

Těsnění pro hydraulická a pneumatická zařízení

1) Úvod do těsnění – základní pojmy – Ing. Petr Kaněra

kanerap@seznam.cz

Co Vám konfigurátor těsnění neřekne.

Chemická odolnost - Teplotní odolnost – Tlak– Čas - Zástavba !!!!

ECI (EVI) index- Trvalá deformace (Compression set)- Joule efekt- Tensile elongation
(natažení při přetržení- omezení pro PTFE) (tahové vs. tlakové předpětí
těsnění směr působení tlaku)

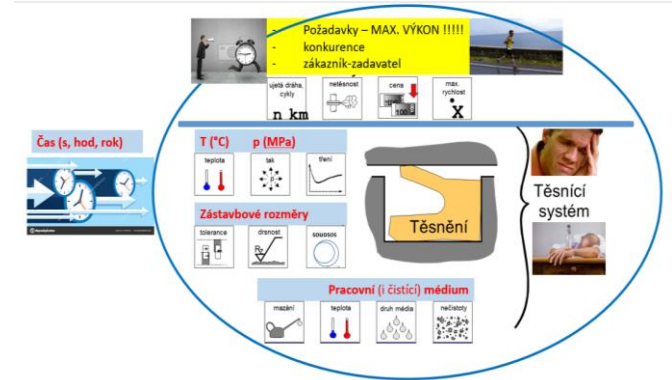
Odrasová pružnost (funkce těsnění za nízkých teplot v čase- bus, metro atd.)

Lze použít těsnění pro hydrauliku v pneu. systému a naopak? Pokud ano, kdy?

Jak (ne)postupovat při servisu poškozeného těsnění.

Vlečný tlak- Diesel efekt- lokální vývin tepla na břitu těsnění

Statické těsnění-> dynamické těsnění - stárnutí těsnění- měření tvrdosti pryže a rozdíly v metodách - volby zástavby
(oblast (ne)přípustných deformací)- vyplnění drážky (rozdíl v souč. teplotní roztažnosti)





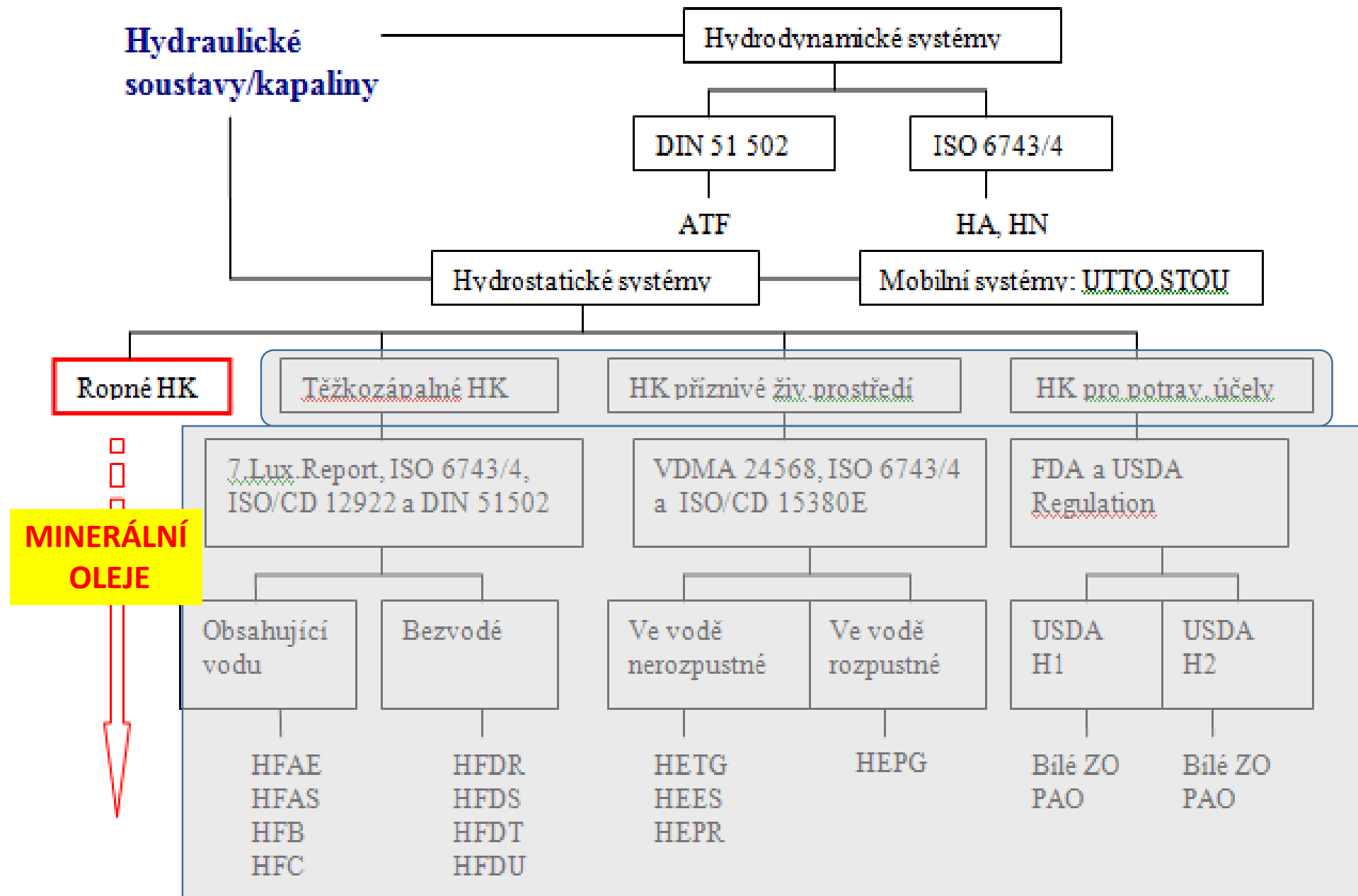
PROVOZ PRACOVNÍ KAPALINY V HYDRAULICKÉM SYSTÉMU

seminář / webinar

2. června 2021

www.tribotechnika.cz





Hydraulické oleje pro hydrostatické mech.

- *základní životnost – cca 2500 h.* (lab. zkouška)

základní aditivace, ZnDDP, skupina I

ISO 6743/4 typ **HM**; DIN 51 524/2 - **HLP**

MOGUL HM

- *prodloužená životnost – cca 3500 h.*

směsná přísada, skupina I + II

ISO 6743/4 typ **HM**; DIN 51 524/2 - **HLP**

MOGUL HM S, MOGUL HLP-D

- *extrémní životnost – cca 6500 h.*

aditivace bez obsahu Zn, směsná přísada, sk. II+III

ISO 6743/4 typ **HM**; DIN 51 524/2 - **HLP**

MOGUL HM ZF, MOGUL HLP-D ZF

Těsnění

kontaktní

bezkontaktní

statická

dynamická

— plochá těsnění

— **O-kr.**

— kovová těsnění

— ostatní – ucpávkové

hmoty

rotační

přímočará

— hřídelová těsnění- gufera

— kluzná ucpávková těs.

— rotační hydr. těs.

— rotační vedení

— **Hydraulická těsnění**

— **Pneumatická těsnění**

— Ventilová těsnění.

— Pístní kroužky

— Membrány

— Měchy

— těsnění „spárou“

— labyrintová těsnění

— závitové těsnící hřídele

— odstředivá těsnění

— magnetická těsnění

— ostatní

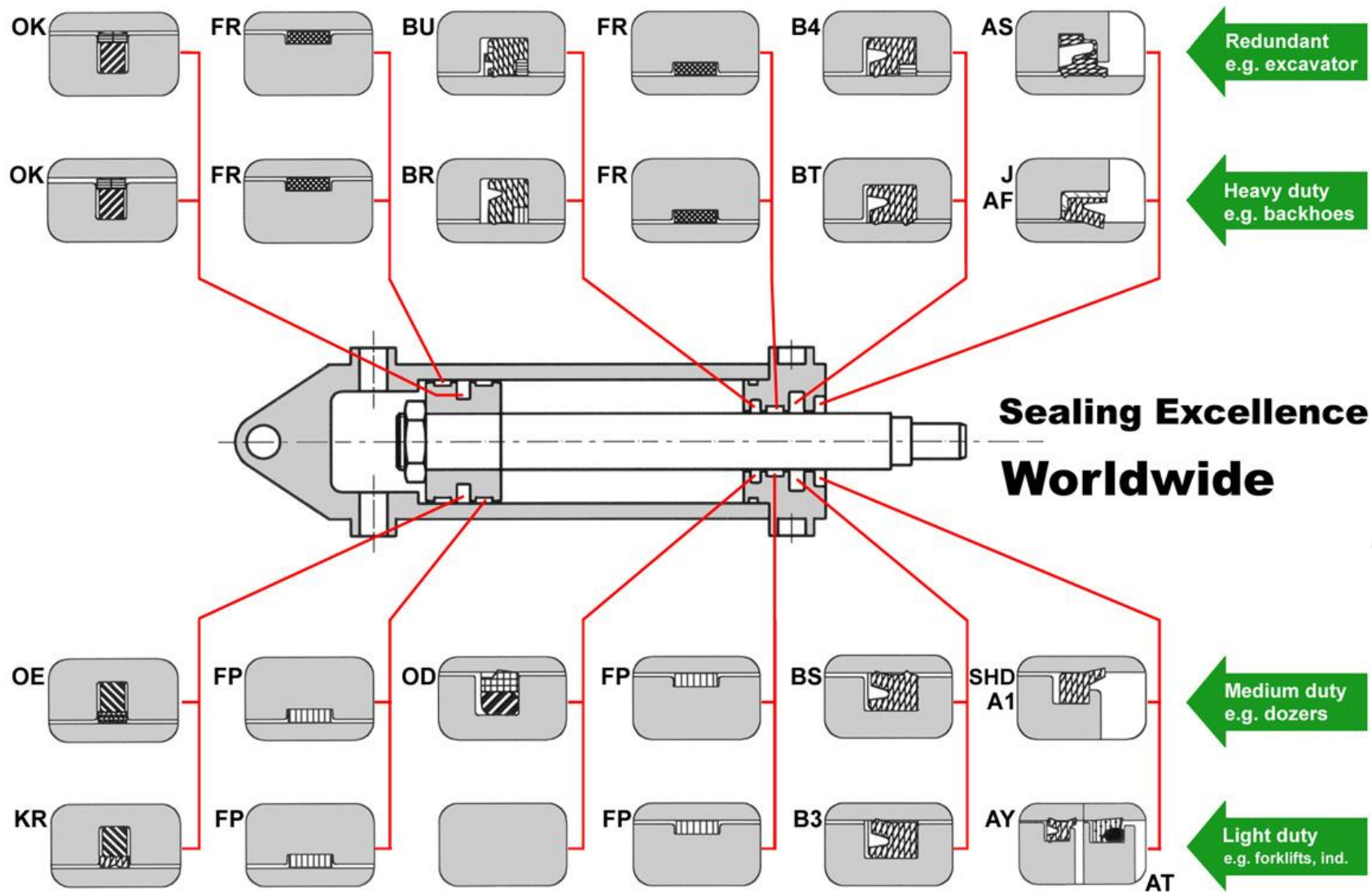
OEM

Přímý prvovýrobce

DISTRIBUCE

Servis

Variantní návrh těsnění dle aplikace



Elastomery

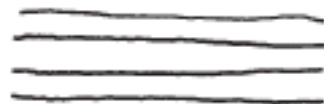
Jako **ELASTOMERY** (Guma- Pryž) se obecně označují Polymery s typicky **gumoelestickými vlatnostmi**.

Neprosíťovaný syrový výchozí materiál se označuje **KAUČUK**. Pružnost **chemicky „prosíťovaných“** pryží je důsledek propojení polymerních řetězců polymerů, což způsobuje, že **ELASTOMERY** se pružně (ne zcela) vracejí do původního stavu před deformací

a)



Plastomere - keine Vernetzung
Plastomere - no crosslinking



Kautschuk (unvernetzt)
Rubber (no cross-links
unvulcanized)



Gummi (vernetzt)
Rubber (crosslinked)



Elastomere - weitmaschige
Vernetzung
Elastomere - wide-meshed
crosslinking



- Požadavky – MAX. VÝKON !!!!!
- konkurence
- zákazník-zadavatel



ujetá dráha,
cykly
n km

netěsnost

cena

max.
rychlost
X

Čas (s, hod, rok)



T (°C)

teplota

p (MPa)

tak

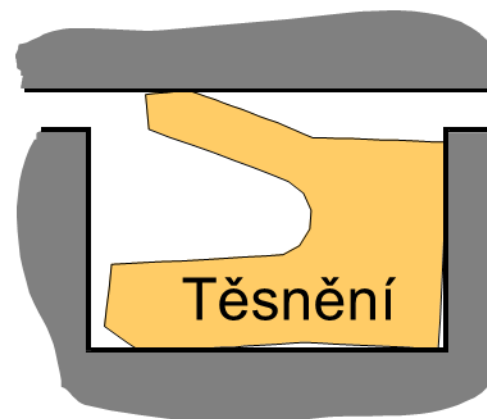
tření

Zástavbové rozměry

tolerance

drsnost

souosos



Těsnící
systém



Pracovní (i čistící) médium

mazání

teplota

druh média

nečistoty

Základy technologie těsnění - 5 parametrů

1) Teplota... min./max. [°C] / Čas (t) !!!!!

2) Pracovní médium / okolní prostředí

3) Tlak [bar/MPa] /
podtlak- dekomprese,
(Diesel efekt),
změna zatížení
 $p(t)$, $T(t)$

4) Rychlost zdvihu [m/s]



5) čistota kapalin vč.
odvzdušnění
montáž těsnění,
kvalita
a přesnost výroby

Návrh těsnění by měl
být vždy variantní

Chemická odolnost –ECI, EVI – bobtnání, smrštění

Trvalá deformace
Compression set

Natažení při přetržení

Cena , dod. termín, vzorek,
balící množství, certifikát,
kontrolní výkres těsnění,
servis, podpora

Odrazová pružnost

Tlakový rozsah,
tlakové špičky,
pokles tlaku

Nároky na zástavbu (tolerance
opracování, atd.)

Snadnost montáže

Teplotní rozsah (T_{max}, T_{min})
vč. Okolního prostředí vs. ČAS

Tření – opotřebení – vývin tepla

Stárnutí těsnění

METRIX
Porovnání
jednotlivých
návrhů

Váha

Váha

Těsnění 1

Těsnění 2

Těs. 3

Těsnění 4

Základy technologie těsnění

Parametry ovlivňující volbu těsnění

Drážka pro těsnění

Těsnicí spára

Usazení těsnění

Tolerance

Materiál pístnice/válce

Okolní prostředí

Nečistoty

Teplota

Těsnění

Deformace- rozložení napětí

Materiál těsnění

Tvar těsnění/ rozměry

Statická
strana těsnění



Dynamická
strana těsnění

Kvalita povrchů - opracování

Mikronerovnosti/tvrdost

Povrchové vrstvy

Pracovní podmínky

Tlak / Teplota

Rychlost pohybu

Frekvence pohybu

Klidový stav

Směr pohybu

Nečistoty

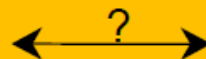
Tlakové změny

Těsněné médium

Nečistoty/ vzduch

Chemický atak těsnění

Těsnicí efekt

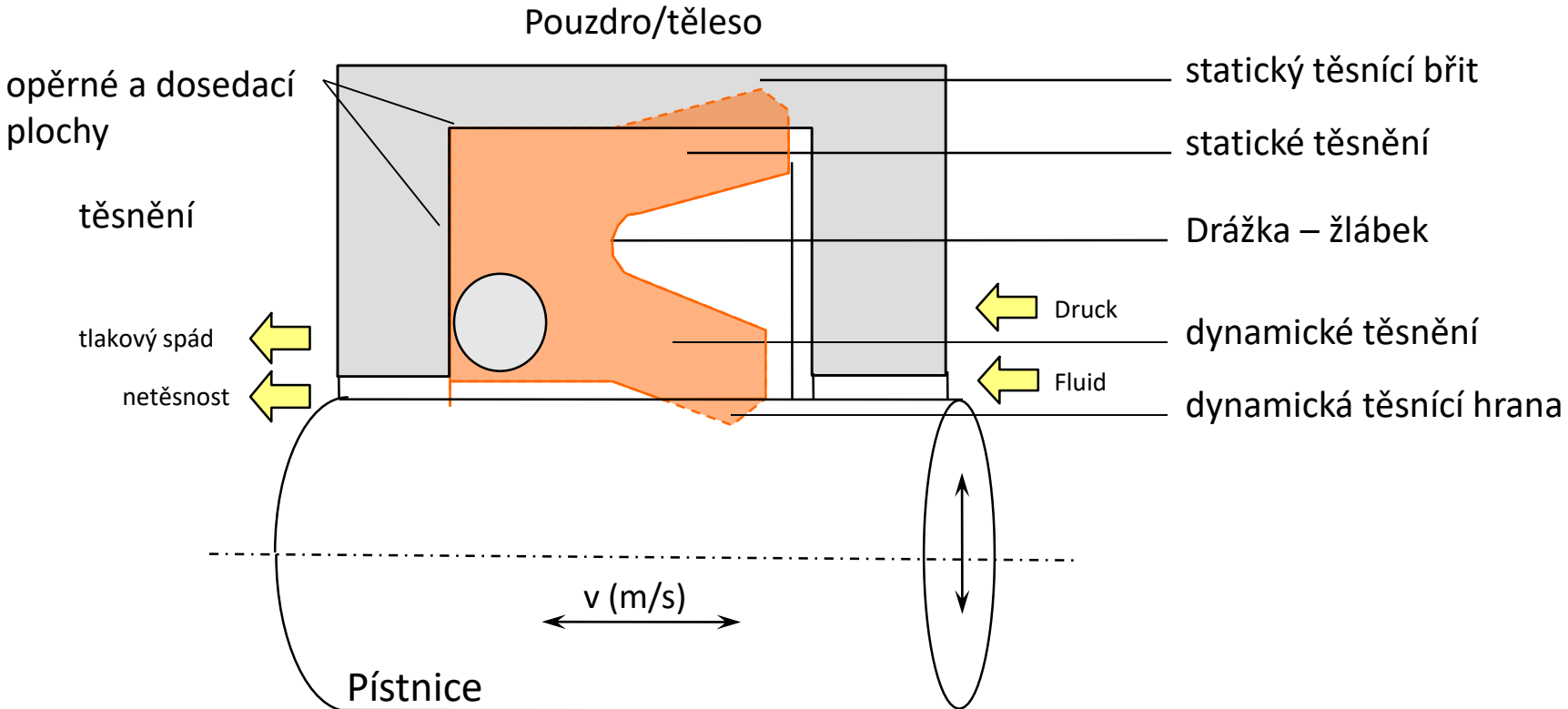


Tření

Kompromis

Mechanismus těsnění

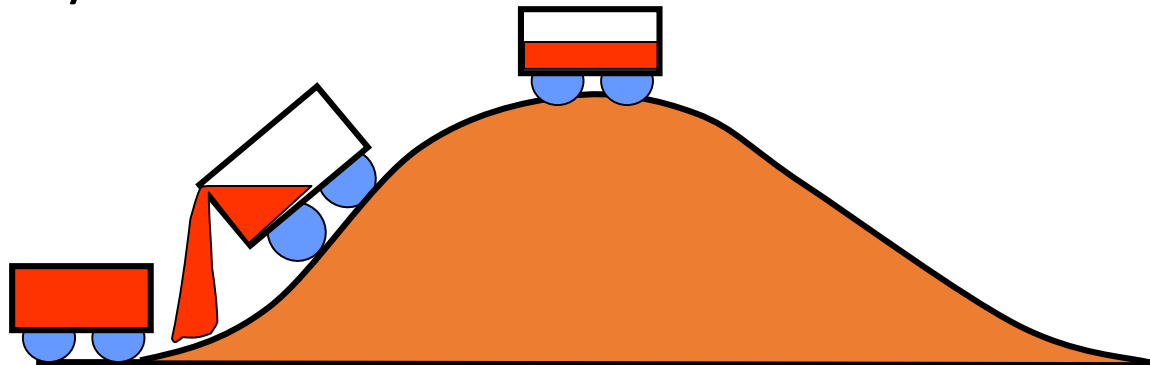
Základní pojmy



Mechanismus těsnění

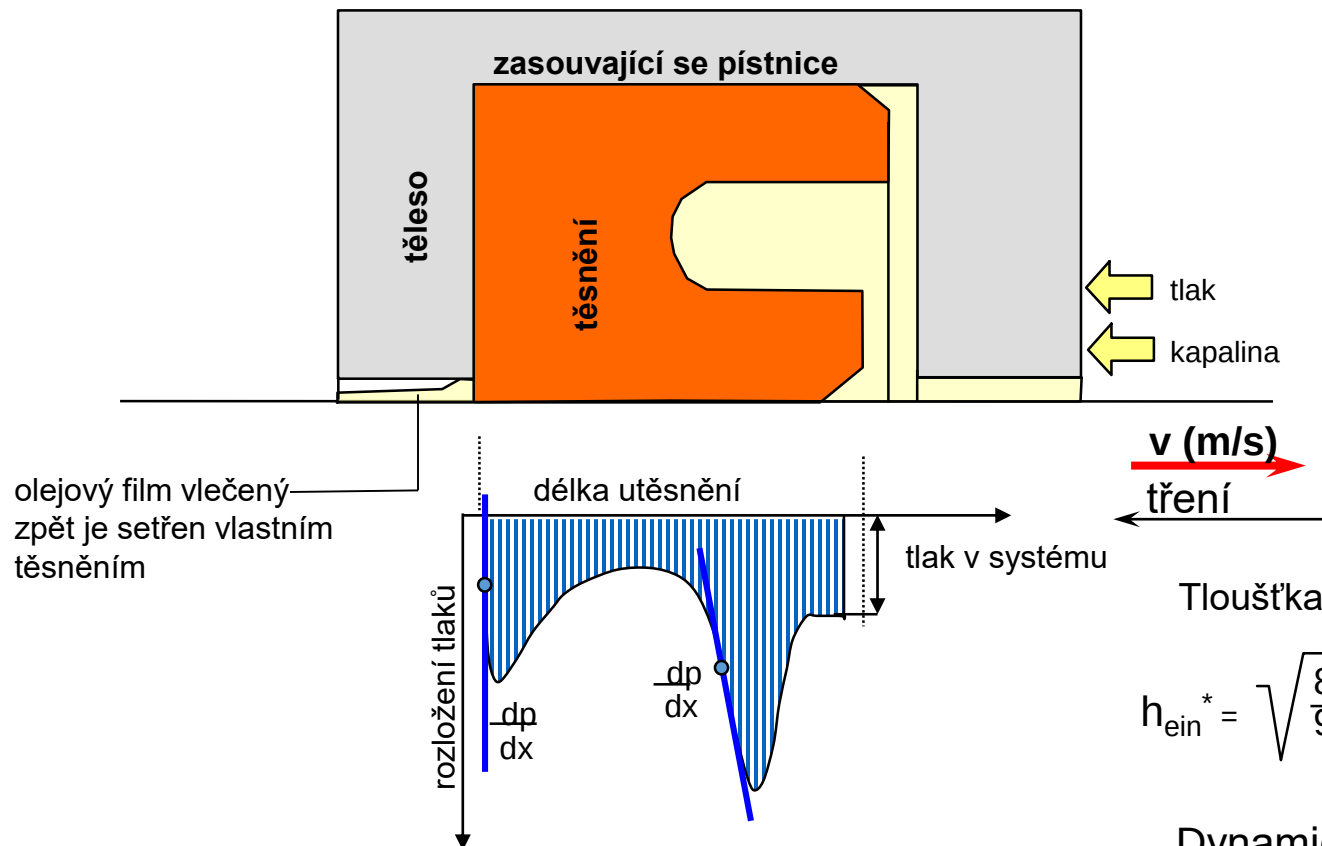
Netěsnost je (bez zohlednění velikosti spáry a unášivé rychlosti pístu/pístnice) závislá hlavně na gradientu tlakového spádu pracovního média na vlastním břitu těsnění a nikoli na velikosti utěšňovaného tlaku.

Analogie“max. strmost kopce
zabrání přenosu kapaliny na druhou stranu“



Mechanismus těsnění

Rozložení tlaku na břitu dynamického těsnění
při $p=10$ MPa a zasouvající se pístnici



Legenda:

η ...Viskosita

v ...Rychlost

D ...Průměr pístnice

H ...Délka zdvihu

h ... Tloušťka olejového filmu

Netěsnost na jeden dvojzdvih

$$Q = p D H (h_{\text{aus}} - h_{\text{ein}})$$

Tloušťka olejové vrstvy

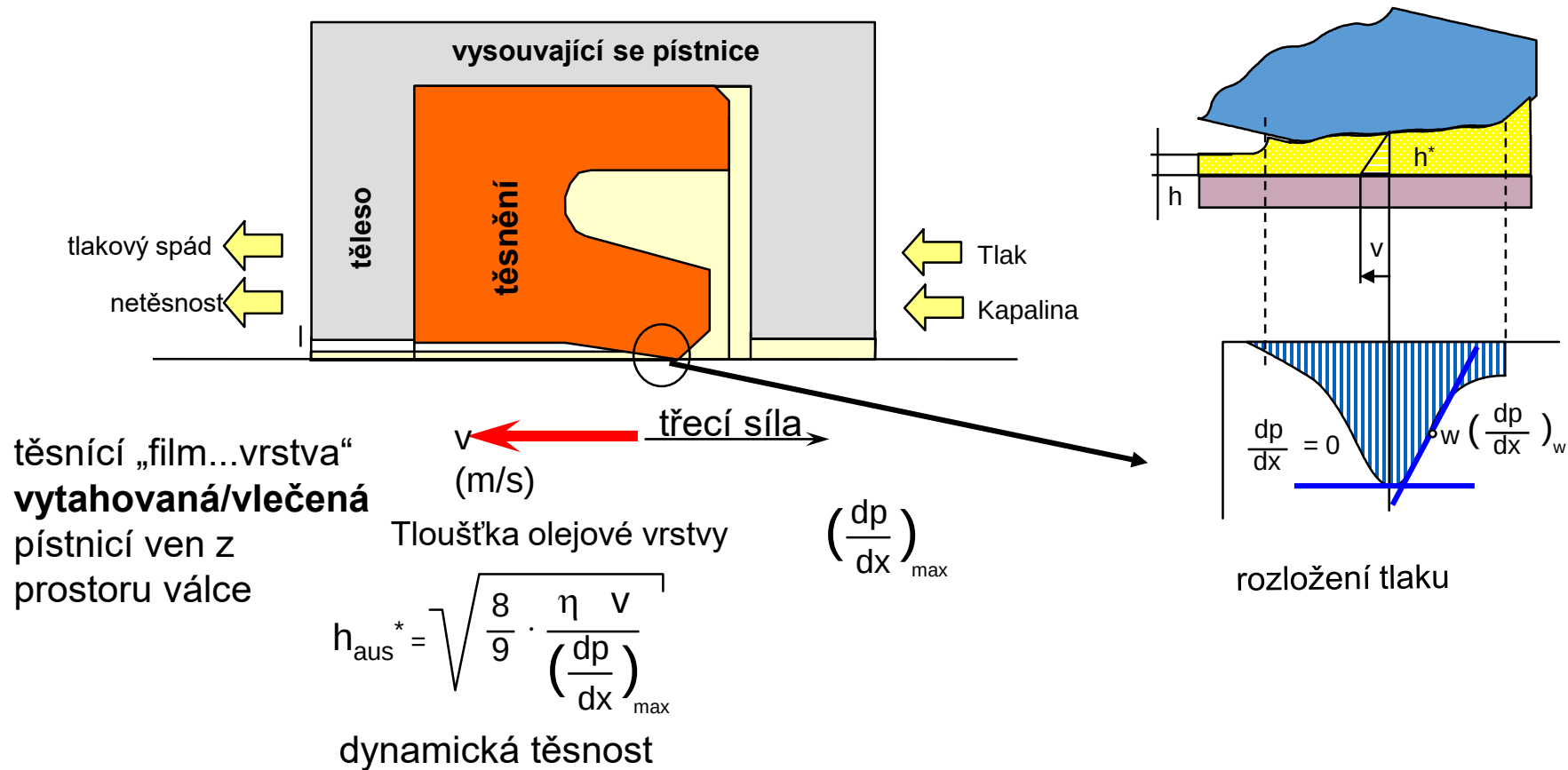
$$h_{\text{ein}}^* = \sqrt{\frac{8}{9} \cdot \frac{h}{\left(\frac{dp}{dx}\right)_{\text{max}}}}$$

$$\left(\frac{dp}{dx}\right)_{\text{max}}$$

Dynamická těsnost

Mechanismus těsnění

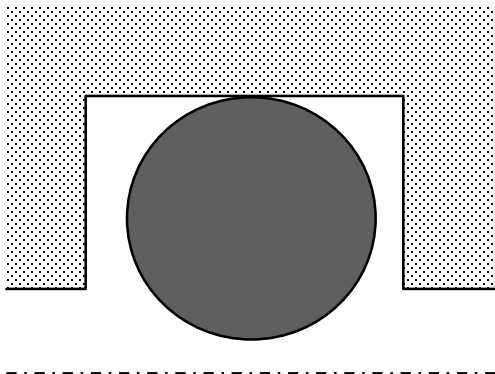
Rozložení tlaku na břitu dynamického těsnění



Mechanismus těsnění

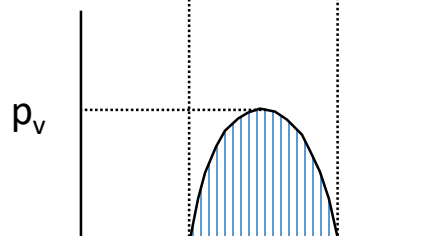
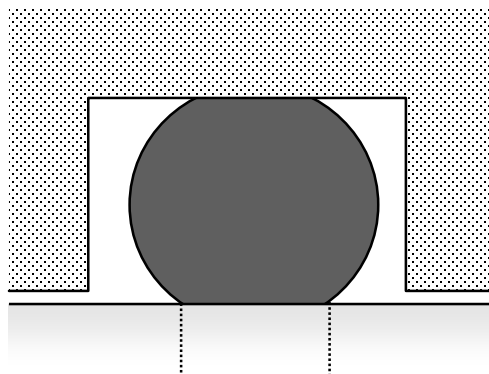
-

O-kr. volně v drážce



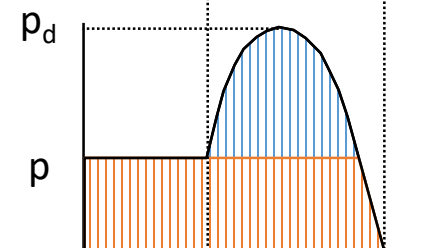
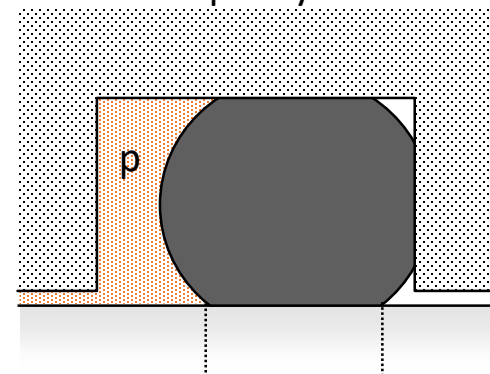
Rozložení napětí:

O-kr. ve smontované
zástavbě



Napětí od vlastní
montáže

O-kr. při působení
tlaku kapaliny

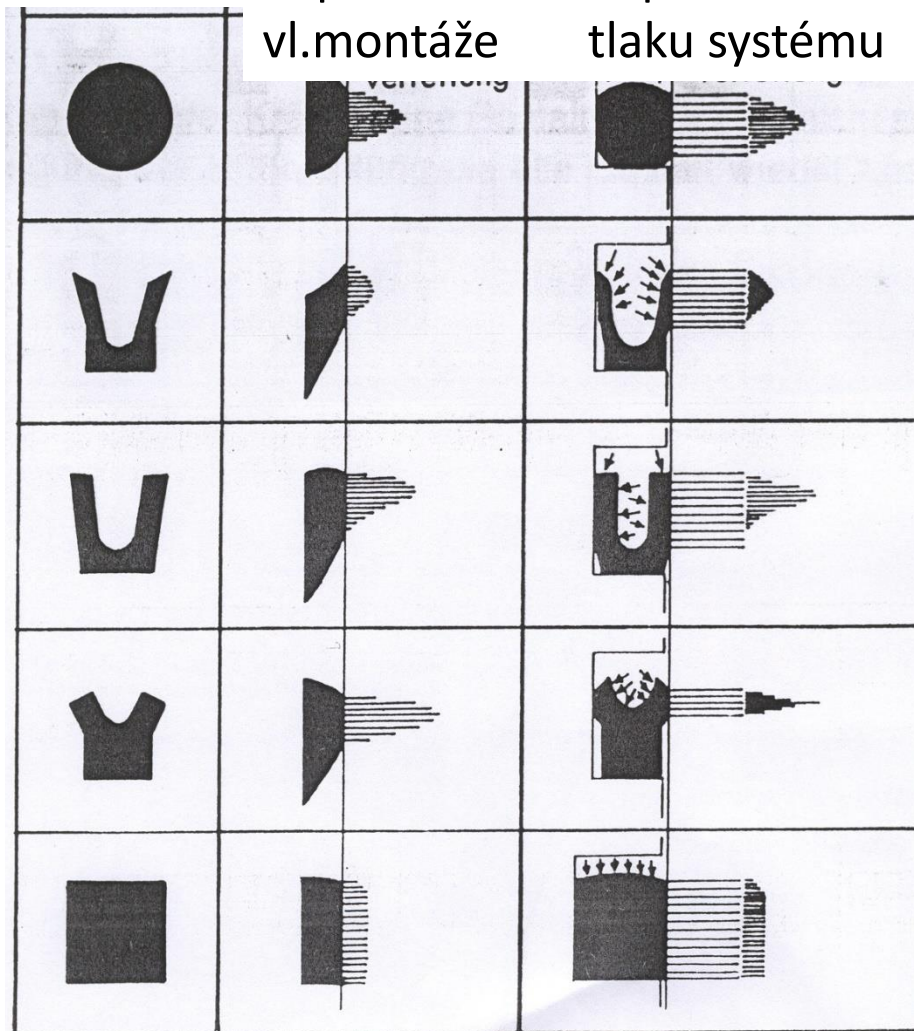


Superpozice napětí
 $p_d = p + p_v$

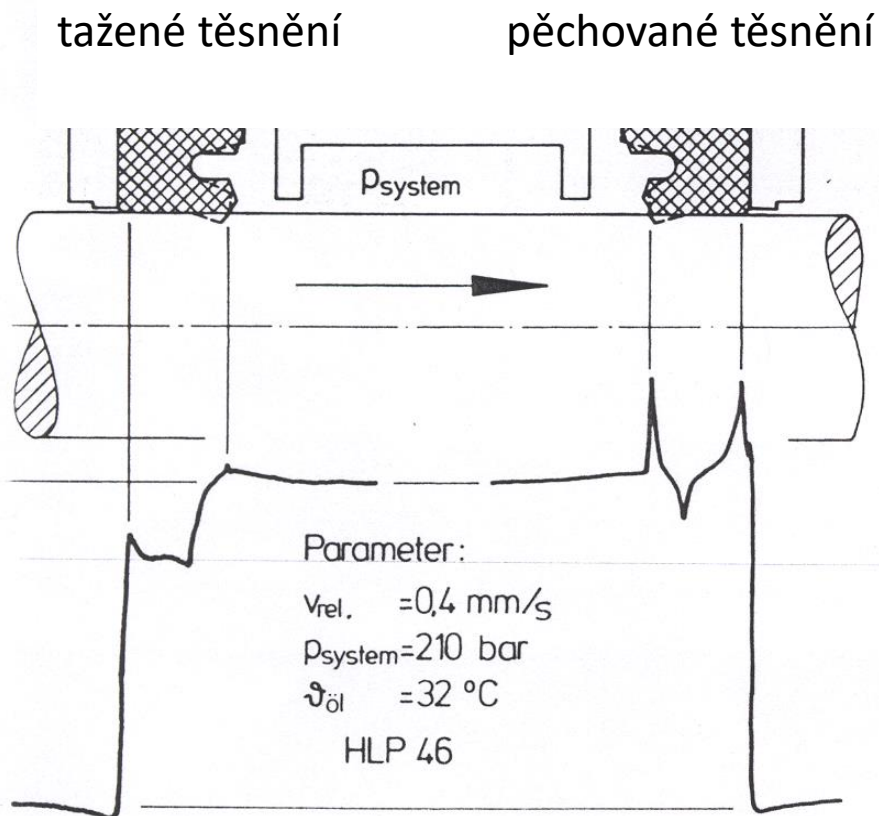
Tvar
těsnění

Rozdělení
napětí od
vl.montáže

Celové rozložení
napětí od vl.montáže a
tlaku systému



Průběh napětí na těsnících břitech



ČASOVÁ ODOLNOT TĚSNĚNÍ



První přiblížení k volbě materiálu těsnění

Pracovní médium

COMPOUND COMPATIBILITY RATING
1 - Satisfactory
2 - Fair (usually OK for static seal)
3 - Doubtful (sometimes OK for static seal)
4 - Unsatisfactory
x - Insufficient Data

	Recommended	Nitrile NBR	Hydrogenated Nitrile HNBR	Ethylene Propylene EPDM	Fluorocarbon FKM	Hifluor FKM	Perfluoroelastomer FFKM	Aflas (TFE/Propylene) FEP	Neoprene/Chloroprene CR	Styrene-Butadiene SBR	Polyacrylate ACM	Polyurethane AU, EU	Butyl IIR	Butadiene BR	Isoprene IR	Natural Rubber NR	Hypalon CSM	Fluorosilicone FVMQ	Silicone MQ, VMQ, PVMQ
MIL-O-3503	N0304-75	1	1	4	1	1	1	X	2	4	2	1	4	4	4	4	2	1	4
MIL-P-27402	E1267-80	2	2	1	X	X	X	X	2	2	X	X	1	X	X	X	2	X	4
MIL-PRF-17672	N0304-70	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
MIL-PRF-2105	N0304-70	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
MIL-PRF-81322	N0304-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	X	1	3	
MIL-PRF-87252	N0674-70	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
MIL-R-25576 (RP-1)	N0602-70	1	1	4	1	1	1	X	2	4	1	1	4	4	4	4	2	1	4
MIL-S-3136, Type I Fuel	N0602-70	1	1	4	1	1	1	X	2	4	1	1	4	4	4	4	2	1	4
MIL-S-3136, Type II Fuel	N0602-70	2	2	4	1	1	1	X	4	4	3	2	4	4	4	4	4	2	4
MIL-S-3136, Type III Fuel	N0602-70	2	2	4	1	1	1	X	4	4	3	2	4	4	4	4	4	2	4
MIL-S-3136, Type IV Oil High Swell	N0674-70	1	1	4	1	1	1	X	4	4	1	1	4	4	4	4	4	1	2
MIL-S-3136, Type IV Oil Low Swell	N0674-70	1	1	4	1	1	1	X	1	4	1	1	4	4	4	4	1	1	3
MIL-S-3136, Type V Oil Medium Swell	N0674-70	1	1	4	1	1	1	X	2	4	1	1	4	4	4	4	2	1	2
MIL-S-81087	E1267-80	1	1	1	1	1	1	X	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3
MIL-T-5624, JP-4, JP-5	N0602-70	1	1	4	1	1	1	X	4	4	2	2	4	4	4	4	4	2	4
MIL-T-83133	N0602-70	1	1	4	1	1	1	X	3	4	1	1	4	X	X	4	X	2	4
Mineral Oils	N0674-70	1	1	3	1	1	1	X	2	4	1	1	3	4	4	4	2	1	2
Mixed Acids	E0540-80	3	3	1	3	1	1	X	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	2
MLO-7277 Hydr.	V1164-75	3	3	4	1	1	1	X	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4
MLO-7557	V1164-75	3	3	4	1	1	1	X	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4
MLO-8200 Hydr.	V1164-75	2	2	4	1	1	1	X	1	4	X	1	4	4	4	4	4	2	4
MLO-8515	V1164-75	2	2	4	1	1	1	X	1	4	3	1	4	4	4	4	3	1	4
Mobil DTE 20 Series	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mobil 254 Lubricant	V3819-75	X	X	X	X	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mobil Delvac 1100, 1110, 1120, 1130	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mobil HF	N0674-70	1	1	4	1	1	1	X	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mobil Nivac 20, 30	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mobil SHC 500 Series	V1164-75	3	3	4	1	1	1	X	2	X	1	2	X	X	X	X	2	2	2
Mobil SHC 600 Series	V1164-75	3	3	4	1	1	1	X	2	4	1	1	4	X	X	X	2	2	3
Mobil Therm 600	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mobil Velocite c	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mobilgas WA200 ATF	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mobilgear 600 Series	V1164-75	3	3	3	1	1	1	X	1	4	1	2	3	3	4	4	2	1	1
Mobilgear SHC ISO Series	V1164-75	3	3	3	1	1	1	X	2	4	1	2	3	3	4	4	2	1	1
Mobilgrease HP	V1164-75	2	2	4	1	1	1	X	2	4	1	1	4	X	4	4	3	1	2
Mobilgrease HTS	V1164-75	2	2	4	1	1	1	X	2	4	1	1	4	X	4	4	3	1	2
Mobilgrease SM	V1164-75	2	2	4	1	1	1	X	2	4	1	1	4	X	4	4	3	1	2
Mobilith AW Series	V1164-75	2	2	4	1	1	1	X	2	4	1	1	4	X	4	4	3	1	2
Mobilith SHC Series	V1164-75	2	2	4	1	1	1	X	3	4	1	1	4	X	4	4	3	1	2
Mobiljet 291	VM835-75	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Approximate Service Temperature Ranges for Commonly Used Basic Polymer Types*

Nitrile (General Service)	-34°C to 121°C (-30°F to 250°F)*	AFLAS	-9°C to 232°C (15°F to 450°F)*
Nitrile (Low Temperature)	-55°C to 107°C (-65°F to 225°F)*	Neoprene	-51°C to 107°C (-60°F to 225°F)*
Hydrogenated Nitrile	-32°C to 149°C (-23°F to 300°F)*	Polyacrylate	-21°C to 177°C (-5°F to 350°F)*
Ethylene Propylene	-57°C to 121°C (-70°F to 250°F)*	Polyurethane	-40°C to 82°C (-40°F to 180°F)*
Fluorocarbon	-26°C to 205°C (-15°F to 400°F)*	Butyl	-59°C to 120°C (-75°F to 250°F)*
Hifluor	-26°C to 205°C (-15°F to 400°F)*	Fluorosilicone	-73°C to 177°C (-100°F to 350°F)*
Perfluoroelastomer (Parofluor)	-26°C to 320°C (-15°F to 608°F)*	Silicone	-115°C to 232°C (-175°F to 450°F)*

Materiál těsnění

Jak se k datům došlo?

Co údaje nezmiňují a je přitom pro výběr materiálu těsnění?

Doplňující důležité poznámky..
Uvedené v tom lepším případě

Pracovní médium

COMPOUND COMPATIBILITY RATING
 1 - Satisfactory
 2 - Fair (usually OK for static seal)
 3 - Doubtful (sometimes OK for static seal)
 4 - Unsatisfactory
 x - Insufficient Data

	Recommended	Nitrile NBR	Hydrogenated Nitrile HNBR	Ethylene Propylene EPDM	Fluorocarbon FKM	Hifluor FKM	Perfluoroelastomer FFKM	Aflas (TFE/Propylene) IFE	Neoprene/Chloroprene CR	Styrene-Butadiene SBR	Polyacrylate ACM	Polyurethane AU, EU	Butyl IIR	Butadiene BR	Isoprene IR	Natural Rubber NR	Hypalon CSM	Fluorosilicone FVMQ	Silicone MQ, VMQ, PVMQ
MIL-O-3503	N0304-75	1	1	4	1	1	1	X	2	4	2	1	4	4	4	4	2	1	4
MIL-P-27402	E1267-80	2	2	1	X	X	X	X	2	2	X	X	1	X	X	X	2	X	4
MIL-PRF-17672	N0304-70	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
MIL-PRF-2105	N0304-70	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
MIL-PRF-81322	N0304-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	X	1	3	
MIL-PRF-87252	N0674-70	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
MIL-R-25576 (RP-1)	N0602-70	1	1	4	1	1	1	X	2	4	1	1	4	4	4	4	2	1	4
MIL-S-3136, Type I Fuel	N0602-70	1	1	4	1	1	1	X	2	4	1	1	4	4	4	4	2	1	4
MIL-S-3136, Type II Fuel	N0602-70	2	2	4	1	1	1	X	4	4	3	2	4	4	4	4	4	2	4
MIL-S-3136, Type III Fuel	N0602-70	2	2	4	1	1	1	X	4	4	3	2	4	4	4	4	4	2	4
MIL-S-3136, Type IV Oil High Swell	N0674-70	1	1	4	1	1	1	X	4	4	1	1	4	4	4	4	4	1	2
MIL-S-3136, Type IV Oil Low Swell	N0674-70	1	1	4	1	1	1	X	1	4	1	1	4	4	4	4	1	1	3
MIL-S-3136, Type V Oil Medium Swell	N0674-70	1	1	4	1	1	1	X	2	4	1	1	4	4	4	4	2	1	2
MIL-S-81087	E1267-80	1	1	1	1	1	1	X	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3
MIL-T-5624, JP-4, JP-5	N0602-70	1	1	4	1	1	1	X	4	4	2	2	4	4	4	4	4	2	4
MIL-T-83133	N0602-70	1	1	4	1	1	1	X	3	4	1	1	4	X	X	4	X	2	4
Mineral Oils	N0674-70	1	1	3	1	1	1	X	2	4	1	1	3	4	4	4	2	1	2
Mixed Acids	E0540-80	3	3	1	3	1	1	X	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	2
MLO-7277 Hydr.	V1164-75	3	3	4	1	1	1	X	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4
MLO-7557	V1164-75	3	3	4	1	1	1	X	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4
MLO-8200 Hydr.	V1164-75	2	2	4	1	1	1	X	1	4	X	1	4	4	4	4	4	2	4
MLO-8515	V1164-75	2	2	4	1	1	1	X	1	4	3	1	4	4	4	4	3	1	4
Mobil DTE 20 Series	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mobil 254 Lubricant	V3819-75	X	X	X	X	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mobil Delvac 1100, 1110, 1120, 1130	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mobil HF	N0674-70	1	1	4	1	1	1	X	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mobil Nivac 20, 30	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mobil SHC 500 Series	V1164-75	3	3	4	1	1	1	X	2	X	1	2	4	X	X	X	2	2	2
Mobil SHC 600 Series	V1164-75	3	3	4	1	1	1	X	2	4	1	1	4	X	X	X	2	2	3
Mobil Therm 600	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mobil Velocite c	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mobilgas WA200 ATF	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mobilgear 600 Series	V1164-75	3	3	3	1	1	1	X	1	4	1	2	3	3	4	4	2	1	1
Mobilgear SHC ISO Series	V1164-75	3	3	3	1	1	1	X	2	4	1	2	3	3	4	4	2	1	1
Mobilgrease HP	V1164-75	2	2	4	1	1	1	X	2	4	1	1	4	X	4	4	3	1	2
Mobilgrease HTS	V1164-75	2	2	4	1	1	1	X	2	4	1	1	4	X	4	4	3	1	2
Mobilgrease SM	V1164-75	2	2	4	1	1	1	X	2	4	1	1	4	X	4	4	3	1	2
Mobilith AW Series	V1164-75	2	2	4	1	1	1	X	2	4	1	1	4	X	4	4	3	1	2
Mobilith SHC Series	V1164-75	2	2	4	1	1	1	X	3	4	1	1	4	X	4	4	3	1	2
Mobiljet 291	VM835-75	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Approximate Service Temperature Ranges for Commonly Used Basic Polymer Types*

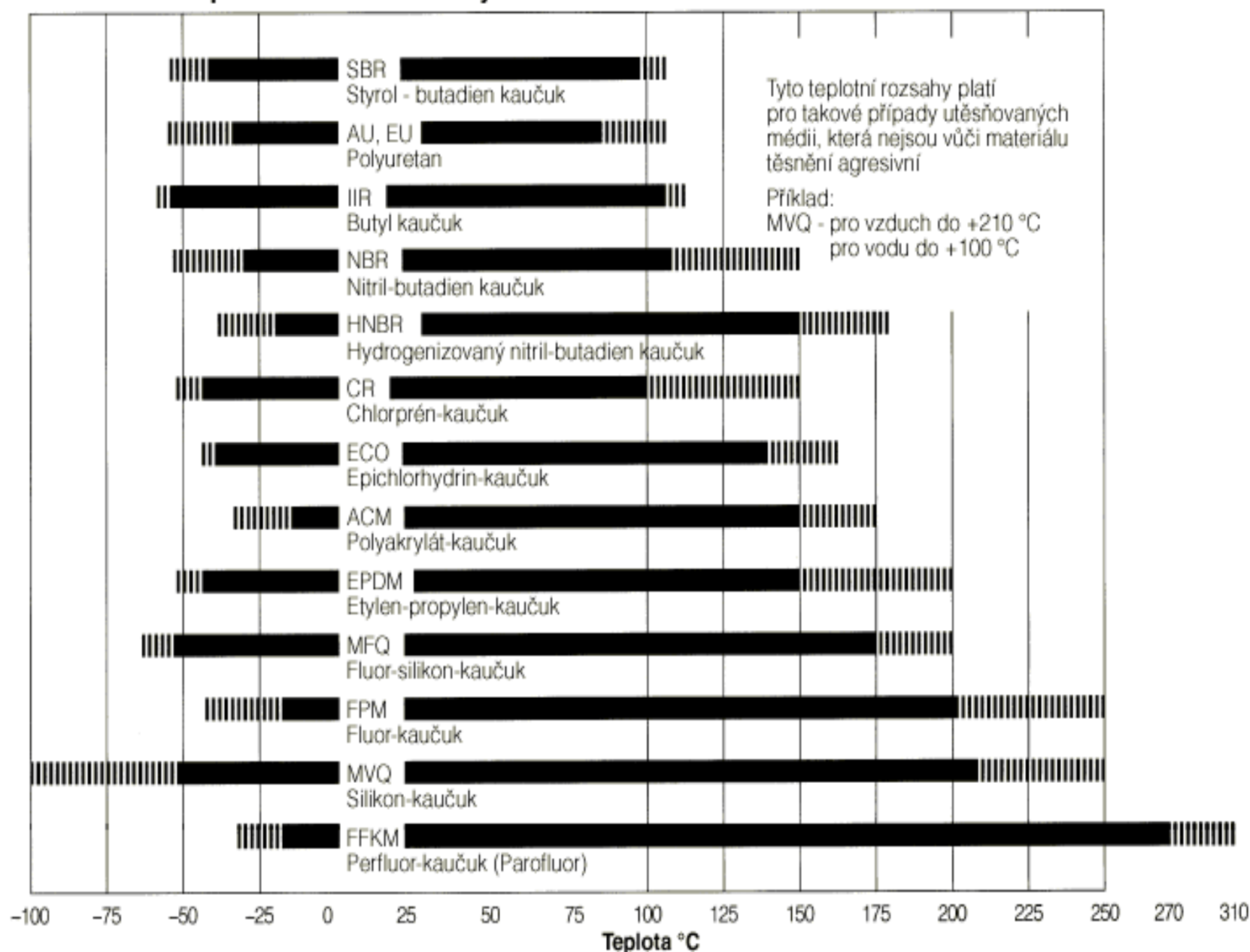
Nitrile (General Service)	-34°C to 121°C (-30°F to 250°F)*	AFLAS	-9°C to 232°C (15°F to 450°F)*
Nitrile (Low Temperature)	-55°C to 107°C (-65°F to 225°F)*	Neoprene	-51°C to 107°C (-60°F to 225°F)*
Hydrogenated Nitrile	-32°C to 149°C (-23°F to 300°F)*	Polyacrylate	-21°C to 177°C (-5°F to 350°F)*
Ethylene Propylene	-57°C to 121°C (-70°F to 250°F)*	Polyurethane	-40°C to 82°C (-40°F to 180°F)*
Fluorocarbon	-26°C to 205°C (-15°F to 400°F)*	Butyl	-59°C to 120°C (-75°F to 250°F)*
Hifluor	-26°C to 205°C (-15°F to 400°F)*	Fluorosilicone	-73°C to 177°C (-100°F to 350°F)*
Perfluoroelastomer (Parofluor)	-26°C to 320°C (-15°F to 608°F)*	Silicone	-115°C to 232°C (-175°F to 450°F)*

Materiál těsnění

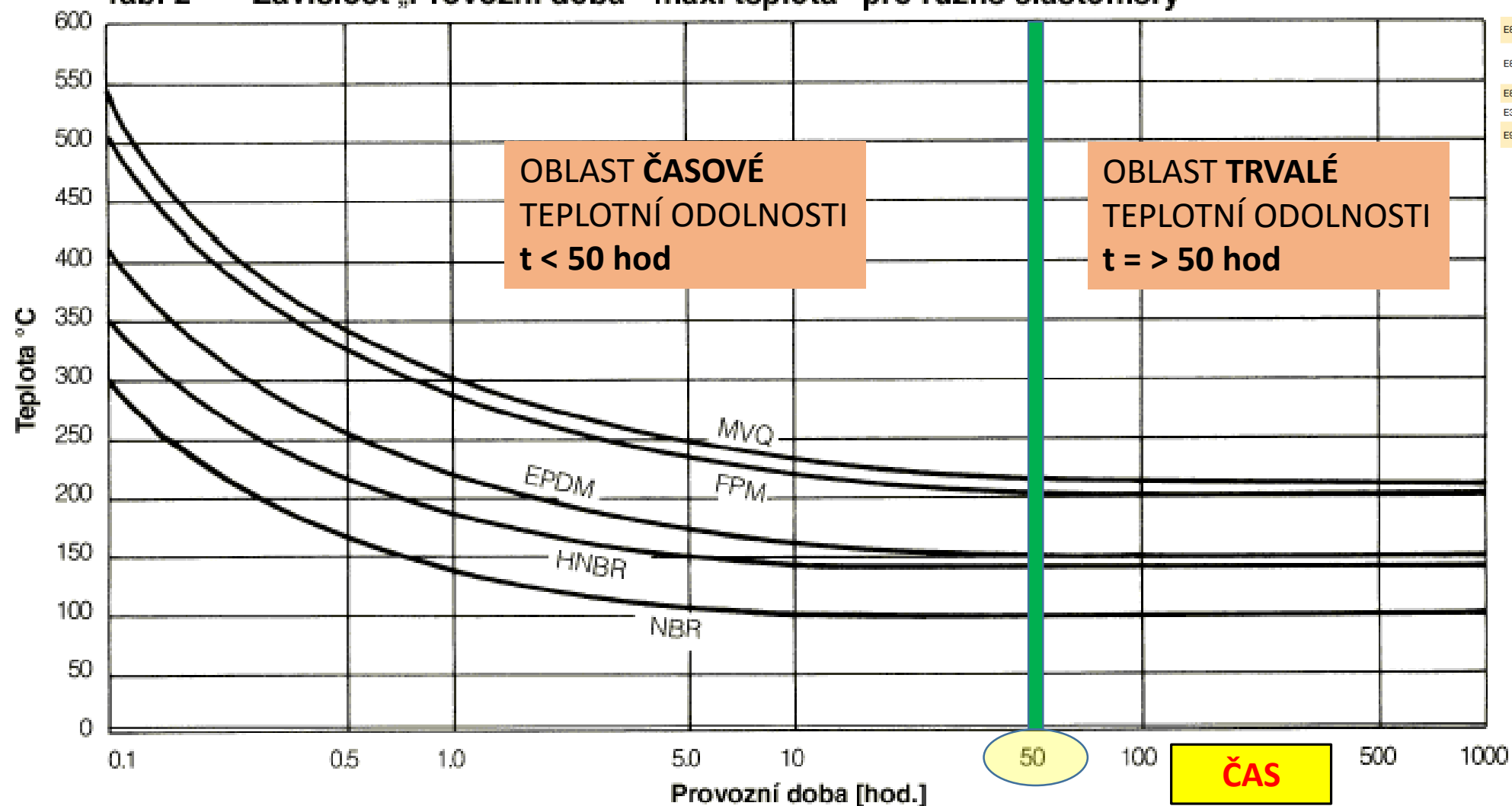
ČAS



Tab. 1 Teplotní rozsah užití různých elastomerů



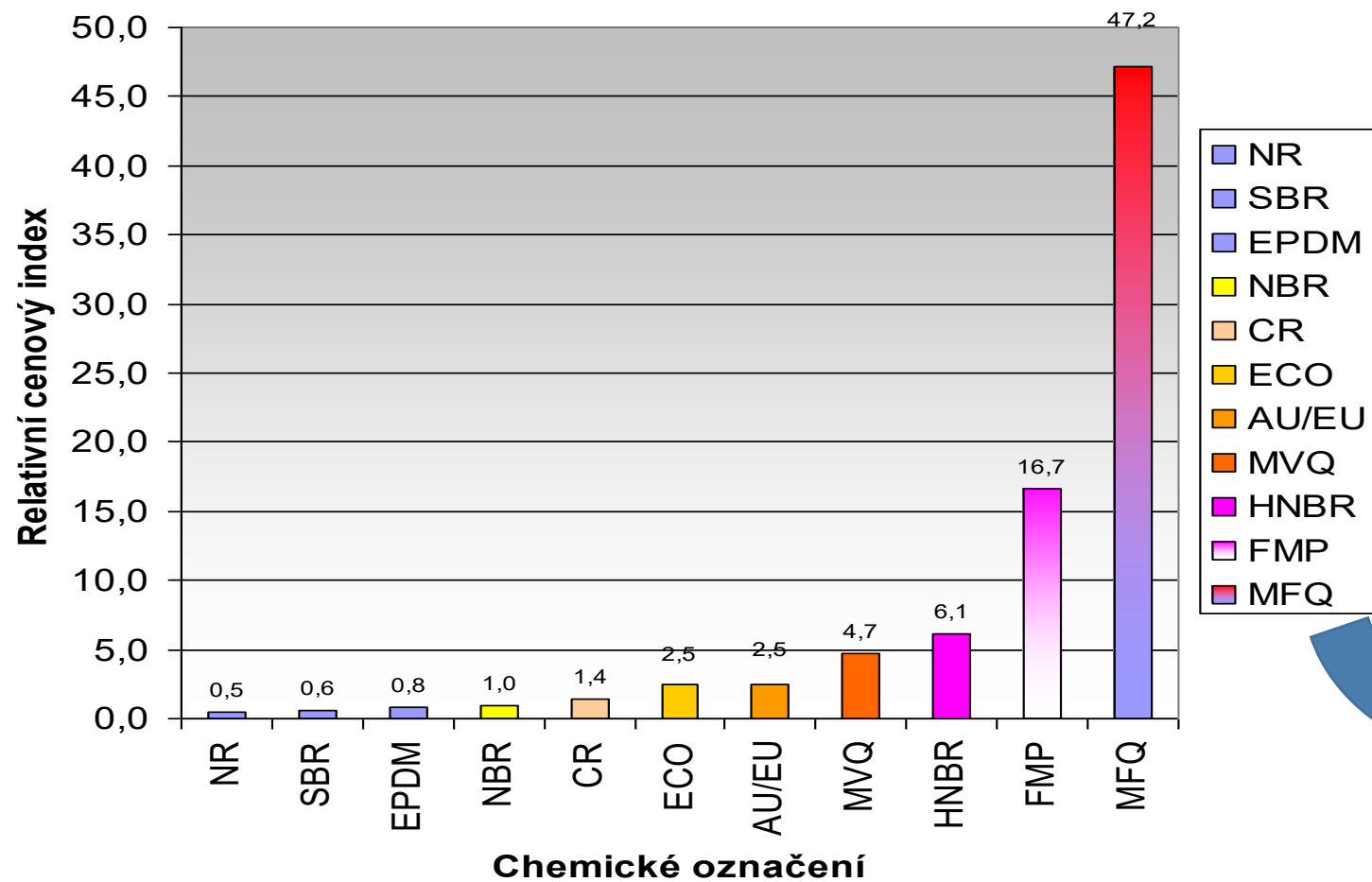
Tab. 2 Závislost „Provozní doba - max. teplota“ pro různé elastomery



Uvedené závislosti mají informativní charakter. Skutečná životnost těsnění závisí na způsobu užití těsnění v konkrétní zástavbě a parametrech utěšňovaného média.

[illegible]

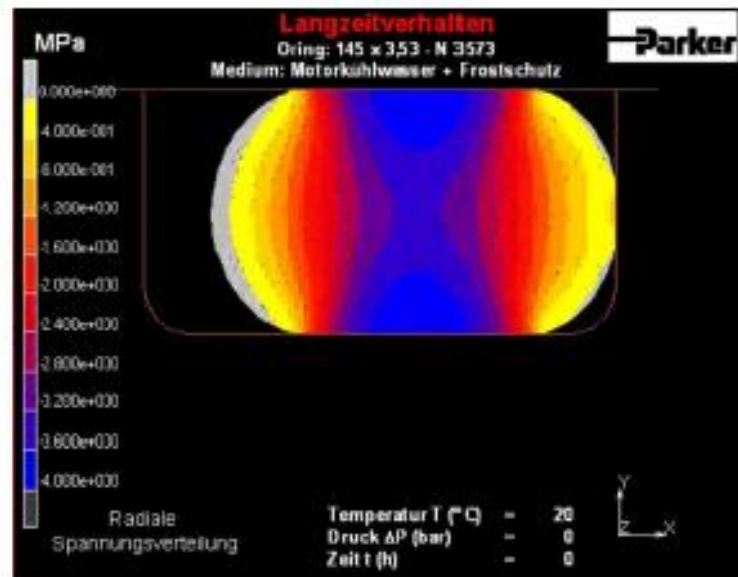
Cenové porovnání materiálů těsnění



Chem. označení	Relativní cenový index
NR	0.5
SBR	0.6
EPDM	0.8
NBR	1.0
CR	1.4
ECO	2.5
AU/EU	2.5
MVQ	4.7
HNBR	6.1
FMP	16.7
MFQ	47.2
FFKM	3111.1

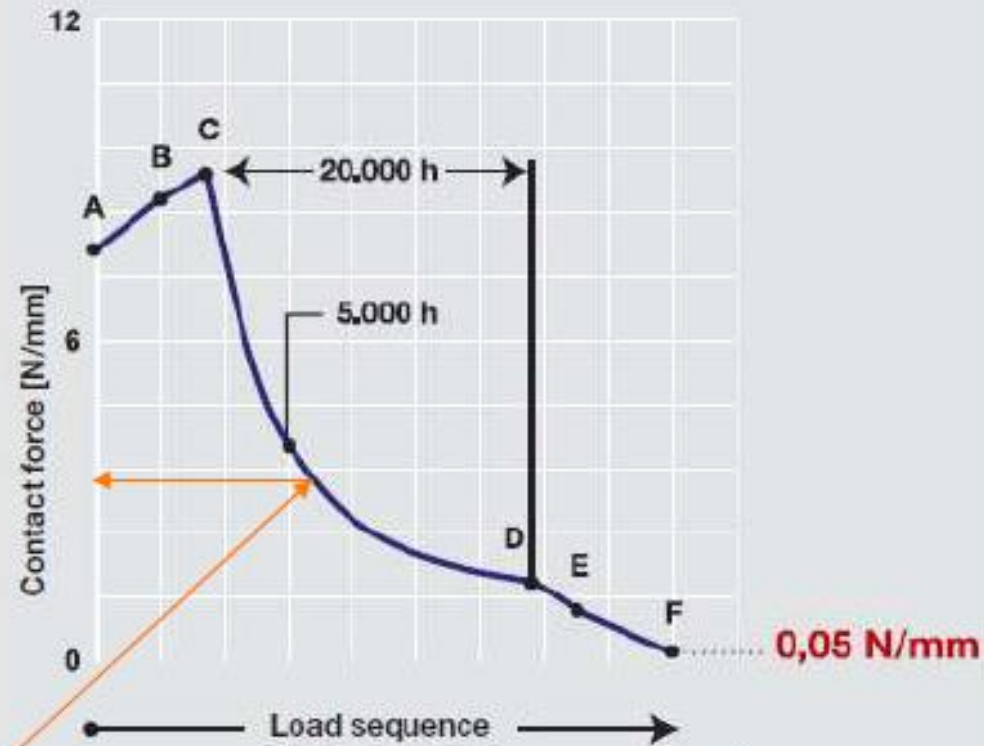
Mechanismus těsnění

[video](#)



1rok / 24h/den = 8760h

Compound: V8722-75 (FKM)



T = 95 °C

A → Installation	B → T = 95 °C
C → Δp = 2 bar	D → End of ageing process
E → Δp = 0 bar	F → T = 20 °C

The flattening appears to be symmetrical.



Both Sides

Výrobci maziv/olejů uvádějí rovněž základní životnost olejů
ca 2500 hod. viz předchozí snímek.

Co plyne z časové závislosti napětí v těsnění na době jeho správné funkce /životnosti.?

Netěsnost se nemusí nutně projevit během pracovního cyklu, kdy je pod tlakem a teplotním zatížením.

Začínající nesprávná funkce těsnění se projeví právě naopak v době klidového režimu, bez natlakování, při poklesu teploty

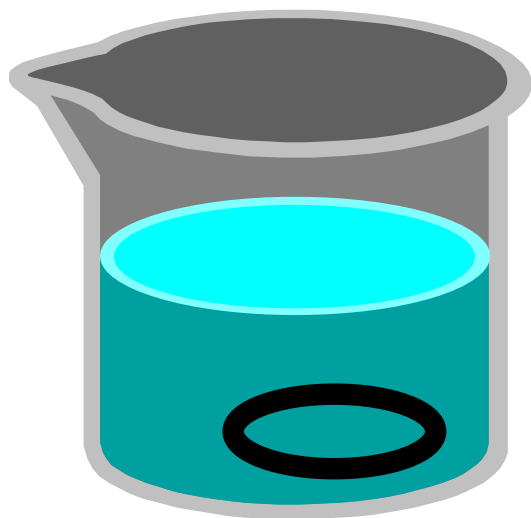
CHEMICKO-TEPLOTNÍ ODOLNOST elastomerů

Vystavení těsnění **max. teplotě** >
max. přípustná teplota >
NEVRATÉ poškození těsnění

Vystavení těsnění **nízké teplotě** > ztráta těsnosti
– **VRATNÁ** změna vlastností těsnění
po zvýšení teploty

Chemicko-teplotní odolnost

EVI – ECI... stanovení **bobtnání rsep. smršťování** pryží
v kapalinách
100°C / 72hod



-Elastomer absorbuje kapalinu...**bobtnání**

-Médium vylučuje/uvolňuje přísady(plasticizéry) z elastomeru.... **smršťování**

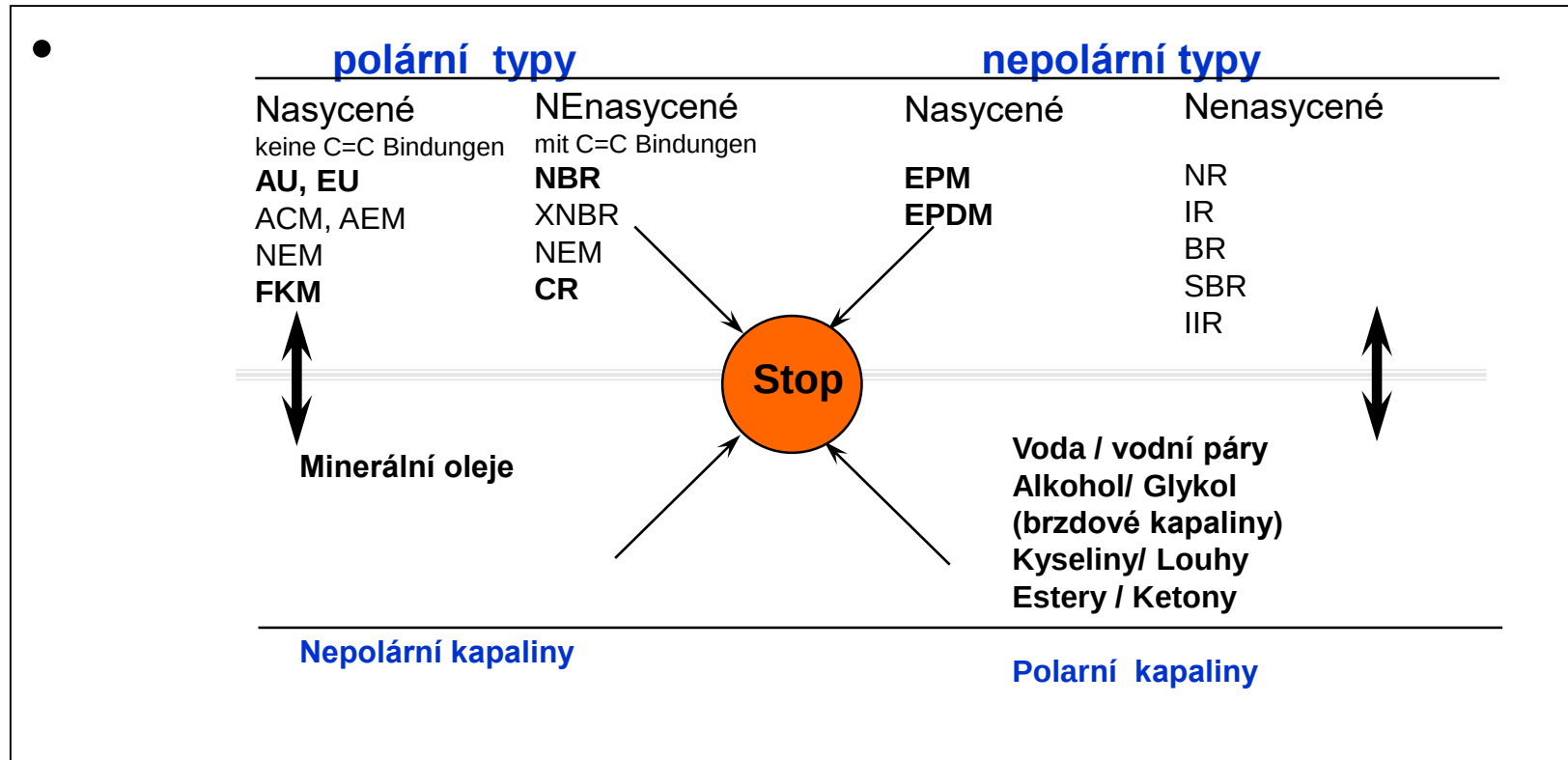
125°C/24 hod

nebo 140°C/6 hod

Změna hmotnosti Δm

$$\Delta m = (m2 - m1)/m1 \times 100(\%)$$

Základní elastomery vs....



POZN: I pouhý dotek EPDM těsnění s minerálním olejem zapříčiní počátek chemického útoku těsnění. Pokud dojde k montáži (kde útok nemusí být hned patrný) takového těsnění, toto nabobtná tak, že vzájemný pohyb utěšňovaných dílů není možný

.....utěšňovaná média

Elastomer Compatibility Index ECI

(EVI -Elastomer Verträglichkeit Index)

...stanoví (ověřený) výrobce těsnění

ECI.. na rozdíl od součinitele objemové (EVI) změny je **komplexní parametr**.
uvádí ..

součinitel objemové změny (VCI)

změnu tvrdosti ShA

napětí v tahu

prodloužení při přetržení (zkušebního vzorku)

Např. u minerálního oleje XYZ naměřený parametr ECI= +12,8/ -3 / -10/ -24
znamená:

VCI (objemová změna) = +12,8%

Změna tvrdosti -3 ShA

- Pokles tahového napětí o 10%

- pokles protažení při přetržení o -24%

měřeno na Standardním Referenčním Materiálu NBR-1

Volume Change Index VCI (VÄI)

...může si ověřit koncový uživatel

**.. Popisuje objemovou změnu / bobtnání / smršťování v min. oleji
... měřeno na referenčním elastomeru NBR-1**

**Př.: VCI elastomeru v min. oleji = 12,8
znamená objemovou změnu 12,8% referenčního elastomeru
při měření
v minerálním oleji**

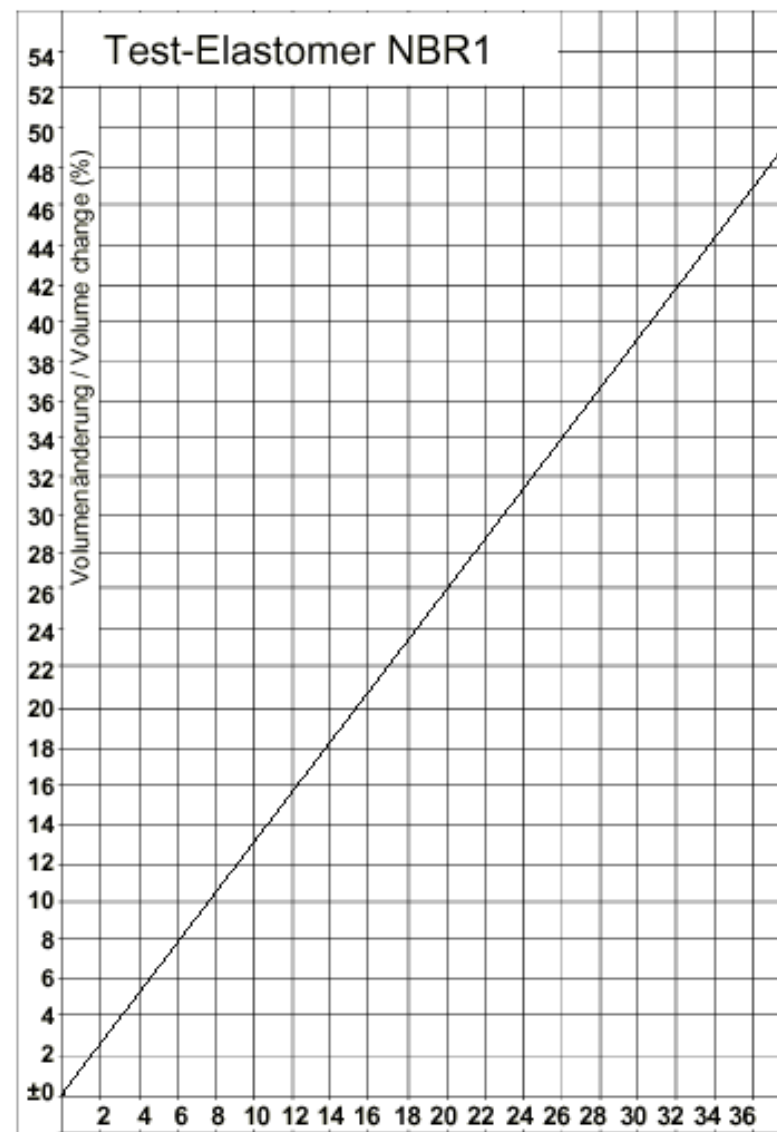
Změna hmotnosti Δm vs. objemová změna

stupeň bobtnání
resp.smršťování pryží
v chemikáliích

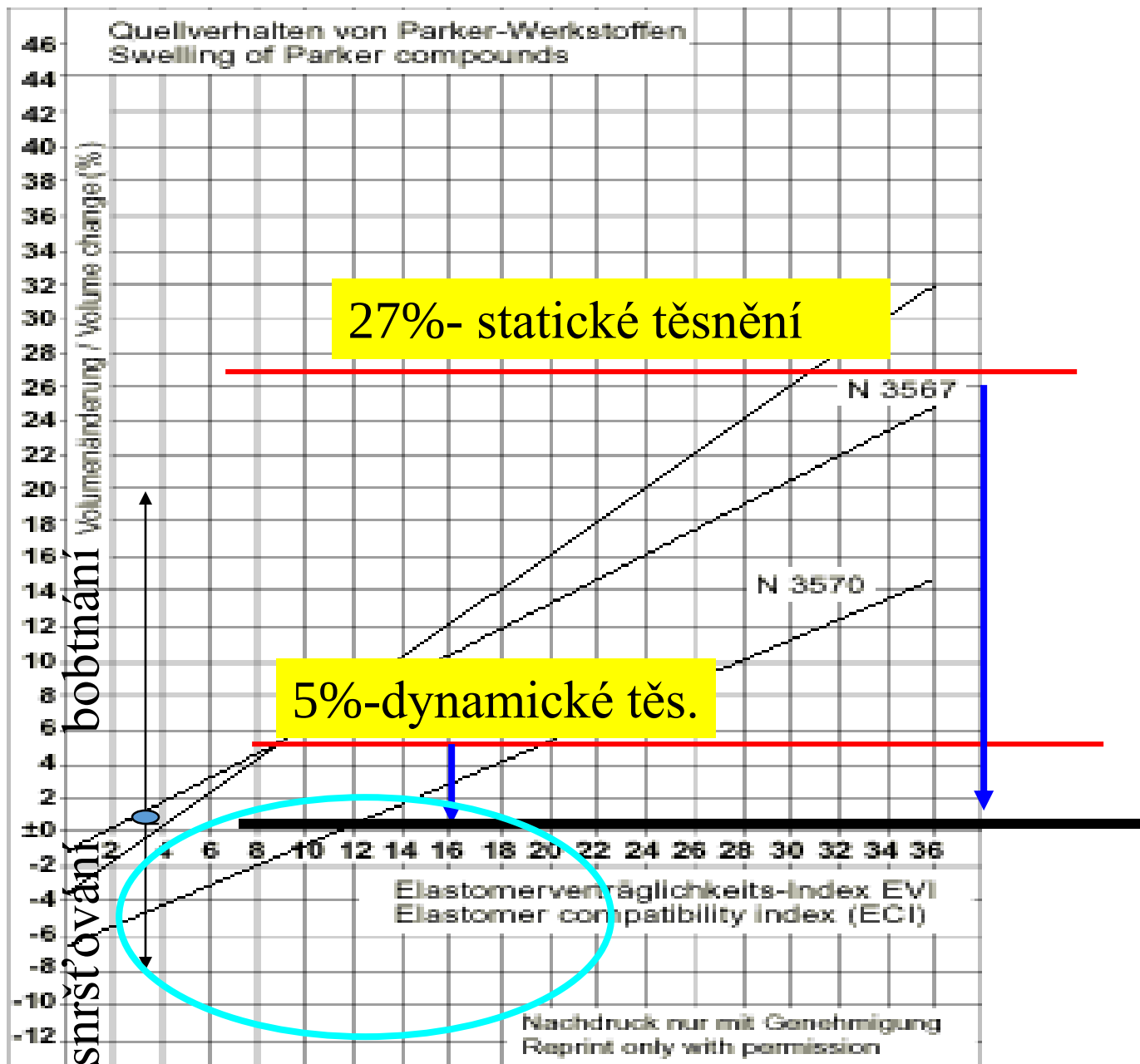
Změna hmotnosti Δm

$$\Delta m = (m_2 - m_1)/m_1 \times 100(\%)$$

Objemová změna (%)



Změna hmotnosti Δm (%)



[Testy zjišťování bobtnání](#)

Minerální oleje

HLP

HM

Bobtnání ve vymezených oblastech napomáhá dotěšňovat v případě velkých trvalých deformací těsnění

Elastomery – chemická odolnost

Ölsorte / Type of oil	EVI / ECI
ASTM-Öl Nr. 1	
ASTM oil no. 1	2,2 – 3,2
BP Energol HLP 100	3,7 – 4,7
Esso Nuto H-54 HLP 36	5,9 – 6,9
Houghton HD 20W/20	6,9 – 7,9
Esso Nuto H-44 (HLP 16)	7,1 – 8,1
DEA Rando Oil HDC (HLP 36)	7,7 – 8,7
Fina Hydran 31	8,5 – 9,5
Shell Tellus 923 (HLP 16)	9,2 – 10,2
ASTM-ÖL Nr. 2	
ASTM oil no. 2	9,4 – 10,4
Esso-Trafo-Öl 37	12,5 – 13,5
Agip F. 1 Rotra ATF	12,6 – 13,6
Mobil Vac HLP 16	14,0 – 15,0
Shell Tellus 15	14,7 – 15,7
Essovis J 43	15,0 – 16,0
Shell Öl 4001	16,3 – 17,3
Texaco Rando Oil AAA	16,5 – 17,5
BP Energol HP 20	19,0 – 20,0
ASTM-Öl Nr. 3	
ASTM oil no. 3	23,0 – 24,0
Shell Tellus 11	32,9 – 33,9
Shell Oel JYO	34,5 – 35,5
Auf Wunsch ermitteln wir für unsere Kunden EVI-Werte anderer Öle.	
Upon request we are ready to determine the ECI values of other oils for our customers.	
Tafel 4.2: EVI verschiedener Mineralöle Table 4.2: ECI of different mineral oils	

Na požadavek
stanoví (ověřený)
výrobce těsnění



TVRDOST PRYŽÍ

➤ = odpor proti deformaci při vtlačování měrného trnu

➤ Shore A nebo IRHD

Shore: pro měkké pryže Shore A podle DIN 53505

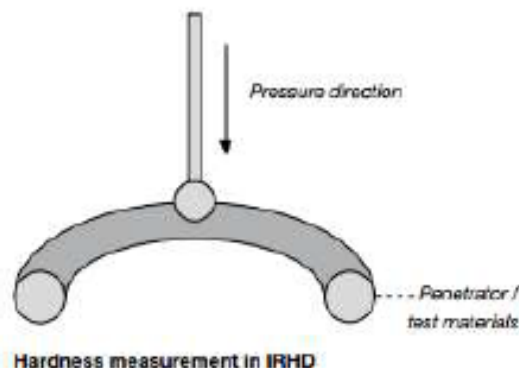
měření na referenční destičce

- IRHD: Intern. Rubber Hardness Degree (měření na hotovém výrobku) DIN 53519
- Mikrohardness = IRHD vtlačování hrotu o průměru 0,4 mm (mikrotvrdost)

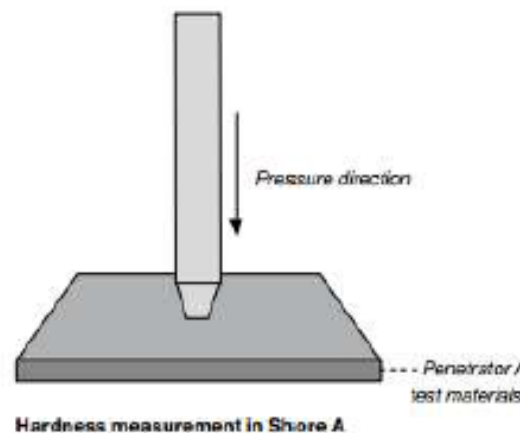
Tvrdost pryže- způsoby měření

POZOR: tolerance ± 5 ShA (nikoliv IRHD)

IRHD



Shore A

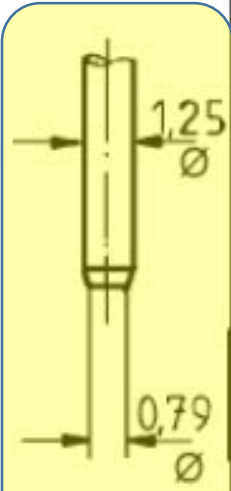
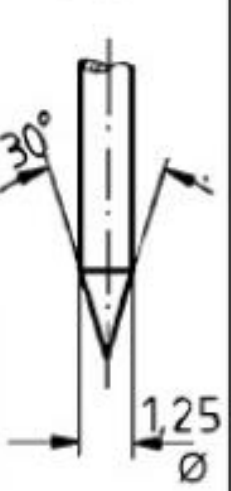
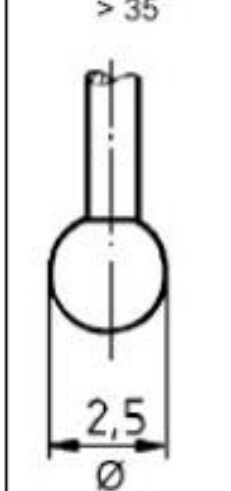
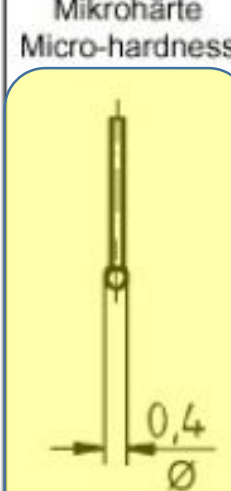


**Měření metodou IRHD do
pr. šňůry O –kr. $< 1,6$ mm**

Tvrdost pryže- způsoby měření

Prüfkörper
Test piece

Dicke (mm)
Thickness

DIN 53505		DIN 53519		
Kegel / Pin		Kugel / Ball (IRHD*)		
Shore A	Shore D	IHRD BI. 1 10 - 35	IHRD BI. 1 > 35	IHRD BI. 2 Mikrohärte Micro-hardness
				
min. 6	min. 6	10 - 12	6 - 10	1,5 - 2,5
Anzahl der Meßpunkte mind. 6 / Minimum number of measurements = 6				
Fläche / Surface min. 30 mm²		Abstand min. Probendicke Min. distance from the edge = thickness of spec.		

* IRHD = International Rubber Hardness Degree

Empfohlene Prüfbedingungen 1				
Druckflüssigkeit	Symbol	Elastomer- art	Temperatur (°C)	Prüfzeiten (Stunden)
Mineralöl	H - HL - HLP - HVLP	NBR HNBR FKM	100 130 100 - 130	168 + 1000
Poly-alpha-Olefin	PAO	NBR HNBR FKM	100 130 150	168 + 1000
Wasser-Glykol	HFC	NBR HNBR EPDM*	60	168 + 1000
Öl-in-Wasser Emulsion	HFAE / HFAS	NBR HNBR FKM	60	168 + 1000
Wasser-in-Öl Emulsion	HFB	NBR HNBR FKM	60	168 + 1000
Phosphorsäureester	HFDR	EPDM* FKM*	100/130/150	168 + 1000

* Prüfung notwendig

** absolut mineralölfrei

Kritéria pro volbu materiálu těnění - pouze první hr. přiblížení

hydraulika						pneumatika					
<100°C			100°C-120°C			120°C- 150°C			150-200°C		
NBR AU/EU			CR* NBR*			EMP EPDM*			VMQ PMQ FVMQ FPM Parfluor*		
CR SBR NR			IIR* CO/ECO								
Odolnost proti minerálnímu oleji			Odolnost proti minerálnímu oleji			Odolnost proti minerálnímu oleji			Odolnost proti minerálnímu oleji		
špatná (---)	podmíněná (!)	dobrá (+)	špatná (---)	podmíněná (!)	dobrá (+)	špatná (---)	podmíněná (!)	dobrá (+)	špatná (---)	podmíněná (!)	dobrá (+)
NR	CR*	NBR	IIR	CR	NBR	EPM	AEM	ACM		VMQ	FPM
SBR		AU/EU			CO/ECO	EPDM		HNBR		PMQ	FVMQ Parofluor
Odolnost proti ozónu			Odolnost proti ozónu			Odolnost proti ozónu			Odolnost proti ozónu		
špatná (---)	podmíněná (!)	dobrá (+)	špatná (---)	podmíněná (!)	dobrá (+)	dobrá (+)	dobrá (+)	dobrá (+)		dobrá (+)	dobrá (+)
NR	CR	AU/EU	IIR	CR	CSM	EPM	AEM	ACM		VMQ	FPM
SBR					CM	EPDM		HNBR		PMQ	FVMQ Parofluor
NBR			NBR		CO/ECO						

*..... Záleží na konkrétní receptuře (batch) těsnicí směsi

NBR – Nitril Butadien AU/EU Polyester Uretan CR..Chloropren SBR...Styrol Butadien NR.. Natur Rubber

HNBR – Hydrogen Nitril –Butadien Rubber CO/ECO .. Epychlorhydrin Rub. EPDM..Ethyle Propylene Dien Rub.

ACM- Polyacrylate Rub. MVQ..Methy-Vinil Silicone R. MPQ ...Methyl Phenyl Silicone R. IIR.. Isoprene R.

FPM...Fluorcarbon R. FVMQ.. Fluor Silicone R. Parofluor.. FFKM CM...Chlorinated Polyethylene R.

CSM ... Chlorsulfonated Polyethylene R.

Zkratka	Chemické označení	Teplotní rozsah
NBR	Acrylnitril-Butadien-Kautschuk	-30° bis +100°C
HNBR	Hydrierter Acrylnitril-Butadien-Kautschuk	-25° bis +140°C
EPDM	Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk	-50° bis +150°C
FKM	Fluor-Kautschuk	-20° bis +200°C
AU/EU	Polyurethan (AU-Polyester/EU-Polyether)	-30° bis + 80°C
POM	Polyacetal	-40° bis +100°C
PA	Polyamid	-40° bis +120°C
PEI	Polyetherimid	-50° bis +170°C
PK	Polyketon	-40° bis +100°C
UHMW-PE	Ultrahochmolekulares Polyethylen	-200° bis +80°C
PEEK	Polyetheretherketon	-100° bis +200°C
PTFE	Polytetrafluorethylen	-190° bis +230°C

Eigenschaften	HFA	HFB	HFC	HFD
kinemat. Viskosität (mm²/s) bis 50 °C	0,3 bis 2	nicht Newton'sche Flüssigkeit	20 bis 70	12 bis 50
VT-Verhalten	gut		sehr gut	schlecht
Dichte bei 15 °C	ca. 0,99	ca. 0,95	1,04 bis 1,09	1,15 bis 1,45
Temperatur-Bereich (°C)	+ 3 bis 55	+ 3 bis + 55	– 25 bis + 60	– 20 bis + 150
Wassergehalt (Gew. %)	80 bis 98	> 40	35 bis 55	ohne
Stabilität	Emulsion mäßig Lösung sehr gut	mäßig	sehr gut	sehr gut
Lebensdauer von Wälzlagern (% von norm. Lebensdauer)	5 bis 10 %	6 bis 15 %	6 bis 15 %	50 bis 100 %
Wärmeübertragung	ausgezeichnet	gut	gut	bescheiden
Schmierfähigkeit	ausreichend	mittel bis gut	gut	ausgezeichnet
Korrosionsschutz	gering bis ausreichend	gut	gut	ausgezeichnet
Selbstentzündungstemperatur(°C)	nicht möglich	nach Verdampfen des Wassers unter 1000 °C	nach Verdampfen des Wassers unter 1000 °C	ca. 600 °C
Umweltschutz-Verhalten	Emulsion: Altöl Synth.: verdünnen	Altöl	Sondermüll	Sondermüll
Überwachungsnotwendigkeit	ph-Wert Konzentration Wasserhärte Mikroorganismen	Viskosität Wassergehalt Emulsionszustand	Viskosität Wassergehalt ph-Wert	Viskosität Neutral.zahl spez. Größen
Dichtungswerkstoffe	NBR, PTFE, FPM, AU	NBR, PTFE, FPM, AU	NBR, PTFE	PTFE, FPM
Tafel 3.9: Eigenschaftsvergleich der vier Gruppen schwer entflammbarer Druckflüssigkeiten				

Test chemicko - teplotní odolnosti

- - v peci
- - intenzifikace podmínek
- - podle DIN 53508

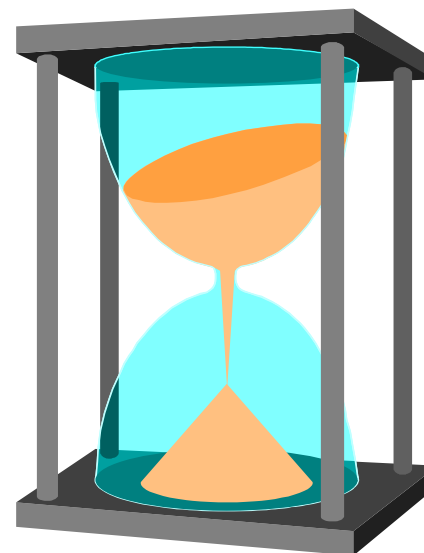
Příklady:

NBR: 70 hod po 7 dní při 70 nebo 100°C

EPDM: 70 hod po 7 dní při 100 nebo 150 °C

FPM: 70 hod po 7 dní při 200 nebo 250 °C

MVQ: 70 hod po 7 dní při 200 nebo 250 °C



Vyhodnocení testu chemicko-teplotní odolnosti stárnutí

Vyhodnocení zkoušky	+++	++	+	-
Změna objemu	+0 až +5	>5 až +10	>+10 až +15 <0 až -2	>+15 < - 2
Změna pevnosti v přetržení	+30 až -20	<-20 až -30	>30 až 50	>50
Změna protažení při přetržení	0 až 25	<20 až 35	>35 až 50	>50
Změna tvrdosti	0 až 5	<5 až 10	>10 až 15	>15

+++ velmi dobrá odolnost proti stárnutí

++ dobrá odolnost

+ uspokojivá

- nevyhovující



Stárnutí těsnících materiálů

Za stárnutí se považuje změna fyzikálních vlastností molekulárního řetězce pryže/plastu

STÁRNUTÍ-

Nezvratná
změna
vlastností
materiálu po
vystavení
prostředí po
určitou dobu.
Tj. vystavení
materiálů
specifikované
mu prostředí
po určitou
dobu.

Tři typické vlivy ovlivňující stárnutí

- 1) Dělení molekul - zmenšování řetězce...ozon, ultrafialové záření, radioaktivita**
- 2) Prosít'ování molekul - proces oxidace, způsobující dodatečné propojení molekul.**
- 3) Chemické působení utěsňovaného média na molekulární strukturu chemického řetězce**



Chemická (ne)odolnost mat. těsnění

Projev

- statické užití
O- kr.: bobtnání ca 10%max.
- dyn. užití
O- kr.:
bobtnání ca 10%max
způsobí nadměrný otěr.
O- Kr- NE pro dyn. aplikace
- aditiva v olejích mohou
naopak způsobit separování
přísad v pryžích, jejich smršťování = netěsnost

Projev

- materiál těsnění je
lepkavý, mazlavý
jednak je zkřehlý a někdy
i mech. poškozený
**-nabobtnalé těsnění
znesnadňuje pohyb pístu,**
jeho vyjmutí z válce
-naopak smrštělé těsnění
vykazuje velkou vůli v drážce,
projevuje se
„cvakavým“ zvukem
při změně směru pohybu pístu

Řešení

- přesně specifikovat
druh pracovního média
a rozsah pracovních teplot
(krátkodobé- dlouhodobé)
- konzultovat s výrobcem
těsnění správné užití
materiálu těsnění
- provedení krátkého testu
chem. odolnosti.

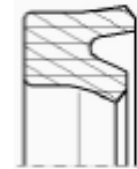
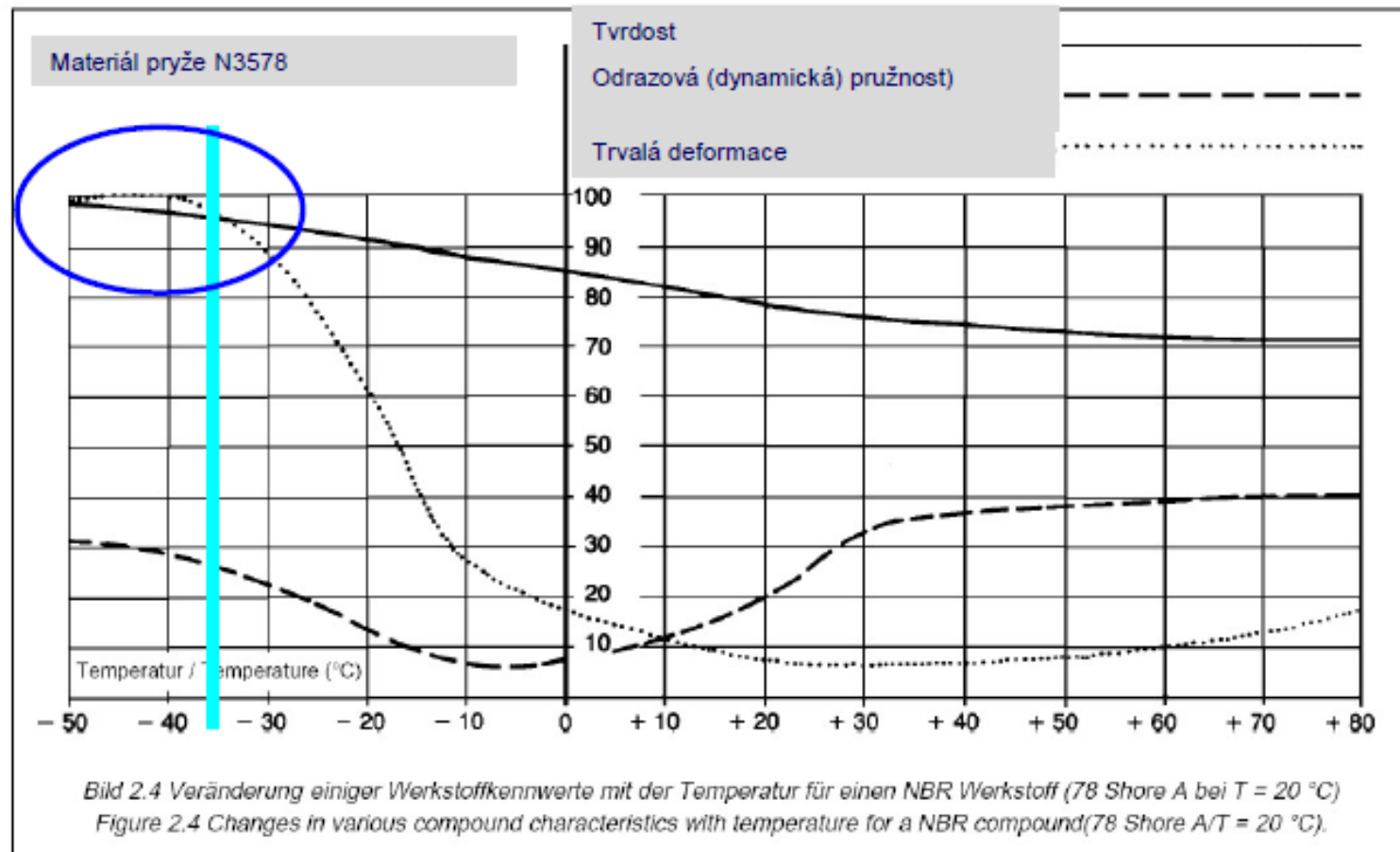


Trvalá deformace – Compression set

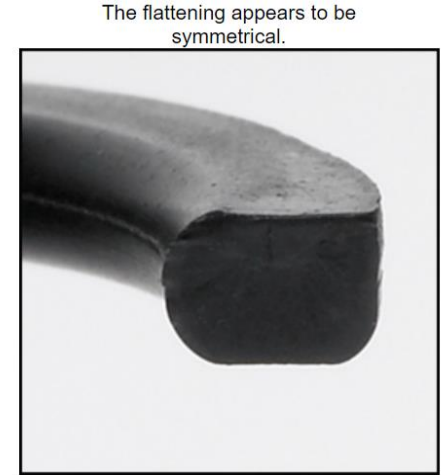
Extruze

Fyzikální parametry těsnění

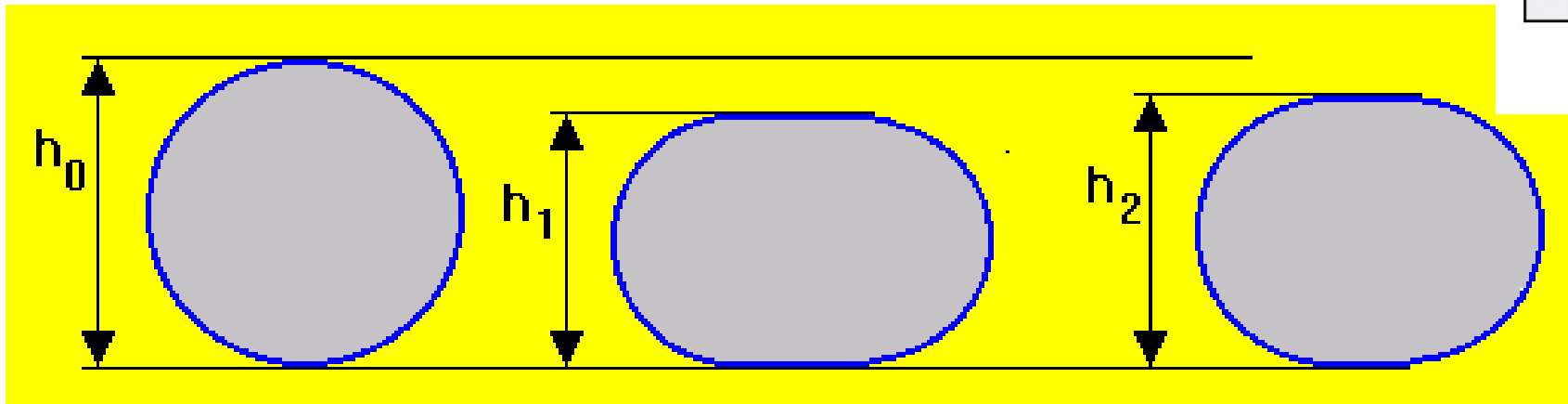
Vliv teploty na základní parametry materiálu těsnění- tvrdost, odrazová pružnost, trvalá deformace



Trvalá deformace – Compression set



Both Sides



Calculation of Compression set:

$$CS = \frac{h_0 - h_2}{h_0 - h_1} \times 100 \quad [\%]$$

where:

h_0 = O-ring cross-section or original height of the specimen

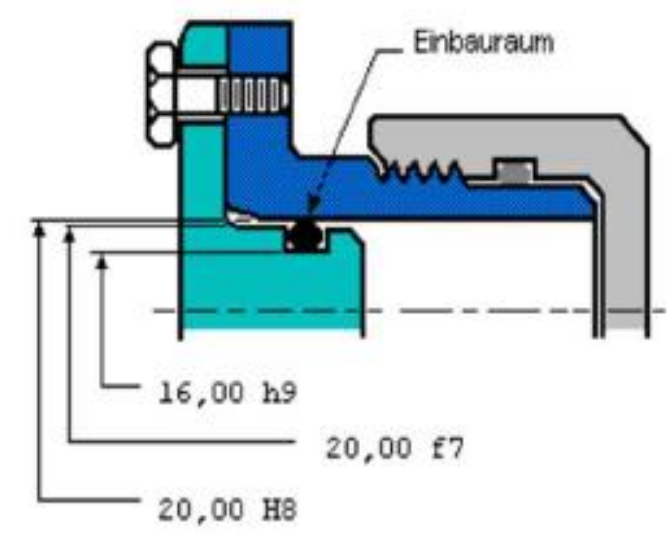
h_1 = height of deformed specimen

h_2 = height of relieved specimen (after a defined time delay)

**Spíš než trvalá deformace
($h_0 - h_2$) je důležitá zbytková
pružná deformační
síla v těsnění ($h_2 - h_1$)**

	Berechnete Werte			Empf. Bereich
	Min	Mittel	Max	
%Dehnung	1,44	2,82	4,23	0- 5
%Verpr.	17,46	21,10	24,50	10-32
%Füllung	61,27	69,09	77,75	60-95

- ☐ O-Ring
 ☐ Nut-Querschnitt
- ☒ Einbauart
 ☐ Stützring



Hydraulik Kolbendichtung, statischer Einsatz

Spíš než trvalá deformace (h0-h2) je důležitá zbytková pružná deformací síla v těsnění (h2-h1). Výrobci toto neuvádějí a místo toho doporučují oblast deformací.

Bohrung-ID

20

H8

±

Kolbendurchm.

20

f7

±

Nutbreite

3,8

+0,20

-0,00

O-Ring Maßreihe

☒ 2 - Standard
 ☐ 3 - Verschraubungen
 ☐ Sondergrößen

Stützringe

☒ 0
 ☐ 1
 ☐ 2

ID-Nutgrund

16

h9

±

Größe

Innend. Schnur

2-114 15,54 2,62

Suche

OK

Abbruch

Handbuch

Hilfe

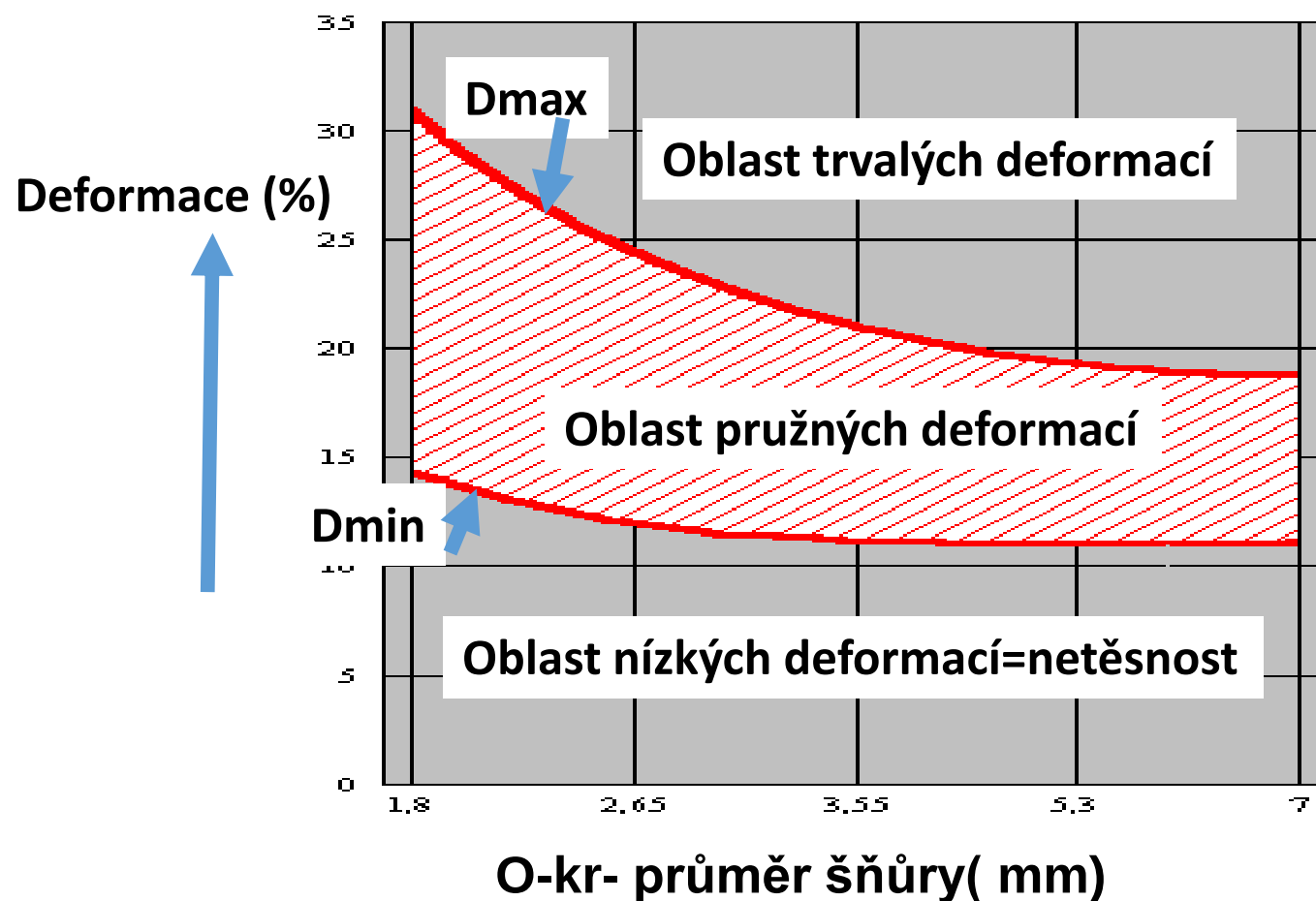
Resulting Tolerance Stackups

	Min	Nom	Max	Ideal
Stretch	17.32%	21.84%	25.44%	0-5%
Squeeze	7.98%	13.66%	17.27%	17-24%
Volume Fill	59.91%	69.46%	75.69%	60-90%
Diametral Clearance	0.002	0.002	0.002	> 0

Ideal

Stretch	0-5%
Squeeze	17-24%
Volume Fill	60-90%
Diametral Clearance	> 0

Statické těsnění



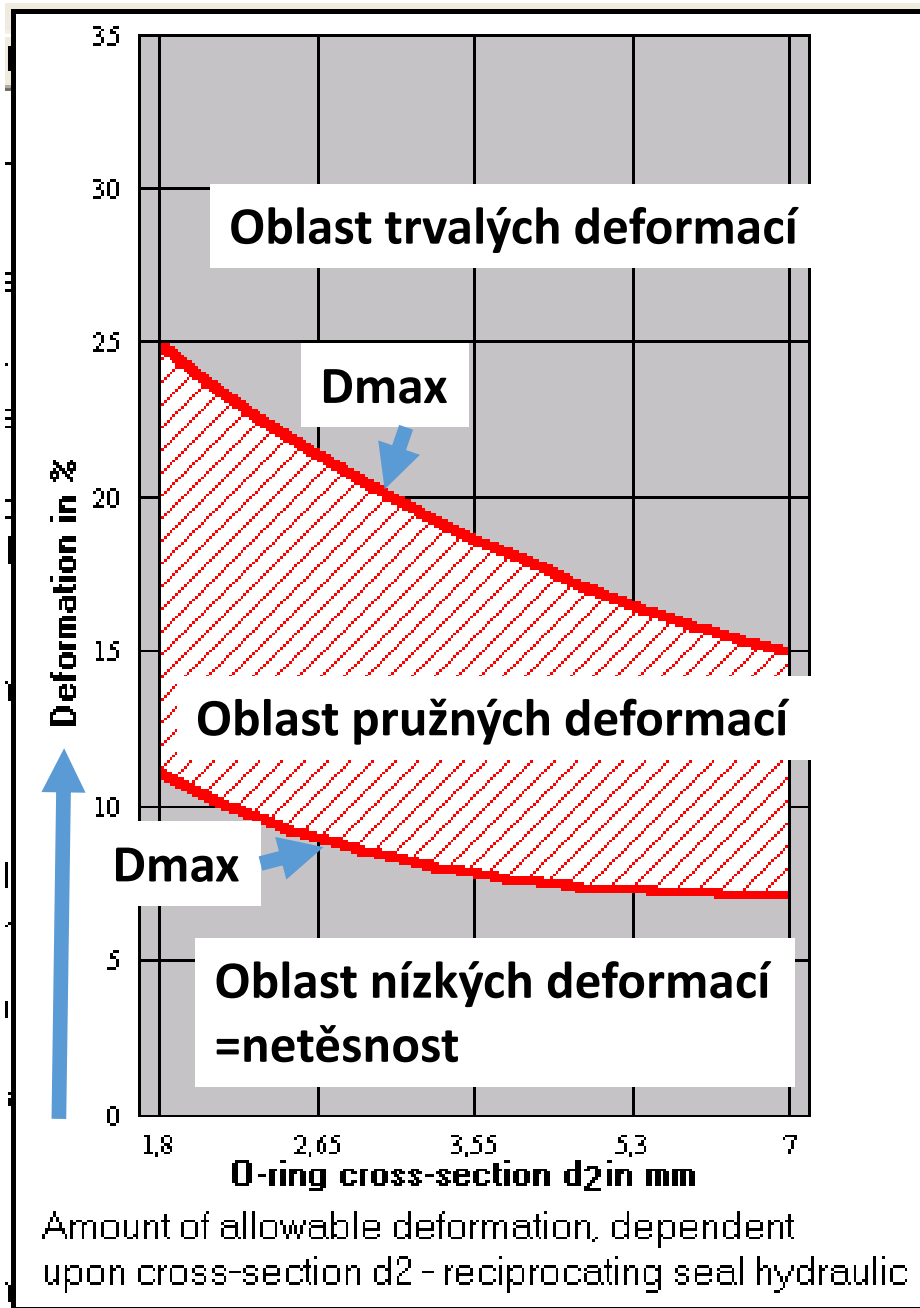
Oblast přípustných deformací v závislosti na pr. šňůry – statické těsnění

Spíš než trvalá deformace (h_0-h_2) je důležitá zbytková pružná deformační síla v těsnění (h_2-h_1)

Dynamické těsnění

Oblast přípustných deformací v závislosti na pr. šňůry O-kr.

Spíš než trvalá deformace (h_0-h_2) je důležitá zbytková pružná deformace síla v těsnění (h_2-h_1)

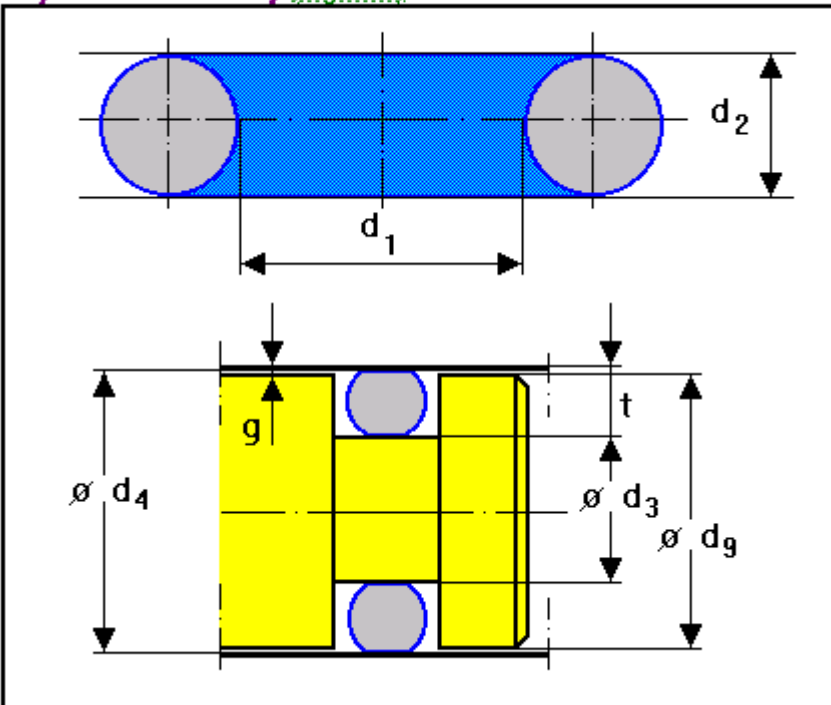


O-kr- průměr šňůry(mm)

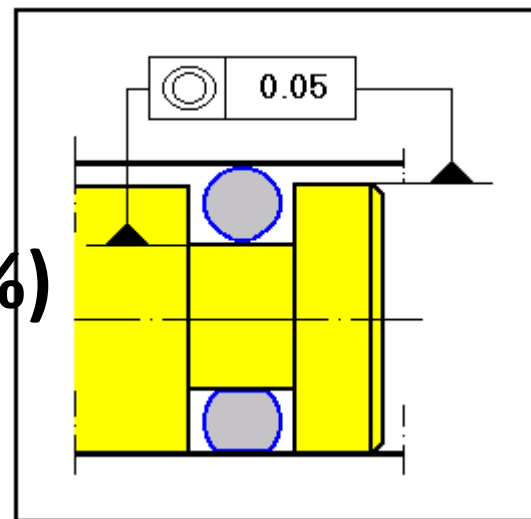
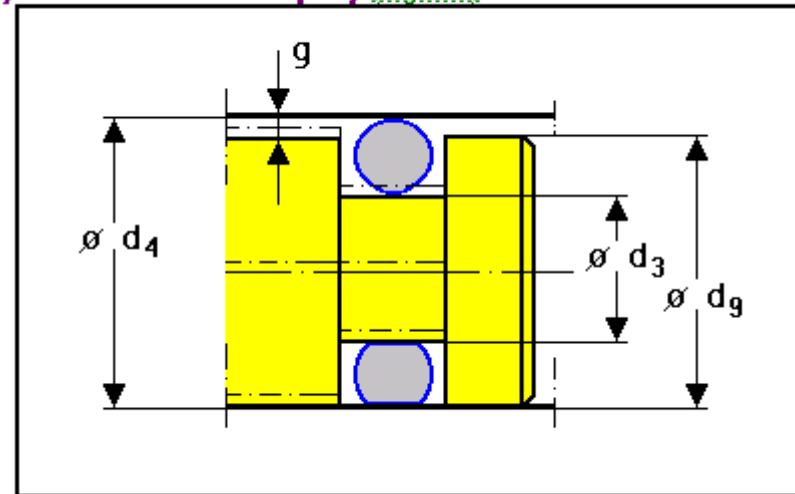
Výpočet deformace O-kr.

zohlednění při návrhu jak O-kr. tak těsnění obecně

A) Concentricity (Fig. 6.33)



B) with max. radial play (Fig. 6.34)



$$\text{Deformace (D)} = [(d2 \text{ red.} - t)/d2 \text{ red}] * 100 \text{ (\%)}$$

Nutno zohlednit tolerance, excentricitu uložení. Souosost
a určit Dmin a Dmax

Zmenšení průřezu O-kr. vlivem protažení

Eliminace Joule efektu

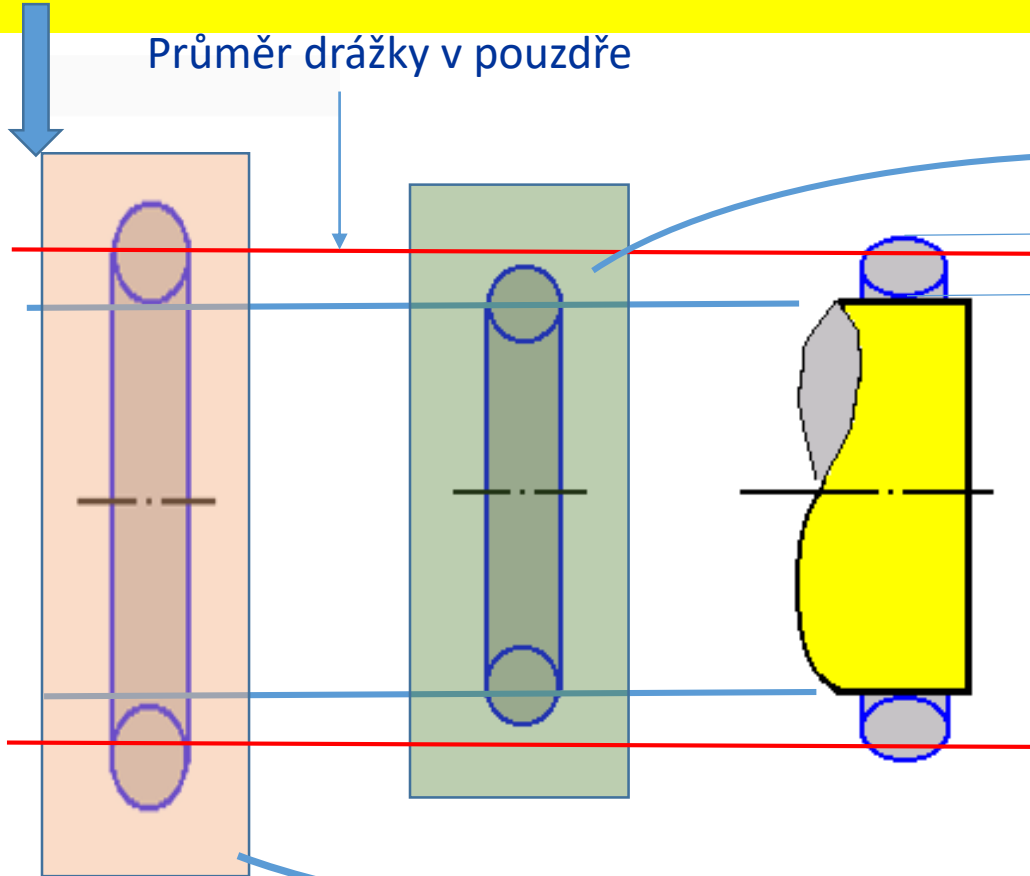
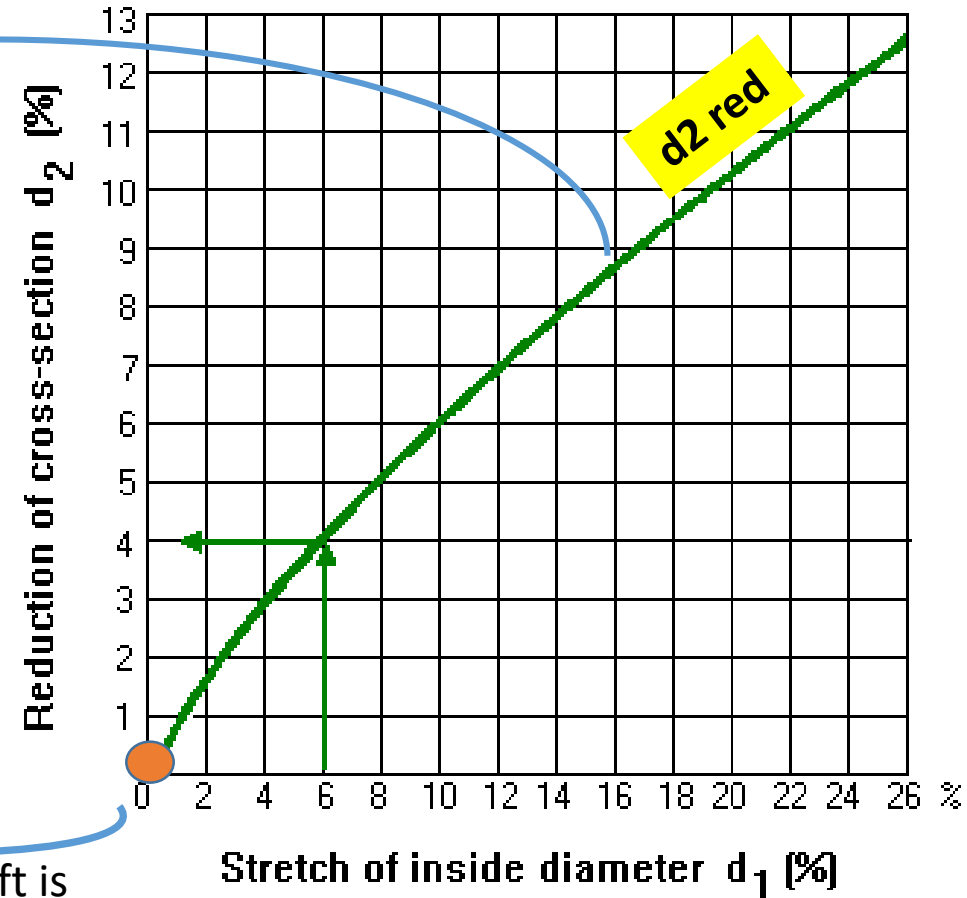


Table 6.12 Loss of compression diameter due to stretch



An inner diameter between 1% to 3% larger than the shaft is recommended and the outer diameter of the gland should ensure that the O-ring is

Těsnění pomocí O-kr. pro PNEUMATIKU - **PLOVOUCÍ těsnění**

Natažení 0%, stlačení do ca 10%

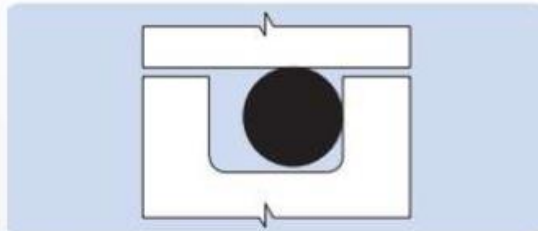


Figure 5-19: Floating O-Ring Seal

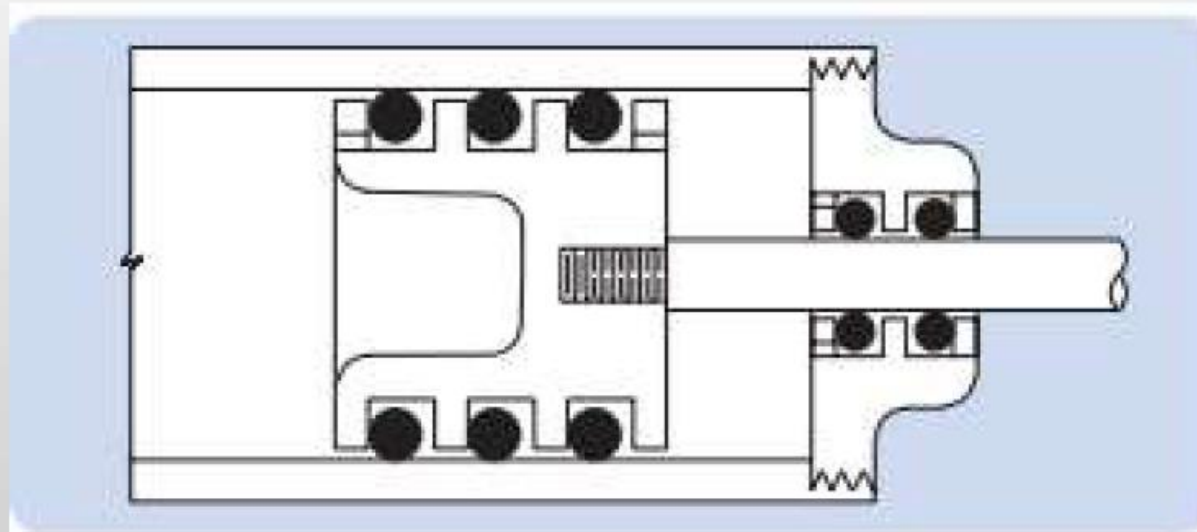


Figure 5-20: Use of Multiple O-Rings in a Floating O-Ring Design

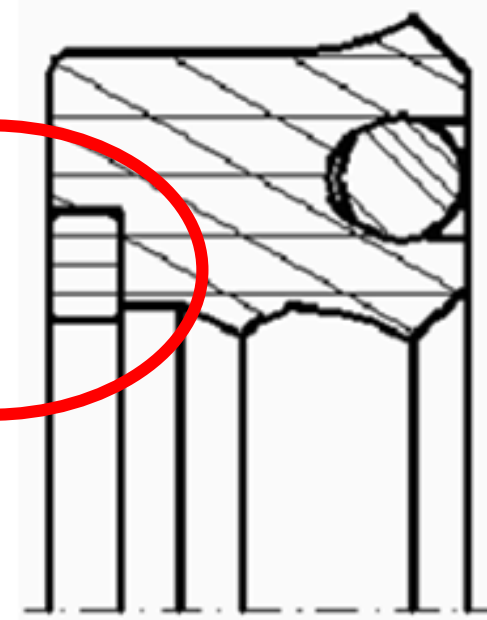
Trvalá deformace – Compression set

Extruze

Fyzikální parametry těsnění

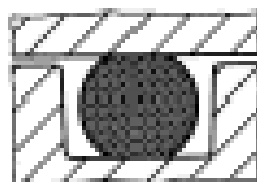


Začínající EXTRUZE

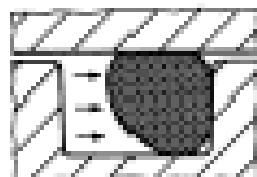


- Eliminace extruze: 1) Rádus na hraně drážky – u vnitřních drážek pouzder obzvláště kontrolovat
- 2) Kompaktní těsnění s proti-extruzním kroužkem

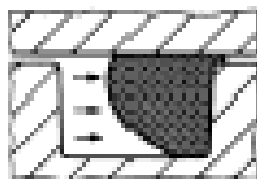
Omezení extruze - opěrné kroužky



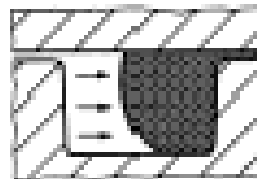
obrázek 1



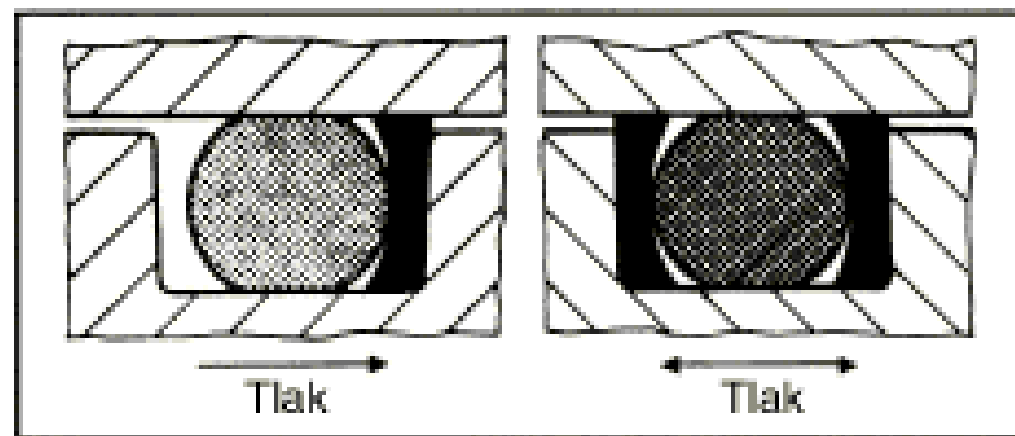
obrázek 2



obrázek 3



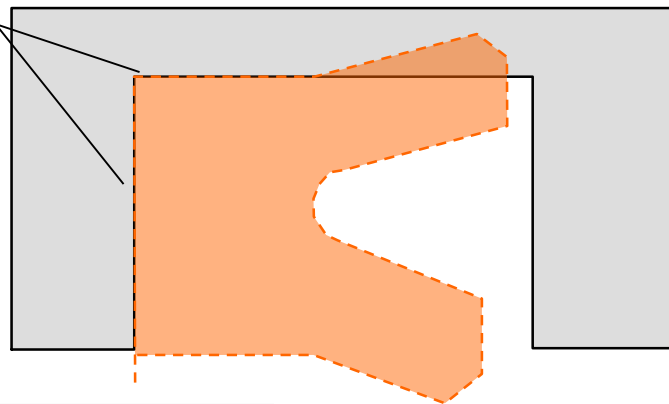
obrázek 4



Obrázek 5: Správné uspořádání O-kr. a opěrného kroužku

Dynamické těsnění přímočarého vratného pohybu

opěrné a dosedací
plochy



Ok. raději NE a když už,
tak použít
polyuretanový O-kr.
(limitováno rychlostí,
tlakem).

Kde cena je „technický
parametr“

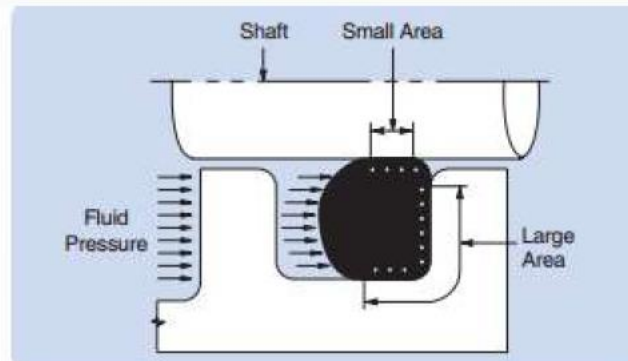


Figure 5-16: Action of Fluid Pressure to Prevent Rolling of O-ring

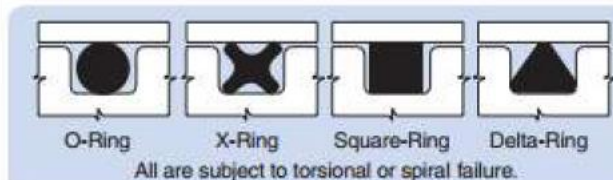


Figure 5-17: Ring Cross-Sections for Reciprocating Seals

VŽDY dělat rádius na hranách drážek

Statické těsnění

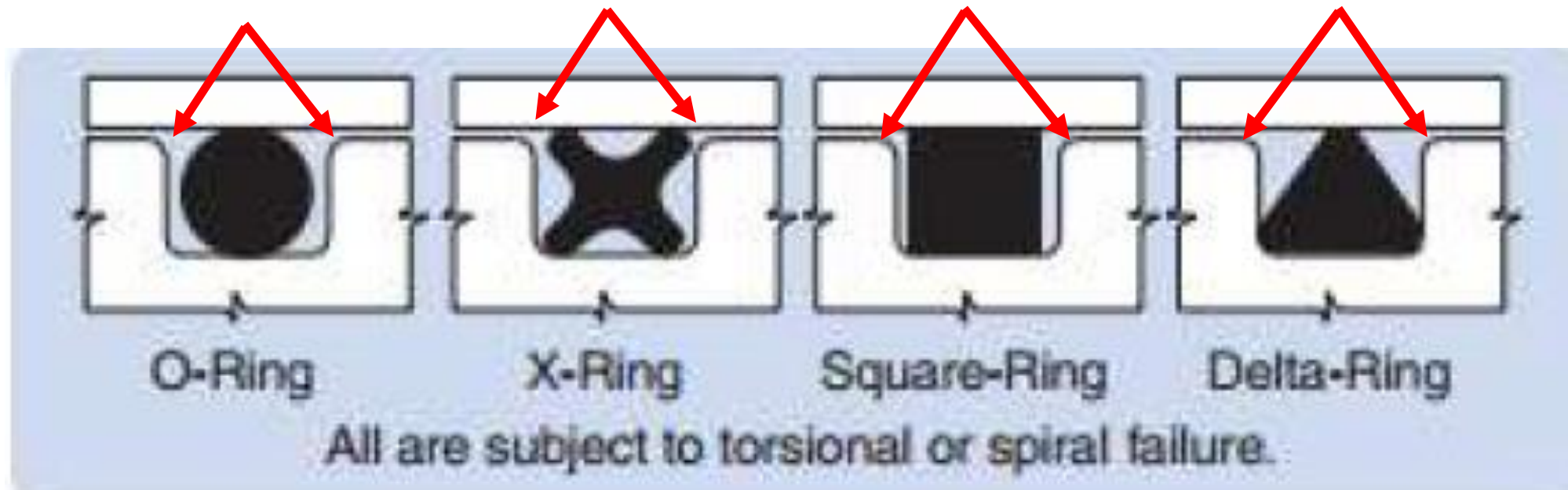
Pouze **PUR** O-kr
i pro dyn. těsnění

Statické i dynamické těsnění – nedochází k rotaci těsnění v drážce

X Ring :+ vytváří si mini zásobu maziva .. pro pne. systémy bez mazání + nižší tření

Čtvercový profil: +snažná výroba,+ cena , - větší tření =větší vývin tepla

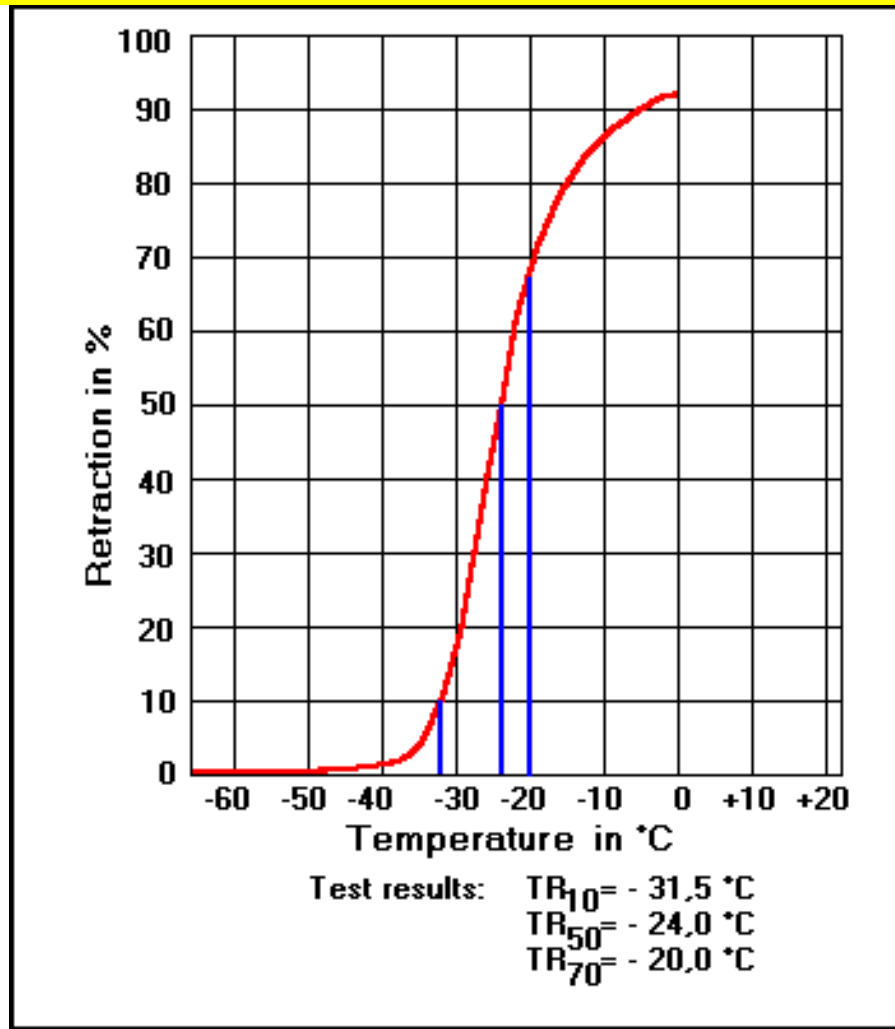
Trojúhelníkový profil: + menší náchylnost k extruzi + nižší vývin tepla - cena



Trvalá deformace – Compression set Extruze

Fyzikální parametry těsnění

Ztráta pružnosti při nízkých teplotách.....koeficient TR



**Zimní starty
(dopravní technika)**

Teplotní šok

V případě požadavku je nutný test dle konkrétních podmínek

Pokud není překročena **horní** hranice teplotní odolnosti a parametr **TR10** tak gradient teplotní změny nemá vliv na těsnící schopnosti.

Nutný pečlivý návrh zástavby, aby vlivem rozdílných teplotních dilatací kovů a pryží byla zachována těsnost.

Uvážit možné vibrace a rázy současně se vyskytující s teplotním šokem... kontrola odrazové pružnosti

Protažení – ultimate elongation – elongation at break

Modulus of Elasticity measures the force per area to stretch a sample to a certain percentage of its original length.



Ultimate Elongation:

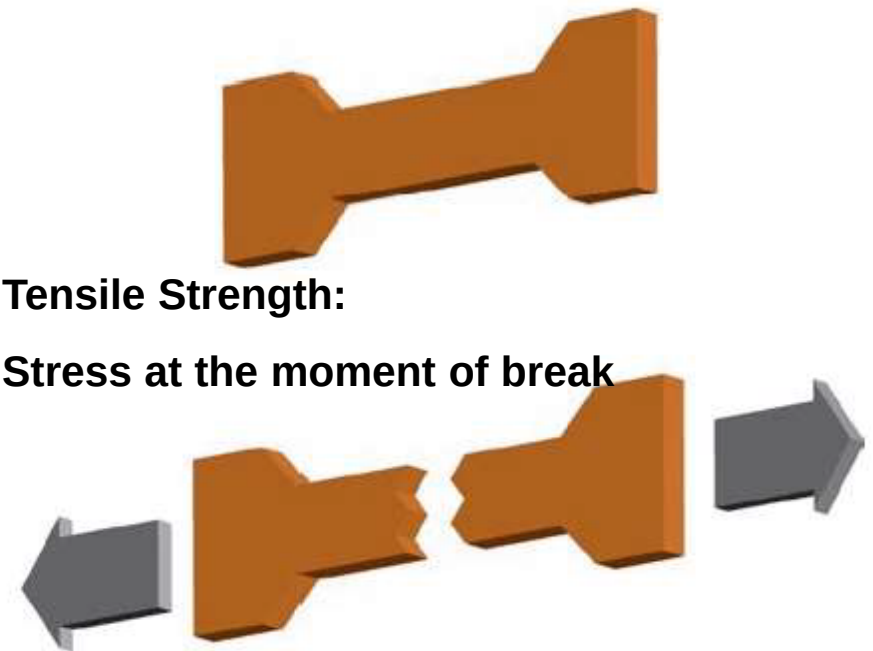
Elongation at that moment of break testing slab according DIN 53504 or ASTM D 412

Example: To stretch a 1 inch sample to 2 inches, is a 100% stretch.

Figure 3-7. Modulus of Elasticity

Tensile Strength:

Stress at the moment of break



Calculation:

Ultimate Tensile = Force per area to break a given sample

Figure 3-8. Tensile Strength

Protažení – ultimate elongation elongation at break

$$\text{Elongation (\%)} = (L2 - L1) / L1 \times 100(\%)$$

Compound V 8534 - 90
FPM (Hifluor), schwarz /
black

Compound Data Sheet

Creator
M. Gubo / Labor / 08.07.2014

Print date
06.08.2014

Status
B

Data created electronically. This document is not
subject to change management.

L1- původní délka (ID O-kr.)

L2- délka po natažení
(průměr čepu, hřídele
před drážkou)

Physical properties

Test	Norm	Specimen	Typ. Value	Unit
Hardness	DIN 53505	> 8 mm	90 +/-5	Shore A
Density	DIN EN ISO 1183-1		1,99	g/cm³
Modulus 100 %	DIN 53504	S2	18,1	N/mm²
Tensile strength	DIN 53504	S2	16,5	N/mm²
Ultimate elongation	DIN 53504	S2	103	%
Tear strength	DIN/ISO 34-1	Method B Procedure (b)		N/mm
Compression set 24 h / 200 °C	ISO 815/7.5.1	Test specimen B Deformation: 25 %	28,5	%
TR10	VDA 675117	Ø 5 x 2 mm	-14	°C



Výpočtem odhadnutá teplota uvnitř tepelně izolovaných pomocných startovacích motorů SRB na minus 13 stupňů Celsia byla sice v teoreticky povolené technické toleranci, ale pozdější recalibrace infračerveného bolometru, jímž technici zjišťovali povrchovou teplotu startovacích motorů, ukázala, že teploty byly v osudnou noc ještě nižší a dokonce dosahovaly hodnot minus 16 až minus 17 stupňů Celsia. V tak mrazivých podmínkách nebyly motory SRB nikdy předtím dokonce ani testovány!

Mráz zabiják

Zkazu Challengeru způsobilo vadné těsnění

28. ledna 1986, vyslala NASA svou chloubu - raketoplán - k jubilejnímu pětadvacátému letu. Mise Challengeru však skončila tragicky. Nekvalitní těsnění palivových nádrží za pár set dolarů stálo život sedm astronautů. Neštěstí na dlouhá léta ovlivnilo celou kosmonautiku. Zdroj:

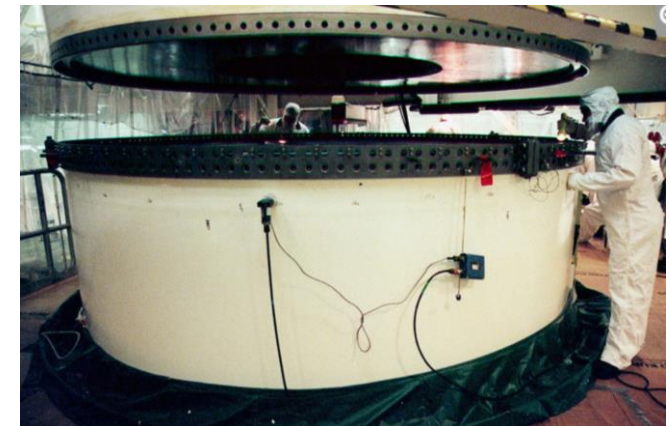
https://www.idnes.cz/zpravy/zahranicni/special-zkazu-challengeru-zpusobilo-vadne-tesneni.A060124_124711_vedatech_miz

Těsnění zmařilo sedm životů

Explozi vyšetřovalo hned několik nezávislých komisí, které jako příčinu uvedly závadu těsnícího kroužku, který měl zabránit úniku horkých plynů směrem k SRB.

Experti rovněž zjistili, že stroj startoval za nevhodných klimatických podmínek, které zapříčinily neúměrnou zátěž pohonných systémů plavidla (pracovaly na 104 %). Povrch raketoplánu byl vystaven extrémnímu tlaku (NASA uvádí 360 kilogramů na čtvereční stopu).

V průběhu vyšetřování vyšla najevo i další fakta. Dodavatelem těsnících kroužků mezi nádržemi byla firma Morton Thiokol. Její inženýři předem upozorňovali na možné riziko použití těsnění, vedení společnosti start přesto povolilo. **Pořizovací cena těsnících kroužků přitom byla pouhých 900 dolarů.**

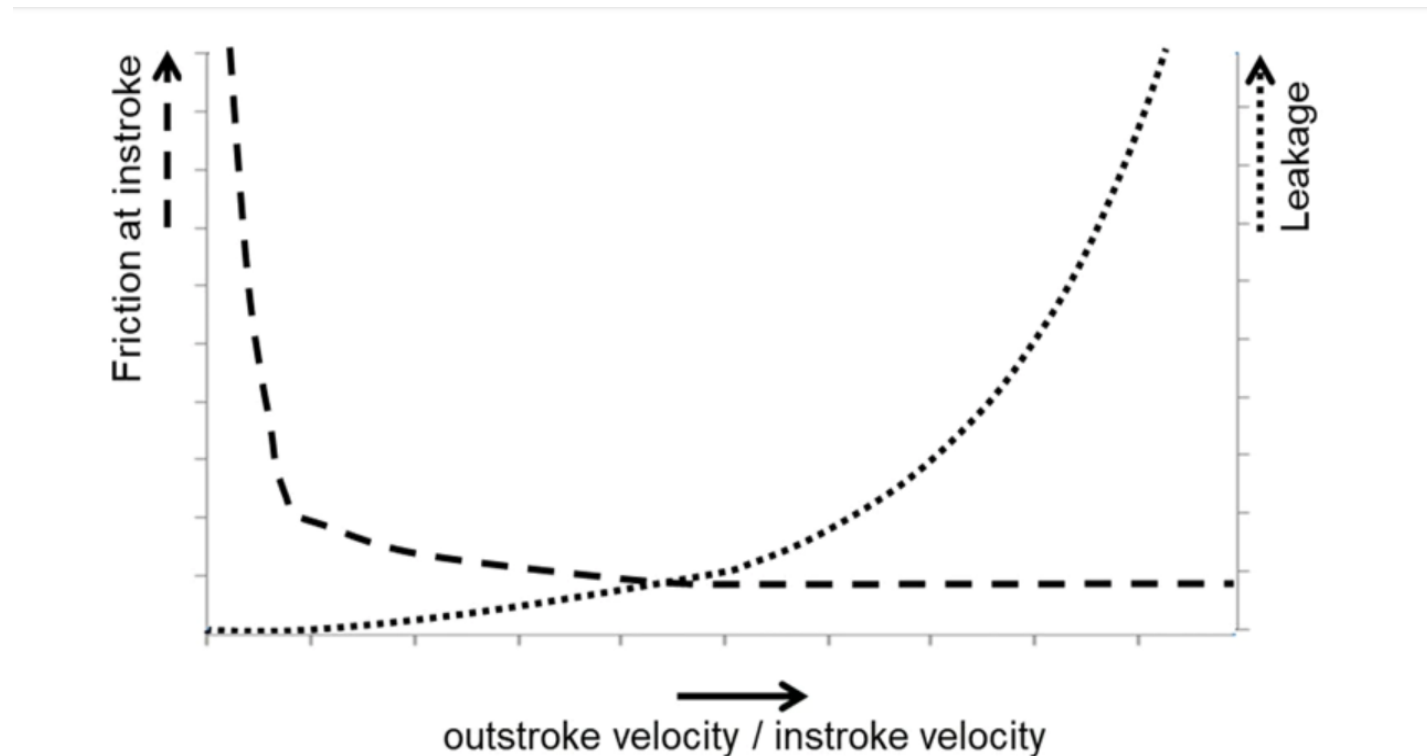


Těsnění o průměru 3,8 metru

Vývin tepla na břitu těsnění přímočarý pohyb

Větší tření... vyšší těsnivost (?)... ztráta energie.. nižší účinnost

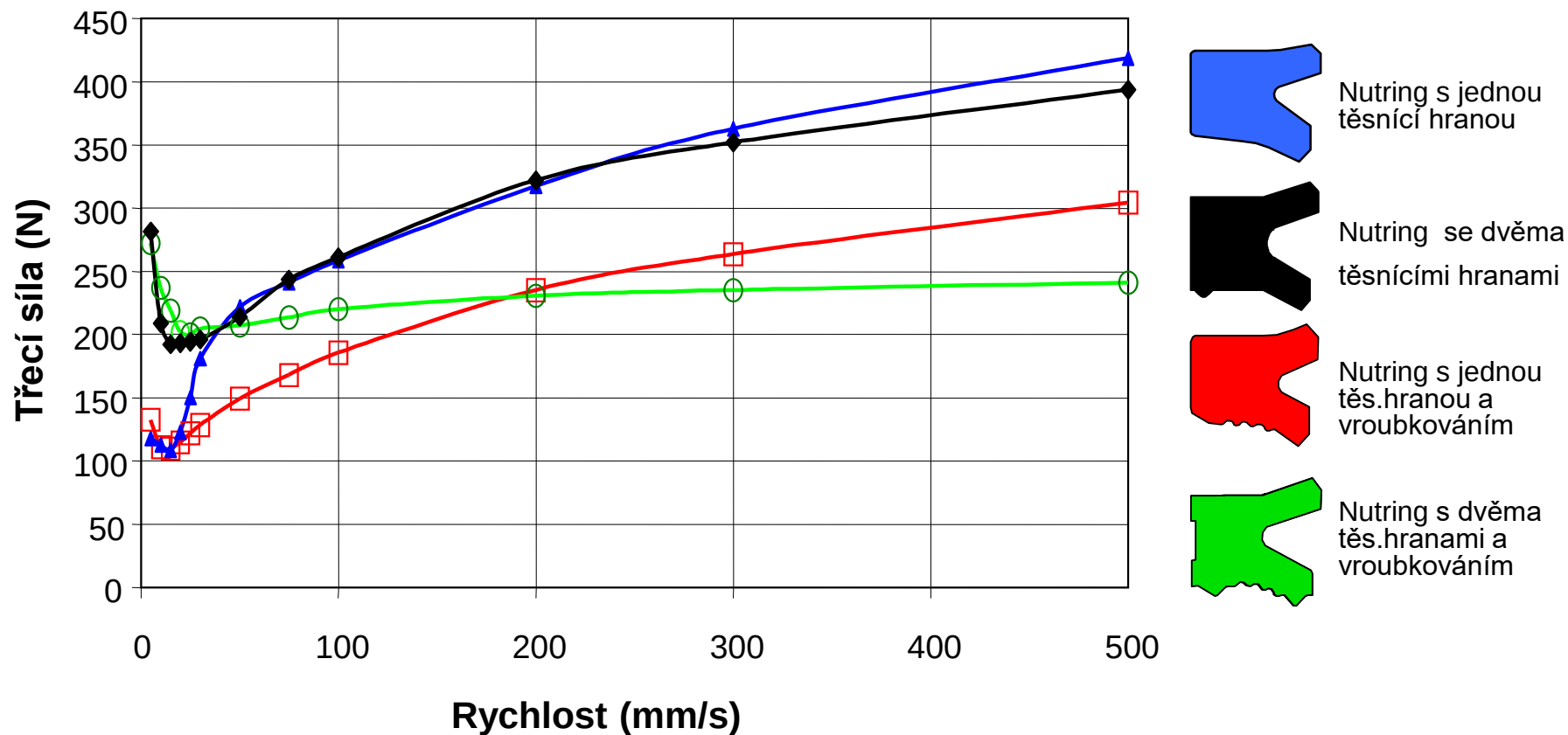
A co benefit úspory energie, protože menší tření...menší vývin tepla...ale co těsnivost?



This graph shows the influence of in- and outstroke piston rod velocity on friction and leaks in U-cups on cylinders.

Tření v závislosti na rychlosti profilu těsnění

Třecí síla $F_R(v)$ těsnění s a bez vroubkování vyjíždějící pístnice $p = 7,5 \text{ Mpa}$

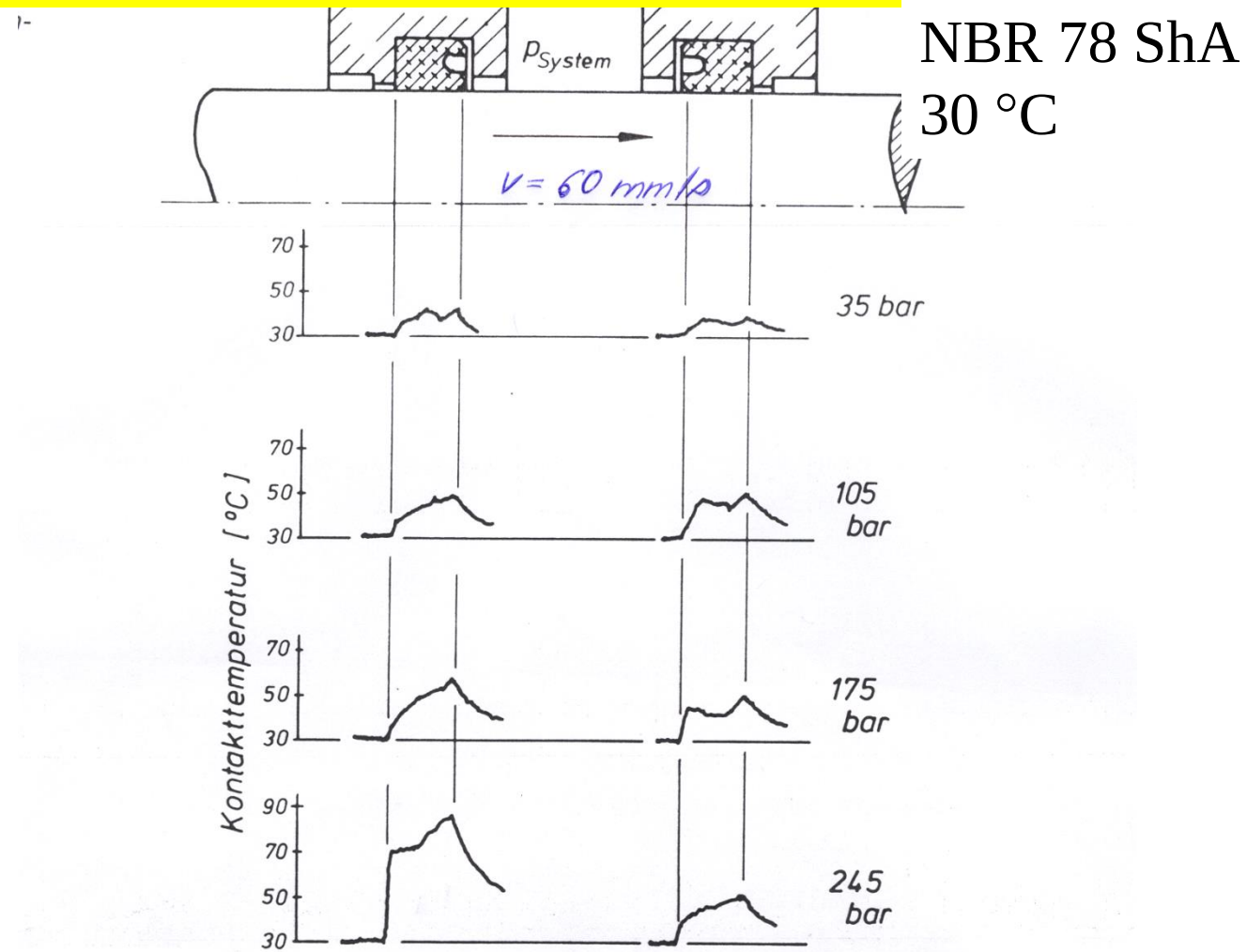


Vývin tepla na břitu těsnění – přímočarý pohyb

$$Q = \mu \cdot p \cdot v$$

- $\mu = 0.2$
- $p = 10^6 \text{ N/m}^2$ (10 bar) $Q = 1000000 \text{ W/m}^2$
- $v = 5 \text{ m/s}$
- Těsnění s kontaktní plochou $100 \cdot 3 = 300 \text{ mm}^2$..znamená 300 W!
- **$p = 20 \text{ Mpa}$ (200 bar) $Q = 2\,000\,000 \text{ W/m}^2$**
- **$v = 0,5 \text{ m/s}$**
- **Těsnění s kontaktní plochou $100 \cdot 3 = 300 \text{ mm}^2$ znamená 600 W ! ! !**
- **Těsnící břit má menší dotykovou plochu oproti O-kr...menší vývin tepla...další důvod, proč nepoužívat O-kr. pro dynamická těsnění**

Průběh teploty na těsnících břitech



tažené těsnění

pěchované těsnění

Teplota na břitu **ROTAČNÍHO** těsnění - gufera

- Jeden z hlavních problémů hřídelových těsnění je tepelné zatížení těsnicího jazýčku
- Na rozdíl od pístových a pístnicových těsnění dochází zde ke generování tepla na velmi malé ploše (obvod hřídele x šířka stopy jazýčku – zpravidla 0,2 – 0,4 mm, u tlakového oleje až 2,5 mm)
- I při velkých obvodových rychlostech se jedná o smíšené tření („polosuché“). Výsledkem pak je vysoké frikční teplo, které se vytvoří v malém prostoru jazýčku těsnění. To způsobuje podstatný nárůst teploty v této oblasti
- Pokud je hřídelové těsnění vybaveno navíc protiprachovým jazýčkem,
- zvyšuje to generování tepla až o 50%, čímž se zvyšuje tepelné namáhání těsnicího materiálu

Teplota na břitu ROTAČNÍHO těsnění

- Pracovní teplota – výpočet teploty pod těsnicím jazýčkem radiálního hřídelového těsnění v beztlakových podmínkách
- Empirický vzorec:

$$\text{Celková teplota} = \text{teplota systému} + (\text{obvodová rychlost v m/s} \times 2,5)$$

Příklad:

- Teplota systému = 60°C
- Obvodová rychlost = 15 m/s
- Celková teplota = $60^{\circ}\text{C} + (15 \times 2,5) = 97,5^{\circ}\text{C}$

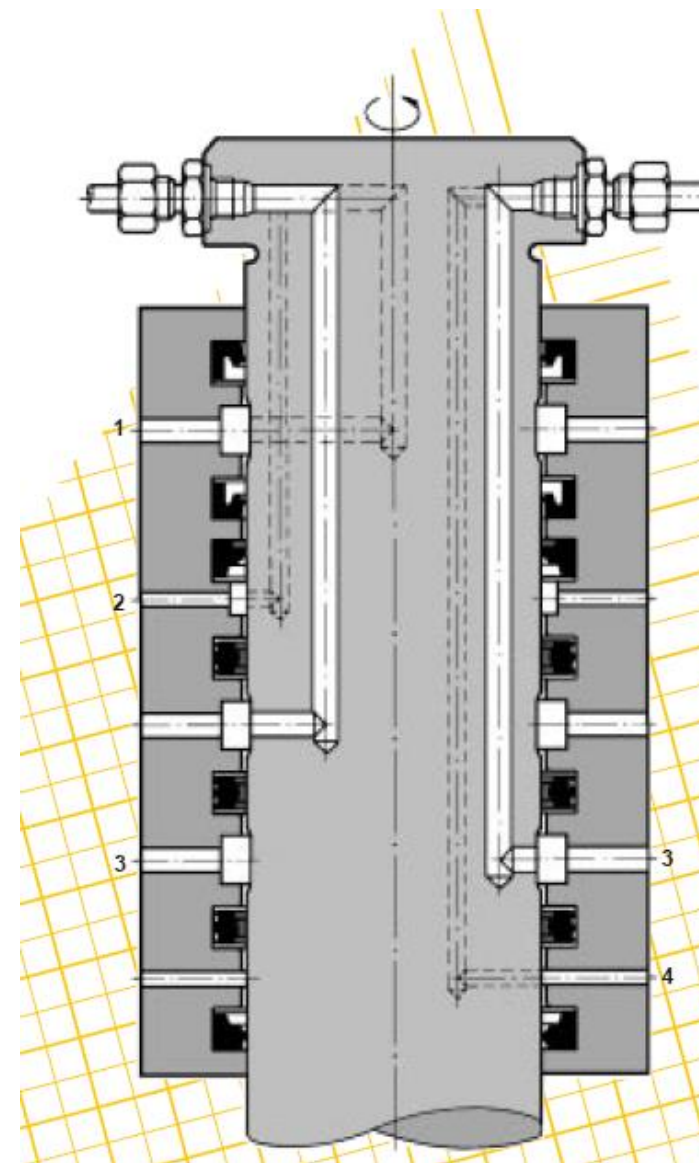
Poznámka: Tento empirický vzorec neplatí pro tlaková hřídelová těsnění!

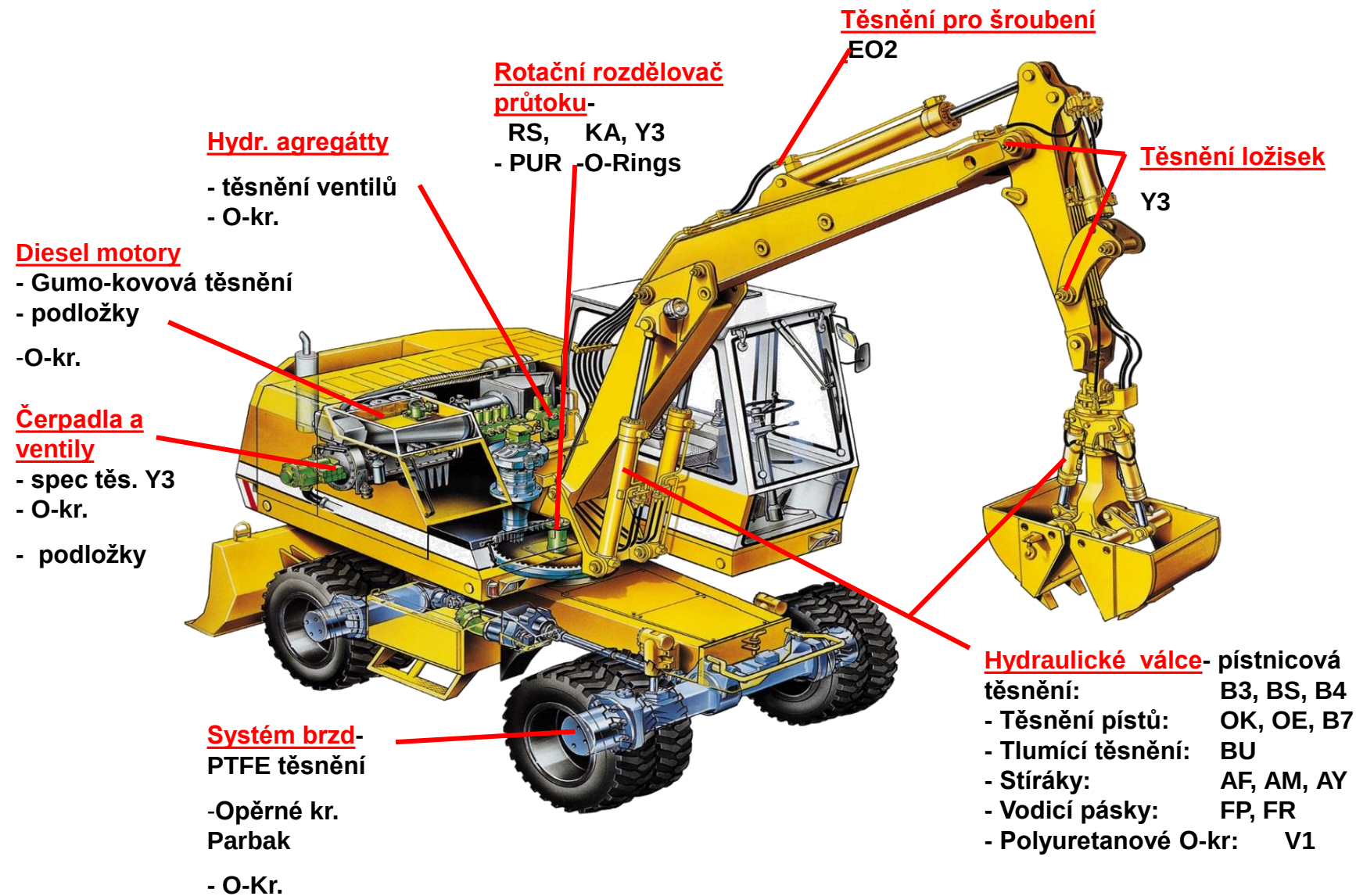
Teplota na břitu **HŘÍDELOVÉHO** těsnění

- Pro určení efektivní teploty u jazýčku hřídelového těsnění je tedy nutné přičíst k systémové teplotě i teplotu vzniklou třením. Čím vyšší je absolutní teplota pryžového materiálu, tím více pryž stárne a zkracuje se její životnost. To se projeví negativně až do úplné poruchy hřídelového těsnění – ztráty těsnosti.
- Generování třecího tepla závisí na několika faktorech – otáčkách, radiálním přitlaku, systémovém tlaku, mazání, viskozitě kapaliny, drsnosti povrchu apod.
- POZN. Neplést hřídelové těsnění vs rotační těsnění (kde je určující parametr **p** x **v**)

Rotační těsnění

- mobilní stroje
- obráběcí centra
- divadelní technika

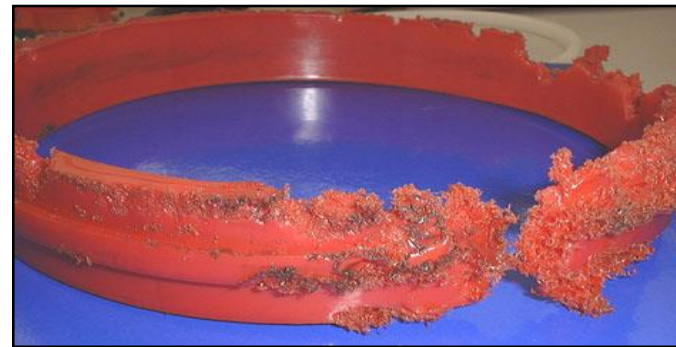
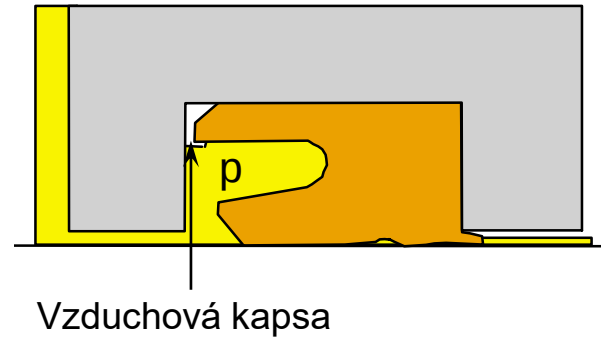
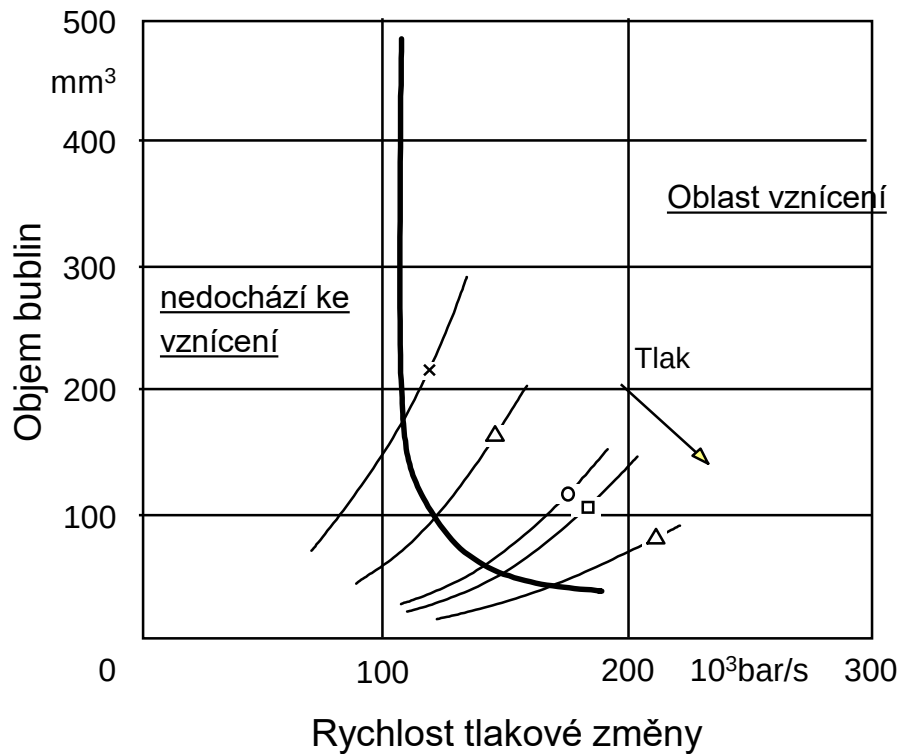




**Další jevy probíhající v kapalině
a ovlivňující životnost těsnění**

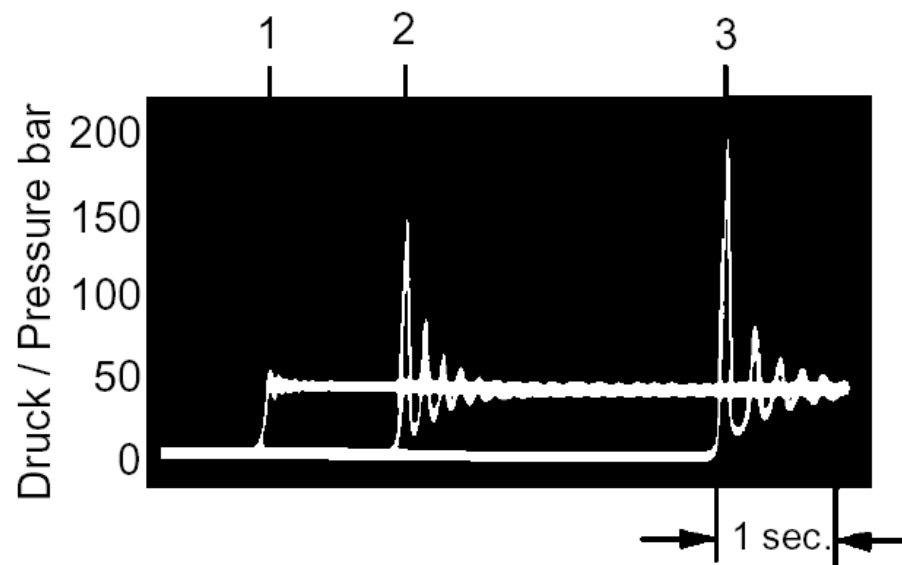
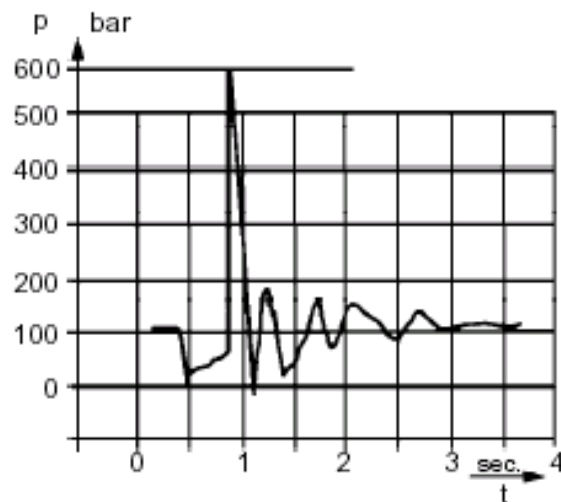
Dieselefekt

Explosivní hoření nezpuštěných vzduchových bublin
vlivem vysoké rychlosti komprese na vysoký tlak



Dieselefekt

Navýšení tlaku je 5-6 ti násobné



Oscillografický
záznam
Dieselefektu

Dieselefekt – jeho omezení



Řešení

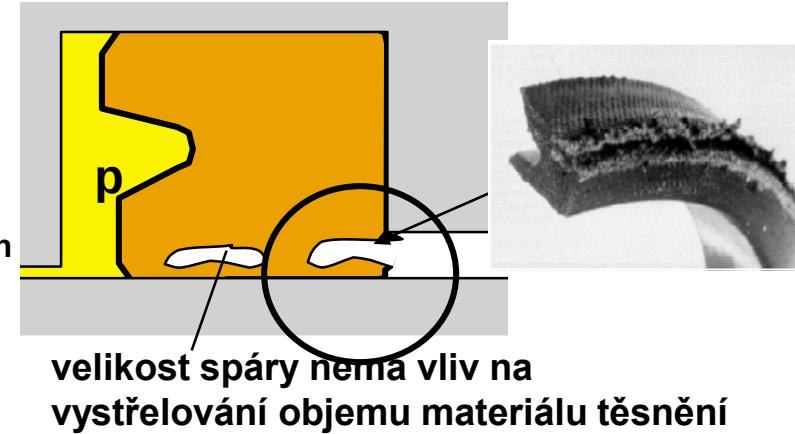
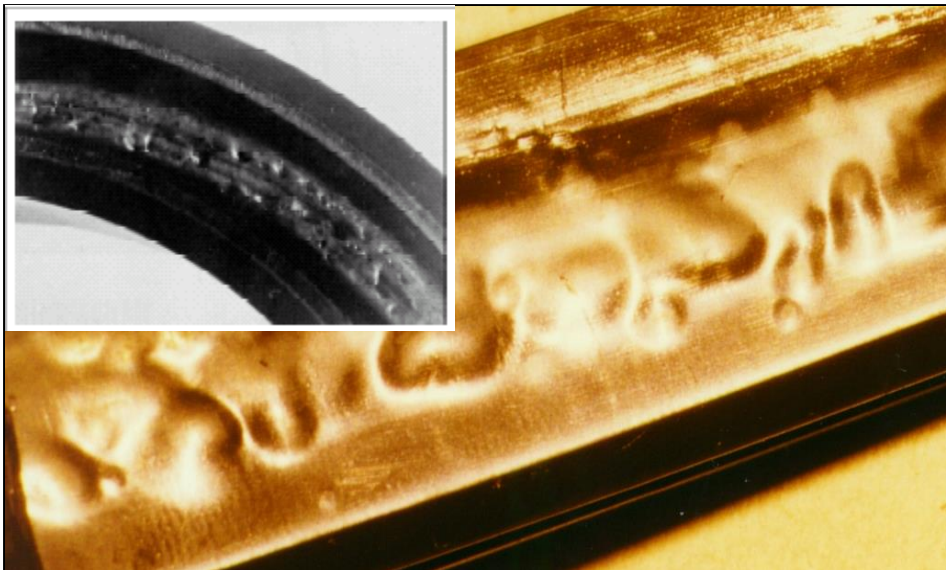
- omezení rychlých tl.změn (akumulátory)
- eliminovat rychlé rozběhy a zastavení velkých pohybujících se hmot

*Bild 9.15 Durch Dieseleffekt zerstörte Dichtung und Führung
Fig. 9.15 Seal and guide ring destroyed by diesel effect*

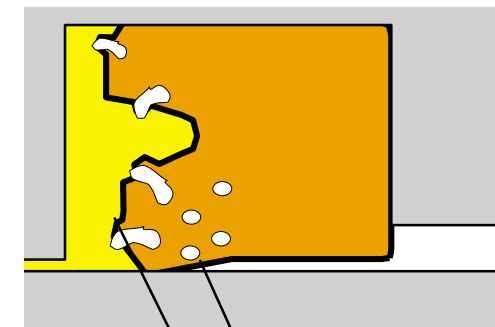
Častá příčina poškození - **Kontaminace vzduchem** - **Explosivní Dekomprese**

Kontaminace vzduchem-Explosivní Dekomprese = expanze vzduchu z objemu těsnění
Gumotextil - více náchylný na vytrhávání

Polysteratany a pryže – vzduch tvoří puchýře
- v klidovém stavu těsnění naroste na objemu,
vzrostou pasivní odpory – zvýšený tlak na rozběh



velikost spáry nemá vliv na
vystřelování objemu materiálu těsnění



vzduchové bubliny
se pohybují ze strany vysokého
tlaku k nízkému tlaku

Explosivní Dekomprese

= expanze vzduchu z objemu těsnění



Puchýře



Puchýře

VLEČNÝ TLAK - „čerpací,, účinek pístnice

unášecí/ vlečný tlak

$$P_{sch} = \frac{6 \cdot v \cdot l_F \cdot \eta}{h_F^2}$$

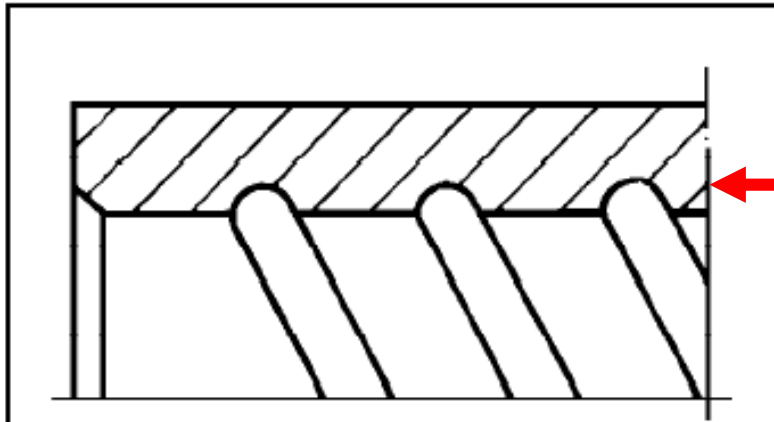
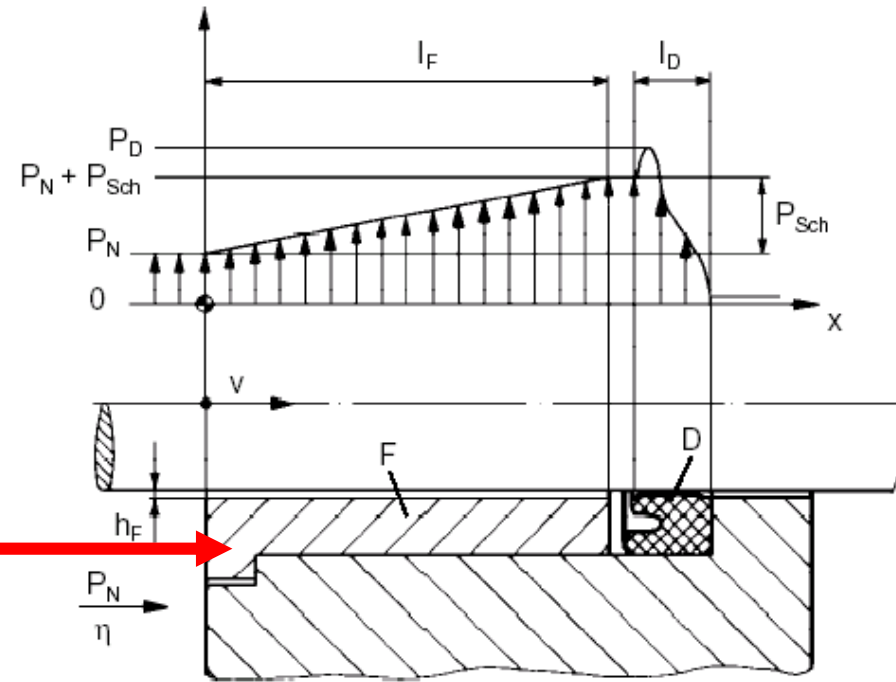


Bild 9.19: Ausführung der Drallnut
Fig. 9.19: Construction of a spiral groove



P_N = Nenndruck / Nominal pressure

P_{Sch} = Schleppdruck / Drag pressure

D = Dichtung / Seal

v = Geschwindigkeit / Speed

P_D = Druck im Dichtspalt / Pressure in sealing gap

l_F = Spaltlänge / Gap length

η = Ölviskosität / Oil viscosity

h_F = Spaltweite / Gap width

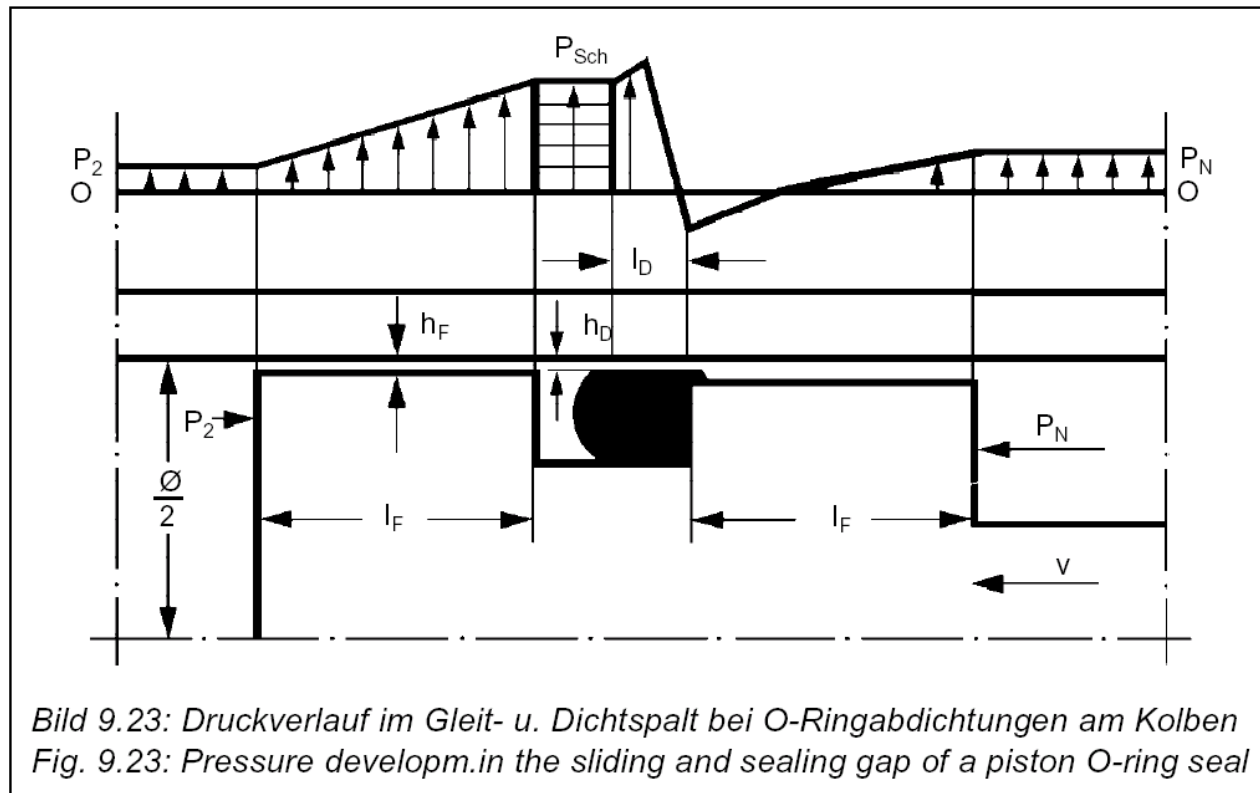
F = Stangenführung / Rod guidance

Bild 9.18: Entstehung des Schleppdrucks / Fig. 9.18: Development of drag pressure

VLEČNÝ TLAK - „čerpací,, účinek pístitnice

Projev

- aby nedocházelo k extruzi je nutné zachovat co nejmenší spáru mezi pístem válcem -- to vede k efektu **vytvoření unášecího/ vlečného místního tlaku v místě těsnícího břítu, který může být až násobně (3-5x) vyšší než je naměřený tlak v systému**

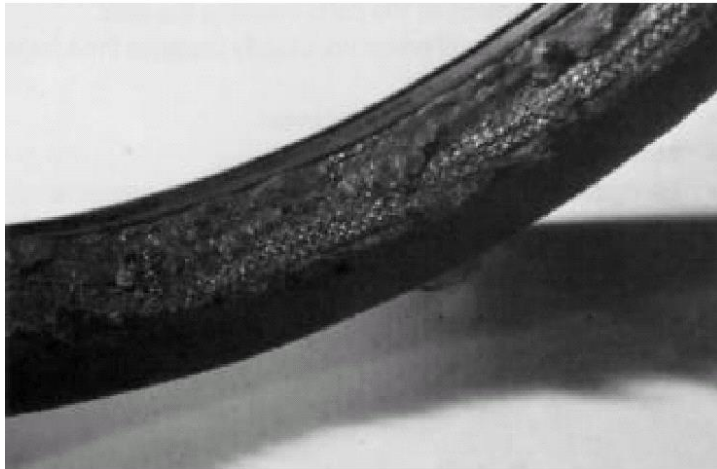


Projeví se to vytvořením
stick- slip efektu
(trhavý pohyb pístu)
a postupným
poškozením těsnění

VLEČNÝ TLAK - důsledky

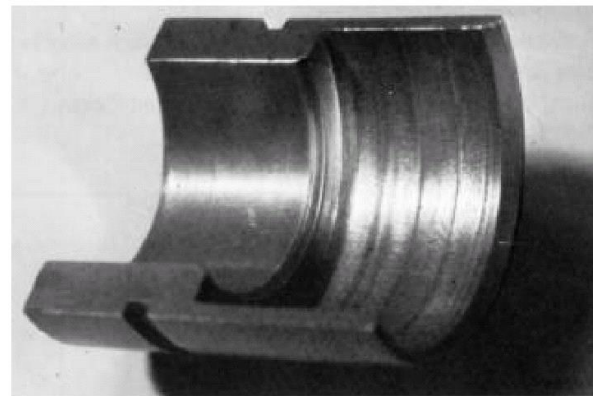
Při vzniku stick- slip efektu dochází k vlivem trhavého pohybu ke vzniku vibrací celého pístu/pístnice ve válci.

Dochází k střídavému odskakování jak statického tak i dynamického bříty od těsnicí plochy. Změna velikosti vůle vede ke vzniku místního podtlaku v místě těsnění – vytvoření vzduchové bubliny -> kavitace -> **diesel efekt**



Dochází k poškození jak těsnění tak i kovových dílů

Bild 9.24b: am metallischen Partner / Fig. 9.24b: at the metallic counterface

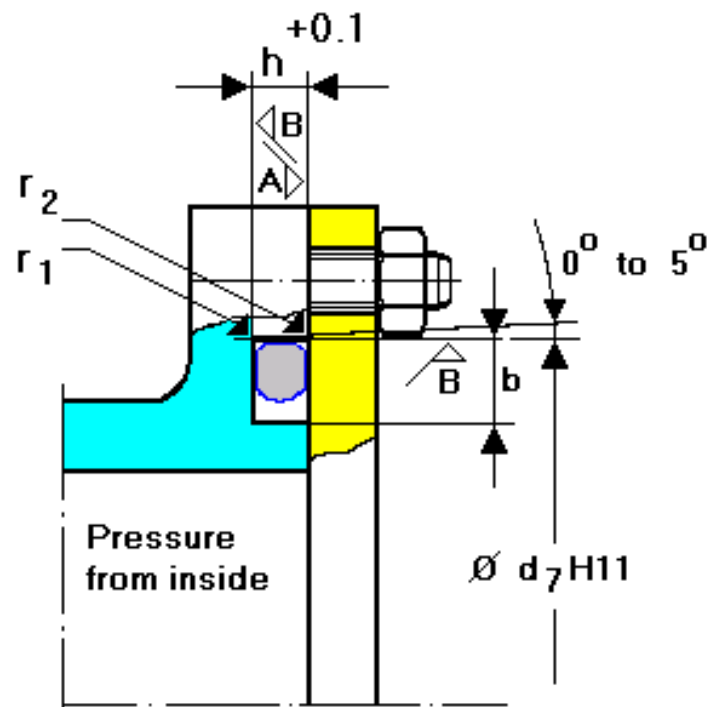


Poznámky ke konstrukčním zásadám
Kdy je dodržet
Kdy je třeba kvalifikovaně improvizovat

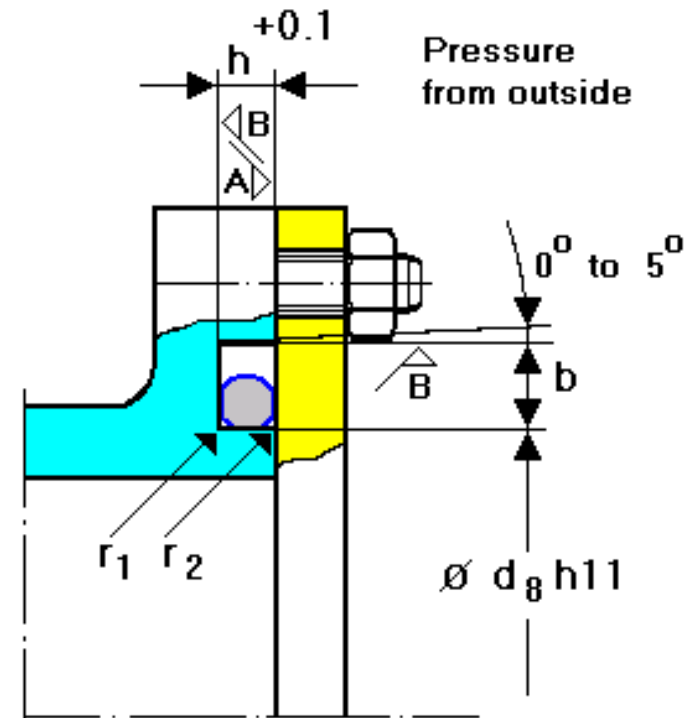
Statické těsnění

Konstrukce drážky- utěsnění axiální

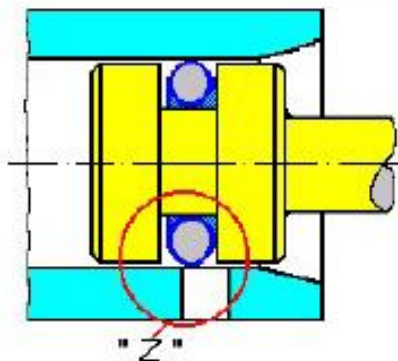
Tlak v vnitřního prostoru



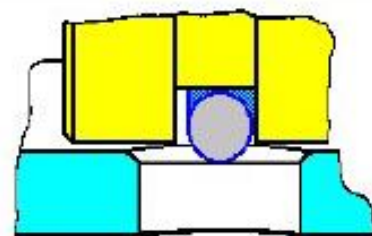
Tlak v vnějšího prostoru



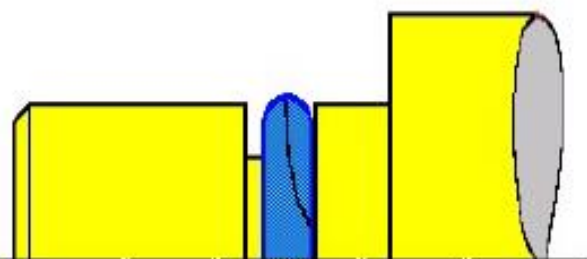
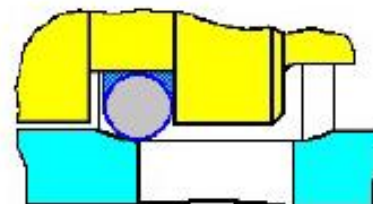
Montáž O-kroužků



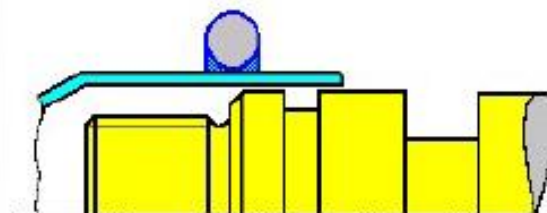
O-ring can be sheared



Internal chamfer



O-ring fitted rolled



Use of a fitting aid

Statické těsnění

Konstrukce drážky- utěsnění pístu

Rádiusy:

$r_1 = 0,2 - 0,8 \text{ mm}$

$r_2 = 0,2 - 0,4 \text{ mm}$

Kvalita povrchu:

Těsnící plocha (A)

pulsující tlak
konst. tlak

$R_a = 0,8 \text{ } \mu\text{m}$

$R_a = 1,6 \text{ } \mu\text{m}$

Ostatní povrchy (B)

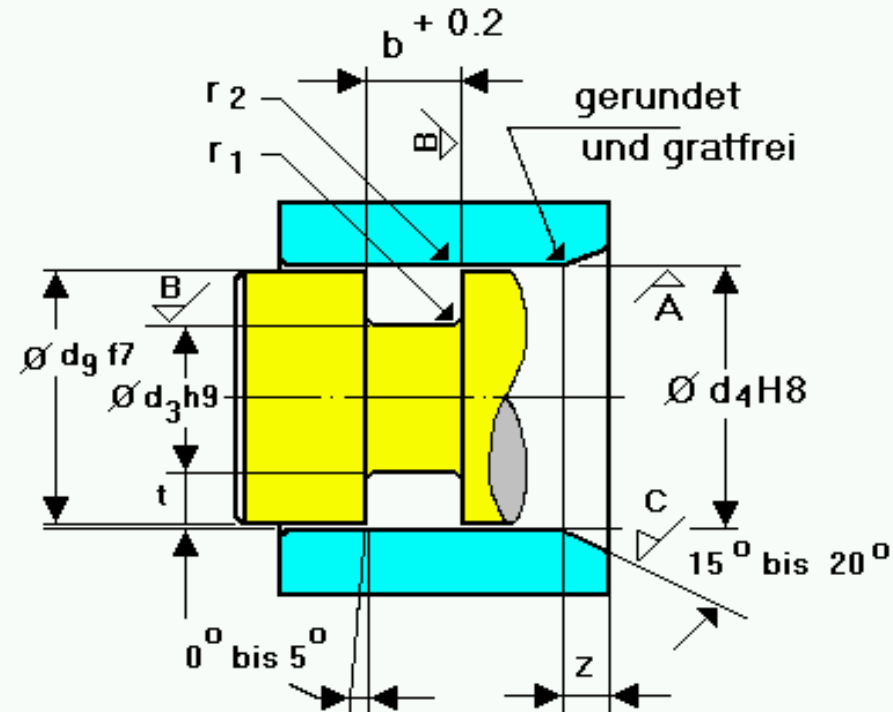
pulsující tlak
konst. tlak

$R_a = 1,6 \text{ } \mu\text{m}$

$R_a = 3,2 \text{ } \mu\text{m}$

Naváděcí kužel (C)

$R_a = 3,2 \text{ } \mu\text{m}$



Konstrukce drážky- utěsnění pístu



Table 2.2 Surface finish roughness - static seal

Surface	Pressure	Surface roughness in μm , load area tp > 50 %	
		Ra	Rmax
A contact area	non-pulsating	1,6	6,3
	pulsating	0,8	3,2
B gland diameter and sides	non-pulsating	3,2	12,5
	pulsating	1,6	6,3
C surface finish of leading edge chamfer		3,2	12,5

Chyby při zástavbě O-kroužků

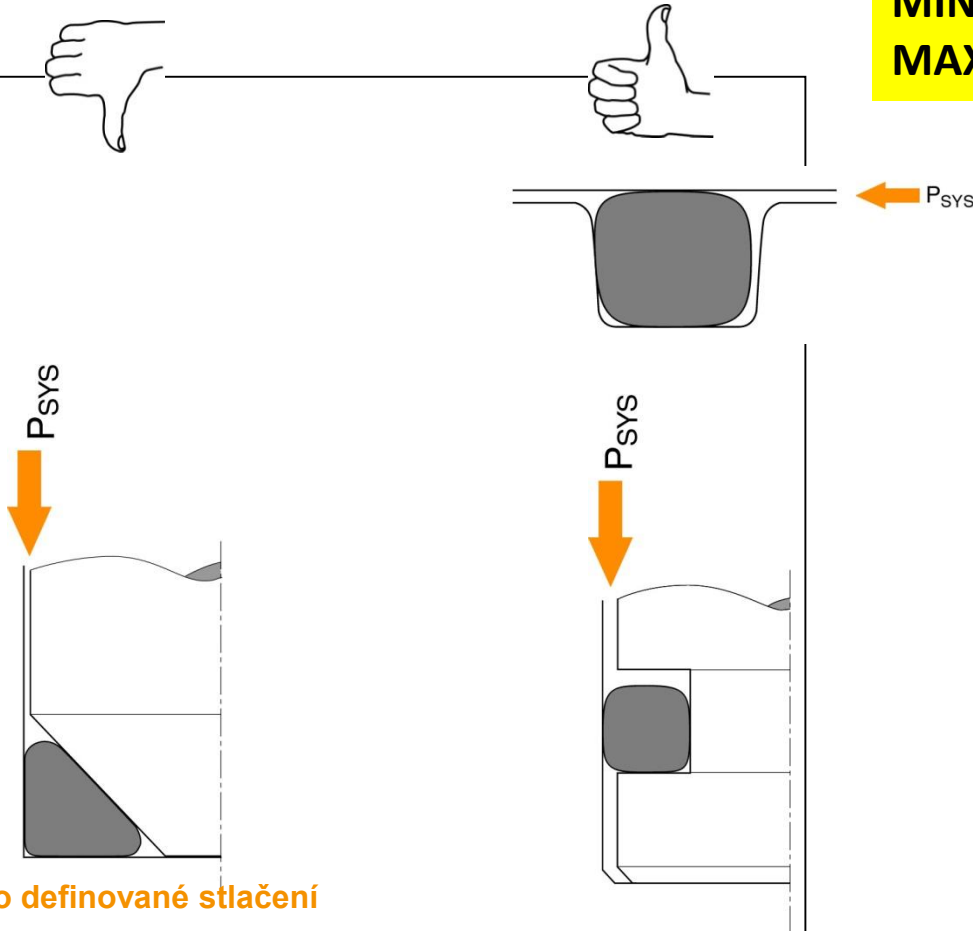
Prvotní rychlá
kontrola návrhu
velikosti drážky

MIN. Průřez drážky =
MAX. průřez O-kr. x 1,10 (1,15)

Nedostatečný prostor i
přívod tlaku

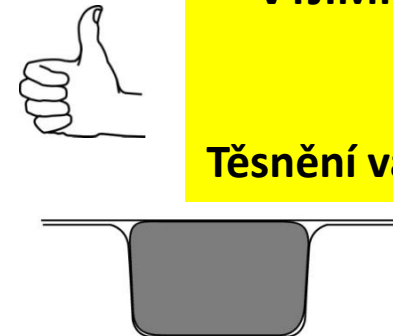
Nepoužívat
trojúhelníkové
zástavbové prostory

těžko definované stlačení



VÝJIMKA

Těsnění vakua



**Table 6.1 Thermal coefficient of expansion
of elastomers and metals**

Material	Shrinkage +24 to -54 °C mm / dm	Expansion +24 to +190 °C mm / dm	Coefficient of expansion $\frac{\text{mm}}{\text{dm} \times ^\circ\text{C} \times 1000}$
NBR	0.90	1.87	11.2
CR	1.10	2.28	13.7
FPM	1.30	2.70	16.2
EPDM	1.30	2.66	16.0
MVQ	1.60	3.30	20.0
Alu 2017	0.19	0.39	2.3
SS Typ 302	0.14	0.29	1.7
Grauguß	0.10	0.20	1.2

Utěsňované průměry vs. doporučené průměry šňůry O-kr.

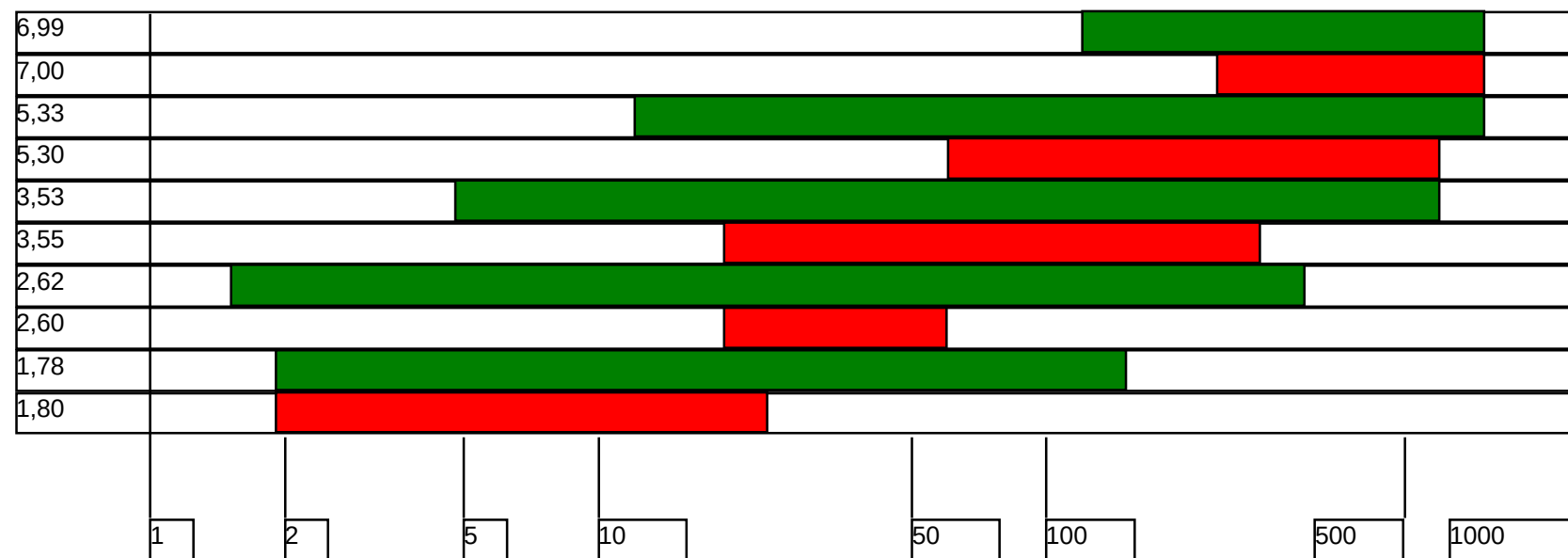


- Standardní vel. O-kr. podle American Standard (AS 568 A)



- Metrické rozměry podle DIN 3771 / ISO 3601 T1

Cross Section [mm]



Posouzení volby průřezu O-kr.

velký průřez O-kr. versus malý průřez O-kr.

Dynamické těsnění – nedoporučuje se O-kr.

větší stabilita

větší tření

menší stabilita

menší tření

Ostatní specifikace

větší zástavbové rozměry

menší trvalá def.

poměrně menší bobtnání

menší odolnost proti

explosivní dekompresi

přípustné větší výr. tolerance

méně citlivé na nečistoty

menší zástavbové rozměry

větší poměrná trvalá def.

poměrně větší bobtnání

větší odolnost proti

explosivní dekompresi

náchylnější na výr. tolerance

více citlivé na nečistoty

Protažení – ultimate elongation elongation at break

$$\text{Elongation (\%)} = (L2 - L1) / L1 \times 100(\%)$$

Compound V 8534 - 90
FPM (Hifluor), schwarz /
black

Compound Data Sheet

Creator
M. Gubo / Labor / 08.07.2014

Print date
06.08.2014

Status
B

Data created electronically. This document is not
subject to change management.

L1- původní délka (ID O-kr.)

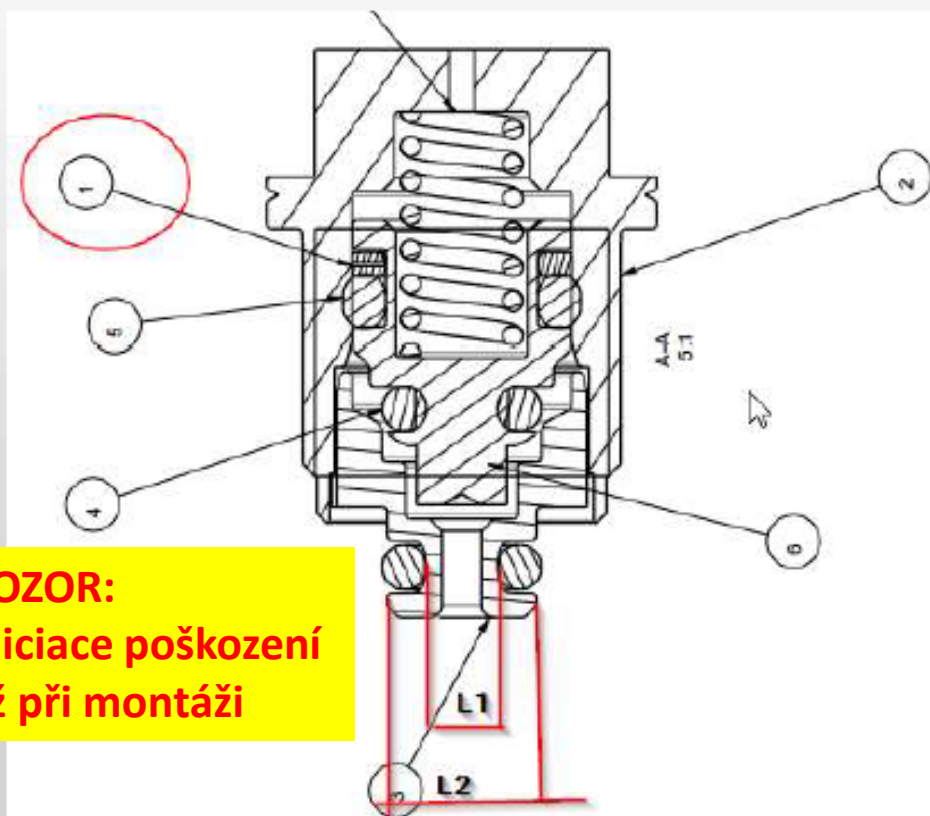
L2- délka po natažení
(průměr čepu, hřídele
před drážkou)

Physical properties

Test	Norm	Specimen	Typ. Value	Unit
Hardness	DIN 53505	> 8 mm	90 +/-5	Shore A
Density	DIN EN ISO 1183-1		1,99	g/cm³
Modulus 100 %	DIN 53504	S2	18,1	N/mm²
Tensile strength	DIN 53504	S2	16,5	N/mm²
Ultimate elongation	DIN 53504	S2	103	%
Tear strength	DIN/ISO 34-1	Method B Procedure (b)		N/mm
Compression set 24 h / 200 °C	ISO 815/7.5.1	Test specimen B Deformation: 25 %	28,5	%
TR10	VDA 675117	Ø 5 x 2 mm	-14	°C

Protažení – ultimate elongation (UE) -elongation at break

$$\text{Elongation (\%)} = (L2 - L1) / L1 \times 100(\%)$$



POZOR:
Iniciace poškození
již při montáži

Řešení

- mat. O-kr s větší hodnotou UE s rezervou min. 30%,
- u O-kr. s ID <30mm s rezervou min 50%
- zákanický profil těsnění
- dělená drážka
- kovové těsnění
- O-kr. montovat po zahřátí a namazání (pokud ho namazat lze)
- používat nářadí s technologické montážní trny

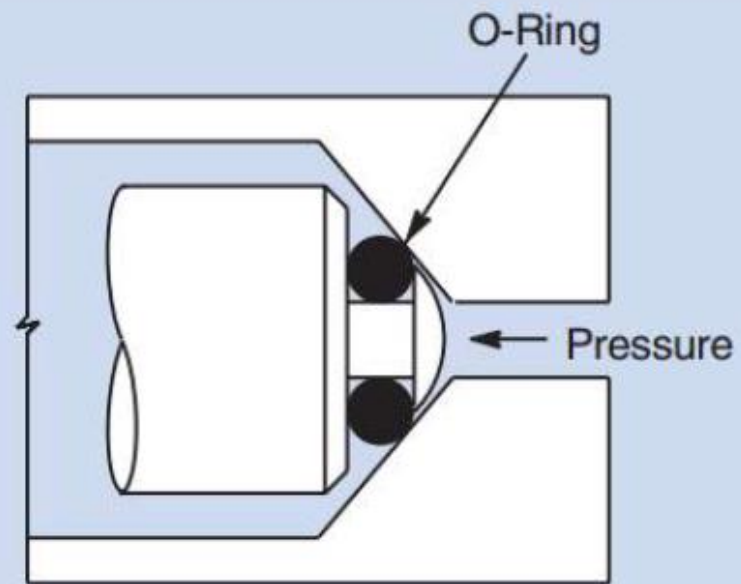


Figure 5-22: Valve Seat Seal, Standard Groove

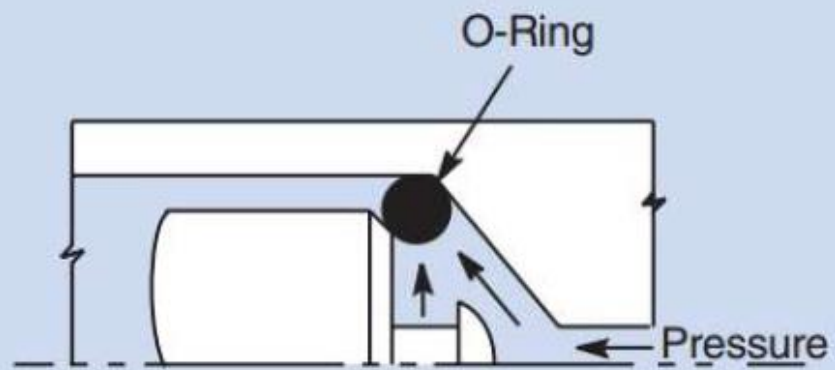
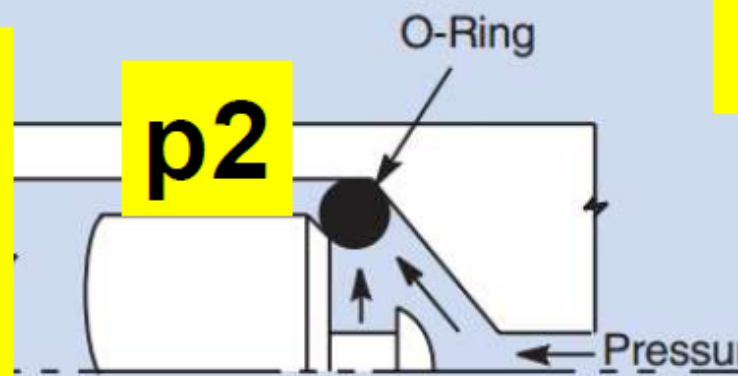


Figure 5-23: O-Ring Blow-Out, Standard Groove

Zdvih kuželky je několik desetin mm -> ...velké rychlosti proudění vedoucí až k podlaku v místě O -kr. a ten může být vyfouknut až zcela ztracen



p2

<<<

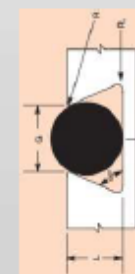
p1

p1

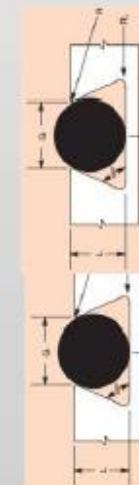
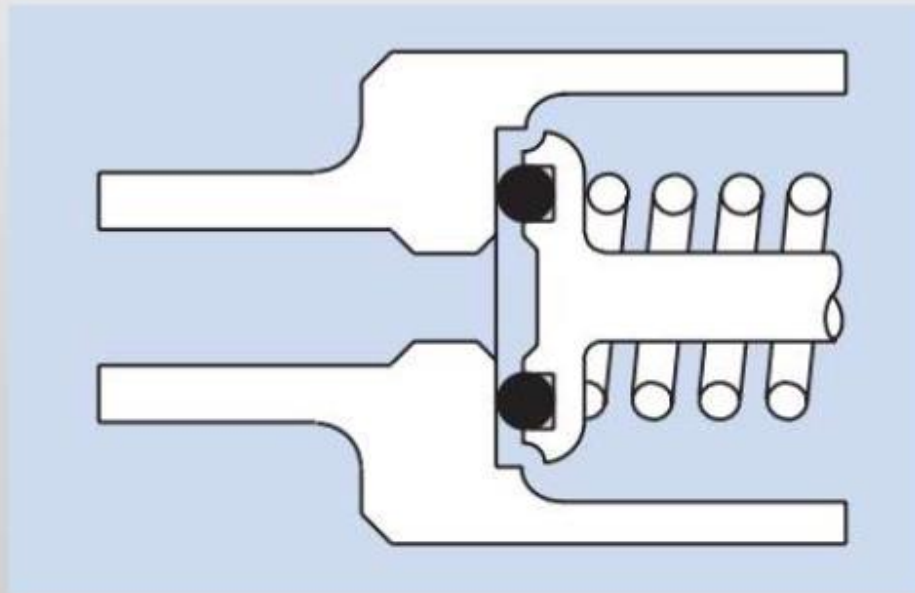
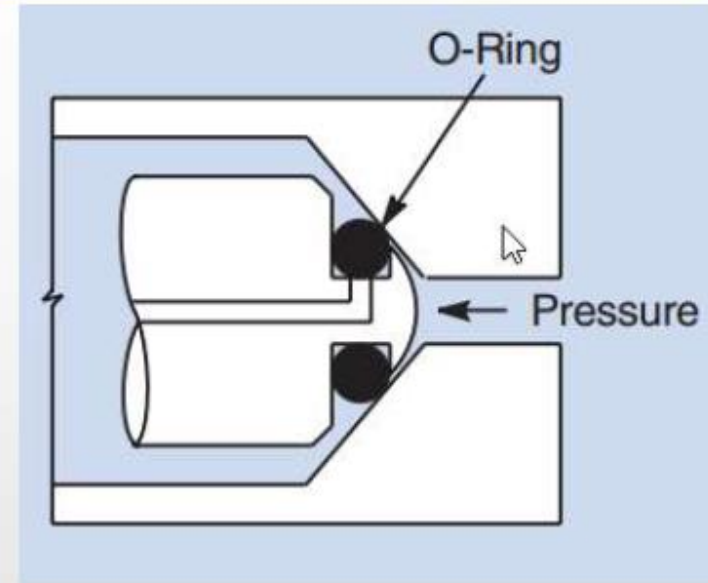
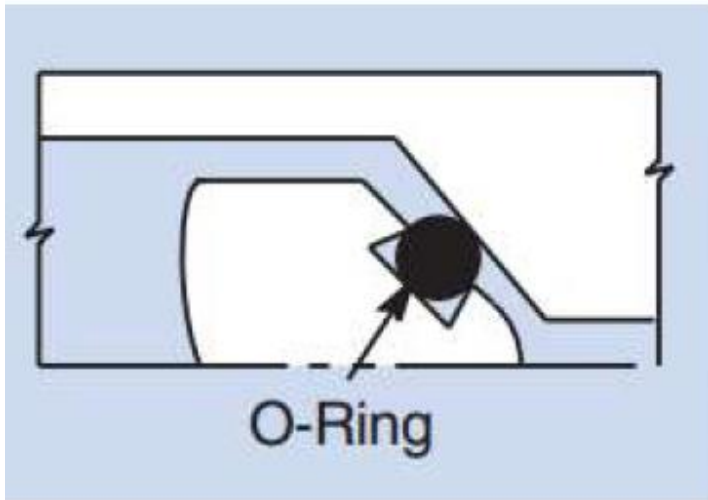
Figure 5-23: O-Ring Blow-Out, Standard Groove

Minimalizovat možné chyby utěsnění

- Max. natažení O-kr (3-5%) lze překročit ALE je nutné s rezervou 30-50% nedosáhnout Ultimate elongation
- Volit mat. s vyšší hodnotou tensile at break
- Zástavbu konzultovat s dodavatelem těsnění
- Dělat rybinovou drážku
- Použít spec. tvar těsnění popř. kovová těsnění
- Maximalizovat průtokové průřezy a minimalizovat odpory proti proudění tj. řešit kuželku spolu s tělesem.



Minimalizovat možné chyby utěsnění



Rozdíl mezi těsněním pro pneumatiku a hydrauliku

Hydraulika

- Samomazné médium
- Požadavky na těsnost především vnější

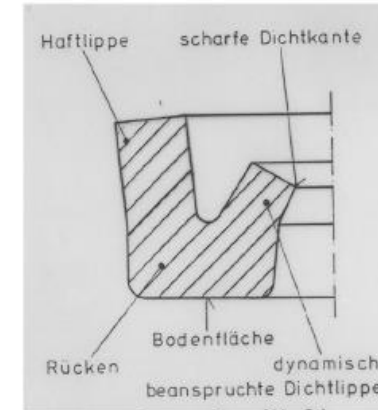
Pneumatika

- Vyžaduje předochzí mazání
- Mazadlo nesmí být setřeno těsnícím břítem

Difference Pneumatic<>Hydraulic Seals

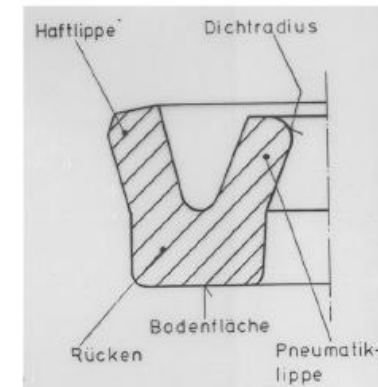
Hydraulic:

- Sharp sealing lip
- Asymmetric shape of the lip
- Hard materials



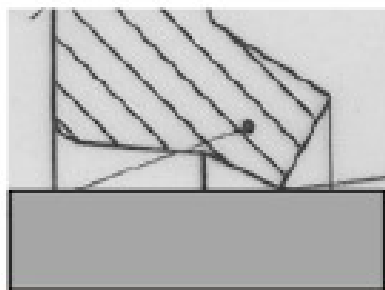
Pneumatic:

- Round sealing lip
- Symetric shape of the lip
- Soft materials



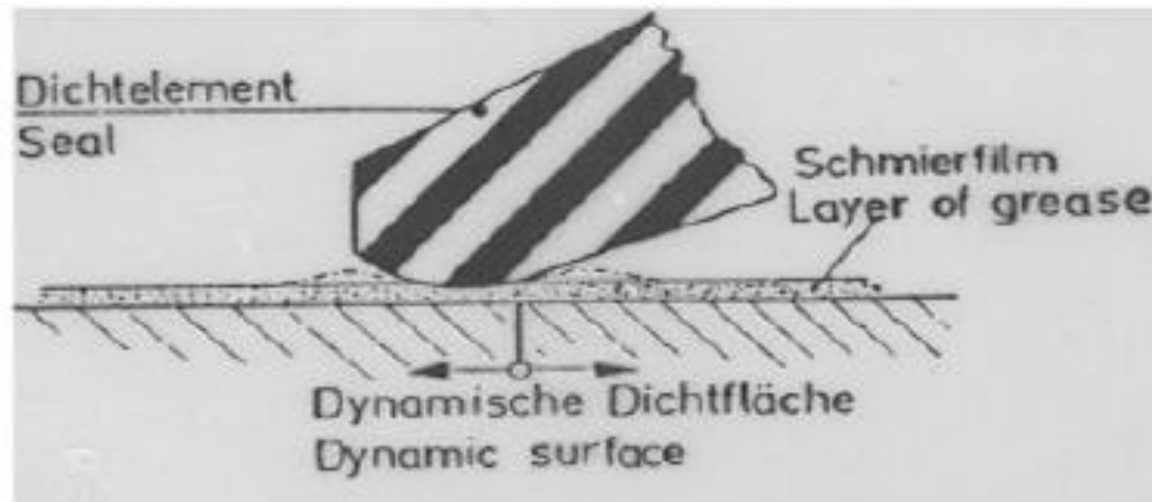
Těsnění pro HYDRAULIKU

- Samomazné médium
- Požadavky na těsnost především vnější
- Mazací film
- Těsnící břit vytváří tlakové rozložení aby došlo k zabránění úniku média a přitom se břit brzy nepoškodil nadměrným otěrem



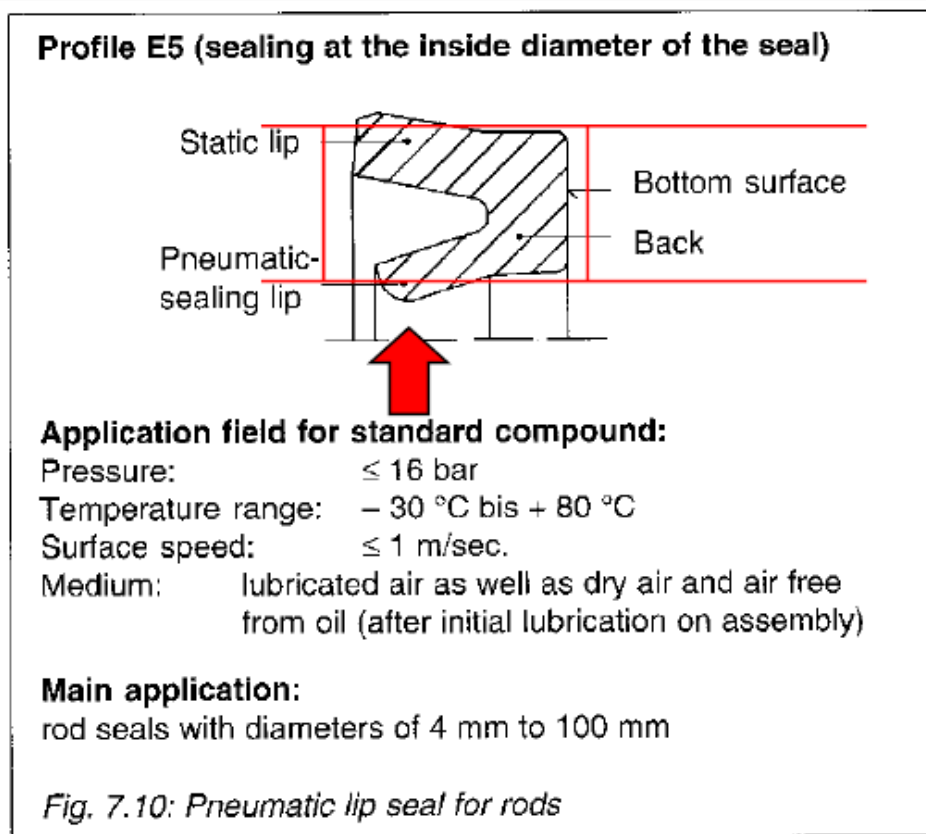
Těsnění pro PNEUMATIKU

- Nízké tlaky na těsněném povrchu
- Těsnící břit musí mít min. rádius cca 0,5 mm



Základní principy těsnění pro pneumatiku

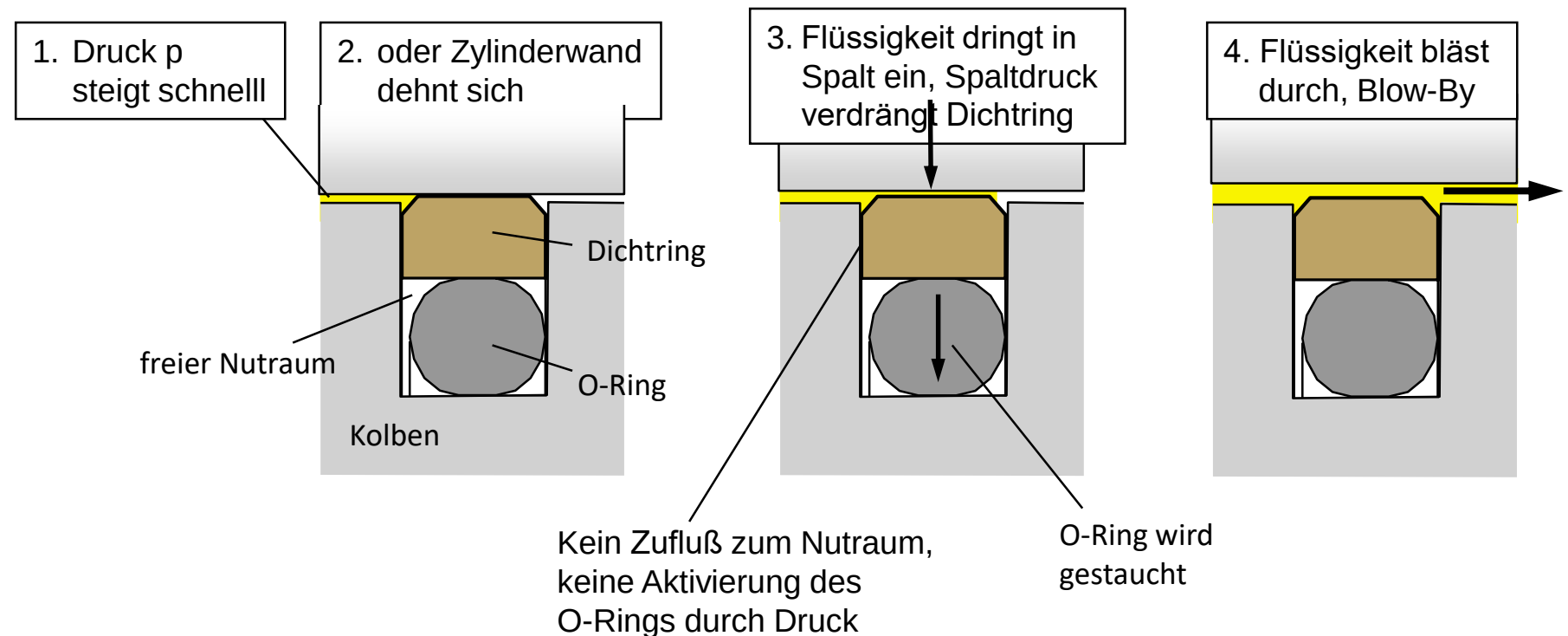
Vysvětlení na těsnění E5



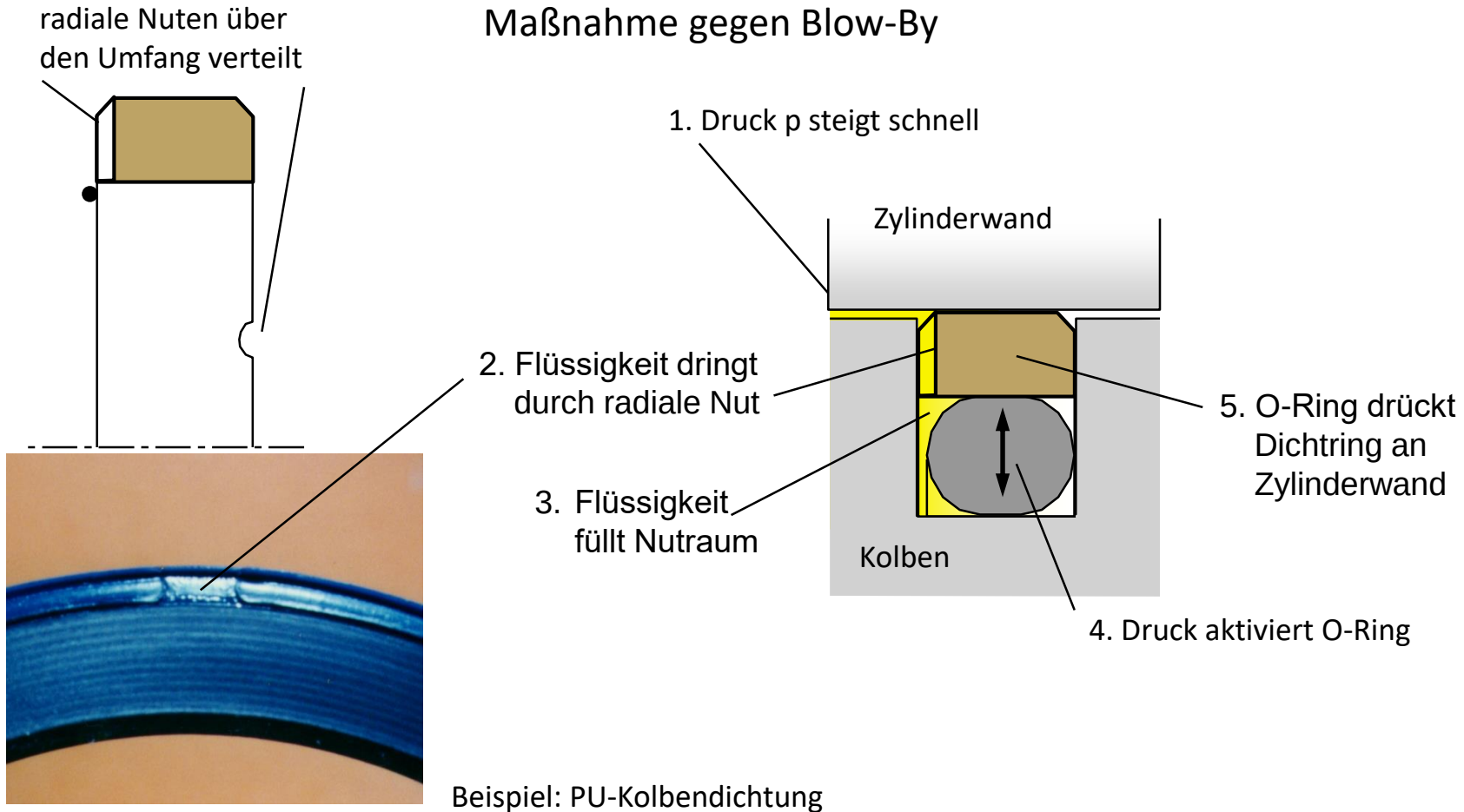
Standardní pneumatické těsnění má **rádius** na těsnícím břitu , aby se nsetřel **mazací film** na povrchu pístnice

Neprávná funkce těsnění Blow-By-Effekt úzká drážka pro těsnění

- Blow-By-Effekt bei Kolbendichtungen

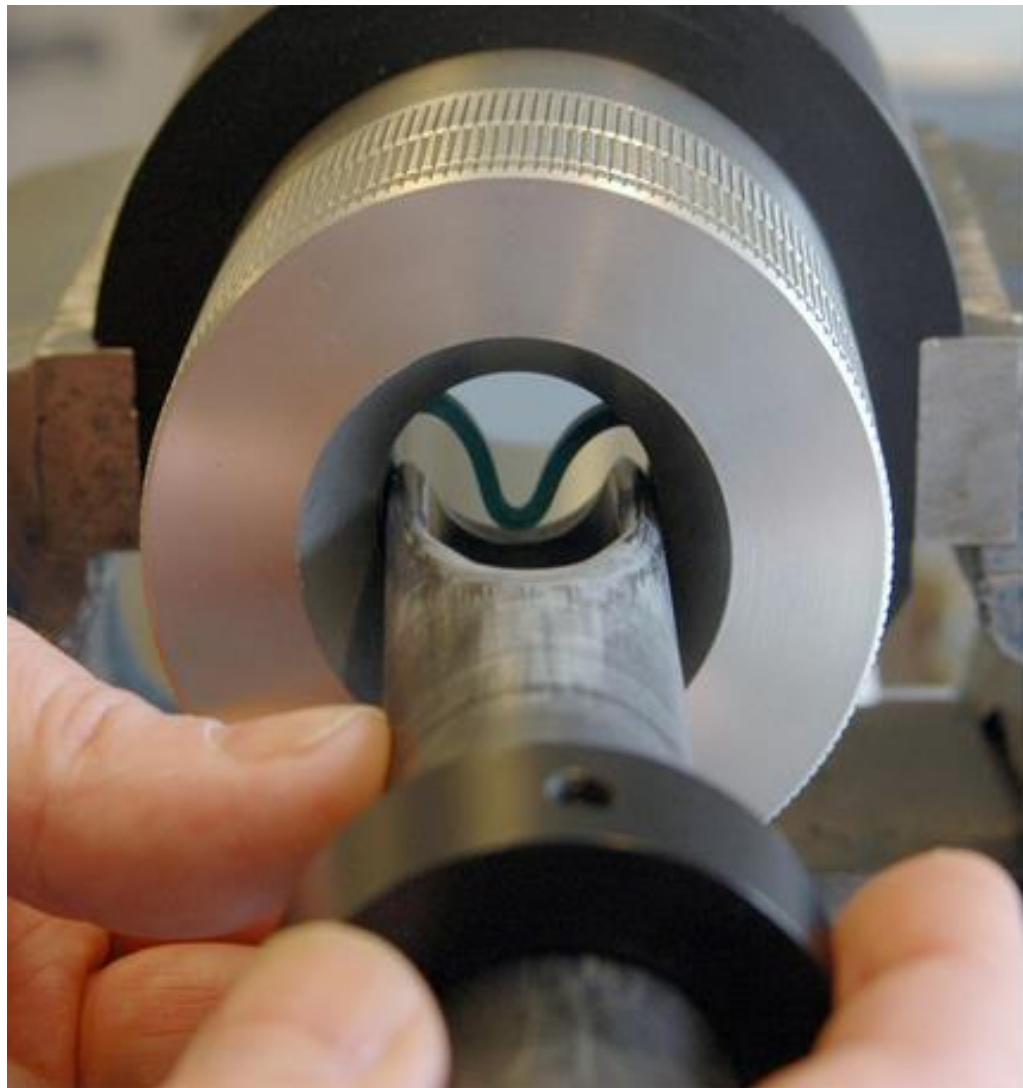


Blow-By-Effekt (2)



Montáž PTFE těsnění a jeho následná kalibrace

Obzvláštní pečlivost a pozornost věnovat těsněním v pouzdrech



Co jako zákazník mohu ovlivnit, co si pohlídat

- **Kvalitní a přesné provedení drážek pro těsnění- obzvláště vnitřních drážek**
- Správná montáž těsnění – posoudit možné natažení- kdy je nutné naopak nadměrné natažení a za jakých podmínek. **Kalibrovat PTFE těsnění.**
- Zajistit řádné **odvzdušnění hyd.** Systému (Diesel efekt resp. explosivní dekomprese)
- **Nepoužívat O-kr. pro dynamická/pohybová utěsnění.** Vyjimkou jsou polyuretanové O-kr.
- Volit vhodné materiály těsnění s ohledem na teplotní namáhání a pracovní médium. **Místní vývin tepla** na břitu těsnění může být o desítky °C vyšší, než je teplota kapaliny měřená např. v nádrži. Znat časové rozložení pracovního cyklu. **Při krátkodobém teplotním přetížení** lze použít i směsi pryží, které by dlouhodobé teplotní zatížení nevydržely. Cenově jsou mnohem přijatelnější.
- **Posoudit správnou funkci těsnění/netěsnost v rámci klidového, odtlakovaného a na okolní teplotu vytemperovaného pracovního cyklu/systému.**
- Uschovat si z dodávky několik ks těsnění jako **REFERENČNÍ VZOREK**, pro případy pozdějšího výskytu možných rozdílů v kvalitě dodávek a tím i reklamách. Toto si s dodavatelem předem odsouhlasit.

Co jako zákazník mohu ovlivnit, co si pohlídat

- **Nechat si nabídnout variantní systém těsnění**- vyhodnotit pomocí matrixu

-Pro vybraná těsnění si vyžádat u dodavatele těsnění **kontrolní výkresy** těsnění pro případy vstupní kontroly. Nespoléhat jen na údaje v katalogu.

-**Nechodit za dodavatelem, aby nabídl těsnění na základě zaslaného (dokonce) poškozeného) těsnění** či informace, že od toho a toho dodavatele těsnění nevyhovuje. **Seriozní dodavatel** navrhne těsnění jen na základě sdělení parametrů (T, p, t, médium.. Pracovní cyklus standardní i cyklus čištění systému).

-**Těsnění pro PNEUMATIKU Nepoužívat pro HYDRAULIKU a naopak.**

-U těsnění pro **PNEUMATIKU** posoudit odolnost proti všem možným plynům a vysokým teplotám a zástavbově rychlost prodění plynů (**vývin místního podtlaku**), plavoucí těsnění, permeabilitu těsnění. Pokud to lze, volit pneumatický systém s přimazáváním. Pokud nelze přimazávat během prac. cyklu, volit takový profil těsnění, který umožňuje **prvotní nanesení mazacího tuku** „do zásobníku“ maziva v profilu těsnění.

-Zvážit požadování **PSW- Part Submission Warrant** či požadavků dle **PPAP (Production Part Approval Process)**- **Level 1 až 5. CENA!!!!**

-**Scany štítků z balení těsnění – č. výrobní dávky,. Č. materiálové dávky (batch), datum vulkanizace (curing date)...** pro případy zpětného dohledávání

Co jako zákazník mohu ovlivnit, co si pohlídat

- Zvážit požadování atestů na výrobcí/dodavateli. Může ho vůbec dodat? Pokud ne, zvážit změnu dodavatele.

Příklady požadovaných atestů:

POZOR: Nutno PŘEDEM zvážit cenové dopady

ATEST 2.1 DIN EN 10204 - prohlášení o shodě dodávky s objednávkou. Dodává se při vyžádání si v objednávce (cena dle výrobce-obvykle zdarma). **Dle výrobce lze dodat i zpětně.**

ATEST 2.2. DIN EN 10204 - potvrzení o druhu pryžové směsi, tvrdosti a hustoty materiálu použitého na výrobu těsnění - **nutno uvést při vyžádání si v objednávce**

- je atest na batch (balení v dodávce) **nikoli na přesné rozměry**, tvrdost a pod. daného O -kr. Cena !!!.- EURO/ batch/ položka/ výrobce

Atest 2.2. DIN EN 10204 **nelze vystavit zpětně** pokud o něj bylo požádáno již v okamžiku zahájení výroby nebo dokonce po dodání výrobku (těsnění)

ATEST 3.1. DIN EN 10204 - potvrzení o druhu pryžové směsi, tvrdosti ShA, IRHD na O -kr., hustoty materiálu a dále o rozměrech O-kr. (vnitřní průměr, průřez), natažení při přetržení resp. dalších zákazníkem předem specifikovaných parametrů. Dodává se při vyžádání si hned v poptávce. Ta takovýto díl bude vytvořen speciální objednávací kód a to již ve vlastní nabídce. Atest 3.1. **nelze vystavit zpětně pokud o něj bylo požádáno již v okamžiku zahájení výroby nebo dokonce po dodání výrobku (těsnění)**

Cena atestu je !!!!- EURO/položka/ dodavatel (výrobce)

Příklad specifikace požadavků zákazníka na dodavatele

SPECIFIKACE POŽADAVKU NA DÍL / COMPONENT SPECIFICATION		
Název	/ Designation	O-KROUŽEK / O-RING 6,2x1,7
Systémový název	/ System name	O-RING6,2X1,7NBR70SH BL
Katalogové číslo	/ Catalog number	
Navrhovaný dodavatel	/ Supplier	
Určené použití	/ Intended use	Aviation device / Aviatické zařízení
Označení materiálu	/ Material	NBR (nitrile butadiene rubber)
Tvrdost	/ Hardness	70 Sh, low plasticizer content < 3%
Pracovní a skladovací prostředí finálního výrobku / Working and storage conditions of final product		
Plyn	/ Gas	Air, O2, He
Tlak	/ Pressure	4 bar
Teplota pracovní	/ Working temperature:	-20 / 60°C
Teplota skladovací	/ Storage temperature:	-55 / 85°C
Balení a značení / Packaging and marking		
Plastový neprůsvitný sáček	/	Non-transparent plastic bag
Vyznačené datum výroby	/	With cure date
Číslo dávky	/	Batch number
Číslo položky v o.	/	Item number a o.
Vyrobeno dle č. výkresu + index	/	Manufacture by drawing no. + index
Název dodavatele	/	Name of supplier
Číslo položky dodavatele	/	Supplier product number
Požadované atesty a certifikáty / Certification documents required		
Osvědčení o jakosti a kompletnosti dodávky dílů / Certificate of quality and completion of delivery		
Požadovaný systém jakosti dodavatele / Quality system required		
ISO 9001		
Upozornění / Notice		
Není možné přesunout výrobu komponenty do jiné výrobní jednotky bez předchozího upozornění následného schválení vzorků v		
It is not allowed to relocate item production to other production unit before previous notice and verification of samples		

Maße ohne Toleranzangabe nach DIN 7715 / ISO 3302 M2 für Elastomere
bzw. DIN 16901 für Kunststoffe

----- Funktionsbereich

Außerhalb des Funktionsbereiches sind zulässig:

Gravur, Auswerfermarkierung, Formtrennprat, Anspritzung

Gravur: B3 / 12x22x7.3

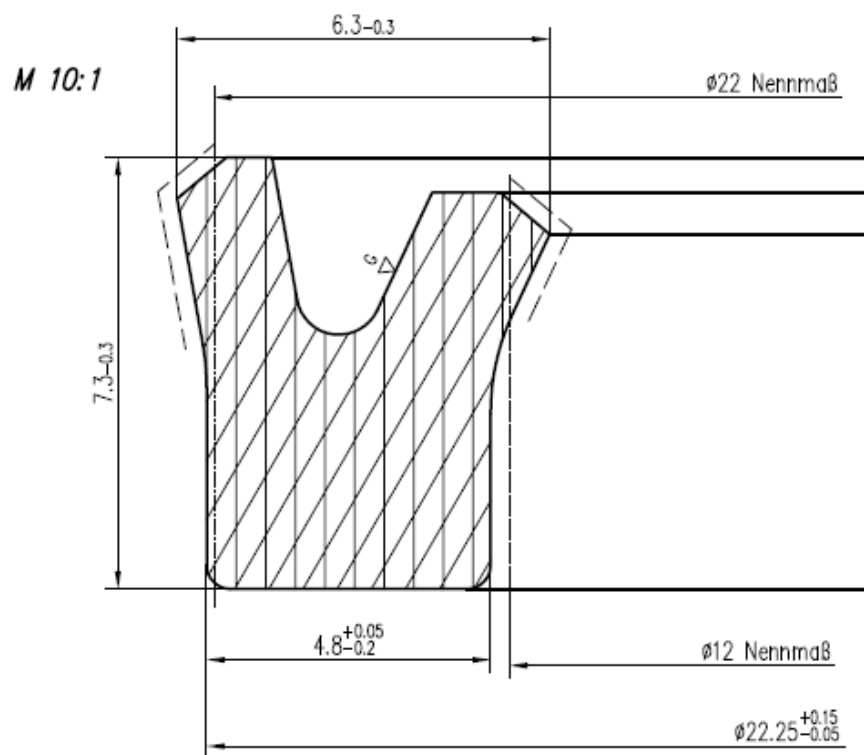
PDF



Nest-Nr.

Best.-Nr./Ord. no.

Profil	Abm.-Schl.	Wst./Comp.
B3	1222	P5008



Zeichnung unterliegt nicht dem Änderungsdienst

Maße ohne Toleranzangabe nach DIN 7715 / ISO 3302 M2 für Elastomere
bzw. DIN 16901 für Kunststoffe

----- Funktionsbereich

Außerhalb des Funktionsbereiches sind zulässig:

Gravur, Auswerfermarkierung, Formtrennprat, Anspritzung

Gravur: E5 / 8x13x4

PDF



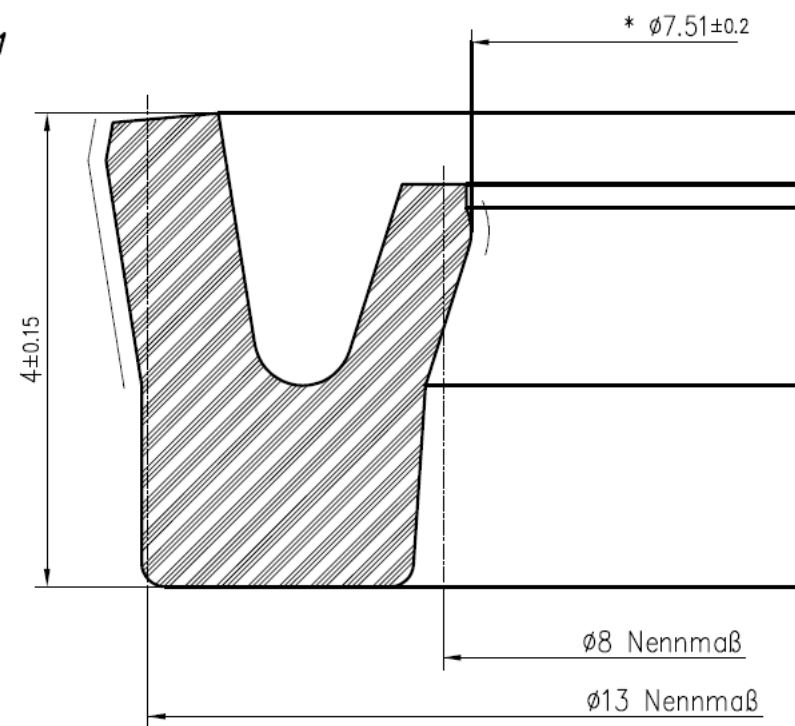
Nest-Nr.

* gemessen im Einbauraumring Ø13 H7

Best.-Nr./Ord. no.

Profil	Abm.-Schl.	Wst./Comp.
E5	0070	V3681
E5	0070	E3676
E5	0070	N3578
E5	0070	N3573

M 20:1



Zeichnung unterliegt nicht dem Änderungsdienst

Vyžádat si u dodavatele výkresy těsnění

pro účely vstupní kontroly. Solidní dodavatel je dodá. Na výkrese jsou rozměry, které nejsou uvedeny v katalogu.

Uchovávat/skenovat

štítky s jednotlivých balení pro účely zpětného
dohledání v případě reklamace

Označení výrobku /těsnění

Rozměr těsnění a počet ks

Batch. No. ... č. výr. dávky

Cure Date... datum vulkanizace

Doba expirace

POZOR: tolerance $\pm 5 \text{ ShA}$

 N900000141	020023V0747 2-023 V747-75 26,70X 1,78
 4500000000	WO-No.: 12345678
 IT	Batch-No.: 12345678
	Cure-Date.: 2Q12
	Quantity: 1
	BHI Expiration Date: 2Q24
	Parker Hannifin Pleidelsheim/Germany

 Prädifa	Parker Hannifin Packing Division Europe	
Bestell-Nr. / Order-Code  A45060N9070		Fertigungsauftrag / Mfg. order  W12345678
Bezeichnung / Description 50 x 60		Part-Code / Mfg. Code  0512
Staff number / additional text additional text additional text		Customer-Spec / Cust-Spec  B12345678
Menge / Quantity  100	Kunden-Spez / Cust-Spec  Customer Spec 12345678	

Ber Beanstandungen: bitte Verpackung mit diesem Aufkleber einreichen. In case of claims please return the packaging and label.

REASONS FOR SUBMISSION (Check at least one)

- | | |
|---|--|
| ☐ Initial Submission | ☐ Change to Optional Construction or Material |
| ☐ Engineering Change(s) | ☐ Supplier or Material Source Change |
| ☐ Tooling: Transfer, Replacement, Refurbishment, or additional | ☐ Change in Part Processing |
| ☐ Correction of Discrepancy | ☐ Parts Produced at Additional Location |
| ☐ Tooling Inactive > than 1 year | ☐ Other - please specify below |

REQUESTED SUBMISSION LEVEL (Check one)

- ☐ Level 1 - Warrant only (and for designated appearance items, an Appearance Approval Report) submitted to customer.
- ☐ Level 2 - Warrant with product samples and limited supporting data submitted to customer.
- ☐ Level 3 - Warrant with product samples and complete supporting data submitted to customer.
- ☐ Level 4 - Warrant and other requirements as defined by customer.
- ☐ Level 5 - Warrant with product samples and complete supporting data reviewed at organization's manufacturing location

SUBMISSION RESULTS

The results for ☐ dimensional measurements ☐ material and functional tests ☐ appearance criteria ☐ statistical process package

These results meet all design record requirements: ☐ Yes ☐ No (If "NO" - Explanation Required)

Mold / Cavity / Production Process _____

DECLARATION

I affirm that the samples represented by this warrant are representative of our parts which were made by a process that meets all Production Part Approval process Manual 4th Edition Requirements. I further affirm that these samples were produced at the production rate of ____ / ____ hours.
I also certify that documented evidence of such compliance is on file and available for review. I have noted any deviations from this declaration below.

Requirement Level 1 Level 2 Level 3 Level 4 Level 5

1. Design Record R S S * R
-for proprietary components/ details R R R * R
-for all other components/ details R S S * R
2. Engineering Change Documents, if any R S S * R
3. Customer Engineering approval, if required R R S * R
4. Design FMEA R R S * R
5. Process Flow Diagrams R R S * R
6. Process FMEA R R S * R
7. Control Plan R R S * R
8. Measurement System Analysis Studies R R S * R
9. Dimensional Results R S S * R
10. Material, Performance Test Results R S S * R
11. Initial Process Studies R R S * R
12. Qualified Laboratory Documentation R S S * R
13. Appearance Approval Report (AAR), S S S * R
- If applicable
14. Sample Product R S S * R
15. Master Sample R R R * R
16. Checking Aids R R R * R
17. Records of Compliance R R S * R
- With Customer-Specific Requirements
- 18. Part Submission Warrant (PSW) S S S S R**

PPAP Process-Guide Example

Bulk Material Checklist (see 4.1 above) S S S S R

S= The organization shall submit to the customer and retain a copy of records or documentation items at appropriate locations.

R= The organization shall retain at appropriate locations and make available to the customer upon request.

*= The organization shall retain at appropriate locations and submit to the customer upon request.

JAK REAGUJÍ VÝROBCI ..vcelu logicky

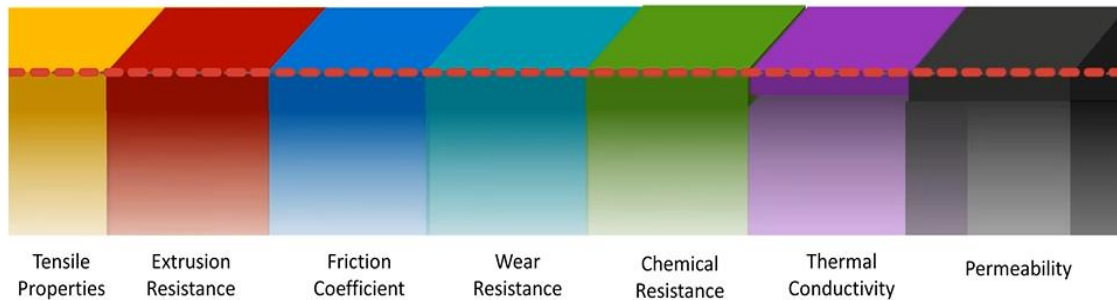
Ti uvádějí:

„Doporučení týkající se designu aplikace a výběru materiálu vycházejí z dostupných technických údajů. Jsou nabízeny pouze jako návrhy. Každý uživatel by měl provést své vlastní testy, aby určil vhodnost pro své specifické použití. Společnost ABCDE neposkytuje žádné výslovné ani předpokládané záruky týkající se formy, vhodnosti nebo funkce produktu v jakékoli aplikaci.“

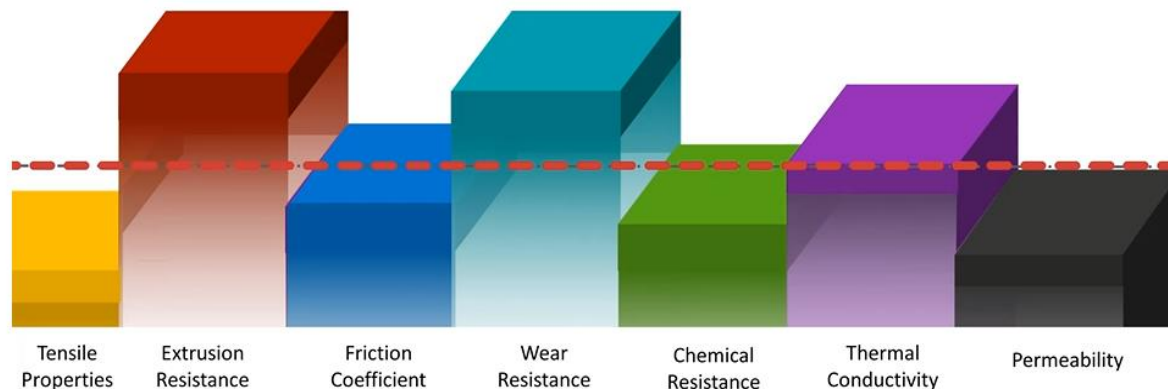
Neboli.....

Výrobce těsnění dělá návrh, dodává vzorky, ALE schválení těsnění k provozu vystavuje zákazník. Simulovat veškeré okolnosti mající vliv na správnou volbu těsnění není v laboratorních podmínkách možné. V případě pochybností o správné funkci těsnění, je třeba upřesnit zadání a vyžádat si další testy, kontrolu návrhu.

Smiřte se tedy (čím dříve, tím lépe) s tím, že **je nutné přijmout kompromis**. Nexistuje jedno těsnění, které by vyhovovalo všem požadovaným specifickým požadavkům



Napětí tahové	odolnost proti extruzi	souč. tření	odolnost proti otěru	chem. odolnost	teplelná vodivost	Permeabilita
------------------	------------------------------	----------------	-------------------------	-------------------	----------------------	--------------



“The singularly/SEALL
‘perfect/one-size-fits
all’ filled PTFE
material **does not exist**.”

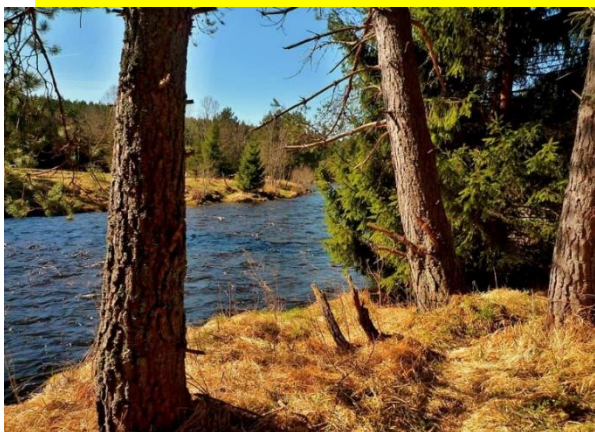
We are always looking
to find the **best
compromise** for a
specific sealing
problem”



Děkuji za pozornost
V případě dotazů mě kontaktujte

Přeji pěkné léto, příjemné dny
v pohodě, hlavně ve zdraví

Ing. Petr Kaněra



NOV + zatmění slunce
10.6.21

