



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



Autokláv pro výrobu pórobetonu



Autoklávovaný pórobeton

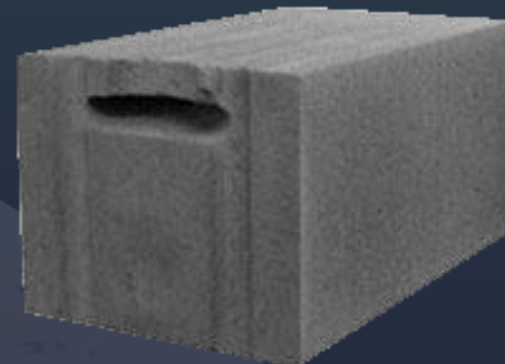




Autoklávovaný pórobeton

Složení:

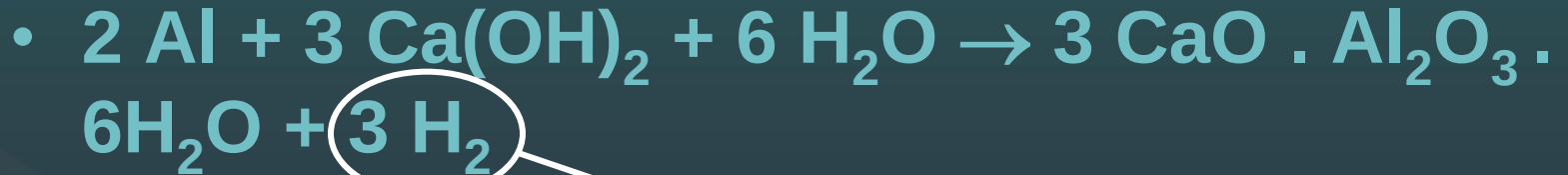
- pojivo (vápno, cement)
- křemičité látky
 - písek – pórobeton bílý
 - popílek – pórobeton šedý
- plynotvorné látky
 - Al prášek, Al pasta
- voda
- pomocné suroviny





Autoklávovaný pórobeton

Napěnění:



→ kypřící plyn





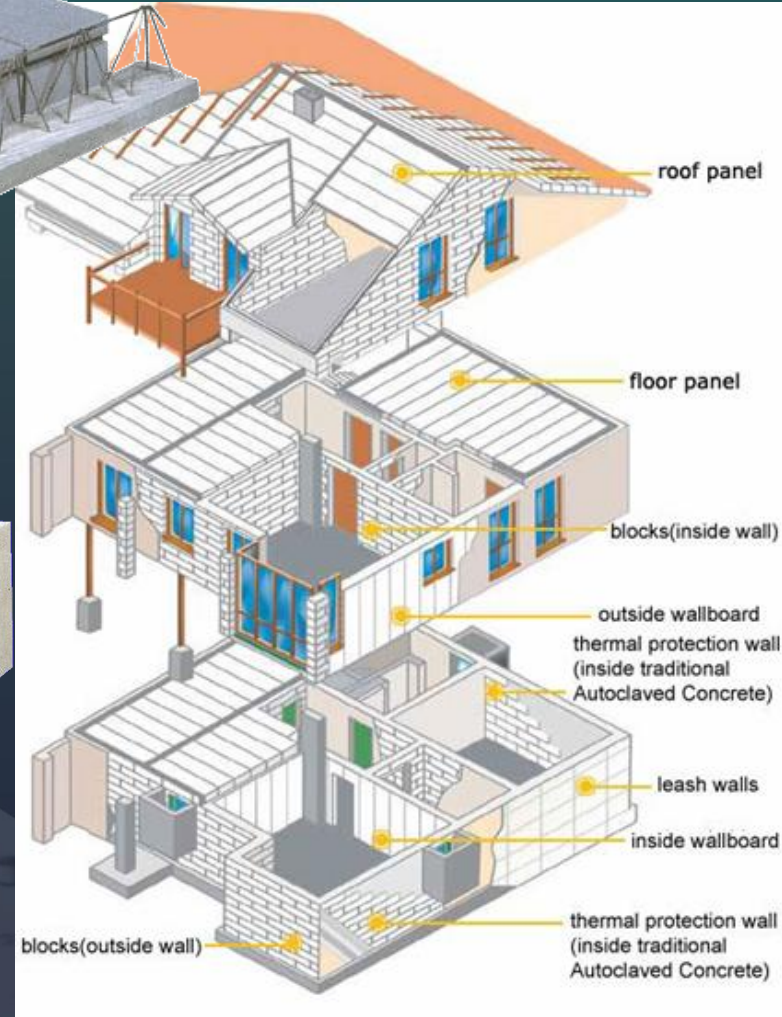
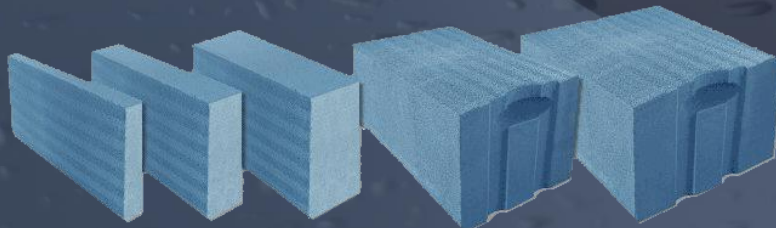
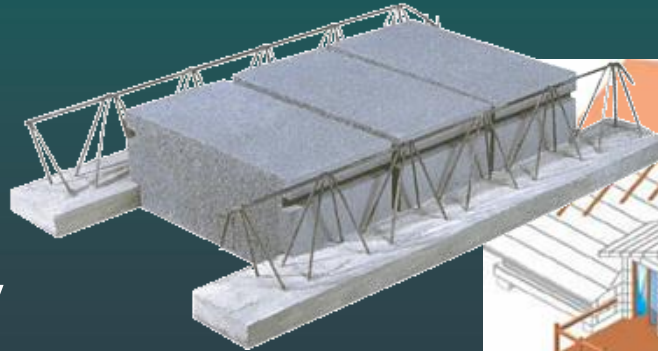
Výroba pórobetonu





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

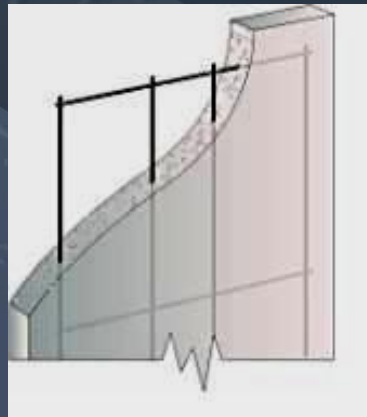
- vysoká expediční vlhkost
- špatně vysychá
- menší pevnost v tlaku
- poruchy dotvarování (trhlínky)
- vlhkostní objemové změny





Pórobeton - vyztužování

- v důsledku autoklávovací reakce chybí v pórobetonu Ca(OH)_2 (není alkalický)
→ **antikorozní ochrana výztuže je proto nezbytná !**
- disperzní akrylátový nátěr





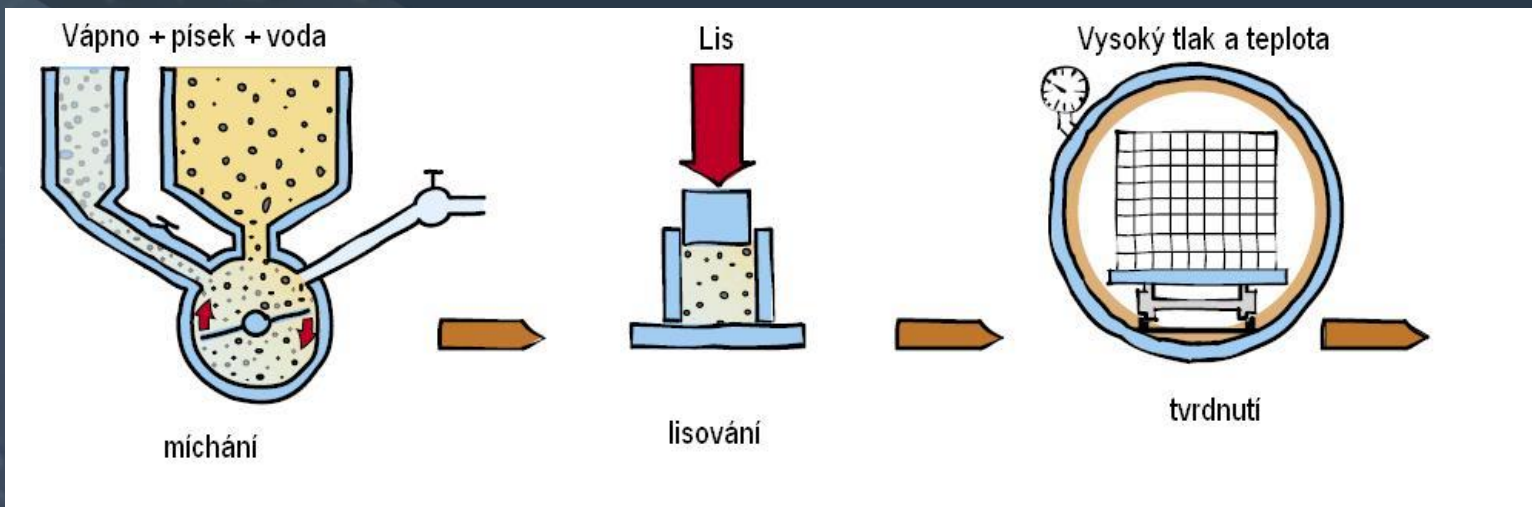
Vápenopískové zdící prvky





Vápenopískové zdící prvky

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





Vápenopískové zdící prvky

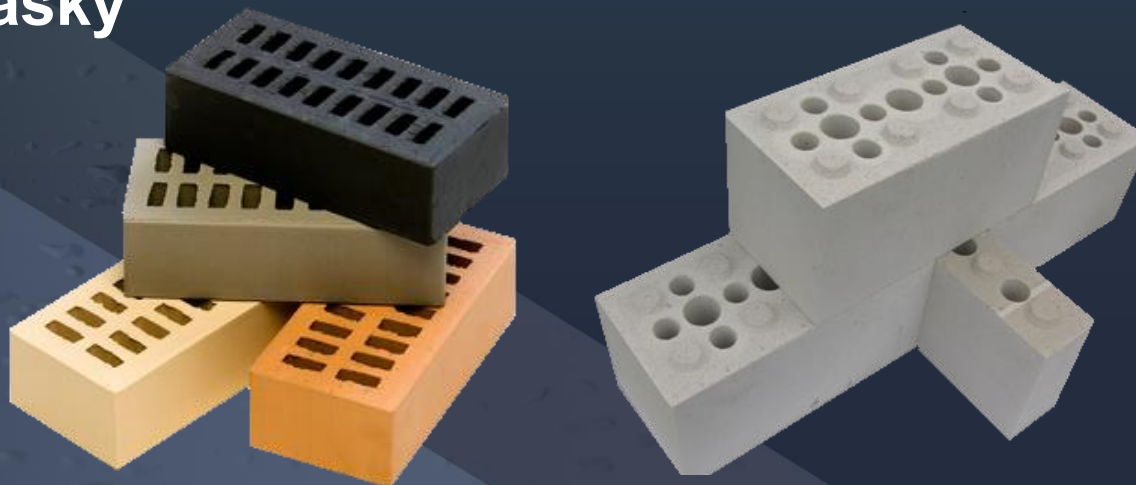
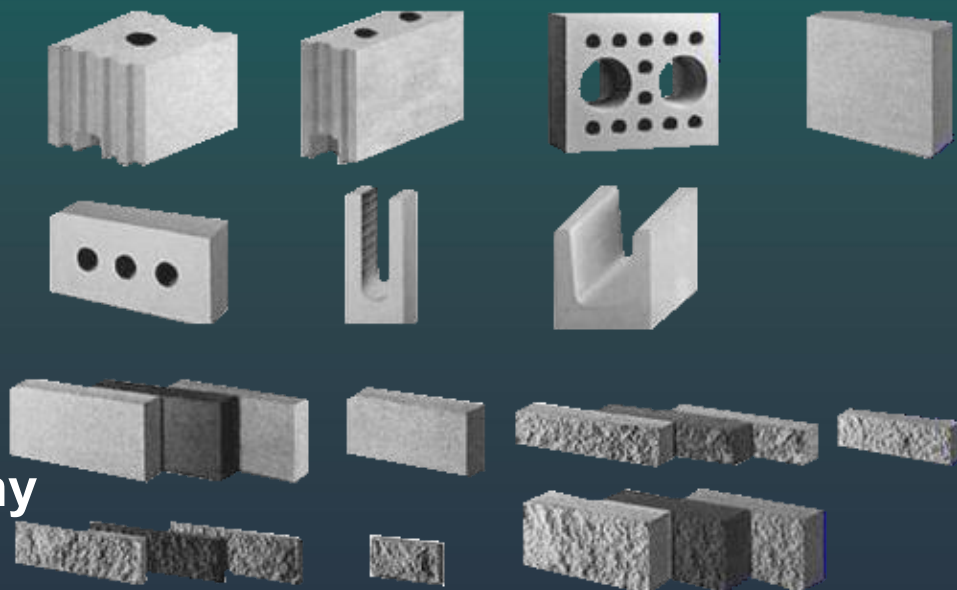
- působením tlakové páry v autoklávu reaguje CaO s $\text{SiO}_2 \rightarrow$ vzniklé křemičitany vápenaté jsou hydraulicky stálé
- **pevnost v tlaku 15 - 40 MPa**
- **mrazuvzdornost M20, M50**
- $\rho_v = 1300 - 2000 \text{ kg.m}^{-3}$
- $\lambda = 0,9 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$





Vápenopískové zdící prvky

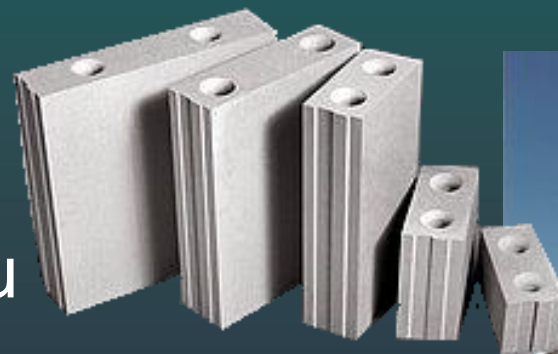
- cihly
- bloky
- kvádry
 - plné či děrované
 - hladké boční plochy nebo P+D
- obkladové pásy
- překlady





Vápenopískové zdící prvky - výhody

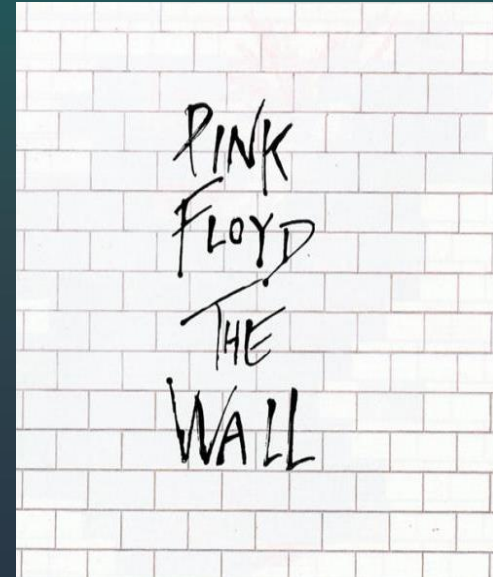
- + přesné rozměry
- + hladký povrch
- + odolnost vůči mrazu
- + nemusí se omítat
- + odolnost vůči agresivním látkám
- + nízká pracnost
- + dobrá tepelná akumulace





Vápenopískové zdící prvky - nevýhody

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



Vláknocementové výrobky





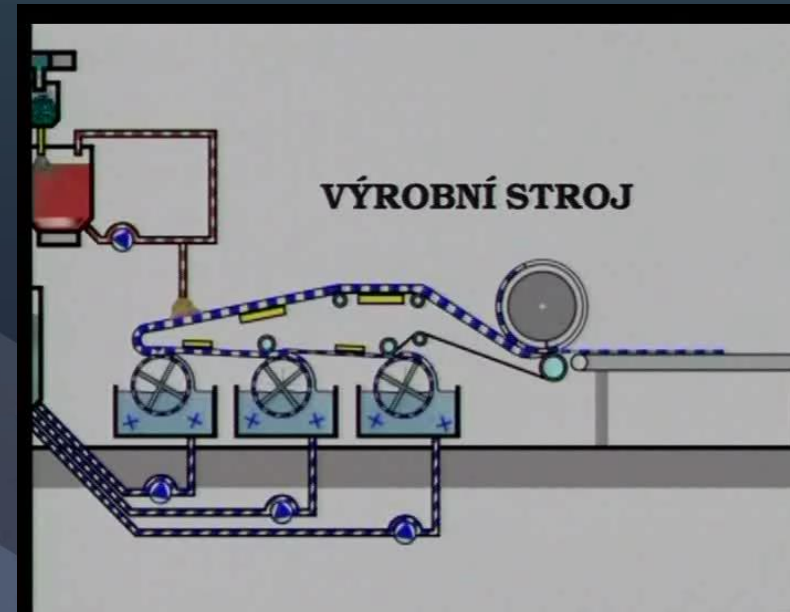
Vláknocementové výrobky

- cement
- dříve **azbestová** vlákna
- přírodní buničina
- syntetická vlákna
- voda a mikroplniva



Výroba:

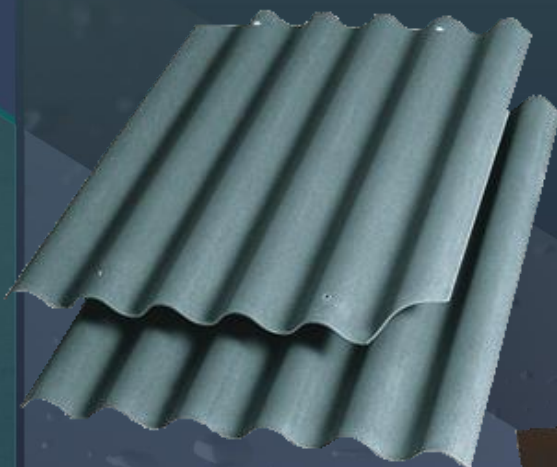
- autoklávování
- **proteplování**





Vláknocementové výrobky

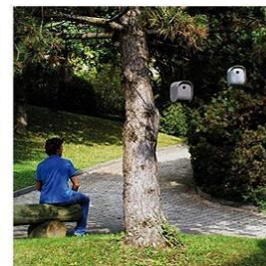
- střešní krytina
 - maloformátová
 - vlnitá





Vláknocementové výrobky

- fasádní obklady
- interierové obklady



**Katedra materiálového inženýrství
a chemie**

Stavební fakulta ČVUT v Praze



Stavební hmoty



Stavební kámen





Stavební kámen





Stavební kámen

= kusové stavivo $> 125 \text{ mm}$
(x kamenivo $< 125 \text{ mm}$)

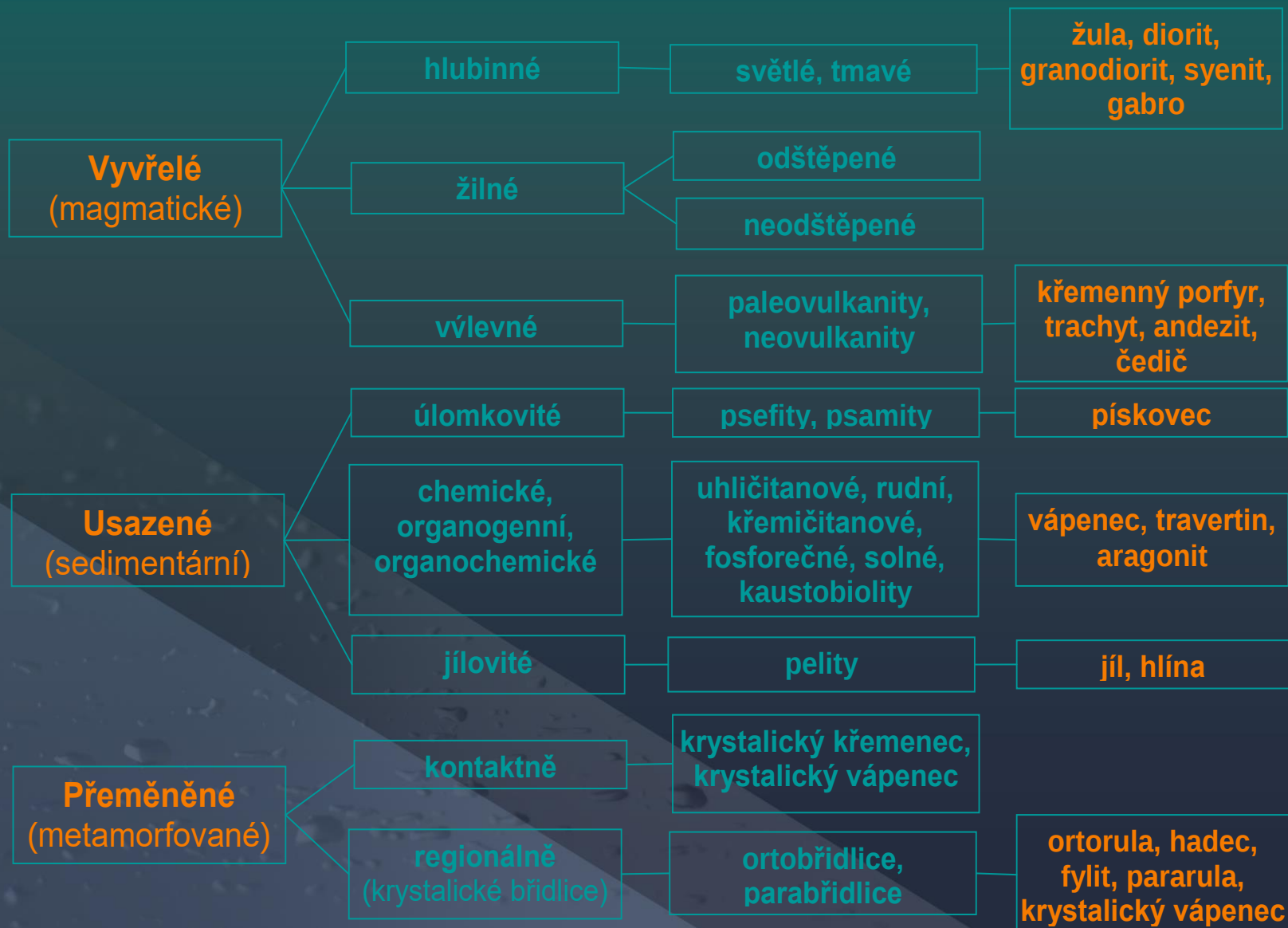
- hornina s vhodnými fyzikálními, technologickými, chemickými a estetickými vlastnostmi

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





Rozdělení hornin





Vlastnosti hornin

Hornina	Objemová hmotnost (kg.m ⁻³)	Tvrдость dle Mohse	Pevnost v tlaku (MPa)	Pevnost v ohybu (MPa)	Nasákavost (%)
Magmatické horniny					
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
Sedimentární horniny					
pískovec – SiO ₂	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
Metamorfované horniny					
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

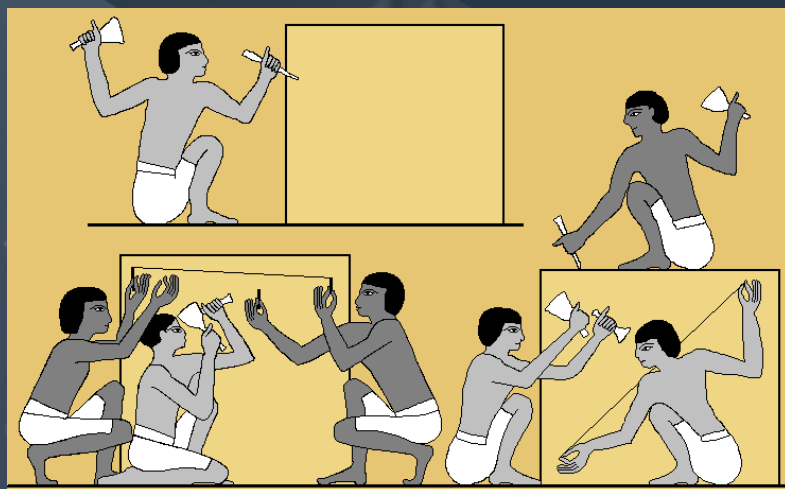


Canaletto
1697-1768



Opracování kamene

- hrubé
- jemné
 - řezání
 - tvarování
 - povrchové úpravy

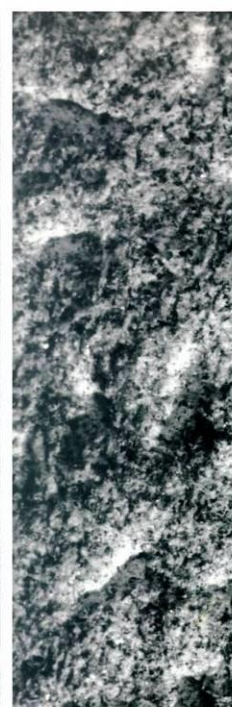




Povrchové úpravy kamene



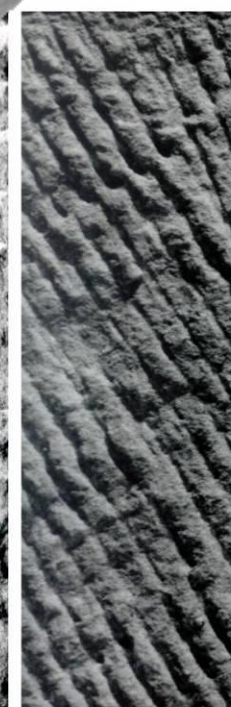
HRUBĚ TRHANÁ



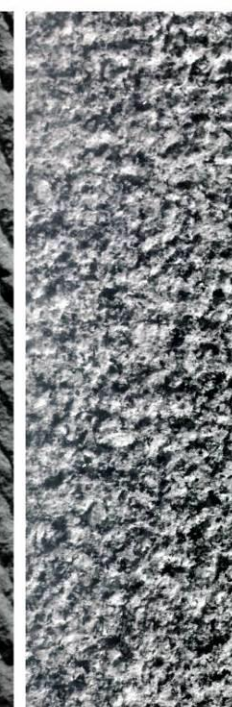
BOSOVANÁ



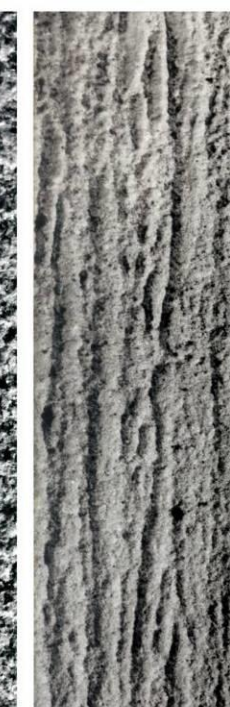
JEMNĚ ŠPICOVANÁ



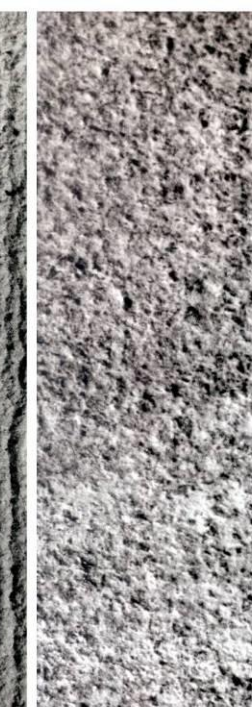
ZUBOVANÁ



PEMRLOVANÁ



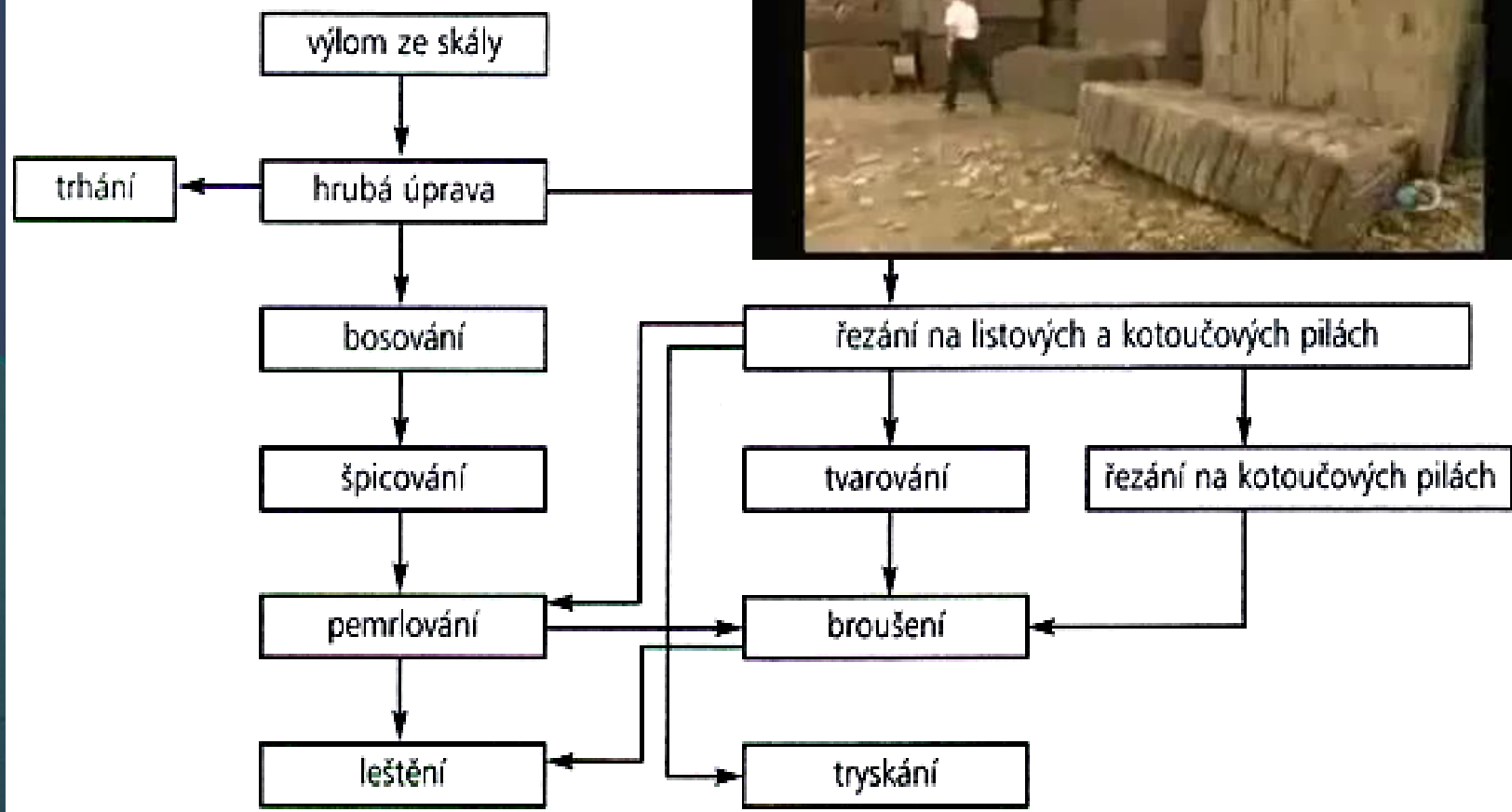
ŘEZANÁ



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:

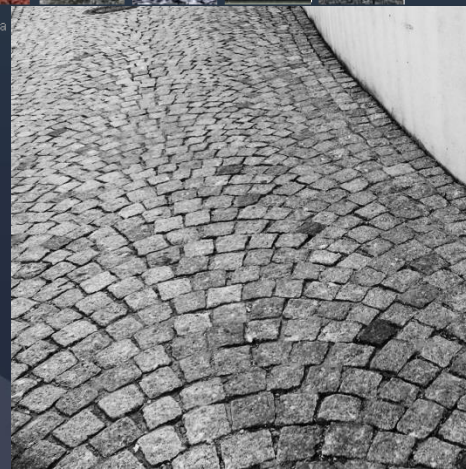
- vysoká pevnost v tlaku
- těžce opracovatelná
- dobrá leštitelnost

Vzhled:

- hrubozrnná struktura
- barva černošedá, bílošedá, načervenalá

Použití:

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





Čedič

Mechanické vlastnosti:

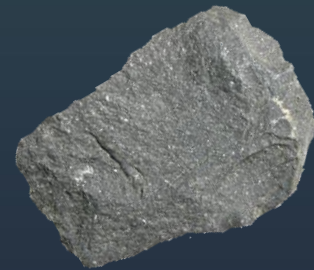
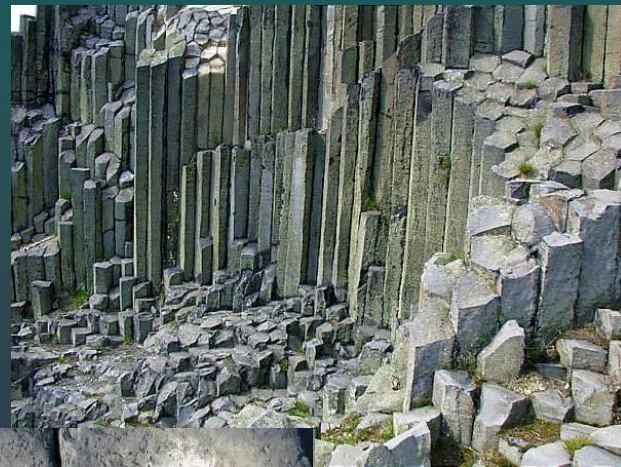
- vysoká pevnost v tlaku
- velká tvrdost
- špatná opracovatelnost

Vzhled:

- barva šedá až černá

Použití:

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





Pískovec

Mechanické vlastnosti:

- dobře opracovatelný
- částečně odolný povětrnosti



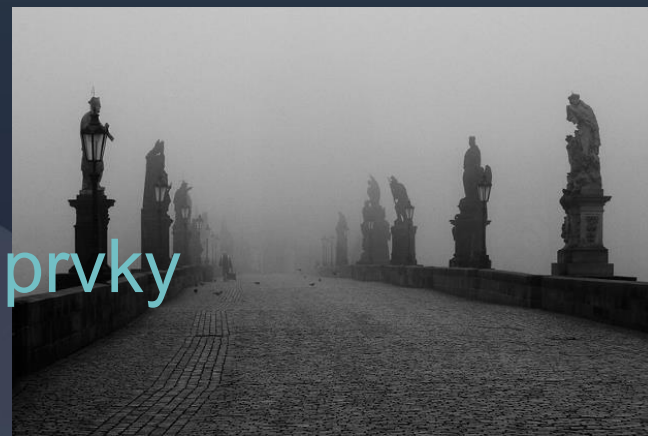
Vzhled:

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



Použití:

- kamenické a sochařské výrobky, obklady, zahradní prvky





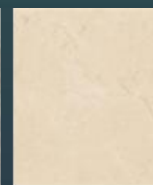
Vápenec

Mechanické vlastnosti:

- dobře opracovatelný
- měkký
- citlivý na kyseliny



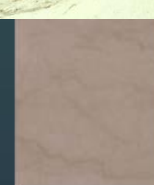
Jura



Crema Marfil



Giallo Atlantide



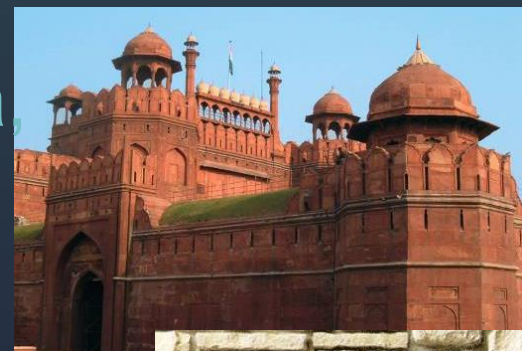
Botticino



Travertin

Vzhled:

- barva světle šedá až nažloutlá, někdy načervenalá



Použití:

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

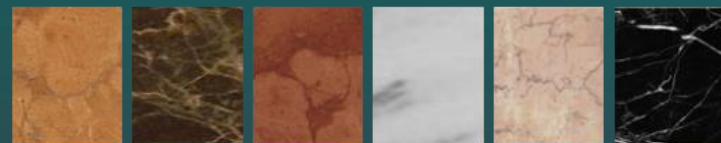




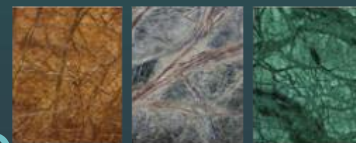
Mramor (krystalický vápenec)

Mechanické vlastnosti:

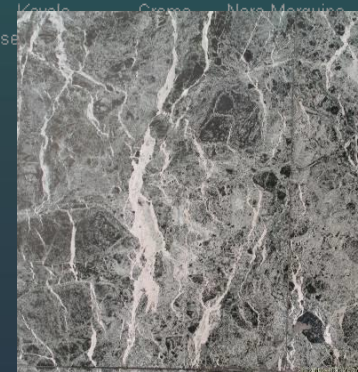
- dobře opracovatelný
- dobře leštitelný
- nevhodný do agresivního prostředí



Rosso verona Emperador scuro Rosso asiago Crema 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

Druh	Skupina Podskupina	Označení	Hornina (příklad)	Objemová ¹ hmotnost g.cm ⁻³ minimální ČSN 721154	Nasákavost v % hmotnosti ¹ maximální ČSN 721155	Pevnost v tlaku (vysušeného o kamene) Mpa minimální ČSN 721163	Pevnost v tahu za ohybu ² (vysušeného kamene) Mpa minimální ČSN 721164	Součinitel mrazuvzdornos i v tlaku (tahu za ohybu) ³ 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



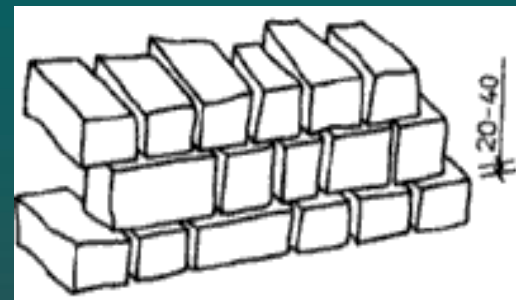
Lomový kámen

- 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

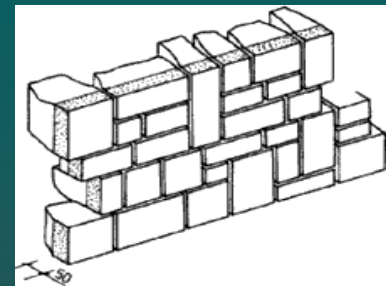


- výrobky z přírodního kamene dané velikosti a tvaru přibližného rovnoběžnostěnu, pro klenby přiměřeně klínovitého, vyrobené lámáním a hrubým kamenickým opracováním.
- běhouny ($v = 200 - 400 \text{ mm}$, $d = 1,5 \cdot v$, $h = 300 - v$)
- vazáky ($v = 200 - 400 \text{ mm}$, $d = v - 1,5 \cdot v$, $h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





Haklíky



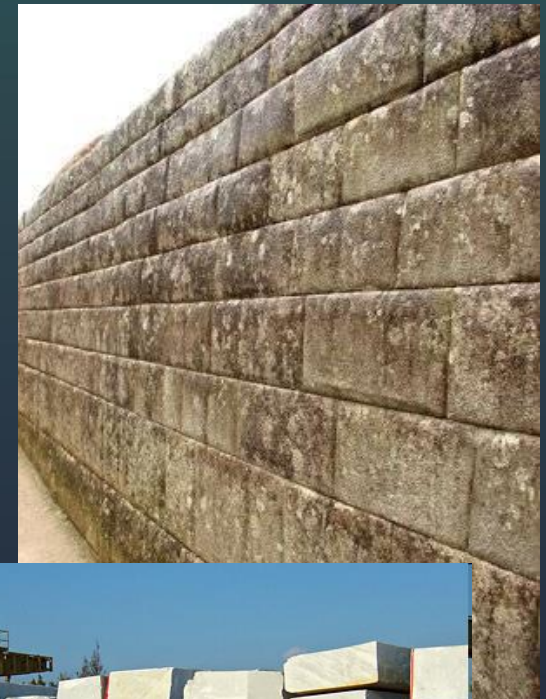
- výrobky z přírodního kamene dané velikosti a tvaru hranolu s čtvercovou nebo obdélníkovou lící plochou, určené jen pro obkladové zdivo a vyrobené lámáním, štípáním a hrubým kamenickým opracováním.
- neupravené
- hrubé
- čisté





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

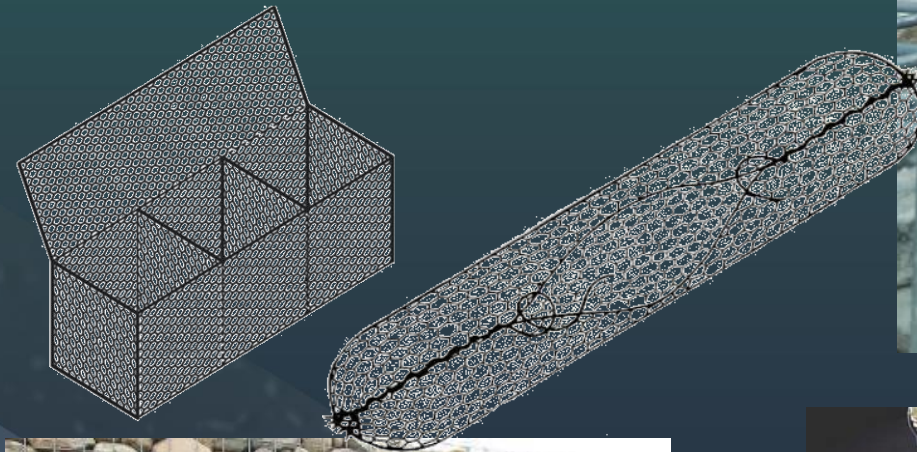
- obrubníky
- krajníky
- dlažební kostky
- obkladové desky
- schody





Drátokoše - gabiony

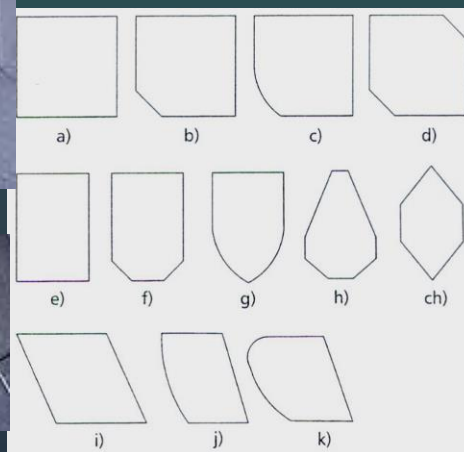
- gabia (it.) = klec





Kamenná krytina

- břidlice





Konglomerovaný kámen

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

aglomerovaný kámen

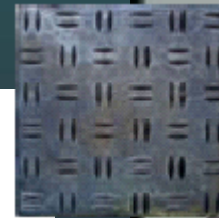
syntetický kámen



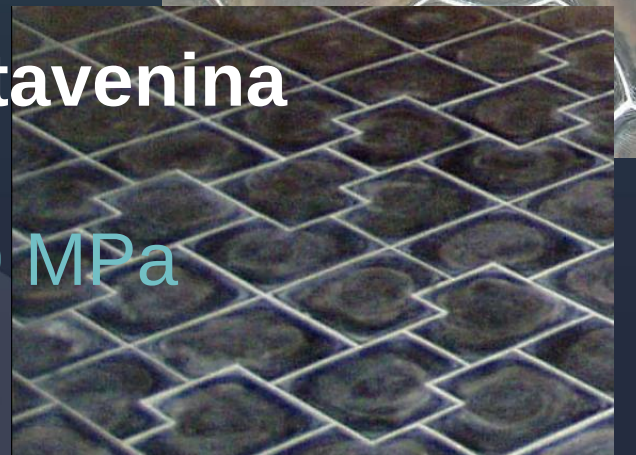


Tavený čedič

- 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





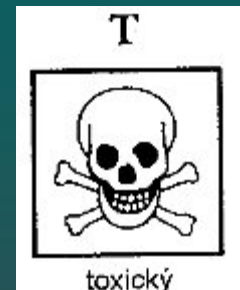
Azbest

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





Azbest



- vdechování → azbestoza, mezotheliom, rakovina

→ obtížná likvidace!

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)

