

# Technologie keramiky:

## **Keramické materiály se dělí podle nasákavosti na:**

*(Určení míry nasákavosti je důležité pro volbu konzervátorsko-restaurátorského postupu. Slouží k tomu zkoušky nasákavosti nebo optický průzkum)*

**PRŮLINČINA (N>5%)** – střep je porézni

Hrnčina (Töpferware) porézni, nasákavé, zemitý lom, škrábatelný ocelí, glazované i neglazované, měkké ale i tvrdší materiály přechodové ke kamenině. Patří sem pravěká i středověká keramika.

Majolika, fajáns méně nasákavé, lom zemitý, ale s jemnou strukturou, škrábatelný ocelí, glazované neprůhlednou olovnatociničitou glazurou

Pórovina (Steingut) méně nasákavé, střep tvrdší než u majoliky, škrábatelný ocelí, bílý nebo žlutobílý, glazura většinou průhledná olovnato-alkalicko silikátová, nebo boritá, novější velmi rozmanitá

Cihlářské výrobky porézni, nasákavé, zemitý lom, škrábatelný ocelí, glazované i neglazované

Kamnové kachle cihelné, hrnčinové (glazované a neglazované), fajánsové, pórovinové, šamotové

**SLINUTINA (N<5%)**

Kamenina (Steinzeug) nenasákavý, neprůsvitný, tvrdý, lom hladký, bílý i barevný střep, nelze škrabat ocelí

Porcelán nenasákavý, průsvitný, tvrdý, lom lasturovitý, nelze škrabat ocelí, měkký porcelán–níže pálený(více taviv), tvrdý porcelán–výše pálený (méně taviv)

Bisquit - porcelán bez glazury

## Suroviny pro výrobu keramiky:

PLASTICKÉ - pojiva

NEPLASTICKÉ – ostřiva

-tavidla

- lehčiva

POMOCNÉ TECHNICKÉ MATERIÁLY

### Plastické suroviny:

Nejdůležitější plastické suroviny: **HLÍNA, JÍL, KAOLÍN**. Obsahují různé další složky. Nejdůležitější složkou je **jílovitá hmota**, která je nositelem plastičnosti.

**Plastičnost** je schopnost hmoty deformovat se tlakem bez porušení celistvosti.

**Hlína** - zemina obsahující 20 - 50% jílovité hmoty a částice menší než 0,01 mm. Je méně plastická.

**Jíl** - Zemina obsahující více než 50% jílovité hmoty a částice menší než 0,002 mm. Jíl má proti hlíně větší plastičnost. S tím ale souvisí také větší smrštění. Při sušení se mohou kroutit a praskat.

**Kaolín** -  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  primární, bíle se vypalující velmi jemný jíl. Základní surovina pro výrobu porcelánu.

### Neplastické suroviny:

Neplastické suroviny samy o sobě nevytváří s vodou tvárné těsto.

Dělíme je na: **OSTŘIVA, TAVIDLA, LEHČIVA**.

Přidáním neplastické suroviny do plastické hmoty se **snižuje její plastičnost**.

Tento pokles plastičnosti se projevuje zejména při sušení **zmenšením smrštění**. Snižuje se tak nebezpečí popraskání výrobku. Neplastické suroviny se používají také při výrobě **glazur**.

Přidání neplastických surovin do hmoty **ovlivňuje také teplotu tání** těchto surovin při pálení:

Teplotu tání a slinutí **snižují** TAVIDLA  
Teplotu tání a slinutí **zvyšují** OSTRIVA

### **Vlastnosti a funkce ostřiva a tavidla v keramické hmotě:**

Dobře sestavená pracovní hmota obsahuje správný díl plastické a neplastické suroviny.

**PŘI VYTVÁŘENÍ:** Je důležitá plastičnost hmoty. **Málo plastická hmota** je ta, která obsahuje větší podíl neplastické suroviny. Ztrácí plastičnost a tím se omezuje možnost způsobu vytváření. Například z ní nelze točit, modelovat. **Příliš plastická hmota** obsahuje málo neplastické složky. Lepí se na formy a náradí. Při vytváření se bortí.

**PŘI SUŠENÍ:** Je **důležitá pevná kostra** vytvořená ve hmotě. Tu nám vytvářejí právě neplastické suroviny. Pokud jich není ve hmotě dostatek, dochází k přílišnému smršťování a tím **praskání** výrobku.

**PŘI PÁLENÍ:** Vhodný poměr ostřiva a tavidla nám pomůže získat kvalitní a hutný střep bez popraskání výrobku.

**Ostřivo při pálení:** Ostřivo si při pálení podrží svůj tvar a pevnost do vyšších teplot než ostatní částičky ve hmotě. To znamená, že **při výpalu vytvoří** pevnou **kostru**, na kterou se nabalí změkklé, už tající složky (tavidla a později i plastické zeminy). Ostřivo má vždy vyšší bod tání než ostatní složky. Tím také celkově **zvyšuje bod tání vypalované keramické hmoty**. (Více ostřiva ve hmotě = můžeme pálit na vyšší teploty). Dále **snižuje smrštění** při pálení, jelikož je stabilní i při vyšších teplotách.

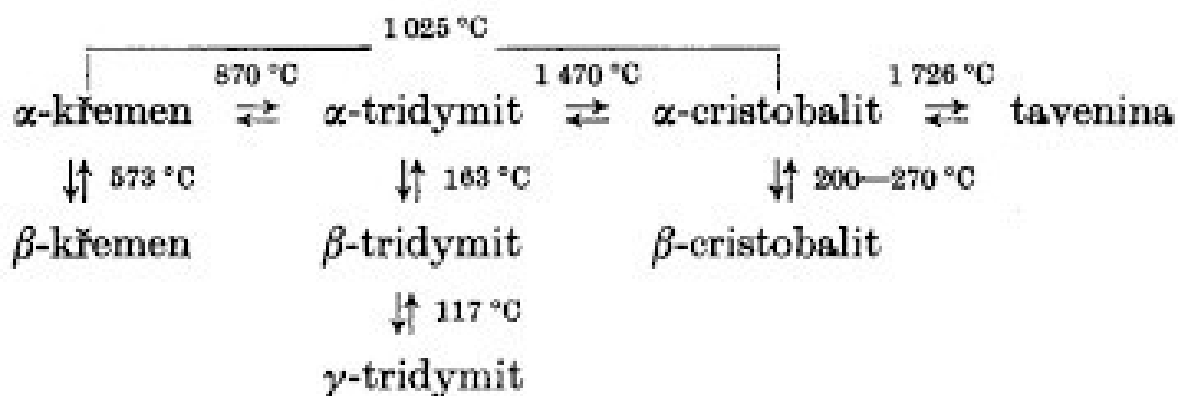
**Tavidlo při pálení:** Na rozdíl od ostřiva má nízkou teplotu tání, tzn. , že tavidlo **snižuje vypalovací teplotu** hmoty. Při pálení se tavidlo **roztaví a vyplní póry** mezi zrny ostřiva a plastické zeminy. Při tomto procesu postupně dochází k natavování povrchu a vytváří se hutný slinutý střep.

OSTŘIVA:

**Křemičitá** – základní složkou je oxid křemičitý (SiO<sub>2</sub>)

Chování křemene v žáru:

Křemen je znám v několika modifikacích. Přeměna jednotlivých modifikací nastává při určitých teplotách ve vnitřní stavbě krystalu křemene. Částičky mění působením teploty svou polohu i vzdálenost a tím se mění tvar i velikost krystalu. Dochází tak ke změně modifikace, která se navenek projevuje změnou měrné teploty i objemu. Každá modifikace může trvale existovat jen v určitých mezích teplot, v nichž je stálá. Jednotlivé přeměny modifikace lze schematicky vyjádřit takto:



Proměny, které probíhají pozvolna jsou schematicky vyjádřeny vodorovnými šipkami. Přeměny, které probíhají rychle při zahřívání a chladnutí jsou označeny svislými šipkami.

Růstový objem křemene při zahřívání činí při přeměně z β-křemene v α-kristobalit **19,8%**. Tato objemová změna nazývaná jako **nárůst křemene** je nejzávažnější skutečností při výpalu křemičitých surovin, neboť vytváří značné pnutí, které při nesprávném výpalu **může způsobit potrhání výrobku**. Přeměna mezi α modifikacemi probíhá nejen pozvolna, ale i obtížně. Přeměnu urychluje doba působení teploty, jemnější rozemletí suroviny a také přítomnost tavidel.

Největší tepelná citlivost křemičitých ostřiv je v rozmezí teplot **150°- 600°C**.

**Šamotová ostřiva:** šamotem rozumíme v tomto případě hlinitokřemičitou zeminu, vypálenou a rozdrcenou. Výborným ostřivem je například pálený lupek nebo pálený kaolín. Používají se také rozemleté zmetkové výrobky. Výhoda je, že šamotové ostřivo již prodělalo svůj vlastní výpal. Při dalším výpalu se proto již objemově nemění. Tím je výhodnější než ostřivo křemičité.

## TAVIDLA:

Tavidla jsou neplastické suroviny, které v syrovém stavu snižují plastičnost surovin. V žáru se ale vyznačují tavicím účinkem. Stmelují a zpevňují při slinutí pojiva a ostřiva a tím zvyšují pevnost výrobku.

**Živce:** Nejpoužívanější jsou: draselný, sodný, vápenatý. Živce obsahují alkálie (tavidla).

**Vápenec:** uhličitan vápenatý –  $\text{CaCO}_3$ . Nejčistší odrůdou je mramor, dále jsou to plavená křída, čistý vápenec.

Chování vápence v žáru:  $\text{CaCO}_3$  se v žáru rozkládá již při teplotě  $900^\circ$ . Vzniklý  $\text{CaO}$  působí jako tavidlo. Snižuje teplotu slinutí. Používá se také do glazur, kde snižuje teplotu tavení glazury. Téměř všechny glazury obsahují uhličitan vápenatý a to v množství od 3 do 15%.

Další tavidla: Pegmatit (směs živce s křemenem), pegrafy, mastek, magnezit, dolomit

LEHČIVA: Jsou organické součásti, které pálením vyhořívají (piliny, rašelina, plevy...)

## ÚPRAVA SUROVIN:

Smyslem je zlepšit zpracovatelnost a stejnorodost hlíny. Nejprve hmoty přesyjeme za sucha nebo za mokra a odstraníme hrubé nečistoty.

Následuje odležení surovin. Provádí se tzv.: **zimování, letnění, bahnění, máčení**

**Zimování:** přímo v hliništi. Na podzim se nakope větší množství hlíny a ta se rozprostře ve volném prostranství ve vrstvách 20 – 30 cm do výšky 1 m. Jednotlivé vrstvy se prolévají vodou. Takto navršená promočená hlína se nechá ležet přes zimu a tím je vystavena účinkům vzduchu, vody a mrazu. Při vytvoření ledu nastává rozpad hlíny na jednotlivé částice.

**Letnění:** Působí zde pouze voda a slunce, způsobují společně s kyslíkem a atmosférickými vlivy rozpad hlíny

**Bahnění a máčení:** Urychlený způsob odležení za nadbytku vody. Provádí se v žumpách zalitých vodou. Dochází zde ke kvašení. Rozpad zeminy zde působí fyzikální změny.

**Přímá úprava:** Zpracování v ruce, hnětení, šlapání hlíny

**Plavení:** Mechanické třídění za nadbytku vody. Plavení je založeno na faktu, že v kapalném prostředí klesají rychleji ke dnu těžší částice. Oddělují se hrubší nečistoty, zbytky kořínků. Dříve se k tomu používal systém sít (podle habánů tzv. karbovny)

**VYTVÁŘENÍ:**

:Vytváření z ruky

: Vytáčení na hrnčířském kruhu

:Lepení, retušování, obtáčení ( v keramické technologii se tím myslí odebrání hmoty očkem ze silnějšího dna a vytváření tzv. podední)

**SUŠENÍ:**

Závisí na plastičnosti suroviny. Čím je jemnější, tím větší je smrštění. Možné řešení - přiosťření hmoty.

Při sušení se pevné částičky vlivem odpařování vody začnou přibližovat – vzniká smrštění!

Voda se v keramické hmotě vyskytuje:

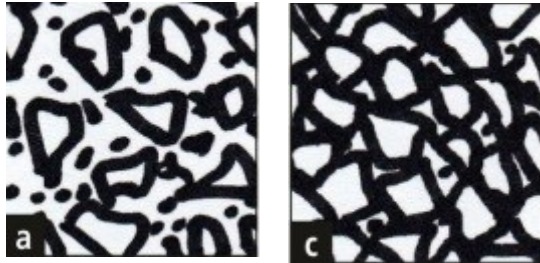
**Mechanicky vázaná:** která vyplňuje prostory mezi jednotlivými částičkami tuhé hmoty

**Chemicky vázaná:** (krystalická), kterou nelze vysušit a z hmoty se dostává až při vyšších teplotách, tzn. až při pálení. Voda chemicky vázaná v kaolinitu odchází při teplotě nad 590°C (kolem 600°C).

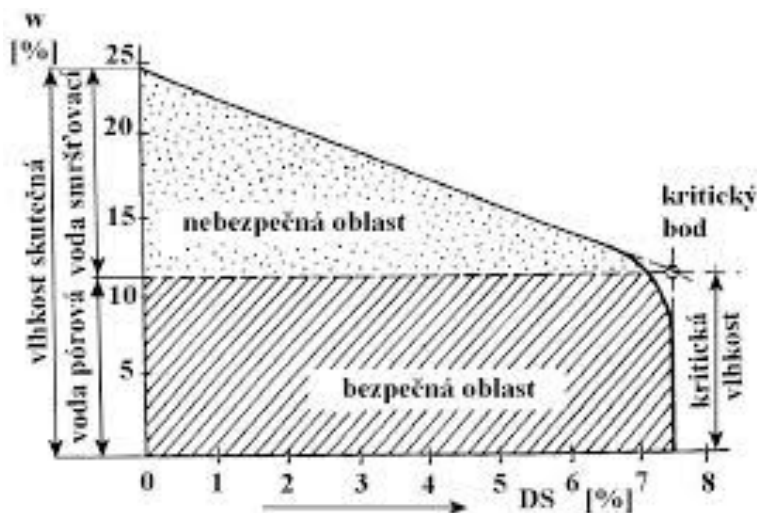
Voda při přeměně v páru zvětšuje svůj objem až 1600x. Tato změna je tedy doprovázena zvýšeným tlakem a tzv. smršťováním.

**Sesychání** - odpařování **mechanicky** vázané vody:

S ubýváním vody nastává přibližování částic k sobě a tím dochází ke smršťování. Nejprve sušíme pozvolna. Poté co se jednotlivé částice dotknou (kritický bod) sušíme rychleji. Pozor aby výrobek po čase nenasál vzdušnou vlhkost!



Průběh sesychání projevující se váhovou ztrátou a smrštěním znázorňuje **Bigotova křivka**:



Vodorovná osa-délka sušeného výrobku v %. Svislá osa – procenta vysušené vody. Spojením vznikne křivka. Klesající horní větev značí smršťování. Od kritického bodu dolů se již předmět prakticky nesmršťuje. Odpařila se mechanicky vázaná voda (zůstala však chemicky vázaná).

Při sušení musíme opatrně sušit hlavně velké předměty. Nesmí se sušit nárazově na přímém slunci. Ideální je oplechovaná vlhká skříň nebo zbrzdit sušení igelitem. Jinak hrozí popraskání!

**PÁLENÍ:**

Na počátku milíř – volně navršené zboží. Nedosahovali vysokých teplot. Později polní pec, následovaly pece zahloubené ve svahu (tvoří se tah) atd... (zjednodušeně).

Ve střepu dochází ještě ke smrštění (již ne tak rapidní), nabývání pevnosti, zhutňování, změna barvy

Dále:

- 1.)Dosoušení - odchod vody mechanické (150°C)
- 2.)Odchod vody chemicky vázané (500 – 600°C). Při této teplotě také vyhořívají zbytky organických látek (tmavé fleky)
- 3.)Při teplotě 700°C nastává okysličování, projevuje se zčervenáním střepu
- 4.)Vitrifikace – slinutí (kamenina, porcelán)
- 5.)Bod tání (sem nepálit, výrobek ztrácí svůj tvar) /Vše podle V. Groše/

Ke kontrole teploty slouží dnes keramikům pyrometry, optická kontrola(plamen, zkušenosti) ale i Segerovy žároměry.



ENGOBY (náštřepí):

V historii se objevuje nejvíce. Řecko, Řím, Etruskové atp. ale i u nás – např. MMK.

Engoba je barevná hlína, kterou nanášíme na usychající – zavadlý střep. Použití této techniky je velmi staré. U nás právě například **moravská malovaná keramika**. Zde typické přesné hranice jednotlivých barev. Po zaschnutí ještě proškrabávání do spodních vrstev.

K tomu aby engoba byla dostatečně krycí je potřeba ji nanést v silné vrstvě (ale čím silnější vrstva, tím větší riziko sloupnutí), jinak hrozí tzv. vyhoření, kdy po vypálení prosvítá základní barva střepu. Je třeba aby **smrštění** engoby bylo



**podobné** jako smršťení střepe, jinak hrozí sloupnutí. Proto je nejlepším **základem pro engobu hlína**, jež tvoří také **pracovní masu**, kterou zabarvíme např. oxidem železa či burelem.

Možnosti nánosu engoby:

Vylití, namočení, nános štětcem, rytí vzorů, dekorace pomocí kukačky (obr.) a kombinace způsobů.

Zboží zdobené engobou řadíme do hrnčířských výrobků. Pokud tyto výrobky neglazujeme, mluvíme o rezném střepe. Můžeme konstatovat, že engoba provází vývoj keramiky od nejstarší doby až po dnes. S engobou rád pracoval např. i Pablo Picasso.



## GLAZURY:

„Jsou sklovité povlaky natavené v tenkých vrstvách na keramických výrobcích“.

Problematika glazur je velmi široká. Vyžaduje znalosti a zkušenosti. Keramici si míchají vlastní recepty. Dříve byli přísně střeženi. Více k této i jiné problematice píše ve svých knihách Pravoslav Rada. Zde jen stručně:

## SUROVINY PRO VÝROBU GLAZUR:

Hlavní - jsou k tvorbě skloviny nezbytné: křemen, živec, kaolín, sloučeniny vápenaté, zinečnaté, borité, olovnaté, sodné, draselné

Vedlejší – sloučeniny barnaté, cíničité, zirkoničité, titaničité, a sloučeniny zabarvující sklovinu

První glazura: tzv. egyptská modř - složení: oxid měďnatý (barva), křemen (sklovina), soda (tavivo)

Habánská keramika – bíle zakalená (CÍN), krycí olovnatocíničitá glazura.

Vady glazury – např. krakle-rozdílné smršťení střepe a glazury. Přidáním křemene zabráníme trhlinkám.

Více v: **Pravoslav Rada**: Keramika, Kniha o technikách keramiky  
**Karel Žíla**: Průvodce keramikou a další.