

Obsah

Hmotnost na jednotku délky a vzdálenosti bodů upevnění u ocelových trubek (směrné hodnoty)	18.1
Vzdálenosti bodů upevnění v domovních instalacích z ocelových, měděných a plastových trubek (směrné hodnoty)	18.2
Vzdálenosti bodů upevnění (směrné hodnoty podle údajů výrobce)	18.3
Zatížení na jednotlivé upevnění (výpočet, simulace a bezpečnostní součinitel S)	18.4
Délkové změny v potrubí, součinitel tepelné dilatace	18.5
Minimální délka ramene ohybu L_A teplovodných potrubí (směrné hodnoty)	18.6
Síly v pevném bodě u potrubí z ocelových trubek (přibližné hodnoty)	18.7
Charakteristiky materiálů a omezení při statickém zatížení	18.8
Protikorozní ochrana	18.9

Reference

- [1] Wagner, Walter: Potrubní rozvody, Vogel-Buchverlag, 10. vydání, 2008
 [2] Wagner, Walter: Projektování průmyslových instalací, Vogel-Buchverlag, 2. vydání, 2003
 [3] Wagner, Walter: Výpočty pevnosti při trojú a potrubí vydání, 2007
 [4] DVS 2210-01: Průmyslové potrubní rozvody z termoplastických materiálů
 Podrobnosti ke stanovení vzdálenosti podpěrných bodů u plastových trubek

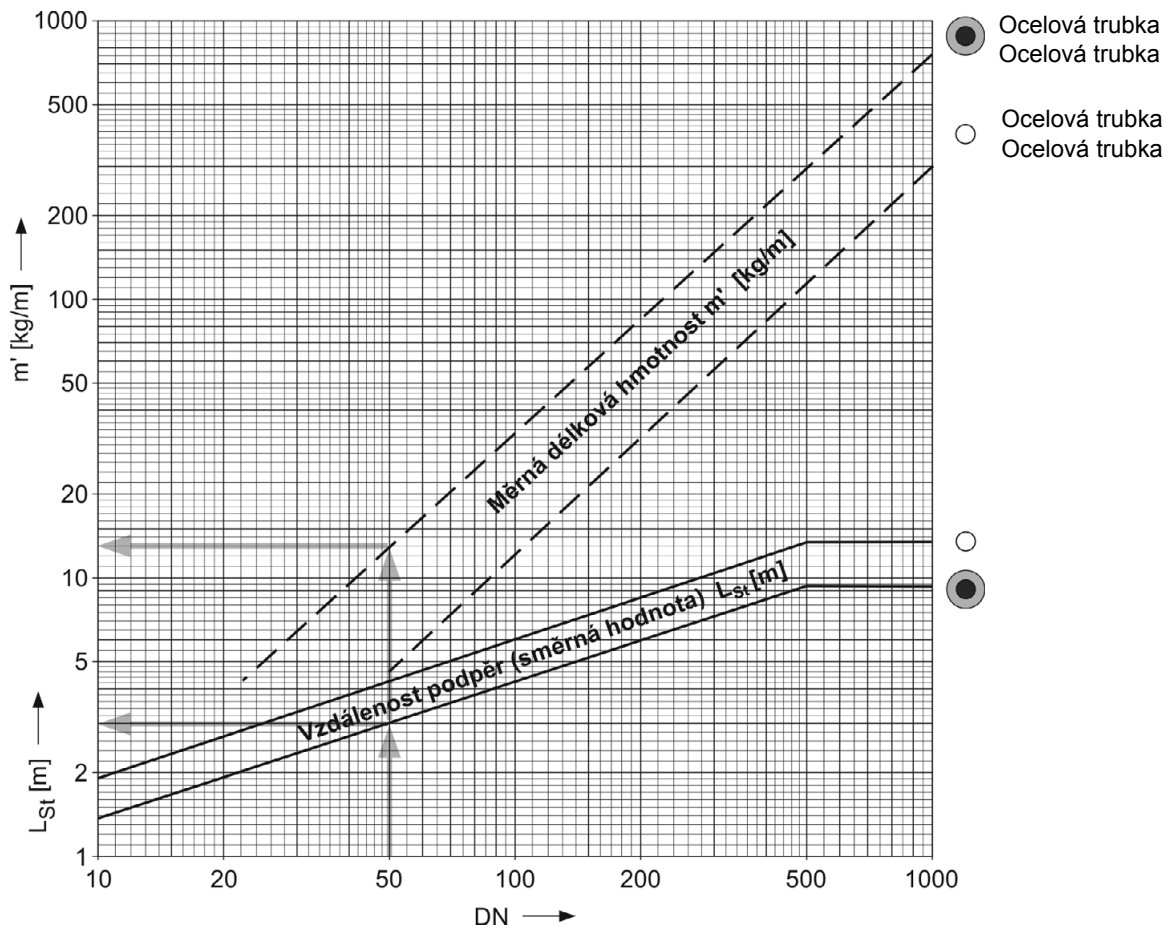
Symbols ve vzorcích

C	materiálová konstanta	[-]
D_a	vnější průměr	[mm]
D_i	vnitřní průměr	[mm]
DN	jmenovitý průměr	[mm]
e	tloušťka stěny	[mm]
E	modul pružnosti	[kN/mm ²]
FB	síla v pevném bodě od ohybu	[kN]
FF	„pružná“ síla (na kompenzátoru)	[kN]
FH	hydrostatická síla	[kN]
FP	síla působící v pevném bodě (celková)	[kN]
FR	třecí síla (v kluzném uložení)	[kN]
G	tíha	[kN]
G'	měrná tíha	[kN/m]
KM	korekční součinitel = f (médium)	[-]
KR	korekční součinitel = f (podle typu trubky)	[-]
L	délka dilatujícího úseku	[m]
L_A	délka ramene ohybu	[m]
L_{St}	vzdálenost podpěr	[m]
m'	měrná délková hmotnost	[kg/m]
p	vnitřní přetlak	[bar]
R_e	mez kluzu	[N/mm ²]
S	bezpečnostní součinitel	[-]
T	teplota	[°C]
β	součinitel délkové tepelné roztažnosti	[mm/(m·K)]

Materiály

A	austenitická ocel
Cu	měď
F (Fe)	feritická ocel
HDPE	vysokohustotní polyetylén
M	martensitická ocel
PE	polyetylén
PP	polypropylen
PVC	polyvinylchlorid
PVDF	polyvinylidenfluorid
St	ocel
VA	nerozová ocel

Měrná délková hmotnost a vzdálenosti podpěr u ocelových trubek v průmyslových instalacích (směrné hodnoty)

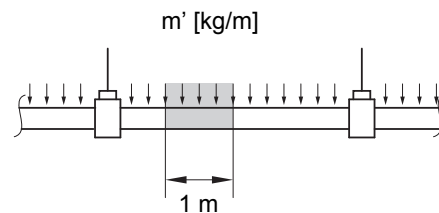
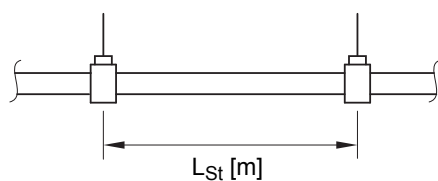


Příklad:

Ocelová trubka DN 50 s izolací (100 %)

Vzdálenost podpěr (směrná hodnota)
 L_{St} cca 3 m

Měrná délková hmotnost m' cca 13 kg/m



Poznámky

- (1) Uvedené směrné hodnoty platí pro ocelové trubky s normální tloušťkou stěny a s teplotou média do 400 °C.
 S rostoucí tloušťkou stěny roste také hmotnost na jednotku délky.
 S klesající tloušťkou stěny (nejčastěji v oblasti ventilace a klimatizace) klesá přípustná vzdálenost pevných bodů (rozpětí).
- (2) Přípustnost zvolené rozteče je zdůvodněna analýzou pružnosti konstrukce. Při překročení uvedených směrných hodnot nebo při zvláštních podmínkách (např. vysoká teplota, vibrace apod.) je nutný technický posudek konstrukce (analýza pružnosti).

Reference

Wagner, Walter: Rohrleitungstechnik, Vogel-Buchverlag, 10. vydání, 2008
 DIN EN 13480-3: Metallische industrielle Rohrleitungen, 2002

Vzdálenosti bodů upevnění v domovních instalacích z ocelových, měděných a plastových trubek (směrné hodnoty)

Světlost [DN]	Světlost [palec]	Vnější Ø [mm]	Doporučení SIKLA Trubky naplněné vodou, s izolací ¹⁾			DIN 1988-2 Trubka naplněná vodou			
			Ocelová trubka EN 10220 DIN 2448 DIN 2458	Ocelová trubka EN 10255 DIN 2440	Měděná trubka EN 1057 DIN 1786	Ocelová trubka EN 10255 DIN 2440	Měděná trubka EN 1057 DIN 1786	Trubka PVC	
								při 20°C	při 40 °C
		12,0			1,00		1,25		
10		13,5	1,00						
		15,0			1,10		1,25		
		16,0						0,80	0,50
10	3/8"	17,2		1,20		2,25			
		18,0			1,20		1,50		
15		20,0	1,20					0,90	0,60
15	1/2"	21,3		1,50		2,75			
		22,0			1,30		2,00		
20		25,0	1,40					0,95	0,65
20	3/4"	26,9		2,00		3,00			
		28,0			1,50		2,25		
25		30,0	1,80						
		32,0						1,05	0,70
25	1"	33,7		2,50		3,50			
		35,0			1,60		2,75		
32		38,0	2,20						
		40,0						1,05	0,70
		42,0			1,80		3,00		
32	1 1/4"	42,4		2,90		3,75			
40		44,5	2,40						
40	1 1/2"	48,3		3,30		4,25			
		50,0						1,40	1,10
		54,0			2,00		3,50		
50		57,0	3,10						
50	2"	60,3		4,00		4,75			
		63,0						1,50	1,20
		64,0					4,00		
		75,0						1,65	1,35
65		76,1	3,30				4,25		
65	2 1/2"	76,1		4,75		5,50			
80		88,9	4,20				4,75		
80	3"	88,9		5,25		6,00			
		90,0						1,80	1,50
100		108,0	4,50				5,00		
100	4"	114,3		5,80		6,00			
		110,0						2,00	1,70
125		133,0	5,10				5,00		
125	5"	139,7		6,50		6,00			
		140,0						2,25	1,95
150		159,0	5,80				5,00		
		160,0						2,40	2,10
150	6"	168,3		7,20					
200	8"	219,1	7,80						

¹⁾ 100 % = izolace se 100 kg/m³ a opláštění ocelovým plechem 1 mm při normální tloušťce trubky

Vzdálenosti podpěr (směrné hodnoty podle údajů výrobce)

Potrubí z tvrzeného PVC

Médium	KM
Plyn	1,3
$1 < \text{hustota [g/cm}^3] \leq 1,8$	0,8

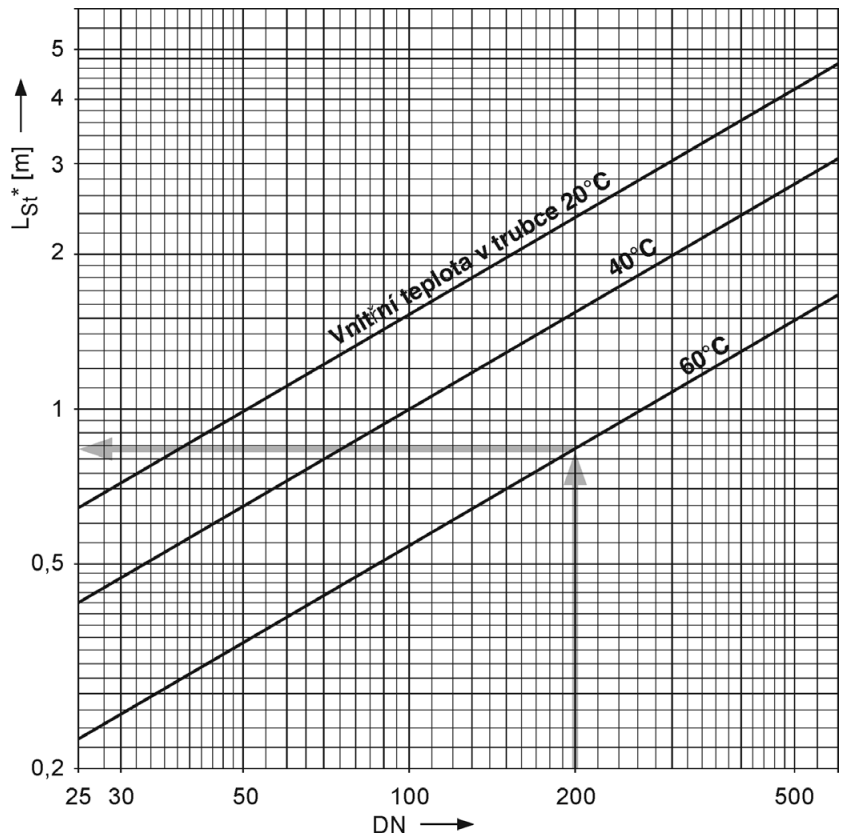
Řada trubek (DIN 8062)	KR
1	1,0
2	1,3
3	1,6
4	1,8
5	2,0
6	2,3

$$L_{St} = L_{St}^* \cdot KM \cdot KR$$

Příklad:

DN 200, $T = 60^\circ\text{C}$, plyn, řada 5

$$L_{St} = 0,83 \text{ m} \cdot 1,3 \cdot 2,0 \approx 2,1 \text{ m}$$



Potrubí z HDPE nebo PP

Médium	KM
Plyn	1,3
$1 < \text{hustota [g/cm}^3] \leq 1,8$	0,8

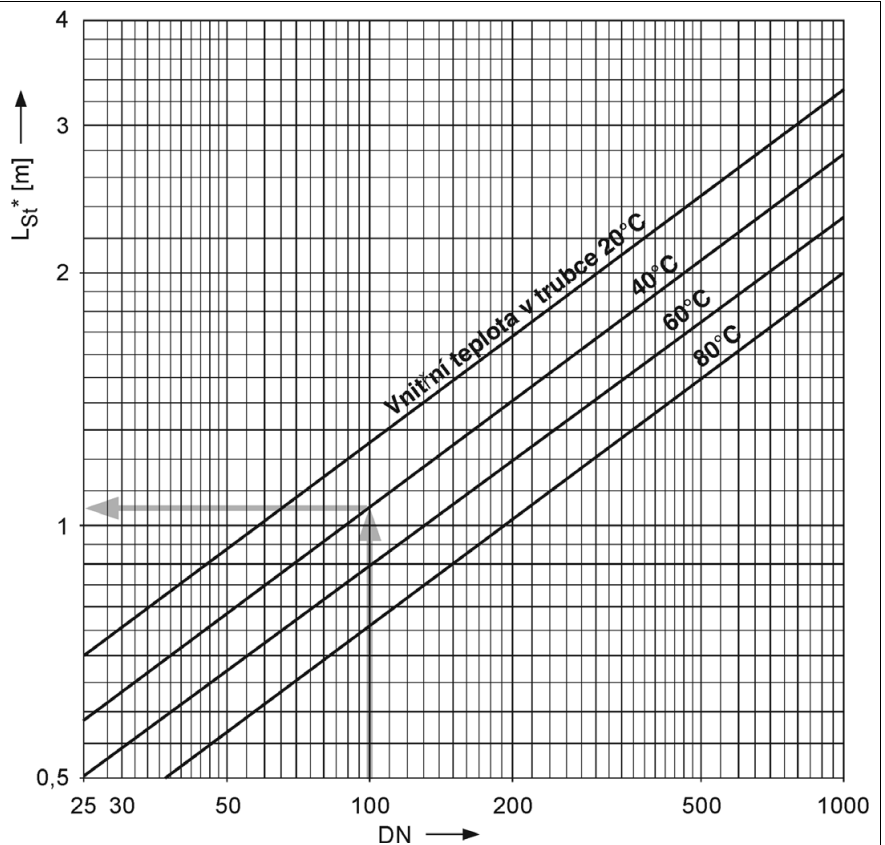
Řada trubek	KR	
	HDPE	PP
1 a 2	1,0	1,1
3	1,1	1,45
4	1,25	1,65
5	1,45	

$$L_{St} = L_{St}^* \cdot KM \cdot KR$$

Příklad:

HDPE, DN 100, $T = 40^\circ\text{C}$, sypký materiál Řada trubek 3

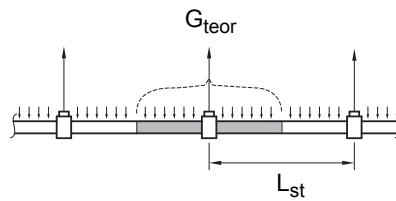
$$L_{St} = 1,05 \text{ m} \cdot 0,8 \cdot 1,1 \approx 0,9 \text{ m}$$



Zatížení na jednotlivé upevnění (výpočet, simulace a bezpečnostní součinitel S)

Teorie

$$G_{\text{teor}} = G' \cdot L_{\text{st}}$$



Vysvětlení:

Při statickém posouzení upevňovacího bodu potrubí se uvažuje tíha působící na objímku.

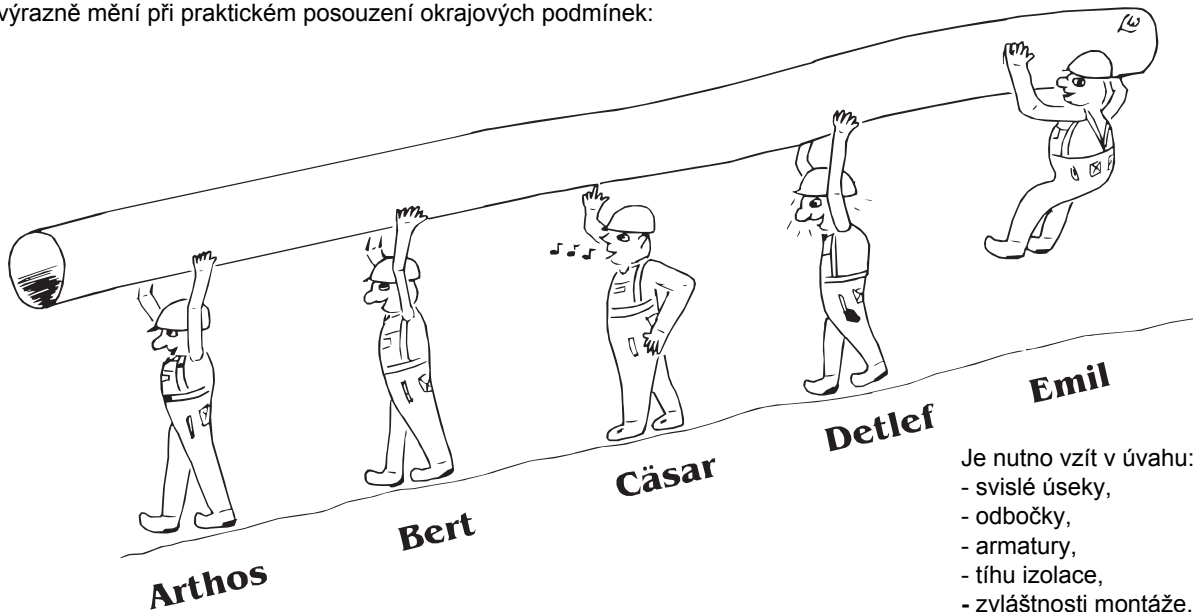
Délka teoreticky podpíraného úseku potrubí odpovídá vzdálenosti podpěr (rozpětí) L_{st} .

Příklad:

$D_a = 168,3 \text{ mm}$, DIN 2448, $L_{\text{st}} = 4 \text{ m}$
 $m' = 38 \text{ kg/m} \approx 0,38 \text{ kN/m} = G'$
 $G_{\text{teor}} = 0,38 \text{ kN/m} \cdot 4 \text{ m} \approx 1,5 \text{ kN}$

Praxe

Teoretické rozložení zatížení na spojitým nosníku (zatěžovací případ 1) se výrazně mění při praktickém posouzení okrajových podmínek:



Je nutno vzít v úvahu:

- svislé úseky,
- odbočky,
- armatury,
- tíhu izolace,
- zvláštnosti montáže.

Zatěžovací případ	Zatížení na jednotlivé „pevné body“ (kN)					Max. „přetížení“	Hodnocení
	Adam	Bertík	Cyril	David	Emil		
1) všech 5 nosičů nese	1,6	1,4	1,5	1,4	1,6	7 %	Teorie
2) Cyril si píská, 4 nosiči nesou	1,3	2,5	-	2,5	1,3	67 %	Normální případ
3) Cyril si píská + Emil se nese	1,7	1,2	-	4,6	-	207 %	Extrémní případ

Proto se v praxi při dimenzování musí uplatnit tzv. součinitel bezpečnosti S. Na základě simulací se pro S v jednotlivých případech uvažují hodnoty $S = 1,5 \dots 2,5$.

$$G_{\text{prakt}} = G' \cdot L_{\text{st}} \cdot S$$

Příklad:

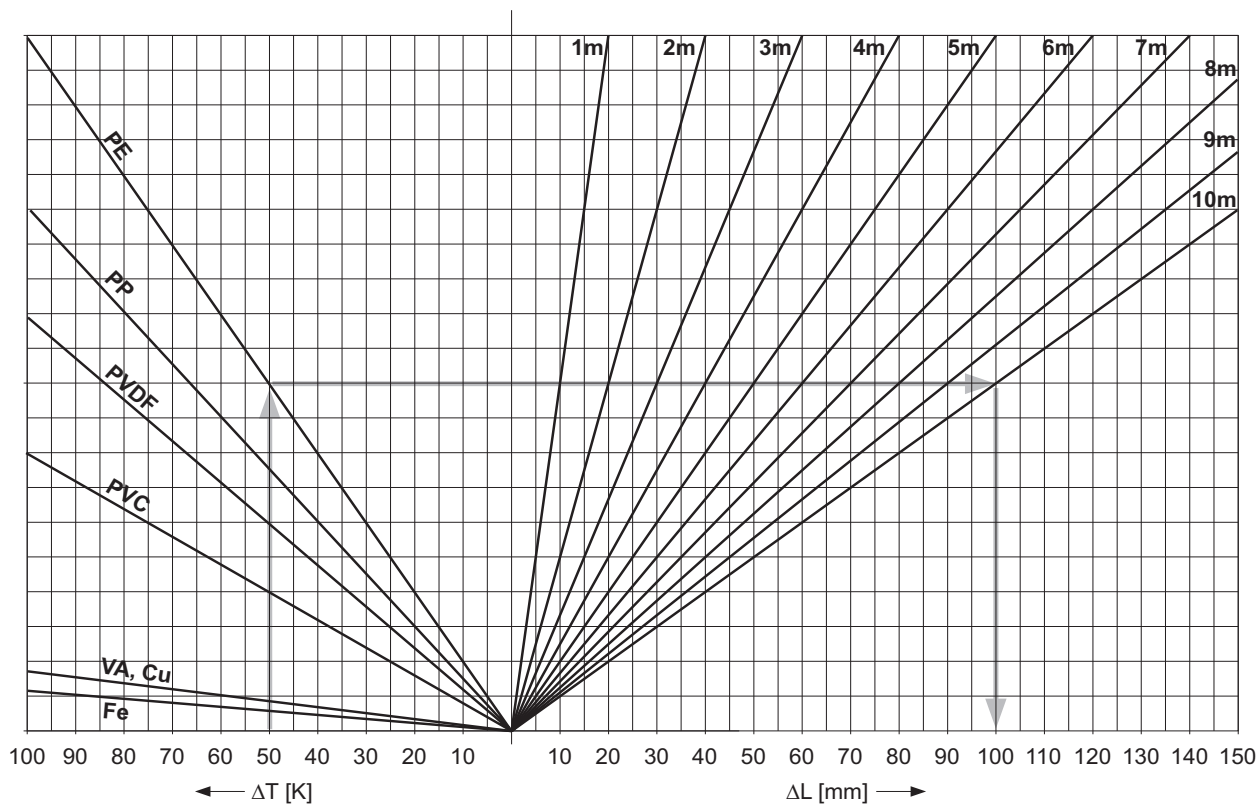
$D_a = 168,3 \text{ mm}$, DIN 2448
 $L_{\text{st}} = 4 \text{ m}$, $G' = 0,38 \text{ kN/m}$
 $S = 2,0$
 $G_{\text{prakt}} = 0,38 \text{ kN/m} \cdot 4 \text{ m} \cdot 2 \approx 3 \text{ kN}$

Upozornění:

► Podle EN 13480 se v místech koncentrace zatížení (ventily, svislé větve apod.) musí uvažovat s přidavným podepřením.

Délkové změny v potrubí, součinitel tepelné dilatace

Grafické stanovení délkových změn



$$\Delta T = T_{\text{provoz}} - T_{\text{montáž}}$$

$$\Delta L = L \cdot \beta \cdot \Delta T$$

Příklad:
PE trubka; $L = 10 \text{ m}$; $T_{\text{provoz}} = 70 \text{ }^\circ\text{C}$; $T_{\text{montáž}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

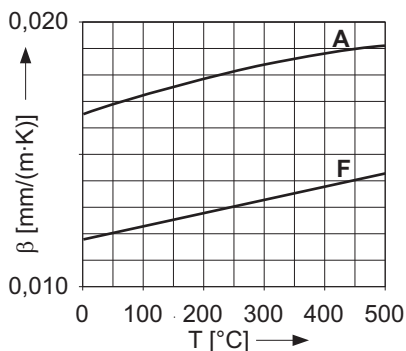
$$\Delta T = 70 \text{ }^\circ\text{C} - 20 \text{ }^\circ\text{C} = 50 \text{ K}$$

grafické stanovení:
 $\Delta T = 50 \text{ K} \rightarrow \text{PE} \rightarrow L = 10 \text{ m} \rightarrow \Delta L = 100 \text{ mm}$

výpočet:
 $\Delta L = 10 \text{ m} \cdot 0,2 \frac{\text{mm}}{\text{m} \cdot \text{K}} \cdot 50 \text{ K} = 100 \text{ mm}$

Součinitel délkové tepelné roztažnosti

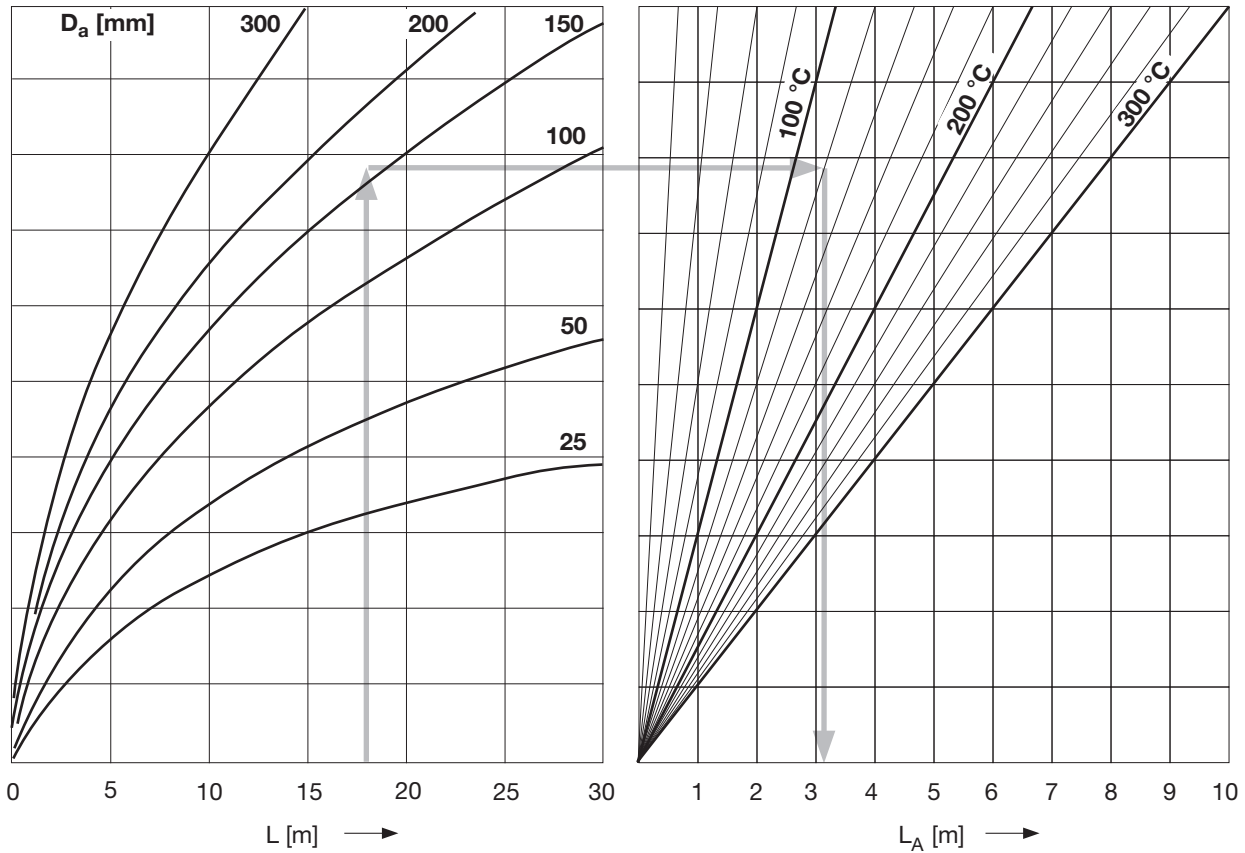
Materiál	β [mm/(m·K)]
HDPE, PE	0,200
PB, PP	0,150
PVDF	0,12 ... 0,18
PVC	0,080
A = ocel (vent.), Cu	0,017
F = ocel (ferit.)	0,012



Upozornění:
▶ S rostoucí teplotou se součinitel délkové tepelné roztažnosti dále zvyšuje. Pro výpočty nad 200 °C se proto při výpočtu uvažuje integrální hodnota součinitele tepelné roztažnosti.

Minimální délka ramene ohybu L_A teplovodných potrubí (směrné hodnoty)

Ocelové potrubí (ocel feritická, austenitická)

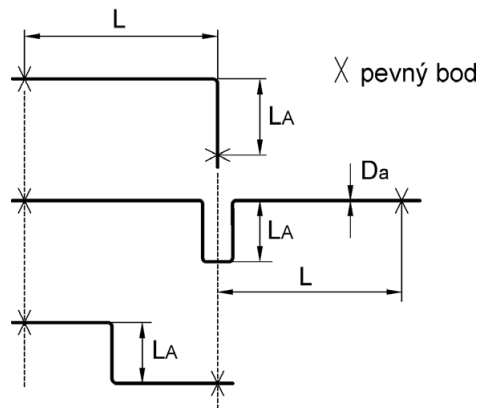


Příklad:

$L = 18 \text{ m}$; DN 150 ($D_a = 168,3 \text{ mm}$); $T = 120 \text{ °C}$

Z grafu se odečte: Minimální délka ramene ohybu
 $L_A = 3,1 \text{ m}$

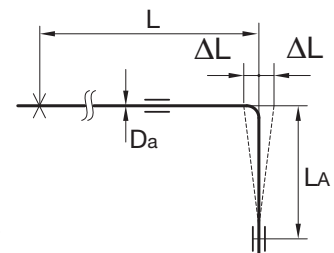
Platí pro kompenzátory „L“, „U“ a „Z“ podle obrázku.



Plastové potrubí

Materiál	C
HDPE	26,0
MEPLA	33,0
PP	30,0
PVC	33,5
PVDF	21,6

$$L_A = C \cdot \sqrt{D_a \cdot \Delta L}$$



1.) Stanovená změna délky: $\Delta L = 72 \text{ mm}$

2.) $L_A = 30 \cdot \sqrt{160 \text{ mm} \cdot 72 \text{ mm}} = 3200 \text{ mm} = 3,2 \text{ m}$

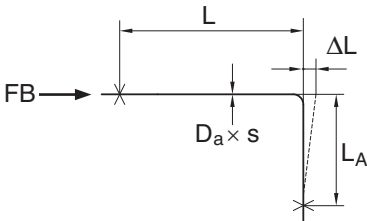
Příklad:

PP; $L = 8 \text{ m}$; $D_a = 160 \text{ mm}$; $T = 80 \text{ °C}$

Síly v pevném bodě u potrubí z ocelových trubek (přibližné hodnoty)

Síla působící v pevném bodě (pohyb ramene ohybu působením tepelné dilatace trubek)

$$FB = \frac{\Delta L}{10 \text{ mm}} \cdot FB_{10}$$



Příklad:

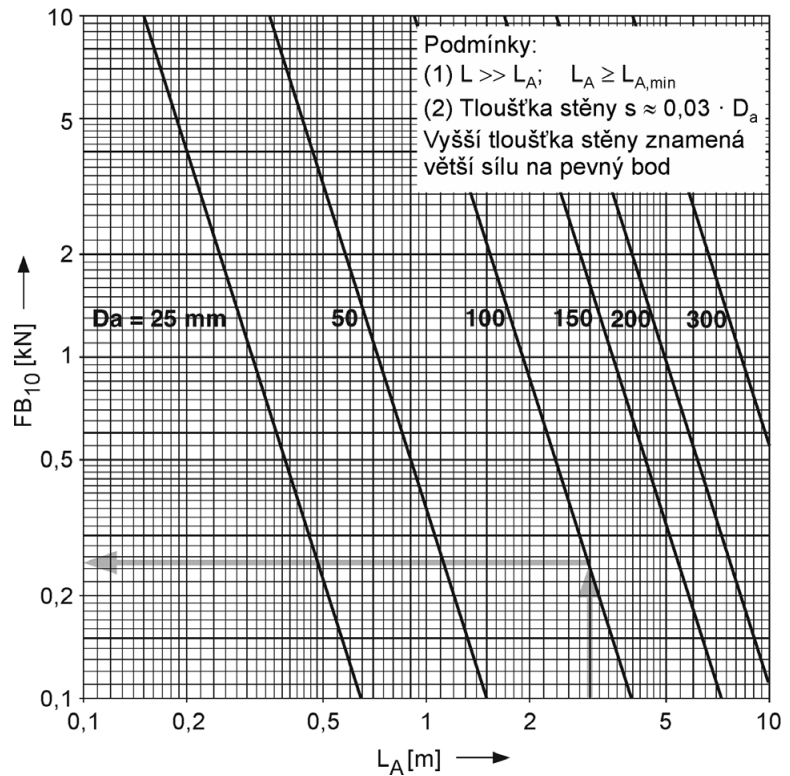
Ocelová trubka DIN 2458, $L = 15 \text{ m}$
 $L_A = 3 \text{ m}$; $D_a = 101,6 \text{ mm}$; $T = 120 \text{ °C}$

$\rightarrow \Delta T = 100 \text{ K} \rightarrow \Delta L = 18 \text{ mm}$

$$FB = \frac{18 \text{ mm}}{10 \text{ mm}} \cdot 0,25 \text{ kN} = 0,45 \text{ kN}$$

Poznámka:

Síla v pevném bodu FP je větší než FB, protože je třeba přičíst třecí síly v kluzném uložení: $FP = FB + FR$



Síla v pevném bodu u axiálního kompenzátoru

$$FP = FH + FF + FR$$

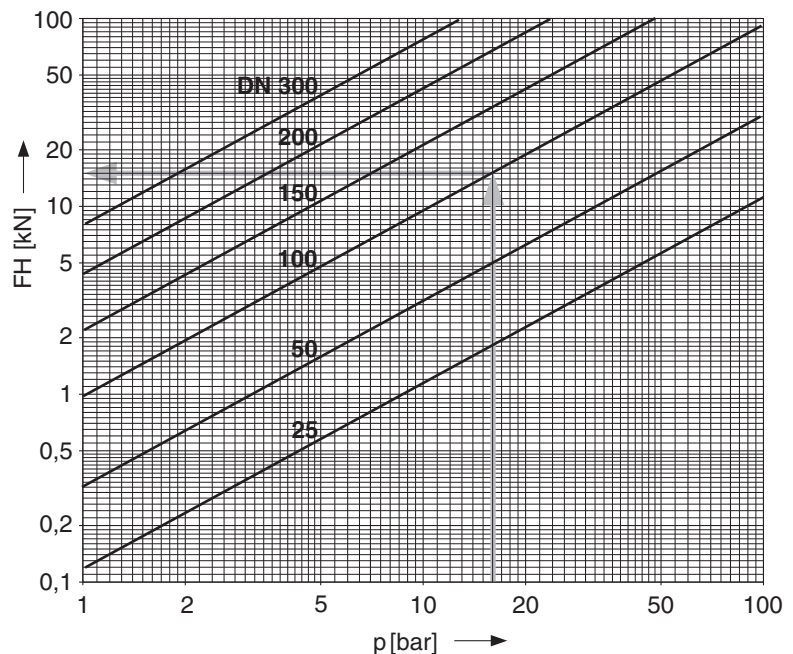
Příklad:

Axiální kompenzátor DN 100, $p = 16 \text{ bar}$
 hydrostatická síla $FH \approx 15 \text{ kN}$

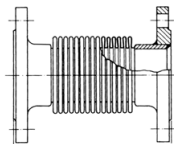
Poznámka:

FH zpravidla představuje hlavní podíl síly v pevném bodu. Celková síla v pevném bodu FP je ovšem větší, protože je třeba přičíst sílu od pružení vlnovce (FF) a třecí síly v kluzném uložení (FR) v kluzném uložení:

Pro přesný výpočet hydrostatické síly FH je nutno respektovat průřez vlnovce podle údajů výrobce. Přibližné hodnoty lze zjistit z grafu na základě jmenovitého průměru.

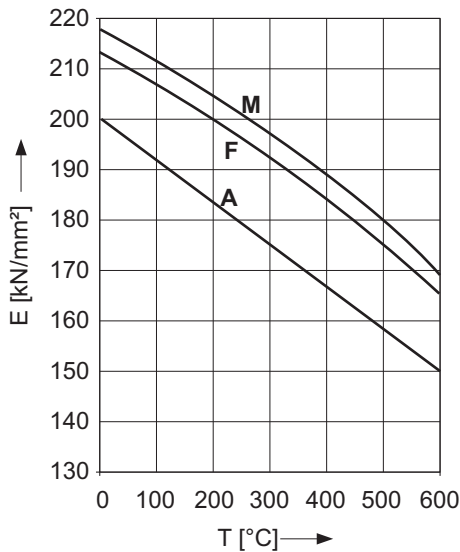


Konstrukce axiálního kompenzátoru s přírubou.



Charakteristiky materiálů a omezení při statickém zatížení

Charakteristiky materiálů



Materiál	Mez kluzu Re [N/mm²] při					Teplota [°C]			
	50	200	250	300	350	400	450	500	
S235JR (St 37)	235	161	143	122	-	-	-	-	
1.4301	177	127	118	110	104	98	95	92	
1.4401	196	147	137	127	120	115	112	110	
1.4571	202	167	157	145	140	135	131	129	

M = martenzitická ocel
 F = feritická ocel
 A = austenitická ocel

Hodnoty meze kluzu S235JR platí po tloušťky stěn do 16 mm podle AD 2000 MB W1.

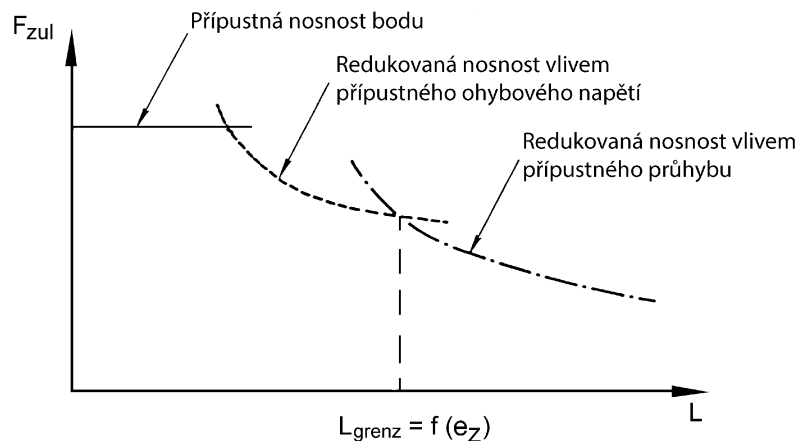
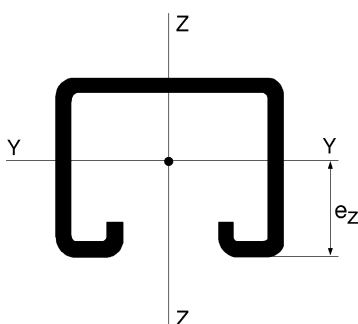
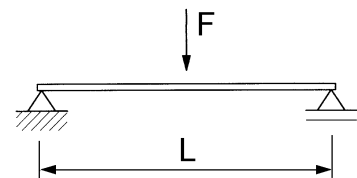
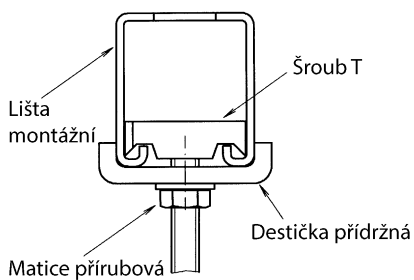
Poznámka:

Hodnoty uvedené pro Re jsou směrné charakteristiky materiálů. Následně je nutno uplatnit bezpečnostní součinitele. Pro žárově pozinkované produkty platí horní teplotní limit 250 °C. Ocel S235JR (St 37) už by se po překročení 300 °C neměla dále používat. Při velmi vysokých teplotách je nutno při volbě materiálu posoudit očekávanou životnost.

Pozor!

► Protože pevnostní charakteristiky oceli při vyšších teplotách výrazně klesají, je bezpodmínečně nutno při výpočtu použít snížené hodnoty. Mezilehlé hodnoty se lineárně interpolují.

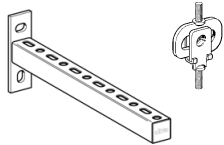
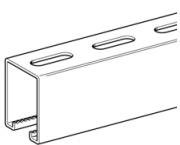
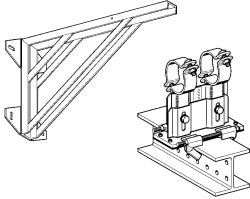
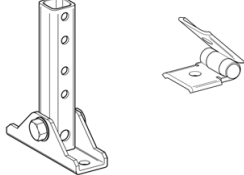
Omezení při dimenzování nosníku



Protikorozní ochrana
1. Třída korozivity podle DIN EN ISO 12944-2

Třída korozivity	Zatížení korozí	Vnější oblast (typické příklady)	Vnitřní oblast (typické příklady)
C1	nevýznamné	Ve střední Evropě se nevyskytuje (pod širým nebem min. C 2, tzn. nízké požadavky)	Vytápěné budovy s neutrální atmosférou, např. kanceláře, prodejny, školy, hotely.
C2	nízké	Atmosféra s nízkým znečištěním, většinou venkovské oblasti,	nevytápěné budovy s možností kondenzace, např. sklady, sportovní haly.
C3	mírné	Městská a průmyslová atmosféra, mírné znečištění oxidem siřičitým, pobřežní oblasti s mírným zatížením solemi.	Výrobní prostory s vysokou vlhkostí a mírným znečištěním vzduchu, např. objekty pro potravinářskou výrobu, prádelny, pivovary, mlékárny.
C4	silné	průmyslové prostředí a pobřežní oblasti s mírným zatížením solemi.	Chemické provozy, plavecké bazény, loděnice nad mořskou hladinou.
C5-I (průmysl)	velmi silné	Průmyslové oblasti s vysokou vlhkostí a agresivní atmosférou.	Budovy nebo oblasti s téměř trvalou kondenzací vody a silným znečištěním.
C5-M (moře)	velmi silné	Pobřežní a příbřežní oblasti s vysokým zatížením solemi.	Budovy nebo oblasti s téměř trvalou kondenzací vody a silným znečištěním.

2. Volba metody v závislosti na třídě korozivity a předpokládané době životnosti

HCP = vysoký stupeň ochrany Odolnost nejméně jako při pozinkování ponorem				
Metoda	Galv. pozinkování	Žárové pozinkování		Galvanické pozinkování
Médium	Elektrolytický přenos zinkových iontů	Teplotně (> 450 °C): Ponoření do kapalného zinku.		Anorganický povlak na bázi zinku a hliníku.
Postup	pozinkování nespojitě na závěsu	Pozinkování na pásu , kontinuální, sendzimi-rova metoda.	Pozinkování po jedn. kusech , nespojitě, ponorem (tZn)	Nanesení a vypálení při cca 200 °C.
Normy	DIN 50961	DIN EN 10346 (konvenční)	DIN EN ISO 1461 (velkorozměrové), DIN EN ISO 10684 (spojovací prvky)	DIN EN 13858 (velkorozměrové), DIN EN ISO 10683 (spojovací prvky)
Tloušťka vrstvy (směrné hodnot)	Plechové části 8 ... 12 µm Normové a závitové prvky: 5 ... 8 µm	Ocelový pás zušlechťený ponorem cca 15 µm	Drobné součásti 55 µm, velké součásti 70 µm, Spojovací prvky ≥ M8 cca 40 µm	Nejvyšší úroveň protikorozní ochrany, až více než 1200 h Odolnosti v testu skrápění solnou mlhou *) podle zkušebního protokolu MPA č. 901 2659 000.
Příklady				

*) Korozní zkoušky solnou mlhou podle DIN EN ISO 9227

Při mimořádném zatížení korozí doporučujeme dodatečně k programu HCP:

- ◆ **Katodové lakování (KTL)** - odolné proti poškrábání, nárazům a slané vodě.
- ◆ **Práškové povlakování** - odolné proti chemikáliím a klimatickým vlivům, barevná paleta RAL, nebo:
- ◆ náš sortiment nerezové oceli **V4A**.

Obrat'te se na nás, poradíme Vám.

Naši obchodní zástupci a technici Vám rádi poskytnou další podrobné informace a jsou připraveni zodpovědět Vaše otázky nebo společně s Vámi vypracovat specifická řešení pomocí našeho firemního softwaru.

Pokud není uvedeno jinak, všechny údaje o zatížení platí pro převážně nepohyblivé zatížení při pokojové teplotě. Uvedená přípustná zatížení je nutno považovat za jmenovité nebo užité zatížení. Pokud není uvedeno jinak, vztahují se k hlavnímu směru zatížení. Posouzení zatížení stavební konstrukce je na zvážení zákazníka.

Přípustná zatížení (F_{prip}) popisují maximální zatížení vyvolaná vnějšími vlivy a je nutno je ve smyslu bezpečnostní koncepce podle Eurokódu 3 (DIN EN 1993: 2010) považovat za charakteristické hodnoty.

Při dimenzování konstrukčních skupin je nutno posoudit dodržení přípustného zatížení pro každý jednotlivý prvek skupiny, protože vždy rozhoduje nejslabší prvek systému.

Povrchové úpravy a materiály jsou vhodné pro nejvýše následující podmínky prostředí:

Povrch / materiál	Třída korozivity podle DIN EN ISO 12944-2
Galvanické pozinkování	do \leq C1
HCP	do \leq C4
Nerezová ocel	do \leq C5I (průmysl)

Tento katalog je určen k použití pouze příjemcem. Všechny části jsou majetkem Sikla. Technické ilustrace a všechny údaje odpovídají našemu nejlepšímu vědomí. Obrázky a ilustrace jsou nezávazné. Ručení za chybu nebo vadu tisku je vyloučeno.

Změny a konstrukční zdokonalení, zejména v zájmu technického pokroku, jsou vyhrazeny.

Naše prodejní, dodací a platební podmínky naleznete v aktuálním ceníku Sikla.