

## Návod na použití kovových kompenzátů (včetně kompenzátů pro tlaková zařízení dle Směrnice PED 2014/68/EU)

### Všeobecně

#### Přehled typů

Axiální kompenzátory: XXX/sériové číslo

ANS	=	axiální kompenzátor s přivařovacími nátrubky
ALS	=	axiální kompenzátor s přivařovacími nátrubky a vnitřní vodicí trubkou
ANFH	=	axiální kompenzátor s jednou pevnou a jednou točivou přírubou
ANL	=	axiální kompenzátor s nerezovými lemy a točivými přírubami
AUA	=	axiální kompenzátor s vnějšími závitmi a vnější ochrannou trubkou
ABS	=	axiální kompenzátor s přivařovacími nátrubky, vnitřní vodicí a vnější ochrannou trubkou
ABXI	=	axiální kompenzátor s vnitřními závitmi, vnitřní vodicí a vnější ochrannou trubkou
ANB	=	axiální kompenzátor s točivými přírubami
ADS	=	axiální kompenzátor s vnější tlakovou zátěží měchu a přivařovacími nátrubky (ADS) nebo s vnějšími závitmi (ADA)
AUS ONE	=	axiální kompenzátor přivařovací s vnější ochrannou trubkou pro centrální zásobování teplem, jednočinný (vnějším pláštěm)
ADS MUF	=	axiální kompenzátor přivařovací s vnější tlakovou zátěží měchu pro centrální zásobování teplem

Jiné typy na poplátku.

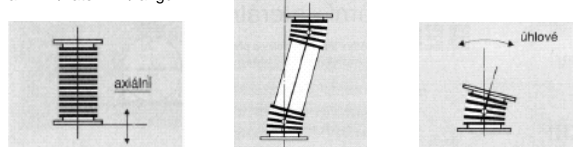
Sériové číslo = DN – PN - celková dilatace v mm

#### Použité zkratky:

DN	-	jmenovitá světlost, v mm
PN	-	tlakový stupeň, tj. konstrukční tlak vztažený na pokojovou teplotu 20°C (RT)
PS	-	provozní tlak (nejnižší nebo nejvyšší tlak při provozní teplotě TS)
TS	-	minimální (-) a maximální (+) provozní teplota
2020	-	příklad: rok výroby nebo 08/20 – měsíc/rok výroby
CE	-	tlaková zařízení dle kategorie I směrnice 2014/68/EU
CEXXXX	-	příklad: výrobek dle kategorie II, III a IV směrnice 2014/68/EU
bez značení	-	výrobek mimo kategorií I – správná technická praxe nebo mimo platnost směrnice 2014/68/EU

#### Funkce

axiální / laterální / angulární



Kompenzátory kompenzují: teplotní dilatace potrubí, zařízení, konstrukce, mechanické dilatace od větru, sedání budov, seismicity, vibrace rotačních strojů, eliminace hluku. Využívají se i pro snížení reakce od potrubí na zařízení a napětí v trase.

Jsou konstruovány na provozní podmínky, pro které byly určeny a zaručují trvalou a jistou funkci, pokud byly bez poškození a bez překážek zabudovány a užity v potrubních systémech.

Při plánování a před montáží je nutné dodržet následující pravidla:

1. Zjistit velikost dilatace  $\Delta l = \alpha \times \Delta t \times L$   
 $\alpha$  = součinitel teplotní roztažnosti mm/°C/m,  $\Delta t$  = rozdíl teplot ve °C,  $L$  = vzdálenost pevných bodů přímé potrubní trasy v m

#### $\alpha$ Součinitel teplotní roztažnosti 20 [°C] + T $\alpha$ [mm/ m/°C]

Teplota [°C] >	100	200	300	400	500
Uhlíkatá	0,0111	0,0121	0,0129	0,0135	0,0139
Žárupevná 15	0,0131	0,0131	0,0135	0,0141	0,0143
Austenitická	0,0164	0,0171	0,0178	0,0180	0,0183

#### 2. Stanovit potřebné kompenzátory, při tom dbát na následující:

- Mezi 2 pevné body umístit vždy pouze 1 kompenzátor, případně sadu kloubových kompenzátů.
- Při dilatacích větších, než je dilatační schopnost vybraného kompenzátoru, potrubní trasu rozdělit mezilehlými pevnými body na dílčí trasy.

#### 3. Stanovení zatížení pevného bodu, stanovení konstrukce pevného bodu

Pozn.: Pro každý axiální kompenzátor musí být na obou koncích přímého úseku potrubí pevný bod!!

#### 4. U potrubních tras stanovit vedení a uložení potrubí viz str.5

#### 5. Stanovit předpětí kompenzátorů viz str.6

#### Správné použití

Kompenzátory byly navrženy, konstruovány a vyrobeny dle podmínek objednatele, mj. s ohledem na medium, tlak, teplotu a světlost. Je nutné je správně zabudovat a provozovat. Je nutné dbát na přiložené návody na použití a návody k montáži. Zejména je nutné dbát na:

- **Tlak** (nesmí být překročen maximální přípustný pracovní přetlak kompenzátoru)
- **Teplota** – Nerezové axiální kompenzátory jsou v katalogu konstruovány a klasifikovány dle tlakových stupňů PN a jsou dle těchto stupňů povoleny, případně certifikovány. V praxi to znamená, že při maximálním možném provozním tlaku PS = PN (tlakový stupeň) nesmí být překročena max. provozní teplota TS + 20°C. Je-li max. provozní teplota TS vyšší než +20°C musí být max. provozní tlak PS a dilatace redukována = násobena redukčním součinitelem Kp a Kd teploty viz tabulka níže.

#### Redukční součinitel PŘETLAKU Kp a dilatace Kd s TEPLOTOU

Teplota [°C]>	100	200	300	400	500
Kp	0,9000	0,8000	0,6700	0,6100	0,5700
Kd	1,0000	0,9000	0,8500	0,8000	0,7500

#### Redukční součinitel Cyklů KL pro vyšší počet cyklů

Počet Cyklů	1000	2000	3000	5000	10000
KL	1,0	0,82	0,73	0,63	0,51

- **Odolnost** – materiály použité pro měch musí být odolné médiiu používaným za daných provozních podmínek včetně teploty; toto je nutné případně porovnat s listinou odolností, (nesmí být překročena maximální přípustná teplota v závislosti na médiu).

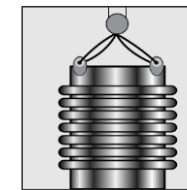
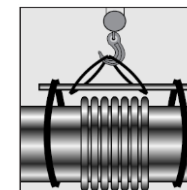
Pozn.: Pokud je v objednávce výslovně uvedena norma pro použitý materiál, musí být kompenzátor označen na částech, které přicházejí do styku s médiem, touto normou. Nezávisle na tomto zadání musí výrobce provést analýzu rizik na základě média specifikovaného při objednání. Pokud má

výrobce pochybnosti ohledně předepsaného materiálu, je nutné objednatel na tuto skutečnost upozornit a věci vyjasnit. Pokud při objednávce není médium jasně specifikováno, nemůže výrobce provést analýzu rizik na chemickou odolnost použitých materiálů. Zásadně musí provozovatel v rámci stanovení rizik dle zákoníku práce zkontrolovat, zda je zaručena odolnost materiálů pro dané médium.

- Aby bylo možné kompenzátory bezpečně provozovat, je nutné provádět technická, organizační a opatření osobní ochrany. Přednost mají vždy technická a organizační opatření. Pokud tímto není možné předejít všem nebezpečím, je nutné opatřit a používat účinné osobní ochranné prostředky.

#### Manipulace

- S kompenzátory s přivařovacími nátrubky lze manipulovat pouze způsobem vyznačeným na obrázcích níže, tzn. uchycení pouze za nátrubky. Pro manipulaci nelze použít táhla, závitové spojovací tyče a ostatní výstroj kompenzátoru.
- Je třeba dbát, aby při zdvihání nedošlo k poškození měchu a případných spojovacích prvků (táhla, závitové tyče apod.).
- Kompenzátory s přírubami lze zvedat pouze za příruby.



#### Skládání před montáží

Při skládání kompenzátů je nutné zejména dbát následujícího:

- Skladovat v chladu, suchu a bez prachu; zabránit nadměrnému působení tepla.
- Zakrýt konce kompenzátů (včetně lemů) vhodnou ochranou, aby bylo zabráněno znečištění vnitřního prostoru, či vniknutí koroze (po čištění případně po vyprázdnění).

#### Montáž

Aby byla zajištěna funkčnost kompenzátů a nebyla zkrácena jejich životnost dodatečným zatížením, je nutné dbát na následující:

- Kompenzátory musí být zabudovány tak, aby nebyla omezována jejich přirozená poloha a pohyb. Dbát na to, aby při montáži a později za provozu nebyl měch zatěžován krutem větším, než kompenzátor dovolí přenášet.
- Těsnění u přírubových kompenzátů umístit v ose a dbát na to, aby utahování šroubů s protipřírubou bylo prováděno křížem. Případně používat momentový klíč (je nutné při určitých druzích těsnění dle údaje výrobce).
- Kompenzátory nesmí být za provozu ovlivňovány dodatečnými vnějšími vlivy, které nebyly zohledněny při jejich návrhu a pro které nejsou konstruovány.
- Před uvedením do provozu zkontrolovat utažení rozehratelných spojů.
- Nesmí být překročeny dilatace udávané výrobcem (nutno vyhledat v katalogu).
- Měchy musí být chráněny proti vnějším mechanickým, tepelným a chemickým vlivům, to platí také při montáži a např. při navařování koncovek. Mezi vlnami měchu se nesmí nacházet žádná nečistota a nesmí jim být bráněno v pohybu (zkrácení jejich životnosti).
- Zkontrolovat, případně nastavit uložení potrubí bezprostředně u kompenzátoru.
- Při viditelném vnějším poškození měchu kompenzátor neuvádět do provozu.
- Před uvedením do provozu kompenzátor případně vhodným způsobem vyčistit.
- Kompenzátory, které jsou předepnuté a zajištěné pojistkou nebo opatřené transportní aretací – tuto pojistku/aretační odstranit až po jejich zabudování. Aretace bývají obvykle žlutě natřeny.

### Zvláštní pokyny pro montáž kompenzátorů s vnější tlakovou zátěží

- Kompenzátor zabudovat v předepnutém stavu, tj. s pojistkami.
- Po jeho zabudování odstranit pojistky zajišťující předpětí.
- Při uvádění do provozu v parních systémech je nutné dbát na to, aby spouštění soustavy probíhalo zvolna tak, aby kondenzát, nashromážděný v kompenzátoru během chladnutí soustavy nebo po tlakové zkoušce potrubí, měl možnost se zvolna vypařit **bez vzniku tlakových rázů**. Jakékoliv tlakové rázy jsou pro kompenzátory škodlivé a mohou vést k jejich destrukci.
- Kompenzátory je možné zabudovat v jakékoliv poloze, ve svislé poloze je nutné, aby strana s pevným nátrubkem směřovala dolů.

### Údržba, kontrola

Kompenzátory je nutné v přiměřených časových intervalech prověřit na jejich použitelnost s ohledem na provozní podmínky (podstatné je médium, min. a max. provozní tlak, min. a max. provozní teplota, poměry proudění média v kompenzátoru při všech provozních stavech, vnější vlivy jako např. mechanické, koroze, termické a vibrace). Zejména u agresivních, jedovatých a vysoce hořlavých médií je nutné tyto prohlídky provádět ve velmi krátkých časových odstupech.

### Čištění

Kompenzátory je nutné po ukončení provozu a před každou kontrolou vyčistit a vypláchnout. Při čištění parou či chemickými prostředky, je nutné brát ohled na odolnost jednotlivých komponent (je zakázáno používat parní trysky).

### Intervaly prohlídek

Nezávadný stav kompenzátorů podléhajících kontrole musí provádět odpovědná osoba:

- Před 1. uvedením do provozu (hotové kompenzátory: namátkové kontroly)
- V pravidelných odstupu po prvním uvedení do provozu (každý jednotlivý kompenzátor). Např. interval prohlídky měchu s termoplastickou vnitřní vrstvou – 1x ročně, kompenzátory pro páru – 1x za 6 měsíců. Vysoce zatěžované kompenzátory vyžadují kratší intervaly, např. při větším mechanickém, dynamickém nebo chemickém zatížení.
- Po každé opravě.
- Pro potrubí v předizolovaném potrubí nelze provádět prohlídky kompenzátoru během provozu. V izolaci je čidlo vlhkosti, které signalizuje netěsnost.

### Rozsah zkoušek

Druh a rozsah zkoušek (např. tlaková zkouška, vizuální vnější i vnitřní prohlídka, zkoušení elektrické vodivosti atd.) stanovují „odpovědné osoby“ dle interního bezpečnostního předpisu provozovatele.

### Opravy

Opravy kompenzátorů směř prováďet pouze „odpovědné osoby“ ve smyslu interního bezpečnostního předpisu provozovatele s následným dokumentováním zkoušky a označení.

Zvláštnosti platí např. pro následující typy kompenzátorů:

- Kompenzátory pro páru. U kompenzátorů, které nejsou opatřeny vnější izolací, vzniká nebezpečí popalení na základě velké tepelné vodivosti
- Kovové měchy jsou dostatečně vodivé bez dalších dodatečných opatření.
- Je nutné kontrolovat zejména poškození a deformace měchu, vybočení, deformace vln, mechanické poškození.
- Při skladování nesmí docházet ke styku s chloridy, bromidy nebo jodidy, rzí.

### Zatížení pevných bodů

Síly (F), které působí na pevné body na koncích kompenzované potrubní trasy (L), sestávají z:

Síly z přetlaku ( $F_A$ ), vlastní tuhosti ( $F_C$ ), tření potrubí ( $F_R$ )

Síla z přetlaku kompenzátoru ( $F_A$ ), která na obou stranách zatěžuje pevné body, je vypočítána z účinného průřezu ( $A_E$ ) násobena maximálním tlakem provozním případně zkušebním.

$$F_A = P_s \cdot A_B \text{ [N;Mpa,mm}^2\text{]}$$

Vlastní tuhost kompenzátoru ( $F_C$ ) je síla, která působí v měchu proti pohybu; v katalogových listech je udávána jako tuhost pro 1 mm dilatace, a vypočítá se z:

$$F_C = C_A \cdot (\Delta l) \quad \text{[N;N/mm,mm]}$$

Síly vznikající z tření potrubí jsou závislé na koeficientu tření potrubí, uložení potrubí, celkové konstrukci a hmotnosti potrubí (G); vypočítají se z:

$$F_R = \mu \cdot G \cdot L \cdot 9,81 \quad \text{[N; -, kg/m,m,-]}$$

$\mu$  = součinitel tření, G měrná hmotnost včetně média a izolace kg/m

Zatížení hlavního pevného bodu:

$$F_H = F_A + F_C + F_R \quad \text{[N;N,N,N]}$$

Zatížení mezilehlého pevného bodu:

$$F_Z = F_C + F_R \quad \text{[N;N,N]}$$

### Předpětí a stavební délka

Předpětí resp. správná stavební délka axiálního kompenzátoru v závislosti na montážní teplotě ( $T_E$ ) – teplotě stěny potrubí – se vypočte z:

Rozdíl teplot

$$\Delta T = T_{max} - T_{min} \quad \text{[}^\circ\text{C; }^\circ\text{C, }^\circ\text{C]}$$

Rozdíl teplot mezi montážní a nejnižší teplotou

$$\Delta T_1 = T_E - T_{min} \quad \text{[}^\circ\text{C; }^\circ\text{C, }^\circ\text{C]}$$

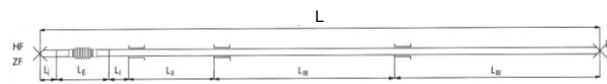
$$\text{Předpětí } (\Delta R = \text{dilatace potrubí v mm}) \quad V = \Delta R \left(0,5 \frac{\Delta T_1}{\Delta T}\right) \text{ [mm;mm,}^\circ\text{C, }^\circ\text{C]}$$

$$\text{Montážní délka} \quad L_E = \text{stavební délka} + \text{předpětí [mm;mm,mm]}$$

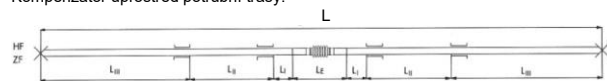
### Vzdálenosti kluzných bodů pro axiální kompenzátory

Vzdálenost kluzných bodů:  $L_I = \max. 4 \cdot DN$   
 $(\Delta R = \text{dilatace})$   $L_{II} = 0,6 \cdot \text{vzdálenost podpěry potrubí}$   
 $L_{III} = \text{vzdálenost podpěry potrubí}$

Kompenzátor přímo u pevného bodu.



Kompenzátor uprostřed potrubní trasy.



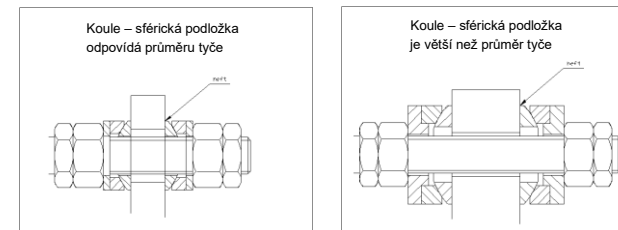
### Utahovací momenty šroubů přírubového spoje pro materiály 8.8, 4.6, A2, A4 (následující tabulka vychází z ČSN EN 1591-1:2015, Příloha B, článek B.4)

$M_{I,nom}$  = jmenovitý kroutící moment působící při utahování šroubu  
 $F_{B0,nom}$  = jmenovitá síla v jednom šroubu v montážním stavu po utažení  $M_{I,nom}$

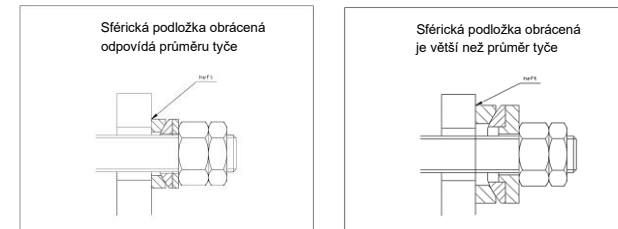
Šroub [mm]	$p_i$ [mm] stoupání závitu	Mat. 8.8		Mat. 4.6		Mat. A2		Mat. A4	
		$M_{I,nom}$ [Nm]	$F_{B0,nom}$ [N]	$M_{I,nom}$ [Nm]	$F_{B0,nom}$ [N]	$M_{I,nom}$ [Nm]	$F_{B0,nom}$ [N]	$M_{I,nom}$ [Nm]	$F_{B0,nom}$ [N]
M10	1,5	27,3	8958	16,4	5375	17,1	5599	23,9	7838
M12	1,75	46,3	12975	27,8	7785	28,9	8110	40,5	11353
M16	2	112,7	23764	67,6	14258	70,4	14852	98,6	20793
M20	2,5	220,1	37130	132,0	22278	137,5	23206	192,5	32488
M24	3	380,3	53466	228,2	32079	237,7	33416	332,7	46782
M27	3	553,5	69003	332,1	41402	345,9	43127	484,3	60378
M30	3,5	751,3	84532	450,8	50719	469,5	52833	657,4	73966
M33	3,5	1020,4	103815	612,2	62289	637,7	64884	892,9	90838
M36	4	1310,8	122677	786,5	73606	819,2	76673	1146,9	107342
M39	4	1689,1	145703	1013,5	87422	1055,7	91064	1478,0	127490
M42	4,5	2092,0	167904	1255,2	100742	1307,5	104940	1830,5	146916
M45	4,5	2601,8	194674	1561,1	116804	1626,1	121671	2276,6	170340
M48	5	3135,5	220213	1881,3	132128	1959,7	137633	2743,6	192686
M52	5	4048,8	261338	2429,3	156803	2530,5	163336	3542,7	228671

### Dodatečná poznámka k laterálnímu kompenzátoru se závitovými tyčemi a kulovými (sférickými) podložkami

Koule - sférická podložka typ 1K a 2K



Sférická podložka typ 3M a 4M



Matice jsou v výrobě správně nastaveny, dle stavební délky kompenzátoru. Neslouží ke změně délky kompenzátoru při montáži (to by ovlivnilo jeho správnou funkci). Pokud je z nějakého důvodu nutné matice demontovat, je nutné poté opět kompenzátor nastavit pomocí matic na dodanou stavební délku. Pro koule (typ 1K a 2K) se na jedné straně matice utáhne a zajistí kontramatkou, a na druhé straně se vymeří vůle 0,5 mm a také zajistí kontramatkou.