

# **STAVEBNÍ HMOTY I**

## 10. Přednáška

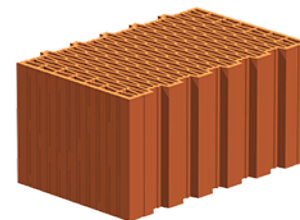
Keramika, Sklo

# KERAMICKÉ SUROVINY A TECHNOLOGIE

---

**Keramika:** anorganický nekovový materiál, více či méně porézní, křehký, tvrdý, ve vodě nerozpustný, chemicky odolný, tepelně odolný, špatně vede teplo a vůbec nevede elektřinu

**Tradiční keramika:** na bázi jílu (oxidová ker.)



**Technická keramika:** speciální materiály – velmi tvrdé, odolné velmi vysokým teplotám – např. brusiva, magnetické materiály, řezné materiály...  
karbidy, nitridy



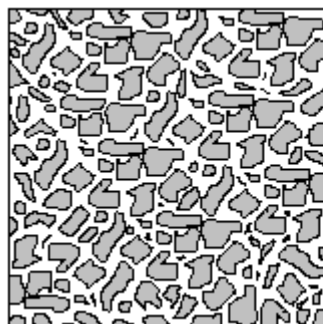
# Tradiční jílová keramika

- červený střep (surovinou je jíl/hlína s obsahem Fe)  
cihlářské zboží  
kamenina
- bílý střep (hlavní surovinou je kaolín)  
porcelán, sanitární keramika, pórovina – obkladačky

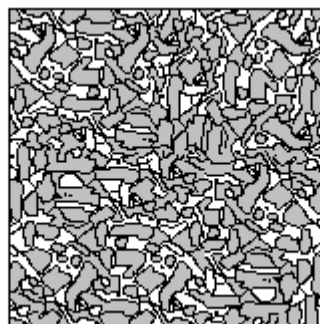


## Výroba keramiky ve zkratce:

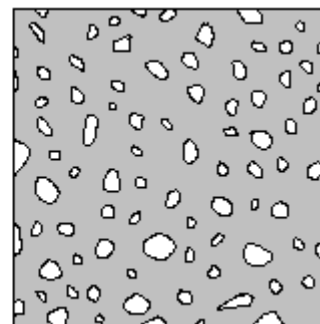
1. jíl a další suroviny se smíchají s vodou na „těsto“
2. tvarování výrobku
3. sušení – odchod „záměsové“ vody
4. výpal – suroviny **slinou** na výslednou hmotu



částice suroviny



sušení (částice se přiblíží)



výpal – částice slinou

# Keramické suroviny

- plastická surovina: jíl/hlína  
dává keramickému těstu plasticitu  
při výpalu slinuje a tvoří základ keramického výrobku  
při výpalu a sušení se **smršťuje** (praskání)
  - ostřivo: písek, popílek  
při výpalu „nic nedělá“  
funkce: snižuje smrštění („ředí“ plastickou surovinu),  
tvoří plnivo, zlepšuje „odformování“ těsta
- 
- tavivo: živec (teplota tání cca 1200 °C) (těží se)  
je v porcelánu, sanitární keramice a kamenině  
při výpalu se roztaví – vytvoří „lepidlo“ mezi částicemi  
jílu a ostřiva  
snižuje porozitu, zvyšuje pevnost
  - lehčivo něco hořlavého - piliny, sláma, uhelný prach...  
používá se v cihlách – lehčivo při výpalu vyhoří, zvýší  
porozitu – sníží tepelnou vodivost

VŽDY

# Plastické suroviny – jíly a hlíny

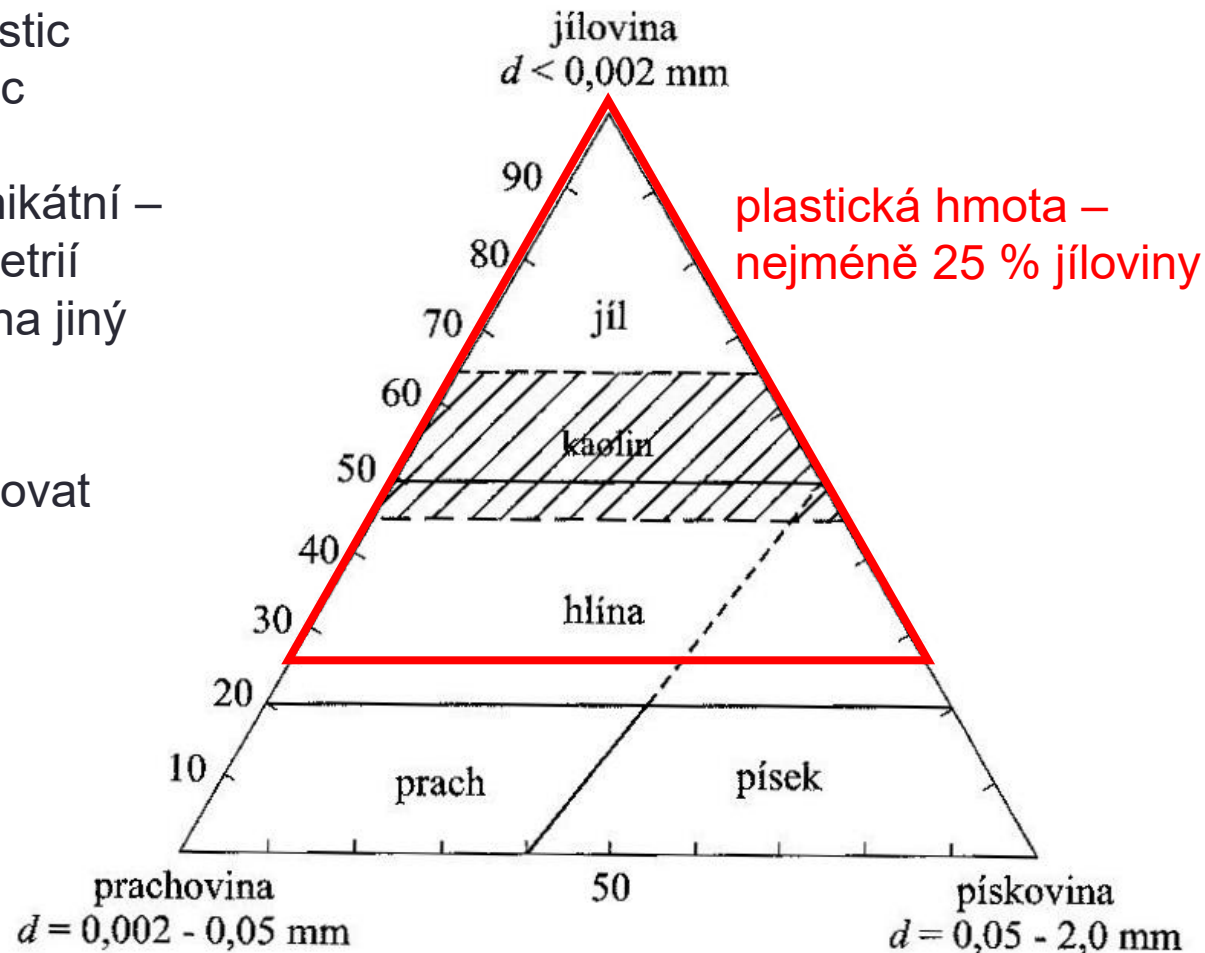
- obsahují tři druhy částic – jílovina (částice jílových minerálů)
  - prachovina a pískovina – zrna křemene a živců

**hlína:** 20-50 % jílovinových částic

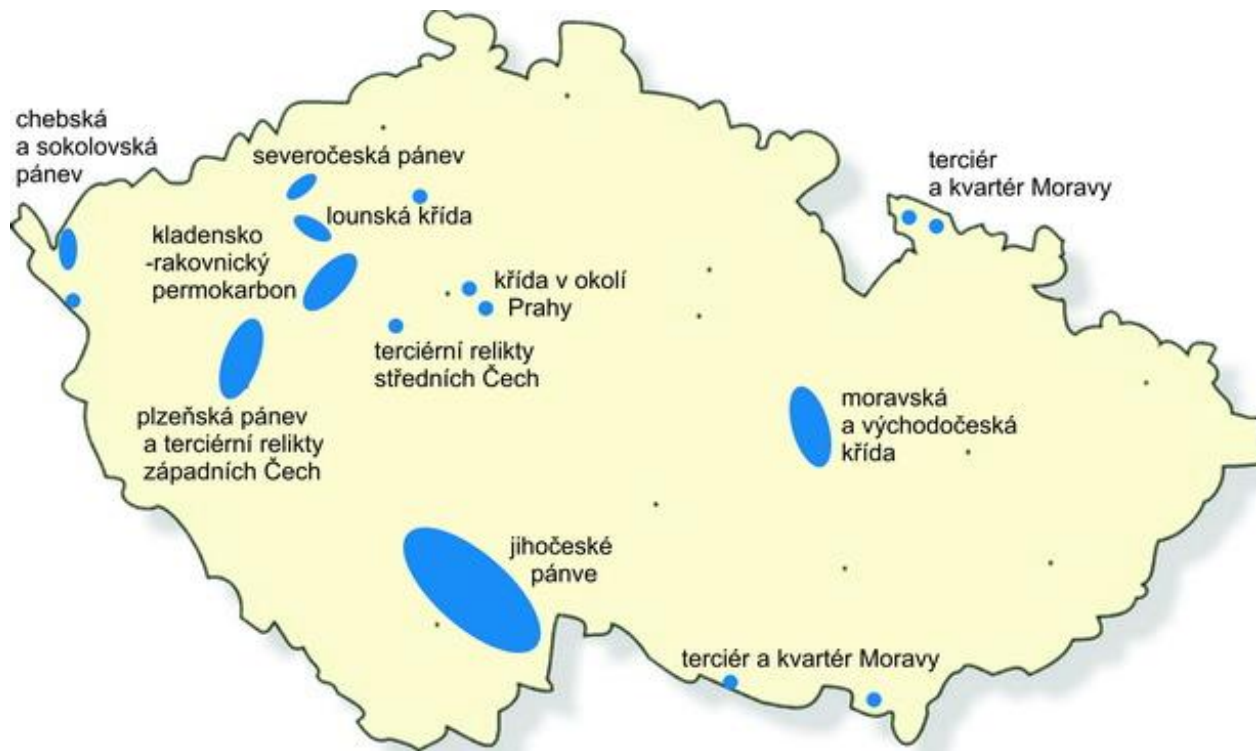
**jíl:** 50-100 % jílovinových částic

- každé ložisko jílu/hlíny je unikátní – liší se složením a granulometrií
- každé ložisko se tedy hodí na jiný druh výrobků

Plastická surovina musí obsahovat alespoň 25 % jílovinu (jinak není plastická...)



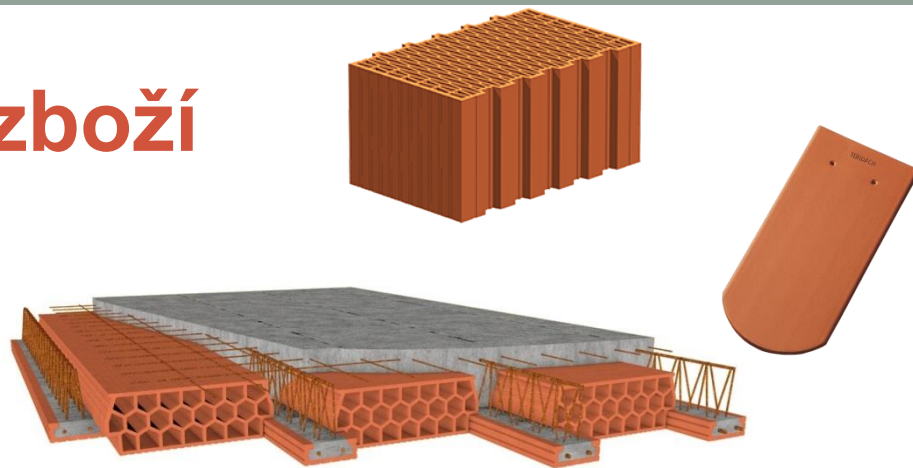
# Oblasti s významnými ložisky jílu a hlín



Cihlářské hlíny se historicky těžily téměř všude, dnes je většina velkých cihelen situována rovněž ve výše znázorněných oblastech.

# Výroba cihlářského zboží

- cihly všeho druhu, stropní prvky, střešní tašky, drenážní trubky...
- porézní střep – vysoká nasákavost, riziko poškození mrazem + nízká tepelná vodivost
- našťestí - porozitu (mrazuvzdornost, prosákavost) lze regulovat pomocí granulometrie suroviny (tašky)
- surovina: cihlářská hlína – buď obsahuje přirozeně i ostřivo, nebo se musí přidávat (písek, popílek...)
- těží se přímo v lokalitě cihelny, po natěžení se nechá ležet na **haldě** – promíchávání, homogenizace, rovnoměrné rozložení vlhkosti, bobtnání jílu

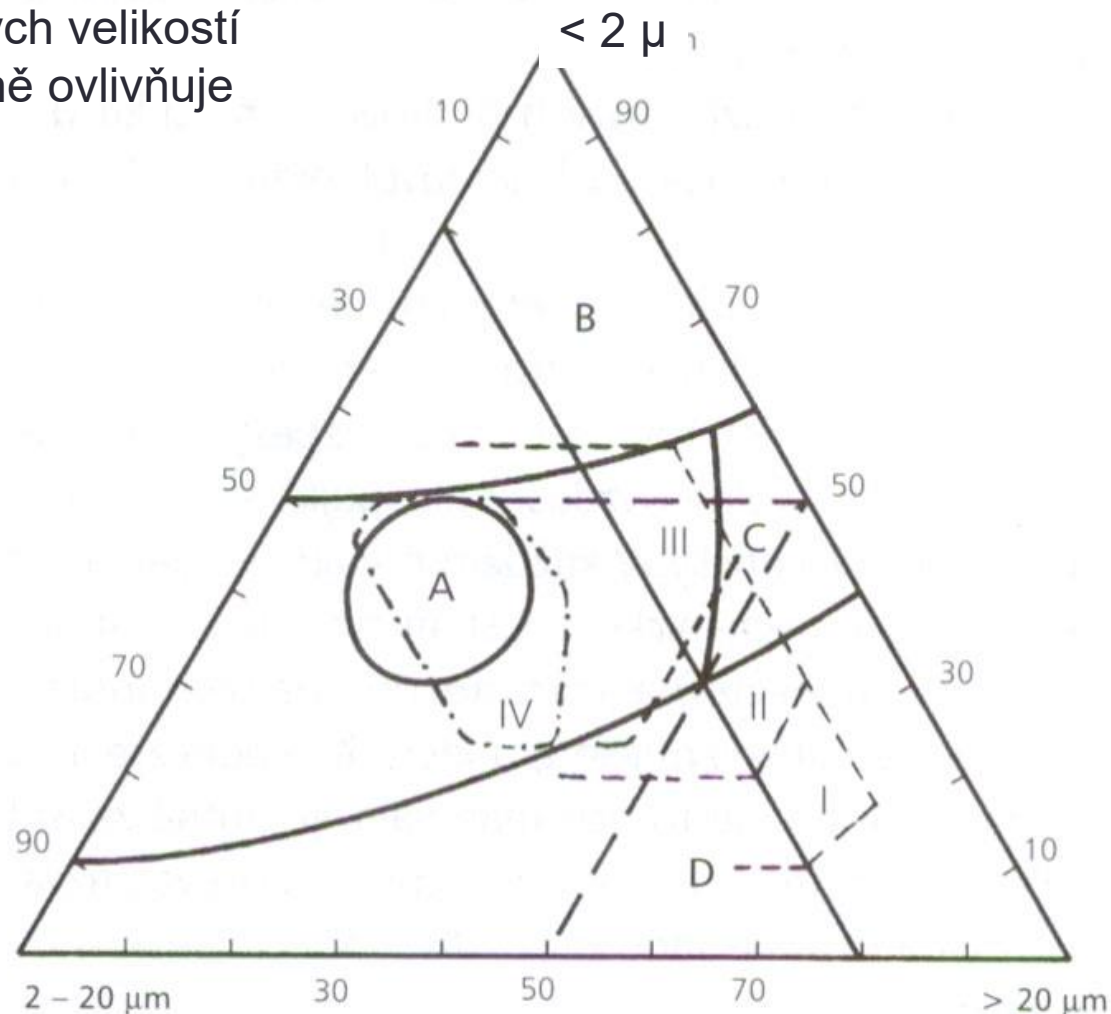


# Výroba cihlářského zboží – krok stranou: Winklerův diagram

- ukazuje, jak poměr různých velikostí částic v cihlářské surovině ovlivňuje vlastnosti výrobku

A: nejhutnější střep  
B: vysoké smrštění

- I. plné cihly
- II. děrované cihly
- III. tašky
- IV. stropní prvky





- Příprava suroviny: mletí na kolovém mlýně, protlačování, případně přidání ostřiva  
cílem je homogenizace a zjemnění částic



*kolový mlýn*



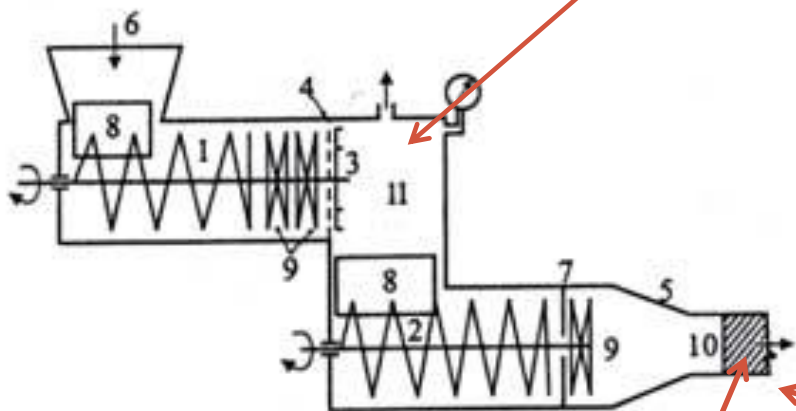
*protlačování*

- **odležení** namíchané suroviny v kryté hale – homogenizace, dosažení optimální vlhkosti



# Výroba cihlářského zboží – vytváření výrobků: protlačování

- cihly, trubky, stropní tvarovky
- vakuový šnekový lis: vakuová komora (11) omezuje výskyt bublin ve výrobku



Obr. 3.2 - 13: Schéma vakuového šnekového lisu.  
1) mísicí šnek, 2) lisovací (výtláčový) šnek,  
3) odřezávací rozeta ve vakuové komoře,  
4) protlačovací síto, 5) lisovací hlava, 6) podávací otvor, 7) protinože, 8) podávací válec, 9) koncová hlava šneku, 10) ústí lisu, 11) vakuová komora

*formy na děrované  
cihly*



# Výroba cihlářského zboží – vytváření výrobků: lisování

- nejprve protlačení polotovaru, nařezání, poté lisování – střešní tašky



# Výroba cihlářského zboží – sušení

- při sušení se snižuje obsah vlhkosti z původních cca 20 % na cca 1 %
- odchod vody způsobuje **smršťování** výrobků (cca o 5 %) – riziko **praskání**
- suší se horkým vzduchem 10-20 hodin v **tunelové** nebo **komorové sušárně**



*výsušky na dopravníku vjíždějí  
do tunelové sušárny*

# Výroba cihlářského zboží – výpal

- **tunelová pec** vytápěná plynem (předehřívací, žárové, chladicí pásmo)
- teplota 900 – 1000 °C
- dochází k přechodu z plastické hmoty na křehký keramický výrobek
  - dehydratace jílu
  - slinutí částic, vznikají i nové minerály
  - může dojít k částečnému roztavení suroviny
- pokud se používá lehčivo (zdicí prvky), tak vyhoří a vzniknou další póry

Následuje:

kontrola kvality  
balení  
expedice



# Výroba cihlářského zboží – historie



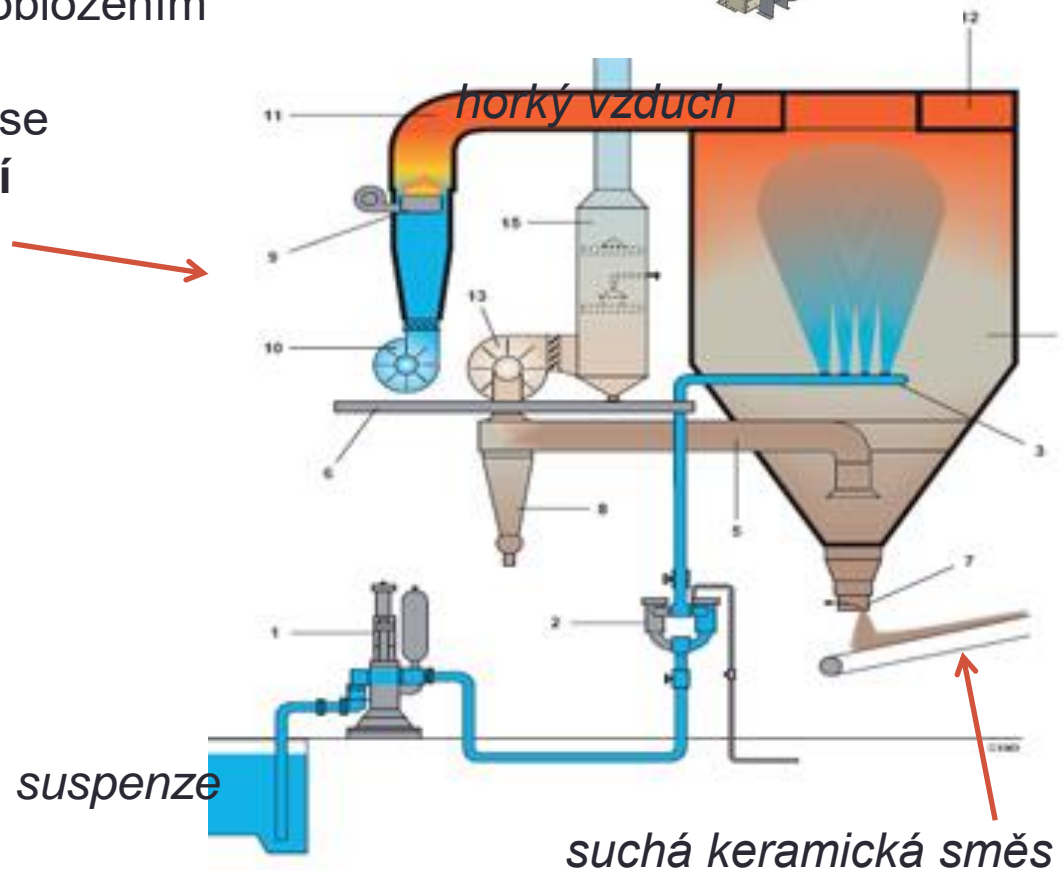
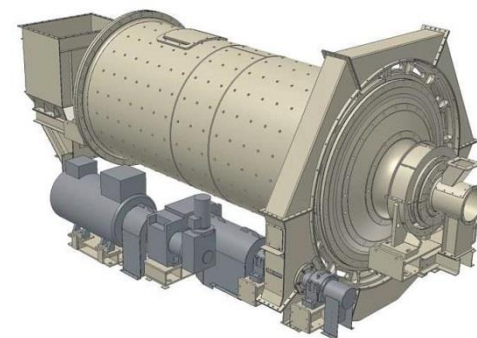
Ringofen von Hoffmann (Vertikalschnitt)

Ringofen von Hoffmann (Horizontalschnitt)

*kruhová pec – proces koloval „kolem“ pece*

# Výroba keramických obkladových prvků

- používá se „pórovinový jííl“ (směs vhodných jííl), křemenný písek a vápenec jako ostřivo, živec jako tavivo
- suroviny se melou v **mokrém kulovém mlýně** s keramickými mlecími tělesy a obložením
- výsledná suspenze (95 % voda) se odvodňuje pomocí **rozprašovací sušárny** na vlhkost do 5 %
- **lisování prášku**



- sušení
- nanášení **engoby** – tenká povrchová vrstva z jemné keramické směsi – po výpalu vytvoří kompaktní povrchovou vrstvu (nanáší se pomocí stékající suspenze)



- povrchová úprava – tisk vzoru (gumové válce, sítotisk, „laserová“ tiskárna)



- výpal cca 1200 °C v tunelové peci
- výpal buď jeden (na konci), nebo dvojitý – před povrchovou úpravou a po ní



# Výroba porcelánu a sanitární keramiky

- hlavní surovina – kaolín (min. 80 % minerál kaolinit, zbytek křemen, živce, jíly...)
- kaolín: při výpalu poskytuje výrobku pevnost, teplotní a chemickou odolnost

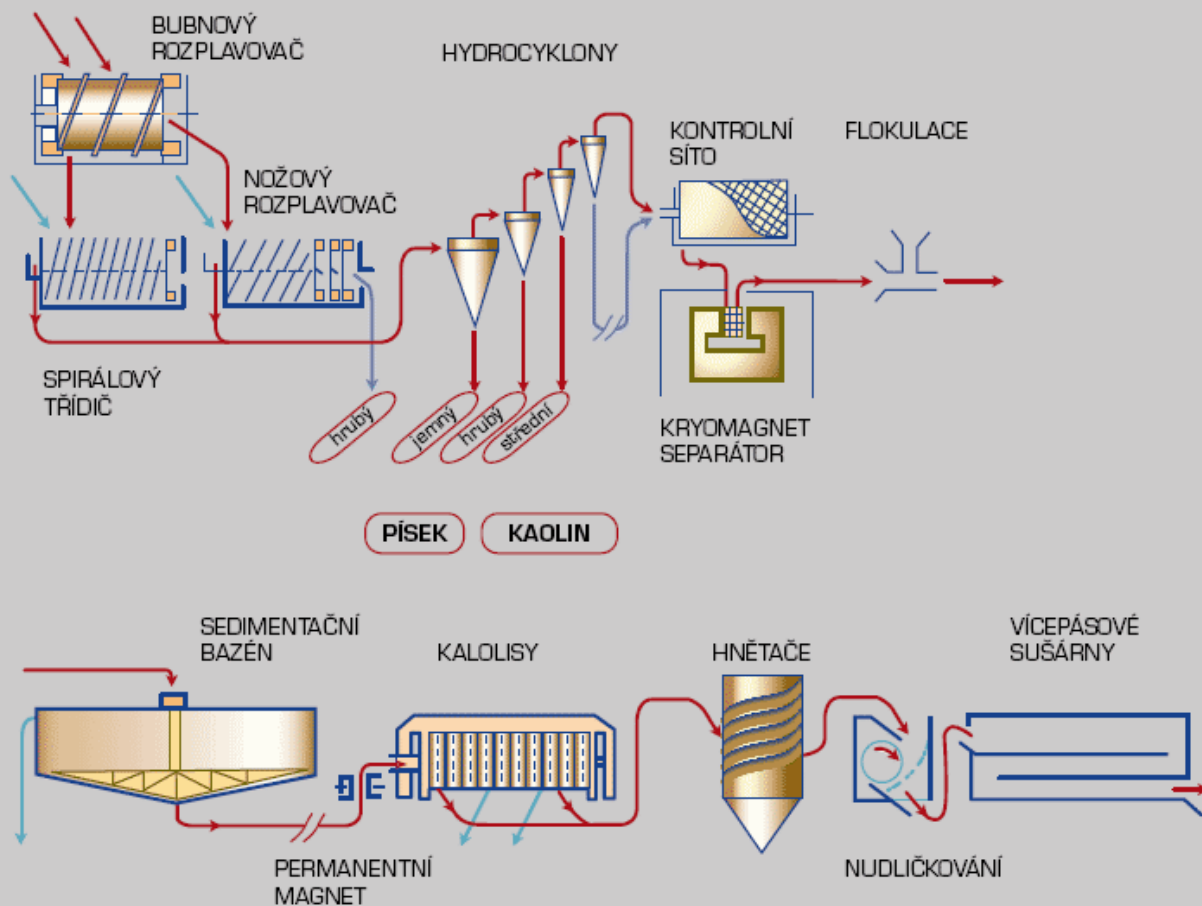


*ložiska kaolínů v CR*

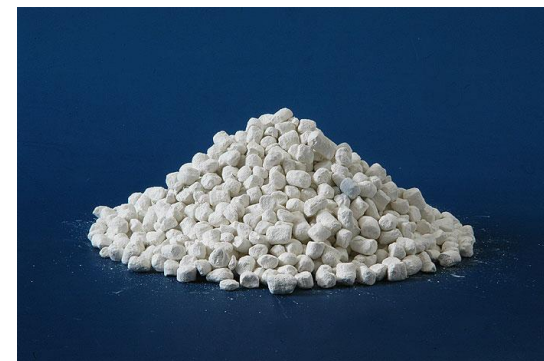


*ložisko kaolinu Božičany*

# Úprava kaolínu - plavení



- z přírodního kaolínu se odstraňují barvicí nečistoty (Fe), kameny, písek
- produktem plavení jsou nudličky nebo prášek

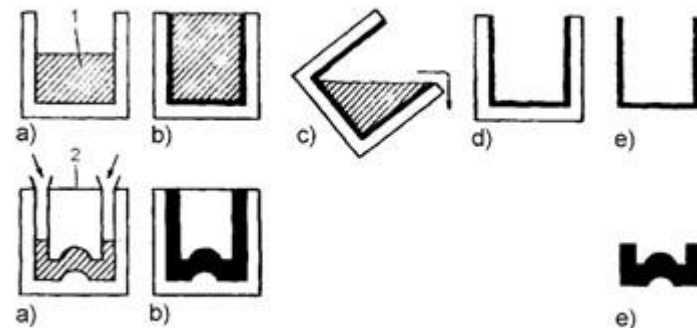


- použití plaveného kaolínu: keramika, žáruvzdorné hmoty, plnivo papíru a pryže, složka nátěrových hmot

# Výroba porcelánu a sanitární keramiky

- surovina: kaolín, živec jako tavivo, křemenný písek jako ostřivo
- mletí v mokrém kulovém mlýně
- vytváření výrobků: **lití suspenze – na střep**

– na jádro

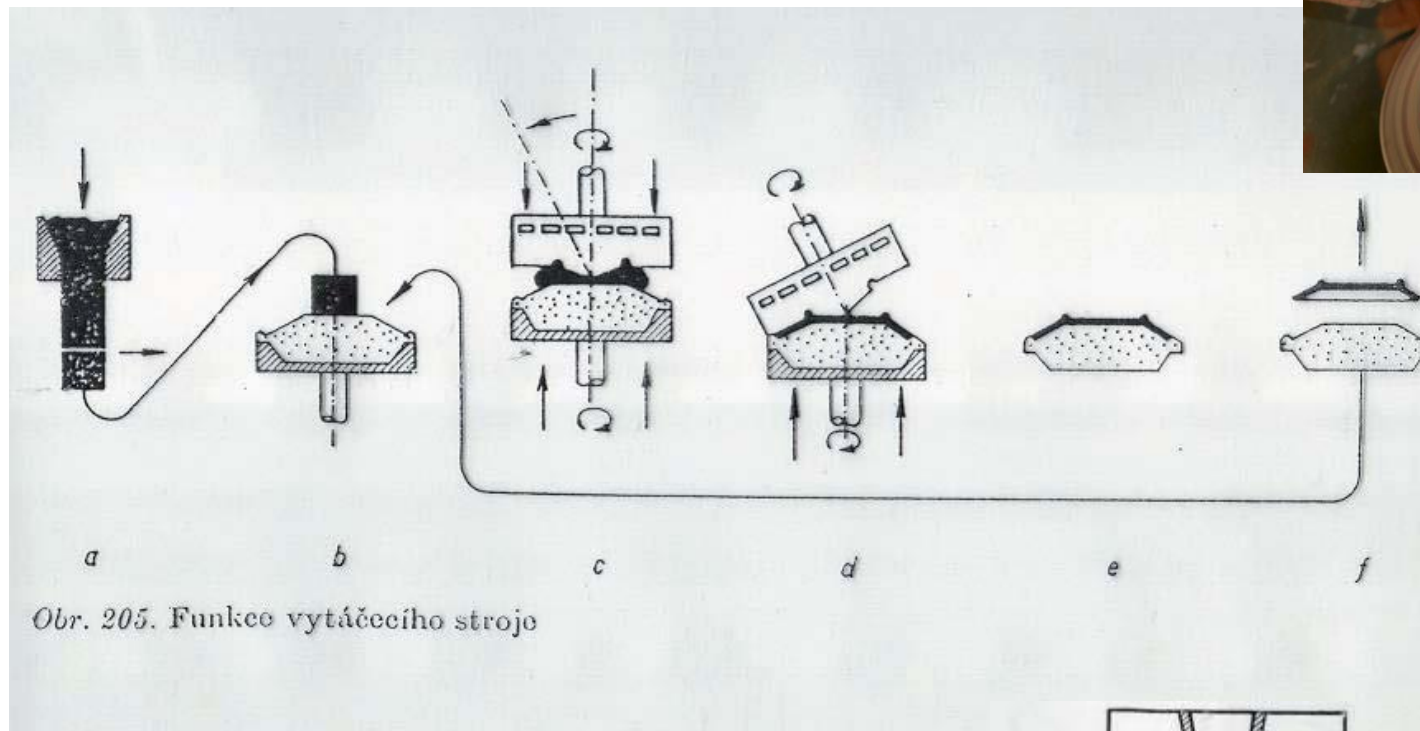


*lití na střep: forma z porézního plastu, odvádí vodu ze suspenze, na formě se tvoří vrstva keramické směsi*



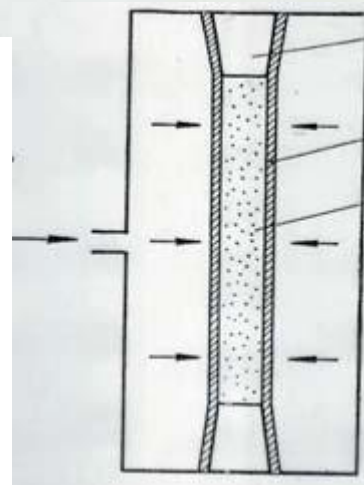
*na jádro*

vytváření výrobků: **vytáčení** na vytáčecím stroji



Obr. 205. Funkce vytáčecího stroje

**lisování** a následné obrábění tělesa



- sušení a první výpal (přežah) na 900 °C – produktem je biskvit
- **glazování** glazura – speciální sklo (často barevné), po utavení se prudce chladí (popraská) a dále se mele na jemný prach
  - před použitím se suspenduje ve vodě
  - biskvit se namáčí do suspenze glazury – ta ulpí na povrchu



*glazované tašky*

- druhý výpal (1400 °C): z biskvitu se stává porcelán – tvrdý, málo porézní (díky vysokému obsahu taviva)
  - zrnka glazury se roztaví a vytvoří souvislou sklenou vrstvu – nepropustná, lesklá, dobře hygienicky udržovatelná (podobně fungují smalty na kovové předměty)



*vzorník glazur*

# Keramika

- Pálení keramické směsi (900-1200°C)
- Suroviny:
  - Plastické horniny obsahující jíl
  - Ostřiva – omezení smrštění (písek škvára)
  - Lehčiva – zvýšení pórovitosti střepu (uhelný prach, piliny, sláma...)
  - Taviva

# Keramika



# Keramika - dělení

- Podle druhu keramického střepu
  - Cihlářské výrobky
  - Obkladová keramika
  - Kameninové výrobky
  - Zdravotnická keramika
  - Žáruvzdorné výrobky
- Podle nasákavosti střepu
  - Slinutá keramika s hmotnostní nasákavostí  $< 1,5 \%$
  - Poloslinutá keramika s nasákavostí od 1,5 do 3%
  - Hutná keramika od 3 do 6 %
  - Polohutná od 6 do 10 %
  - Pórovitá  $> 10 \%$



# Výroba keramických cihel

- Cihlářské hlíny a jíly se těží v blízkosti cihlářských závodů
- Důležité je odležení čerstvě připravené výrobní směsi pro rovnoměrné rozdělení vlhkosti – zvýšení plastičnosti



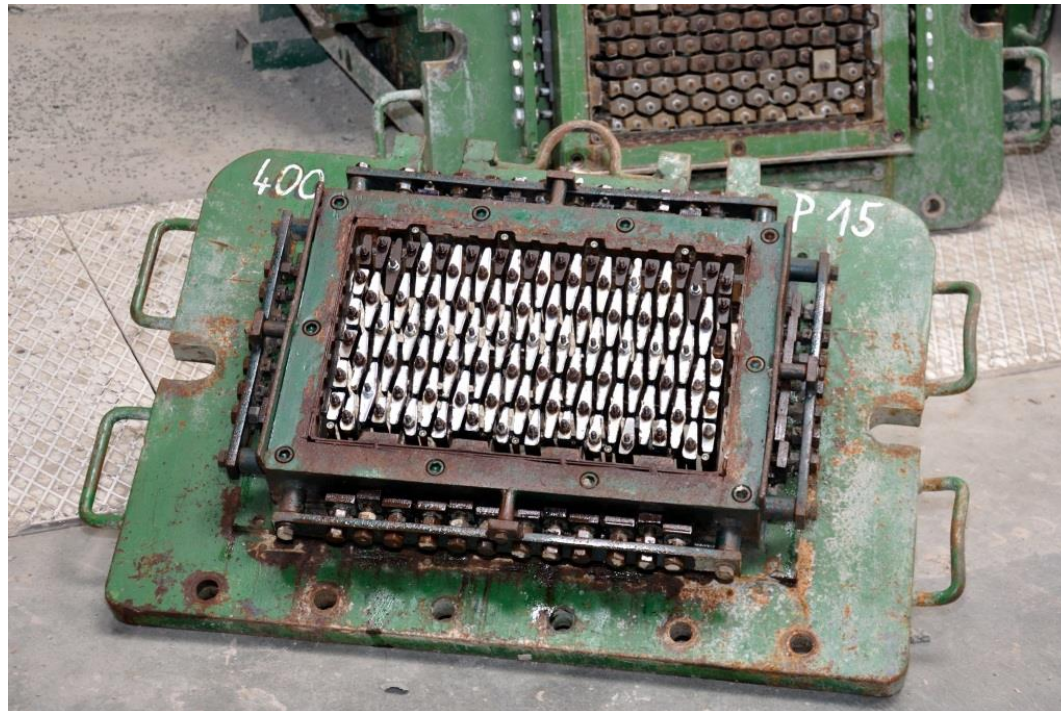
# Výroba keramických cihel

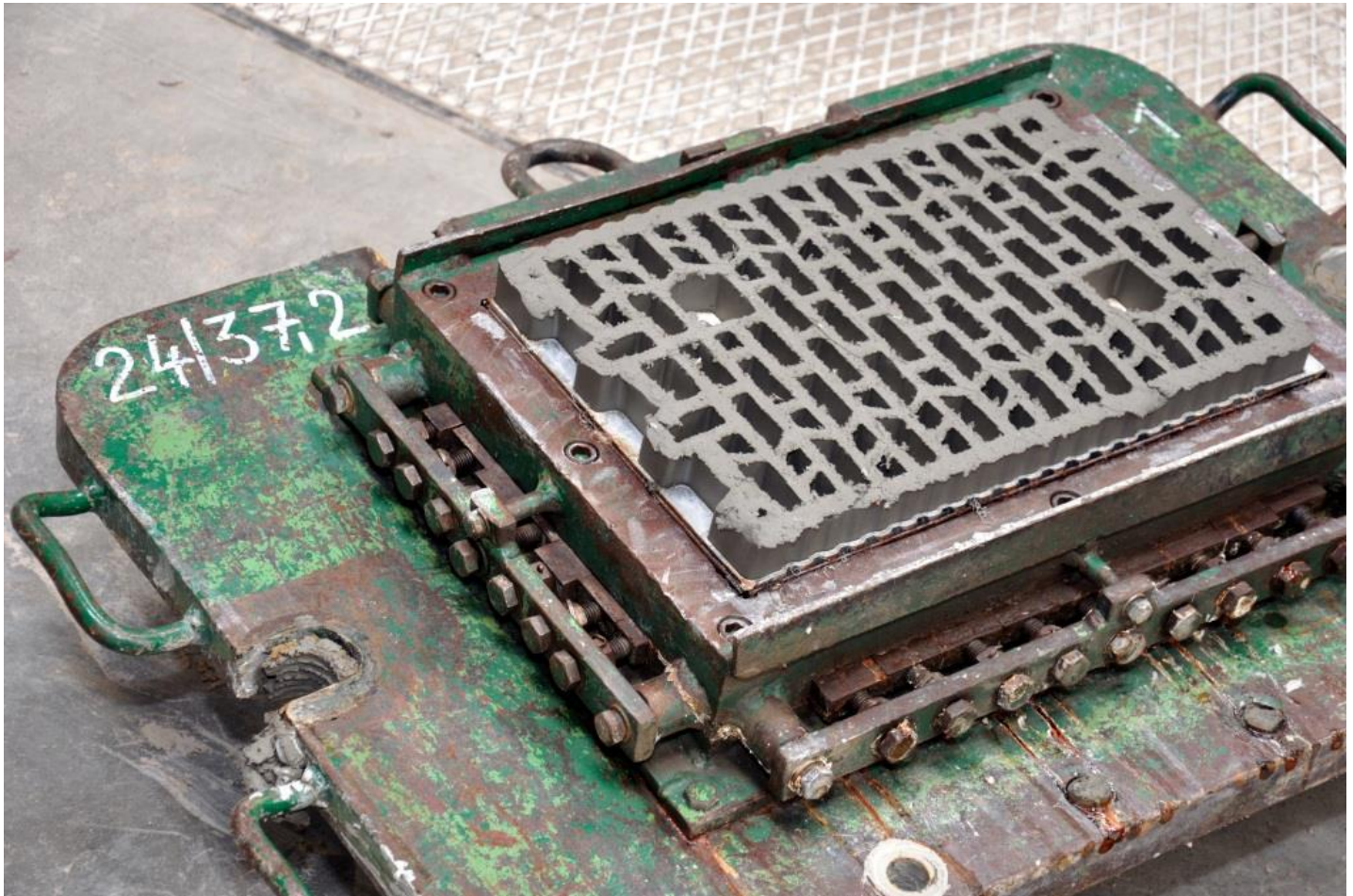
- Další úprava směsi spočívá v jejím propaření a intenzivním zhomogenizováním ve šnekovém protlačovacím mísiči



# Výroba keramických cihel

- Na ústí šnekového lisu je instalována mřížka, která usměrňuje tok těsta a vytváří požadované dutiny





- Vytvarovaný pás je za lisem odřezáván podle požadované velikosti cihel



# Výroba keramických cihel

- Dále následuje sušení do cca 1,5 %
- Suší se při teplotě 80°C po dobu 30 až 35 hodin
- Výpal se provádí v tunelových pecích při teplotě 860 až 950 °C
- Výpal trvá 30 až 35 hodin
- Smrštění cihlářského střepu při výpalu dosahuje 0,5 až 1 %
- Odpadní teplo je zužitkováno v sušárnách



- Vypálené cihlářské výrobky se ukládají na dřevěné palety, zapáskují se a překrývají se samosršťovací fólií







# Vlastnosti cihelného střepeu

Vlastnost	Měrná jednotka	Hodnota
Hustota	$\text{kgm}^{-3}$	2600 – 2700
Objemová hmotnost	$\text{kgm}^{-3}$	1600 – 2200
Hmotnostní nasákavost	%	20 – 25
Objemová nasákavost	%	36 – 55
Rovnovážná vlhkost	%	2
Modul pružnosti	MPa	8000 – 12000
Součinitel tepelné vodivosti	$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$	0,35 – 0,8
Měrná tepelná kapacita	$\text{kJkg}^{-1}\text{K}^{-1}$	0,9 – 1,1
Součinitel délkové teplotní roztažnosti	$\text{K}^{-1}$	$5 \cdot 10^{-6}$
Součinitel difuze vodní páry	s	$0,023 \cdot 10^{-9}$
Faktor difuzního odporu	-	8 - 12

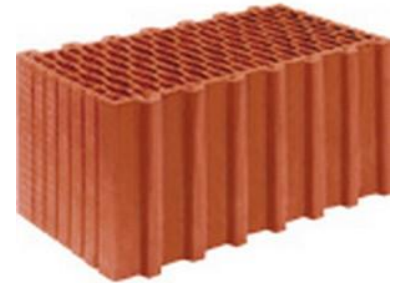
# Dělení cihel

- Podle národní přílohy k normě ČSN EN 771-1 se cihly podle pevnosti v tlaku dělí na druhy označené značkami:
- P2, P4, P6, P8, P10, P15, P20, P25, P30, P 35 a P40
- Čísla v těchto značkách vyjadřují průměrnou pevnost v tlaku v MPa
- Podle mrazuvzdornosti se rozlišují cihly na:
  - Nemrazuvzdorné M15 (odolávají pouze 15 zmrazovacím cyklům)
  - Mrazuvzdorné M 25 (odolávají 25 cyklům)

# Druhy zdících prvků

- Cihly plné CP
- Cihly odlehčené CO
- Příčkovky Pk
- Cihly lícové plné CIP
- Dělivky CIPd
- Cihly THERM P+D
- Superizolační cihly typu THERM
- Cihly broušené CB, SB

# Cihly typu therm



# Cihly broušené

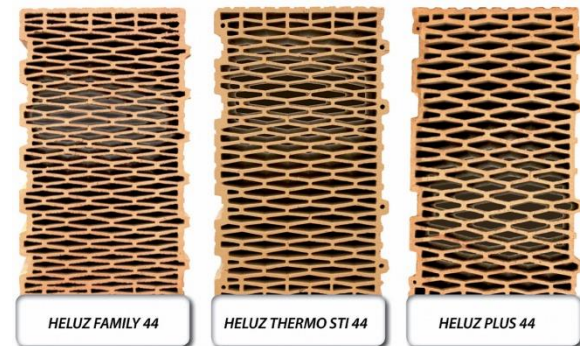


# DRY FIX



# Broušené cihly typu therm

- Pro založení první vrstvy se používá zakládací souprava a nivelační přístroj s latí.
- Zakládací souprava se umísťuje vždy do nejvyššího místa základové desky.
- Pomocí zakládací soupravy, nivelačního přístroje a latě nastavíme tloušťku a šířku nanášené maltové vrstvy. V nejvyšším místě musí být tloušťka zakládací malty min. 10 mm. První vrstva zdiva se provádí na zakládací maltu.



# Plnění cihel

Výroba cihel Porotherm T Profi  
plněných minerální vatou



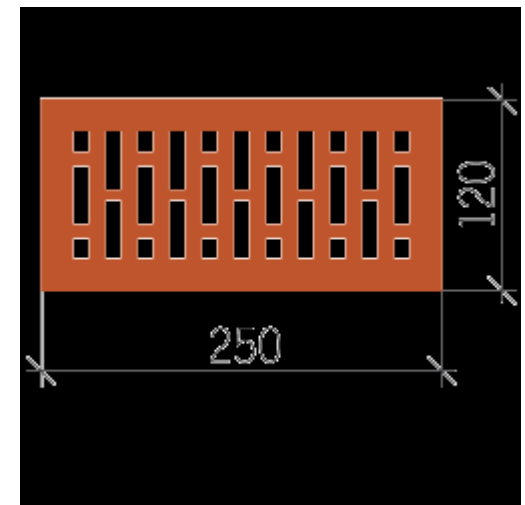




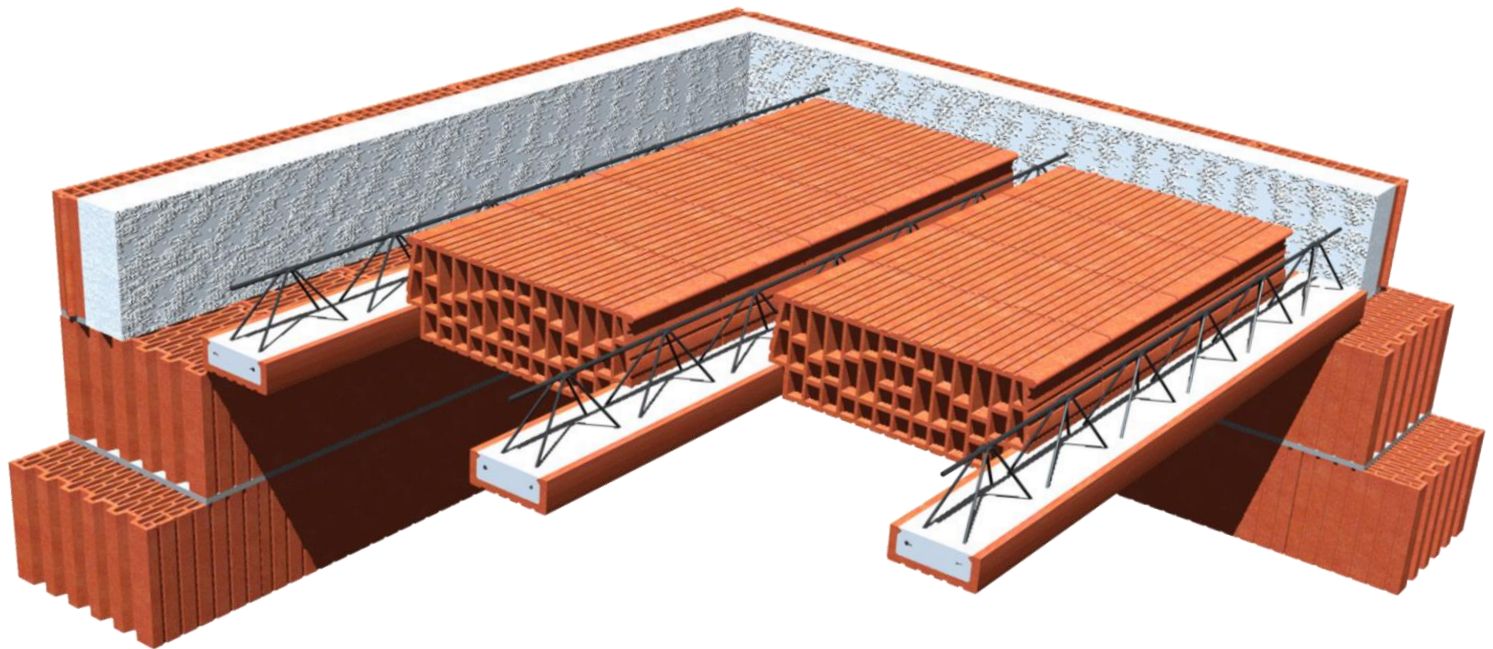


# Cihly typu Klinker

- Ostře vypálený keramický materiál ze speciální hlíny vypálený při vysoké teplotě (cca 1100°C) až do bodu slinutí
- Mimořádná odolnost proti povětrnostním vlivům
- Minimální nasákavost
- Vysoká objemová hmotnost a pevnost
- Neomítá se

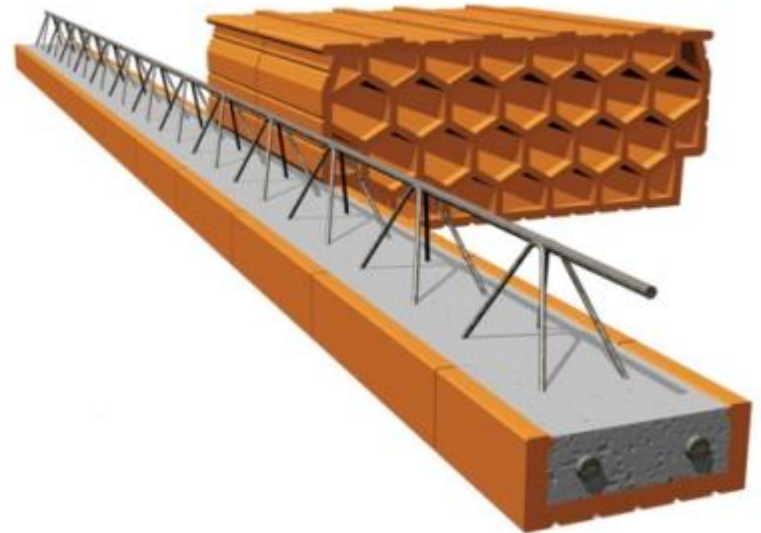


# Stropní cihelné konstrukce



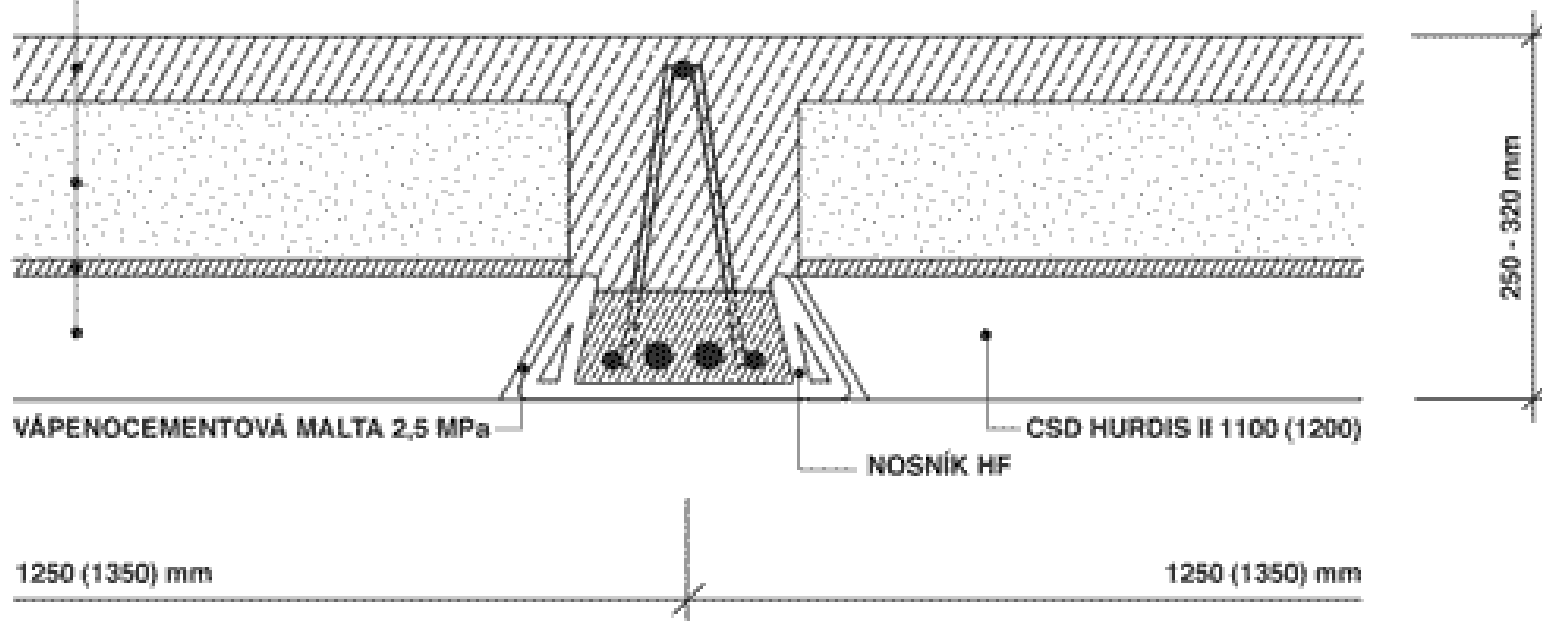
# Stropní vložky





## HF-NOSNÍK + HURDIS II

- KONSTRUKČNÍ BETON C 16/20, NOSNÁ VRSTVA PODLAHY
- VÝPLŇOVÝ MATERIÁL DO 900kg/m<sup>3</sup> (lehčený beton, expandovaný polystyren...)
- SEPARAČNÍ VRSTVA (jemnozrná vápenná malta 15 mm, geotextilie, lepenka...)
- CSD HURDIS II



# Stropní cihelné konstrukce

- Hurdiska





# Střešní krytina

- Pálené střešní tašky
- Technologie:
  - Tažené
  - Ražené



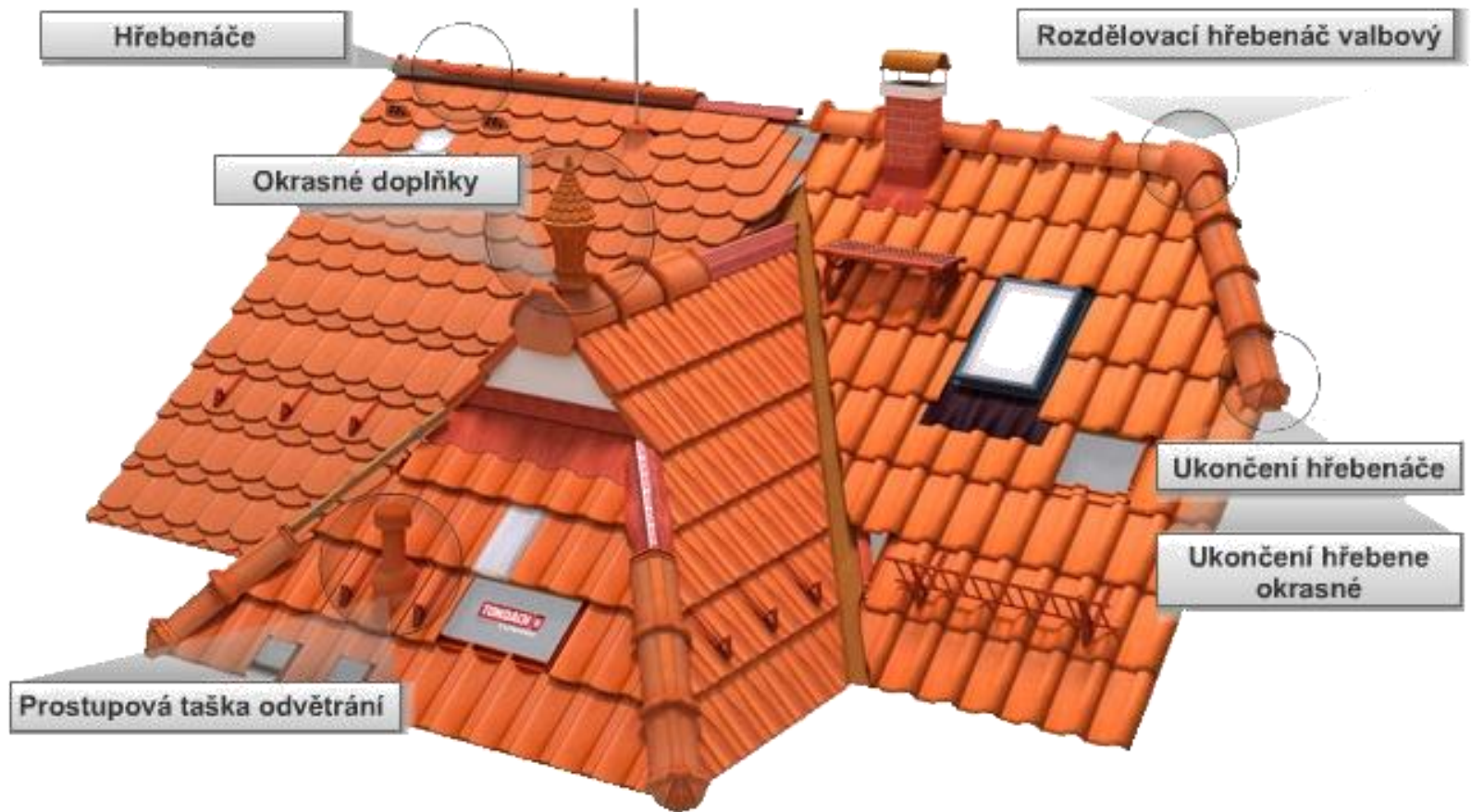
# Engoba, glazura

- Úprava lící strany
- **Engoba**: nanášení jílových kalů s různým obsahem oxidů kovů a křemičitých přísad
- **Glazování** nanášení směsi rozplavených jílu obarvených přírodními oxidy železa, které mají vyšší podíl sklovitých příměsí)
- Následným výpalem se na funkčním povrchu tašky vytvoří slinutá matná až pololesklá **engoba**, nebo vysoce lesklá **glazura** (skelná vrstva)

# Výroba střešní krytiny



# Střešní krytina, doplňkový sortiment



# Dlaždice a obkladačky

- Tenkostěnné výrobky používané pro dlažby, obklady stěn a fasád
- Vyrobeny z jílu nebo jiných anorganických surovin
- Neplastické suroviny: ostřiva a taviva
- Ostřiva: křemičitý písek, vypálený keramický střep z odpadu vlastní výroby
- Taviva: Živec, znělec
- Pálení: při teplotě od 1000°C do 1250°C



# Funkce obkladových prvků

- Dokončovací stavební prvky
- Funkce: estetická a technická
- Chrání konstrukci proti negativnímu působení atmosférických vlivů a proti mechanickému opotřebení
- Snadná údržba
- Splňují náročné hygienické požadavky potravinářských a zdravotnických zařízení

# Dělení obkladových prvků

- Podle normy ČSN 73 3450
- Obklady z keramických obkladaček pórovinových glazovaných, jednobarevných, vícebarevných nebo reliéfových s nasákavostí do 23%
- Polohutné, režné, glazované, nasákavost do 14%
- Hutné, režné, solené nebo glazované, s nasákavostí do 6%
- Slinuté, glazované s nasákavostí do 1,5%
- Obklady z cihelných obkladaček režných nebo glazovaných
- Obklady mozaikové režné nebo glazované sestavované do lepenců

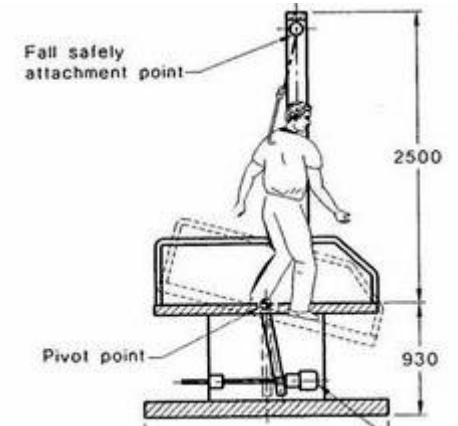
# Dělení obkladových prvků

- Třídění podle evropských předpisů je založeno pouze na dvou parametrech – **nasákavosti** a **způsobu výroby**
- **Třídění podle ČSN en 14411**

Technol. výroby	Nasákavost E (%)			
	Skupina I $E \leq 3\%$	Skupina IIa $3\% < E \leq 6\%$	Skupina IIb $6\% < E \leq 10\%$	Skupina III $E > 10\%$
<b>Tažené</b>	<b>A I</b>	<b>A IIa<sub>(1,2)</sub></b>	<b>A IIb<sub>(1,2)</sub></b>	<b>A III</b>
<b>Lisované</b>	<b>B Ia (<math>E \leq 0,5\%</math>)</b>	<b>B IIa</b>	<b>B IIb</b>	<b>B III</b>
	<b>B Ib (<math>0,5\% &lt; E \leq 3\%</math>)</b>			
<b>Odlévané</b>	<b>C I</b>	<b>C IIa</b>	<b>C IIb</b>	<b>C III</b>



# Obklady – požadavky na kluznost



# Obklady – požadavky na kluznost



Pro **pracovní podlahy** (DIN 51 130) se metodikou BGR 181 řadí protiskluzné dlažby do skupin:

Označ.	úhel skluzu	doporučené použití
R 9	6 – 10°	vnitřní a odpočinkové plochy, kantýny ...
R10	10 – 19°	sklady, malé kuchyně, sanitární prostory ...
R11	19 – 27°	kuchyně škol, mycí linky, prádelny, brusírny, venkovní schody ...
R12	27 – 35°	velkokuchyně, pracovní jámy, mlékárny ...
R13	přes 35°	rafinerie tuků, koželužny, jatka ...



Pro podlahy (DIN 51 097), kde se chodí **bosou nohou**, jsou stanoveny skupiny:

Označ.	úhel skluzu	doporučené použití
A	> 12°	chodby pro chůzi naboso, převlékárny ...
B	> 18°	veřejné sprchy, ochozy bazénů, brouzdaliště, schody ...
C	> 24°	schody pod vodou, šikmé okraje bazénů, startovací bloky ...

# Kamenina

- Hutná keramika šedožluté až hnědé barvy z jílových a slinujících surovin, šamoty
- Slinují při teplotě 1200 až 1300 °C
- Měknou při podstatně vyšší teplotě (bezproblémový výpal)
- Nasákavost: 0 až 4 %
- Pevnost v ohybu 15 až 40 MPa
- Vysoká hutnost, odolnost proti chemickým činidlům



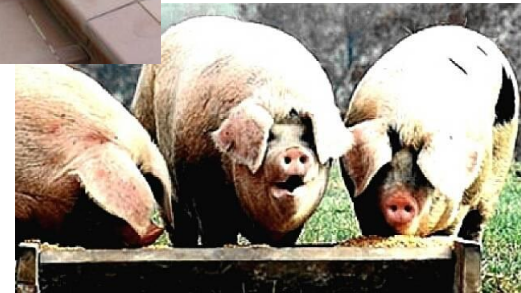
# Kamenina - vlastnosti

- barva: šedožlutá až hnědá
- nasákavost: 0 – 4 %
- pevnost v ohybu: 15 - 40 MPa
- vysoká hutnost
- dobrá mrazuvzdornost
- odolnost vůči chemikáliím
- otěruvzdornost



# Kamenina

- jemná
  - dlažby a obkladačky
  - střešní krytina
  - snížený obsah jílu, vyšší obsah živců
- hrubá
  - Jíly + ostřiva (drcené kameninové střepy)
  - kanalizace
  - hospodářská
  - chemická stavební
  - vystýlková



# Sanitární keramika

- Mechanická pevnost a chemická odolnost: podobná jako u kameniny
- Bílá barva a stupeň slinutí: blízké charakteru porcelánu
- Směs na výrobu sanitární keramiky: jíly, neplastické složky, přídavek plaveného kaolínu
- Výroba licí suspenze je založená na použití mikromletých surovin rozplavených za přídavku ztekucovačů při velmi intenzivní homogenizaci

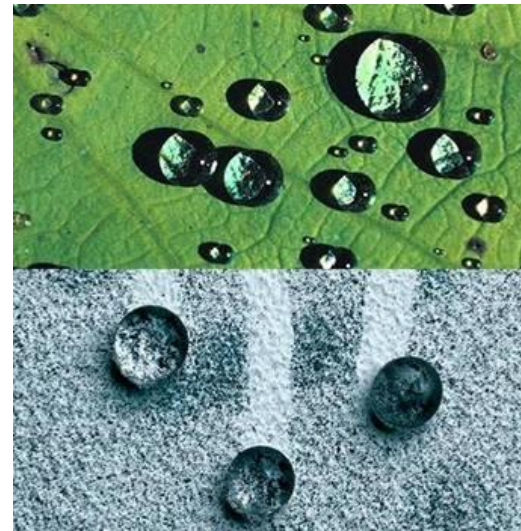
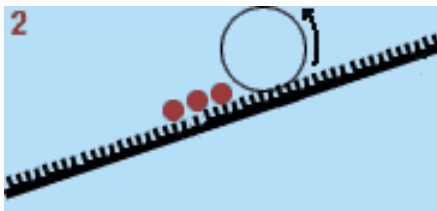
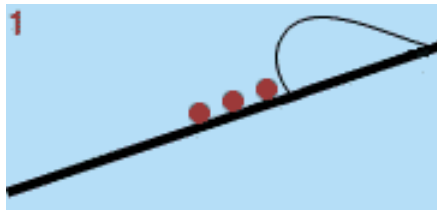
# Zdravotní keramika

- Hygienické zařízení staveb
- Umyvadla, dřezy, bidety, vany, záchodové mísy...
- Výrobky značně tvarově složité a rozmanité
- Výrobní technologie: lití do sádrových forem
- Jemnozrnná mikrostruktura s vysokým obsahem skelné fáze, s nasákavostí menší než 0,5% hmotnosti



# Sanitární keramika

- Lotosový efekt – samočistící schopnost povrchu
- Princip: Nanesení vrstvy, ve které se vytvoří hustá síť o nanometrické výšce. Nízké povrchové napětí povrchu způsobuje shlukování vody do větších kapek a ty pak mohou snadno odtéci a vzít s sebou i rozpuštěné nečistoty
- Antibakteriální povrch  $\text{TiO}_2$





# Žáruvzdorné materiály

- jsou schopny trvale odolávat vyšším teplotám (nad 1500 °C)
- hlinitokřemičité s  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 
  - vysoce hlinité
  - šamotové
  - kyselý šamot
  - Dinas ( $\text{SiO}_2 > 93\%$ , 1600 - 1700 °C)
- zásadité výrobky s MgO
  - s < 7% C
  - se 7 – 50 % C
- neoxidické
  - karbidy, uhlík



# Šamot

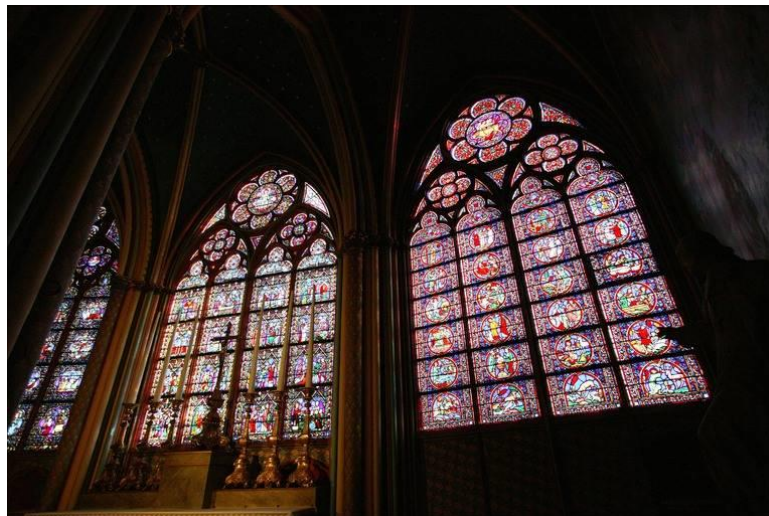
- Žáruvzdorná hmota, odolá teplotě 1600°C
- Použití: kamna, krby, komíny
- Obsahuje: 25%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 55%  $\text{SiO}_2$ , Příměsi: Fe, Ti, Ca, Mg
- Křemičitý podíl se zvyšující se teplotou vykazuje objemový nárůst, zatímco jílová složka se zmenšuje => malé objemové změny
- Příměsi dodávají šamotu barvu
- Práškový šamot se rozdělává s vodou a příměsí vodního skla

# Žáruvzdorné materiály

- **tvarové**
  - desky, klíny
  - vlákna
- **netvarové**
  - žárobetony



# Sklo



# Sklo

- Silikátová hmota
- Zasklení okenních a dveřních otvorů
- Významný architektonický prvek
- Charakteristické vlastnosti
  - Vysoká propustnost světla
  - Tuhost a tvrdost
  - Křehkost
  - Homogenita
  - Odolnost proti povětrnostním a chemickým vlivům
  - Plynotěsnost
  - Relativně vysoká odolnost proti vodě a vzduchu

# Sklo

- Základní suroviny
  - $\text{SiO}_2$  60 až 80%
  - $\text{CaO}$  ve formě mletého  $\text{CaCO}_3$  -upravuje rozpustnost a chemickou odolnost skla
  - Alkalické oxidy ( $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ) – snižují teplotu tavení
  - Čeřiva – sírany (sodný, vápenatý, barnatý) v malém množství pro odstranění bublinek, nečistot)
  - Skleněné střepy do 30%
- Tavení – při teplotě 1400 – 1600 °C
  - Tvarování (Foukání, tažení, válcování, lití, lisování)

# Stavební sklo

- Výplně otvorů
- Fasády
- Střešní konstrukce
- Příčky
- Skleněné konstrukce



# Vlastnosti skla

- Vlastnosti skla lze ovlivňovat složením
- Hustota 2600 – 3600 kgm<sup>-3</sup>
- Olovnaté sklo až 6000 kgm<sup>-3</sup>
- Pevnost v tlaku 700 – 1200 MPa
- Pevnost v tahu 30 – 90 MPa
- Modul pružnosti 50 – 90 GPa
- $\lambda = 0,6 – 0,9 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- tvrdost (Mohs) : 6 – 7
- Vydrží mnohem větší krátkodobé namáhání než namáhání trvalé
- Při dlouho trvajícím zatížení se projeví únava materiálu a sklo praskne



# Vlastnosti skla

- Křehkost: nepříznivá vlastnost vyplývající z vysokého modulu pružnosti
- Při malých deformacích vznikají velká napětí
- Relativně malá pevnost v tahu
- U tenkostěnných výrobků se křehkost více projevuje

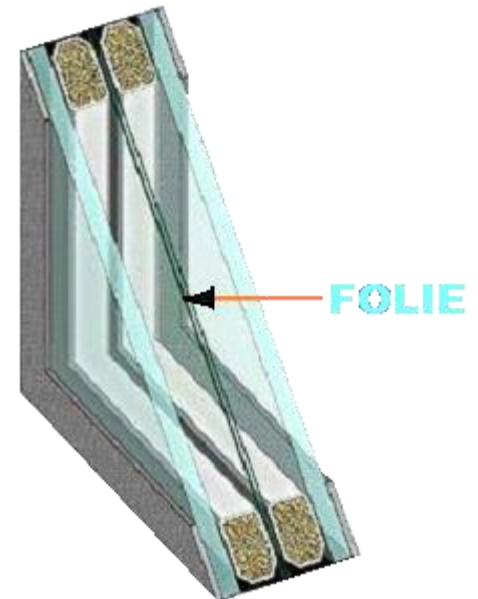
# Protipožární sklo

- Zpěňující vrstva



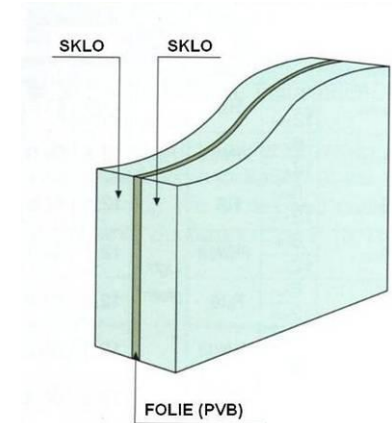
# Izolační zasklení

- **s tepelnou ochranou** – nízkoemisivní skla (pokovení na vnějším povrchu)
- **s protisluneční ochranou**
  - absorpční skla (probarvená)
  - reflexní skla (nanesení vrstvy)
- se zvukovou ochranou
  - konstrukční řešení
- „**Heat mirror**“ (meziskelní tepelná fólie)



# Bezpečnostní sklo

- **vrstvené**
  - polyvinylbutyralová fólie
- **tepelně tvrzené**
  - řízené ochlazení



# Bezpečnostní sklo



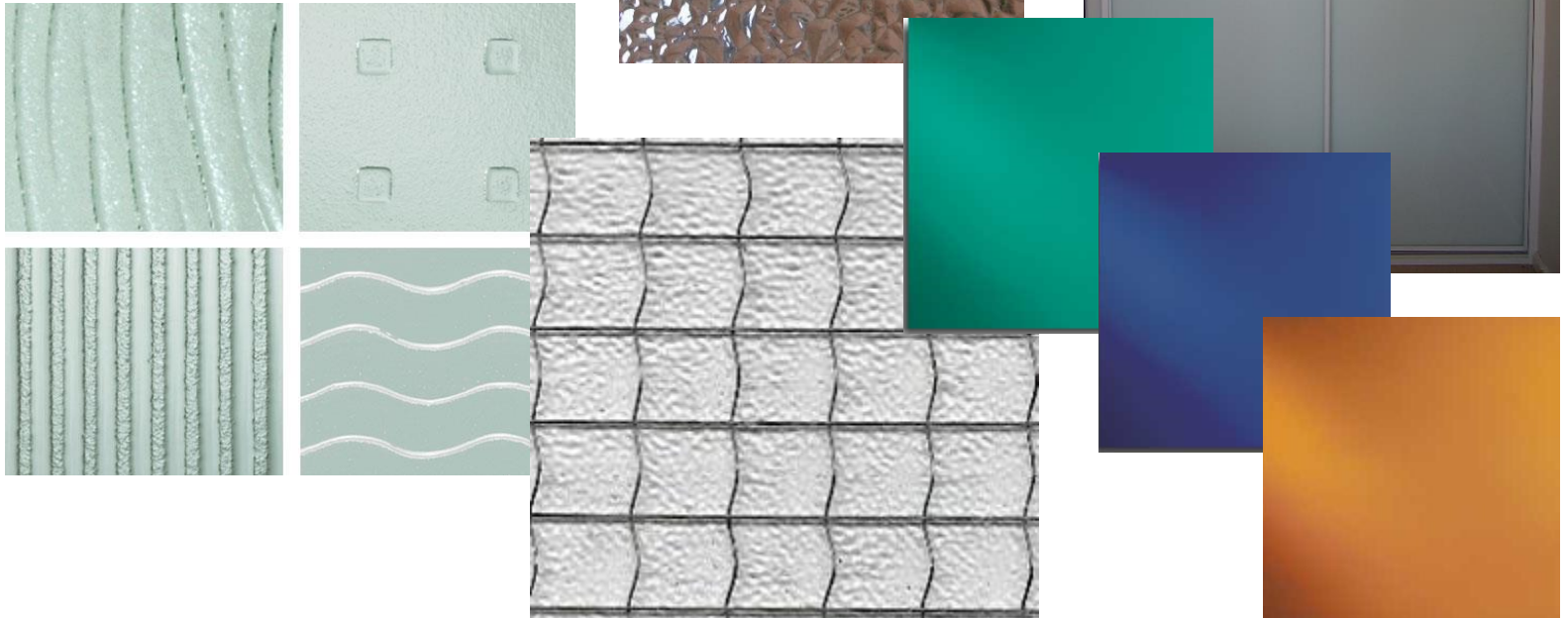
# Sklo - výrobky

- ploché sklo
- tvarované sklo
- pěnové sklo
- skleněná vlákna
- aerogel



# Ploché sklo válcované

- Neprůhledné
- vzorované
  - drátové
  - opakní



# Tvarované sklo

- duté tvarovky „Luxfery“
- plné tvarovky
- profilové sklo „Copilit, Linit“
- střešní tašky





# Tvarované sklo



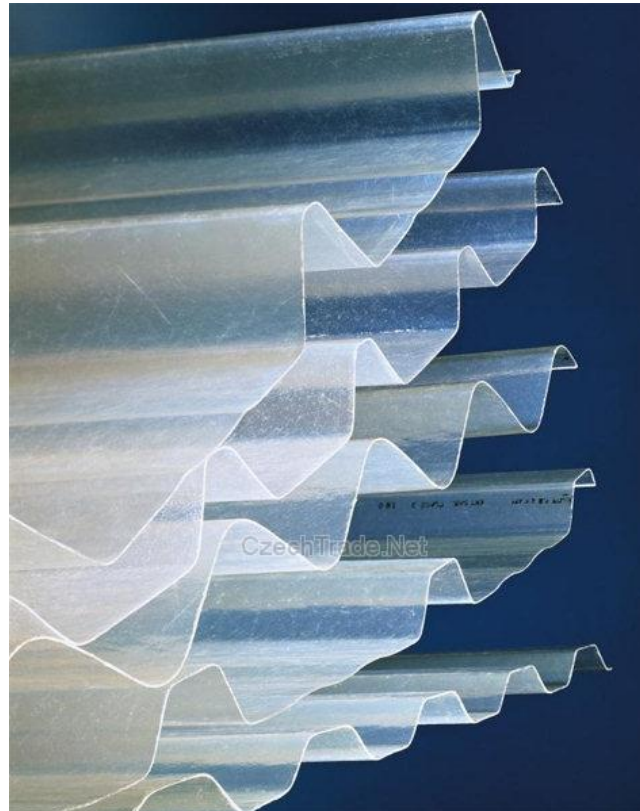
# Speciální skla

- antibakteriální sklo (difúze stříbrných iontů)



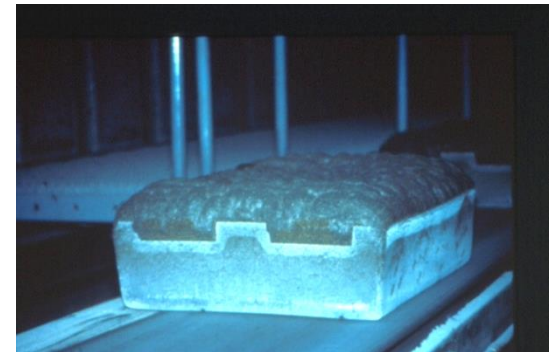
# Sklolaminát

- Výrobek z organických plastů vyztužený skelným vláknem
- Zastřešení pergol



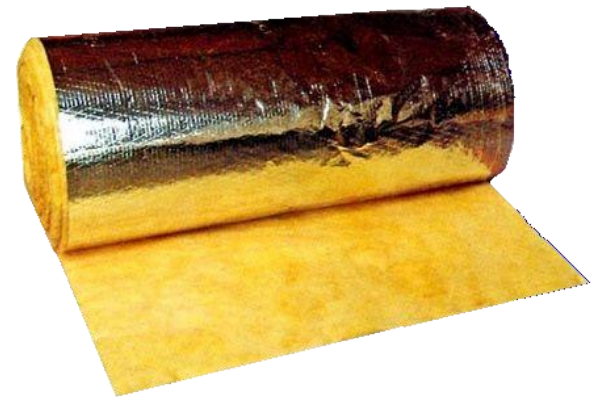
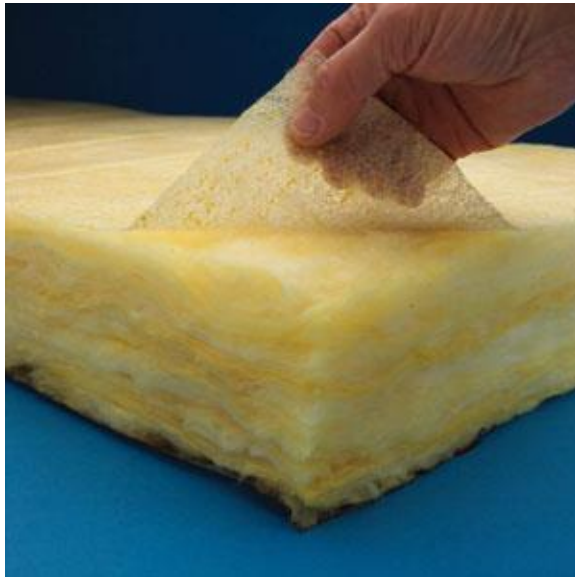
# Pěnové sklo

- mleté sklo + uhlí při tavení uhlí vyhoří a tavenina napění
- $0,04 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
- Objemová hmotnost =  $100 - 150 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$
- pevnost v tlaku  $0,7 - 1,6 \text{ MPa}$
- nehořlavé
- nenasákavé
- biologicky a chemicky odolné
- odolává teplotám -  $260$  až  $430 \text{ }^\circ\text{C}$



# Skleněná vlákna

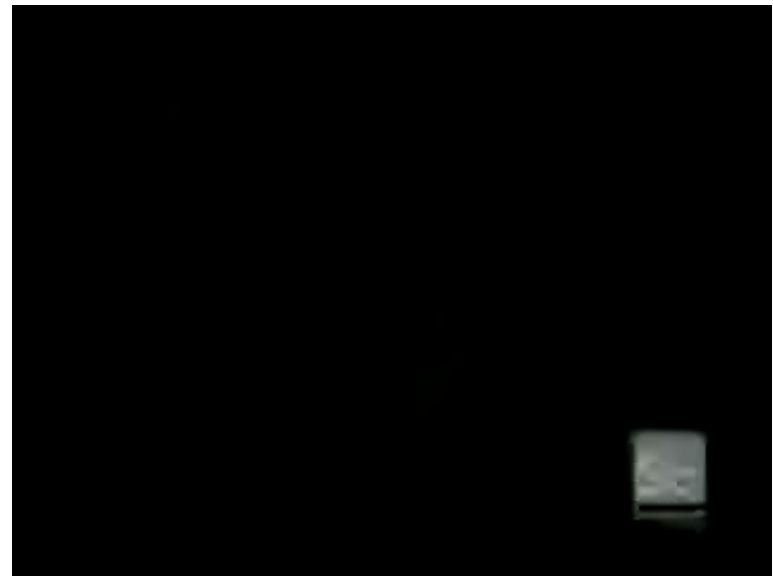
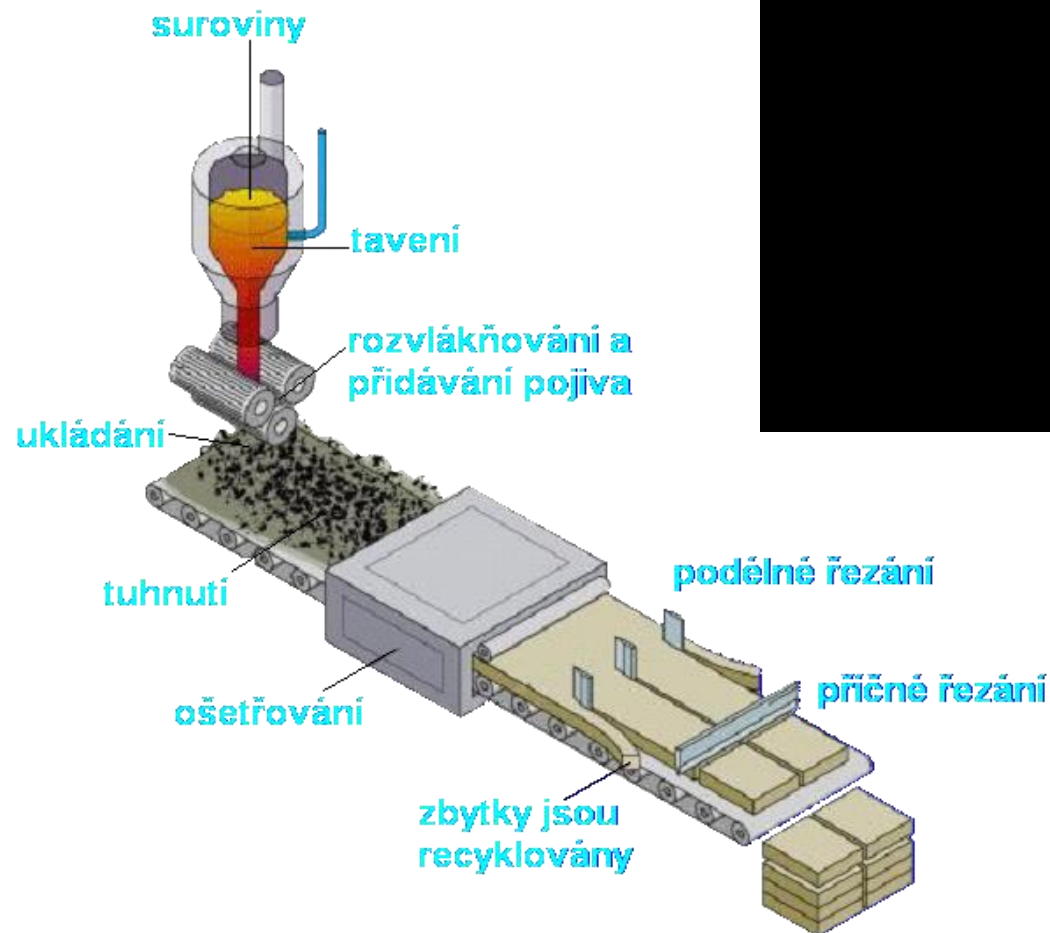
- krátká – použití i vlastnosti jako vlákna minerální
- tepelné a akustické izolace (rohože, pásy, desky, volná vlna)



# Vlastnosti skelných izolací

- nesnadno hořlavé (obsah pryskyřice)
- + výborná prodyšnost
- + vysoký součinitel difúze vodní páry, nízký faktor difúzního odporu vodní páry
- - nasákavé (hydrofobizace)
- - vdechování vláken (respirátory)

# Výroba skelné vlny



# Skelná vlákna

- dlouhá – nekonečné vlákno
- tkaniny, rohože (textilie, plošná výztuž cementových desek, lamináty)
- sekaná vlákna (výztuž do betonu – alkalivzdorná)

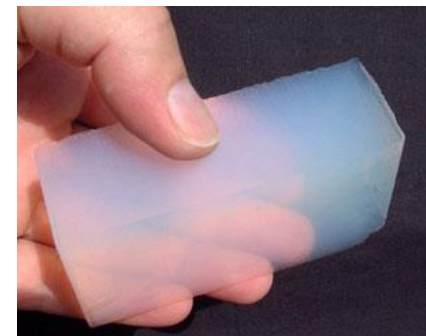
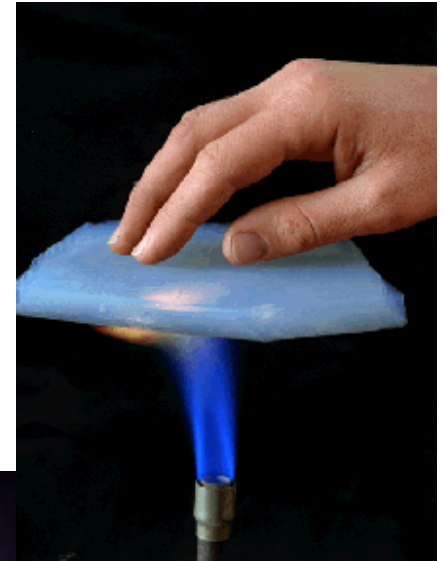




# Vzdušné sklo

≡ **aerogel** odvodněný křemenný gel

- pěna z čistého křemenného skla
- $\lambda = 0,02 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- $\rho_v = 1,9 \text{ kg. m}^{-3}$
- granulát
- desky, rohože



# Technické kovy

- **železné**

- surové železo
  - litina (bílá a šedá)
  - ocel ( < 2% C)
- (2 - 4 % C)

- **neželezné**

- měď
  - zinek
  - olovo
  - cín
  - hliník
- + jejich slitiny

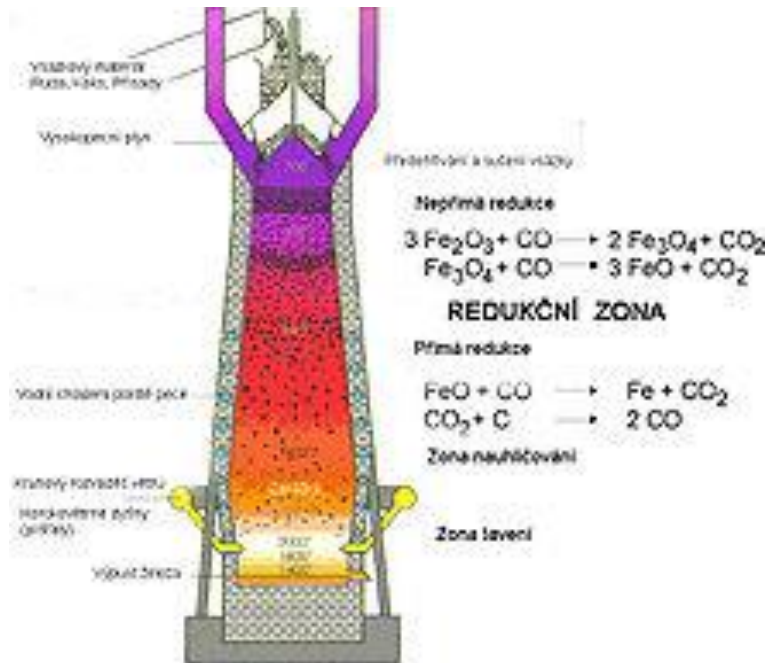


# Ocel - výroba

- Z železných rud – surové železo, oxidací přebytečných prvků ze surového železa vzniká ocel

# Výroba surového železa

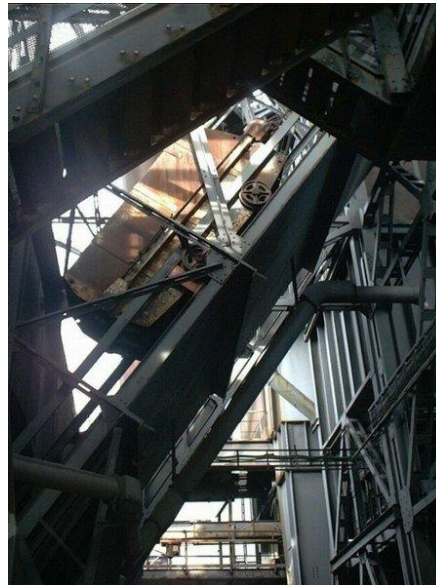
- Ve vysokých pecích



- Železná ruda se dostane do kontaktu s CO.
- $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{CO} \rightarrow 3 \text{CO}_2 + 2 \text{Fe}$

# Vysoká pec

- 25 až 40 m vysoká
- Na horním konci šachty - *sazebna* pro doplňování materiálu pro výrobu železa - *vsázky*.
- Zavážka vysoké pece, t.j. doprava železné rudy, koksu a struskotvorných přísad se provádí buďto šikmým výtahem nebo pomocí velkých zavážecích nádob (košů) a tzv. kolmých výtahů.



# Výroba a zpracování oceli

- Získává se tavením surového železa
- Okysličováním se snižuje obsah uhlíku a zbavuje se dalších škodlivých prvků
- Nej kvalitnější ocel se získává v elektrických pecích
- Na konci výrobního procesu se do oceli přidávají další prvky jako (Mn, Si, Ni, Al, Mg, Cr)

# Ocel - rozdělení

- **podle výroby**
  - **neuklidněná** (plyny při tuhnutí)
  - **uklidněná** (křemíkové přísady)
  - **vysoce uklidněná** (hliník)
  - **tvářená za tepla** (odlévání, válcování)
  - **tvářená za studena** (kroucení, tažení - bez meze kluzu, nižší tažnost)

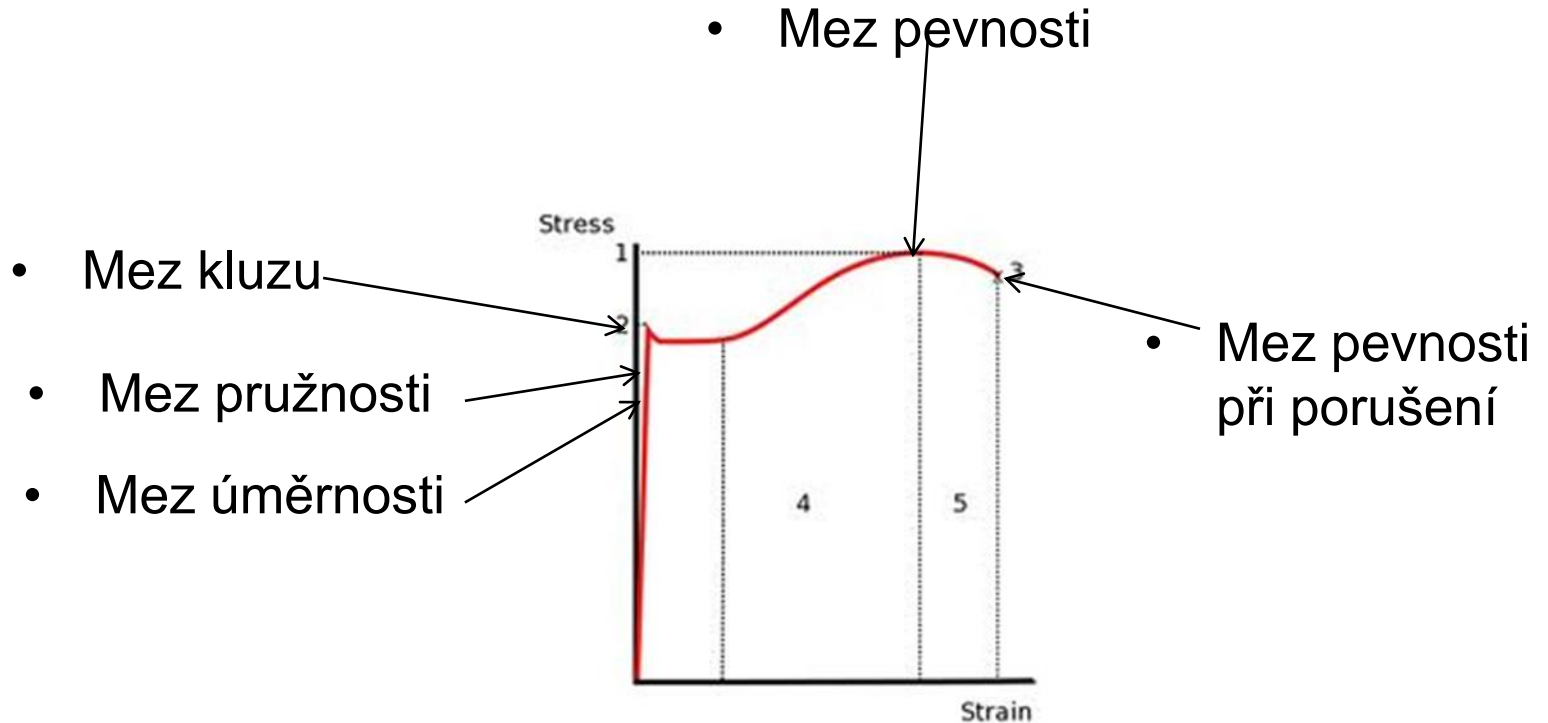


# Tváření za studena

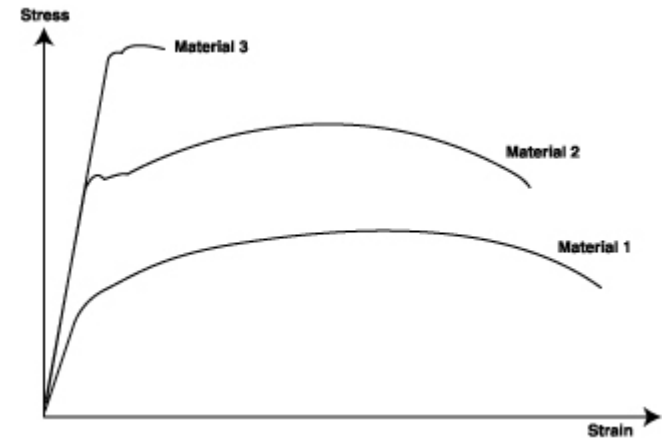
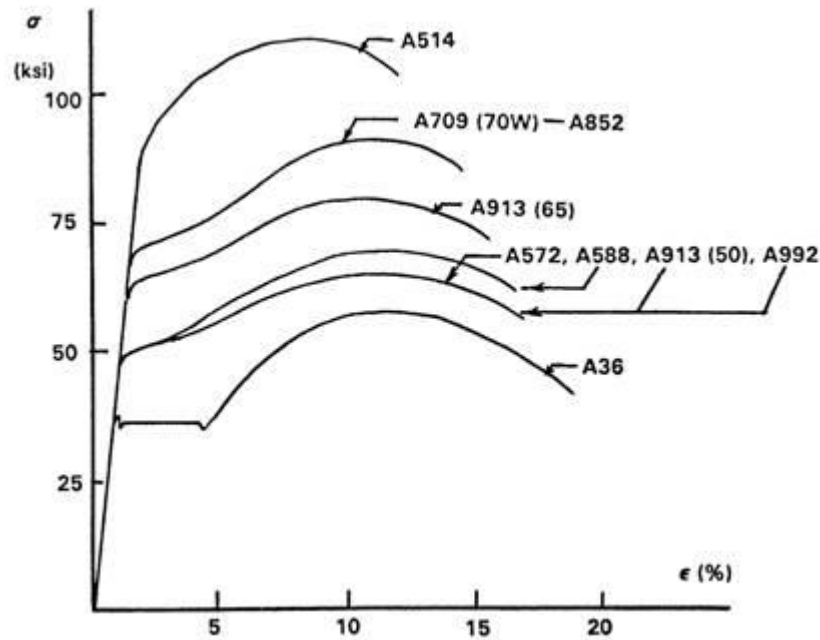
- Tažení nebo kroucení tyčí a drátů, nebo válcování plechů a trubek
- V materiálu se vyvodí napětí nad mez kluzu
- Ocel ztrácí vyznačenou mez kluzu, snižuje se její tažnost => lze ji využít při vyšším namáhání
- Zvyšuje se její křehkost
- Termodynamicky nestabilní, při zahřátí na vyšší teplotu má snahu vrátit se do původního stavu
- Není vhodná pro svařování



# Deformační diagram oceli



# Deformační diagram



# Ocel - rozdělení

- **podle chemického složení**
  - nelegovaná
  - legovaná (přídavek Mo, Ni, Cr, W, Ti ...)

