

# Výpočet jednotlivých síl pôsobiacich na pevné body

## Sila od tlaku v potrubí

$$F_p = 10 \times p \times A \quad (\text{N})$$

p	(bar)	výpočtový pretlak
A	(cm <sup>2</sup> )	efektívny prierez vlnovca (katalóg)

## Sila od deformácie kompenzátora

$$F_w = w \times c \quad (\text{N})$$

w	(mm)	dilatácia potrubia
c	(N/mm)	axiálna tuhosť kompenzátora (katalóg)

$$w = \Delta t \times L_c \times \alpha \quad (\text{mm})$$

$\Delta t$	(deg)	rozdiel maximálnej a minimálnej teploty ( $t_{\max} - t_{\min}$ )
$L_c$	(m)	vzdialenosť pevných bodov
$\alpha$	(mm/m.deg)	súčiniteľ dĺžkovej rozťažnosti (vid'. tab. str. 1.17)

## Sila od trenia v uložení

$$F_t = \mu \times M \times L \quad (\text{N})$$

M	(N/m)	celkové zaťaženie potrubnej trasy na bežný meter (hmotnosť trubky, náplň, izolácia, sneh. . .)
L	(m)	dĺžka trubky medzi PB a kompenzátorom
$\mu$	(-)	súčiniteľ trenia v uložení

## Odstredivá sila v oblúku

$$F_o = 2 \times 10^{-4} \times A \times \rho \times v^2 \times \sin(b/2) \quad (\text{N})$$

A	(cm <sup>2</sup> )	efektívny prierez vlnovca (katalóg)
$\rho$	(kg/m <sup>3</sup> )	hustota prúdiaceho média
v	(m/s)	rýchlosť prúdiaceho média
b	(deg)	stredový uhol oblúku potrubia v stupňoch

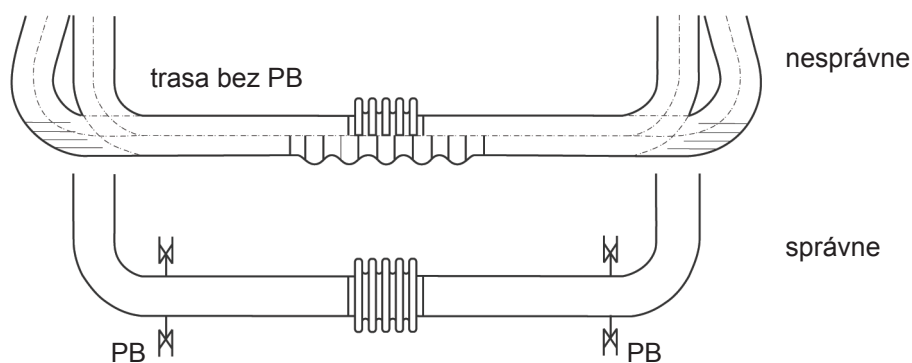
## Celková sila na pevný bod (PB)

$$F_c = F_p + F_w + F_t + F_o \quad (\text{N})$$

Tab. 1

Súčiniteľ dĺžkovej roztlačnosti $\alpha$ (mm/m.deg)					
Materiál (triedy podľa STN)	Teplota (°C) od 20 °C do				
	100	200	300	400	500
11 xxx	0,0111	0,0121	0,0129	0,0135	0,0139
12 xxx	0,0111	0,0121	0,0129	0,0135	0,0139
15 xxx	0,0136	0,0138	0,0141	0,0144	0,0147
17 xxx	0,0155	0,0165	0,017	0,0175	0,018
Meď	0,0155	0,016	0,0165	0,017	0,0175
AlMg <sub>3</sub>	0,0237	0,0245	0,0253	0,0263	0,0272

**Príklad zdôvodnenia potreby správneho umiestnenia PB pri použití axiálnych kompenzátorov**



Pevný bod (PB) je potrebné navrhnuť na zaťaženie, ktoré je dané celkovou silou  $F_c$ .

V prípade medziľahlých pevných bodov (MPB – vid' ďalej) je možné tieto dimenzovať na nižšie zaťaženie.

V praxi existujú rôzne spôsoby použitia kompenzátorov s ohľadom na usporiadanie potrubných trás a s prihliadnutím k premenlivým záťažovým podmienkam. Ponúkame Vám preto služby nášho technického oddelenia, ktoré navrhne najvhodnejší spôsob použitia kompenzátorov a vykoná výpočet zaťaženia pevných bodov a celkového uloženia potrubia.

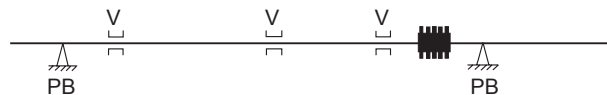
# Príklady použitia axiálnych kompenzátorov

## Legenda:

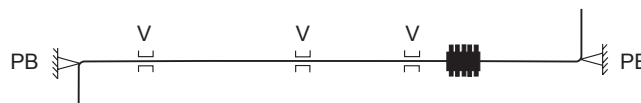
- V** osovú vedenie
- PB** hlavný pevný bod
- MPB** medziľahlý pevný bod (nemusí byť dimenzovaný na plné zaťaženie  $F_c$ )

## Súhrnný prehľad základných spôsobov použitia axiálnych kompenzátorov

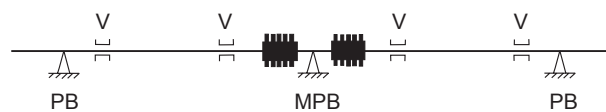
A) Klasický prípad - axiálny kompenzátor medzi dvoma hlavnými pevnými bodmi



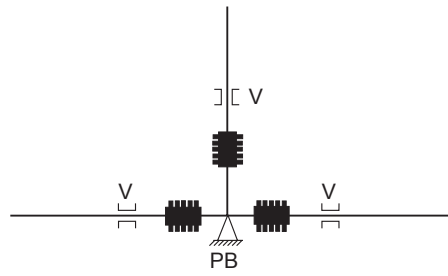
B) Axiálny kompenzátor medzi dvoma hlavnými pevnými bodmi umiestnenými v oblúkoch



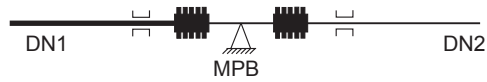
C) Pri kompenzácii dlhších trás je účelné usporiadať kompenzátory symetricky. Zaťaženie medziľahlého pevného bodu sa posudzuje s ohľadom na veľkosť jeho jednostranného zaťaženia.



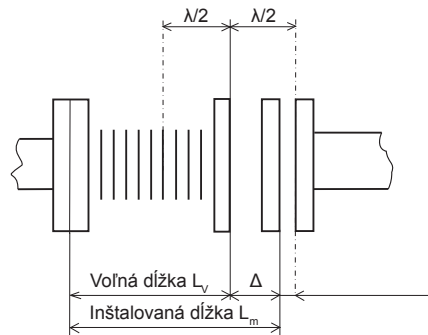
D) Použitie axiálnych kompenzátorov v potrubí s odbočkami.



E) V prípade, že potrubie mení prierez, musí byť medziľahlý pevný bod dimenzovaný ako hlavný a s ohľadom na rozdiel síl od susediacich kompenzátorov.



# Výpočet predpätia axiálneho kompenzátora



Pre plné využitie kompenzačných schopností osového kompenzátora je vhodné ho pri montáži predopnúť. Veľkosť predpätia závisí na maximálnej ( $t_{max}$ ) a minimálnej ( $t_{min}$ ) teplote média, ktorú môže mať potrubie po dobu životnosti a teplote potrubia pri montáži ( $t_{mon}$ ).

$$\Delta = \frac{\lambda}{2} - \left( \frac{t_{mon} - t_{min}}{t_{max} - t_{min}} \right) \cdot \lambda$$

$\Delta$  (mm)

predpätie kompenzátora  
(+) natiahnutie, (-) stlačenie

$\lambda$  (mm)

celková kompenzačná schopnosť  
kompenzátora (osový posun)

$$t_{min} \leq t_{mon} \leq t_{max}$$

$L_v$  (mm)

voľná dĺžka kompenzátora  
(stavebná dĺžka)

$L_m$  (mm)

montážna dĺžka kompenzátora  
(po predopnutí)

## Montážna dĺžka kompenzátora

$$L_m = L_v + \Delta \text{ (mm)}$$

## Návrh potrubného uloženia pri použití osových kompenzátorov.

Pre potrubné uloženia s osovými kompenzátormi používame pevné body (PB), osové vedenia (V) a rovinné podpery (P).

Význam a návrh pevných bodov bol popísaný v predchádzajúcich kapitolách.

Veľký význam majú osové vedenia potrubia.

Účelom osových vedení je vedenie potrubia v osovom smere a udržanie osi potrubia v priamke tak, aby kompenzátor nebol priečne namáhaný.

Osové vedenia potrubia musia byť navrhnuté na zaťaženie vo zvislom i vodorovnom smere. Zaťaženie je výsledkom výpočtu zohľadňujúceho tiažový účinok potrubia, vplyv trecích síl a vplyv nestacionárnych stavov, ktoré nastávajú pri počiatočnom prehriatí alebo chladnutí potrubia (hlavne veľkých priemerov).

Pri výpočtoch sa predpokladá, že osové vedenie musí vydržať priečne zaťaženie vo výške 15 % celkovej osovej sily.

Musí byť navrhnuté tak, aby zabránilo vybočeniu potrubia v dôsledku priečnej pružnosti kompenzátora a zaťaženia od vnútorného pretlaku.

Ak osové vedenie bezprostredne susedí s kompenzátorom, je vhodné použiť axiálne vedenie, ktoré obopína trubku po celom obvode.

Rovinné podpery potrubia možno používať v kombinácii s osovými vedeniami pokiaľ neovplyvnia správnu funkciu kompenzátora alebo pevnosť potrubia.

**Nielen návrhu pevných bodov, ale i ostatným prvkom potrubného uloženia je potrebné venovať veľkú pozornosť, pretože sú najčastejšou príčinou porúch kompenzátorov a havárií potrubia s osovými kompenzátormi.**

Pre základný návrh potrubného uloženia s osovým kompenzátorom je možné použiť túto zjednodušujúcu metodiku:

$L_1$  min  $4 \times DN$ ;  $2 \times DN + \frac{W}{2}$  (menšia z oboch hodnôt)

$L_2$   $14 \times DN$

$L_3$  podľa návrhu projektanta

**Použité označenia:**

w dilatácia potrubia  
DN svetlosť potrubia

