

# 1. Keramické suroviny

Definice

Dělení:

## **A) Podle původu:**

- suroviny přírodní,
- suroviny syntetické,
- suroviny druhotné.

## **B) Podle funkce v keramickém střepu:**

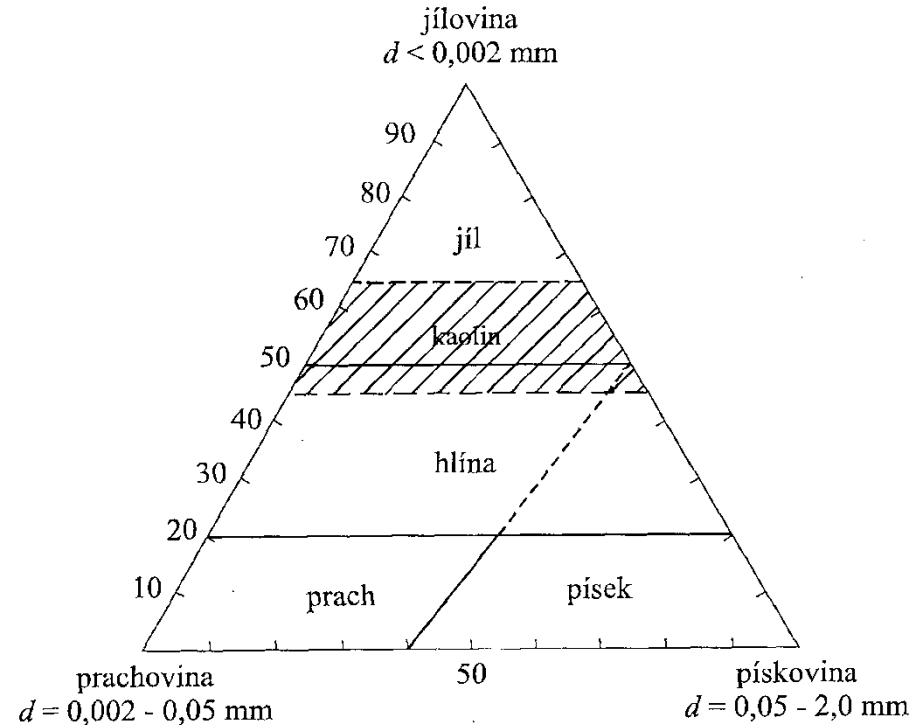
- suroviny střepové,
- suroviny nástřepné,
- suroviny pomocné.

## **C) Podle chování po rozdělení s vodou:**

- suroviny plastické,
- suroviny neplastické.

# 1.1 Plastické keramické suroviny = jílové suroviny (ČSN 72 1330)

- Horniny obsahující užitečné množství jílových částic (zrna pod 0,004 mm)
- jílové minerály (kaolinit, montmorillonit, illit, chlorit) + neplastické minerály (křemen, živce, slídy, vápenec, oxidy a hydroxidy železa, hliníku apod.),
- jílové suroviny = *jíly*, *hlíny*, (*kaoliny*), *jílovce*, *lupky* (podle obsahu jíloviny a zpevnění)
- Zpevněné - sypké

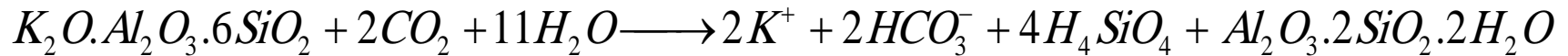


**jílovina** (zrna o průměru  $< 2 \mu\text{m}$ ), **prachovina** (zrna o průměru  $2 - 50 \mu\text{m}$ ) a **pískovina** (zrna o průměru  $> 50 \mu\text{m}$ ).

# 1.1.1 Vznik jílových surovin (jílovinových zemin)

- zvětrávání hornin bohatých na živce, hydrotermální rozklad a přemístění rozrušených hornin s následnou sedimentací

Např. vznik kaolinitu ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) zvětráváním draselných živců:



- přítomnost roztoků bohatých na  $\text{CO}_2$  (prosakuje horninou) a dostatečný odvod kyseliny křemičité ( $\text{H}_4\text{SiO}_4$ ) z ložiska - pH okolí kolem 4 – 5 = sladkovodní prostředí.

- nedostatečný odvod  $\text{H}_4\text{SiO}_4$  z ložiska - vznik illitu, v zásaditě reagujícím prostředí (pH asi 8 až 9) vzniká i montmorillonit nebo chlorit.

Přeměny jílových minerálů:

Montmorillonit → illit

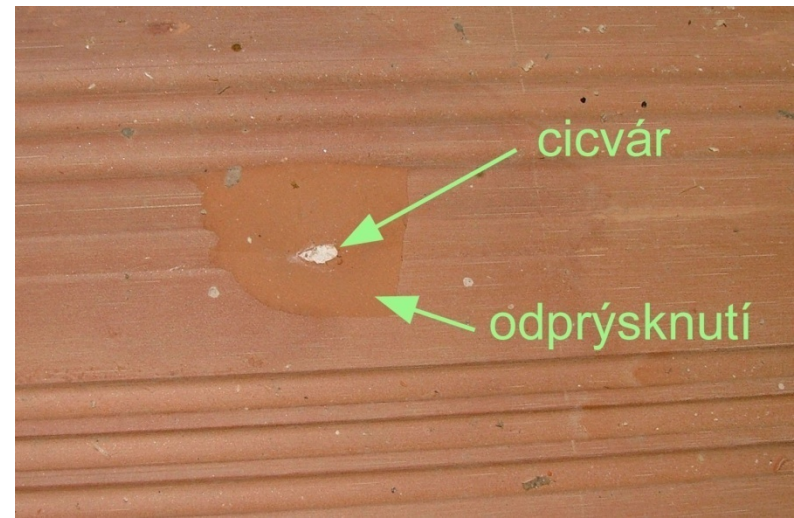
Kaolinit, montmorillonit → chlorit

## 1.1.2 Hlíny

- Nezpevněná hornina obsahující 20 – 80 % jílovitých částic (jíloviny)
  - sladkovodní (vnitrozemské) sedimenty z období čtvrtohor ,
  - vyšší množství zrn nejílových podílů,
  - Využití – cihlářství
- 
- výšinové (eluviální),
  - svahové (koluviální).
  - **naplavené údolní (aluviální),**
  - jeskynní.
  - ledovcové,
  - naváté (eolitické) =  
    **spraše → sprašové hlíny.**

Nebezpečí vzniku cicvárů ve střepu:

- Mechanismus vzniku,
- Možnosti zabránění vzniku cicvárů





# Pórovinové jíly

- Nasákavost po výpalu na 1250 °C minimálně 2 %, sleduje se smrštění, barva a bělost po výpalu, obsah Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub> a zrna písku

Vybrané vlastnosti	Požadavek max-min	Skupina	Třídy				
			1	2	3	4	
Bělost [%]	min	A	75	70	60	50	
Obsah Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [%]	max	A	1	1,5	2	-	
Obsah TiO <sub>2</sub> [%]	max	A	0,4	0,8	1,2	1,6	
Vaznost [%]	min	A, B	60	30	10	-	
Nasákavost po výpalu na 1250 °C [%]	min	A, B	19	12	8	2	
Smrštění pálením [%]	max	A, B	6	12	15	-	
Zrnitost [%]	> 2 mm	max	A, B	0	0	0	0
	> 0,09 mm			2	2 (5)	2 (10)	-
	> 0,063 mm			10	20 (10)	- (20)	-

A - bělninové pórovinové jíly (bíle se vypalující), B - jíly pro barevnou pórovinu

# Kameninové jíly

- Teplota slinutí nejvýše 1300 °C, sleduje se vaznost, smrštění při slinutí, odolnost proti kyselinám po výpalu a obsah zrn písku

Vybrané vlastnosti		Požadavek max-min	Třídy			
			1	2	3	4
Interval slinutí [°C]		min	100	100	-	-
Teplota slinutí [°C]		max	1250	1350	-	-
Odolnost proti kyselinám po výpalu na 1250 °C [%]		min	97	95	-	-
Žárovzdornost [°C]		min	1710	1650	-	-
Smrštění při teplotě slinutí [%]		max	10	14	-	-
Vaznost [%]		min	60	30	10	-
Zrnitost [%]	> 8 mm	max	0	0	0	0
	> 2 mm		0	1	1	1
	> 0,09 mm		2	5	10	20

# Žárovzdorné jíly

- Žárovzdornost nejméně 158, sleduje se obsah  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$  a vaznost

Vybrané vlastnosti		Požadavek max-min	Třídy					
			1	2	3	4	5	6
Žárovzdornost [°C]		min	1750	1730	1710	1690	1650	1580
Teplota slinutí [°C]		max	1250	1350	1410	-	-	-
Obsah $\text{Al}_2\text{O}_3$ [%]		min	40	37	34	30	27	-
Obsah $\text{Fe}_2\text{O}_3$ [%]		max	1,5	2	2,5	3	6	-
Vaznost [%]		min	60	30	10	-	-	-
Zrnitost [%]	> 8 mm	max	0	0	0	0	0	0
	> 2 mm		0	1	1	1	1,5	-
	> 0,09 mm		2	5	10	20	-	-



## 1.1.4 Kaoliny

- speciální druh jílovinových zemin - vysoký obsah jílového minerálu kaolinitu, využití i mimo keramiku
- surový kaolin (20 - 80 % kaolinitu) → kaolin plavený (frakce pod 20  $\mu\text{m}$  - kaolinitu nad 80 %).
- Plavení – odstranění křemene, slíd, živců, oxidů železa, pyritu,... → **šlika**

**Bohatost** surových kaolinů podle **výplavu**:

- bohaté - výplav větší než 35 %,
- středně bohaté - výplav 20 - 35 %,
- chudé - výplav 12 - 20 %.

**Vlastnosti:** bílá barva po výpalu, vysoká žárovzdornost, dobrá ztekutitelnost, horší plastičnost

**Využití:** plnivo papíru, plastických a nátěrových hmot, žárovzdorná keramika, porcelán, zdravotnická keramika, glazury,...

# Pozn. surový vs. plavený kaolin

## Plavený kaolin DSA

### • Zrnitost

0,2 mm (%)	0,01
0,063 mm (%)	max. 0,3

### Chemická analýza

SiO <sub>2</sub> (%)	51,0 ± 1,0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	33,7 ± 1,0
TiO <sub>2</sub> (%)	0,60 ± 0,20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	0,70 ± 0,20
CaO (%)	0,23 ± 0,03
MgO (%)	0,34 ± 0,04
Na <sub>2</sub> O (%)	0,19 ± 0,03
K <sub>2</sub> O (%)	2,70 ± 0,30

### • Racionální analýza

Kaolinit (%)	70
Křemen (%)	13
Slída (%)	16
Ostatní (%)	1

## Surový kaolin SKK CH

### • Zrnitost

0,2 mm (%)	46,5 ± 8,0
0,063 mm (%)	22

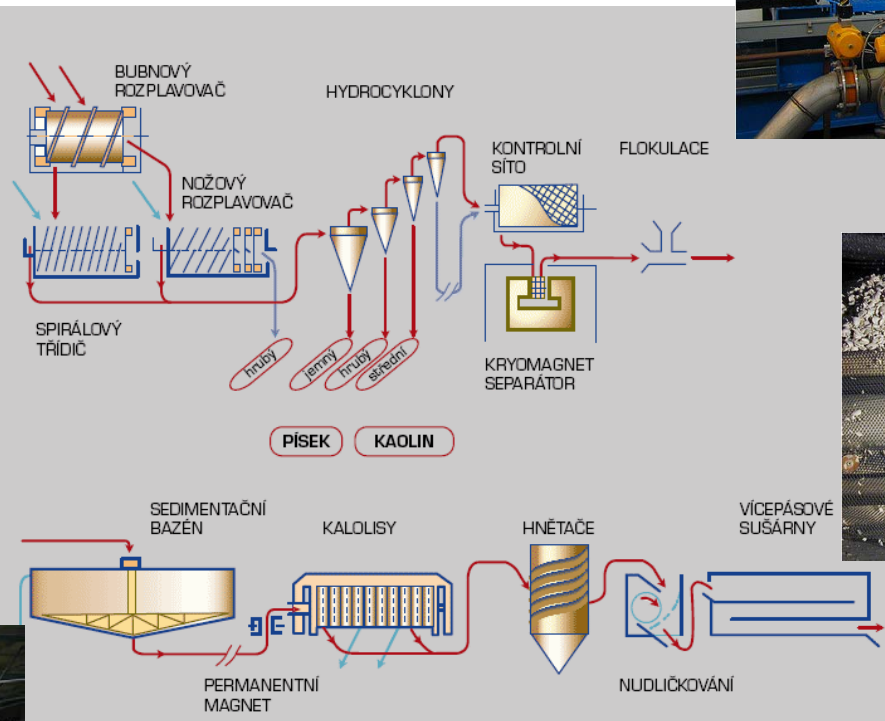
### • Chemická analýza

SiO <sub>2</sub> (%)	83,5 ± 1,0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	10,5 ± 1,0
TiO <sub>2</sub> (%)	0,2 ± 0,1
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	0,2 ± 0,1
CaO (%)	0,09 ± 0,03
MgO (%)	0,1 ± 0,04
Na <sub>2</sub> O (%)	0,15 ± 0,03
K <sub>2</sub> O (%)	2,8 ± 0,3

### • Racionální analýza

Kaolinit (%)	20
Křemen (%)	65
Slída (%)	4
Ostatní (%)	1

[www.sedlecky-kaolin.cz](http://www.sedlecky-kaolin.cz)





## 1.1.5 Cihlářské zeminy

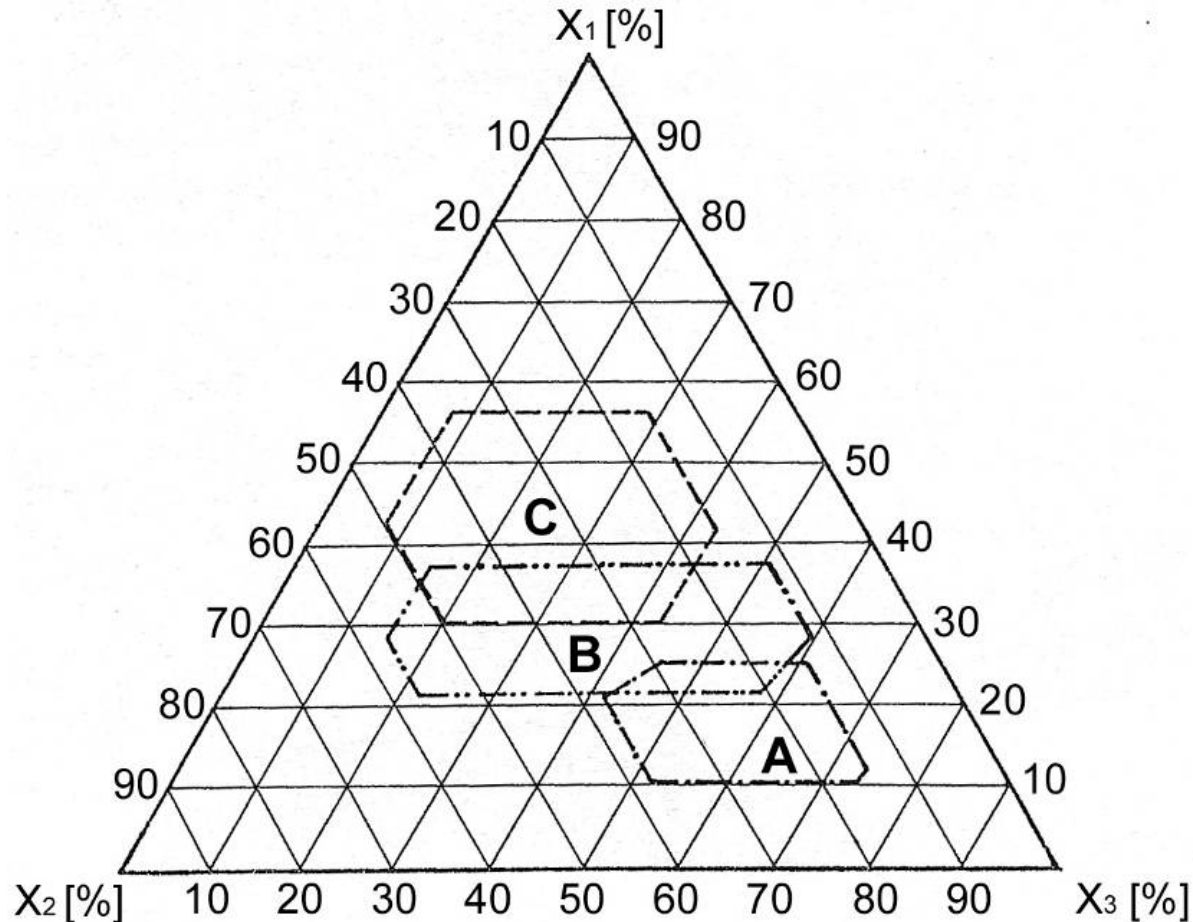
- Cihlářské zeminy (ČSN 72 1564) - 4 skupiny (I až IV) podle vhodnosti pro výrobu různých druhů cihlářských výrobků

Vlastnost	I	II	III	IV
Obsah těžce drtitelných zrn nad 2 mm	<10 %	< 5 %	< 2 %	< 2 %
Oblast mikrogranulometrie (Winkler)	A	B	C	C, (B)
Smrštění sušením [%]	3,5 – 5,0	4,0 – 7,0	5,0 – 8,0	5,0 – 8,5
Pevnost v tahu ohybem po (před) výpalu [MPa]	> 3 (2)	> 5 (3)	> 7 (3)	> 7 (3)
Nasákavost po výpalu [%]	> 12	> 12	> 12	-

Škodlivost cicváru nesmí snižovat pevnost o více než 20 %, žádné povrchové odštěpky cicváru hlubší než 1 mm, mrazuvzdornost nejméně 25 zmrazovacích cyklů M25, žádná náchylnost k tvorbě výkvětů, jednotná barva vypáleného střepu.

Vhodnost suroviny: **I** – cihly plné a děrované, **II** – duté cihly a děrované tvarovky větších rozměrů, **III** – tenkostěnné cihlářské výrobky, **IV** – krytina a obkladové výrobky.

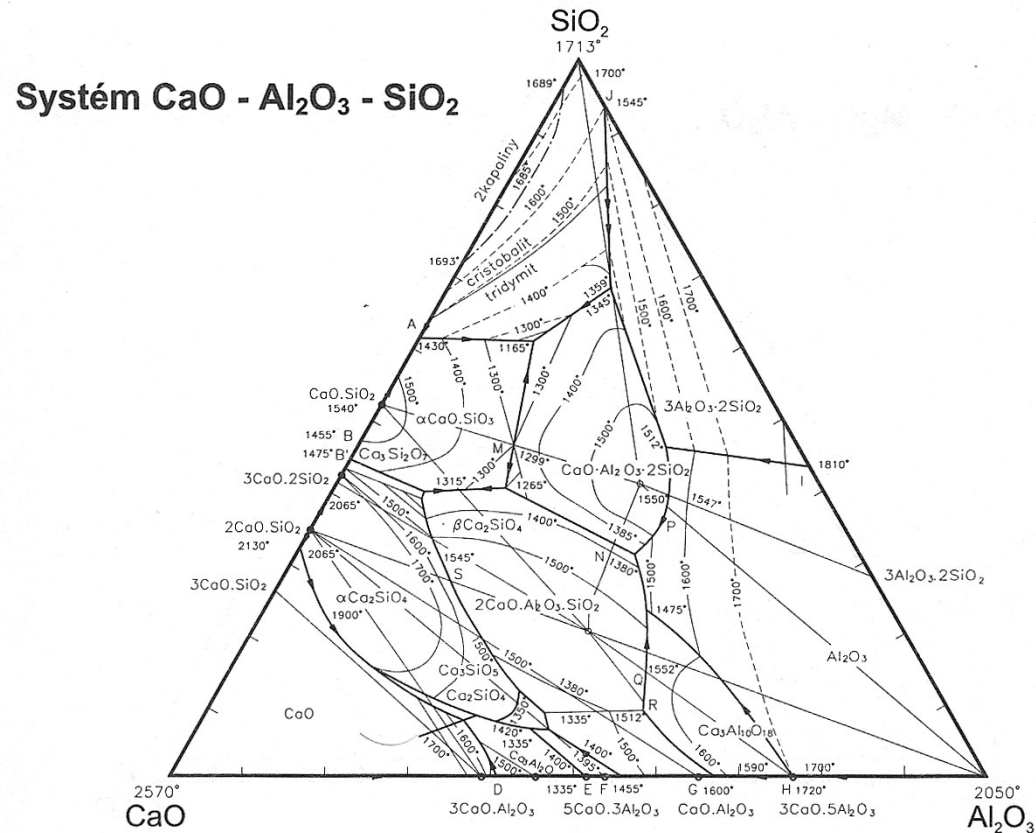
# Winklerův diagram



**A – základní jednoduché výrobky (plná cihla), B – zdící děrované a velkorozměrové výrobky, duté cihly, C – tenkostěnné výrobky, krytina. Podíl  $X_1$  – zrna pod  $2 \mu\text{m}$ ;  $X_2$  – zrna  $2 - 20 \mu\text{m}$ ;  $X_3$  – zrna nad  $20 \mu\text{m}$**

# 1.1.6 Chemické složení jílovinových zemin

- obvykle  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  a  $\text{Na}_2\text{O}$  - usuzujeme na technologické vlastnosti jílovinových zemin, zejména na jejich chování v žáru (slinování, žárovzdornost).
- Oxidy tavící (snižují teplotu slinutí směsi, resp. její žárovzdornost – podtržené) nebo opačně (zejména  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).
- Více tavících oxidů  $\Rightarrow$  lze očekávat vznik taveniny při nižší vypalovací teplotě.
- Glazury, žárovzdorná keramika.

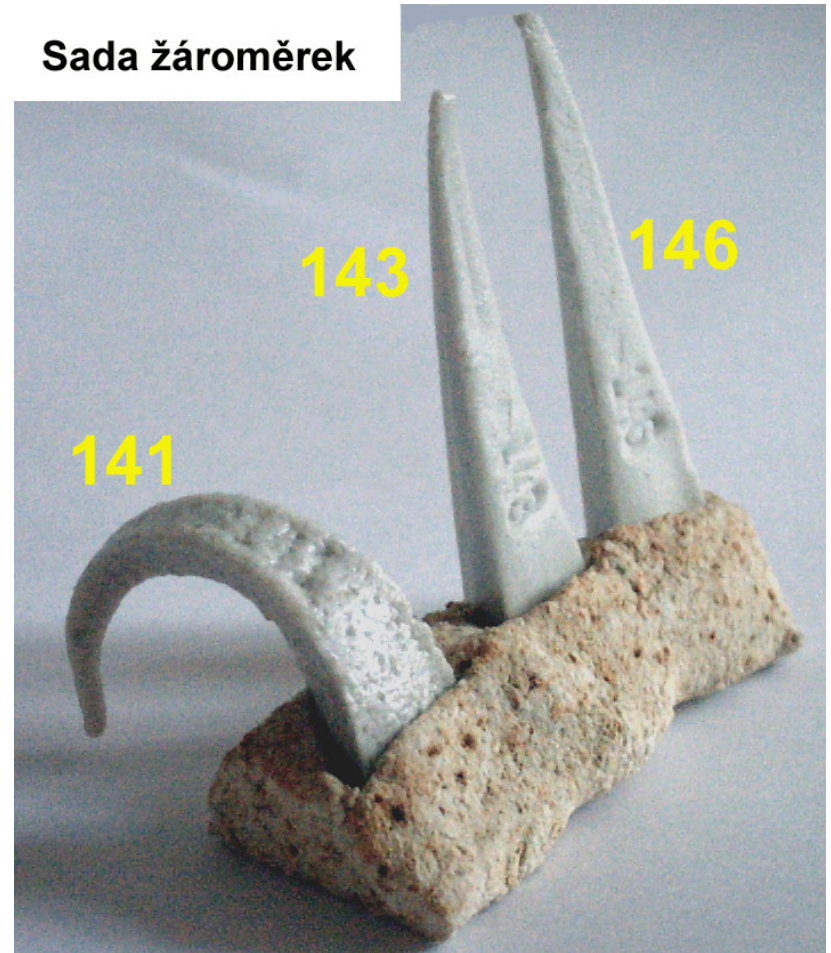


# Žárovzdornost a měření teploty

- **Žárovzdornost (Ž)** = schopnost materiálu odolávat vysokým teplotám.
- u jílovinových zemin určených pro žárovzdorné výrobky pomocí **žároměrek**.
- Indikací je ohnutí zkoušené a referenční žároměrky = **žároměrná deformace**.

$$\check{z} = \frac{113 + Al_2O_3 - RO}{4,48}$$

Sada žároměrek



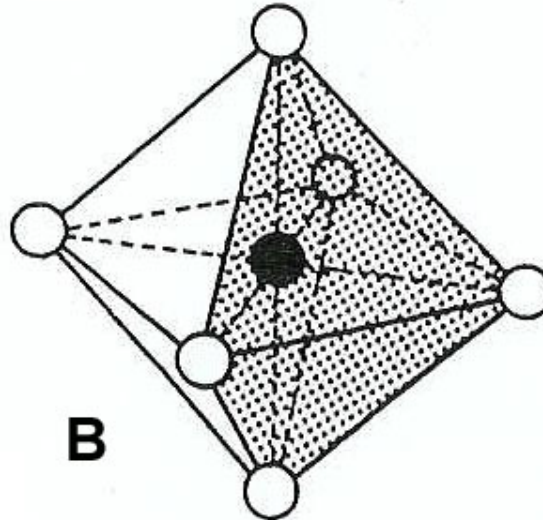
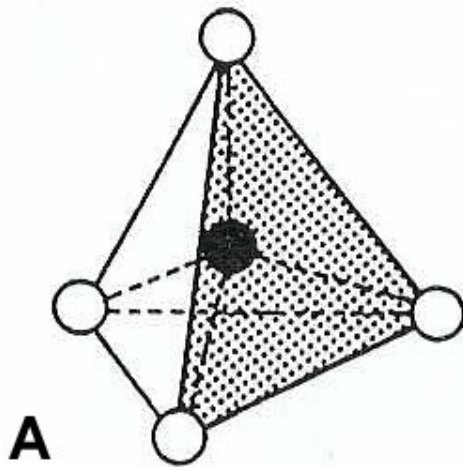
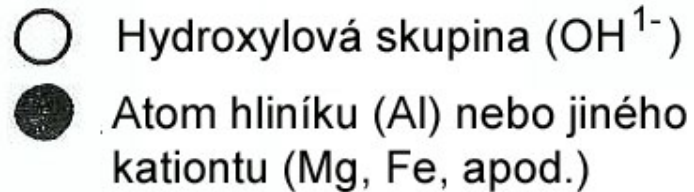
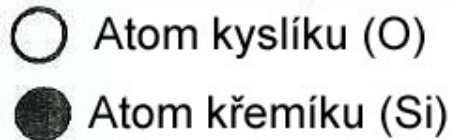


- **SiO<sub>2</sub>** – křemen nebo součást křemičitanů (jílové minerály, slídy, živce apod.). Vysoký obsah SiO<sub>2</sub> (nad 60 %) ⇒ možná menší citlivost k sušení, menší smrštění, menší mechanická pevnost (modifikační přeměny při výpalu). Příznivě působí na kyselinovzdornost střepeu.
- **Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** – vázán především v jílových minerálech, slídách a živcích. Vyšší obsah Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, pokud je vázán jílových minerálech, předpokládá vyšší plastičnost, citlivost k sušení a smrštění zeminy. Lze předpokládat i delší interval mezi teplotou slinutí a tavení a vyšší teplotu tavení. Střep po výpalu může mít světlejší barvu a vyšší pevnost. ↑ KTR střepeu
- **TiO<sub>2</sub>** - častá příměs zemin jako minerál rutil, anatas (TiO<sub>2</sub>) nebo titanit (CaO.TiO<sub>2</sub>.SiO<sub>2</sub>). Tavo a při vyšším obsahu barvivo.
- **Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** - hematit, krevel, limonit Fe(OH)<sub>3</sub>, magnetit Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, pyrit a markasit FeS<sub>2</sub>, vázán v různých hlinitokřemičitanech. Jemně rozptýlen zlepšuje plastičnost zemin. V redukční atmosféře (po redukci na FeO) při výpalu výrazný tavící účinek x hrozí nebezpečí nadýmání střepeu. Zabarvuje střep do červena až hněda podle prostředí výpalu a obsahu CaO a Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (zesvětlují střep).
- **CaO** - zkracuje interval slinutí. Příznivý na přídržnost glazury ke střepeu, snižuje kyselinovzdornost střepeu.
- **MgO** - tavo nad 1000 °C, nezkracuje interval slinutí jako CaO. Snižuje součinitel délkové teplotní roztažnosti (cordierit 2MgO.2Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.5SiO<sub>2</sub>).
- **K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O = alkálie** - součást především živců a slíd. Účinné tavící oxidy - zvyšují pevnost střepeu při dané teplotě výpalu, snižují žarovzdornost. K<sub>2</sub>O dává taveninu o vyšší viskozitě.
- Emise do životního prostředí - **fluor a síra**.

# 1.1.7 Mineralogické složení jílovinových zemin

Jíloviné zeminy mineralogicky směs:

- jílových minerálů – kaolinit, montmorillonit, illit, chlorit
- nejílových minerálů – křemen, slídy, živec, vápenec,...



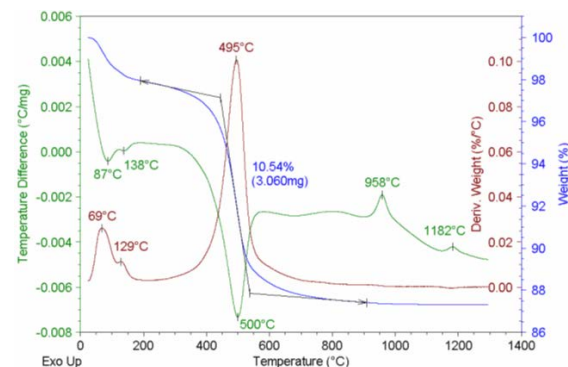
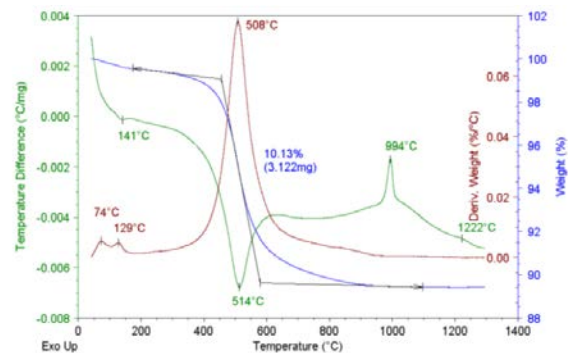
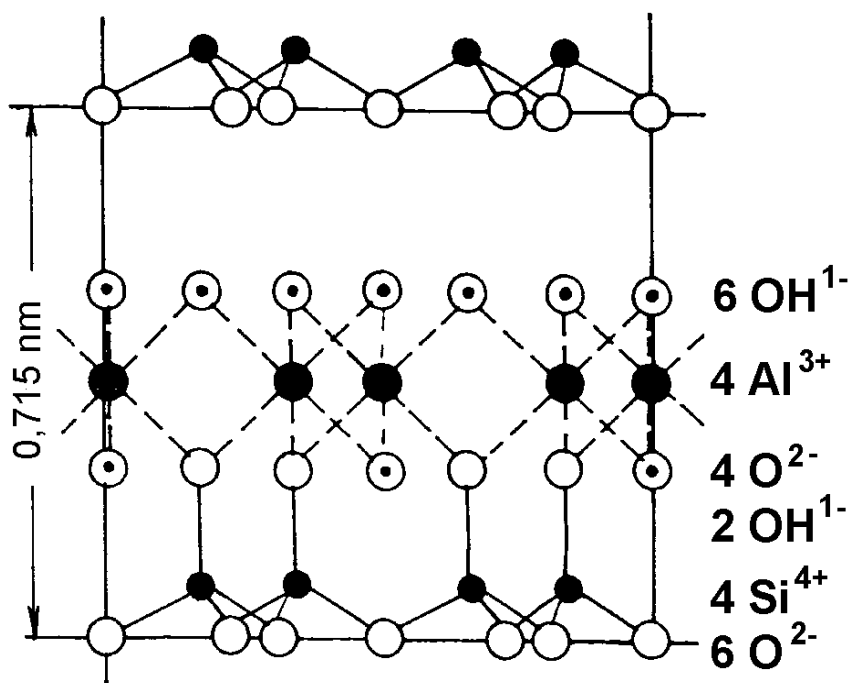
# 1.1.7.1 Jílové minerály

## 1) Skupina kaolinitu

- dvojrstvé jílové minerály - kaolinit a halloysit.

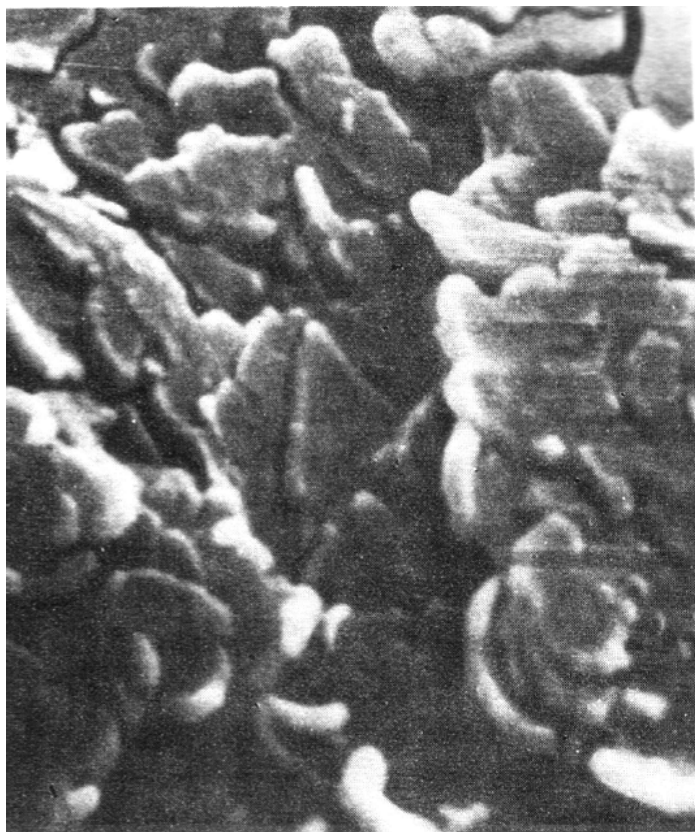
**Kaolinit** ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) - 45,9 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  a 54,1 %  $\text{SiO}_2$ . Tloušťka dvojrství 0,7 nm, včetně mezivrství 0,715 nm. Dva strukturální typy:

- **triklinický (T)** - velmi pravidelně uspořádaná dvojrství - dobře vyvinuté šestiboké lupínky. Ostré hrany zrn, větší krystaly,
- **pseudomonoklinický (PM)** - méně pravidelný, tenké hůře omezené lupínky. Vyšší plasticnost než T.

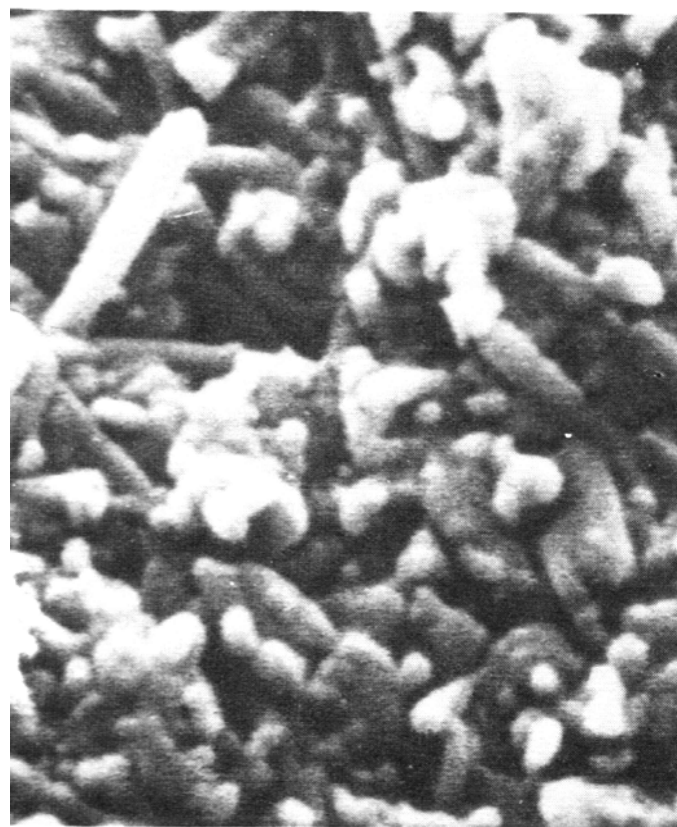


**Halloysit** ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) - struktura podobná kaolinitu.

- nepravidelně uspořádaná dvojvrstvy  $\Rightarrow$  možný vnik fyzikálně vázané vody (tloušťka 0,29 nm) - odchází při 60 - 100 °C.
- vzdálenost mezi dvojvrstvou je 1 nm.
- Trubičky  $\Rightarrow$  horší plastičnost než kaolinit.



kaolinit



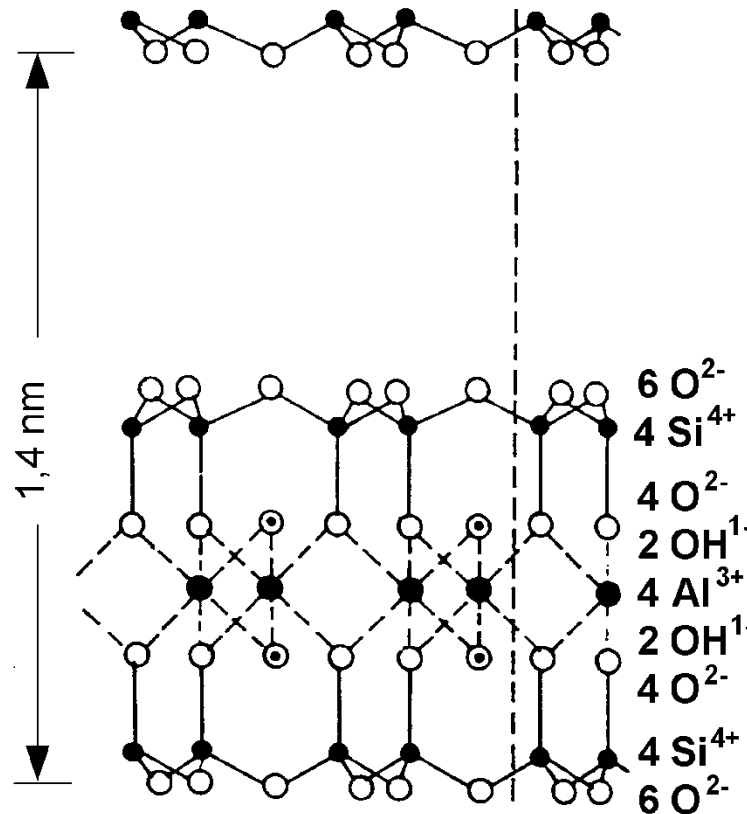
halloysit

## 2) Skupina montmorillonitu (smektity)

- montmorillonit, nontronit, saponit a jiné (trojvrstvé).

**Montmorillonit** (zjednodušeně  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ )

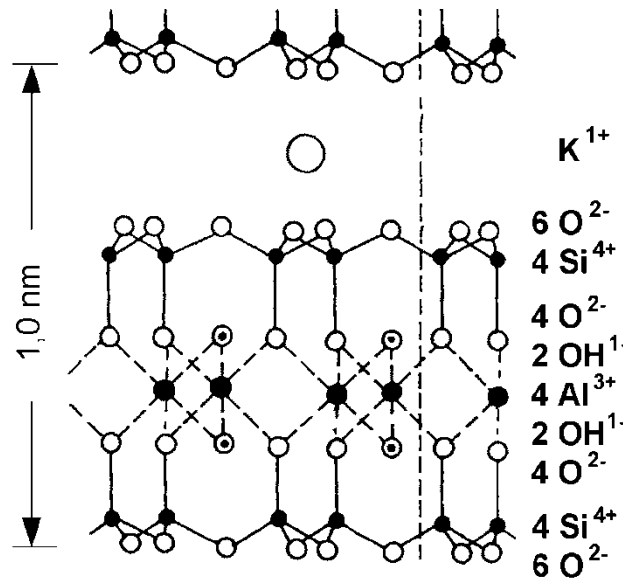
- tl. vrstvy 0,95 nm.
- Mezi trojvrstvím adsorbovány kationty (např.  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) obklopené vrstvami vody  $\Rightarrow$  zvýšení vzdálenost trojvrství průměrně na 1,4 nm (lab. podmínky), při zvýšení vlhkosti až 2 nm  $\Rightarrow$  značné bobtnání a velké smrštění sušením
- **bentonit.**



### 3) Skupina illitu (hydroslídy)

Illit (přibližně  $n\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) strukturně podobný montmorillonitu x křemíkové ionty v tetraedrech více (až 20 %) nahrazeny ionty hliníku → el. negativita vyvážena  $\text{K}^+$  mezi základní tvojrstvou.

- Draslík pevně poutá jednotlivá trojvrství ⇒ illit nebobtná (x montmorillonit).
- častý minerál v cihlářských surovinách (lepší plastičnost než kaolinit).



### 4) Skupina chloritu

Dva strukturní typy:

- kaolinitický typ - v Al-oktaedrech všechna místa obsazena atomy hořčíku (méně často atomy železa, hořčíku a vápníku) - chrysotil ( $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).
- odlišná struktura od ostatních jíł. minerálů – trojvrství Si-tetraedry + Mg-oktaedry, + samostatná vrstva brucitu  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  - pennin, prochlorit apod. přibližně  $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \cdot 3\text{Mg}(\text{OH})_2$ .

# Vlastnosti jílových minerálů

## a) Měrný povrch

	<b>Měrný povrch [m<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup>]</b>	<b>Průměrná velikost krystalů [μm]</b>
kaolinit	řádově 10 (10 - 40)	0,1 - 2,0 (hrubé až 10)
montmorillonit	500 - 900	pod 0,1 (řádově až 0,00x)
illit	70 - 150	pod 1
chlority	řádově 100	do 5

## b) Chemické složení

	<b>SiO<sub>2</sub></b>	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>CaO</b>	<b>ostatní</b>	<b>H<sub>2</sub>O</b>
kaolinit (teoreticky)	46,5	39,5				14,0
kaolin	45 - 49	38 - 35	0,02 - 2,00	0,1 - 1,0	5 - 1	12 - 15
montmorillonit	50 - 55	16 - 20	0,06 - 6,00	0,5 - 3,0	4 - 6	8 - 23
illit	54 - 58	21 - 35	3 - 8	1 - 2	4 - 7	4 - 10

## 1.1.7.2 Nejíllové podíly jílovinových zemin

- větší zrna (prachovina nebo pískovina) - zrna minerálů matečných hornin (nezvětralá) nebo zrna vzniklá v průběhu sedimentace (např. vysrážením chemickou reakcí).
- potíže při výpalu (objemové změny), příznivé při sušení - ↓ citlivost k sušení, smrštění sušením
- Často propůjčují zeminám charakteristické zbarvení.
- Identifikace - síťový rozbor plavením - zbytek např. na síť 0,063 mm.
- **Křemen** ( $\beta\text{-SiO}_2$ ) - bezbarvá, žlutavá až růžová tvrdá (tvrdost 7) zrna, nesnadno držitelná. Velmi jemně rozptýlený  $\Rightarrow$  možná nižší teplota tavení zeminy (eutektické taveniny). Ostrohranný (nakypřuje zeminu, výrazněji snižuje citlivost k sušení) nebo zaoblený (zemina je hutnější, hůře se rozdělává na plastické těsto).



- **Živce** - žlutá až masově červená zrna, někdy se slabým leskem. Menší tvrdost než křemen. Lehce roztavitelný v platinovém kelímku. Vyšší množství (např. v kameninových jílech) snižuje teplotu slinutí střepu i žárovzdornost. Ortoklas ( $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ ) a albit ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ ).



## 1.1.7.2 Nejíllové podíly jílovinových zemin

- **Slídy** - tmavá muskovit ( $K_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$ ) nebo světlá biotit ( $K_2O \cdot 3(Fe, Mg)O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$ ) - lesklá šupinová zrnka (zrcátka) patrná pouhým okem.



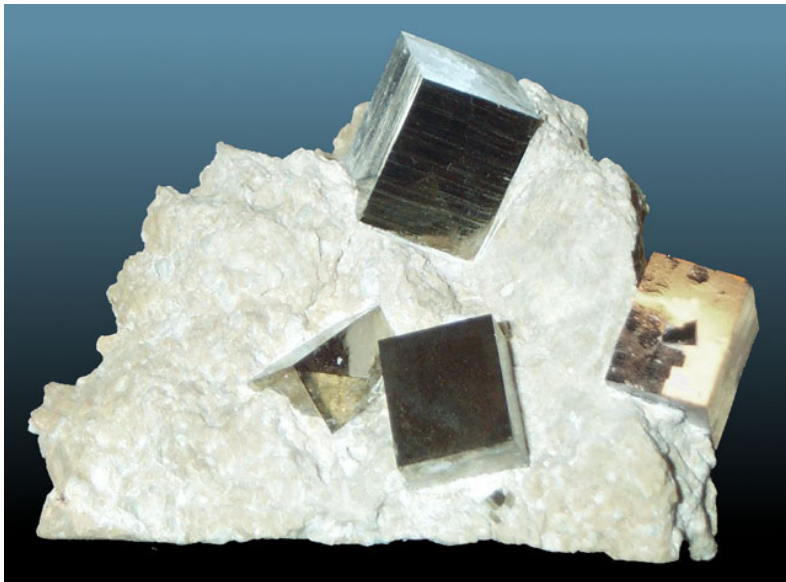
**Vápenec** ( $CaCO_3$ ) - slabě lesklá a neprůhledná zrna (bílá, světle až tmavě šedá, někdy až do žlutá a červená), někdy v podobě úlomků lasturek a skořápek. Reakce s HCl. Nebezpečí cicvářů, vyšší spotřeba energie při výpalu + pórovitost střepe. Eutektické tavení zkracující interval slinutí.

**Dolomit** ( $CaMg(CO_3)_2$ ) - barvy obdobné kalcitu. Rozpouští se v HCl až po zahřátí.



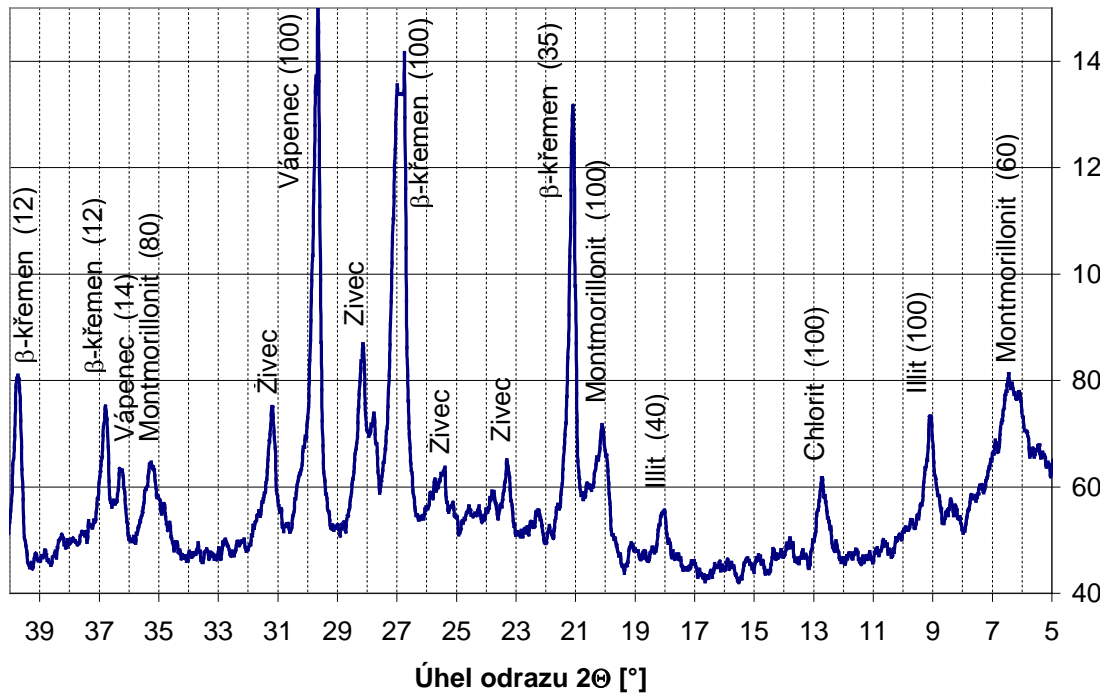
## 1.1.7.2 Nejíllové podíly jílovinových zemin

- **Organické látky** - zuhelnatělé zbytky rostlin (C, N, H, S, O), se stářím roste podíl uhlíku. Dávají zemině barvu šedohnědou, šedomodrou až černou. Bitumenózní (vyhoří 200 - 400 °C), huminové (400 - 700 °C) a antracitické (700 - 1040 °C). Při výpalu redukční prostředí  $\Rightarrow$  za přítomnosti oxidů železa lepší slinutí střepu s rizikem nadýmání.
- **Hydroxidy železa** - temně rezavé zbarvení, zrna měkká a snadno drtitelná. Zabarvují zeminu do okrové až hnědé barvy. Goethit, limonit a lepidokrok (FeO(OH)).
- **Další minerály** - hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), rutil, anatas ( $\text{TiO}_2$ ), hydroxidy hlinité - Hydrargillit ( $\gamma\text{-Al(OH)}_3$ ), Diaspor ( $\alpha\text{-AlO.OH}$ ), Böhmit ( $\gamma\text{-AlO.OH}$ ) a často škodliviny - sádrovec ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), pyrit nebo markasit ( $\text{FeS}_2$ ), siderit ( $\text{FeCO}_3$ ), apod.

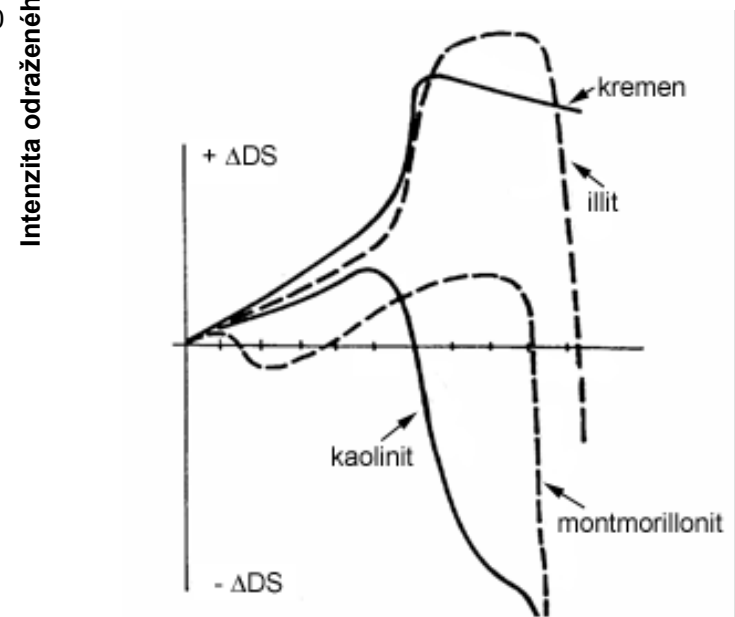
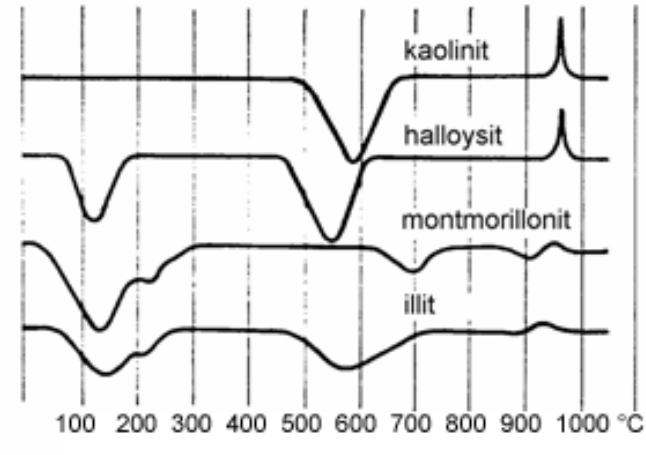


# 1.1.8 Metody stanovení vlastností jílovinových zemin

RTG



DTA



DKTA

## 1.1.8.1 Technologické vlastnosti

- **Granulometrie**
- **Reologické vlastnosti** – viskozita břečky, ztekutitelnost, deformační poměr, odleživost, vaznost, ...
- **Vlastnosti ve vztahu k sušení** – citlivost k sušení, délkové změny sušením, pevnost výsušků, ...
- **Vlastnosti po výpalu** – NV, PZ, ZH, OH, zž, DP, DC, slínavost, pevnost, mrazuvzdornost, chemická odolnost, ...

# 1.1.9 Výskyt a vlastností jílu a kaolinů v ČR

## 1.1.9.1 kaoliny

## 1.1.9.2 jíly



# 1.1.9.1 Kaoliny

## **Roční těžba asi 3 mil. tun**

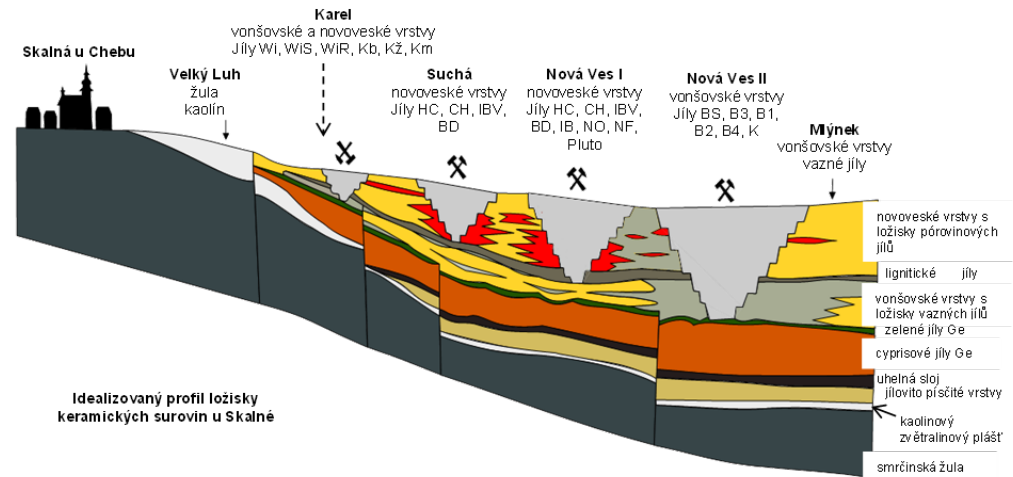
- **Karlovarsko** - povrchové lomy (nadloží 15 – 20 m a ložisko mocnost v průměru 50 m (výjimečně 100 m). *Spíše pM - typ.* Plavírny – Božíčany a Sadov. Značky - Sedlec Ia, Imperial, Premier a T 79 (glazury, jemná keramika, porcelán, zdravotnická keramika), OT 82, resp. 80 (papírenské, žárovzdorná keramika - vysoký obsah  $\text{Al}_2\text{O}_3$  a málo alkálií).
- **Plzeňsko** - Horní Bříza, Kaznějov a Chlumčany (i plavírny). Mocnost ložisek 15 – 60 m. *Spíše T - typ.* Značky - DS, DSA (obkládačky a dlaždice, zdravotnická keramika, glazury), SP EX, G III (licí suspenze) a G II (nízkoplastická složka do obkládaček a dlaždic). V keramice asi 17 % produkce (papírny 48 %, výroba skleněných vláken 23 %, gumárny 5 %).
- **Podbořansko** - Krásný Dvůr, Hlubany, Nepomyšl (i plavírny). Často příměs montmorillonitu (méně i chloritu) a živců. Vysoká pevnost výsušků a bělost střepeu po výpalu. Značky - KD (plastické vytváření, horší litelnost), Ia/IV a KDG (porcelán, žáromateriály, glazury), KD4/a nebo b (obkládačky a dlaždice).
- **Únanov**

# Kaoliny v ČR

	Lokalita	Karlovarsko			Plzeňsko			Podbořansko		
	Značka	Sedlec Ia	Premier	OT 82	DS	SPEX	G II	KD	KDG	KD4/a
[%]	SiO <sub>2</sub>	46,8	46,5	45,6	50,0	50,5	59,0	55,5	52,8	54,6
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	36,6	36,6	37,2	34,0	34,5	28,0	31,0	33,0	31,8
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,85	0,95	1,00	0,60	0,8	0,50	0,80	0,50	0,50
	TiO <sub>2</sub>	0,25	0,30	0,50	0,90	1,20	1,00	0,40	0,40	0,40
	CaO	0,70	0,70	0,50	0,20	0,06	0,06	0,20	0,10	0,10
	MgO	0,45	0,45	0,60	0,20	0,17	0,16	0,40	0,30	0,30
	K <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O	1,15	1,20	1,10	2,40	1,47	1,80	1,00	0,70	0,70
	zž	13,2	13,3	13,3	11,5	11,8	9,0	10,7	12,2	11,6
	- kaolinit	91	88	90	70	83	67	87	91	87
	- křemen	2	3	2	5	13	28	8	6	9
- slída + živec	7	9	8	25	4	5	5	3	4	
Smrštění sušením [%]	7,5	6,9	7,8	5,1	3,5	3,4	7,6	6,0	5,0	
R <sub>fs</sub> výsušku [MPa]	2,2	1,6	1,5	1,2	0,5	0,2	3,0	2,1	2,1	
Měrný povrch [m <sup>2</sup> .g <sup>-1</sup> ]	17,5	16,0	18,2							
Výpal [°C]	1200	1200	1200	1250	1250	1250	1200	1200	1200	
Smrštění pálením [%]	8,5	9,8	9,7	11,9	8,5	7,2	9,8	9,0	8,0	
R <sub>f</sub> střepu [MPa]	90,3	73,8	25,4							
Nasákavost [%]	13,4	14,2	12,9	9,2	17,3	17,6	10,5	11,5	12,2	

# 1.1.9.2 Jíly

- **Žárovzdorné jíly** - výroba šamotu a lupků. Zásoby v ČR asi 20 milionů tun. Křídové oblasti (Březinka, Mladějov, aj.) a v permkarbonu (kladensko – rakovnická oblast). Chebsko (Skalná), Žatecko, okolí Velkých Opatovic a v jižních Čechách (Borovany), východ Prahy (Brník, Vyšehořovice)
- **Pórovinové jíly** - chebská pánev, okolí Kostelce nad Černými lesy, jihočeská pánev a oblast lounsko – podbořanská.
- **Kameninové jíly** - výroba kameninového zboží a výroba dlaždic. **Chebská pánev**, Mostecko, Chomutovsko (často nadloží uhelných vrstev), Plzeňsko (Žilov), oblast Šatov – Poštorná a jihočeské pánve (Borovany).



- **Cihlářské zeminy** - výpal do 1100 °C, jíly, slíny, hlíny, spraše. Zásoby po celé republice (1,7 miliard m<sup>3</sup> v 320 lokalitách, těží se v 73 místech, objemu 1,9 mil. m<sup>3</sup> ročně).
- **Bentonity** - těženy a upravovány především v oblasti severních Čech od roku 1953 (Obrnice u Mostu). Slévárnství, vysoušedlo, rekultivační materiál pro důlní výsyvky a písčité půdy, náplně čistíček odpadních vod, v chovatelských potřebách jako stelivo pro domácí kočky,.... Obsah montmorillonitu 65 - 80 %.



Označení suroviny		WP	AG	W-super	PN-4	B1	Ži-Č	MIC
[%]	SiO <sub>2</sub>	70–78	56,10	50 – 55	68 – 76	49,3	60,7	52,7
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18–24	26,80	<b>min. 41</b>	21 – 27	<b>32,9</b>	19,4	30,2
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,7–1,1	1,89	max. 1,5	max.1,0	2,6	<b>8,2</b>	2,4
	TiO <sub>2</sub>	0,7–0,9	1,12	1,4	1,4	0,8	1,2	1,7
	CaO	0,2	0,75	0,2	0,1	0,1	1,0	0,2
	MgO	0,1	0,72	0,2	0,1	0,3	0,3	0,4
	K <sub>2</sub> O	0,6	<b>4,82</b>	0,6	0,5	2,0	3,3	1,7
	Na <sub>2</sub> O	0,1		0,1	0,1			
	Ztráta žháním	7–9	7,80	12 – 14	7 – 9	12,4	5,2	10,7
	Obsah karbonátů	do 0,1		do 0,1	do 0,1			
	Organické látky	1 - 2		0,4 – 0,7	0,4			
Jílové minerály	50		85 – 90	55	64,3	61,0	83,5	
Křemen	40		1 – 5	40	31,6	37,0	8,5	
Živec	-		-	-	4,1	2,0	8,0	
[%]	Zbytek 0,09 mm	1-5	2,7	0 – 1	0,1	1,2	6,1	5,0
	Částice > 63 μm	36,8		0,4	35			
	40 – 63	5,0		1,6	4,9			
	20 – 40	7,4		4,4	5,5			
	10 – 20	8,2		9,3	4,1			
	4 – 10	9,7		18,1	7,6			
	2 – 4	7,2		16,2	8,5			
	< 2	25,7		50	34,4			
Smrštění sušením [%]		4 – 5	4,0	3 – 4	2	4,8	3,6	7,5
Pevnost v ohybu suš. MPa		1,1	2,1	0,5	0,3	2,8		3,2
Žárovzdornost [°C]		1670	<b>1580</b>	<b>1750</b>	1680	<b>1720</b>	<b>1350</b>	1650
Výpal na 1250°C								
Smrštění celkové [%]		7	7,8	11 – 13	3	10,5	7,2	13,0
Nasákovost varem [%]		<b>15 - 17</b>	<b>1,3</b>	8 - 10	14	<b>0,9</b>	<b>2,4</b>	1,0

**WP** – pórovinový jíł, velmi svítle se vypaluje, vhodný pro obkladačky (Brník).

**AG** – kameninový jíł pro výrobu stavební keramiky, dlaždíc (chebská oblast).

**W super** – žárovzdorný jílovec, vhodný pro pálený lupek a do všech keramických hmot i pro rychlovýpal (Brník).

**PN 4** – žárovzdorný jílovec, málo plastický, pro jednožárové obkladačky i pro lupek (Brník).

**B1** – žárovzdorný vazný jíł, dobře slínavý (chebská oblast).

**Ži-Č** - kameninový jíł (plzeňská oblast).

**MIC** - kaolinitický žárovzdorný vazný jíł tzv. modřice (Borovany).