

# 3. Zdravotnická keramika

- Obvykle slinutý jemnozrnný střep (NV do 1 %) ⇒ vysoká pevnost v ohybu,
- Střep s homogenní mikrostrukturou, je bílý, vždy glazovaný,
- Vitreous China, Diturvit (porcelánová kamenina – **Ditmar Urbach** – vitreous body).
- Jihočeská keramika a. s., Bechyně, Keramické závody a. s., Znojmo (Keramik Holding AG **Laufen**), Keramické závody a. s., Teplice (**Ideal** Standard Europe)

<i>Pevnost MPa</i>	<i>Tvrdá pórovina</i>	<i>Porcelánová kamenina</i>
v tlaku	60 - 100	400 - 700
v tahu	5 - 10	30 - 35
za ohybu	20 - 30	50 - 80

## 3.1. Technologie výroby

Surovinová směs:

- plastické složky: 25 – 27 % plavený kaolin (bělost) + 16 – 20 % jílu s nízkým obsahem barvicích oxidů (vaznost) - dobře ztekutitelné, po výpalu dostatečná pevnost.

- neplastické složky: živce a živcové pegmatity (45 – 50 % ve výrobní směsi) s nízkým obsahem  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  a min. 8 % alkálií ( $\text{K}_2\text{O}$  a  $\text{Na}_2\text{O}$ ) + křemen, mastek, lupek a rozemleté pálené střepy z vlastní výroby (malý podíl),

Mineralogické složení:

40 – 50 % jílové minerály,  
20 – 30 % křemen,  
20 – 30 % živec.

<u>Suroviny:</u>	<u>obsah v</u> <u>%:</u>
vazné jíly	16 - 20%
plavený kaolín	25 - 27%
živcový pegmatit	45 - 50%
křemenný písek	2 - 3%
lupek	1 - 2%
mastek	1 - 2%
pálené diturvitové střepy	1 - 3%

# Kaoliny pro zdravotnickou keramiku - ČSN 72 1310 – 3

<b>Vlastnost</b>			<b>Z1</b>	<b>Z2</b>	<b>Z3</b>	<b>Z4</b>
[%]	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Min.	35,0	35,0	33,0	30,0
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Max.	0,95	1,15	-	1,0
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + TiO <sub>2</sub>	Max.	-	-	1,6	-
	TiO <sub>2</sub>	Max.	0,40	0,50	-	1,0
R <sub>0,063</sub> [%]		Max.	0,03	0,05	0,3	-
Pevnost v ohybu na litém tělísku [MPa]			Min. 1,5	Min. 1,3	1,2 – 2,0	-
Doba průtoku suspenze [s]			15 - 40	20 - 60	5 - 25	-

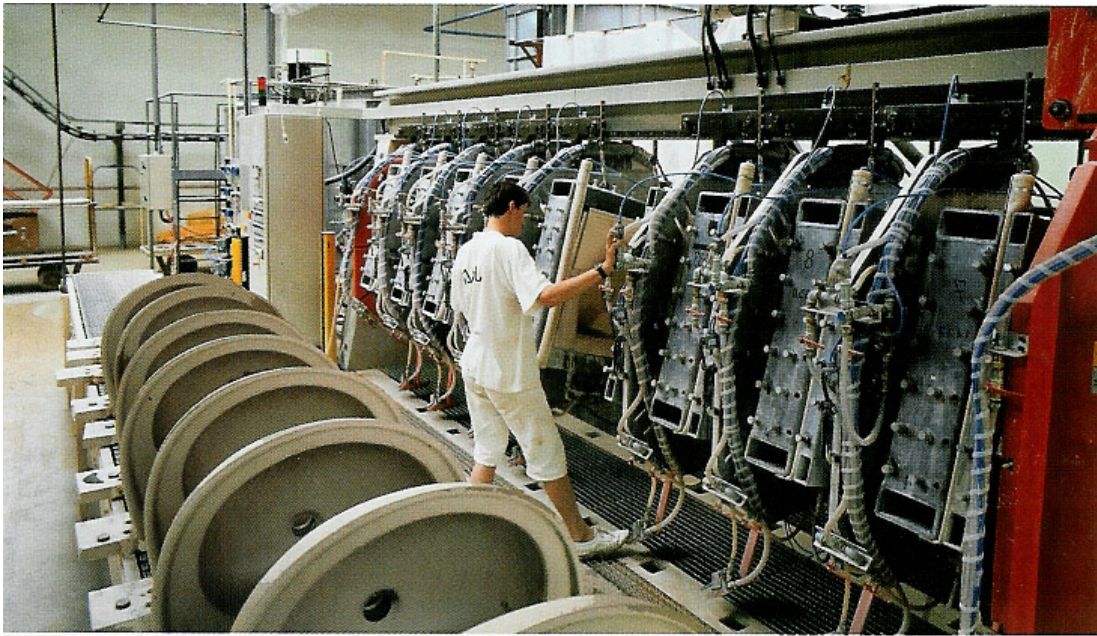
# 3.1. Technologie výroby

Ztekucení suspenze - optimální viskozita (0,2 – 0,4 Pa.s), **LH** 1700 – 1750 kg.m<sup>-3</sup> při obsahu tuhých částic 68 – 72 %.

- **lití do sádrových forem** - rychlost tvorby střepu 6,5 – 7,5 mm za 60 minut, tloušťka střepu 8 – 10 mm.
- pohyblivé formy, stacionární baterie forem.
- sádrové formy - obrátka cca 1 den - životnost forem 70–90 lití.
- polymerové formy - životnost 40 000 cyklů s licím taktem 6 – 8 minut.
- Polotovary v tzv. koženém stavu ( $w = 19 - 21 \%$ ) – úprava → 1. stupeň sušení na  $w = 13 - 14 \%$  (ruční opravy) → 2. stupeň sušení na zbytkovou vlhkost (1 %) - dokončení úprav + odstranění prachu na povrchu.
- Sušení - komorové nebo kanálové sušárny na podložkách.

- **Glazování** - stříkáním v elektrostatickém poli, nepřístupná místa poléváním, malé výrobky i máčením. Kontaktní místa výrobku s podložkou a na některých montážních plochách se glazura odstraní otěrem.
- **Výpal** - jednožárově v nízkoprofilových tunelových pecích v oxidační atmosféře (1250 – 1280 °C po dobu 18 – 22 hodin) → mullit, křemen, cristobalit a skelná fáze.

**Vlastnosti střepu:** objemová hmotnost  $2300 \text{ kg.m}^{-3}$ , nasákavost cca 0,5 % (požadavek do 1 %), délková teplotní roztažnost střepu  $5,6 - 6 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , pevnost v tahu za ohybu 45 – 60 MPa.



## 2.2. Výrobky zdravotnické keramiky

EN 31 Umyvadla se sloupem,

EN 32 Umyvadla nástěnná,

EN 33 Záchodové mísy stojící na podlaze s pevně připojenou splachovací nádrží (keramickou),

EN 34 Záchodové mísy nástěnné s pevně připojenou splachovací nádrží,

EN 35 Bidety stojící na podlaze s horním přívodem vody,

EN 36 Bidety nástěnné s horním přívodem vody,

EN 37 Záchodové mísy stojící na podlaze s volným přívodem vody,

EN 38 Záchodové mísy nástěnné s volným přívodem vody,

EN 80 Pisoárové mísy nástěnné bez vestavěné zápachové uzávěrky,

EN 111 Umývatka nástěnná

# 4. Porcelán

- latinské „porcella“ = perleťová lastura, mušle.
- v Evropě poprvé vyroben roku 1709 v Míšni (J. F. Böttger) z plaveného kaolinu výpalem na teplotu asi 1400 °C - tzv. tvrdý porcelán.
- čínský porcelán (počátek výroby v letech 618 – 907 v severní Číně) - tzv. měkký porcelán vypalovaný na 1280 – 1300 °C,
- francouzský fritový porcelán (Sèvres) z konce 17. století.

Původ a složení	Čína	Sèvres	Míšeň
	<b>Obsah složky [% hmotn.]</b>		
SiO <sub>2</sub>	70,0	58,0	60,0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22,2	34,5	35,4
CaO	0,8	4,5	0,6
(K,Na) <sub>2</sub> O	6,3	3,0	3,9



**Porcelán** = slinutý keramický materiál s bílým homogenním často i transparentním střepem (pro užitkové a umělecké účely), prakticky nulovou nasákavostí, s relativně vysokou mechanickou i chemickou odolností a dlouhodobou stabilitou všech vlastností.

- technická praxe - vysokonapěťové izolátory, chemicky odolný technický porcelán, výroba nádobí (varné). Často se nepožaduje bílá barva.

**Tvrký** – 15 – 30 % živce a teplota výpalu 1340 – 1410 °C.  
Ideál: 50 % plavený kaolin + 25 % draselný živec + 25 % křemen.

**Měkký** – živec nad 30 %, teplota výpalu 1250 – 1320 °C. Je křehčí, nižší mechanické pevnosti a nižší odolnost proti změnám teploty než porcelán tvrdý.

# Požadavky na kaoliny pro užitkový porcelán - ČSN 72 1310 – 2

Vlastnost			S1	S2	S3
Obsah [%]	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Min.	35,0	31,0	31,0
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Max.	0,95	1,00	-
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + TiO <sub>2</sub>	Max.	1,15	1,00	-
	TiO <sub>2</sub>	Max.	0,30	0,60	-
Zbytek na síť 0,063 mm [%]		Max.	0,03	0,1	0,03
Pevnost v ohybu [MPa]	na litém tělísku		Min. 1,5	-	-
	na lisovaném tělísku		-	Min. 6,9	-
Doba průtoku suspenze [s]			10 - 30	-	neztekutitelný
Vlhkost [%]			Max. 10	-	-

Porcelán	Racionální složení [% hmot]				výpal [°C]	Glazura 1)
	jíl	živec	křemen	ostatní		
Nádobí	47-50	25-20	27-30		1390	T
Varné nádobí	60-70	20	20-10		1415	T
Chem. odolný	60-70	20	20-10		1415	T
Vysokonapěťové izolátory	40	20	40	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1350-1380	T
	40-45	25		25-35		
Elektroizolační	50	25	25		1350-1380	T
Měkký	35-42	35-30	30-25	dolomit	1250-1280	M
	35-42	30-25	34-30	1-5		
Sévres	40	35	25		1250-1300	M

**T – glazura pro tvrdý porcelán - obecný Segerův vzorec:**



**M – glazura pro měkký porcelán - obecný Segerův vzorec:**



Tavicí oxidy RO:

0,0 - 0,5  $\text{Na}_2\text{O}$ ; 0,0 - 0,5  $\text{K}_2\text{O}$ ; 0,0 - 0,9  $\text{CaO}$ ; 0,0 - 0,6  $\text{MgO}$ ;  
0,0 - 0,1  $\text{LiO}_2$ ; 0,0 - 0,2  $\text{ZnO}$ .

**(A) teplota výpalu 1280 °C (měkký)**

0,3 $\text{K}_2\text{O}$	0,4 $\text{Al}_2\text{O}_3$	4,0 $\text{SiO}_2$
0,7 $\text{CaO}$		

**(B) teplota výpalu 1400 °C (tvrdý)**

0,3 $\text{K}_2\text{O}$	0,9 $\text{Al}_2\text{O}_3$	10,0 $\text{SiO}_2$
0,7 $\text{CaO}$		

# Speciální druhy porcelánu

– **fritový** – tavivem fritta (např. tavení směsi sody, potaše a vápence s křemenným pískem). Střep transparentní až do tloušťky 2,5 mm.

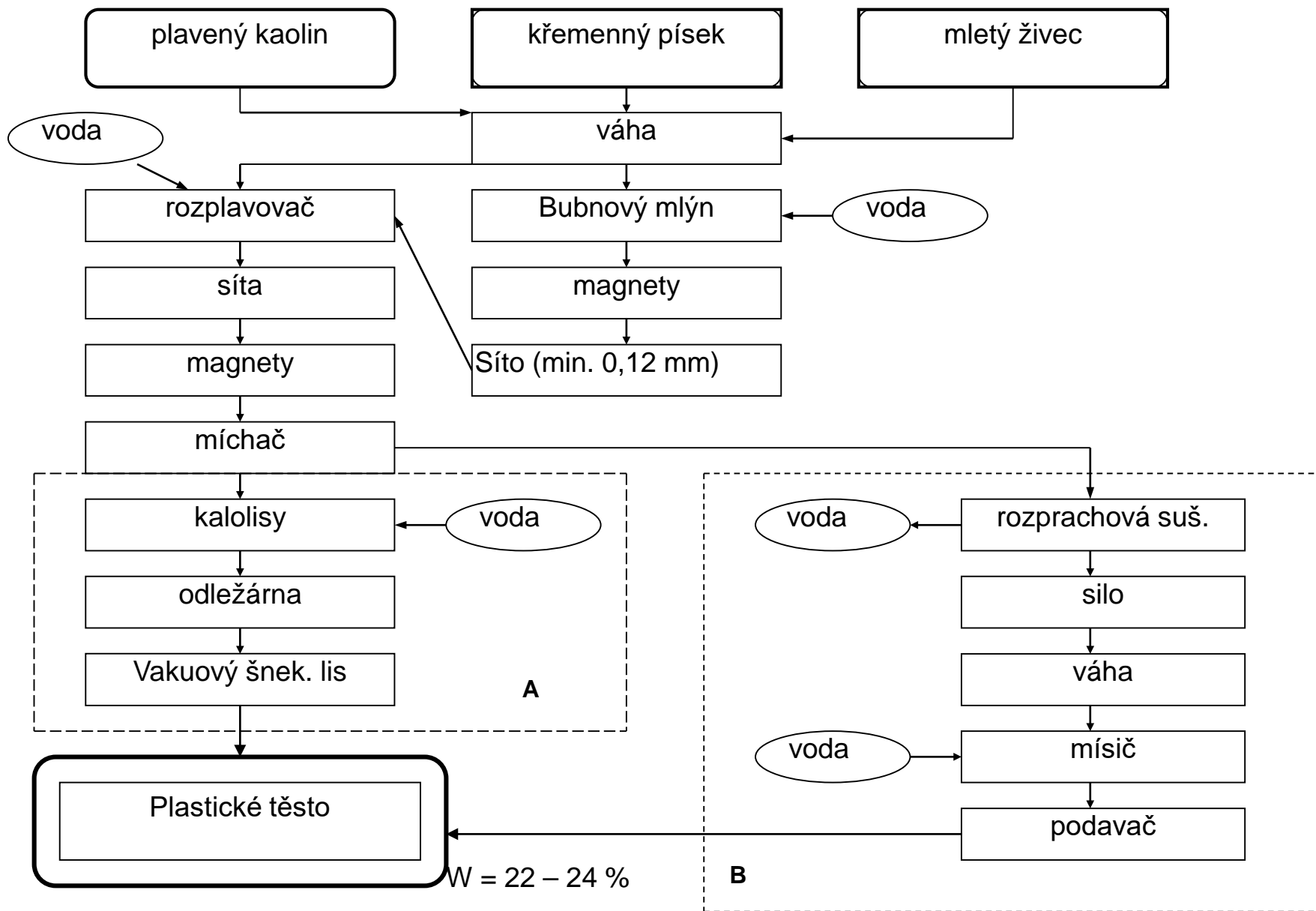
– **kostní** – 20 – 35 % plavený kaolin + 20 – 45 % kostní popel + 20 – 45 % živcový písek.

**Kostní popel** = hydroxyapatit  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$  a karbonátoapatit  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Místo kostní popela: fosforečnan vápenatý  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , apatit  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{F}, \text{Cl})_2$  nebo jiné vápenaté fosforečnany.

Teplota výpalu: 1200 – 1280 °C.

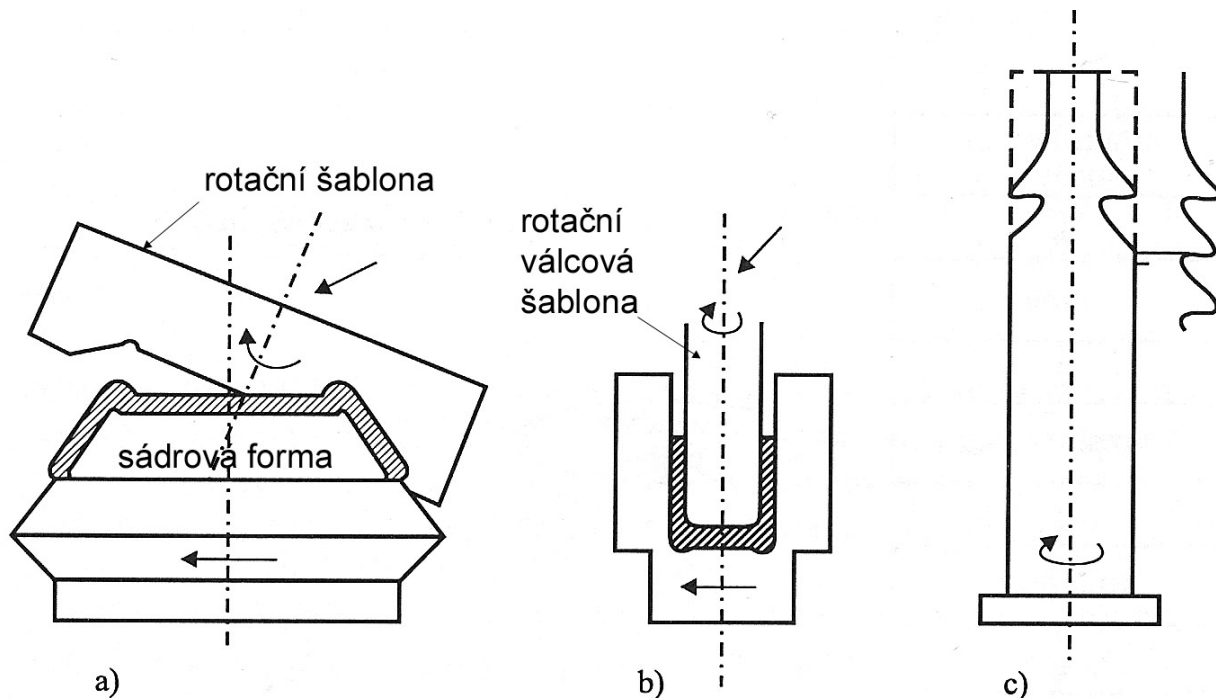
Střep: 40 % skelná fáze, 40 % fosforečnan vápenatý a 20 % anortit.

Pozn. Pravý kostní popel se získá kalcinováním kostí na 1100°C a pak zchlazením a mletím. (CaO: 55,82%, H<sub>2</sub>O: 1,79%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 42,39%)



# 3.3. Vytváření z plastického těsta

- točením s využitím sádrových forem a šablon:
- vytáčením: talíře, podšálky,
- zatačením: hrnky, šálky, izolátory.
- obtáčením – po částečném vysušení těsta ( $w = 16 - 18\%$ ): izolátory
- frézováním – po vysušení těsta: izolátory. Lze tvarovat i výsušky připravené izostatickým lisováním z granulátu.







# 3.3. Výpal porcelánu

Tenkostěnné: 900 – 950 °C (přežah) → zpevnění → glazování. Na výsušek glazování u tlustostěnných polotovarů (např. izolátory).

Přežah - vždy v oxidační atmosféře (spálení org. látek).

Výpal na konečnou teplotu = hladký výpal

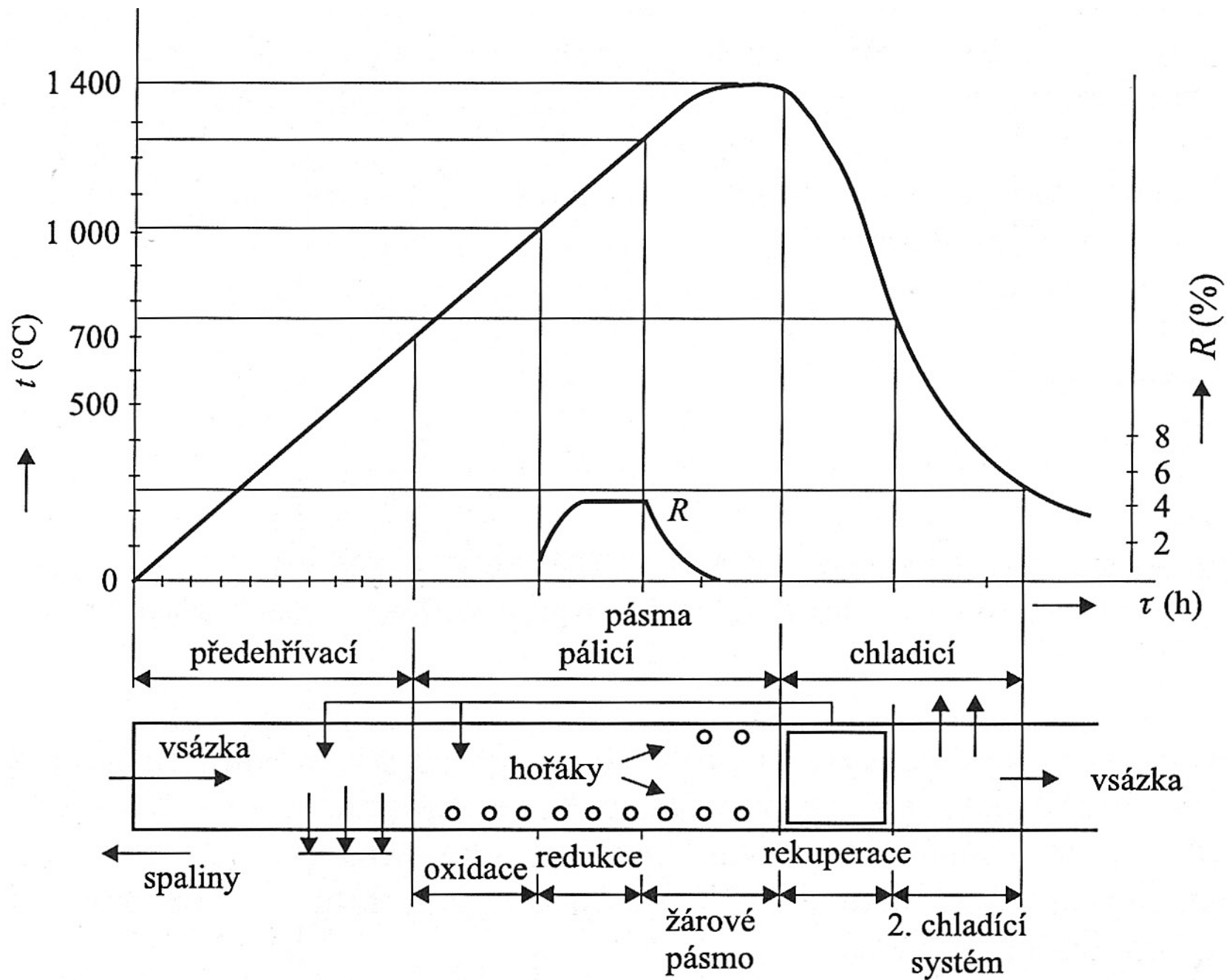
- 1. **předpal** (do cca. 1000 – 1050 °C) oxidační prostředí → 2. **ostrý výpal** (cca. 1050 – 1250 °C) - zejména u tvrdého porcelánu silně redukční atmosféra (3 – 5 % CO, spalovací poměr  $n \approx 0,7$  = poměr skutečného a teoretického vzduchu při spalování).

Pozn. Redukční výpal způsobí:

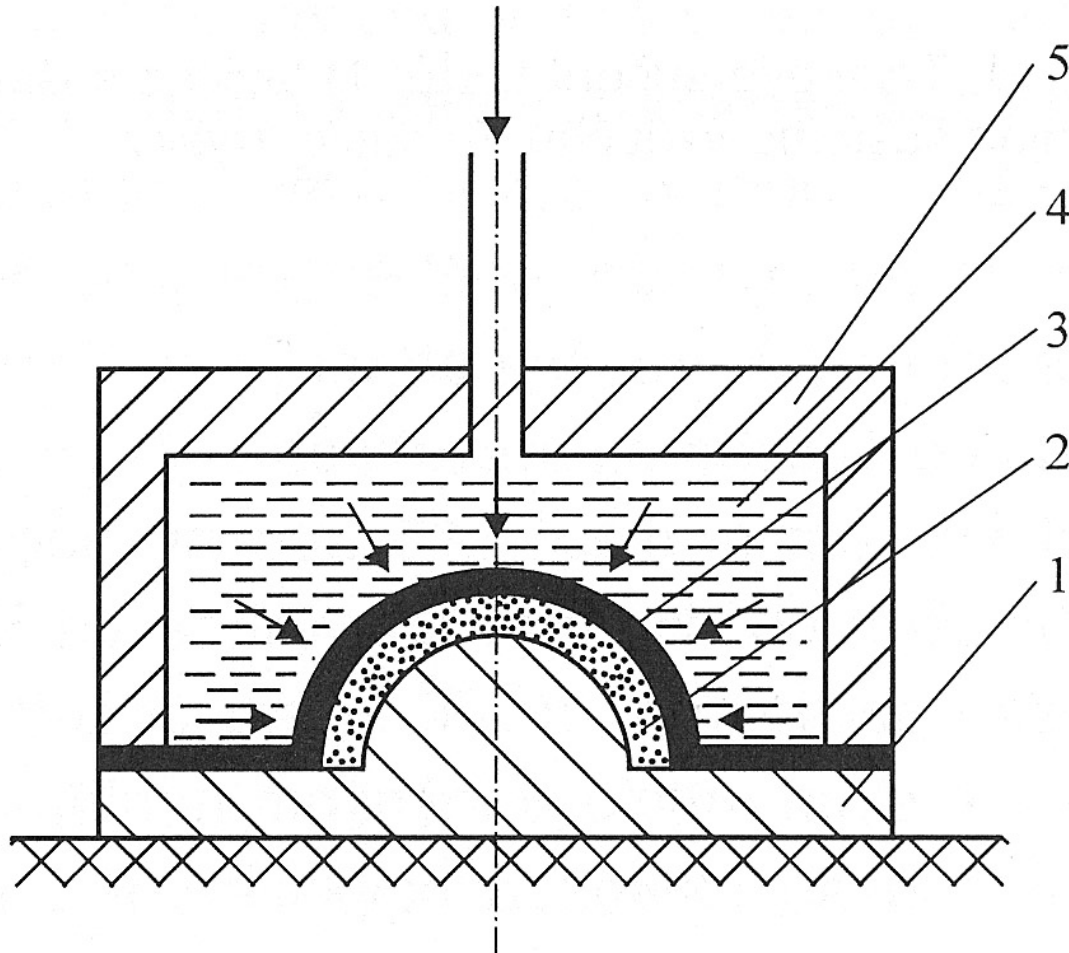
- redukci  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  na  $\text{FeO}$  = vyšší bělost střepe,
- urychlení rozkladu síranů - nad 1300 °C (resp. teplotou tavení glazury) nedochází k úniku  $\text{SO}_2$  a vzniku bublinek v glazuře.

→ 3. **dopálení** (nad 1250 °C až do optimální teploty výpalu) - neutrální atmosféra.

- tunelové pece nebo pece komorové vytápěné zemním plynem.

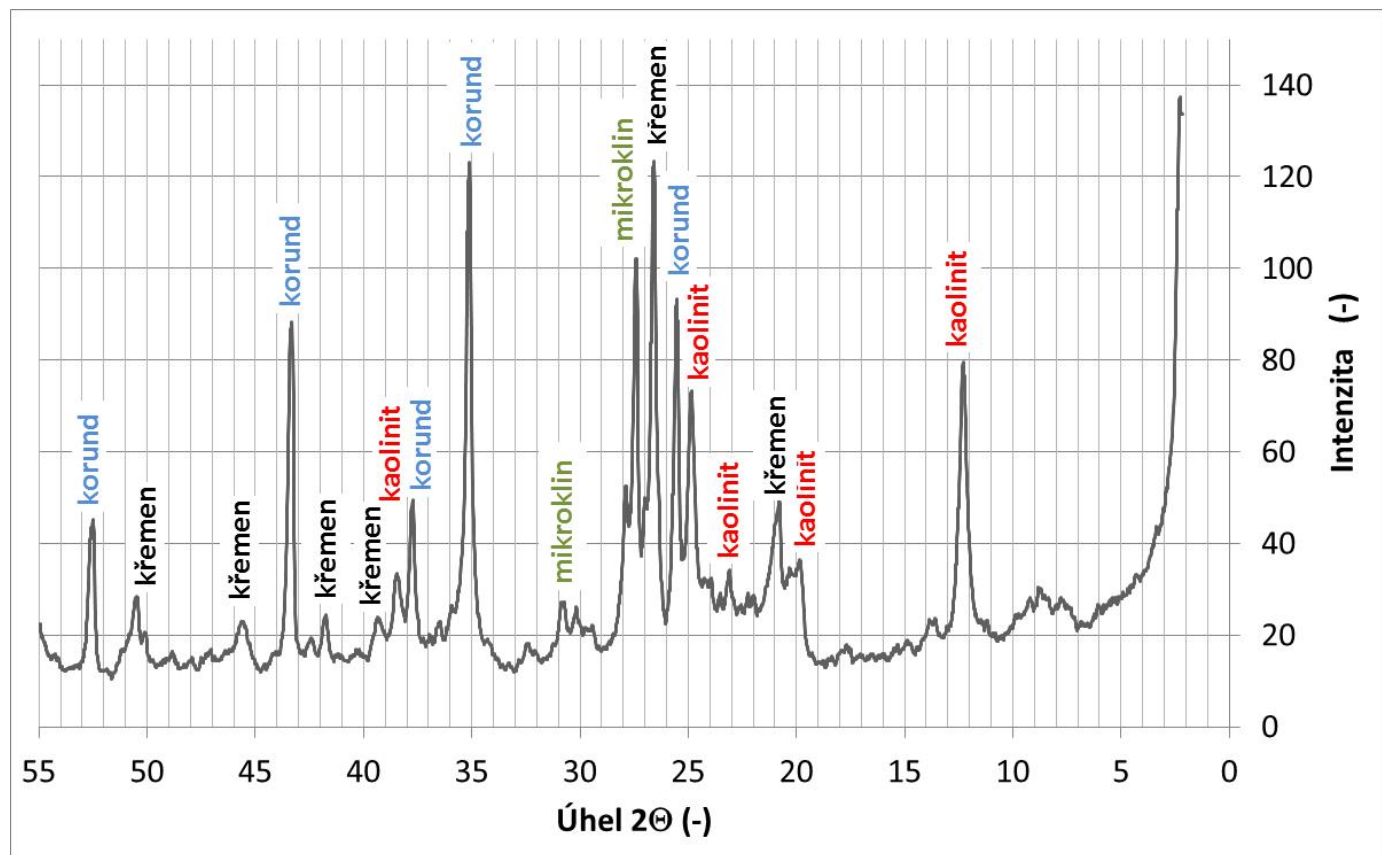


# 3.4 Vytváření izostatickým lisováním



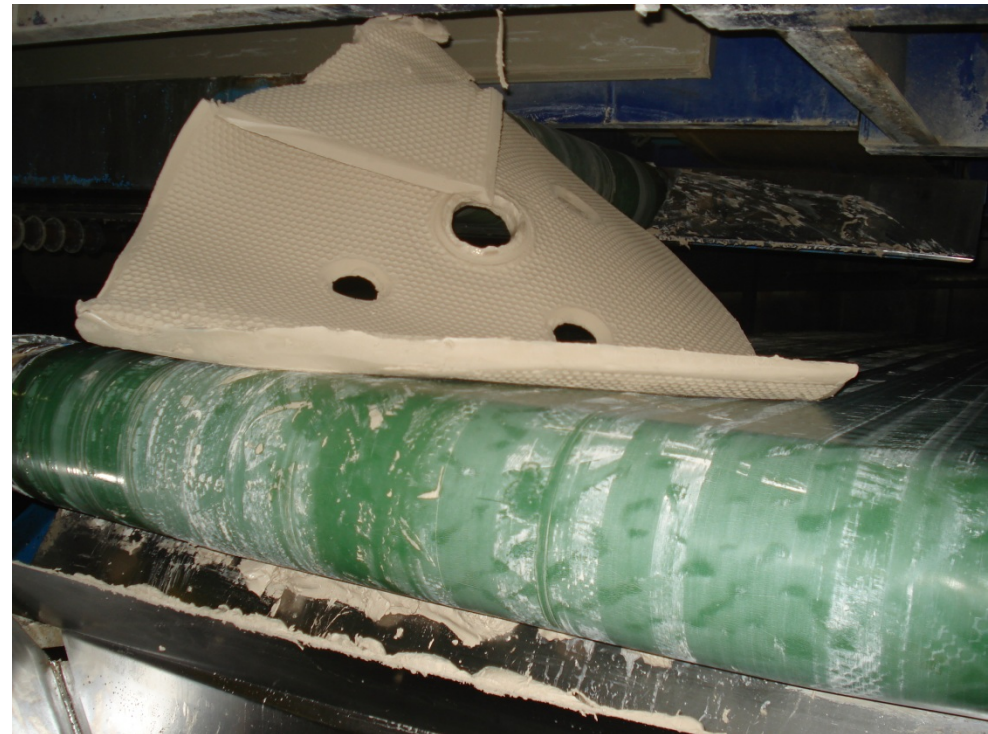
# 3.5 Technologie výroby vysokonapět'ových elektroizolátorů

1. Z plastického těsta tažením (cca 23 %) – 10 týdnů
  2. Izostatickým lisováním z rozprachového granulátu (cca 1 %)
- Stejná surovinová směs (cca 10 komponent) – bubnový mlýn za mokra



## 3.5.1 Výroba z plastického těsta

- Kalolis
- Šnekový lis (polotovar)
- Odležení



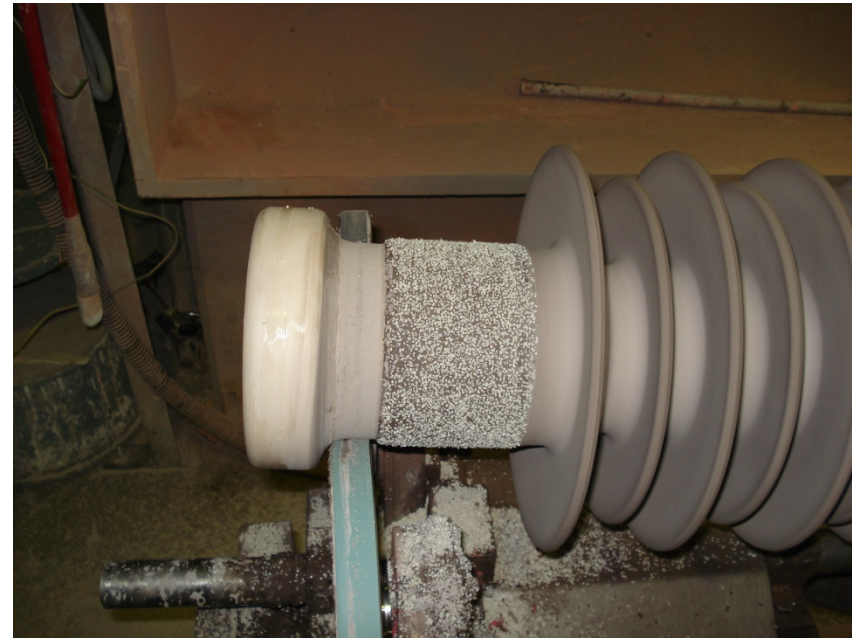
## 3.5.1 Výroba z plastického těsta

- Vytváření
- Předsušení na cca 18 % vlhkost
- Opracování (60 % odpad – zpět do výroby)



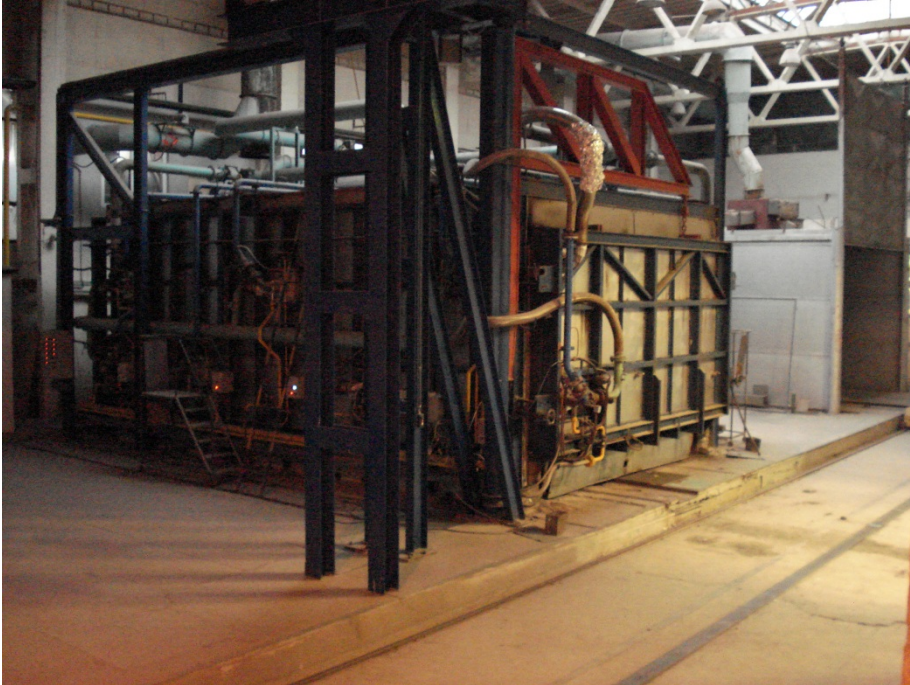
## 3.5.1 Výroba z plastického těsta

- Sušení – volně do wk = 13 % - kanálová sušárna
- glazování



## 3.5.1 Výroba z plastického těsta

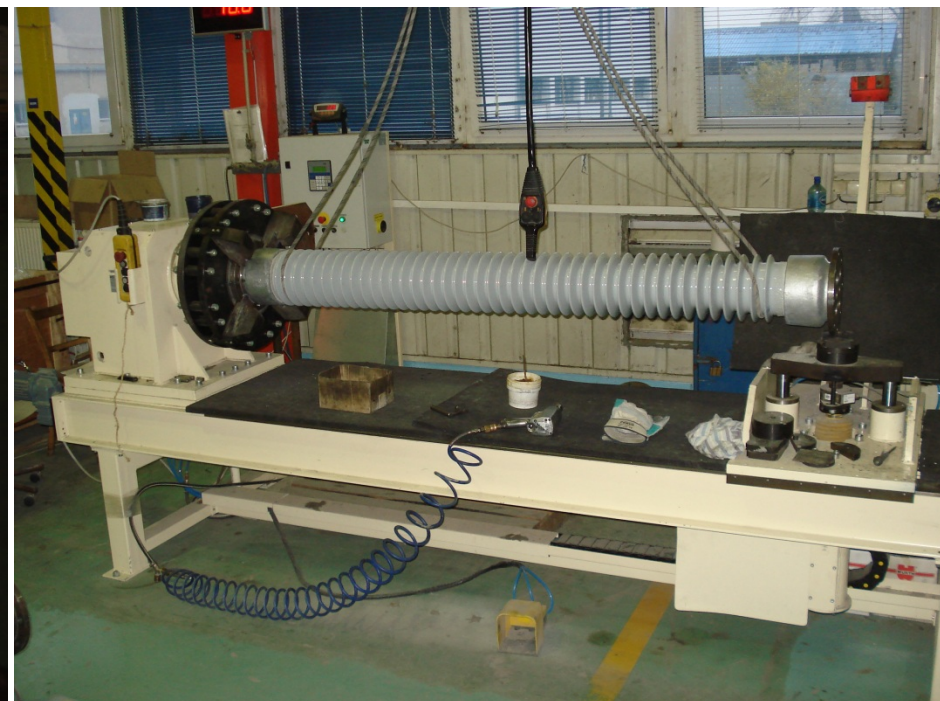
- Výpal – tunelová pec asi 120 m, 3,5 dne, max. 1350 °C, DC = - 20 %
- Větší formáty, tenčí kusy – komorová pec





## 3.5.1 Výroba z plastického těsta

- Odřezání okrajů + broušení
- Lepení armatur (cementová malta)
- Ohybová zkouška (všechny kusy)



## 3.5.2 Výroba izolování

- Izolis (voda): 110 – 150 MPa
- Rychlejší výroba

