

**Spis treści**

Ciężar w odniesieniu do drubości i rozstaw podpór dla rury stalowej w instalacjach przemysłowych (wskaźniki)	18.1
Rozstaw podpór w instalacjach wewnętrznych dla rur ze stali, miedzi, tworzywa sztucznego (wskaźniki)	18.2
Rozstaw podpór dla rur z tworzywa sztucznego (wskaźniki wg danych producenta)	18.3
Ciężar przypadający na jedno mocowanie (obliczenie, symulacja i współczynnik bezpieczeństwa S)	18.4
Zmiana drubości rurociągów i współczynnik rozszerzalności liniowej	18.5
Minimalna długość ramienia podpory ulegającego zginaniu $L_A$ w przypadku rur zwiększających swą temperaturę (wskaźniki)	18.6
Siła działająca na punkt stały dla rurociągów ze stali (oznaczenie orientacyjne)	18.7
Moduł sprężystości i granica plastyczności $R_e$ dla stali (zależne od temperatury)	18.8
Ochrona przed korozją	18.9

**Źródła**

- [1] Wagner, Walter: Rohrleitungstechnik, Vogel-Buchverlag, 10. wydanie z 2008 r.  
 [2] Wagner, Walter: Planung im Anlagenbau, Vogel-Buchverlag, 2. wydanie z 2003 r.  
 [3] Wagner, Walter: Festigkeitsberechnungen im Apparate und Rohrleitungsbau, Vogel-Buchverlag, 7. wydanie z 2007 r.  
 [4] DVS 2210-01: Industrierohrleitungen aus thermoplastischen Kunststoffen  
 für weiterführende Hinweise zur Stützweitenbestimmung von Kunststoffrohren

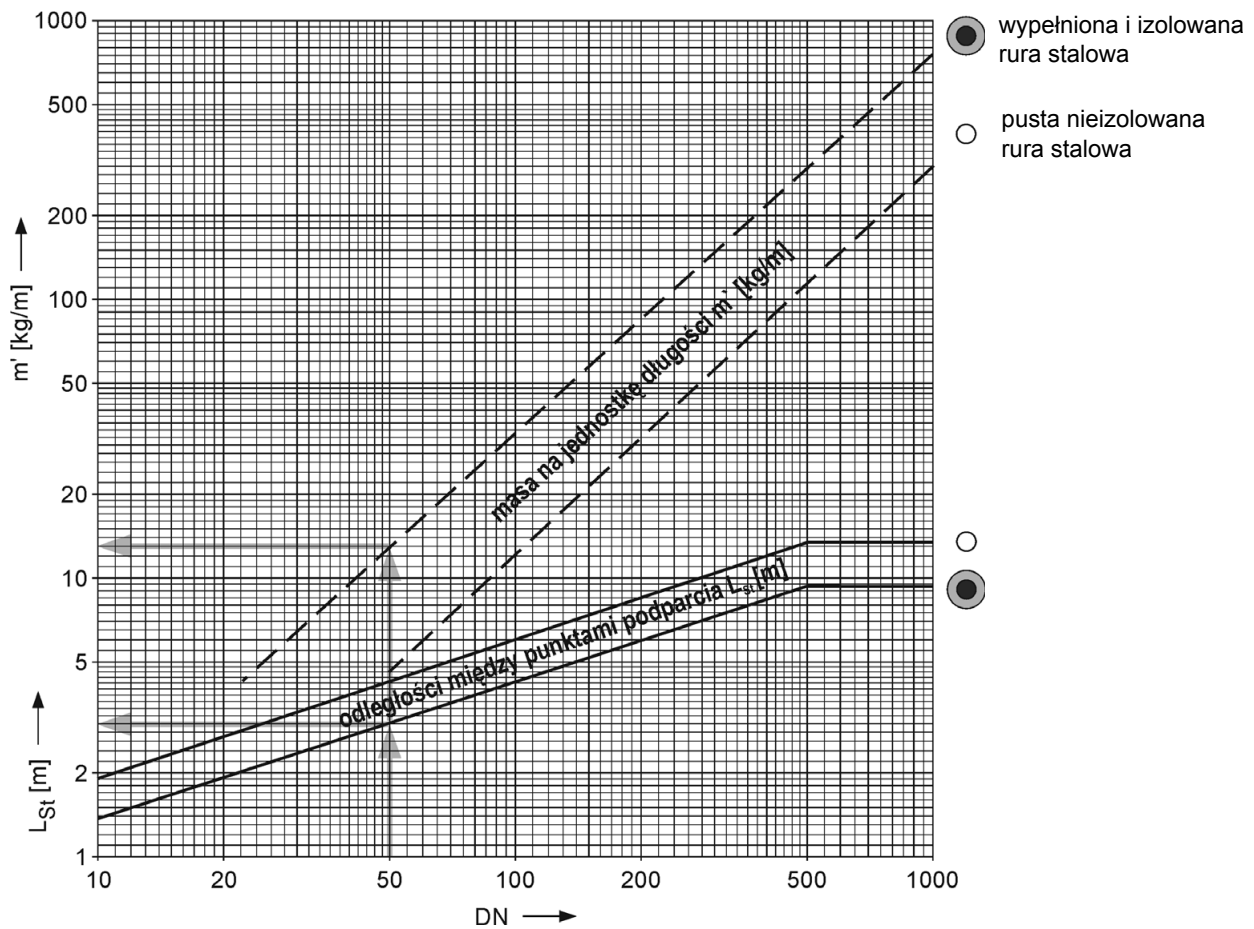
**Symbole we wzorach**

C	stała materiałowa	[-]
$D_a$	średnica zewnętrzna	[mm]
$D_i$	średnica wewnętrzna	[mm]
DN	średnica znamionowa	[mm]
e	grubość ścianki	[mm]
E	moduł elastyczności	[kN/mm <sup>2</sup> ]
FB	siła w punkcie stałym ze zginania	[kN]
FF	siła sprężynowania (na kompensatorze)	[kN]
FH	siła hydrostatyczna	[kN]
FP	siła w punkcie stałym (łącznie)	[kN]
FR	siła tarcia (w łożyskach ślizgowych)	[kN]
G	ciężar	[kN]
$G'$	ciężar na jednostkę długości	[kN/m]
KM	współczynnik korekcyjny = f (medium)	[-]
KR	współczynnik korekcyjny = f (seria rur)	[-]
L	długość ramienia wydłużenia	[m]
$L_A$	długość ramienia zginania	[m]
$L_{St}$	odległości między punktami podparcia rury	[m]
$m'$	masa na jednostkę długości	[kg/m]
p	ciśnienie wewnętrzne	[bar]
$R_e$	granica plastyczności	[N/mm <sup>2</sup> ]
S	współczynnik bezpieczeństwa	[-]
T	temperatura	[°C]
$\beta$	współczynnik rozszerzalności liniowej	[mm/(m·K)]

**Materiały**

A	stal austenityczna
Cu	miedź
F (Fe)	stal ferrytyczna
HDPE	polietylen o wysokiej gęstości
M	stal martenzytyczna
PE	polietylen
PP	polipropylen
PVC	polichlorek winylu
PVDF	polifluorek winylidenu
St	stal
VA	stal nierdzewna

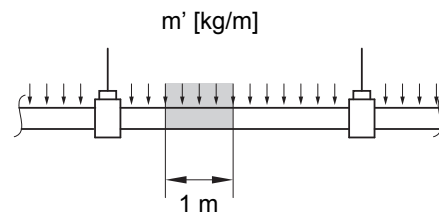
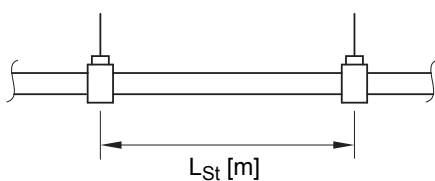
Ciężar w odniesieniu do grubości i rozstaw podpór dla rury stalowej w instalacjach przemysłowych (wskaźniki)



**Przykład:**  
rura stalowa DN 50 z izolacją (100%)

odległości między punktami podparcia  
(wart. przybliżona)  $L_{St} \approx 3$  m

masa na jednostkę długości  $m' \approx 13$  kg/m



**Uwagi**

- (1) Podane przybliżone wartości dotyczą rur stalowych o normalnej grubości ścianek i temperatury substancji do 400°C. W przypadku większej grubości ścianek zwiększa się masa na jednostkę długości. W przypadku mniejszej grubości ścianek (często w obszarze VA) zwiększa się dopuszczalna odległość między punktami podparcia rury.
- (2) Dopuszczalność wybranej odległości między punktami podparcia rury jest uzasadniona poprzez analizę elastyczności. W razie przekroczenia podanych wartości przybliżonych i/lub specyficznych warunków brzegowych (np. wysoka temperatura, wpływ drgań itp.) wymagane jest techniczne zbadanie i udokumentowanie włącznie z analizą elastyczności.

**Źródła**

Wagner, Walter: Rohrleitungstechnik, Vogel-Buchverlag, 10. wydanie z 2008 r.;  
DIN EN 13480-3: Metalowe przemysłowe przewody rurowe, 2002

**Rozstaw podpór w instalacjach wewnętrznych dla rur ze stali, miedzi, tworzywa sztucznego (wskaźniki)**

Średnica znamionowa [DN]	Średnica znamionowa [cale]	Ø zewn. [mm]	Zalecenia SIKLA			DIN 1988-2			
			Rury napełnione wodą z izolacją <sup>1)</sup>			Rury napełnione wodą			
			Rura stalowa EN 10220 DIN 2448 DIN 2458	Rura stalowa EN 10255 DIN 2440	Rura miedziana EN 1057 DIN 1786	Rura stalowa EN 10255 DIN 2440	Rura miedziana EN 1057 DIN 1786	Rura z PVC	
						w temp. 20°C	w temp. 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						

<sup>1)</sup> 100 % – izolacja 100 kg/m<sup>3</sup> i płaszcz ze stalowej blachy 1 mm dla rur o normalnej grubości ścianki

Rozstaw podpór dla rur z tworzywa sztucznego (wskaźniki wg danych producenta)

Przewody rurowe z twardego PVC

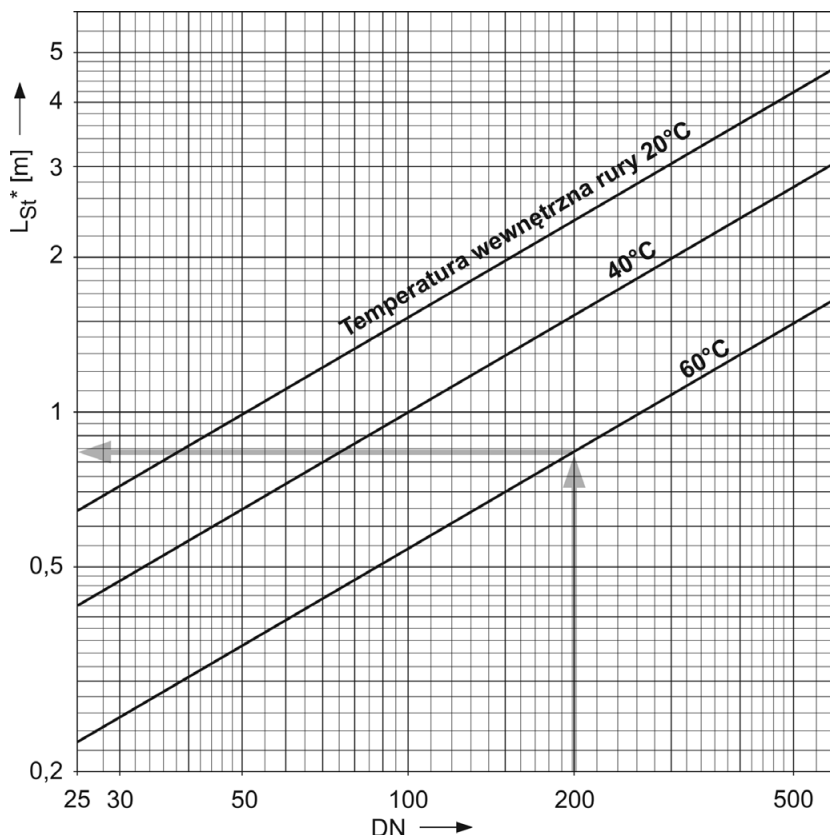
Medium	KM
Gaz	1,3
$1 < \text{gęstość [g/cm}^3] \leq 1,8$	0,8

Seria rur DIN 8062	KR
1	1,0
2	1,3
3	1,6
4	1,8
5	2,0
6	2,3

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

**Przykład:**  
DN 200; T = 60°C; gaz; seria rur 5

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



Przewody rurowe z HDPE lub PP

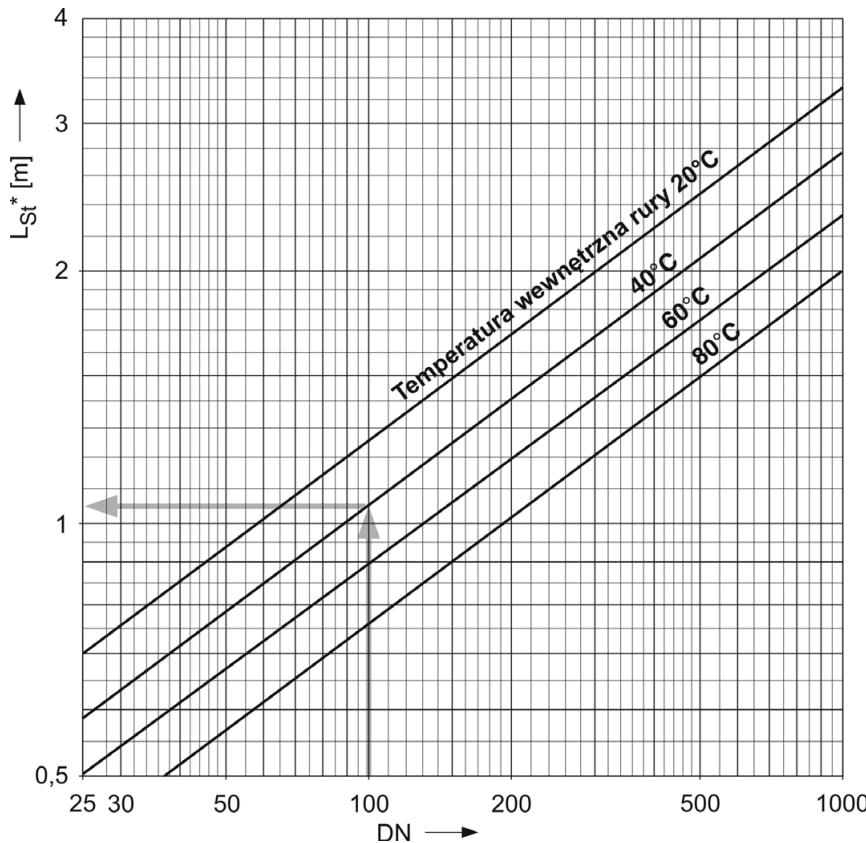
Medium	KM
Gaz	1,3
$1 < \text{gęstość [g/cm}^3] \leq 1,8$	0,8

Seria rur	KR	
	HDPE	PP
1 i 2	1,0	1,1
3	1,1	1,45
4	1,25	1,65
5	1,45	

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

**Przykład:**  
HDPE; DN 100; T = 40°C; materiał sypki;  
Seria rur 3

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



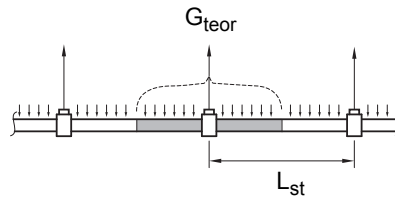
### Ciężar przypadający na jedno mocowanie (obliczenie, symulacja i współczynnik bezpieczeństwa S)

#### Teorie

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

#### Przykład:

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

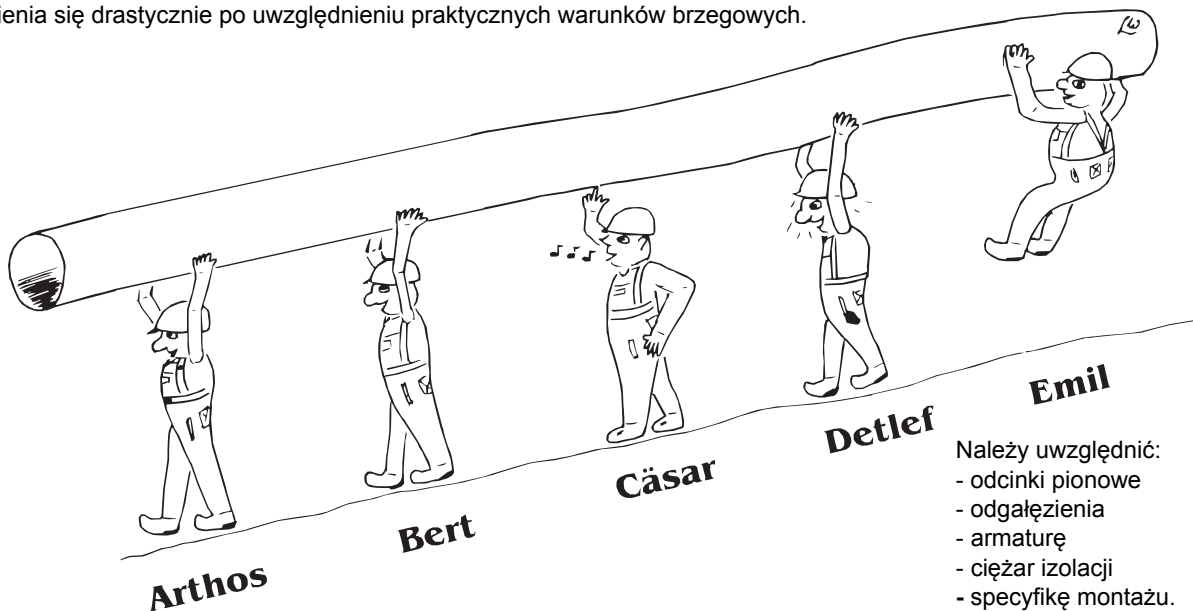


#### Objaśnienia:

Przy statycznym obliczaniu zamocowania rury należy wyznaczyć ciężar przenoszony przez objętość rurociągu. Długość teoretycznie przyporządkowanych odcinków rury odpowiada odległości między punktami podparcia  $L_{\text{st}}$ .

#### Praktyka

Teoretyczny rozkład obciążeń na dźwigarze przelotowym (przypadek obciążenia 1) zmienia się drastycznie po uwzględnieniu praktycznych warunków brzegowych.



- Należy uwzględnić:
- odcinki pionowe
  - odgałęzienia
  - armaturę
  - ciężar izolacji
  - specyfikę montażu.

Przypadek obciążenia	Obciążenie na „mocowanie” (kN)					maks. „nadmiar ciężaru”	Ocena
	Arthos	Bert	Cäsar	Detlef	Emil		
1) wszystkie mocowania (5) trzymają	1,6	1,4	1,5	1,4	1,6	7%	Teoria
2) Cäsar gwizdże, 4 mocowania trzymają	1,3	2,5	-	2,5	1,3	67 %	Przypadek normalny
3) Cäsar gwizdże + Emil się cieszy	1,7	1,2	-	4,6	-	207 %	Przypadek ekstremalny

Dlatego w praktyce należy stosować przy projektowaniu współczynnik bezpieczeństwa S. Przyjmując za punkt wyjścia analizy symulacyjne, S należy wyznaczyć w zależności od konkretnego przypadku jako  $S = 1,5 \dots 2,5$ .

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

#### Przykład:

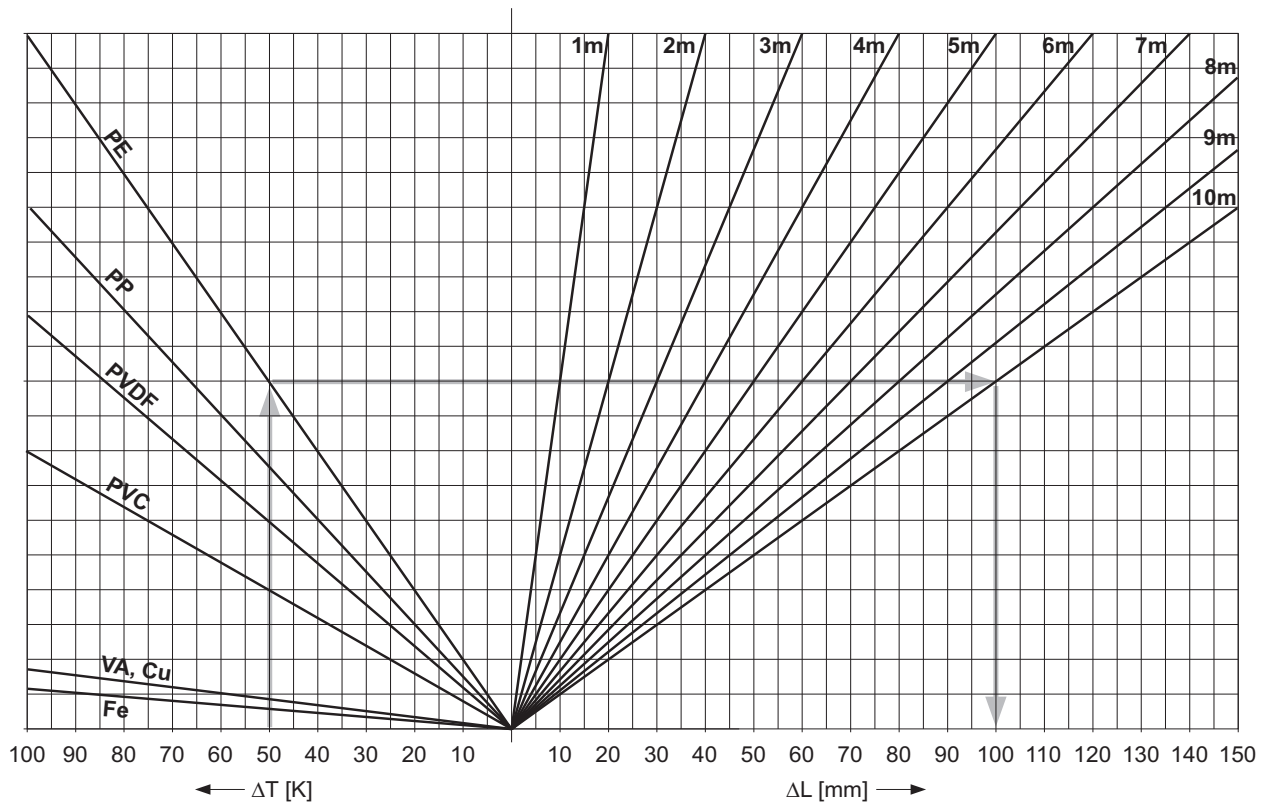
$D_a = 168,3 \text{ mm}$ , DIN 2448  
 $L_{\text{st}} = 4 \text{ m}$ ,  $G' = 0,38 \text{ kN/m}$   
 $S = 2,0$   
 $G_{\text{prakt}} = 0,38 \text{ kN/m} \cdot 4 \text{ m} \cdot 2 \approx 3 \text{ kN}$

#### Wskazówka:

► Wg EN 13480 przy koncentracji obciążeń (zawory, pionowe odcinki przewodów itp.) należy zastosować dodatkowe podparcia.

Zmiana długości rurociągów i współczynnik rozszerzalności liniowej

Graficzne oznaczenie zmiany długości



$$\Delta T = T_{praca} - T_{mont}$$

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

**Przykład:**

Rura PE; L = 10 m; T<sub>praca</sub> = 70 °C; T<sub>mont</sub> = 20 °C

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

graficzne wyznaczenie:

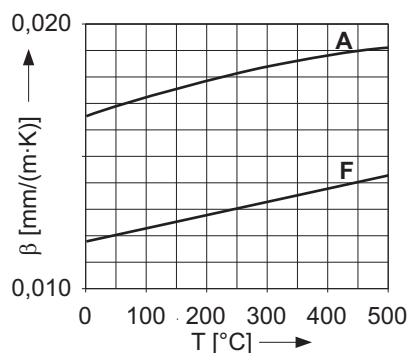
$$\Delta T = 50 \text{ K} \rightarrow \text{PE} \rightarrow L = 10 \text{ m} \rightarrow \Delta L = 100 \text{ mm}$$

rozwiązanie obliczeniowe:

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

**Współczynnik rozszerzalności liniowej**

Materiał	β [mm/(m·K)]
HDPE, PE	0,200
PB, PP	0,150
PVDF	0,12 ... 0,18
PVC	0,080
A = stal (VA), Cu	0,017
F = stal (ferr.)	0,012

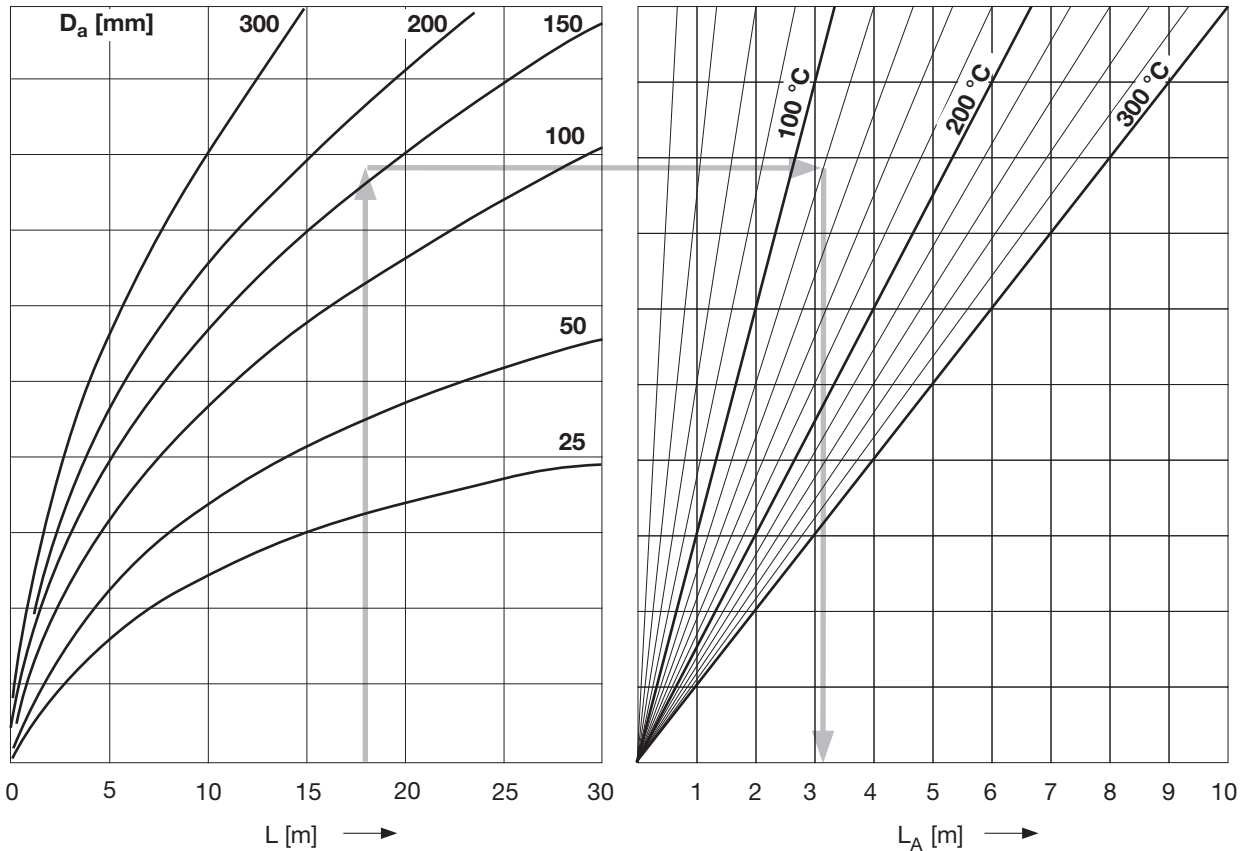


**Wskazówka:**

► Ze wzrostem temperatury rośnie współczynnik rozszerzalności liniowej. Do obliczeń od 200°C należy więc stosować rozwiązanie obliczeniowe z całkowitym współczynnikiem rozszerzalności liniowej.

Minimalna długość ramienia podpory ulegającego zginaniu  $L_A$  w przypadku rur zwiększających swą temperaturę (wskaźniki)

Rurociągi ze stali (ferrytycznej, austenitycznej)

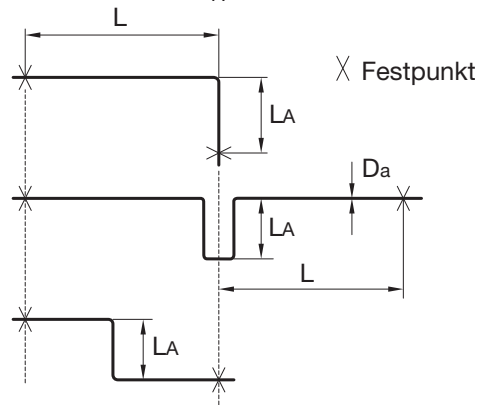


**Przykład:**

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

Odczyt: Min. długość dla ramienia zginania  $L_A = 3,1 \text{ m}$

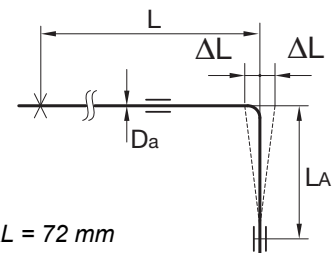
Dotyczy kolan L, kolan U i kolan Z zgodnie z ilustracją.



Przewody rurowe z tworzywa sztucznego

Materiał	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.) Obliczanie rozszerzalności liniowej:  $\Delta L = 72 \text{ mm}$

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

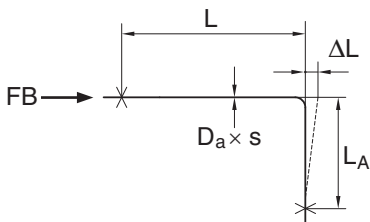
**Przykład:**

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

**Siła działająca na punkt stały dla rurociągów ze stali (oznaczenie orientacyjne)**

Siła działająca na punkt stały wskutek zginania (podczas wydłużania się rury ugina się ramię wspornika)

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

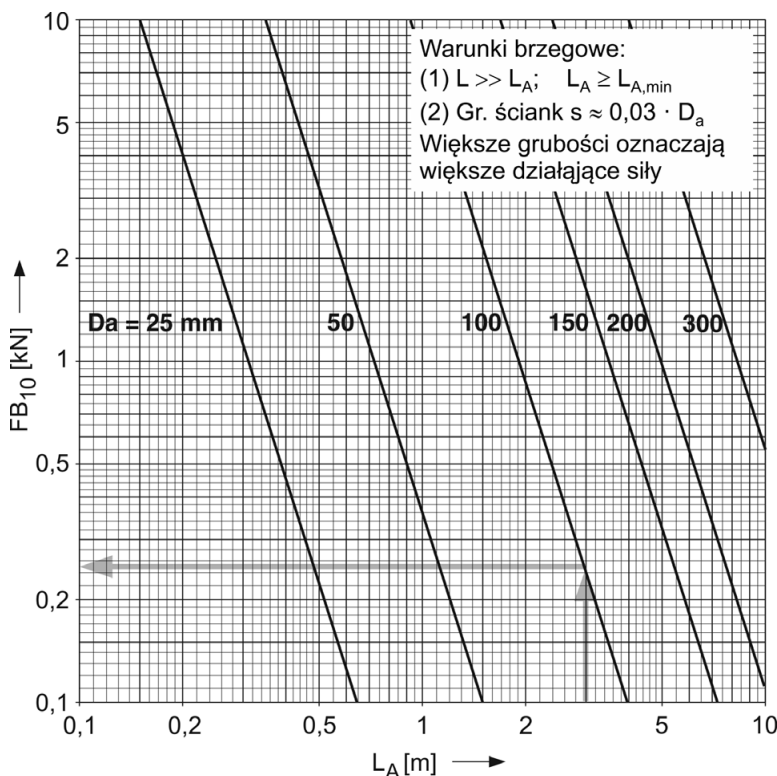


**Przykład:**  
Rura stalowa DIN 2458, L = 15 m  
LA = 3 m; Da = 101,6 mm; T = 120°C

→ ΔT = 100 K → ΔL = 18 mm

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

**Uwaga:**  
Siła w punkcie stałym FP jest większa niż FB, ponieważ siły tarcia w łożyskach ślizgowych sumują się: FP = FB + FR



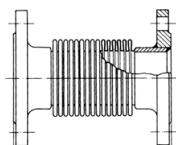
**Siła działająca na punkt stały z kompensatorami osiowymi (wskaźniki)**

$$FP = FH + FF + FR$$

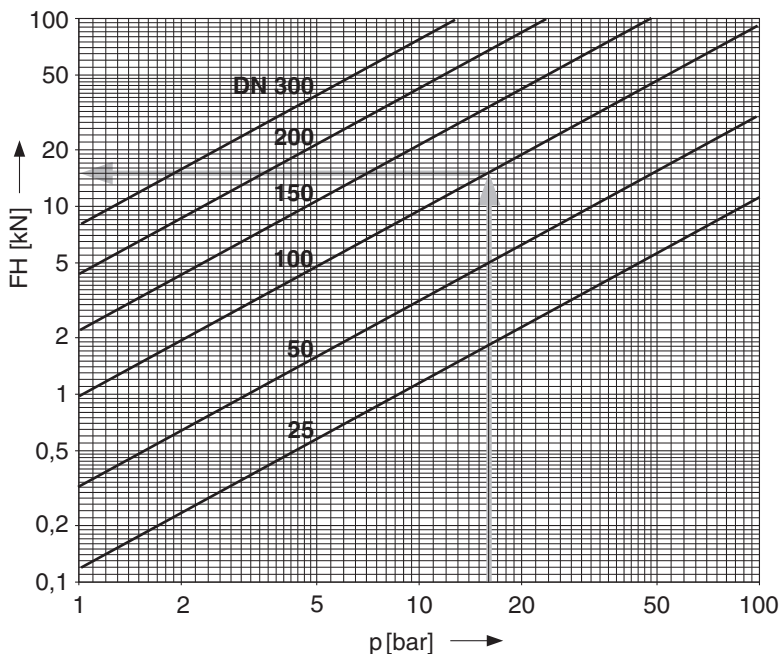
**Przykład:**  
Kompensator osiowy DN 100; p = 16 bar  
→ siła hydrostatyczna FH ≈ 15 kN

**Uwaga:**  
FH tworzy zwykle udział główny siły w punkcie mocowania. Cała siła w punkcie stałym FP jest jednak większa, ponieważ należy dodać siłę sprężynowania kompensatora (FF) i siły tarcia w łożyskach ślizgowych (FR).

Forma wykonania kompensatora osiowego z kołnierzem.



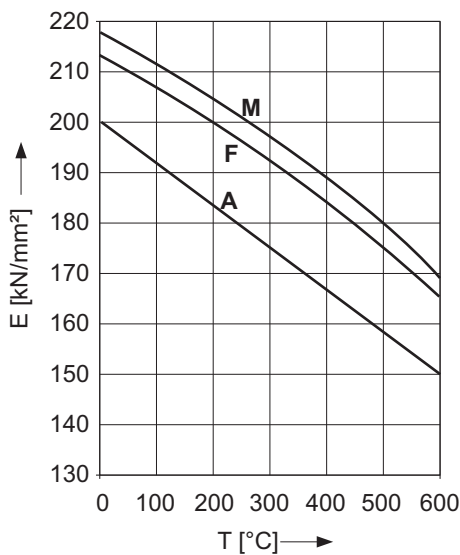
Przy dokładnym obliczaniu siły hydrostatycznej FH należy uwzględnić przekrój mieszka podany przez producenta. Na podstawie średnicy znamionowej DN można z wykresu odczytać przybliżone wartości.





### Moduł sprężystości i granica plastyczności Re dla stali (zależne od temperatury)

#### Parametry materiałów



Materiał	Granica plastyczności Re [N/mm <sup>2</sup> ] w					temp. [°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 = martenzytyczna  
F = ferrytyczna  
A = austenityczna

Wartości granicy plastyczności dla S235JR dotyczą grubości ścianek do 16 mm, wg AD 2000 MB W1.

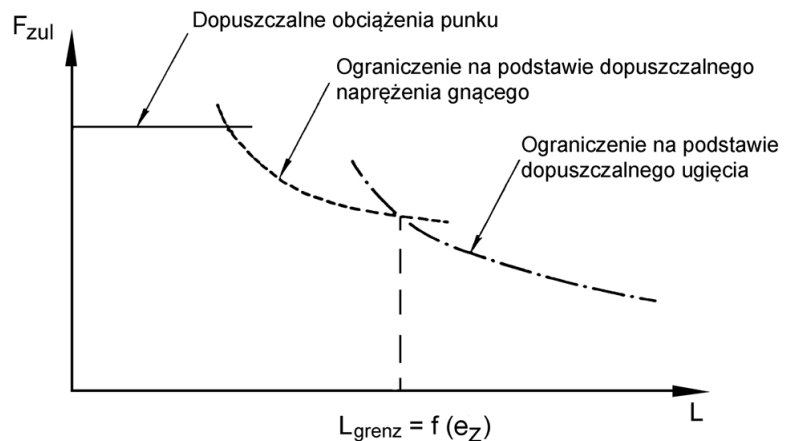
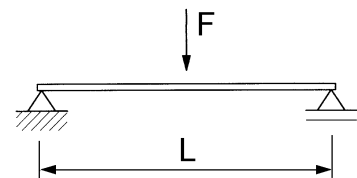
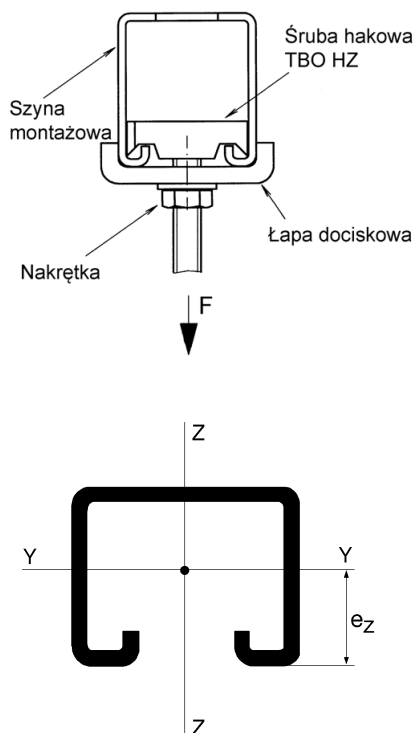
#### Uwaga:

Podane wartości dla Re są parametrami materiału.  
Współczynniki bezpieczeństwa należy uwzględnić dodatkowo.  
Dla produktów ocynkowanych ogniowo górna temperatura graniczna wynosi 250°C.  
Stali S235JR (St 37) nie należy używać w temp. powyżej 300°C.  
W szczególności wysokiej temperaturze, przy dobieraniu materiałów należy uwzględnić wytrzymałość czasową.

#### Uwaga!

► Ponieważ własności wytrzymałościowe stali w wyższej temperaturze znacznie się pogarszają, należy koniecznie uwzględnić te obniżone wartości w obliczeniach. Wartości pośrednie należy interpolować liniowo.

#### Ograniczenia przy projektowaniu trawersów

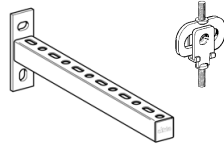
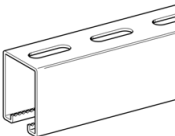
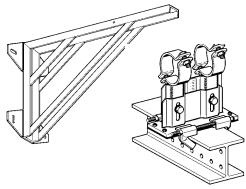
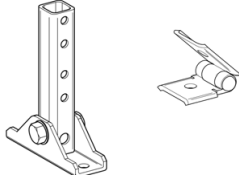


## Ochrona przed korozją

### 1. Kategoria korozyjności wg DIN EN ISO 12944-2

Kategoria korozyjności	Obciążenie korozyjne	Obszary zewnętrzne (typowe przykłady)	Obszary wewnętrzne (typowe przykłady)
<b>C1</b>	bez znaczenia	nie dotyczy Europy środkowej (pod gołym niebem min. C 2, tzn. niskie wymagania)	ogrzewane budynki z atmosferą obojętną, np. biura, sklepy, szkoły, hotele
<b>C2</b>	małe	atmosfera o niewielkim zanieczyszczeniu; zwykle tereny wiejskie	nieogrzewane budynki, w których może wystąpić kondensacja, np. magazyny, hale sportowe.
<b>C3</b>	umiarkowane	atmosfera miejska i przemysłowa, umiarkowane zanieczyszczenie dwutlenkiem węgla; obszary nadmorskie o niskim zasoleniu	pomieszczenia produkcyjne o dużej wilgotności i niewielkim zanieczyszczeniu powietrza, np. produkcja artykułów spożywczych, pralnie, browary, młeczarnie
<b>C4</b>	silne	obszary przemysłowe i nadmorskie o średnim zasoleniu	urządzenia chemiczne, baseny, hangary na łódzie na wodzie morskiej
<b>C5-I (przemysł)</b>	bardzo silne	obszary przemysłowe o dużej wilgotności z atmosferą korozyjną	budynki i miejsca z niemal ciągłą kondensacją i o dużym zanieczyszczeniu
<b>C5-M (morze)</b>	Bardzo silne	obszary nadmorskie i przybrzeżne o dużym zasoleniu	budynki i miejsca z niemal ciągłą kondensacją i o dużym zanieczyszczeniu

### 2. Wybór technologii w zależności od kategorii korozyjności i przewidywanego okresu użytkowania

		<b>HCP = High Corrosion Protection = HCP</b> Odporność min. jak dla cynkowania zanurzeniowego		
Technologia	Cynkowanie galw.	Cynkowanie ogniowe		Powlekanie płytkami cynku
<b>Medium</b>	elektrolityczne przeniesienie jonów cynku	z wykorzystaniem temperatury ( $\geq 450$ °C): zanurzenie w ciekłym cynku		powłoka nieorganiczna z płytek cynku i aluminium
<b>Przebieg</b>	galwanizacja, nieciągły, zawieszanie	<b>cynkowanie zanurzeniowe</b> ciągły, metoda Sendzimira	<b>Cynkowanie indywidualne</b> , nieciągły, zanurzanie (tZn)	powlekanie i wypalanie w temp. ok. 200°C
<b>Normy</b>	DIN 50961	DIN EN 10346 (elementy konwencjonalne)	DIN EN ISO 1461 (elementy wielkogabarytowe), DIN EN ISO 10684 (elementy łączące)	DIN EN 13858 (elementy wielkogabarytowe), DIN EN ISO 10683 (elementy łączące)
<b>Grubość powłoki (wartości przybliżone)</b>	elementy blaszane 8 ... 12 $\mu$ m elementy standardowe i gwintowane: 5 ... 8 $\mu$ m	stalowa taśma metalizowana na gorąco ok. 15 $\mu$ m	drobnica 55 $\mu$ m, wielkogabarytowe 70 $\mu$ m, łączące $\geq$ M8 ok. 40 $\mu$ m	najwyższa ochrona przed korozją, nawet ponad 1200 h odporność w teście mgły solnej *) wg sprawozdania z badań MPA 901 2659 000.
<b>Przykłady</b>				

\*) test mgły solnej wg DIN EN ISO 9227

W przypadku nadzwyczajnie dużego obciążenia korozyjnego zalecamy dodatkowo, oprócz programu HCP:

- ◆ **powłoka KTL** – odporna na zadrapania, uderzenia i słońca wodę
- ◆ **powłoka proszkowa** – odporna na chemikalia i czynniki atmosferyczne, paleta kolorów RAL lub
- ◆ nasz uzgodniony asortyment nierdzewnej stali szlachetnej **V4A**.

Prosimy o kontakt, chętnie Państwu doradzimy.



Nasi doradcy klienta i technolodzy chętnie udzielą Państwu szczegółowych informacji – odpowiedzą na pytania lub wspólnie z Państwem opracują konkretne rozwiązania z wykorzystaniem naszego własnego oprogramowania do projektowania.

Jeśli nie podano inaczej, wszystkie wartości obciążeń dotyczą sytuacji z przewagą obciążeń statycznych w temperaturze pokojowej. Podane dopuszczalne obciążenia należy traktować jako wartości znamionowe lub użytkowe. Odnoszą się one do kierunku obciążenia głównego, chyba że podana zostanie inna informacja.

Sprawdzenie odprowadzenia obciążeń do budynku leży w gestii klienta.

Dopuszczalne obciążenia ( $F_{dop}$ ) opisują maksymalne obciążenie wywołane przez czynniki zewnętrzne i należy je traktować jako wartości charakterystyczne w rozumieniu Eurocode 3 (DIN EN 1993: 2010).

Przy doborze podzespołów należy sprawdzać, czy dany produkt spełnia wymagania w zakresie dopuszczalnego obciążenia, ponieważ, jak wiadomo, decyduje zawsze najsłabsze ogniwo łańcucha.

Obróbka powierzchni/materiały są przeznaczone do stosowania w następujących warunkach środowiskowych:

Powierzchnia/materiał	Kategoria korozyjności wg DIN EN ISO 12944-2
Ocynkowanie galwaniczne	do $\leq$ C1
HCP	do $\leq$ C4
Stal szlachetna	do $\leq$ C5I (przemysł)

Niniejszy katalog jest przeznaczony wyłącznie do użytku odbiorcy.

Jest on w całości własnością firmy Sikla. Rysunki techniczne oraz wszystkie informacje są podawane według naszej najlepszej wiedzy. Ilustracje i rysunki nie mają charakteru wiążącego. Nie ponosimy odpowiedzialności za błędy drukarskie.

Zastrzega się możliwość zmian i ulepszeń konstrukcyjnych, w szczególności w rozumieniu postępu technicznego.

Nasze warunki sprzedaży, dostaw i płatności można znaleźć w ogólnych warunkach współpracy (OWW) dostępnych na stronie internetowej.