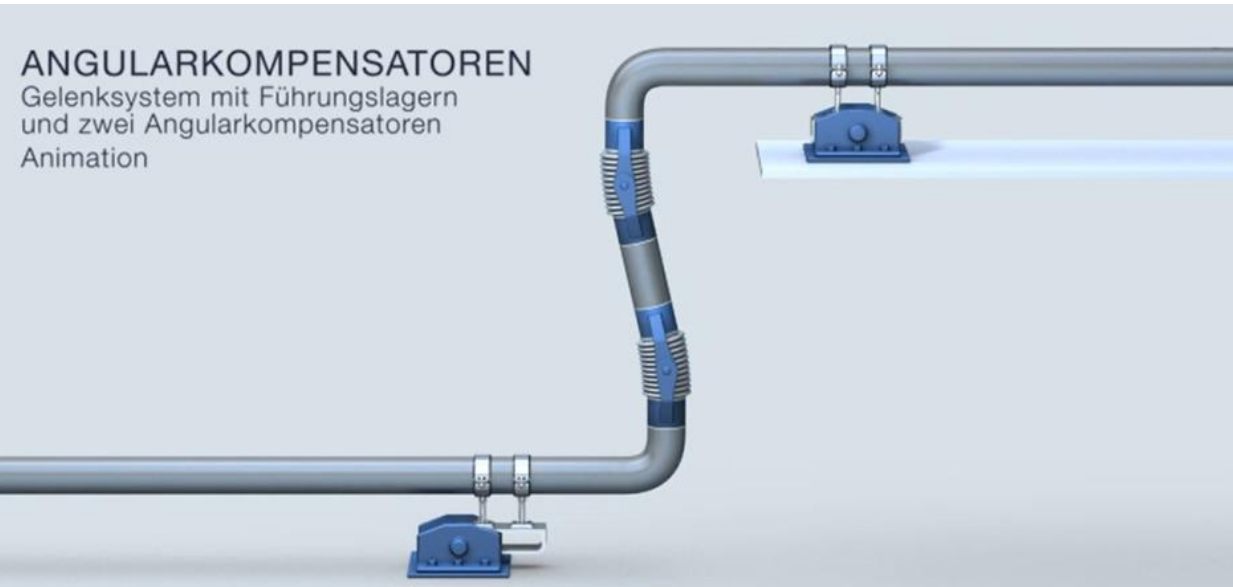
Animation



# Anguláris kompenzátorok változatai









**matászs**

Online Akadémia

# Kardáncsuklós kompenzátorok elmozdulásai

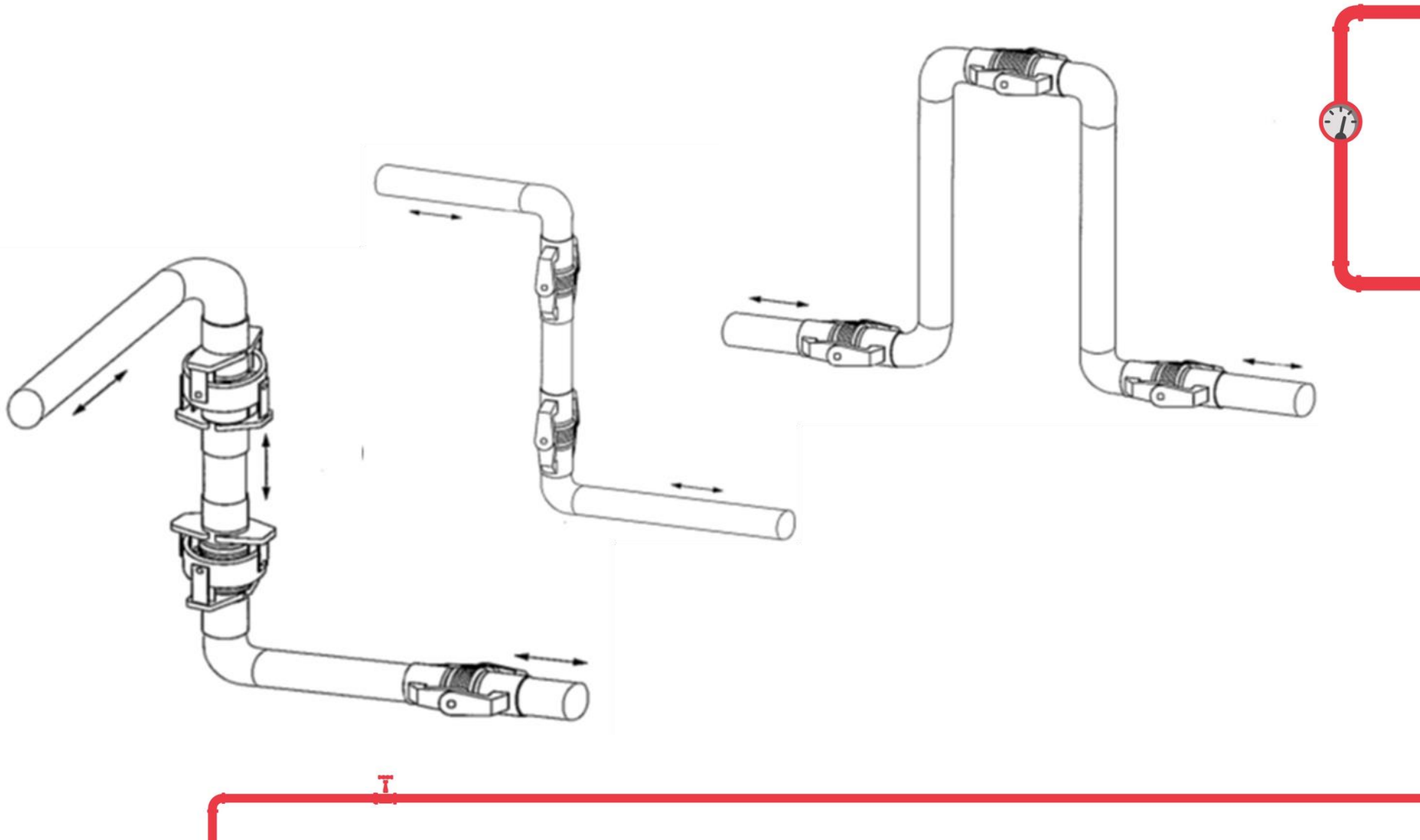
## KARDANKOMPENSATOREN

Gelenksystem mit Führungslagern  
und Kardankompensatoren

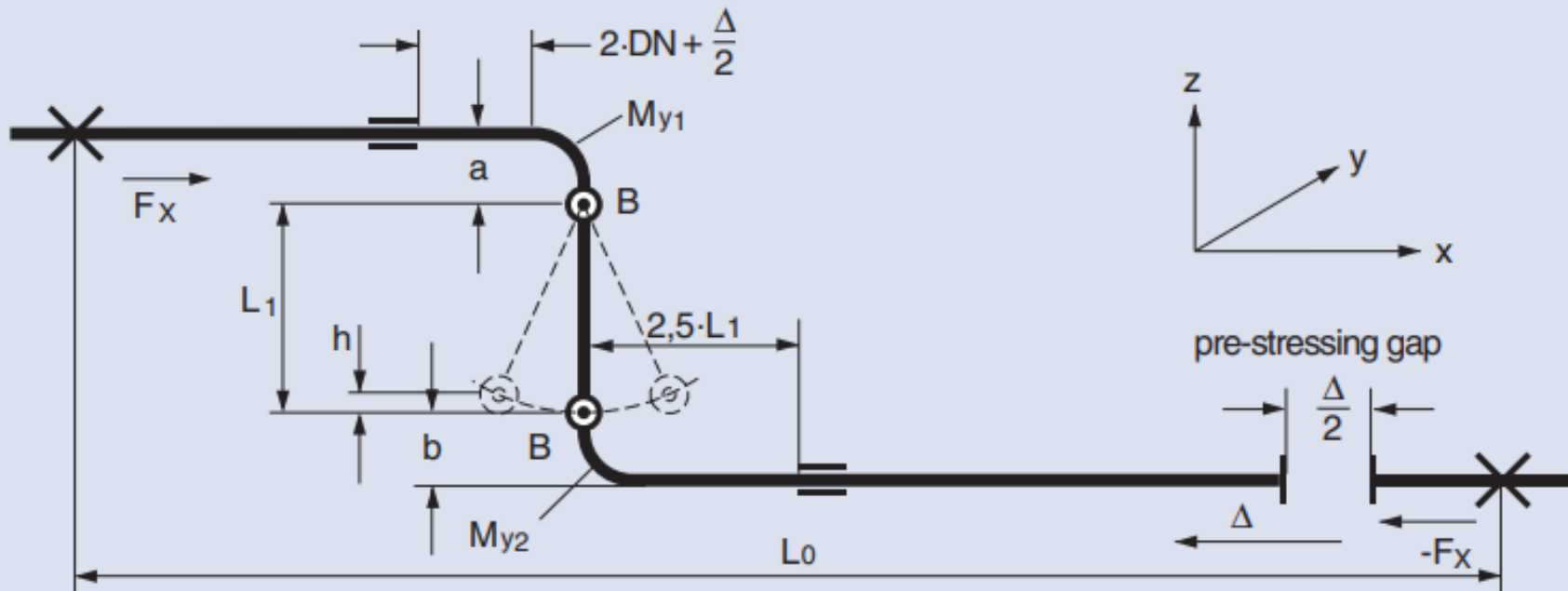
Animation



# Példák anguláris (csukló-) kompenzátoros rendszerekre



# Anguláris kompenzátoros szerkezetek méretezése



Csukló forgáspontok szükséges távolsága  
50% előfeszítést feltételezve  
 $\alpha_{zul}$  = a kompenzátor megengedett elfordulása

$$L_1 = \frac{\Delta}{2 \cdot \sin \alpha_{zul}} \text{ [mm]}$$

Magassági eltérés maximális elfordulás mellett  
A „h” eltérést és az  $L_1$  szakasz hőtágulását a  $2,5 \cdot L_1$   
megvezetés távolságnak kell felvennie

$$h = L_1 \cdot (1 - \cos \alpha_e) \text{ [mm]}$$

A szerkezetből adódó hajlítónyomaték

$$M_B = C_r \cdot p + C_\alpha \cdot \alpha_e + C_z \cdot p \cdot \alpha_e \text{ [Nm]}$$

$C_r$  = csuklósúrlódás [Nm/bar]

$p$  = közeg(próba)nyomás [bar]

$C_\alpha$  = rugóllandó [Nm/fok]

$\alpha_e$  = tényleges szögelfordulás [fok]

$C_z$  = az elfordulásból és a nyomásból adódó pótlólagos ellenállás [Nm/(bar\*fok)]



A szerkezetből adódó fixponti erő

$$F_x = \frac{2000 \cdot M_B}{L_1} \text{ [N]}$$

**A közegnyomásból származó erő itt nem merül fel!**



## Axiális vagy anguláris?

### Axiális:

Nem kell eltérni a csővezeték egyenes nyomvonalától

Egyszerűen méretezhető

Kis elmozdulások, rövid szakaszok, sok fixpont

Nagy fixponti erők (közegnyomás!!, rugóállandó, súrlódás)

### Anguláris:

Természetes iránytörések kihasználhatók

Nagy elmozdulások, hosszabb szakaszok, kevesebb fixpont

Kisebb fixponti erők (rugóállandó, súrlódás, csuklósúrlódás)

**Magas közegnyomások, hosszú szakaszok esetén az anguláris kompenzátoros megoldások stabilabbak, biztonságosabbak, vezetéki összköltségben (általában kompenzátor árban is) kedvezőbbek**



# Még néhány általános szerelési szempont

- A kompenzátort **torziós** terhelés **nem** érheti
- Ne a kompenzátorral egyenlítsük ki a csőtengely-eltéréseket, mert ezzel lecsökkentjük a kompenzátor mozgási lehetőségeit, nagy eltérés esetén tönkre tesszük a kompenzátort.
- A kompenzátor hullámtestet védjük meg ütésektől és egyéb behatásoktól, leginkább a hegesztési vagy vágási fröcsköléstől (ausztenites rozsdamentes acél). Kijavíthatatlan hibát okozunk így – el lehet dobni a kompenzátort!
- Előfeszítés – a beépítési hőmérséklet és kompenzátor méretezése függvényében
- Kompenzációs szakaszok elválasztása fixpontokkal



# Beépített anguláris kompenzátorok





# Köszönöm a figyelmet!



Kiss Imre

Szabályozó és Kompenzátor Kft.

Tel: 36 1 340-2765

E-mail: [iroda@szabalyozo.hu](mailto:iroda@szabalyozo.hu)

Web: [www.szabalyozo.hu](http://www.szabalyozo.hu)



[www.tavho.org/e-learning](http://www.tavho.org/e-learning)