

## 2. Kamenina

- Obvykle hrubá keramika s hutným střepem (NV okolo 6 %) a vysokou pevností (v tahu za ohybu až 70 MPa) a chemickou odolností.
- vyšší preciznost výroby než cihlářská výroba (výběr surovin, výpal 1200 – 1300 °C).
- mohou být glazovány.
- Suroviny: kameninové jíly + neplastická složka (křemen nebo šamot = vypálený jíl).
- vytváření převážně z plastického těsta.
- **kamenina hrubá** (okem viditelný podíl částic nad 100 μm) – kanalizační trouby, chemická kamenina, hospodářská kamenina, komínové vložky,
- **kamenina jemná** – dlaždice (viz. KOP), kachle.

## 2.1. Rozdělení kameniny

- stavební - kameninové obkladové prvky (dlaždice), obkladové pásy (kabřinec),
- kanalizační - glazované kameninové trouby - chemická odolnost (pH 0,4 - 13,4) i při vysokých teplotách, vodonepropustnost, otěruvzdornost.
- chemicky odolná - odolnost proti kyselinám (nad 97 %) a zásadám. Použití v chemickém a potravinářském průmyslu a pro laboratoře. Komínové vložky,
- hospodářská - v zemědělství pro živočišnou výrobu - žlaby, koryta apod.



## 2.2. Technologie výroby kameninového střepeu

<b>Kameninové jíly - vlastnosti</b>		<b>AGS</b>	<b>AG</b>	<b>ULK</b>	<b>Ži-Č</b>
<b>Obsah [%]</b>	SiO <sub>2</sub>	61,3	56,1	59,4	60,7
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22,7	26,8	24,7	19,4
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,0	1,9	3,0	8,2
	TiO <sub>2</sub>	1,1	1,1	1,2	1,2
	CaO	0,8	0,8	0,8	1,0
	MgO	0,7	0,7	0,6	0,3
	K <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O	4,3	4,8	3,8	3,3
Ztráta žíháním	6,9	7,8	6,5	5,2	
Smrštění sušením [%]		3,7	4,0	4,1	3,6
Pevnost v ohybu výsušku [MPa]		1,9	2,1	1,5	
Teplota slinutí [°C]		1260	1250	1280	
Žárovzdornost [°C]		1570	1580	1570	1350
<b>Výpal na 1250°C</b>					
Smrštění celkové [%]		6,5	7,8	7,2	7,2
Nasákavost varem [%]		2,8	1,3	2,8	2,4

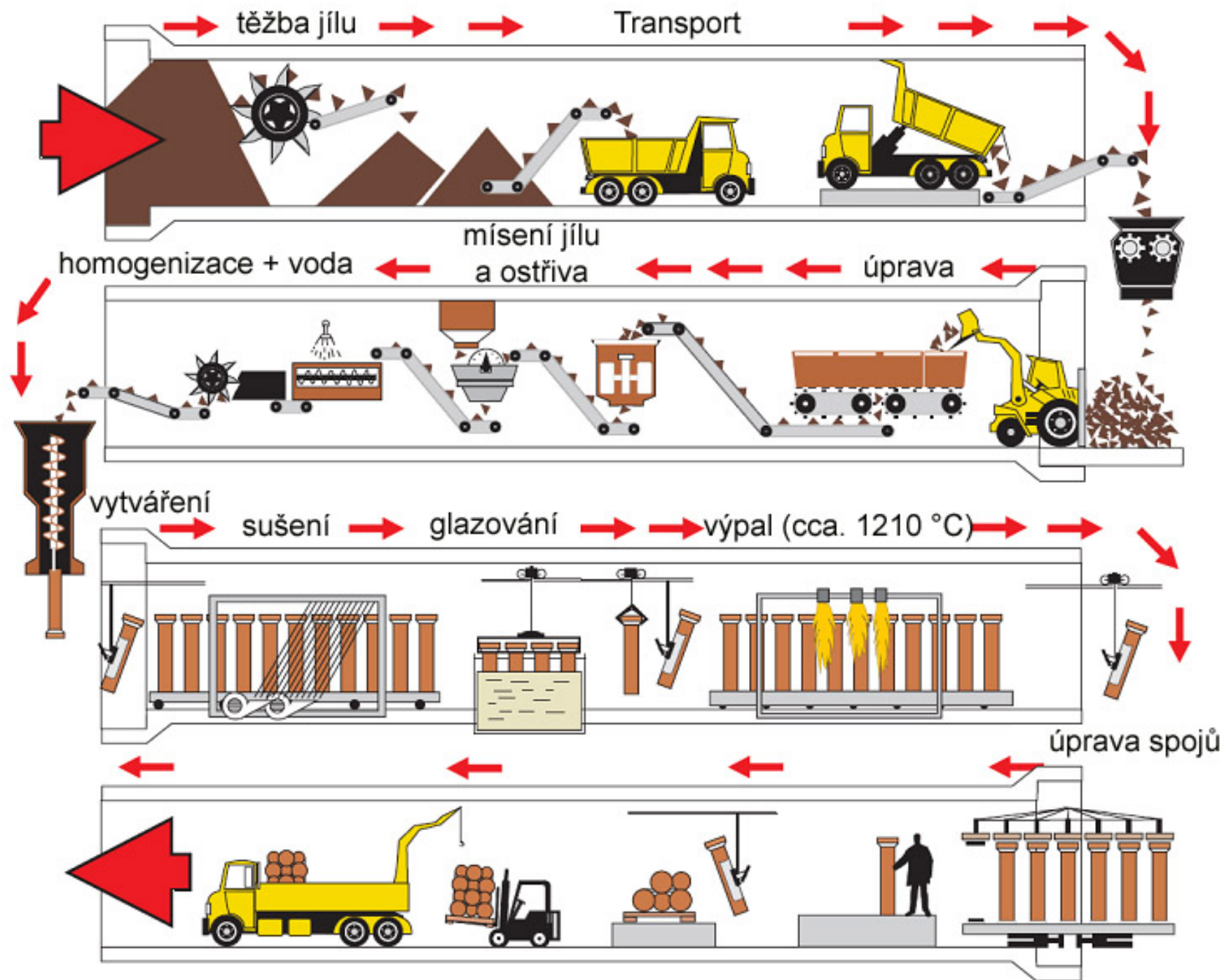
## 2.2. Technologie výroby kameninového střepeu

Technické požadavky na kameninové jíly: podle ČSN 72 1330 „Jílové suroviny – základní technické požadavky“ (září 1992):

- teplota slinutí max. 1300 °C,
- sleduje se vaznost (ČSN 72 1134),
- sleduje se smrštění při slinutí (ČSN 72 1073),
- sleduje se odolnost proti kyselinám po výpalu (ČSN 72 5122),
- obsah zrn písku apod.

Hodnoty závisí na dohodě mezi odběratelem a dodavatelem.

Příklad složení surovinové směsi: 65 – 70 % jílu + 35 – 30 % ostřiva (40 % frakce 0 – 0,5 mm a 60 % zrna 0,5 – 2 mm)

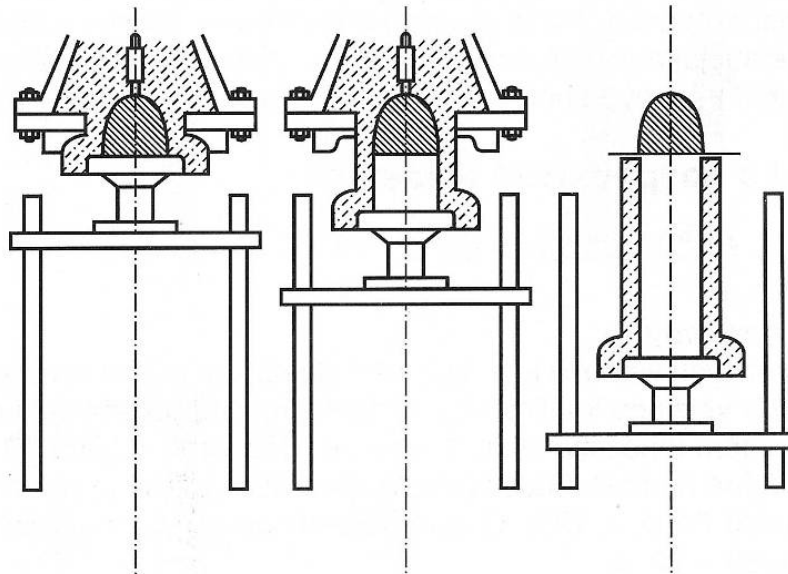


## 2.2. Technologie výroby kameniny

- Vytváření kameninových trub - vakuové šnekové lisy (2 MPa) - do světlosti 150 – 200 mm - horizontální lisy, větší - vertikální šnekové lisy diskontinuálně.

Postup vytváření trouby:

- pomocí talíře a jádra v ústí lisu vytvarování hrdla trouby, oříznutí hmoty přesahující okraj talíře a odrážkování vnitřního povrchu hrdla,
- vytáhnutí dřívku trouby na příslušnou délku (vytlačovaná trouba je podepřena pohyblivým pístem),
- odříznutí trouby na délku 1 nebo 1,5 nebo 2 m,
- mechanické odebrání trouby a uložení hrdlem na podložku.



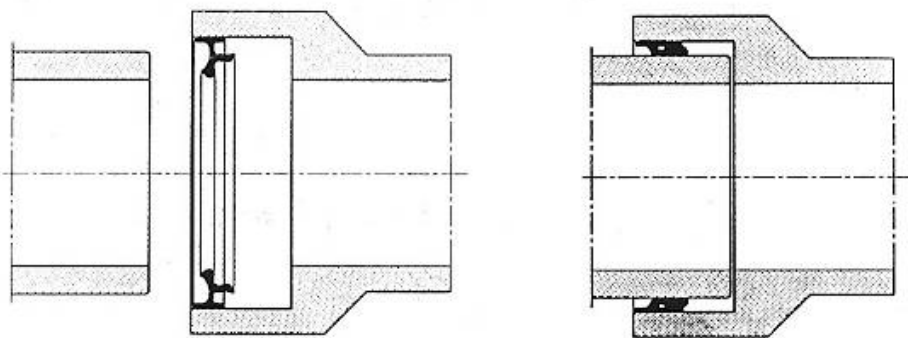
## 2.2. Technologie výroby kameniny

- Glazování – zemité glazury (nejčastěji namáčením)

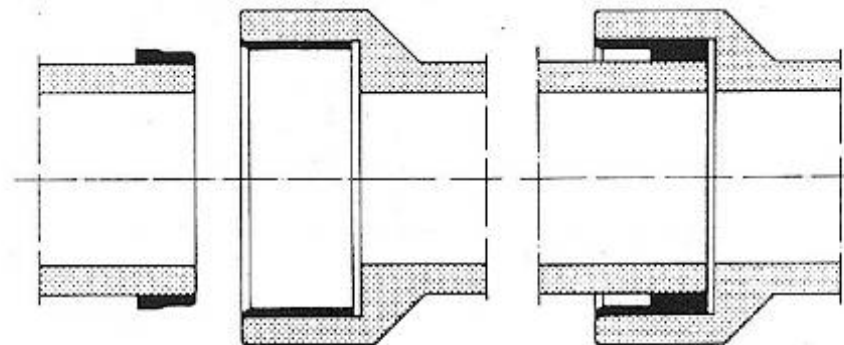
**Pryžové spoje (S)** se lepí do hrdla trouby za studena + rýhování dřívku.

**Polyuretanové spoje (K)** - nalévání roztaveného polyuretanu na vnější povrch konce těla trouby (pružný polyuretan) a do vnitřku hrdla (tvrdý polyuretan)

Pryžový spoj



Polyuretanový spoj



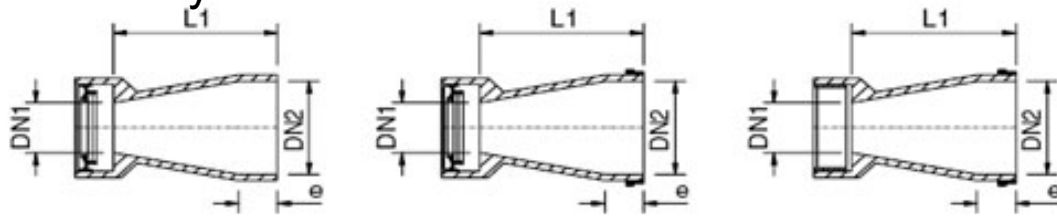


# Materiálů pro kanalizační trouby

Materiál		PVC	PEHD	Laminát	Beton	Kamenina	
Životnost potrubí	rok	50-80	≈ 80	≈100	≈ 100	≥ 100	
Chemická odolnost	pH	2 - 12	1,2 - 14	-10	4 - 13	0,4 - 13,8	
Maximální teplota	°C	40 (60)	-15 ÷ 80	35 ÷ 45	< 100	500	
Otěr	μm	0,754	0,124		15,9	4,31	
Objemová hmotnost	kg.m <sup>-3</sup>	1400	930	1400	2300	2500	
Délka trub	m	≤ 5	≤ 6	≤ 6	2,5 – 3,0	1,5 – 2,5	
Třída vrchol. zatížení	kN.m <sup>-1</sup>				90, 140	95 - 240	
Tuhost	kPa	20,5	63	2,5 ÷ 10	-	-	
Deformace	%	≤ 6	≤ 6	≤ 4	-	-	
DN	trouby	mm	100 - 500	110 - 1000	220 - 2400	150 - 1000	100 - 1200
	šachty	mm	≤ 400	800	1000	1000	1000
Drsnost „k“	mm	0,12	0,025		1,5 - 3	0,5 -1,5	

Údaje jsou převzaty z propagačních materiálů firem: PVC - PIPELIFE - FATRA s.r.o., Otrokovice, PEHD - BOCR CZ a.s., Střelské Hoštice, sklolaminát - HOBAS CS s.r.o., Uherské Hradiště, beton - PREFA BRNO a.s., kamenina - KERAMO WIENERBERGER, Borovany, Třemošná.

# přechodky

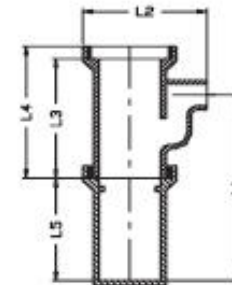


# Trouby pro relining



BS BI BF

# vpusti



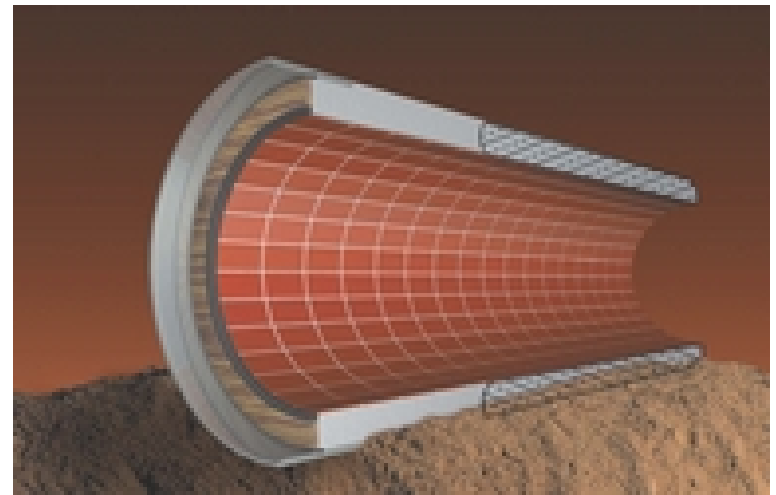
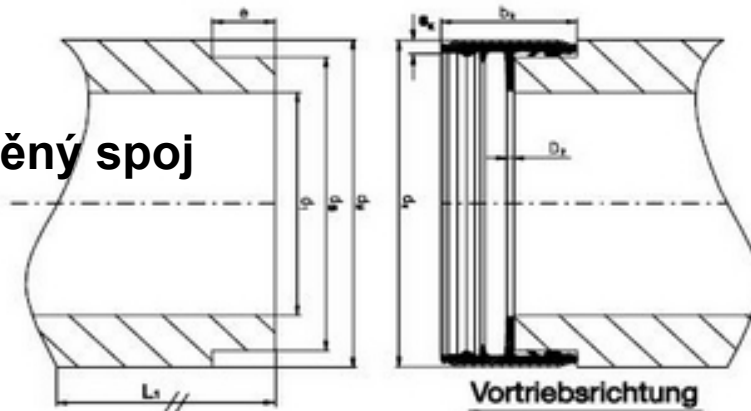
# T-trouby



# Protlačovací trouby

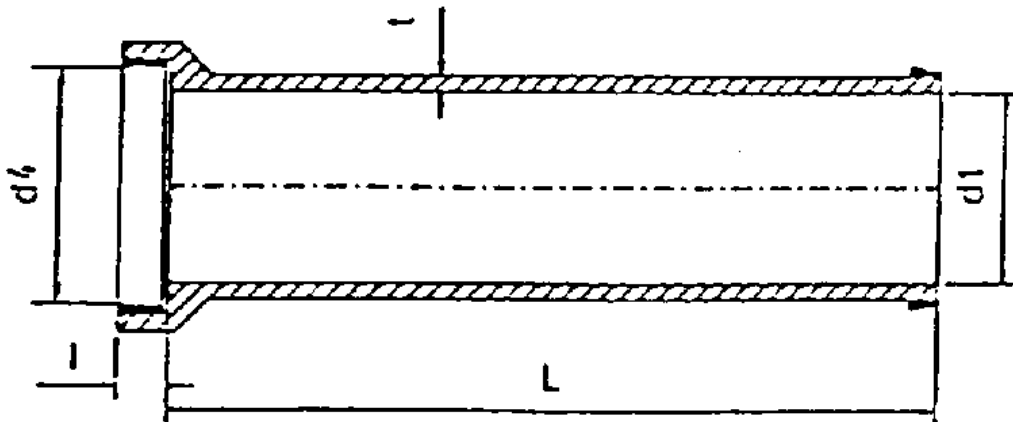


Zapuštěný spoj



## 2.3 Zkoušení a vlastnosti kanalizačních trub

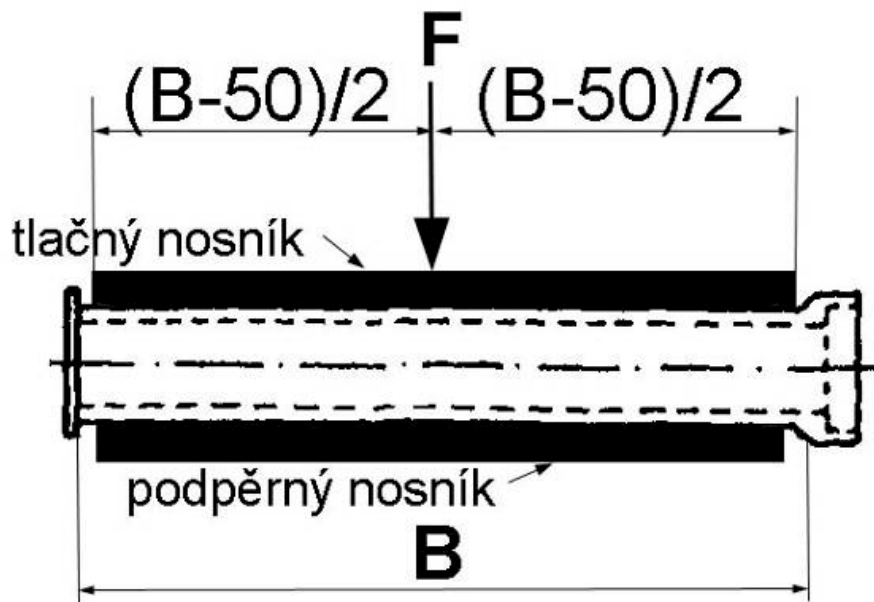
- světlost DN [mm], stavební délka L [m], úhel zakřivení oblouků ( $15^\circ$  a  $30^\circ \pm 4^\circ$ ,  $45^\circ$  a  $90^\circ \pm 5^\circ$ ),
- odbočky se ručně upravují (úhel odbočení  $45^\circ$  a  $90^\circ \pm 5^\circ$ ).
- DN 100 – DN 1200 (děrované i DN 75 a protlakové do DN 1000).
- Délka L - 1,5 a 2 m (DN 300 také 2,5 m).
- pro definované rozměry předepsány tolerance a odchylky v pravoúhlosti a od přímky.
- přechody průměrů, oblouky, venkovní čističe a vpusti dešťových vod DN 300 a DN 450.



**$d_1$  (tzv. světlost trub) = DN = 100 – 1500 mm,**  
 **$t$  (tloušťka stěpu) = 14 – 50 mm podle světlosti,**  
 **$L$  (délka) = 1000 – 2000 mm**

## 2.3.1 Mechanické vlastnosti

**Únosnost ve vrcholovém tlaku (FN)** se zkouší na celých troubách nebo na odřezcích minimálně 300 mm dlouhých.



- **minimální únosnost** ve vrcholovém zatížení - podle třídy únosnosti T, pro světlosti  $DN \geq 200$ :

$$FN = \frac{T \cdot DN}{1000} \left[ \text{kN} \cdot \text{m}^{-1} \right]$$

Třídy únosnosti:

T 95 pro  $DN \in (450; 1000)$ ,

T 120 pro  $DN \leq 800$ ,

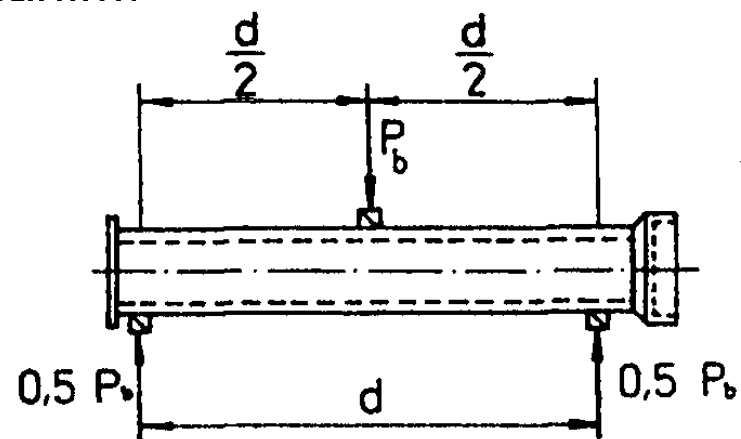
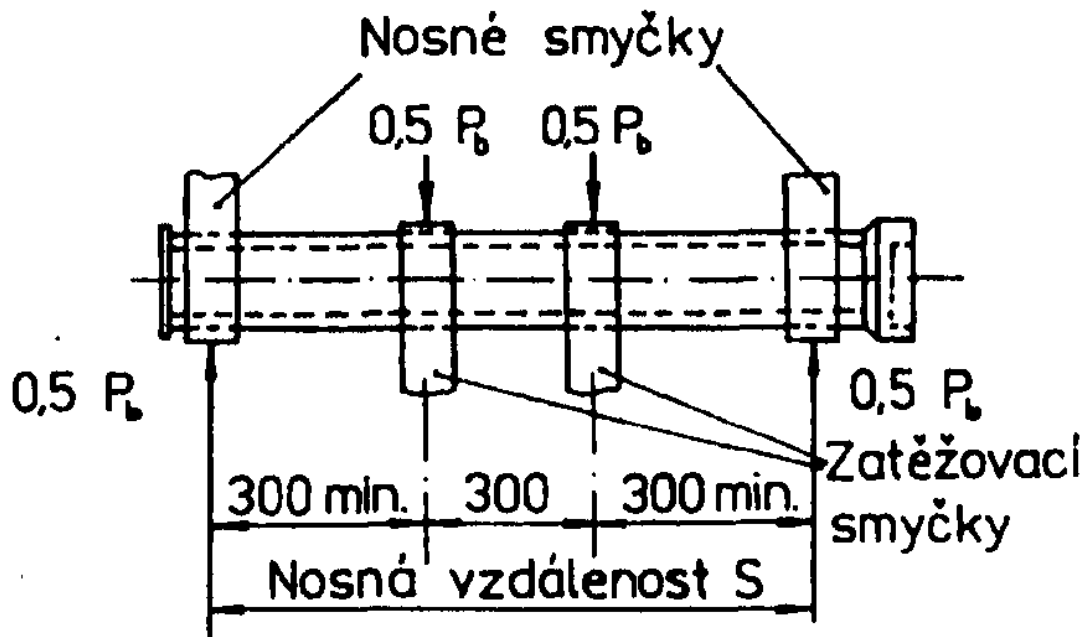
T 160 pro  $DN \leq 600$ ,

T 200 a T 240 pro  $DN \leq 400$ .

## 2.3.1 Mechanické vlastnosti

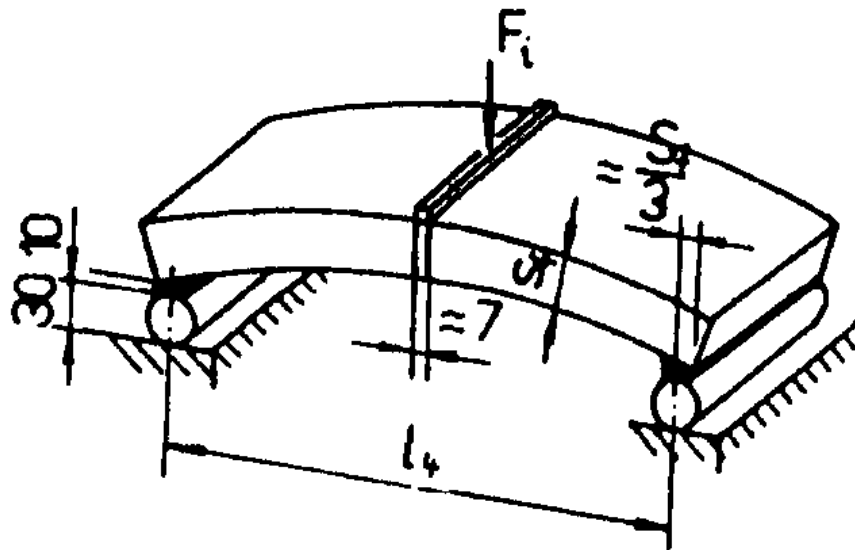
**Podélná únosnost v ohybu (MLB)** – požaduje se 1,0 do 10,6 kN.m<sup>-1</sup> podle světlosti a mezní únosnosti ve vrcholovém zatížení FN ∈ (22;54) kN.m<sup>-1</sup>.

- trouby se zatěžují čtyřbodově nebo třibodově pásy z elastomeru.
- Zkouška – lomová x bez zlomu trouby (srovnáním)



## 2.3.1 Mechanické vlastnosti

**Zkouška meze únavy** - na troubě nebo odřezku (zkouška únosnosti ve vrcholovém tlaku) nebo na 10 vyříznutých tělískách - frekvence zatěžování 12 Hz silou mezi  $0,1 \cdot FN$  až  $0,4 \cdot FN$  na  $2 \cdot 10^6$  cyklů.



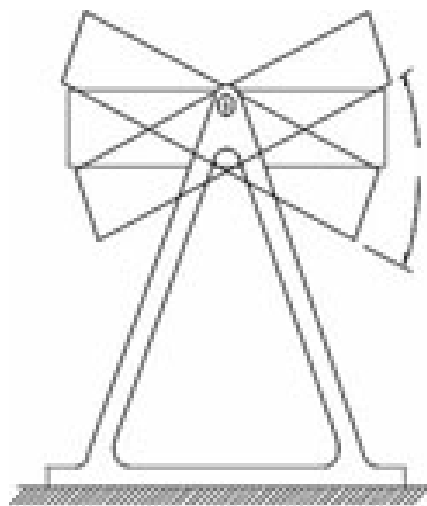
Protlakové trouby – **pevnost střepe v tlaku** (krychle  $a=14 \text{ cm}$  nebo válec  $\varnothing 14 \text{ cm}$ ) – min. **75 MPa**

**Chemická odolnost** - na vysušených tělískách 50 až 90 cm<sup>3</sup> → 48 hodin v 500 ml zkušební kapaliny (0,5 mol.l<sup>-1</sup> H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 1,0 mol.l<sup>-1</sup> NaOH). Měří se úbytek hmotnosti tělíska (0,10 až 0,25 %).





- **Odolnost proti povrchovému opotřebení** (otěruvzdornost) - podélně rozříznuté trouby  $d = 1000$  - v čelech a shora se utěsní a vyplní štěrkopískem od 2,8 kg (DN 100) do 6,5 kg (DN 500) + voda na hladinu  $38 \pm 2$  mm → naklání o  $\pm 22,5^\circ$  → 105 cyklů frekvencí 20 cyklů/min.
- měří se hloubka otěru v odstupech po 10 mm.
- $\varnothing 0,2 - 0,5$  mm.



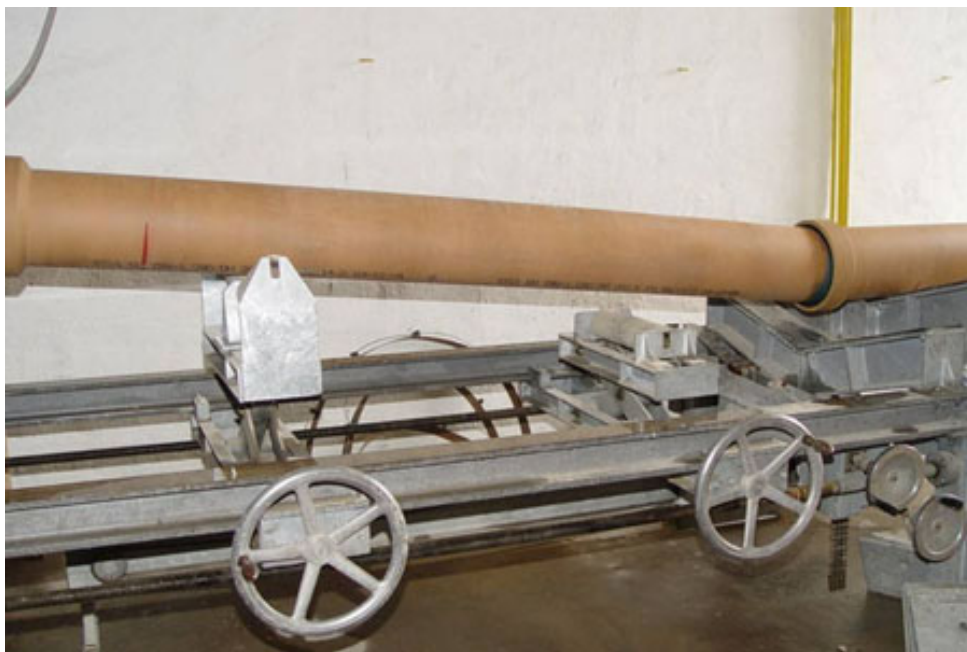
- Halve gresschaal
- Gestandaardiseerd mengsel van zand en grind
- 100 000 schommelingen
- toegelaten: EN 295 0,2 à 0,5 mm  
WN 295 0,25 mm
- gemeten: 0,01 mm tot 0,08 mm

**Drsnost stěny** - hydraulickou metodou. Stanovují se tlakové ztráty pro různé objemy průtoku → součinitel drsnosti  $k = 0,5$  (betonové trouby  $k = 1,5$  mm, plasty  $k = 0,05$  mm)

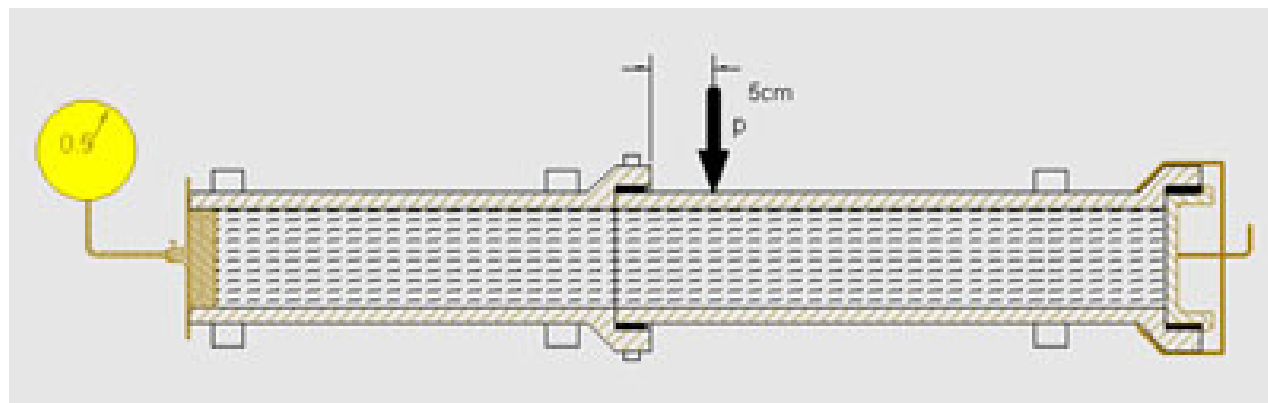
**Zkouška těsnění trub** - pevnost lepených spojů v ohybu pod napětím  $5 \text{ N.mm}^{-2}$  - nesmí vykazovat trhliny v lepidle ani v tvrdých plochách kameniny i při uložení ve vodě.

- Pryžové těsnění - odolnost proti ozónu (žádné trhliny).
- Polyuretanové těsnění - pevnost v tahu  $\geq 2 \text{ N.mm}^{-2}$ , tažnost  $\geq 90 \%$ , tvrdost  $67 \pm 5$  Shore A, odolnost proti stárnutí ( $70 \pm 2$  °C) a proti sníženým teplotám ( $- 10 \pm 1$  °C).

- **Zkouška těsnění spoje** - 5 minut při vychýlení dvou trub o 10 mm (DN > 800) až 80 mm (DN 100 – DN 200) a při smykovém zatížení 25 N.m-1 po dobu 15 minut. Spoje musí být nepropustné při vnitřním a vnějším tlaku 5 kPa a 50 kPa



**Nepropustnost trub** - utěsnění na obou koncích a naplnění vodou po dobu 15 minut. Udrží se tlak doplňováním vody (max. 0,07 l/m<sup>2</sup>). Také tlakem vzduchu (měří se pokles).



## 2.3. Chemicky odolná kamenina

### ČSN 72 5250:

- nasákavost - pod 10 kg maximálně 6 %, 10 až 20 kg maximálně 7 % a nad 20 kg je maximálně 9 %. Zkoušení podle ČSN EN ISO 10545 – 3 varem,
- pevnost v tlaku minimálně 34 MPa (ČSN EN 993 – 5),
- pevnost v ohybu minimálně 20 MPa, lomové zatížení minimálně 1100 N podle ČSN EN ISO 10545 – 4 ,
- odolnost střepeu proti kyselinám minimálně 97 % podle ČSN EN 993 – 16.
- nízká odolnost proti náhlým změnám teploty při použitelnosti do 500 °C. Součinitel délkové teplotní roztažnosti =  $5 - 6 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ .

# Výrobky

- normálky (označ. N 65 – rozměry 250 x 65 x 123 mm a hmotností 4,5 kg), klíny (klín dlouhý KD a klín krátký KK), plátky (označ. P o rozměrech 250 x 123 x 20 nebo 30 nebo 40 nebo 50 mm), kanálové žlábký

