



# Stavební hmoty

## Přednáška 9



# Autoklávované výrobky





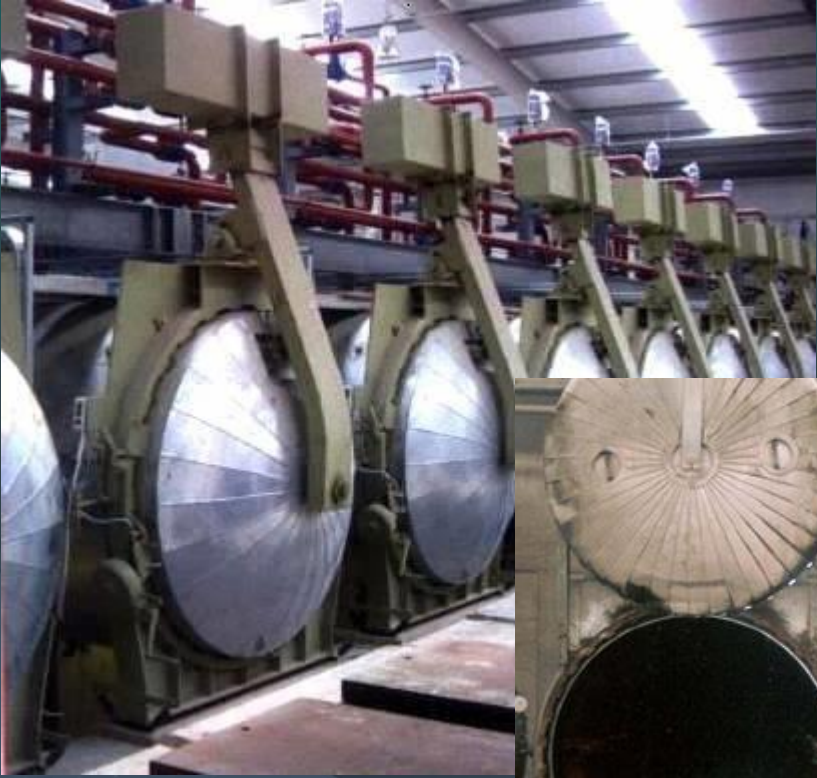
# Autoklávování

- propařování za zvýšeného tlaku a teploty (nad 100 °C) ve speciálních nádobách = autoklávech
- **hydrotermální vytvrzování** silikátových výrobků (teplota cca 180 °C a tlak 0,8 MPa)
- po 16 -18 hod získají konečnou pevnost
- lze použít i pro vzdušná pojiva, která pak jsou hydraulicky stálá



Stavební hmoty

# Autokláv pro výrobu pórobetonu



Katedra materiálového inženýrství a chemie

Stavební fakulta ČVUT v Praze



# Autoklávovaný pórobeton

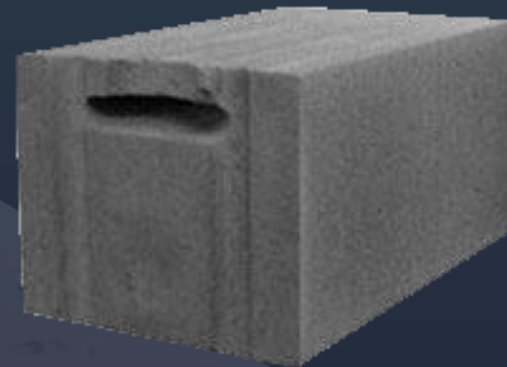




# Autoklávovaný pórobeton

## Složení:

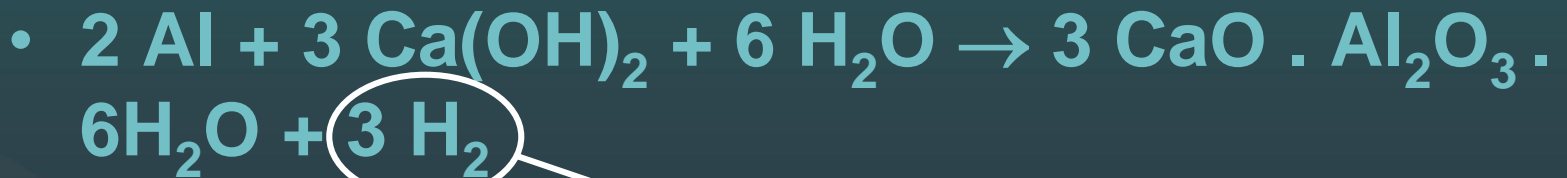
- pojivo (vápno, cement)
- křemičité látky
  - písek – pórobeton bílý
  - popílek – pórobeton šedý
- plynotvorné látky
  - Al prášek, Al pasta
- voda
- pomocné suroviny





# Autoklávovaný pórobeton

Napěnění:



→ kypřící plyn





# Výroba pórobetonu

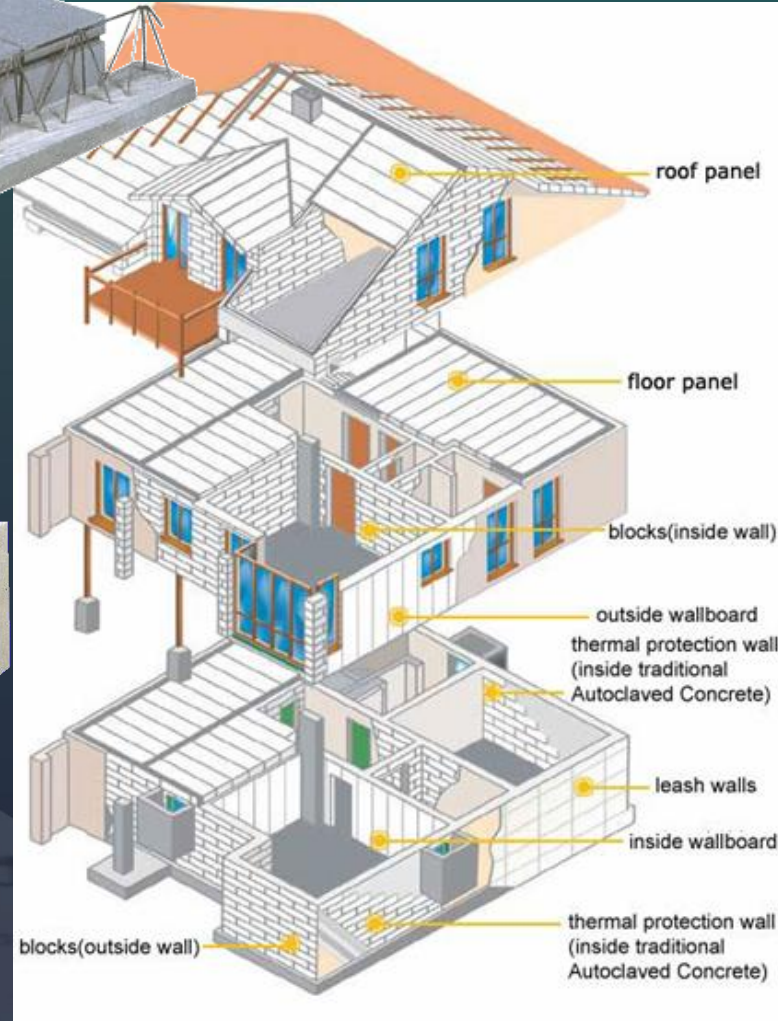
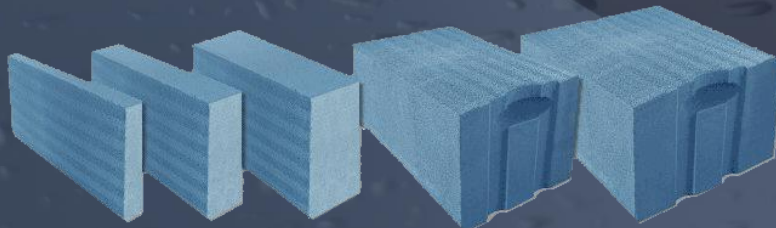
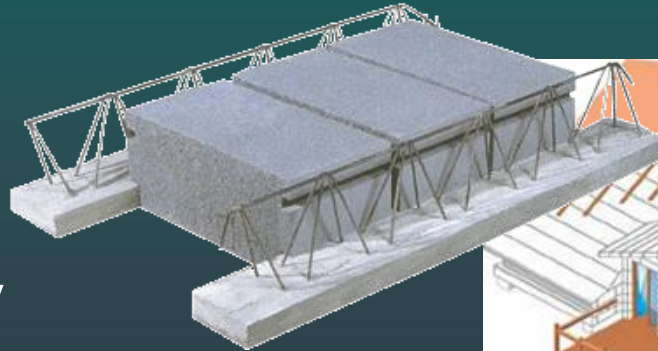






# Pórobeton - výrobky

- tvárnice
- bloky
- příčkovky
- překlady
- stropní vložky
- panely
  - stěnové, příčkové, stropní
- komínové dílce





# Pórobeton - vlastnosti

Značení: PB 2 - 350

třída pevnosti  
(v tlaku)

- 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5;  
4; 4,5; 5; 6; 7

třída objemové  
hmotnosti

- 300 (250 – 300);  
350; 400; 450; 500;  
550; ..... 950; 1000

- $\lambda = 0,11 - 0,17 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- navlhavost  $\cong 15 \%$



# Pórobeton – výhody

- + snadná výstavba – lepidlo místo malty
- + výborný tepelný odpor
- + snadné opracování a řezání
- + nízká hmotnost
- + dobrý povrch pro omítky
- + cena





# Pórobeton – nevýhody

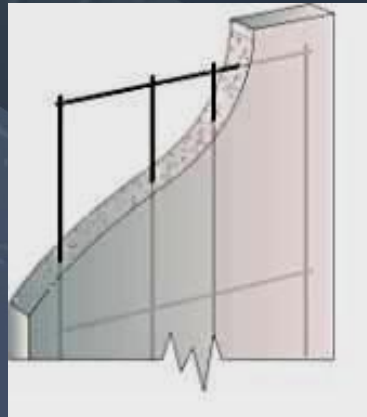
- vysoká expediční vlhkost
- špatně vysychá
- menší pevnost v tlaku
- poruchy dotvarování (trhlínky)
- vlhkostní objemové změny





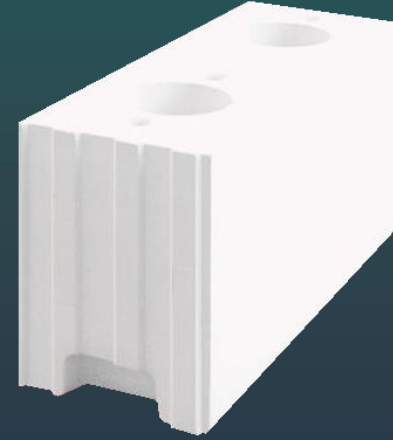
# Pórobeton - vyztužování

- v důsledku autoklávovací reakce chybí v pórobetonu  $\text{Ca(OH)}_2$  (není alkalický)
- antikoroziční ochrana výztuže je proto nezbytná !
- disperzní akrylátový nátěr





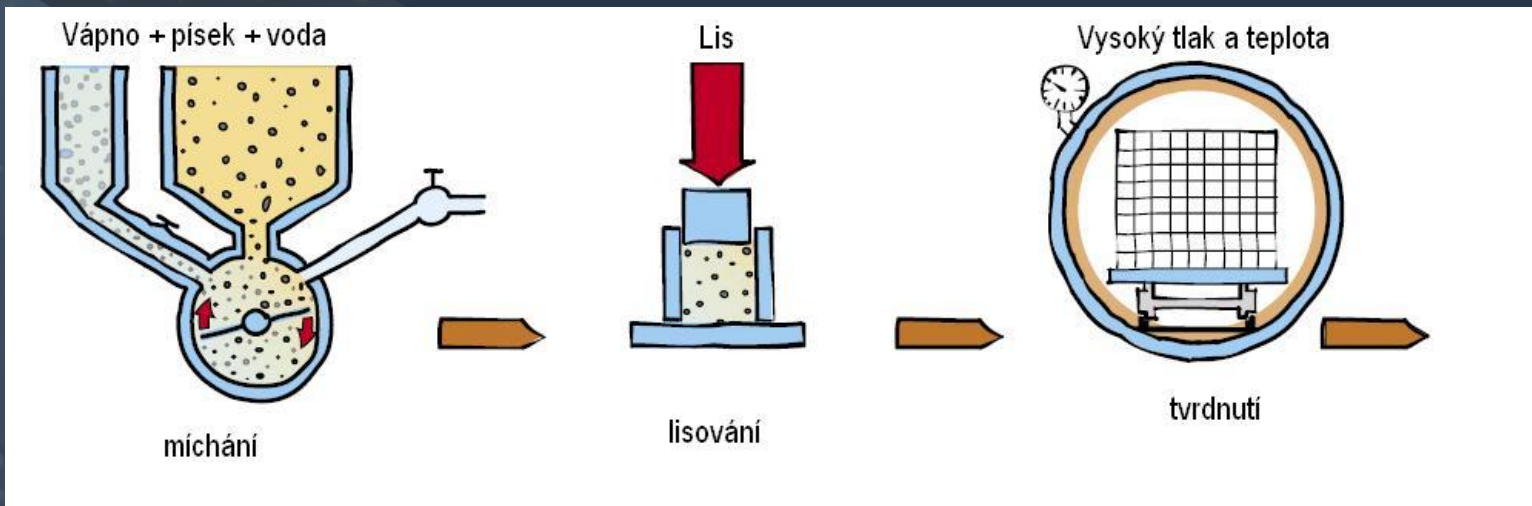
# Vápenopískové zdící prvky





# Vápenopískové zdící prvky

- nehašené vápno  
1 : 10 - 12
- křemičitý písek
- voda
- pigmenty





# Vápenopískové zdící prvky

- působením tlakové páry v autoklávu reaguje  $\text{CaO}$  s  $\text{SiO}_2 \rightarrow$  vzniklé křemičitany vápenaté jsou hydraulicky stálé
- **pevnost v tlaku 15 - 40 MPa**
- **mrazuvzdornost M20, M50**
- $\rho_v = 1300 - 2000 \text{ kg.m}^{-3}$
- $\lambda = 0,9 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

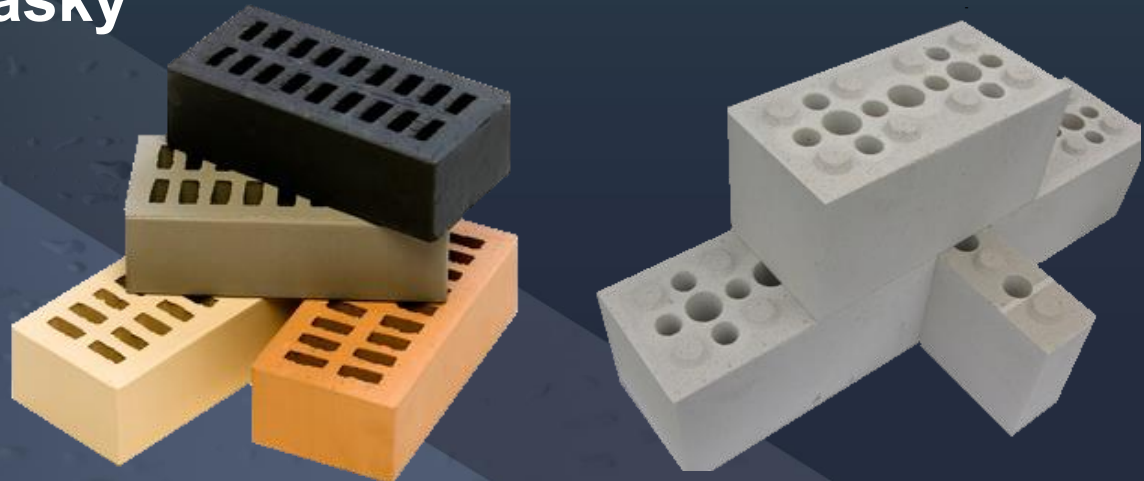
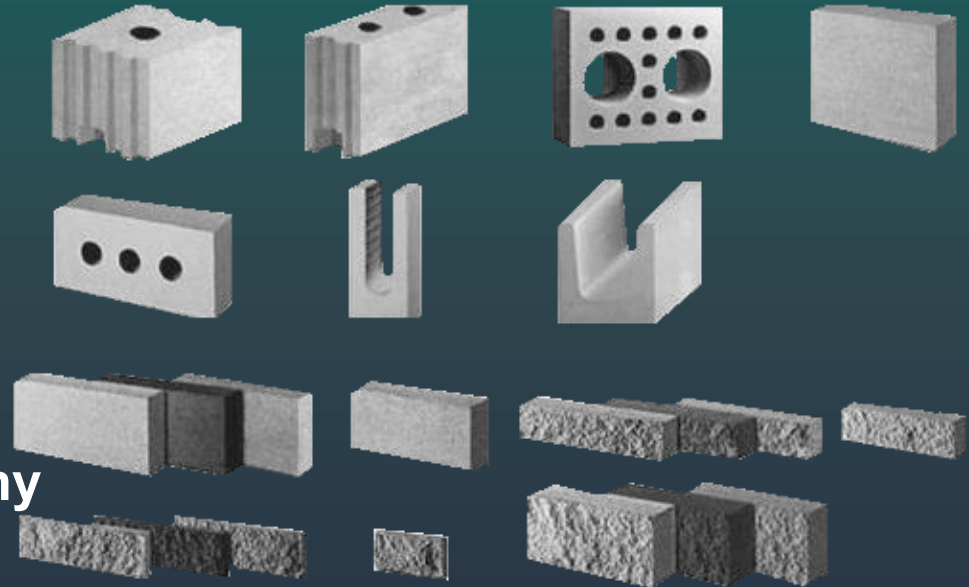






# Vápenopískové zdící prvky

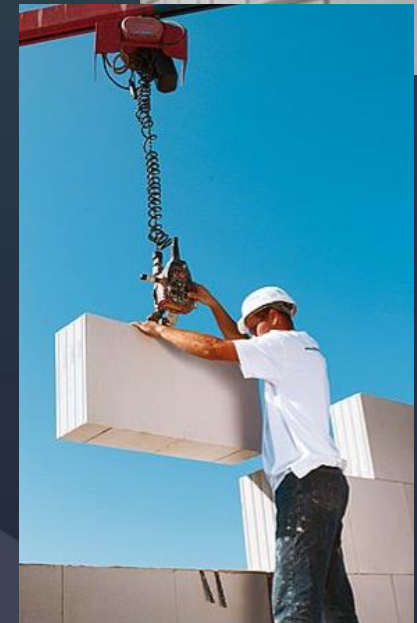
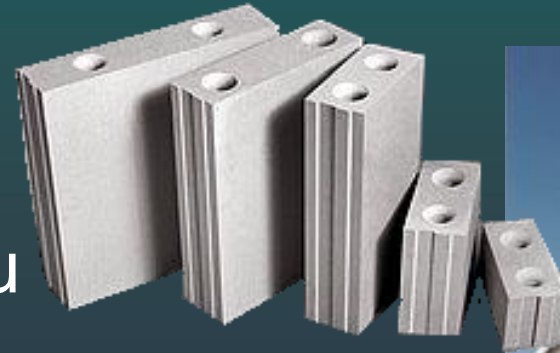
- cihly
- bloky
- kvádry
  - plné či děrované
  - hladké boční plochy nebo P+D
- obkladové pásy
- překlady





# Vápenopískové zdící prvky - výhody

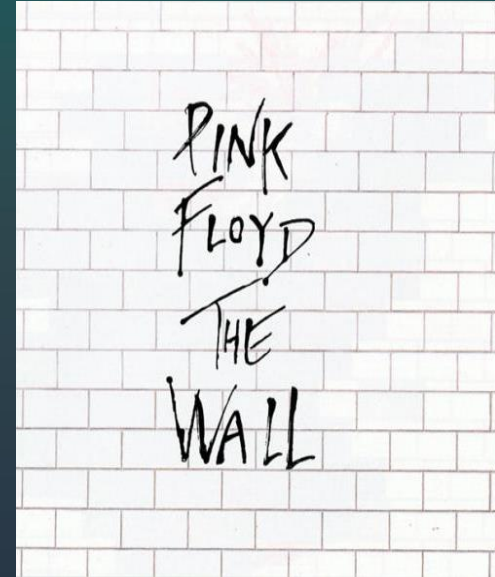
- + přesné rozměry
- + hladký povrch
- + odolnost vůči mrazu
- + nemusí se omítat
- + odolnost vůči agresivním látkám
- + nízká pracnost
- + dobrá tepelná akumulace





# Vápenopískové zdící prvky - nevýhody

- cena
- výkvěty vlivem solí
- vyšší tepelná vodivost
- velmi špatně se odstraňují graffiti





Stavební hmoty

# Vláknocementové výrobky



Katedra materiálového inženýrství  
a chemie

Stavební fakulta ČVUT v Praze



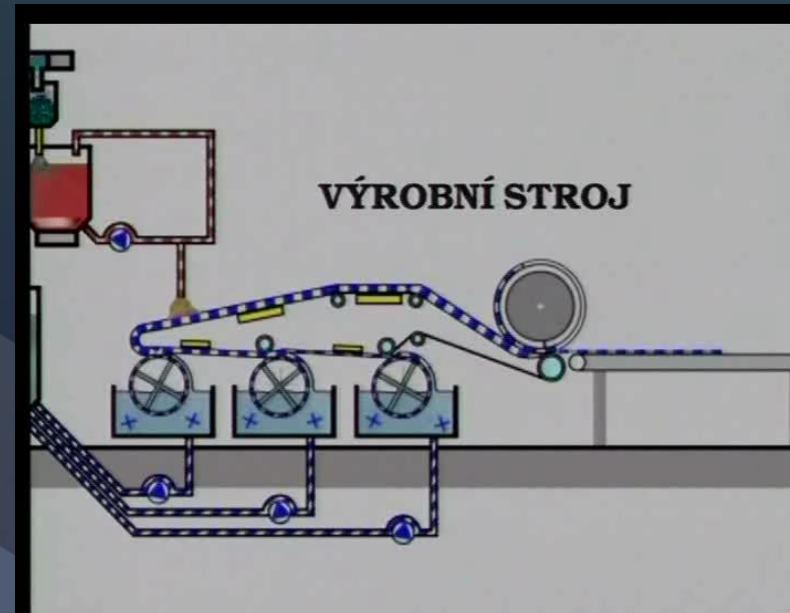
# Vláknocementové výrobky

- cement
- dřívě azbestová vlákna
- přírodní buničina
- syntetická vlákna
- voda a mikroplniva



Výroba:

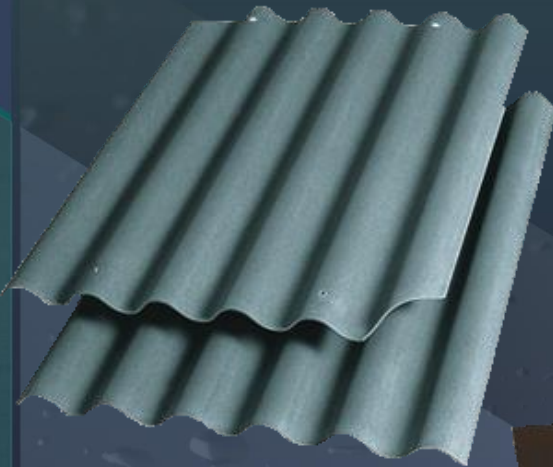
- autoklávování
- proteplování





# Vláknocementové výrobky

- **střešní krytina**
  - maloformátová
  - vlnitá





# Vláknocementové výrobky

- fasádní obklady
- interierové obklady



**Katedra materiálového inženýrství  
a chemie**

Stavební fakulta ČVUT v Praze



**Stavební hmoty**







# Stavební kámen





# Stavební kámen



©Tom Dempsey / Photoseek.com





# Stavební kámen

= kusové stavivo  $> 125$  mm  
(x kamenivo  $< 125$  mm)

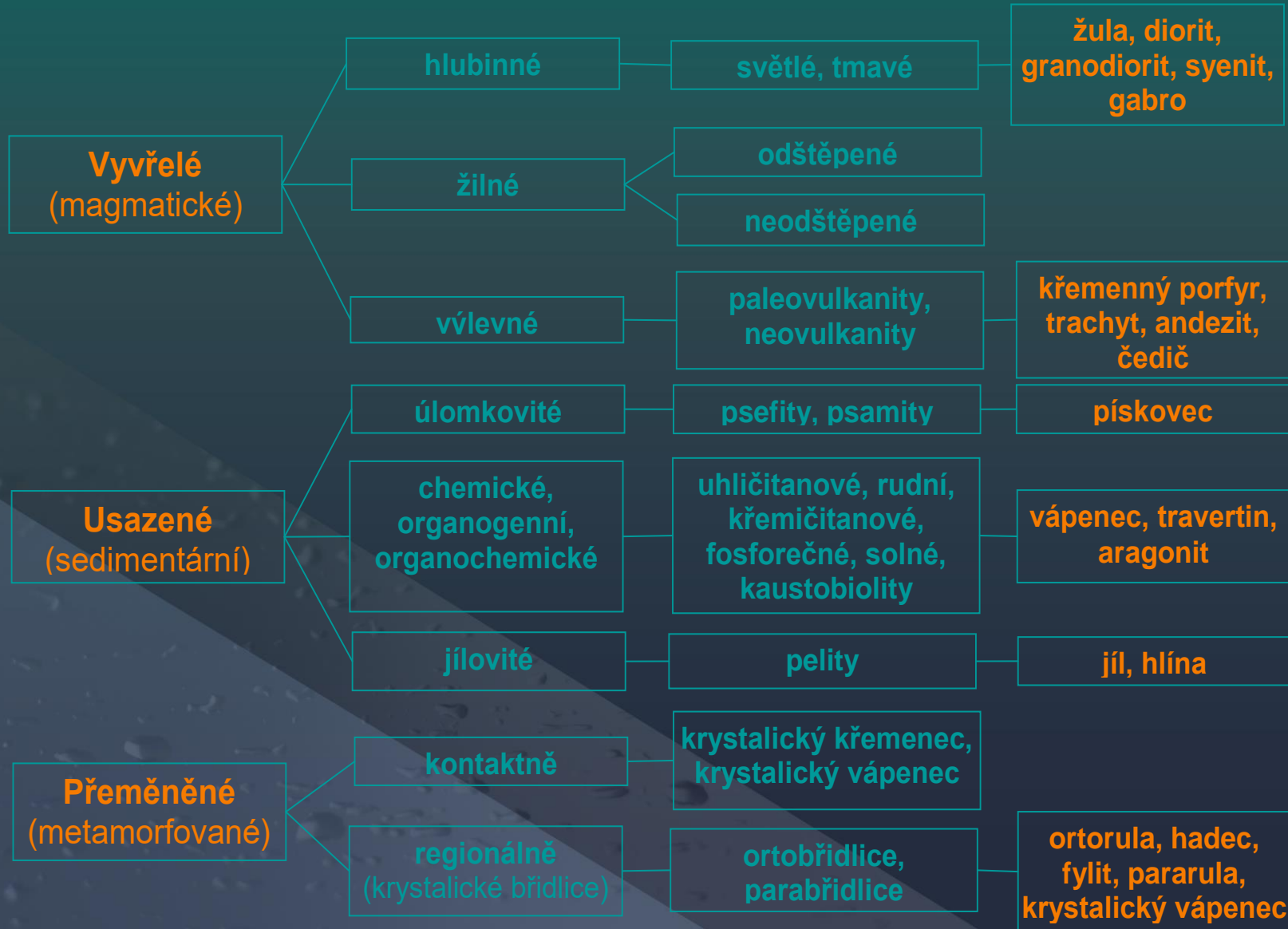
- hornina s vhodnými fyzikálními, technologickými, chemickými a estetickými vlastnostmi



- vyvřelé (žula, čedič) –  $R_c = 120 - 400$  MPa,  $\rho_v = 2500 - 3000$  kg.m<sup>-3</sup>
- sedimentární (pískovec, vápenec, břidlice)
  - $R_c = 50 - 150$  MPa,  $\rho_v = 2000 - 2800$  kg.m<sup>-3</sup>
- metamorfované (rula, mramor)



# Rozdělení hornin





# Vlastnosti hornin

Hornina	Objemová hmotnost (kg.m <sup>-3</sup> )	Tvrdoost dle Mohse	Pevnost v tlaku (MPa)	Pevnost v ohybu (MPa)	Nasákavost (%)
<b>Magmatické horniny</b>					
žula	2600 – 2800	6 – 7	120 – 240	10 – 35	0,2 – 1,2
diorit	2700 – 3000	6 – 7	135 – 215	20 – 40	0,2 – 0,7
gabro	2800 – 3100	6 – 7	150 – 225	25 – 60	0,2 – 0,5
syenit	2500 – 2900	6 – 7	150 – 200	10 – 20	0,2 – 0,5
čedič	2050 – 3000	6	250 – 400	15 – 25	0,1 – 0,3
trachyt	2400 – 2900	6 – 7	60 – 70		1 – 2
diabas	2800 – 2980	6	120 – 220	20 – 45	0,1 – 0,8
porfyr, porfyrít	2550 – 2650	6 – 7	70 – 210	15 – 30	0,2 – 1,5
<b>Sedimentární horniny</b>					
pískovec – SiO <sub>2</sub>	2000 – 2400	proměnlivá	30 – 80	3,8	4,0 – 8,5
vápenec	2600 – 2850	3	40 – 180	10 – 25	0,2 – 0,6
dolomit	2650 – 2850	3,5	100 – 200	12 – 25	0,2 – 0,6
břidlice	2600 – 2750	7	100 – 190	30 – 100	0,3 – 1,5
<b>Metamorfované horniny</b>					
rula	2650 – 2750	6 – 7	120 – 250	24 – 50	0,1 – 1,2
křemenec	2500 – 2700	7	300		0,5
amfibolit	2700 – 3100	6	170 – 280		0,1 – 0,4
mramor	2700 – 2800	3	75 – 145	12 – 26	0,2 – 1,0



# Těžba kamene

- kamenolom

„dobývání kamene a tlučení šterku spojeno jest nejen s dosti velikými obtížemi, ale pro značnou tvrdost kamene i s nebezpečím, zvláště pro zrak“ (Věstník Matice opavské, 1908)



- klínování (dřevo, expanzní hmota)
- odstřel (plošný, clonový, komorový)



Paul Kister





# Opracování kamene

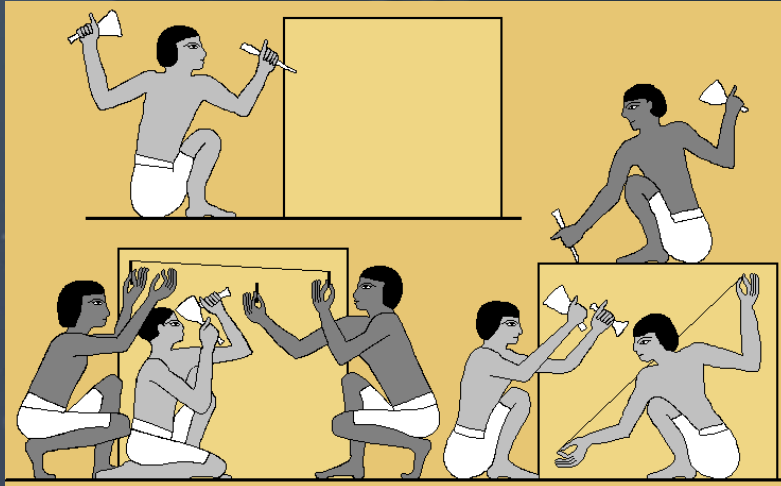


Canaletto  
1697-1768



# Opracování kamene

- hrubé
- jemné
  - řezání
  - tvarování
  - povrchové úpravy



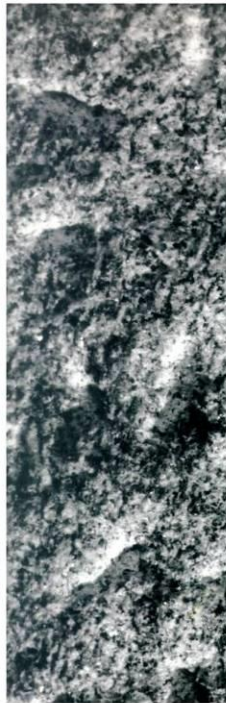




# Povrchové úpravy kamene



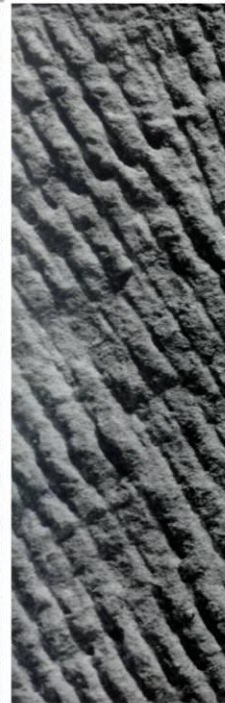
HRUBĚ TRHANÁ



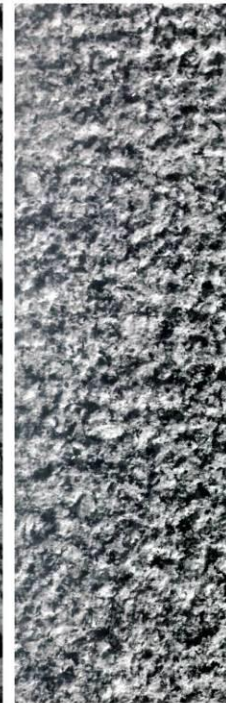
BOSOVANÁ



JEMNĚ ŠPICOVANÁ



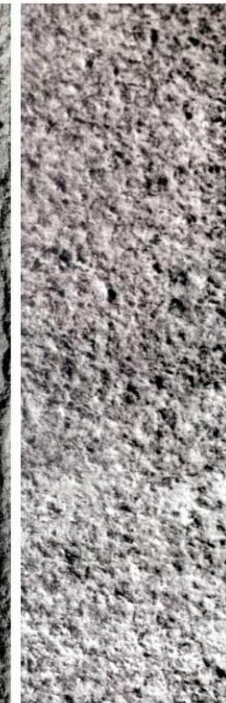
ZUBOVANÁ



PEMRLOVANÁ



ŘEZANÁ



BROUŠENÁ



# Opracování kamene





# Použití hornin

- O použití rozhodují požadované vlastnosti (pevnost, trvanlivost, opracovatelnost, vzhled) a dostupnost

**ČR:**

- žula
- čedič,
- vápenec (mramor, travertin)
- pískovec
- opuka
- břidlice



# Žula

## Mechanické vlastnosti:

- vysoká pevnost v tlaku
- těžce opracovatelná
- dobrá leštitelnost

## Vzhled:

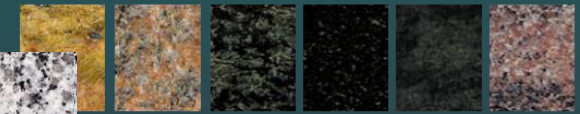
- hrubozrnná struktura
- barva černošedá, bílošedá, načervenalá

## Použití:

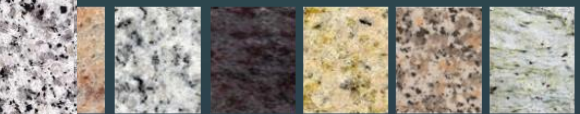
- venkovní zdivo, obrubníky, obklady, dlažební kostky, schody



Bianco tain Ivory brown Kashmir gold Kashmir white Labrador blue pearl Labrador emerald pearl



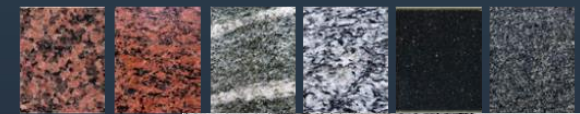
Gold Multicolor red Nero impala Nero zimbabwe Olive green Paradiso



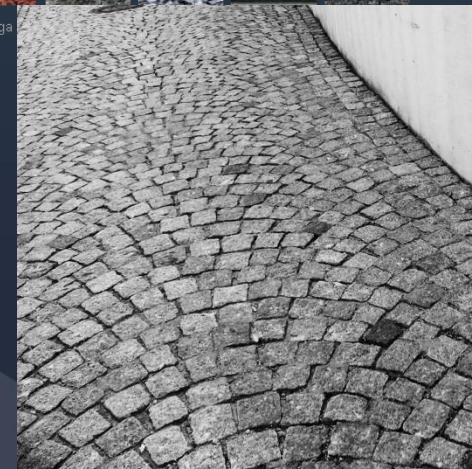
Ashi Talila grey Vizag blue Yellow rock Rosa Beta Lemon Ice



Prino Shivakashi Giallo Veneziano Baltic Brown Africa Red Aurora India



Balmoral Vanga





# Čedič

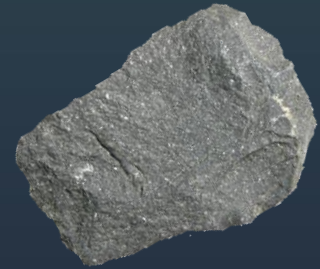
## Mechanické vlastnosti:

- vysoká pevnost v tlaku
- velká tvrdost
- špatná opracovatelnost



## Vzhled:

- barva šedá až černá



## Použití:

- venkovní zdivo, schody, dlažby
- výrobky z taveného čediče





# Pískovec

## Mechanické vlastnosti:

- dobře opracovatelný
- částečně odolný povětrnosti



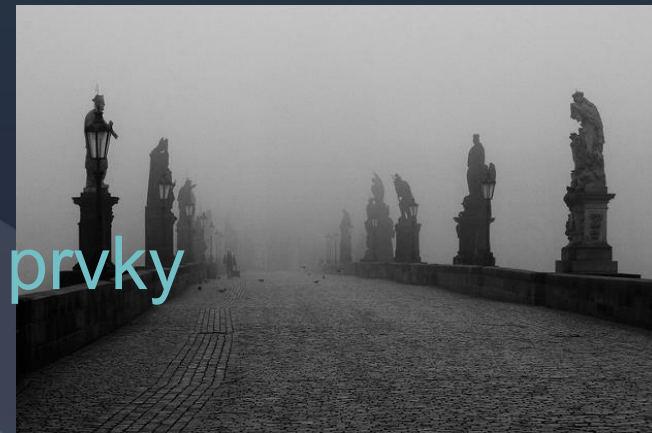
## Vzhled:

- hrubá i jemná struktura
- barva světle žlutá až tmavě červená



## Použití:

- kamenické a sochařské výrobky, obklady, zahradní prvky





# Vápenec

## Mechanické vlastnosti:

- dobře opracovatelný
- měkký
- citlivý na kyseliny



Jura

Crema Marfil

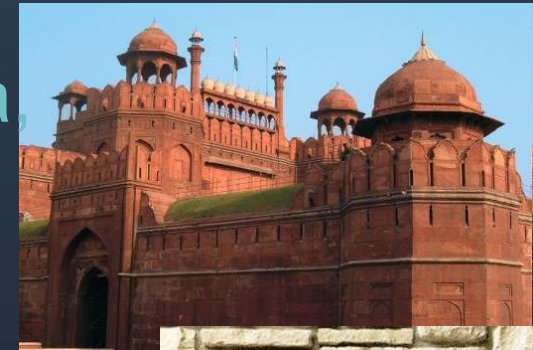
Giallo Atlantide

Botticino

Travertin

## Vzhled:

- barva světle šedá až nažloutlá, někdy načervenalá



## Použití:

- dekorační prvky, obklady, dlažby
- surovina pro další použití

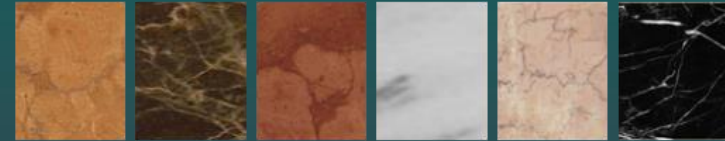




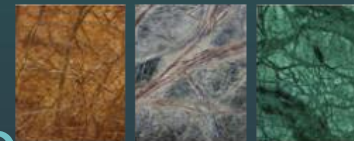
# Mramor (krystalický vápenec)

## Mechanické vlastnosti:

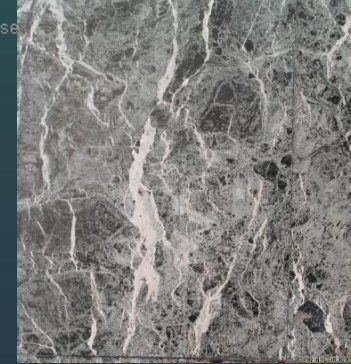
- dobře opracovatelný
- dobře leštitelný
- nevhodný do agresivního prostředí



Rosso verona Emperador scuro Rosso asiago Carrara Crema Nero Marquina



Forest Brown Forest Green Verde



## Vzhled:

- široká barevnost

## Použití:

- dekorační prvky, sochy
- obklady, dlažby (zejm. interiér)







# Opuka

## Mechanické vlastnosti:

- dobře opracovatelná
- nasákavá
- špatně odolává povětrnosti



## Vzhled:

- barva bělavá, žlutošedá až rezavá

## Použití:

- zejm. historicky – zdivo, sochy
- obklady





# Břidlice

## Mechanické vlastnosti:

- dobře štípatelná
- odolná povětrnosti

## Vzhled:

- barva většinou šedá

## Použití:

- obklady a krytina





# Kámen pro zdivo a stavební účely

ČSN 72 1860

- kamenné bloky
- lomový kámen
- kopáky
- haklíky
- kvádry





# Požadavky na stavební kámen

## Stavební hmoty

Druh	Skupina Podskupina	Označení	Hornina (příklad)	Objemová <sup>1</sup> hmotnost g.cm <sup>-3</sup> minimální ČSN 721154	Nasákavost v % hmotnosti <sup>1</sup> maximální ČSN 721155	Pevnost v tlaku (vysušenéh o kamene) Mpa minimální ČSN 721163	Pevnost v tahu za ohybu <sup>2</sup> (vysušeného kamene) Mpa minimální ČSN 721164	Součinitel mrazuvzdornos i v tlaku (tahu za ohybu) <sup>3</sup> po 25 cyklech minimální ČSN 721156
Magmatické horniny	I/a	Hlubinné světlé	Granit granodiority syenit	2,5	0,7	90	6	0,75
	I/b	Hlubinné tmavé	Diorit gabro	2,8				
	I/c	Výlevné hutné	andezit	2,5	5,5	80	6	0,75
	I/d	Výlevné pórovité	Trachyt	2	3	80	7	0,75
ryolit			1,6	9	60	5	0,75	
Sedimentární horniny	II/a	Klastické hutné	Hutný pískovec	2,5	5	40	5	0,75
	II/b	Klastické pórovité	Pórovitý pískovec opuka	1,8	15	15	2	0,75
	II/c	Klastické břidličnaté	Jílovitá břidlice	2,5	2	-	25	0,6
	II/d	Karbonátové pórovité	Pórovitý vápenec travertin	2,3	4	30	5	0,75
	II/e	Karbonátové hutné	Hutný vápenec	2,6	0,8	40	4	0,75
Metamorfované horniny	III/a	karbonátové	Krystalický vápenec	2,6	0,8	40	4	0,75
	III/b	Silikátové	Serpentinit ruly, granulit	2,5	1	60	6	0,75
	III/c	Břidlice	fylit	2,6	1,5	-	30	0,6



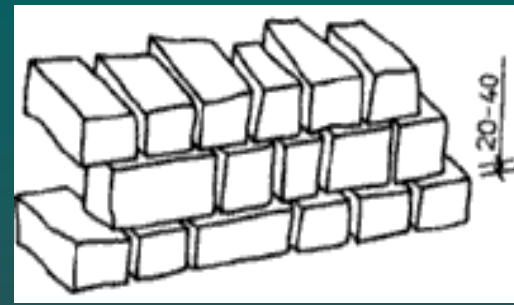
# Lomový kámen

- výrobky z přírodního kamene dané velikosti a nepravidelného, popř. částečně upraveného tvaru, kamenicky neopracované.
- netříděný
- tříděný
- záhozový
- pro dlažbu svahů a rigolů
- pro soklové zdivo
- pro kyklopské zdivo





# Kopáky

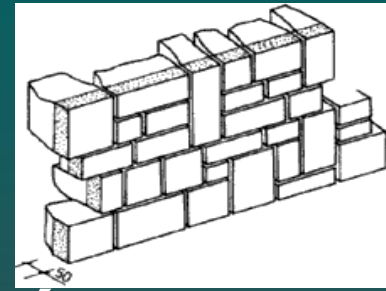


- výrobky z přírodního kamene dané velikosti a tvaru přibližného rovnoběžnostěnu, pro klenby přiměřeně klínovitého, vyrobené lámáním a hrubým kamenickým opracováním.
- běhouny ( $v = 200 - 400 \text{ mm}$ ,  $d = 1,5 \cdot v$ ,  $h = 300 - v$ )
- vazáky ( $v = 200 - 400 \text{ mm}$ ,  $d = v - 1,5 \cdot v$ ,  $h = v + 150$ )





# Haklíky



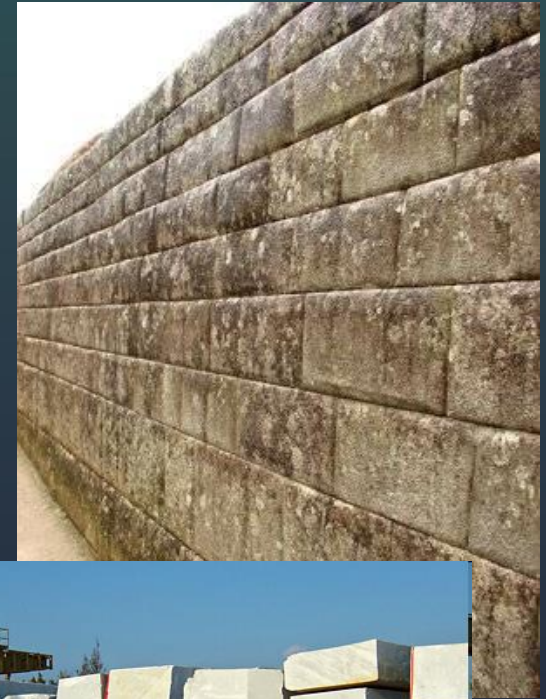
- výrobky z přírodního kamene dané velikosti a tvaru hranolu s čtvercovou nebo obdélníkovou lící plochou, určené jen pro obkladové zdivo a vyrobené lámáním, štípáním a hrubým kamenickým opracováním.
- neupravené
- hrubé
- čisté





# Kvádry

- výrobky z přírodního kamene různých tvarů a rozměrů a s různou povrchovou úpravou podle potřeby a použití.
- hrubé
- čisté
- s bosáží
- jemné
- broušené
- leštěné







# Stavební kámen - další produkty

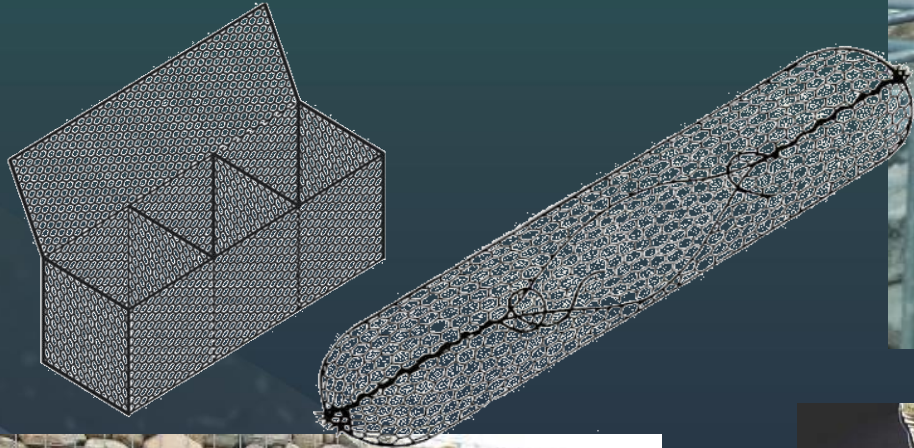
- obrubníky
- krajníky
- dlažební kostky
- obkladové desky
- schody





# Drátokoše - gabiony

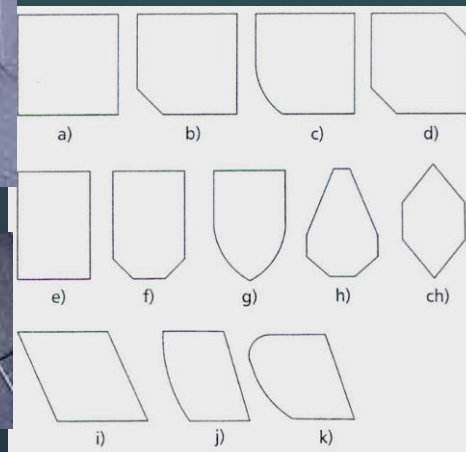
- gabia (it.) = klec





# Kamenná krytina

- břidlice





# Konglomerovaný kámen

- kamenná zrna (cca 90 %) + polymerní či anorganické pojivo (polyester, epoxidová pryskyřice, cement)

aglomerovaný kámen

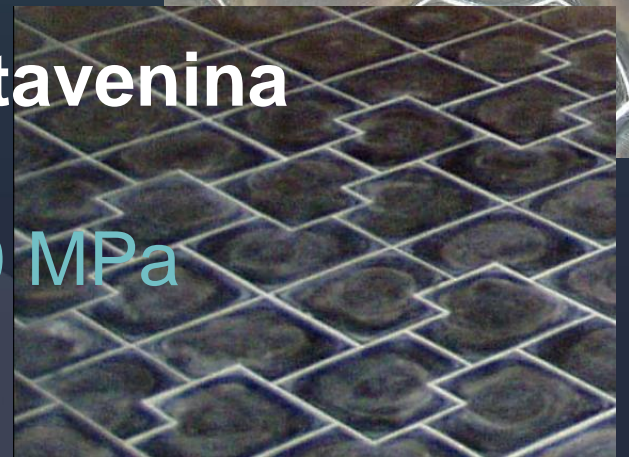
syntetický kámen





# Tavený čedič

- pevnost v tlaku 300 - 450 MPa
- tvrdost 8 (Mohs)



- **korundo-baddeleyitová tavenina**  
 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ 
  - tvrdost 9, pevnost  $> 300$  MPa
  - chemická odolnost





# Minerální vlákna

ČSN EN 13162 - izolační materiál z roztavené horniny (čedič), strusky nebo skla

- **desky** ( $\lambda = 0,035 - 0,045 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ ,  $\rho_V = 35 - 220 \text{ kg.m}^{-3}$ )
- **pásy** ( $\lambda \cong 0,04 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ ,  $\rho_V = 70 \text{ kg.m}^{-3}$ )
- **rohože** ( $\lambda \cong 0,04 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ ,  $\rho_V = 100-120 \text{ kg.m}^{-3}$ )
- **volná vlna**





# Minerální vlákna - použití

- tepelné izolace
- akustické izolace
- protipožární izolace



- **silikátový minerál**  
(chryzotil, amfibol, krokydolit)
- nehořlavý, žáruvzdorný,  
pevný, pružný
- **azbestocement** (střešní  
krytiny, desky, roury,  
tvarovky)
- **omítky, nátěry, tmely**

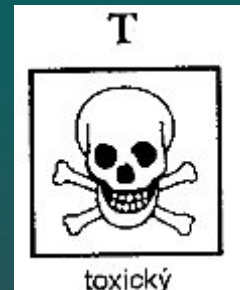
# Azbest







# Azbest



## Asbestos Umbrellas for Firemen

THE utilization of asbestos umbrellas has helped the "smoke-eaters" of a German provincial city to combat the fire peril. The novel device, illustrated below, is an imitation of the asbestos protective method used during the World war by Allied troops against the terrible effects of liquid fire.

Every brigade member is equipped with one of these umbrellas, which permits closer approach to base of flames.



This large type of asbestos umbrella permits several hose nozzles to be thrust through it, protecting firemen from heat.

(1933)

- vdechování → azbestoza, mezotheliom, rakovina

→ obtížná likvidace!

