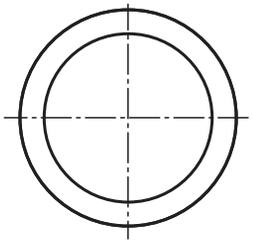
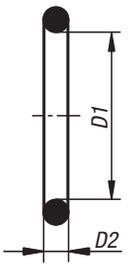
Technický pokyn pro O-kroužky

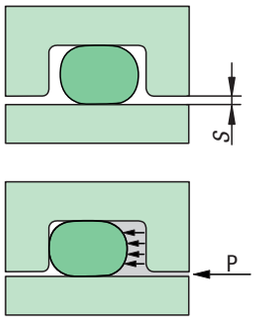
Těsnicí účinek



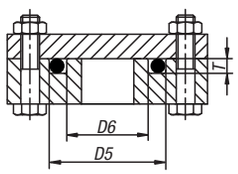
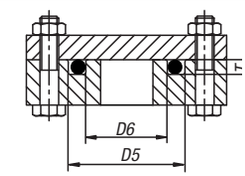
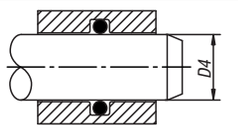
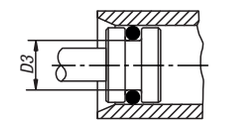


O-kroužek je těsnicí prvek, kterým lze spolehlivě utěsnit kapaliny a plyny. Těsnicí schopnost je dána axiálním nebo radiálním stlačením průřezu. V provozním stavu zesílí tlak média deformaci O-kroužku a zvýší tak těsnicí funkci.

O-kroužek se používá převážně pro statická utěsnění. Pro dynamické utěsnění v hydraulice a pneumatice by měl být používán pouze omezeně (v závislosti na tlaku, rychlosti a teplotě). Kvůli třecímu odporu by přitom měla být vždy zvolena menší předkomprese než u statických aplikací. U dynamických aplikací je vždy třeba dbát na dostatečné mazání.

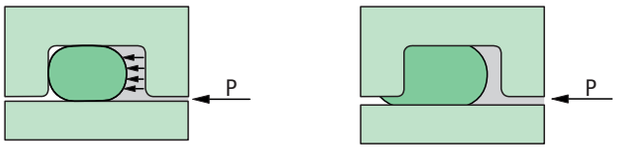


Druhy montáže

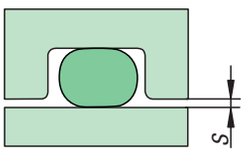
	Přírubové těsnění axiální montáž staticky těsnící	Při tlaku zevnitř platí: vnější průměr O-kroužku (D1 + 2 x D2) cca o 2 % větší než vnější průměr drážky D5 D1 ~ D5 x 1,02 -2 x D2
	Přírubové těsnění axiální montáž staticky těsnící	Při tlaku zvenku platí: průměr O-kroužku D1 o cca 2 % menší než vnitřní průměr drážka D6 D1 ~ D6 x 0,98
	Těsnění pístnice (těsnící vnitřně) radiální montáž staticky/dynamicky těsnící	Pro použití s vnitřním těsněním platí: průměr O-kroužku D1 = D4
	Těsnění pístu (těsnící zvenku) radiální montáž staticky/dynamicky těsnící	Pro použití s vnějším těsněním platí: průměr O-kroužku D1 ≤ D3
Kromě toho existují ještě další způsoby montáže, jako je lichoběžníková drážka a trojúhelníková drážka. Jelikož výroba lichoběžníkové i trojúhelníkové drážky je obtížná a drahá, upřednostňuje se montáž obdélníkové drážky.		

Rozměry mezer

O-kroužek se pomocí tlaku přitlačí ke straně, na kterou nepůsobí tlak. Aby se zabránilo tomu, že by přitom mohl být O-kroužek zatlačen do těsnicí mezery, by měla být tato mezera udržována co nejmenší. Příliš velká těsnicí mezera může vést ke zničení O-kroužku z důvodu vytlačení z mezery.



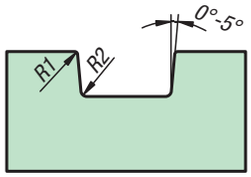
Směrné hodnoty rozměrů mezer pro standardní elastomery uvedené v tabulce představují u centrického uspořádání vestavných dílů maximální hodnoty. Přípustné hodnoty pro těsnicí mezeru jsou závislé na tlaku, tvrdosti materiálu a průměru. Veškeré údaje jsou založeny na empirických hodnotách a jsou pouze směrnými hodnotami.



O-kroužek o tvrdosti 70 Shore A					
Průměr šňůry D2	≤ 2	≤ 3	≤ 5	≤ 7	>7
Tlak (bar)	Rozměr mezery S (mm)				
≤3,5	0,08	0,09	0,1	0,13	0,15
≤7,0	0,05	0,07	0,08	0,09	0,1
≤10	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08

Poloměry drážek

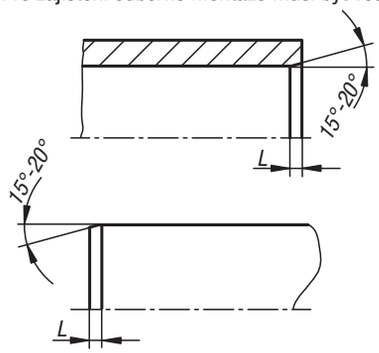
Vnitřní a vnější hrany nesmí vykazovat žádné ostré hrany. Všechny hrany, které přicházejí do styku s O-kroužkem musí být kompletně odhrotovány a musí mít kruhový tvar. Je třeba dodržovat poloměry vztahující se k tloušťce kroužku. Přípustné jsou šikmé boky drážek až cca 5°.



Průměr šňůry D2	R1	R2
< 2	0,1	0,3
< 3	0,2	0,3
< 4	0,2	0,5
< 5	0,2	0,6
< 6	0,2	0,6
< 8	0,2	0,8
> 8	0,2	1

Zaváděcí úkos

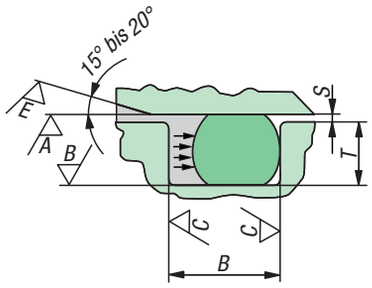
Pro zajištění odborné montáže musí být vestavné díly opatřeny zaváděcími úkosy, aby se při montáži nepoškodil O-kroužek.



Průměr šňůry D2	L (15°)	L (20°)
≤1,80	2,5	2
≤2,65	3	2,5
≤3,55	3,5	3
≤5,30	4	3,5
≤7,00	5	4
>7,00	6	4,5

Drsnosti povrchů

Aby se dosáhlo optimálního těsnicího účinku, musí kontaktní plochy splňovat minimální kvalitu. Požadavky na povrch jsou především závislé na typu aplikace. Speciálně při použití dynamického těsnění nebo u pulzujících tlaků musí být povrch jemnější než v případě statických aplikací. Uvedené hodnoty jsou použitelné pro většinu aplikací těsnění a je třeba chápat je jako doporučení.



Plocha	Druh použití	Rz (µm)	Ra (µm)
Těsnicí plocha A	staticky	≤ 6,3	≤ 1,6
Dno drážky B	staticky	≤ 6,3	≤ 1,6
Boky drážky C	staticky	≤ 6,3	≤ 1,6
Těsnicí plocha A	dynamicky	≤ 1,6	≤ 0,4
Dno drážky B	dynamicky	≤ 6,3	≤ 1,6
Boky drážky C	dynamicky	≤ 6,3	≤ 1,6
Zaváděcí úkos E	-	≤ 6,3	≤ 1,6

Montážní pokyny

Aby mohl O-kroužek plnit svou odpovídající těsnicí funkci, musí se při montáži zabránit veškerému poškození O-kroužku, jinak mohou vzniknout netěsnosti. Z toho důvodu je třeba nutně dodržovat následující montážní pokyny:

- Dodržujte definované najížděcí úkosy a požadované drsnosti povrchů
- Všechny hrany, přes které vede O-kroužek, musí být v místě přechodu bez hrotů a kruhové.
- Nečistota, hobliny a všechny ostatní částečky musí být odstraněny ze vstupního prostoru a drážky
- Používejte montážní pomůcky (pouzdra) při přejíždění závitů a nevyhnutelných ostrých hran a rohů
- Pokud je to možné, používejte při montáži montážní tuk/olej (dbejte na odolnost)
- Nepoužívejte žádné ostrohranné montážní nástroje a pomůcky
- Kvůli možnému ztvrdnutí se O-kroužky nesmí nikdy přilepovat
- O-kroužky se při montáži nesmí přetáčet/překrucovat
- Krátkodobé roztažení o 20% vztahující se k vnitřnímu průměru je pro montáž přípustné

Dimenzování a výběr O-kroužků

Pro dosažení optimálního těsnicího účinku je třeba volit O-kroužky s co největším průměrem šňůry. Zejména při nepříznivých tolerančních podmínkách nutno zvolit neblíže vyšší průměr šňůry.

Těsnicí účinek O-kroužku vytváří jeho předběžné stlačení. Podle druhu použití by mělo být dosaženo následujících hodnot:

- statické utěsnění 15 – 30 %
- dynamické utěsnění 10 – 18 % (Hydraulika
- dynamické utěsnění 4 – 12 % (pneumatika)

Ve vedlejší tabulce je uvedeno doporučení pro předběžné stlačení O-kroužku v závislosti na průměru šňůry D2 a druhu použití.

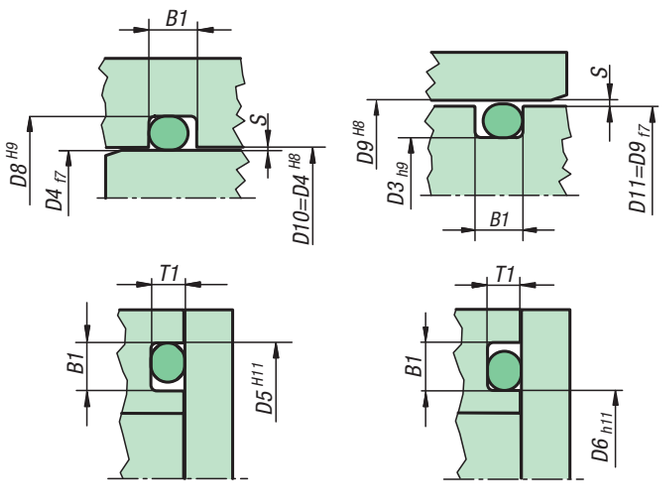
V namontovaném stavu by se O-kroužek měl ve vztahu na vnitřní průměr

- max. o 6 % roztáhnout
- max. o 3 % stlačit

Průměr šňůry O-kroužku	Předběžné stlačení		
	Použití		
D2	staticky hydr./pneum.	dynamicky hydraulické	dynamicky pneumatické
1,78	11,5 - 28,5 %	10,5 - 25,0 %	5,0 - 18,5 %
2	11,0 - 27,5 %	10,0 - 23,5 %	4,5 - 17,5 %
2,62	10,5 - 25,0 %	9,0 - 20,5 %	4,0 - 15,5 %
3	10,3 - 24,0 %	8,8 - 20,0 %	3,5 - 15,0 %
3,53	10,0 - 23,0 %	8,0 - 18,5 %	3,0 - 14,0 %
4	10,0 - 22,0 %	7,5 - 18,0 %	3,0 - 13,7 %
5	10,0 - 21,5 %	7,0 - 17,5 %	3,0 - 13,5 %
5,33	10,0 - 20,0 %	7,0 - 17,0 %	3,0 - 13,2 %
6	9,8 - 19,5 %	7,0 - 16,5 %	3,0 - 13,0 %
7	9,5 - 19,0 %	6,5 - 16,0 %	3,0 - 12,7 %
8	9,5 - 19,0 %	6,5 - 16,0 %	3,0 - 12,0 %

Montážní rozměry obdélníkové drážky

Hodnoty a tolerance uvedené v tabulce platí pro O-kroužky z NBR 70 Shore A. Zpravidla mohou být tyto hodnoty převzaty i pro ostatní materiály a tvrdosti materiálů, popř. je třeba pouze přizpůsobit hloubku drážky. Uvedené hodnoty jsou použitelné pro velkou většinu aplikací těsnění a je třeba je chápat jako doporučení.



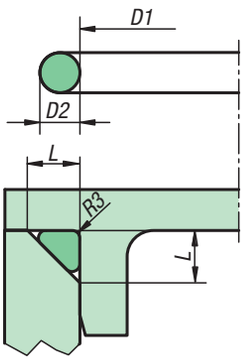
Příklad	
Hřídel D4 = 58	D4 = 58
Radiální montáž, statické (těsnící vnitřně)	
Volba O-kroužku	D1 = 58, D2 = 3.5
Z tabulky montážní rozměry	
Průměr na dně drážky D8	D8 = D4 +5,3 = 63,3
Šířka drážky B1	B1 = 4,6
Šířka štěrbiny S	
Průměr D10	D10 = D4 H8 = 58^{0} / 58^{+46}
Průměr D4	D4 f7 = 58_{-30} / 58_{-60}
Maximální štěrbina S	S = 0.053

Tabulka montážních rozměrů

Montážní rozměry							
Průměr šňůry O-kroužku	Radiální montážPrůměr na dně drážky				Šířka drážky	Axiální montáž	
						Hloubka drážky	Rádius
	dynamicky	staticky	dynamicky	staticky			
D2	D3h9	D3h9	D8H9	D8H9	B1 +0,2	T1 +0,05	R2
0,5	-	D9-0,7	-	D4+0,7	0,8	0,35	0,2
0,74	-	D9-1,0	-	D4+1,0	1	0,5	0,2
1,00 1,02	-	D9-1,4	-	D4+1,4	1,4	0,7	0,2
1,2	-	D9-1.7	-	D4+1.7	1,7	0,85	0,2
1,25 1,27	-	D9-1,8	-	D4+1,8	1,7	0,9	0,2
1,3	-	D9-1,9	-	D4+1,9	1,8	0,95	0,2
1,42	-	D9-2,1	-	D4+2,1	1,9	1,05	0,3
1,50 1,52	D9-2,5	D9-2,2	D4+2,5	D4+2,2	2	1,1	0,3
1,60 1,63	D9-2,6	D9-2,4	D4+2,6	D4+2,4	2,1	1,2	0,3
1,78 1,80	D9-2,9	D9-2,6	D4+2,9	D4+2,6	2,4	1,3	0,4
1,83	D9-3,0	D9-2,7	D4+3,0	D4+2,7	2,5	1,35	0,4
1,9	D9-3,1	D9-2,8	D4+3,1	D4+2,8	2,6	1,4	0,4
1,98 2,00	D9-3,3	D9-3,0	D4+3,3	D4+3,0	2,7	1,5	0,4
2,08 2,10	D9-3,5	D9-3,1	D4+3,5	D4+3,1	2,8	1,55	0,4
2,2	D9-3,7	D9-3,2	D4+3,7	D4+3,2	3	1,6	0,4
2,26	D9-3,8	D9-3,4	D4+3,8	D4+3,4	3	1,7	0,4
2,30 2,34	D9-3,9	D9-3,5	D4+3,9	D4+3,5	3,1	1,75	0,4
2,4	D9-4,1	D9-3,6	D4+4,1	D4+3,6	3,2	1,8	0,5
2,46	D9-4,2	D9-3,7	D4+4,2	D4+3,7	3,3	1,85	0,5
2,5	D9-4,3	D9-3,7	D4+4,3	D4+3,7	3,3	1,85	0,5
2,62 2,65	D9-4,5	D9-4,0	D4+4,5	D4+4,0	3,6	2	0,6
2,7	D9-4,6	D9-4,1	D4+4,6	D4+4,1	3,6	2,05	0,6
2,8	D9-4,8	D9-4,2	D4+4,8	D4+4,2	3,7	2,1	0,6
2,92 2,95	D9-5,0	D9-4,4	D4+5,0	D4+4,4	3,9	2,2	0,6
3	D9-5,2	D9-4,6	D4+5,2	D4+4,6	4	2,3	0,6
3,1	D9-5,4	D9-4,8	D4+5,4	D4+4,8	4,1	2,4	0,6
3,5	D9-6,1	D9-5,3	D4+6,1	D4+5,3	4,6	2,65	0,6
3,53 3,55	D9-6,2	D9-5,4	D4+6,2	D4+5,4	4,8	2,7	0,8
3,6	D9-6,3	D9-5,6	D4+6,3	D4+5,6	4,8	2,8	0,8
4	D9-7,0	D9-6,2	D4+7,0	D4+6,2	5,2	3,1	0,8
4,5	D9-8,0	D9-7,0	D4+8,0	D4+7,0	5,8	3,5	0,8
5	D9-8,8	D9-8,0	D4+8,8	D4+8,0	6,6	4	0,8
5,30 5,33	D9-9,4	D9-8,6	D4+9,4	D4+8,6	7,1	4,3	1,2
5,5	D9-9,6	D9-9,0	D4+9,6	D4+9,0	7,1	4,5	1,2
5,7	D9-10,0	D9-9,2	D4+10,0	D4+9,2	7,2	4,6	1,2
6	D9-10,6	D9-9,8	D4+10,6	D4+9,8	7,4	4,9	1,2
6,5	D9-11,4	D9-10,8	D4+11,4	D4+10,8	8	5,4	1,2
6,99 7,00	D9-12,2	D9-11,6	D4+12,2	D4+11,6	9,5	5,8	1,5
7,5	D9-13,2	D9-12,6	D4+13,2	D4+12,6	9,7	6,3	1,5
8	D9-14,2	D9-13,4	D4+14,2	D4+13,4	9,8	6,7	1,5
8,4	D9-15,0	D9-14,2	D4+15,0	D4+14,2	10	7,1	1,5
9	D9-16,2	D9-15,4	D4+16,2	D4+15,4	10,6	7,7	2
9,5	D9-17,2	D9-16,4	D4+17,2	D4+16,4	11	8,2	2
10	D9-18,2	D9-17,2	D4+18,2	D4+17,2	11,6	8,6	2,5
12	D9-22,0	D9-21,2	D4+22,0	D4+21,2	13,5	10,6	2,5

Montážní rozměry trojúhelníkové drážky

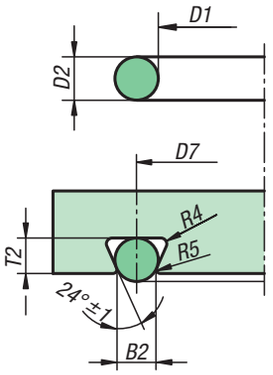
Aplikace u těsnění přírub a těsnění krytů. U tohoto provedení drážky leží O-kroužek na třech stranách. Tím není zaručen definovaný přítlak O-kroužku. U tohoto provedení drážky nedochází k téměř žádnému případnému bobtnání O-kroužku. Pro těsnicí funkci je důležité přesné dodržování rozměrů a tolerancí podle vedlejší tabulky. Tloušťka D2 O-kroužku by měla činit více než 3 mm.



Průměr šňůry O-kroužkuD2	Délka hrany L	Rádius R3
1,78 1,80	2,4 +0,10	0,3
2	2,7 +0,10	0,4
2,4	3,2 +0,15	0,4
2,5	3,4 +0,15	0,6
2,62 2,65	3,5 +0,15	0,6
3	4,0 +0,20	0,6
3,1	4,1 +0,20	0,6
3,53 3,55	4,7 +0,20	0,9
4	5,4 +0,20	1,2
5	6,7 +0,25	1,2
5,30 5,33	7,1 +0,25	1,5
5,7	7,6 +0,25	1,5
6	8,0 +0,30	1,5
7	9,4 +0,30	2

Montážní rozměry trapézové drážky

U lichoběžníkové drážky drží O-kroužek v drážce pevně. Z technologických důvodů při výrobě drážky se toto použití doporučuje teprve od průměru šňůry D2 cca 2,5 mm. Šířka drážky B2 se měří před odjehlením na hranách. Střední průměr drážky D7 činí D7 = D1 + D2.



Průměr šňůry O-kroužku	Šířka drážky	Hloubka drážky	Rádius	Rádius
D2	B2 +/- 0,05	T2 +/- 0,05	R4	R5
2,5	2,05	2	0,4	0,25
2,62 2,65	2,15	2,1	0,4	0,25
3	2,4	2,4	0,4	0,25
3,1	2,4	2,4	0,4	0,25
3,53 3,55	2,9	2,9	0,8	0,25
4	3,1	3,2	0,8	0,25
5	3,9	4,2	0,8	0,25
5,30 5,33	4,1	4,6	0,8	0,4
5,7	4,4	4,8	0,8	0,4
7	5,6	6	1,6	0,4
8	6	6,9	1,6	0,4
8,4	6,3	7,3	1,6	0,4