



Stavební hmoty

Přednáška 10



Kusová staviva na bázi hlíny





Nepálená hlína

Tradiční konstrukce

- dusání do dřevěného bednění
- lepenice
- hrázdění
- vepřovice
- války





Nepálená hlína

Novodobá výroba

- lisované cihly (stabilizace cementem, polypropylenová vlákna)
- dusání do bedně





Bentonit

- velmi jemný jíl – montmorillonit
- nízká propustnost vody
- ve styku s vodou bobtná (až o 700% objemu)
– na bentonity
- vysoká plasticita



+

- + neomezená životnost
- + samoregenerace

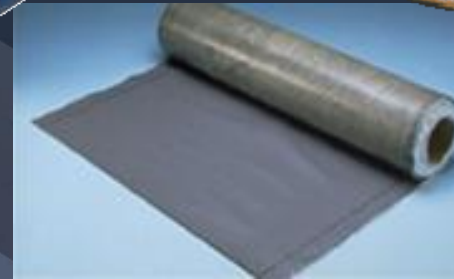
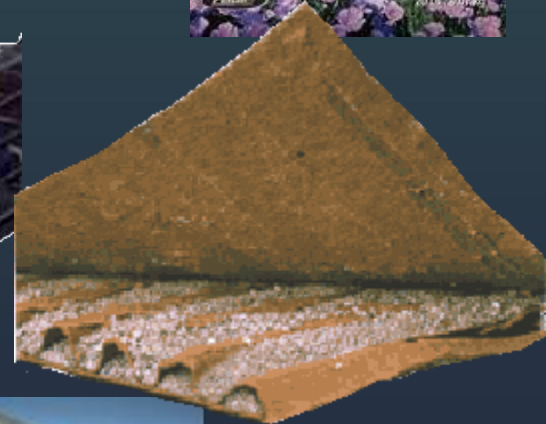


- cena
- větší tloušťka
- nutné přitížení



Bentonit - výrobky

- hydroizolace
 - desky (karton, plněný b.)
 - rohože (folie+b.)
 - těsnící pásy – těsnění spar





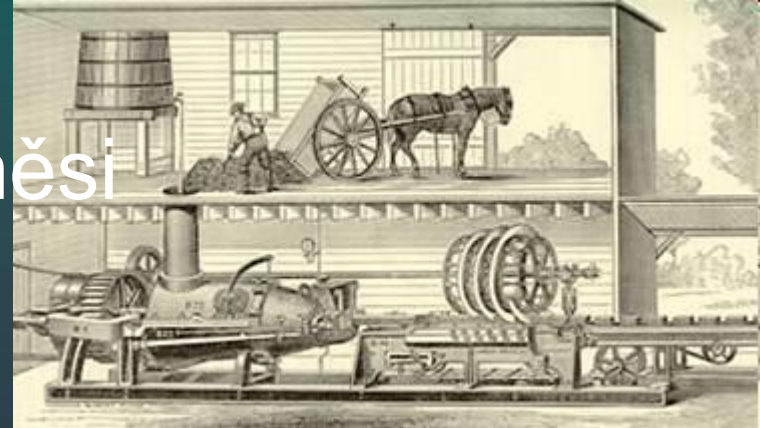
Keramika





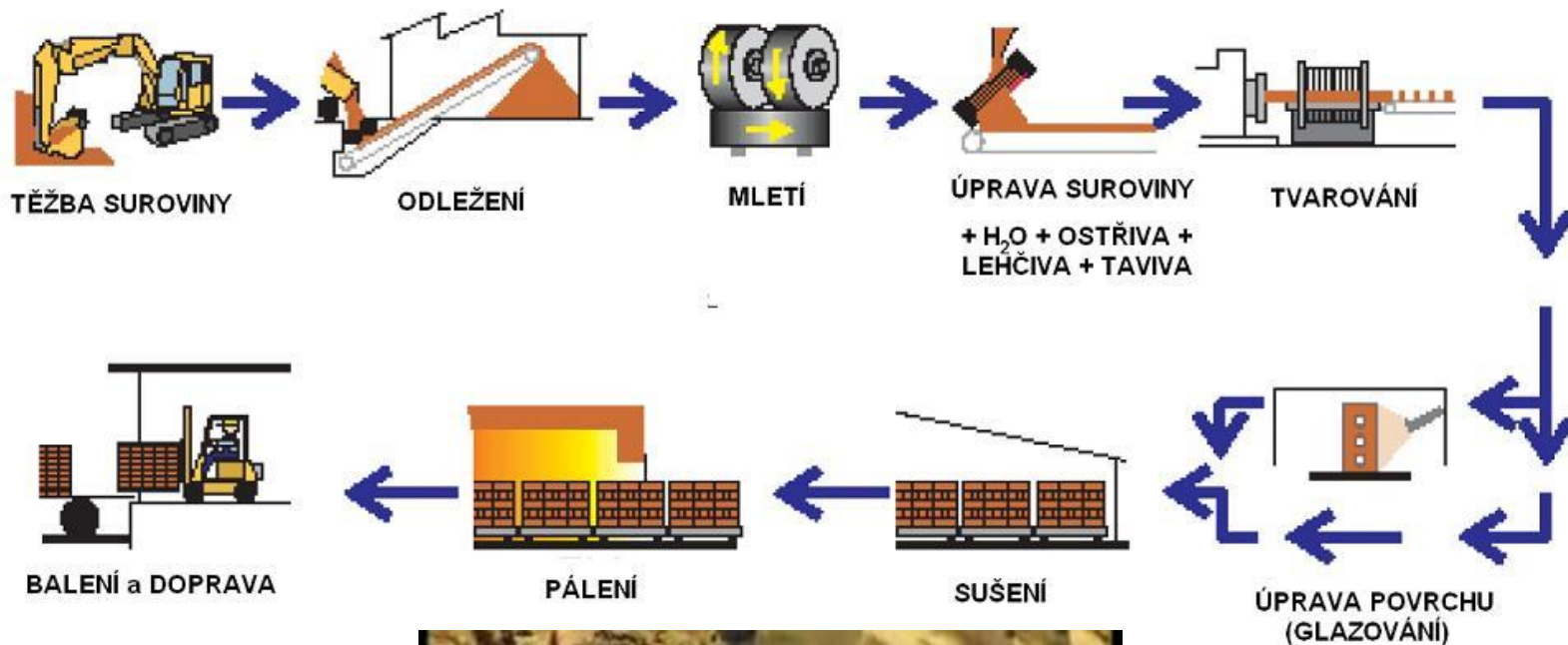
Keramika - výroba

- pálení keramické směsi
(900-1200 °C)
- suroviny:
 - plastické horniny obsahující jílu
 - ostřiva - omezení smrštění (písek, škvára)
 - lehčiva - zvýšení pórovitosti střepe (uhelný prach, dřevěné piliny)





Výroba keramiky





Keramické výrobky

- cihlářské výrobky
- obklady
- kamenina
- zdravotní keramika
- žárovzdorné výrobky





Keramické výrobky

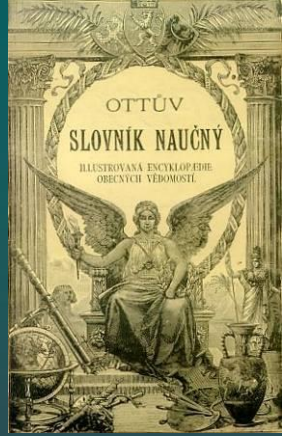
Druh	Hmotnostní nasákavost
slinuté	$< 1,5 \%$
poloslinuté	$1,5 - 3\%$
hutné	$3 - 6 \%$
polohutné	$6 - 10 \%$
pórovité	$>10 \%$



Cihlářské výrobky



Cihlářské výrobky

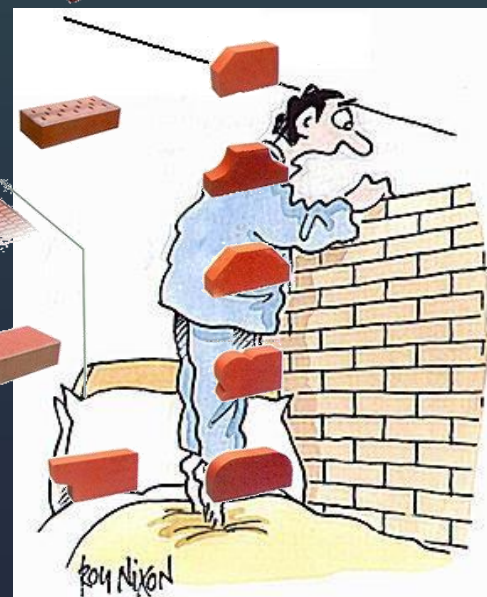
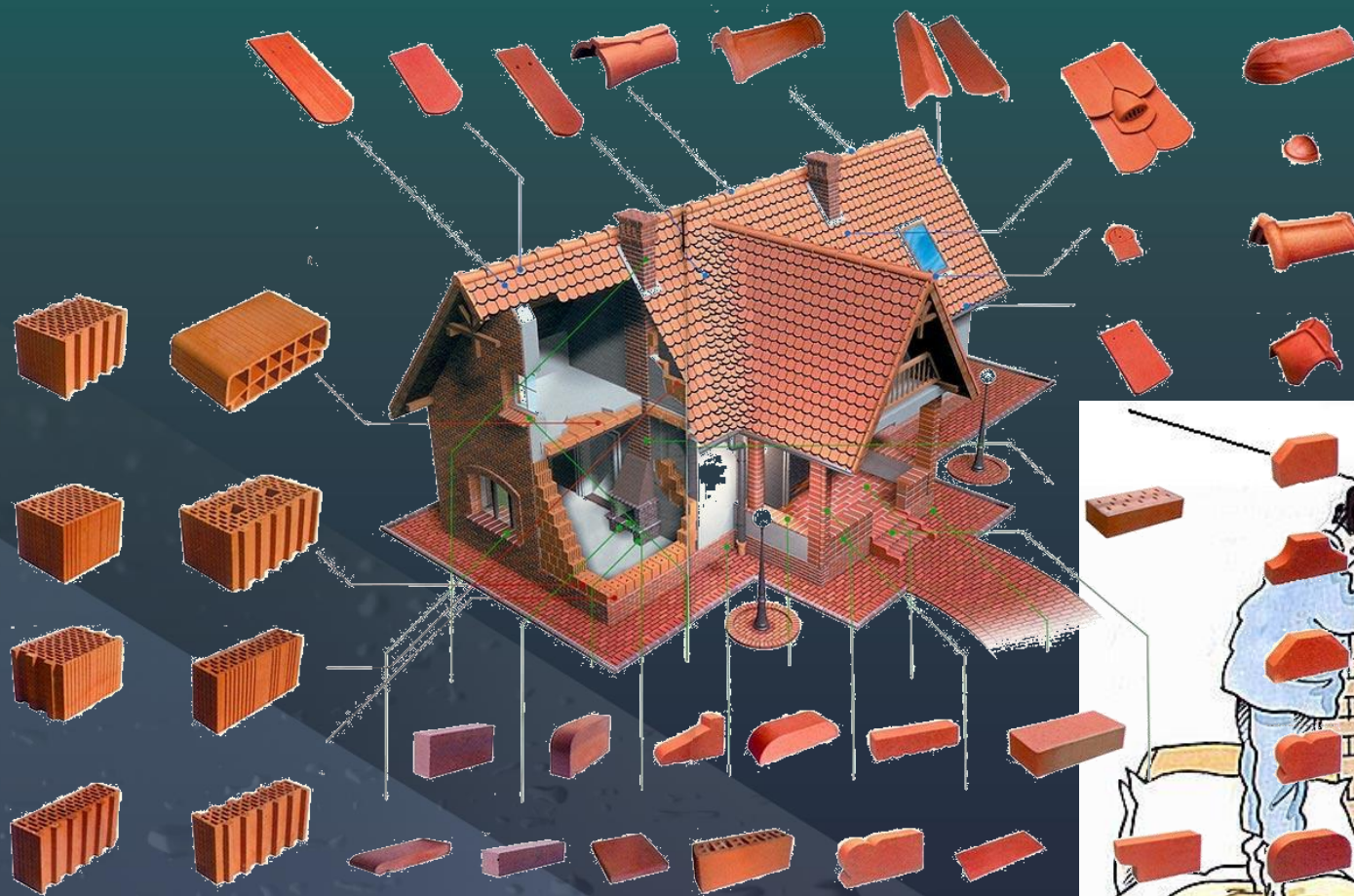


„Cihla jest umělý stavební kámen, vypálením z hlíny zhotovený. Povaha a pevnost cihel závisí nejen na druhu hlíny, nýbrž i na jejím spracování, vyschnutí a vypálení. Aby cihly účelu svému dostály, musí býti dobře vypáleny, ale nikoliv přepáleny, v kterémžto případě jsou na povrchu slity a vypadají jako klejtem polévané.“

Ottova encyklopedie, 1908



Cihlářské výrobky



"Tak co jsem zas řekl špatného?"



Vlastnosti cihelného střepu

Vlastnost	Měrná jednotka	Hodnota
hustota	kg.m^{-3}	2600-2700
objemová hmotnost (suchý stav)	kg.m^{-3}	1600-2200
hmotnostní nasákavost	%	20-25
objemová nasákavost	%	36-55
rovnovážná vlhkost	%	2,0
modul pružnosti	MPa	8000-12000
součinitel tepelné vodivosti	$\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$	0,65-0,80
měrná tepelná kapacita	$\text{kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$	0,9-1,1
souč. délkové teplotní roztažnosti	K^{-1}	$5,0.10^{-6}$
součinitel difuze vodní páry	s	$0,023.10^{-9}$
faktor difuzního odporu	-	5 až 10
souč. hmotnostní vzduchové propustnosti	s	$9,2.10^{-9}$



Výrobky pro svislé konstrukce



ČSN EN 771-1

- **HD** (high density):
 - všechny pálené zdicí prvky určené pro použití v režném zdivu,
 - pálené zdicí prvky s objemovou hmotností za sucha větší než 1000 kg.m^{-3} , určené pro použití v omítaném zdivu
- **LD** (low density):
 - pálené zdicí prvky s objemovou hmotností za sucha nejvýše 1000 kg.m^{-3} , určené pro použití v omítaném zdivu



Označení zdících prvků

- typ, tvar a uspořádání
- rozměry a tolerance
- mrazuvzdornost
- pevnost v tlaku
- objemová hmotnost
- nasákavost
- tepelnětechnické vlastnosti
- kategorii obsahu aktivních rozpustných solí
- vlhkostní přetvoření
- reakce na oheň
- přídržnost

ČSN EN 771-1



Stavební hmoty



Rok připojení značky 09
Identifikační číslo notifikované osoby 1139
Číslo ES certifikátu shody 1139-CPD-0271/05
Harmonizovaná evropská norma EN 771-1

Název výrobku POROTHERM 50 Hi - P8 - T2

Typ prvku LD - pálený zdící prvek

Wienerberger

Wienerberger Ziegelindustrie GmbH
AT-2332 Hennersdorf, Hauptstraße 2
RAKOUSKO

Výrobce
IČ: ATU 14605408

Výrobní závod 1530 - Werk Haiding
AT-4631 Krenglbach, Ziegelaistraße 36
RAKOUSKO

Výrobní číslo 53001471
Výrobní kód 53001471-1530

Jmenovité rozměry a tolerance		jmenovitý rozměr	tolerance				
			prům. hodnoty	min.	max.	rozpětí	max.
délka	mm	250	třída T2	246	254	třída R2	5
šířka	mm	500		494	506		7
výška	mm	238		234	242		5

Objemová hmotnost		prům. hodnota	tolerance			
			třída	Dm ±8 %	min.	max.
prvku	kg/m³	650	třída NPD		598	
materiálu prvku	kg/m³	NPD			702	

Tvar a uspořádání		svěsle děrovaný prvek	
skupina prvků	-	3	podle EN 1996-1-1
poměrný objem otvorů	%	NPD	nedeklaruje se
tloušťka vnějších žeber	mm	NPD	nedeklaruje se
tloušťka vnitřních žeber	mm	NPD	nedeklaruje se
poměrný objem největšího otvoru	%	NPD	nedeklaruje se
poměrný objem úchytných otvorů	%	NPD	nedeklaruje se
souhrnná tloušťka ve směru délky prvku	%	NPD	nedeklaruje se
souhrnná tloušťka ve směru šířky prvku	%	NPD	nedeklaruje se

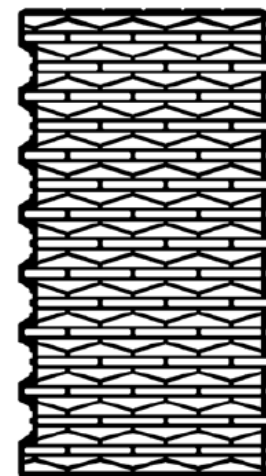
Pevnost v tlaku		průměrná	normalizovaná	kategorie
ve svislém směru	N/mm²	8	9,0	I
ve vodorovném směru	N/mm²	0	0	

Přidržitost	N/mm²	0,15	stanovená hodnota podle EN 998-2, Příloha C
Tepelná vodivost	W/mK	$\lambda_{0,02} = 0,090$	stanoveno měřením - zdivo na maltu L (stěna bez omítek)
Propustnost vodních par	-	$\mu = 5 / 10$	stanoveno podle EN 1745, Příloha A
Trvanlivost	třída	F0	nepoužívat pro nechráněné zdivo
Nasákavost	%	NPD	EN 771-1 nepožaduje pro prvky LD
Počáteční rychlost nasákavosti	kg/(m²·min)	NPD	EN 771-1 nepožaduje pro prvky LD
Obsah aktivních rozpustných solí	třída	S0	nepoužívat pro nechráněné zdivo
Vlhkostní přetvoření	mm/m	NPD	EN 771-1 nepožaduje
Reakce na oheň	třída	A1	podle EN 13501-1
Rovinnost ložných ploch	mm	NPD	pouze u prvků určených pro zdivo s tenkými ložnými spárami
Rovnoběžnost rovin ložných ploch	mm	NPD	pouze u prvků určených pro zdivo s tenkými ložnými spárami
Nebezpečné látky	-	splňuje požadavky Vyhlášky SÚJB č. 307/2002 Sb.	

Doplňkové národní požadavky pro použití:

ČSN 73 0540-2:04/2007
ČSN 73 0532:2000 + ZMĚNA Z1:2005

NPD - není stanoven žádný parametr



aktuální uspořádání může být nepatrně poznamenáno

úprava ložných ploch zabroušením

úprava bočních ploch vrstvou malty

Označení zdících prvků

ČSN EN 771-1

Mrazuvzdornost



Kategorie mrazuvzdornosti zdicích prvků HD a LD podle ČSN EN 771-1, čl. 5.3.6

Počet zmrazovacích cyklů podle ČSN 72 02601/Z3

F0

neagresivní prostředí (zdivo, které není v hotové konstrukci vystaveno působení vlhkosti a mrazu)

0

F1

mírně agresivní prostředí (zdivo vystavené působení vlhkosti a střídavému zmrazování a rozmrazování)

15

25

F2

silně agresivní prostředí (zdivo nasycené vodou a současně vystavené častému působení střídavého zmrazování a rozmrazování v důsledku klimatických podmínek)

50

100



Třídy objemové hmotnosti

Třída objemové hmotnosti	Průměrná hodnota objemové hmotnosti $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$
550	501 – 550
600	551 – 600
650	601 – 650
700	651 – 700
750	701 – 750
800	751 – 800
900	801 – 900
1000	901 – 1000
1200	1001 – 1200
1400	1201 – 1400
1600	1401 – 1600
1800	1601 – 1800

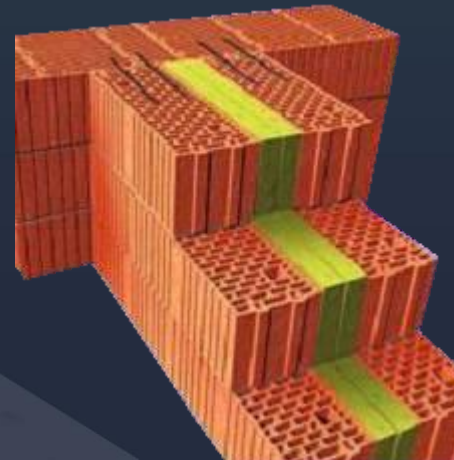
Třídy pevnosti

Pevnostní- značka cihel	Pevnost v tlaku	
	MPa	
	průměrná	jednotlivá
P 2	2	1,6
P 4	4	3,2
P 6	6	4,8
P 8	8	6,4
P 10	10	8,0
P 15	15	12,0
P 20	20	16,0
P 25	25	20,0
P 30	30	24,0
P 35	35	28,0
P 40	40	32,0



Druhy zdících prvků

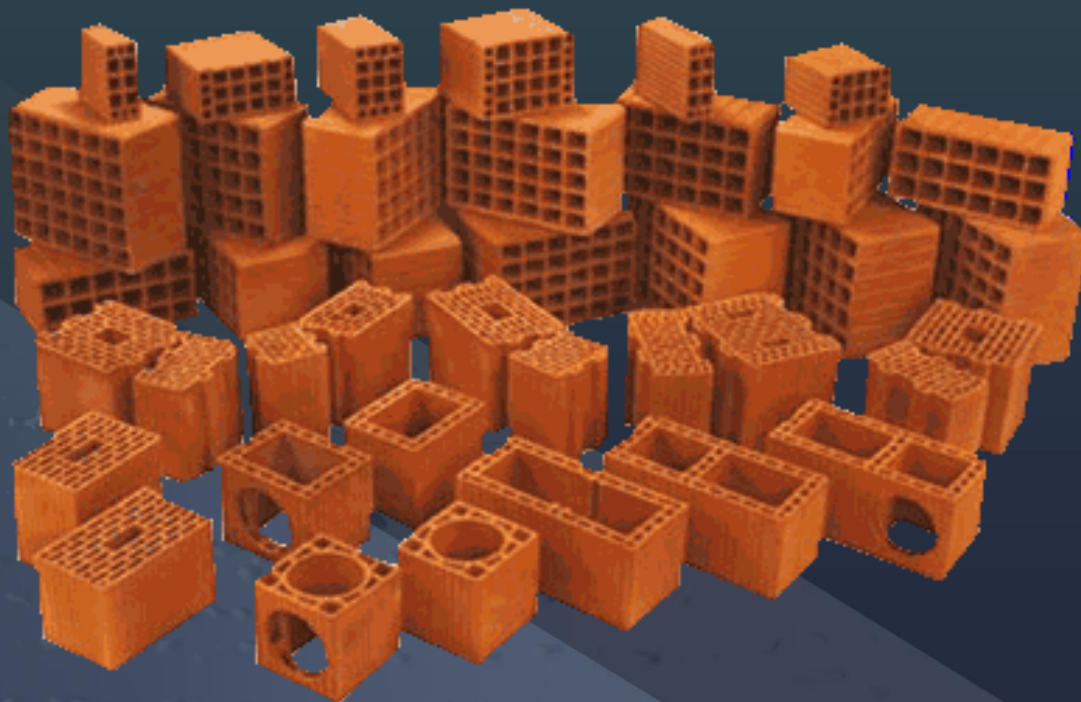
- Cihly plné **CP**
- Cihly odlehčené **CO**
- Příčkovky **Pk**
- Cihly lícové plné **CIP**,
dělivky **CIPd**
- Cihly typu **THERM**
(s kapsou, P+D)
- Cihly typu **AKU**
- Superizolační cihly typu
THERM
- Cihly broušené **CB, SB**





Tvary cihel

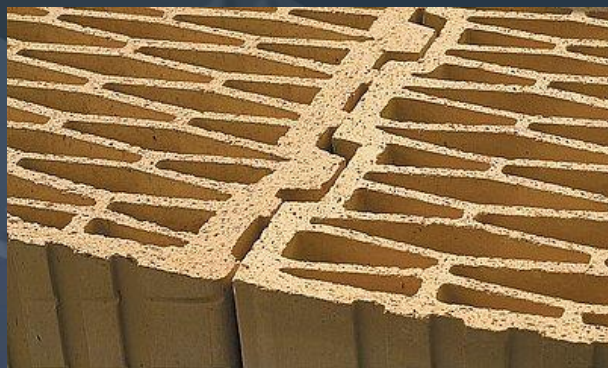
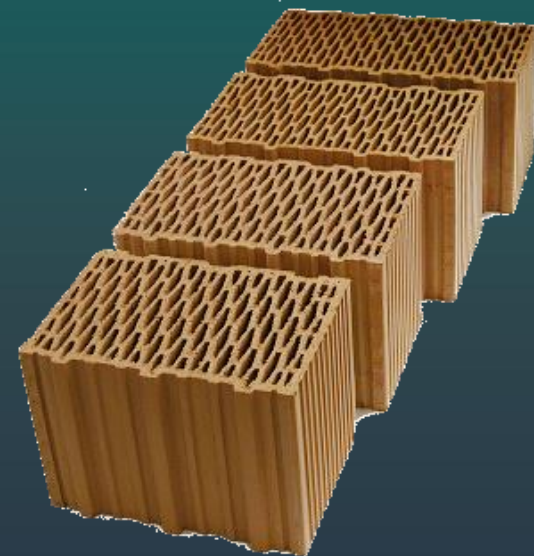
- cihla plná –
 - 290 x 140 x 65mm, hmotnost 4,7 kg





Cihly typu Therm

- pórovitost 15 – 20%
- $\lambda = 0,4 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- $\rho_v < 1450 \text{ kg.m}^{-3}$
- zdění na tepelněizolační maltu





Zlepšení tepelné izolace

- vyplnění dutin v první vrstvě perlitem
- vyplnění dutin ve výrobě
 - minerální vatou
 - polystyrenem





- pórovitost 15 – 20%
- $\lambda = 0,058 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- $\rho_v < 640 \text{ kg.m}^{-3}$
- zdění na celoplošné lepidlo, PUR pěna





Zdění na PUR pěnu

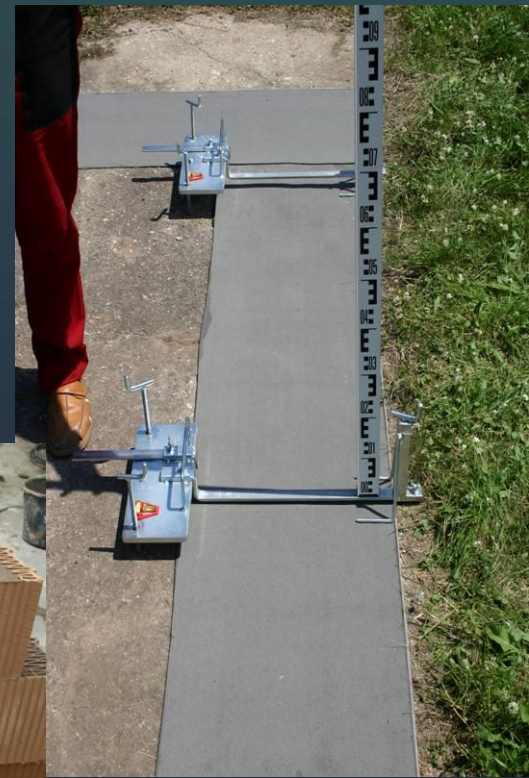
- možnost práce i v chladném období
- pevnost ?
- životnost?





Cihly broušené

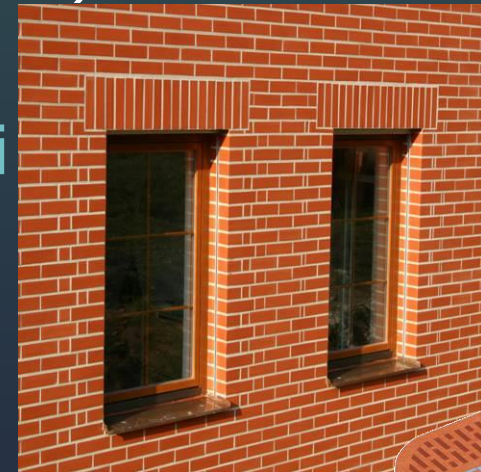
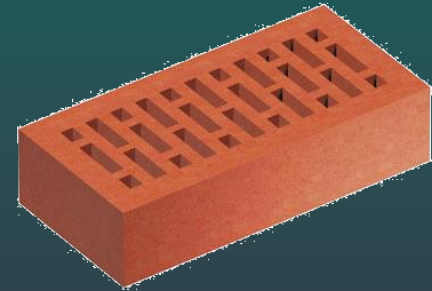
- po vypálení zbroušeny s přesností 1 mm
- přesné zdění





Cihly typu Klinker

- ostře vypálený keramický materiál ze speciální hlíny při vysoké teplotě (cca 1100 °C) až do bodu slnutí
 - mimořádná odolnost proti povětrnostním vlivům
 - minimální nasákavost
 - vysoká mrazuvzdornost
 - vysoká objemová hmotnost a pevnost
 - neomítají se

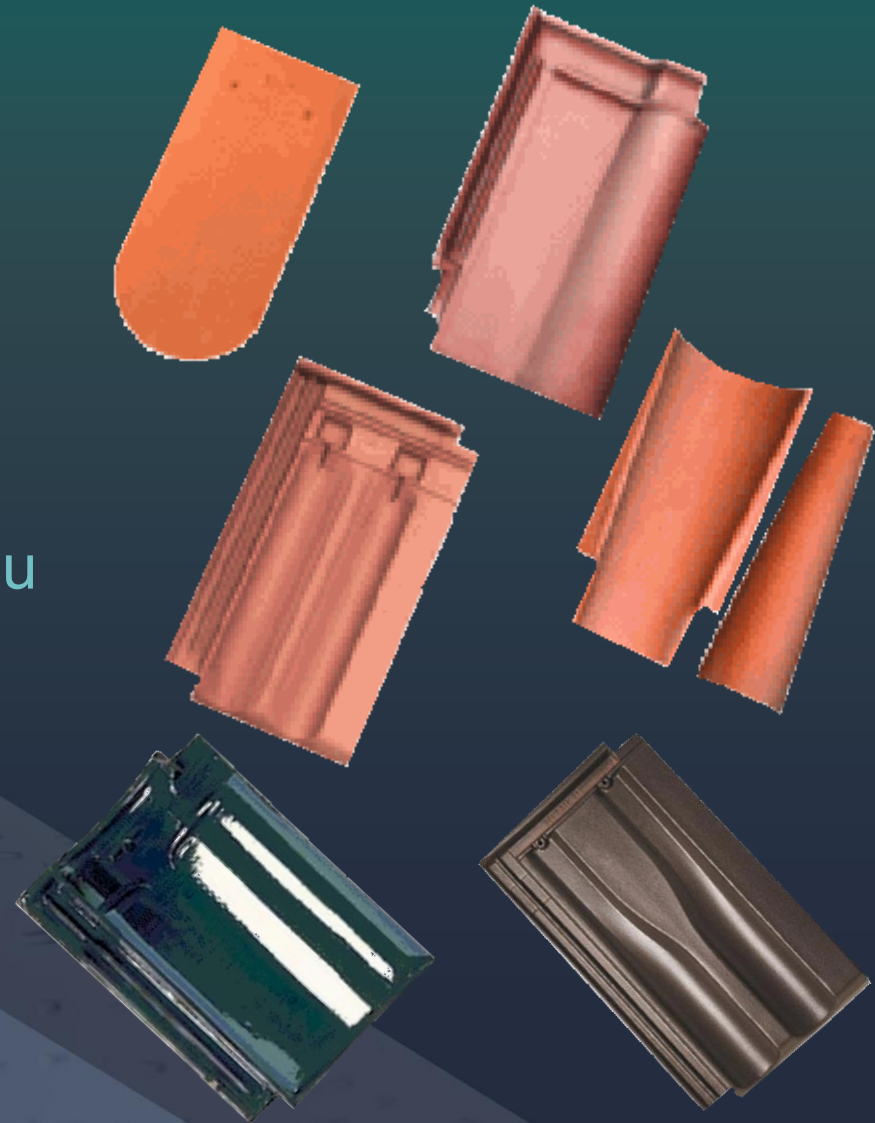


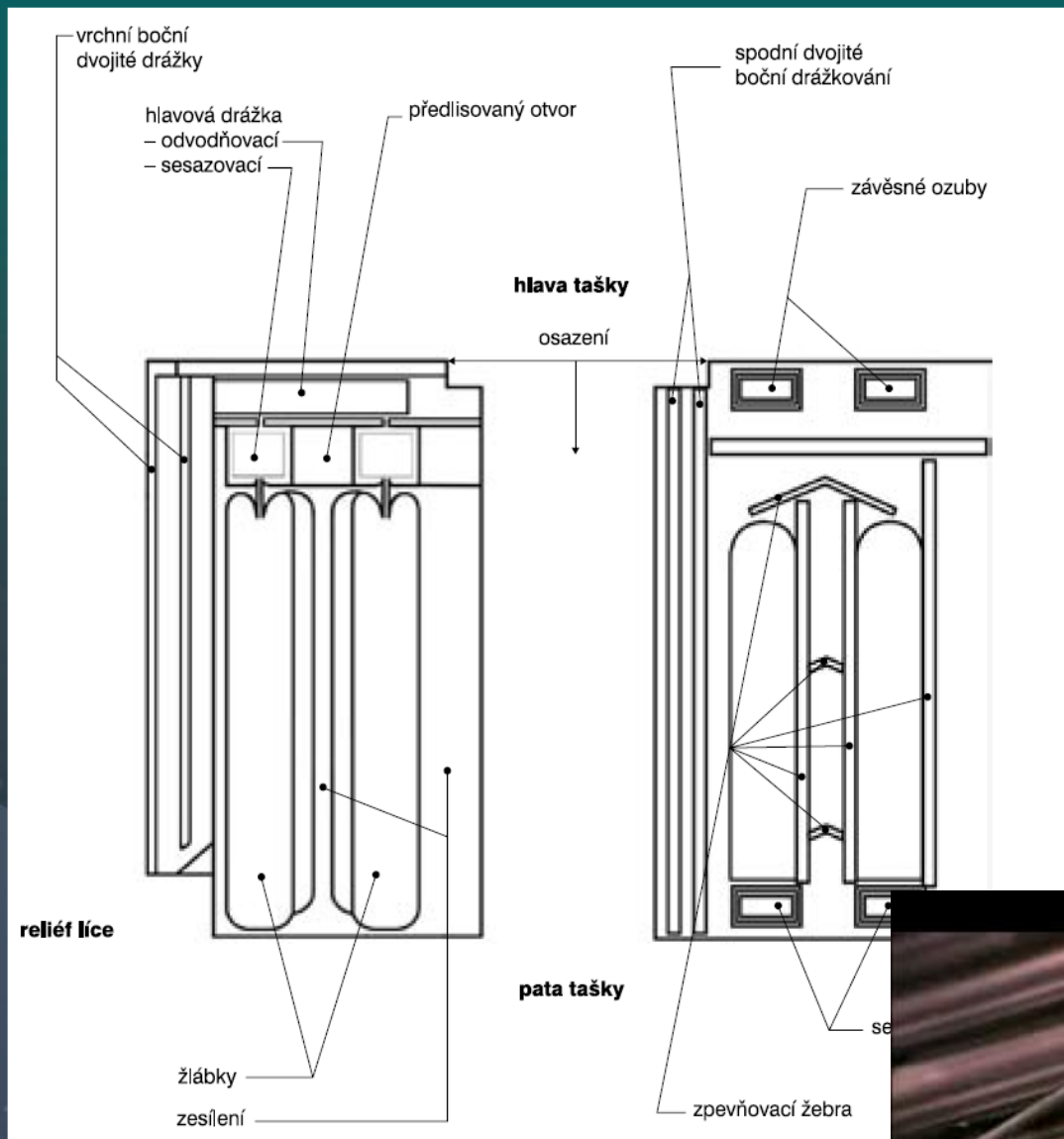


Střešní krytina

Pálené střešní tašky

- technologie:
 - tažené
 - ražené
- drážky
 - drážkové (se spojitou nebo přerušovanou drážkou)
 - bez drážek
- barevnost povrchu
 - režné, engobované, glazované





zkoušení tašek





Střešní tašky - sortiment



HRANICE 11
Potřeba na 1 m²
– od 10,8 ks



FRANCOUZSKÁ 12
Potřeba na 1 m²
– 11,3 ks



ROMANSKA 12
Potřeba na 1 m²
– 11,9 ks



UNIVERZÁL 12
Potřeba na 1 m²
– od 11 ks



FALCOVKA 11
Potřeba na 1 m²
– 11,1 ks



SRDČOVKA 11
Potřeba na 1 m²
– 11,1 ks



STODO 12
Potřeba na 1 m²
– 12,2 ks



STODO 12 posuvná
Potřeba na 1 m²
– od 12,2 ks



FRANCOUZSKÁ 14
Potřeba na 1 m²
– 14,5 ks



BRNĚNKA 14
Potřeba na 1 m²
– od 14,5 ks



JIRČANKA 13
Potřeba na 1 m²
– 13,5 ks



POLKA 13
Potřeba na 1 m²
– od 13 ks



BOBROVKA
Potřeba na 1 m²
– od 36 ks



MALÝ PREJZ
Potřeba na 1 m²
– 16 párů ks



PRAŽSKÝ PREJZ
Potřeba na 1 m²
– 12 párů

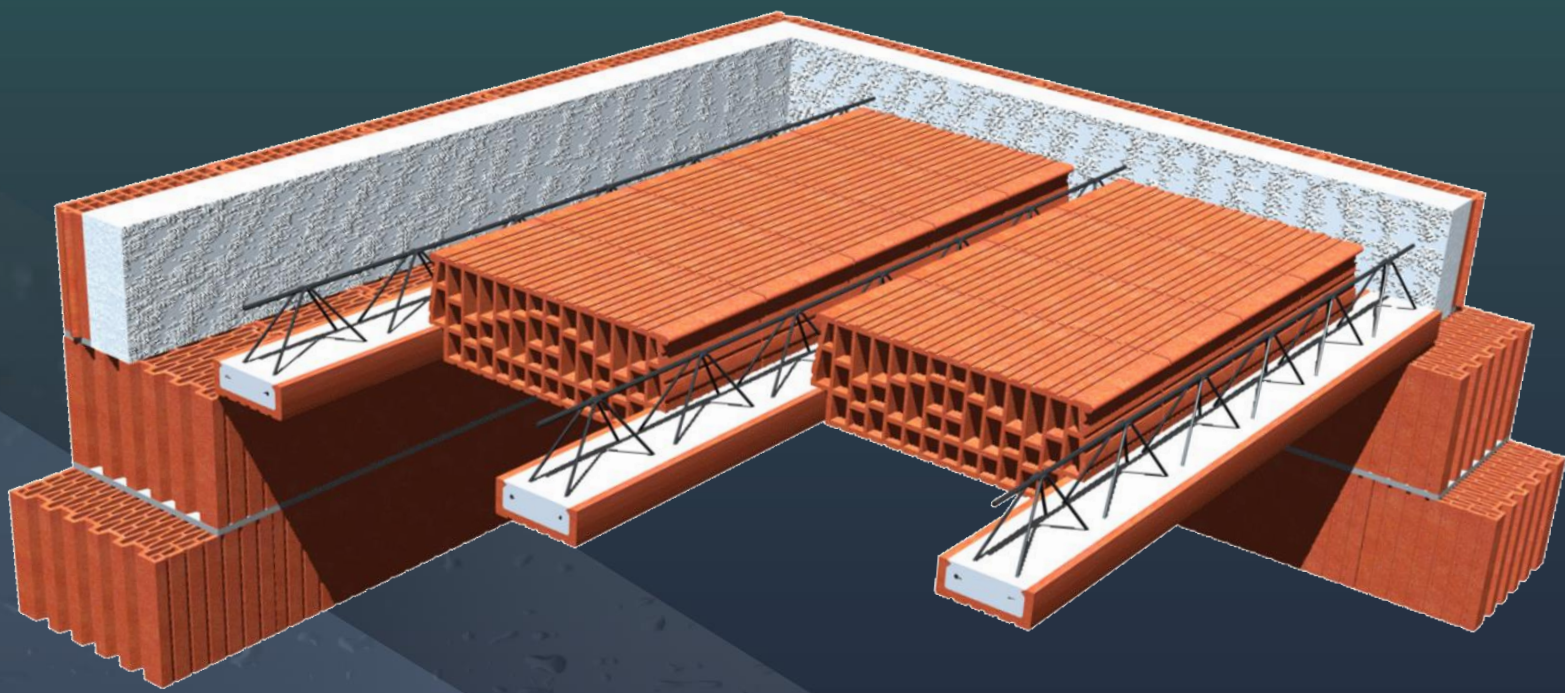


Doplňkový sortiment



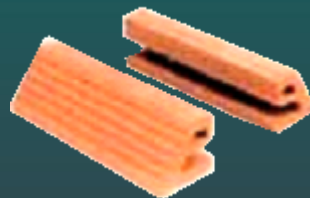


Stropní cihelné konstrukce

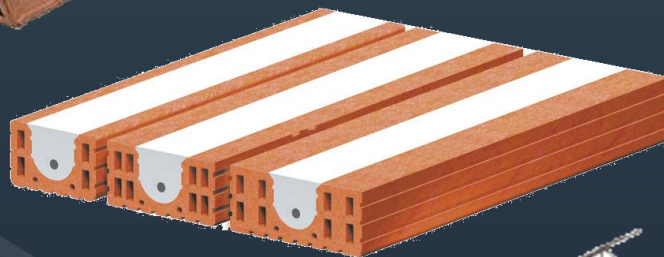


Vodorovné konstrukce

- stropní desky
(Hurdis, již se nevyrábí)



- překlady



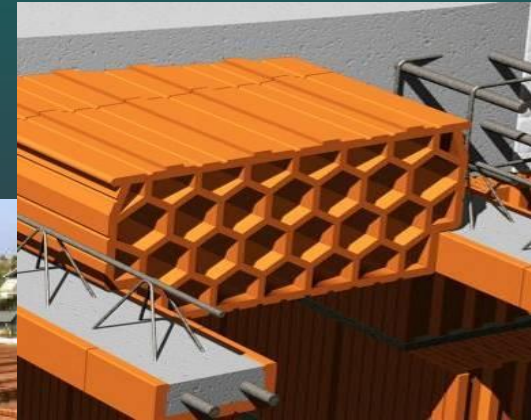
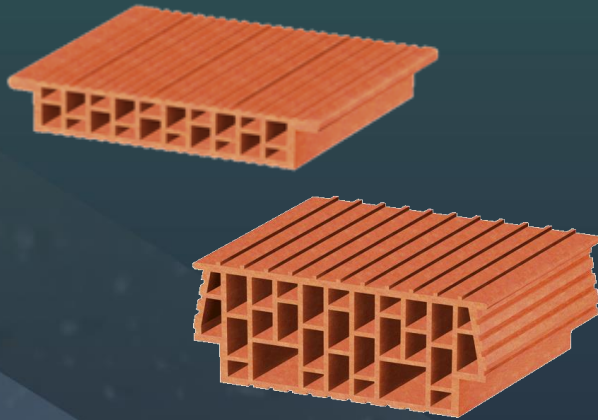
- stropní nosníky



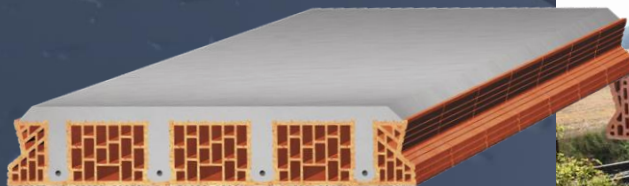


Vodorovné cihelné konstrukce

- stropní vložky



- stropní panely





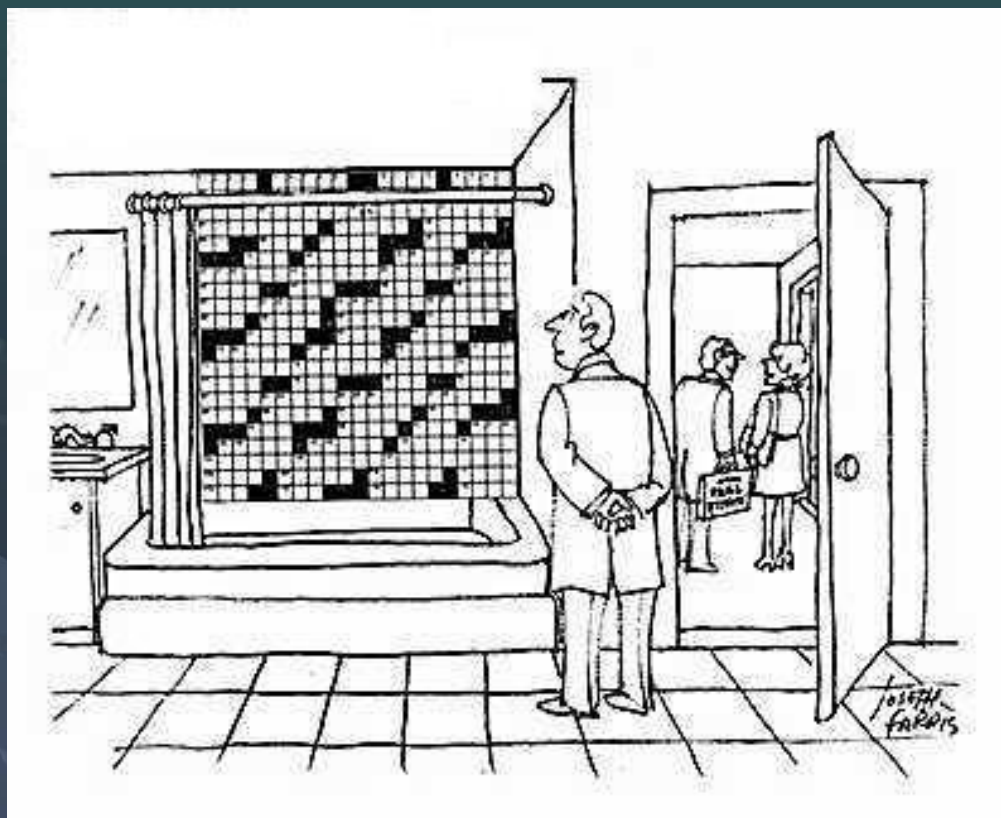
Havárie stropů Hurdis

- kolem roku 2000
- hlavní příčina – technologická nekázeň při montáži
- firma Flachs je v likvidaci





Dlaždice a obkladačky





Keramické obkladové prvky

- ČSN EN 14411 : tenkostěnné výrobky používané pro dlažby, obklady stěn a fasád



Park Güell, Barcelona



Kavárna Imperial, Praha



Dělení obkladů a dlažeb

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

Požadavky na kluznost



Pro **pracovní podlahy** (DIN 51 130)



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 ...



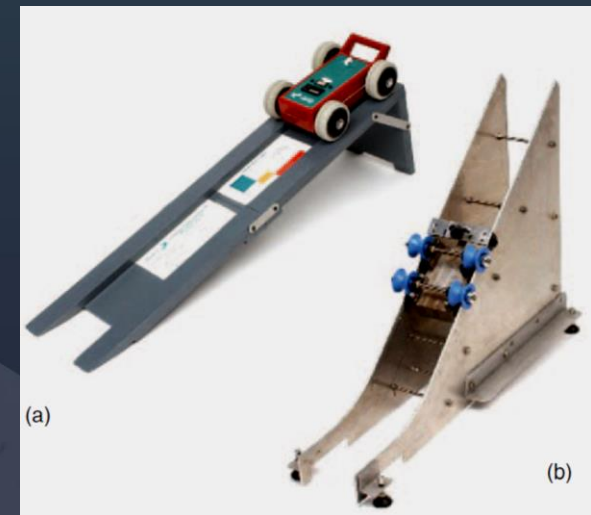
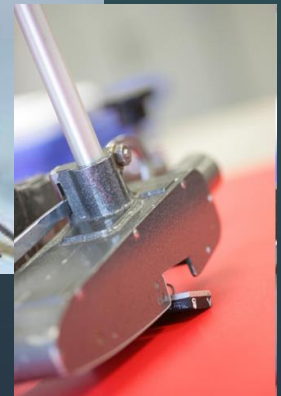
Pro podlahy (DIN 51 097), kde se chodí **bosou nohou**

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 ...



Zkoušky kluznosti

- zkušební kyvadlo
- odolnost proti kluzu
- roller-coaster test





Stupeň otěruvzdornosti



Stupeň 1 – je určen pro podlahy bez možnosti poškrábání a měkkou obuv, např. koupelny, ložnice a WC bytů a obklady bazénů a stěn.

Stupeň 2 – je určen pro podlahy zřídka vystavené uvedenému znečištění a běžnou obuv, např. obytné místnosti kromě kuchyní a předsíní.

Stupeň 3 – je určen pro podlahy vystavené častějšímu znečištění, např. předsíně, lodžie, balkony, chodby, kanceláře, kuchyně bytů, hotelové pokoje, sanitární a terapeutické místnosti v nemocnicích .

Stupeň 4 – je určen pro intenzivnější frekvenci chodců a silnější znečištění, např. vnitřní prostory správních budov a chodby hotelů, obchodní místnosti a kanceláře.

Stupeň 5 – je určen pro podlahy vysoce namáhané otěrem a znečištěním, např. obchody, restaurace, schodiště hotelů.





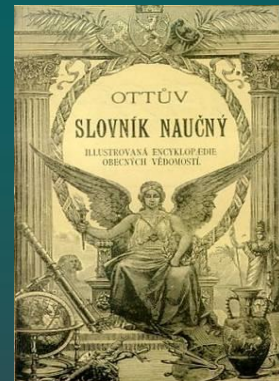
Výběr obkladu

- **umístění** → nasákavost, mrazuvzdornost
- **způsob a úroveň namáhání** → otěruvzdornost a protiskluznost
- **estetické řešení** → velikost, barva, povrch





Kamenina



- jest výrobek hliněný nepórovitý, na lomu sklovitý a neprůhledný, na jemných štěpinkách nejvýše slabě prosvitavý. Nepórovitostí střepu liší se od jemného zboží cihlářského

Ottova encyklopedie, 1908





Kamenina - vlastnosti

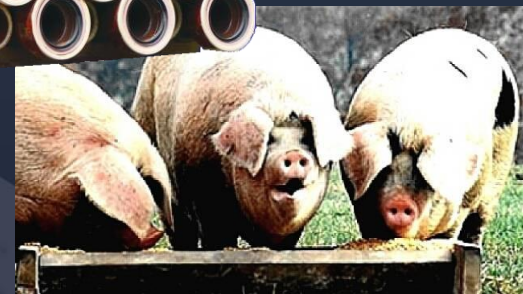
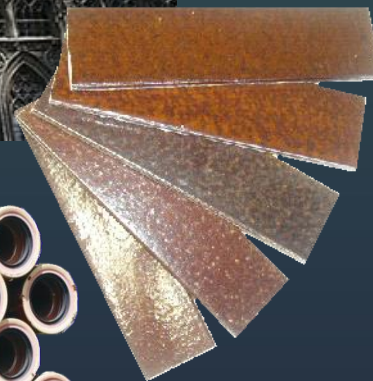
- barva: šedožlutá až hnědá
- nasákavost: 0 – 4 %
(trouby do 7 %)
- pevnost v ohybu: 15 - 40 MPa
- vysoká hutnost
- dobrá mrazuvzdornost
- odolnost vůči chemikáliím
- otěruvzdornost





Kamenina

- jemná
 - dlažby a obkladačky
 - střešní krytina
- hrubá
 - kanalizace
 - hospodářská
 - chemická stavební
 - vystýlková





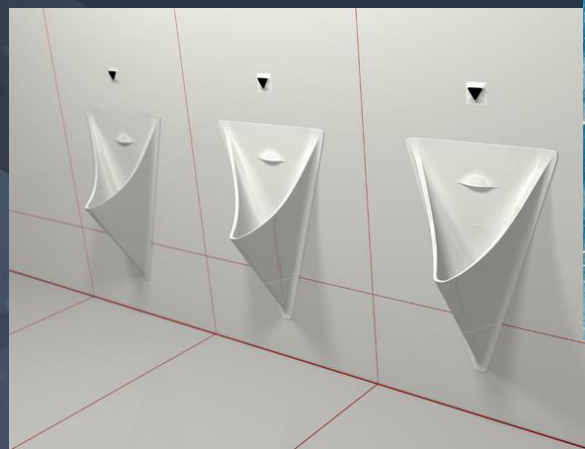
Sanitární keramika





Sanitární keramika

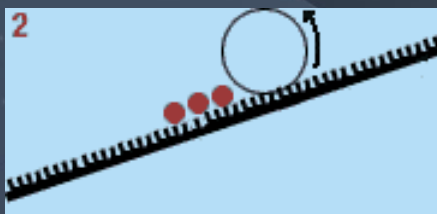
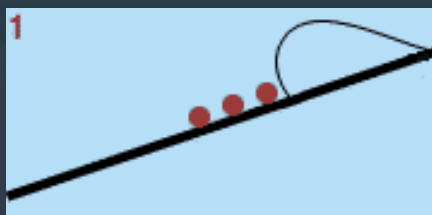
- pórovina
- vitreous china (Diturvit)
- umyvadla
- záchodové mísy
- bidety
- umývatka
- pisoáry
- vany





Sanitární keramika

- **lotosový efekt** – samočistící schopnost povrchu
- **antibakteriální povrch** TiO_2



**Katedra materiálového inženýrství
a chemie**

Stavební fakulta ČVUT v Praze



Stavební hmoty



SKLO



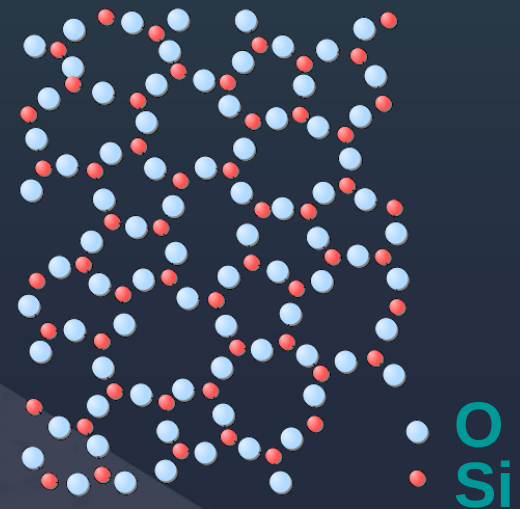
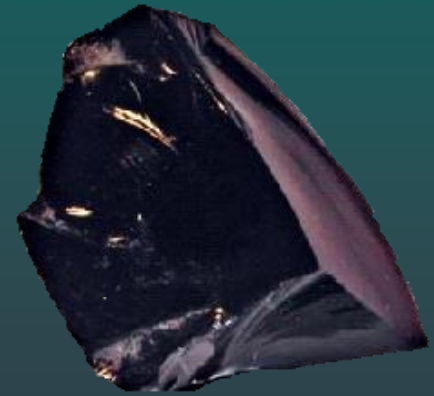
SKLO





Sklo

- silikátový materiál
- amorfní
- homogenní
- propouští světlo
- tuhé a tvrdé
- křehké
- odolné vůči chemickým a povětrnostním vlivům
- plynotěsné





Stavební sklo

- výplně otvorů
- fasády
- střešní konstrukce
- příčky
- skleněné konstrukce





Výroba skla

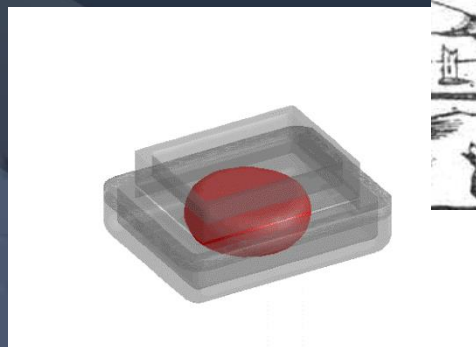
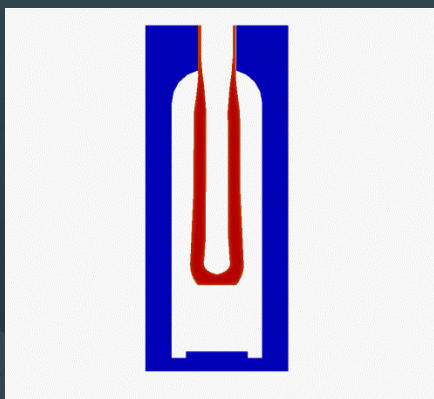
- společně se taví při 1400
- **sklářský kmen**
 - křemičitý písek (60-80% SiO_2)
 - CaO (z CaCO_3)
 - Na_2O , K_2O (uhličitaný - soda, potaš)
- **čeřiva** (sírany a dusičnany) –
odstraňují bublinky, homogenizují
hmotu
- **střepty** (do 30%) – urychlují
tavení, zlepšují homogenitu





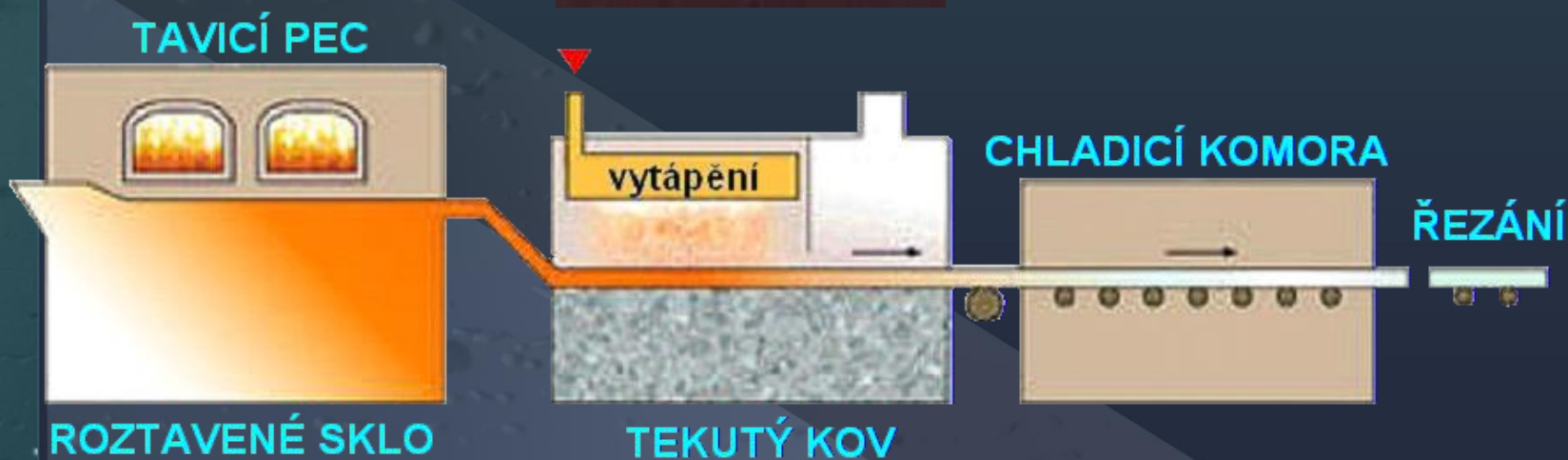
Tvarování skla

- duté sklo
 - foukání
- tvarovky, střešní tašky
 - lisování
- ploché sklo
 - tažení
 - válcování
 - lití
 - float
- vlákna
 - rozfoukávání
 - odstředování





Float proces





Vlastnosti skla

- vlastnosti lze ovlivňovat složením

Běžné sklo:

- hustota: $2200 - 3600 \text{ kg.m}^{-3}$
 - olovnaté sklo: až 6000 kg.m^{-3}
- pevnost v tlaku: $700 - 1200 \text{ MPa}$
- pevnost v tahu: $30 - 90 \text{ MPa}$
- modul pružnosti: $50 - 90 \text{ GPa}$
- $\lambda = 0,6 - 0,9 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- tvrdost (Mohs) : 6 - 7





Vlastnosti skla

- **Propustnost**

- závisí na druhu a tloušťce (až 92 %)
- různá pro různé vlnové délky (UV x IR)
- lze ovlivňovat povrchovou vrstvou oxidů kovů

- **Pevnost**

- závisí na kvalitě povrchu (leštění)
- p. v tahu klesá s rostoucí tloušťkou



- **Křehkost**

- plyne z vysokého E a nízké pevnosti v tahu



Sklo - výrobky

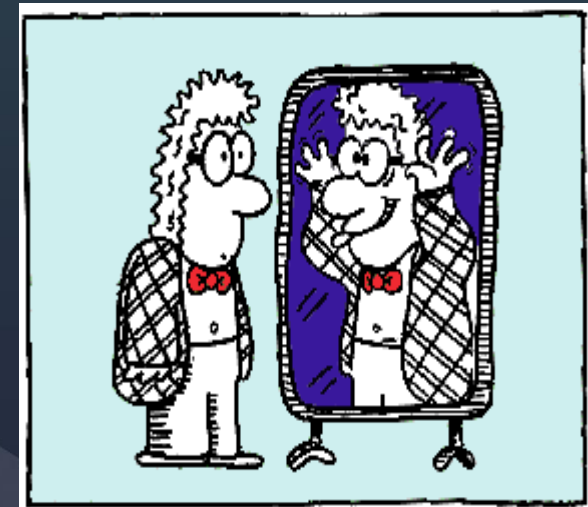
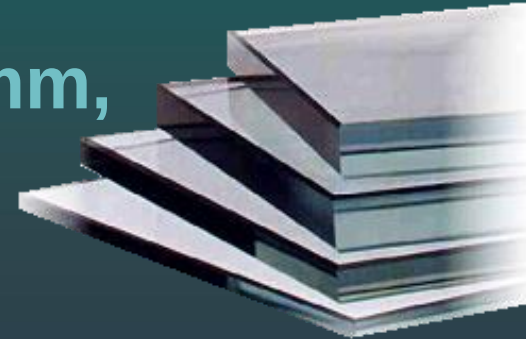
- ploché sklo
- tvarované sklo
- pěnové sklo
- skleněná vlákna
- mikrodutinky
- aerogel





Ploché sklo tažené a float

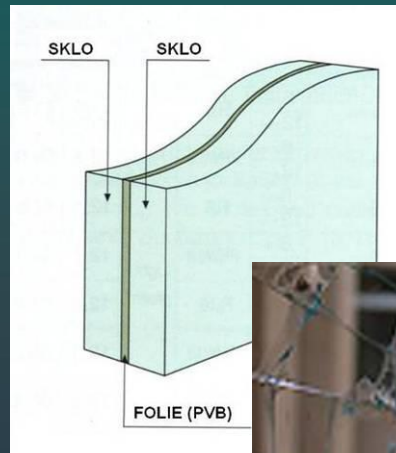
- tažené (0,7 – 1,35mm, 2 - 4 mm, 5 - 20 mm)
 - matové, ledové
 - determální (pohlčuje 50% IR paprsků)
 - zrcadlové
 - barevné (oxidy kovů Fe, Cu, Co, Ni, Ti)





Bezpečnostní sklo

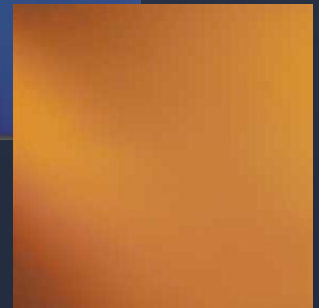
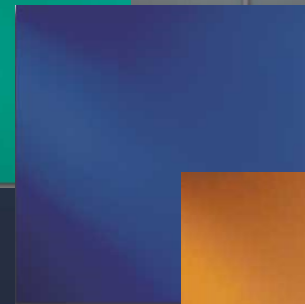
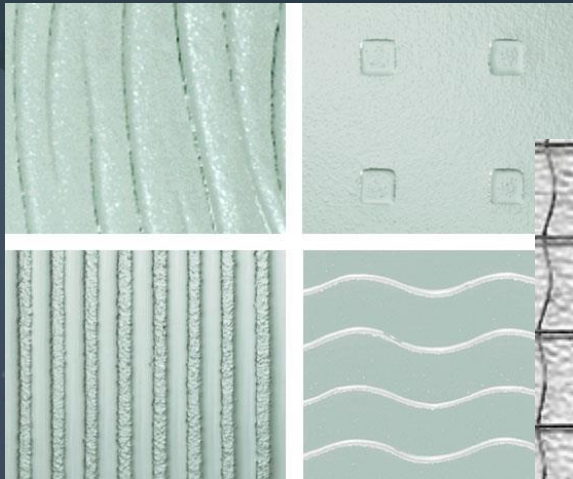
- **vrstvené**
 - polyvinylbutyralová fólie
- **tepelně tvrzené**
 - řízené ochlazení
- **protipožární**
 - zpěňující vrstva





Ploché sklo válcované

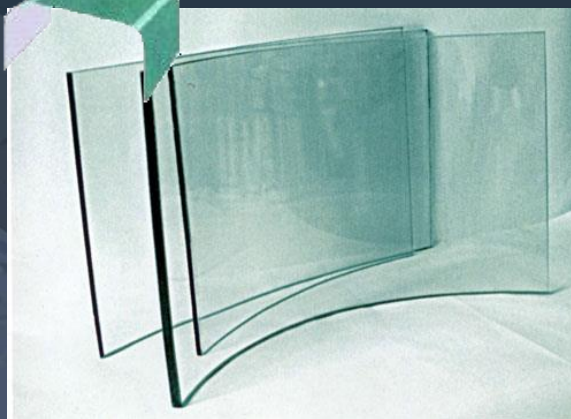
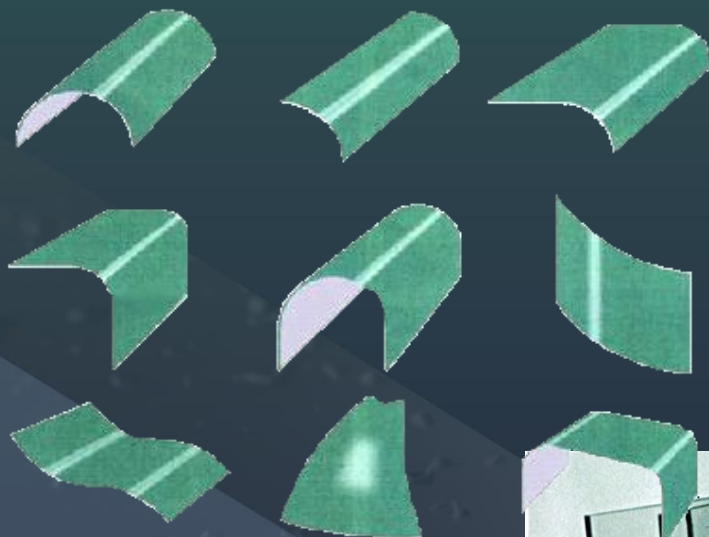
- neprůhledné, propustnost 75 - 88 %
 - vzorované
 - drátové
 - opakní





Ohýbané sklo

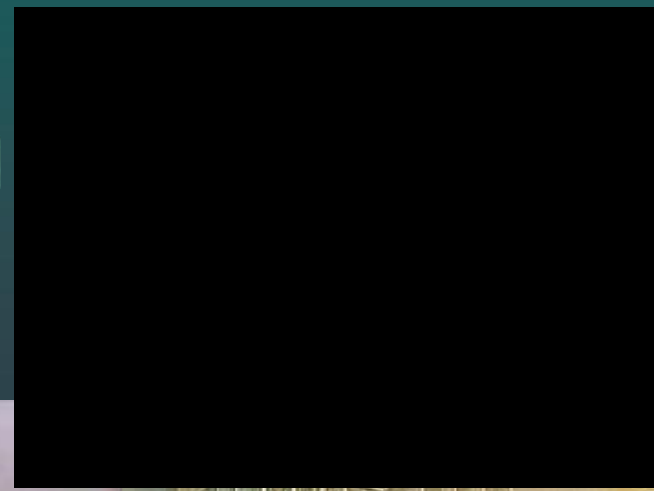
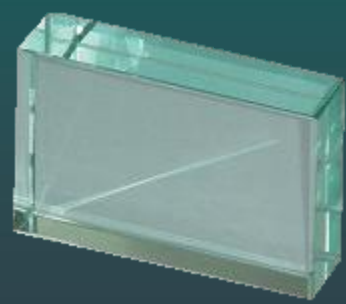
- jednoduchá i vrstvená





Tvarované sklo

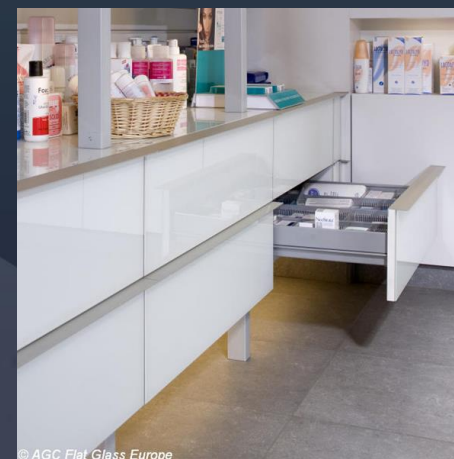
- duté tvarovky „Luxfery“
– sklobeton
- plné tvarovky
- profilové sklo „Copilit, Linit“
- střešní tašky





Speciální skla

- **olovnaté sklo** (18-38% PbO)
 - ochrana proti radiaci
- **borosilikátové sklo**
 - odolnost vůči tepelným změnám a chemikáliím – **varné sklo**
- **antibakteriální sklo**
 - difúze stříbrných iontů

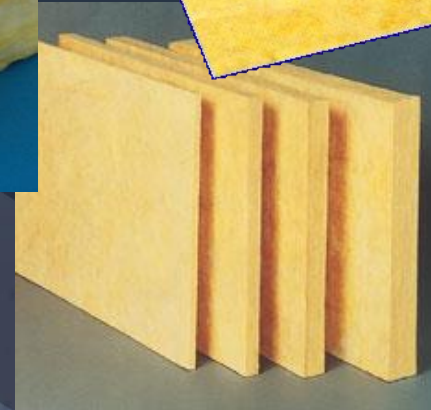
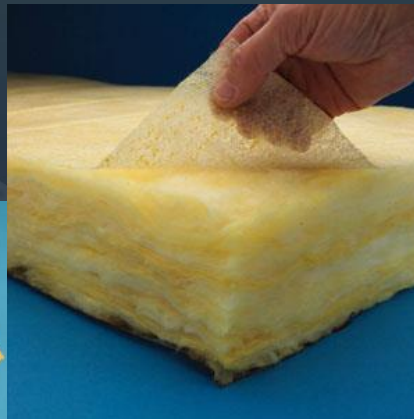


© AGC Flat Glass Europe



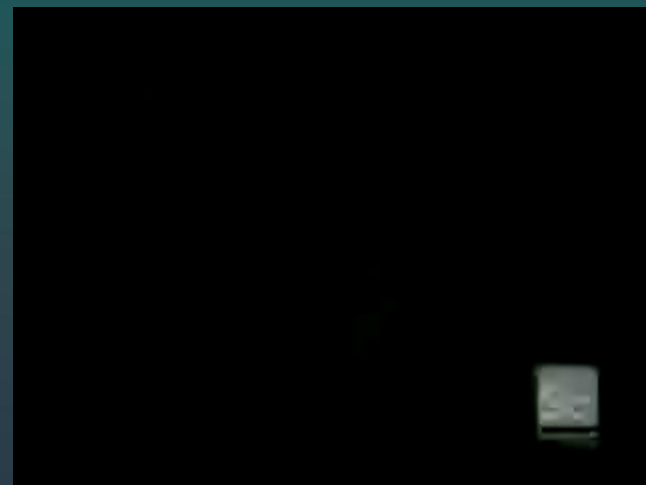
Skleněná vlákna

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





Výroba izolací ze skleněných vláken





Tepelné izolace ze skleněných vláken

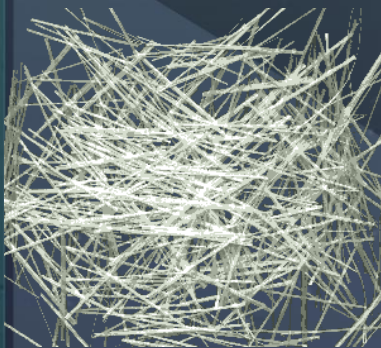
- + nesnadno hořlavé (obsah pryskyřice)
- + výborná prodyšnost
- + vysoký součinitel difúze vodní páry
- nasákavé (hydrofobizace)
- vdechování vláken (respirátory)
- v USA stříkání na stěny (s PVAC)





Skleněná vlákna

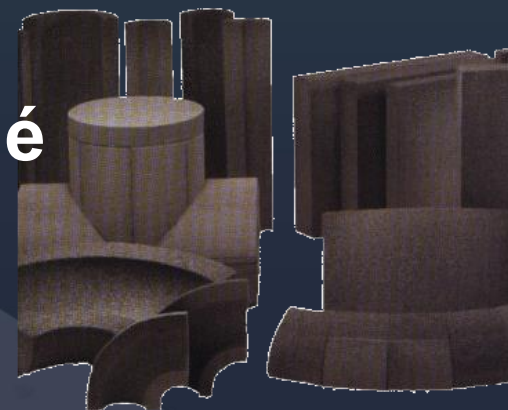
- **dlouhá** – nekonečné vlákno
 - tkaniny, rohože (textilie, plošná výztuž cementových desek, lamináty)
 - sekaná vlákna (výztuž do betonu – alkalivzdorná)





Pěnové sklo

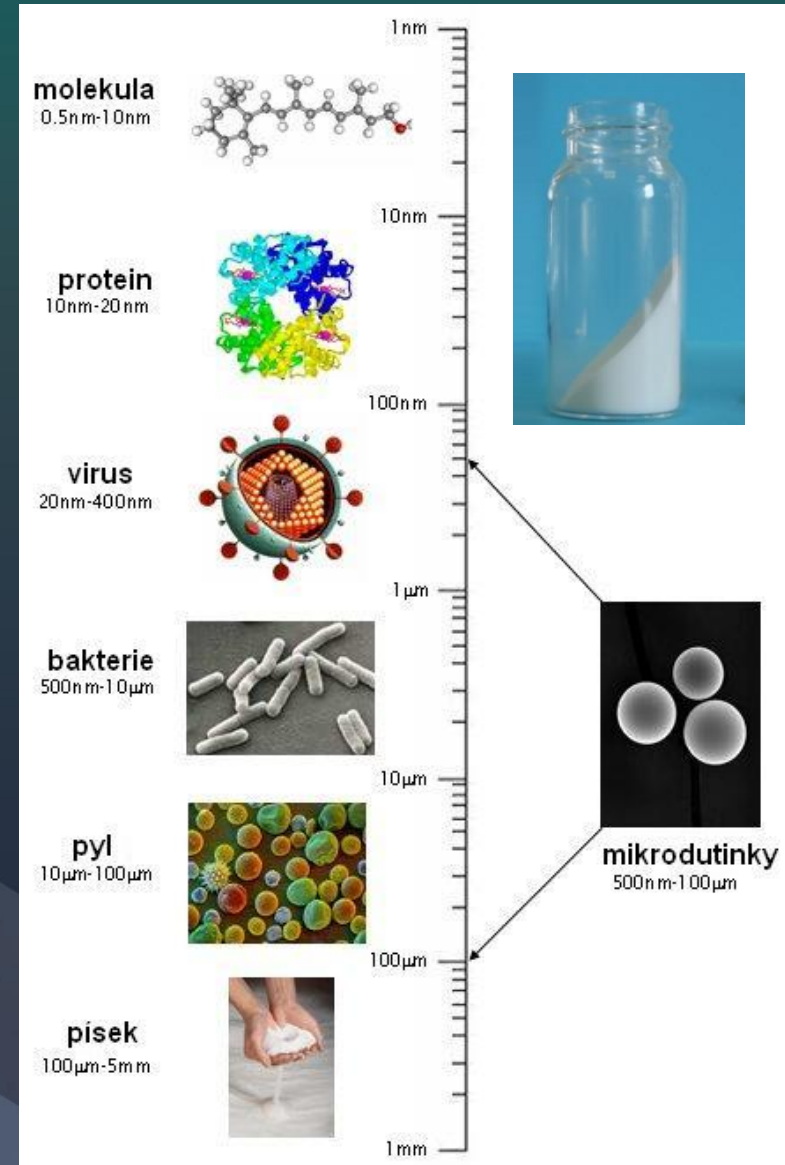
- mleté sklo + uhlí → při tavení uhlí vyhoří a tavenina napění
- $\lambda \approx 0,04 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- $\rho_v = 100 - 150 \text{ kg.m}^{-3}$
- pevnost v tlaku 0,7 – 1,6 MPa
- nehořlavé
- nenasákavé
- biologicky a chemicky odolné
- odolává teplotám - 260 až + 430 °C





Mikrodutinky

- duté kuličky
 - $\varnothing$ 10 – 120 μm
 - tl. stěny 0,5 – 2 μm
- velmi lehké
- plnivo do nátěrů a tmelů
- provzdušňující přísada do betonu





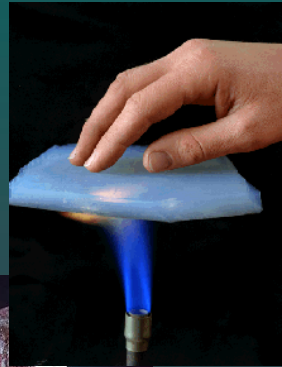
Vzdušné sklo

= aerogel

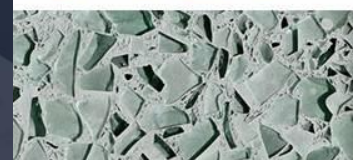
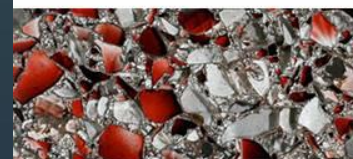
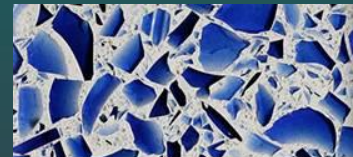
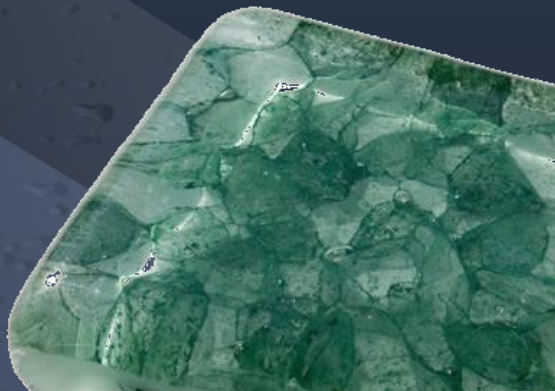
- pěna z čistého křemenného skla
- $\lambda = 0,004 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- $\rho_v = 1,9 \text{ kg. m}^{-3}$

Stavební aerogely

- $\lambda = 0,015 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- $\rho_v = 13 \text{ kg. m}^{-3}$
- rohože, desky
- granulát



- sklokrystalické desky
- skleněné terrazzo
- „kamenivo“



**Katedra materiálového inženýrství
a chemie**

Stavební fakulta ČVUT v Praze



Stavební hmoty

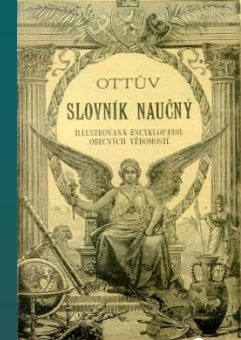


KOVY





Kovy



držíme-li se Mendělejevovy soustavy prvků jest z hruba rozvrh mezi prvky kovovými a nekovovými naznačen čarou napříč od lithia k iódu vedenou. V pravo vzhůru nad touto čarou jsou prvky nekovové, v levo pod ní prvky kovové

Ottova encyklopedie, 1908

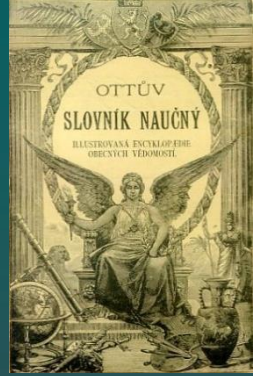
1 H 1s ¹																	2 He 1s ²				
3 Li 2s ¹	4 Be 2s ²											5 B 2s ² 2p ¹	6 C 2s ² 2p ²	7 N 2s ² 2p ³	8 O 2s ² 2p ⁴	9 F 2s ² 2p ⁵	10 Ne 2s ² 2p ⁶				
11 Na 3s ¹	12 Mg 3s ²											13 Al 3s ² 3p ¹	14 Si 3s ² 3p ²	15 P 3s ² 3p ³	16 S 3s ² 3p ⁴	17 Cl 3s ² 3p ⁵	18 Ar 3s ² 3p ⁶				
19 K 4s ¹	20 Ca 4s ²	21 Sc 3d ¹ 4s ²	22 Ti 3d ² 4s ²	23 V 3d ³ 4s ²	24 Cr 3d ⁵ 4s ¹	25 Mn 3d ⁵ 4s ²	26 Fe 3d ⁶ 4s ²	27 Co 3d ⁷ 4s ²	28 Ni 3d ⁸ 4s ²	29 Cu 3d ¹⁰ 4s ¹	30 Zn 3d ¹⁰ 4s ²	31 Ga 4s ² 4p ¹	32 Ge 4s ² 4p ²	33 As 4s ² 4p ³	34 Se 4s ² 4p ⁴	35 Br 4s ² 4p ⁵	36 Kr 4s ² 4p ⁶				
37 Pb 5s ¹	38 Sr 5s ²	39 Y 4d ¹ 5s ²	40 Zr 4d ² 5s ²	41 Nb 4d ⁴ 5s ¹	42 Mo 4d ⁵ 5s ¹	43 Tc 4d ⁵ 5s ²	44 Ru 4d ⁷ 5s ¹	45 Rh 4d ⁸ 5s ¹	46 Pd 4d ¹⁰	47 Ag 4d ¹⁰ 5s ¹	48 Cd 4d ¹⁰ 5s ²	49 In 5s ² 5p ¹	50 Sn 5s ² 5p ²	51 Sb 5s ² 5p ³	52 Te 5s ² 5p ⁴	53 I 5s ² 5p ⁵	54 Xe 5s ² 5p ⁶				
55 Cs 6s ¹	56 Ba 6s ²	57 La* 5d ¹ 6s ²	72 Hf 5d ² 6s ²	73 Ta 5d ³ 6s ²	74 W 5d ⁴ 6s ²	75 Re 5d ⁵ 6s ²	76 Os 5d ⁶ 6s ²	77 Ir 5d ⁷ 6s ²	78 Pt 5d ⁹ 6s ¹	79 Au 5d ¹⁰ 6s ¹	80 Hg 5d ¹⁰ 6s ²	81 Tl 6s ² 6p ¹	82 Pb 6s ² 6p ²	83 Bi 6s ² 6p ³	84 Po 6s ² 6p ⁴	85 At 6s ² 6p ⁵	86 Rn 6s ² 6p ⁶				
87 Fr 7s ¹	88 Ra 7s ²	89 Ac** 6d ¹ 7s ²	104 Db 6d ³ 7s ²	105 Jl 6d ⁴ 7s ²	106 Rf 6d ⁵ 7s ²	107 Bh 6d ⁶ 7s ²	108 Hn 6d ⁷ 7s ²	109 Mt 6d ⁸ 7s ²													

■ KOVY
■ POLOKOVY
■ NEKOVY

58 Ce 4f ¹ 5d ¹ 6s ²	59 Pr 4f ³ 6s ²	60 Nd 4f ⁴ 6s ²	61 Pm 4f ⁵ 6s ²	62 Sm 4f ⁶ 6s ²	63 Eu 4f ⁷ 6s ²	64 Gd 4f ⁷ 5d ¹ 6s ²	65 Tb 4f ⁹ 6s ²	66 Dy 4f ¹⁰ 6s ²	67 Ho 4f ¹¹ 6s ²	68 Er 4f ¹² 6s ²	69 Tm 4f ¹³ 6s ²	70 Yb 4f ¹⁴ 6s ²	71 Lu 4f ¹⁴ 5d ¹ 6s ²
90 Th 6d ² 7s ²	91 Pa 5f ² 6d ¹ 7s ²	92 U 5f ³ 6d ¹ 7s ²	93 Np 5f ⁴ 6d ¹ 7s ²	94 Pu 5f ⁶ 7s ²	95 Am 5f ⁷ 7s ²	96 Cm 5f ⁷ 6d ¹ 7s ²	97 Bk 5f ⁹ 7s ²	98 Cf 5f ¹⁰ 7s ²	99 Es 5f ¹¹ 7s ²	100 Fm 5f ¹² 7s ²	101 Md 5f ¹³ 7s ²	102 No 5f ¹⁴ 7s ²	103 Lr 5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ²



Kovy



- z fyzikálních vlastností sluší ještě uvést, že jsou **dobří vodiči tepla i elektřiny**. Tuto vedou bez pohybu svých nejmenších částic (vodiči prvního řádu). Krystalují většinou v soustavě krychlové. Hutnota kolísá v širokých mezích.
- technicky důležité jsou jednak **pevnost**, jednak **kujnost a tažnost** kovů

Ottova encyklopedie, 1908



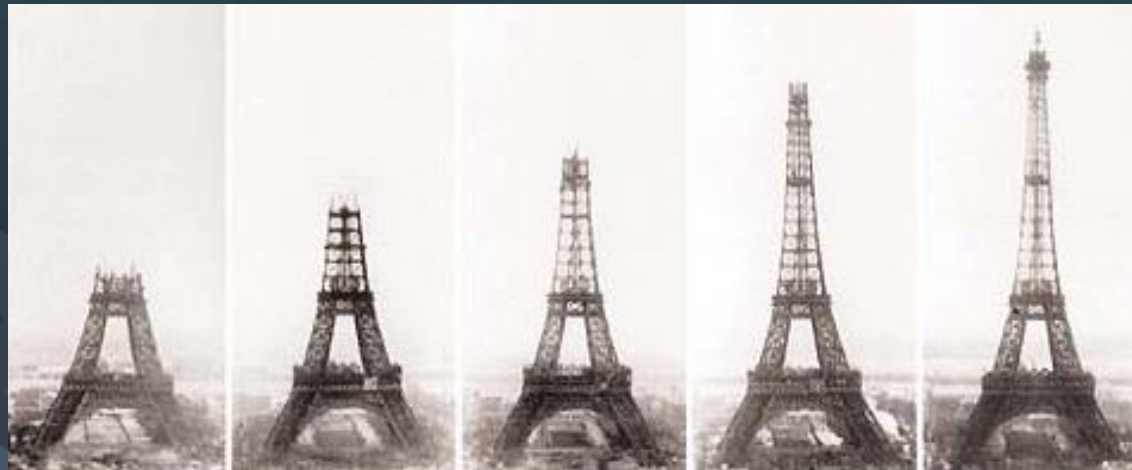
Technické kovy

- železné
 - surové železo
 - litina (bílá a šedá)
 - ocel ($< 2\% \text{ C}$)

(2 - 4 % C)

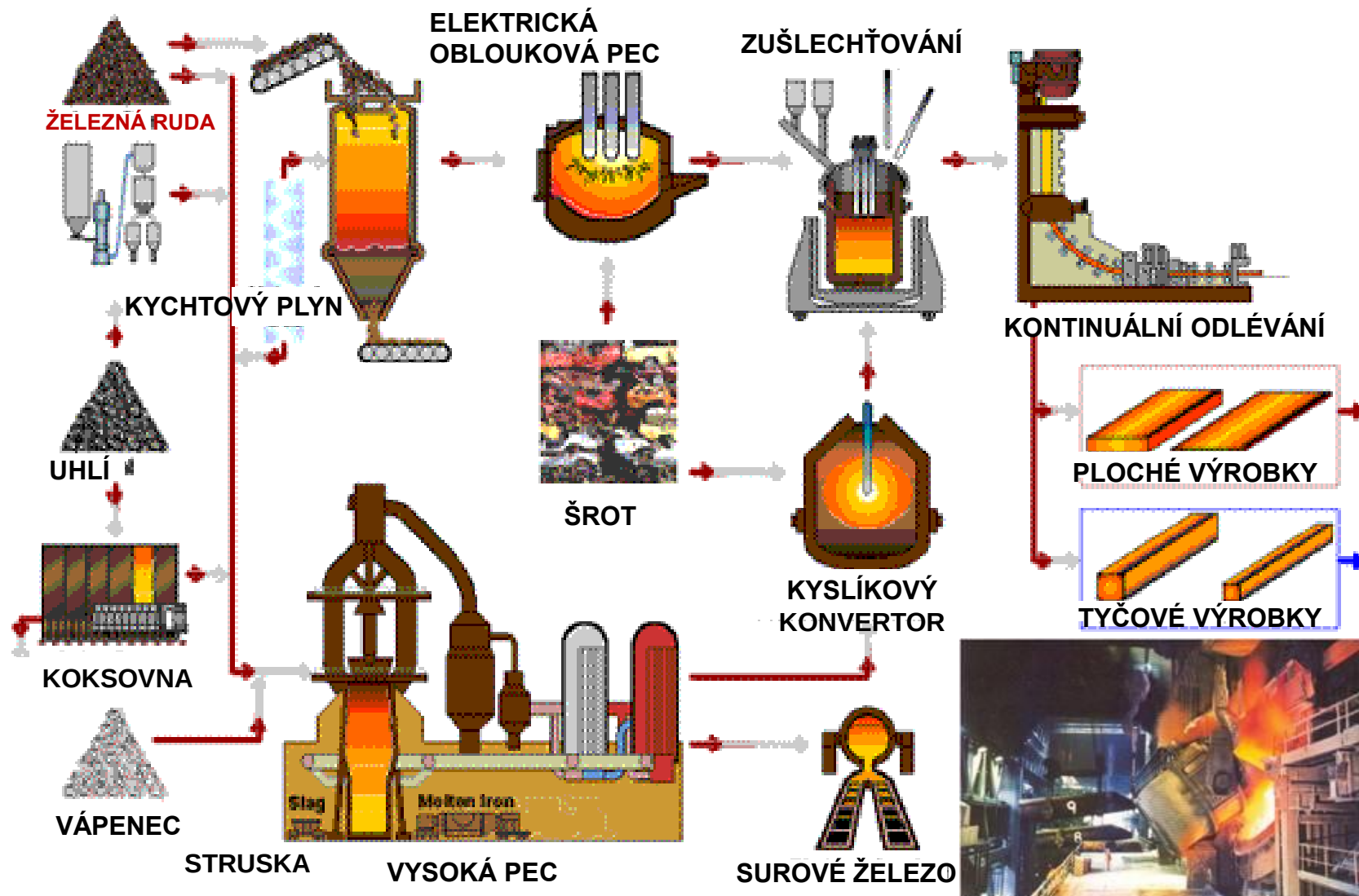
- neželezné
 - měď
 - zinek
 - olovo
 - cín
 - hliník

+ jejich slitiny





Výroba železa a oceli





Ocel - rozdělení

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





Ocel - rozdělení

- **podle chemického složení**
 - nelegovaná (uhlíková)
 - legovaná (přídavek Mo, Ni, Cr, W, Ti ...)
- **podle kvality**
 - ocel obvyklých jakostí (bez TZ, Mn, Si, jinak bez legur)
 - jakostní ocel (není předepsána čistota, ale dodatečné požadavky)
 - ušlechtilá ocel (čistota, zušlechtování, povrchové kalení, přesné chem.složení)





Značení ocelí

- ČSN 42 0002: **10 505**
 - 5 - dobrá svařitelnost
 - 7 - **R** - tyčová k předp.
 - 8 - tažení za studena
- třída oceli **ČSN EN 10027-1: B 500 H**
 - 10 a 11 – konstrukční (vč. zkrácené podle ČSN EN 10027)
 - S – konstrukce pro betonářské nelegované
 - 12 – konstrukční neleg. oceli
 - P – předepsaný obsah
 - L – pro potrubí
 - B – min. mez pevnosti v MPa
 - Y – předpínací výztuž
 - R – kolejnice
 - H – ploché výr. k tažení
- **Fe 510 C-KZ**
 - 1/10 meze pevnosti v MPa (kromě betonářských)
 - min. mez kluzu v MPa - S, P, L, 1/10 meze kluzu v MPa (betonářské)
 - pro tř. 12-17: chemické složení
 - doplňkový symbol (další vlastnosti)



Vlastnosti ocelí

Obecné:

- hustota: $7\,850\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$
- modul pružnosti:
 - v tahu a tlaku: $210\,000\text{ MPa}$
 - ve smyku: $85\,000\text{ MPa}$
- součinitel délkové teplotní roztažnosti: $12\cdot 10^{-6}\text{ K}^{-1}$
- měrná tepelná kapacita: $0,46\text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
- Poissonův součinitel: $0,3$



Vlastnosti ocelí

Závislé na složení:

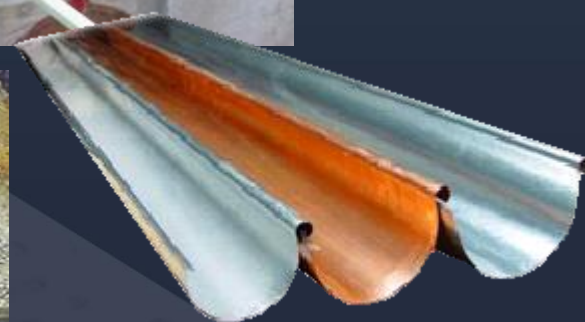
Obsah C	[%]	0,1 – 0,15	0,5
Pevnost v tahu	[MPa]	340 – 450	700 - 850
Mez kluzu	[MPa]	210 – 280	> 370
Tažnost	[%]	≥ 28	10

- s teplotou klesá pevnost i modul pružnosti
- při opakovaném namáhání pevnost klesá na mez únavy (30 - 40% pův. pevnosti)



Stavební ocel

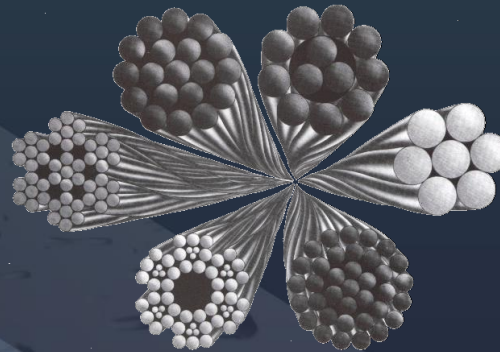
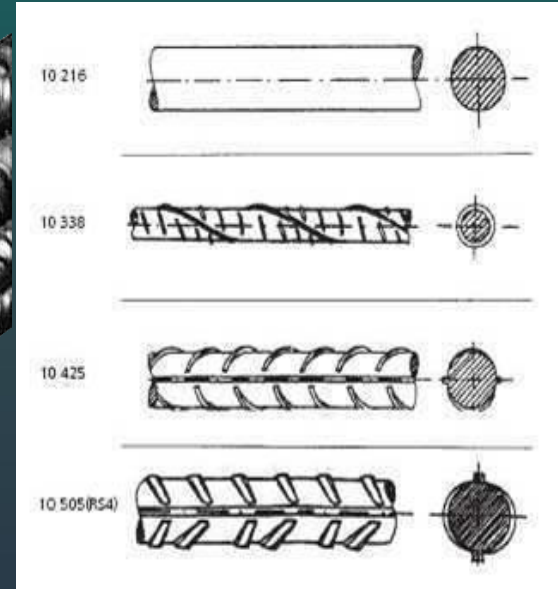
- ocel na stavební konstrukce
- výztuž do betonu
- předpínací výztuž
- kolejnice, šťetovnice, důlní výztuž
- plechy pro klempířské a pokrývačské práce





Ocel pro výztuž

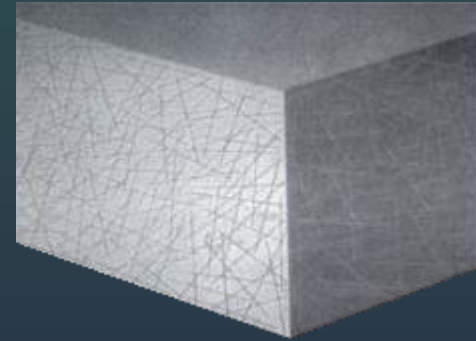
- válcování a tažení za studena
- dráty a tyče
- svařované sítě
- předpínací výztuž
 - dráty ($\emptyset$ 2-7,5 mm, pevnost až 2000 MPa)
 - spletnce
 - lana
 - tyče
 - kotevní desky, kotvy, matice





Kovová vlákna

- pro rozptýlenou výztuž (drátkobeton)
- výroba: sekání, stříhání, oddělování z taveniny, frézování
- Ø 0,4 – 1,1 mm
- délka 12 – 60 mm (rovné)
- délka 30 – 60 (zahnuté nebo rozšířené)
- pevnost 900-1500 MPa





Ostatní ocelové výrobky

- **dlouhé výrobky:**

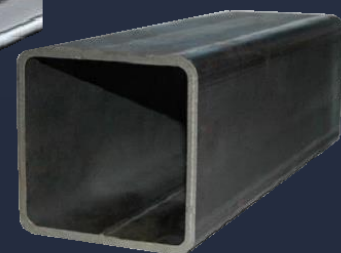
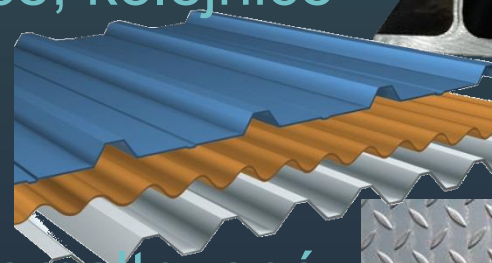
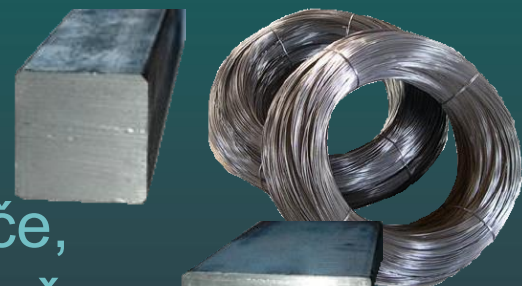
- dráty (měkké, tvrdé, polotvrdé), tyče, pásková ocel (plochá), úhelníky, tyče průřezu I, U, T, H, štětovnice, kolejnice

- **ploché výrobky:**

- d.1–12 m, 6500 –17000 kg
- Pásy, plechy bez povlaku, smaltované, pozinkované, profilované, vlnité

- **trubky**

- **uzavřené tenkostěnné profily (Jäklovy)**





Ostatní ocelové výrobky

Ploché výrobky: (d.1–12 m, 6500 – 17000 kg)

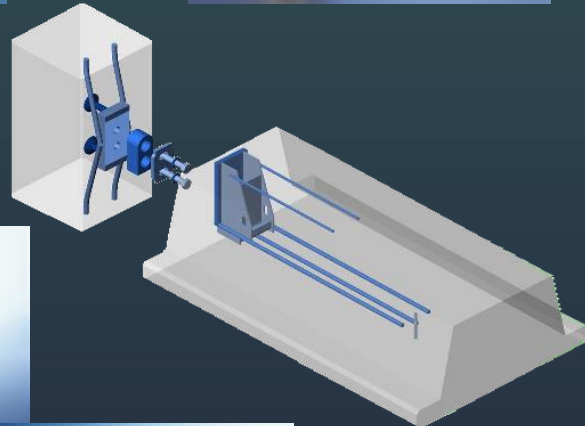
- pásy
- plechy bez povlaku
 - tenké
 - tlusté
 - s výstupky
- plechy smaltované
- plechy pozinkované
- profilované a vlnité





Speciální výrobky do betonu

- skryté konzoly
- kotevní prvky
- kotevní šrouby
- sloupové a stěnové botky
- přepravní úchyty





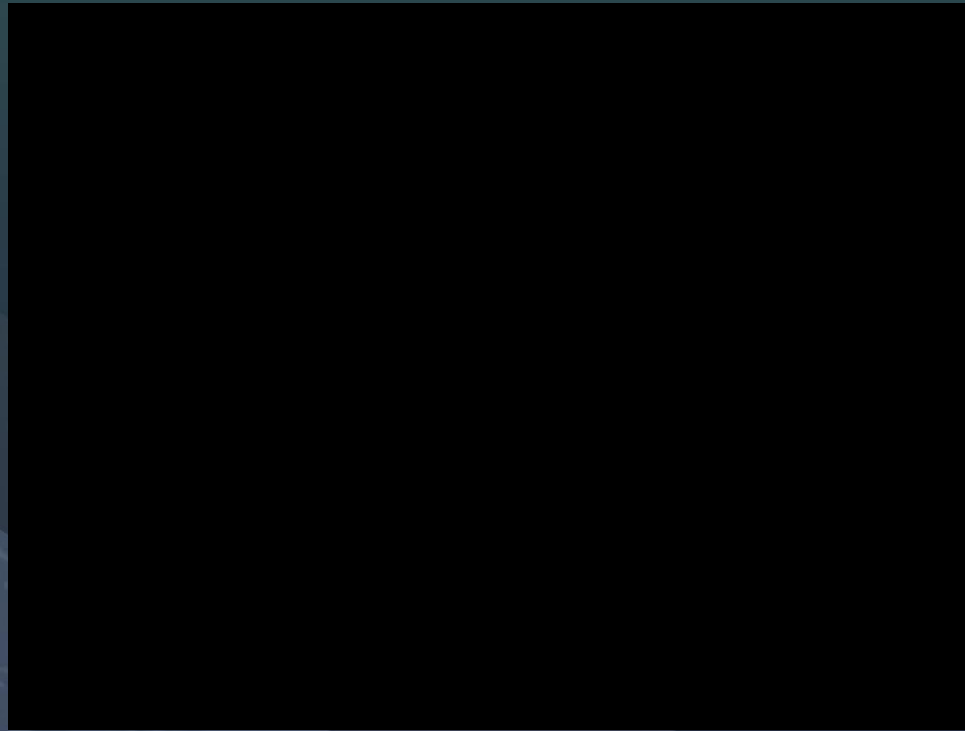
Speciální výrobky do betonu

- sloupové botky



Speciální výrobky do betonu

- přepravní úchyty

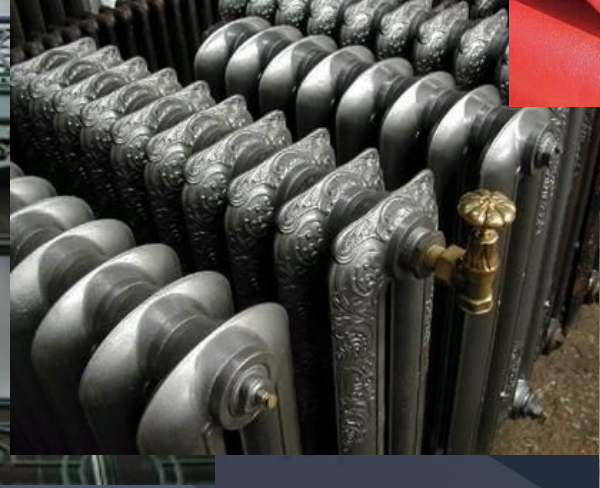




Ocel – výhody a nevýhody

- + vysoká pevnost
- + tvárnost
- + kujnost
- koroze
- vysoká hmotnost
- cena
- chování při požáru
- energetická náročnost





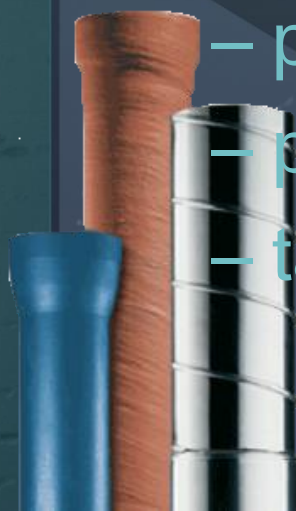
Litina





Litina

- druhé tavení surového železa
- šedá (2,7 - 4,2% C)
 - v tlaku: 600 – 1100 MPa
 - pevnost tahu: 150 – 450 MPa
 - tažnost: 0,3 – 0,8 % (křehká)
- tvárná (3,7 %C)
 - pevnost v tlaku: 700 – 1150 MPa
 - pevnost tahu: 350 - 900 MPa
 - tažnost: 2 - 22 %



**Katedra materiálového inženýrství
a chemie**

Stavební fakulta ČVUT v Praze



Stavební hmoty



Měď Cu a její slitiny





Měď

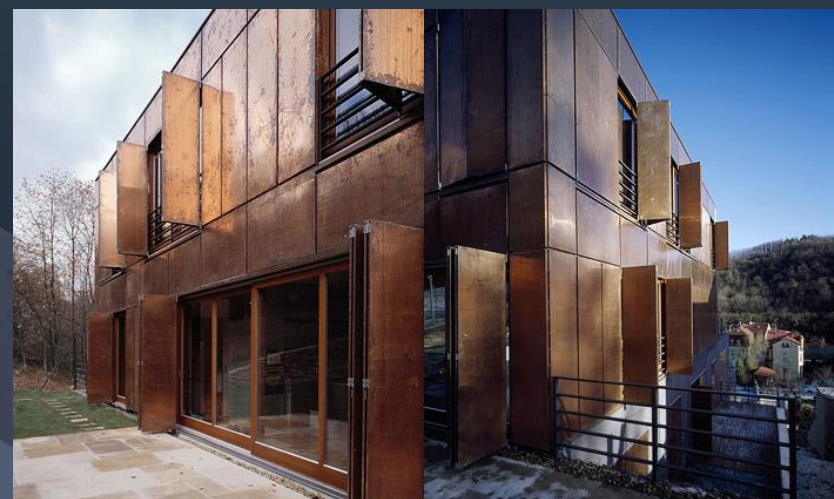
- červenohnědá
- nekoroduje – zelená „měděnka“
- vysoká elektrická vodivost
- baktericidní – trubky vhodné na teplou vodu
- s tvrdou pájkou (450 °C) použitelné i na plyn
- pevnost 200 – 360 MPa (tažená za studena až 500 MPa)
- tažnost 36 % (tažená za studena 3-6%)





Výrobky z mědi

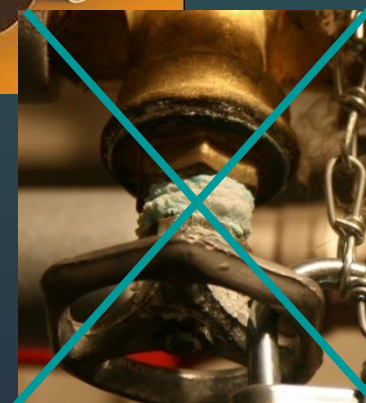
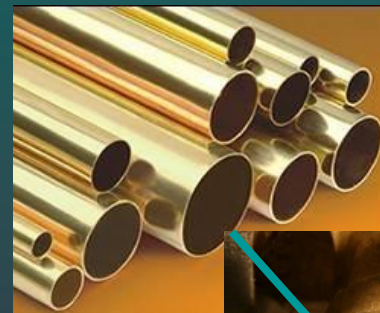
- plechy na střešní krytiny a klempířské práce
- vložky nebo potahy asfaltových pásů (biocidní ochrana)
- elektroinstalační dráty a kabely
- trubky





Slitiny mědi

- **mosaz (Cu + Zn)**
 - pevnost 230 - 550 MPa
 - potrubní armatury, stavební kování, tvrdá pájka, tombak (> 70% Cu),



- **bronz (Cu + Sn)**
 - vysoká odolnost vůči korozi
 - olověný, hliníkový





Zinek Zn

- šedomodrý
- dobře slévateľný
- nízká pevnost (10 – 30 MPa)
- nízká tavící teplota – pozinkování
- **titanzinek** (Zn (99,995%) legovaný Cu a Ti)
 - tl. 0,5 – 1,5 mm,
š. 50-1000 mm,
 - ochrana oceli vrstvičkou ZnCO_3





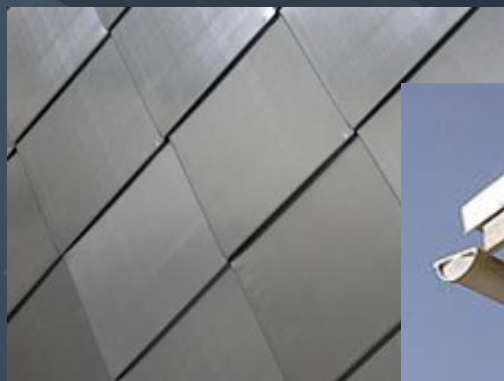
Titanzinek

Vlastnosti titanzinkového plechu:

Vlastnosti		Hodnota
Hustota	$[\text{kg.m}^{-3}]$	7 150
Měrná tepelná vodivost	$[\text{W.m}^{-1}\text{K}^{-1}]$	109
Souč. délkové teplotní roztažnosti	$[\text{K}^{-1}]$	22.10^{-6}
Mez 0,2	$[\text{MPa}]$	100 000
Mez pevnosti v tahu	$[\text{MPa}]$	150
Tažnost	$[\%]$	40
Ohyb o 180 ° při teplotě 20 °C bez natržení a při zpětném ohybu bez lomu		



Zinek - výrobky





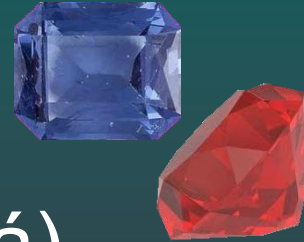
Hliník **Al** a lehké slitiny





Hliník a lehké slitiny

- výroba z Al rudy (bauxit)
elektrolýzou (energeticky náročná)



Vlastnosti:

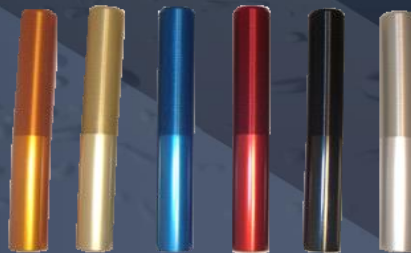
- hustota: $2650 - 2800 \text{ kg.m}^{-3}$
- pevnost: $70 - 700 \text{ Mpa}$
- tažnost: $5 - 30 \%$
- elektrická vodivost: $65 \% \text{ Cu}$
- nekoroduje (Al_2O_3)





Hliník a lehké slitiny

- lehké slitiny s Mn, Cu, Mg, Si, Zn
- vlastnosti lze zlepšit **tepelným zpracováním**
 - žíhání
 - rychlé ochlazení
 - vytvrzení stárnutím (přirozeným či umělým)
- povrchová úprava **eloxováním** (anodickou oxidací) nebo práškovým povlakem





Lehké slitiny - značení

- číselné (ČSN EN 573-1) :

EAN Ax - xxxx



- 1xxx** – řada 1000 (bez legur)
- 2xxx** – řada 2000 (Cu)
- 3xxx** – řada 3000 (Mn)
- 4xxx** – řada 4000 (Si)
- 5xxx** – řada 5000 (Mg)
- 6xxx** – řada 6000 (Mg, Si)
- 7xxx** – řada 7000 (Zn)
- 8xxx** – řada 8000 (ostatní prvky)
- 9xxx** – řada 9000 (neobsazená řada)

- W** v případě tvářených výrobků
- B** nelegované nebo slitinové hliníkové ingoty pro přetavení
- C** odlitky
- M** předslitiny



Lehké slitiny - značení

- chemické (ČSN EN 573-2) :

EN AW- 7020 [Al, Zn4,5Mg1]

číselné značení

obsahy přídatných kovů
sestupně (max. 4)



Hliník a lehké slitiny - výrobky

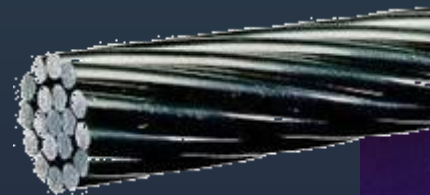
- plechy a pásy
 - hladké, profilované, tvarované
- tvarové tyče
 - uzavřené, otevřené
 - jednoduché, členité
- dráty
- lana
- trubky
- střešní krytina





Hliník a lehké slitiny

- + nekoroduje (vrstva Al_2O_3)
- + vlastnosti lze regulovat pomocí příměsí a způsobem zpracování
- + nízká hmotnost
- nízká pevnost (lze zvýšit tvářením za studena)
- vysoká cena
- energetická náročnost výroby
- el. vodiče – dotvarování, křehnutí





Olovo Pb

- šedé
- hustota : $11\,340\text{ kg.m}^{-3}$
- tepelná vodivost: $35\text{ W.m}^{-1}\text{.K}^{-1}$

+ dobře tvářitelné
+ nekoroduje

- jedovaté
- pevnost: $12 - 20\text{ MPa}$
- měkké





Olovo - výrobky

- **plechy**
 - tl. 0,5 – 6 mm
- **trubky**
 - Ø 7 – 320 mm
 - stěna tl. 1,5 – 20 mm
- **měkké pájky**
 - slitina s Sn (25-40%)
- **tvrdá slitina s Sb**





Zlato Au

- + povětrnostní stálost
 - + chemická odolnost
 - + hustota: $19\,300\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$
 - + vysoká tažnost a kujnost
-
- měkkost (3 st. Mohs)
 - cena!!!





Zlato - výrobky

- pozlátkové plátky
– tl. $0,1 \mu\text{m}$





Použití zlata ve stavbě



Vrány útočí na moskevské chrámy

„církevními záškodníky“, kteří kradou zlato z kupolí, bojují kněží už léta. Stále marně

toovou pohromou jsou pro moskevské pravoslavné chrámy vrány útočící na pozlacené kupole. Zdobádění ptáci skotačí na trpytívných báních a kupy strhávají zlato ze střech. Duchovní a nátkáři proti nim marně bojují už mnoho desetiletí. Škeré snahy odradit je z této drahé zábavy jsou tím marně.

Vrány si oblíbily kupole jako jakési závodiště. Sjíždějí po lesklém povrchu na bříska a dle přitom dráčky. Ornitologové říkají, že je jejich chování zcela normální. „Vrány milují všechno lesklé, kupole jsou pro ně gigantický prostor. Jako hrají tvorečky tam mohou nejen vyřadit, ale i vyhrát. Závody ve sjíždění po povrchu kupolí se připravují na složité životní situace,“ říká expert ze Severního ústavu ekologie a evoluce Sergej Iljičov.

Moskevští duchovní vytvořili boj s „církevními záškodníky“ oddíl. Ve spolupráci s ornitology se snažili vyháňet pomocí

odpudivých zvuků nahraných na magnetofon. To však fungovalo jen krátce. Vrány brzy pochopily, že překážka je umělá, a pokračovaly ve svých hrách.

Mimo Moskvu se proti vránám používá jako odstrašovací prostředek střelba prázdnými náboji. V metropoli se však střilet nesmí, a tak se vymýšlejí různé jiné způsoby. Nejúčinnější, ale zároveň taky nejdražší je nasazování speciálně cvičených sokolů. Ti prý působí bezchybně a vrány před nimi vystrašeně prchají.

Velmi nevídanými hosty jsou vrány zejména v moskevském Kremlu. Tamní ochranka proti nim bojuje už desítky let. Vypuzovala je různými způsoby včetně střelby. Obvykle se však vylekali spíše návštěvníci než vrány. V poslední době jsou alespoň v tomto prostoru nasazování výhradně sokoli.

Boj s vránami v Kremlu zajišťují příslušníci kremelského pluku. S cvičenými sokoly nejen odhánějí škůdce, ale přilepšují si i k žoldu. Vojáckové se sokoly v náručí se nechávají vyfotografovat, ovšem jen za peníze. Za jeden snímek chtějí deset rublů.

Podle ornitologů se na moskevských vránách dá docela slušně vydělat. Jejich dráčky jsou totiž plné

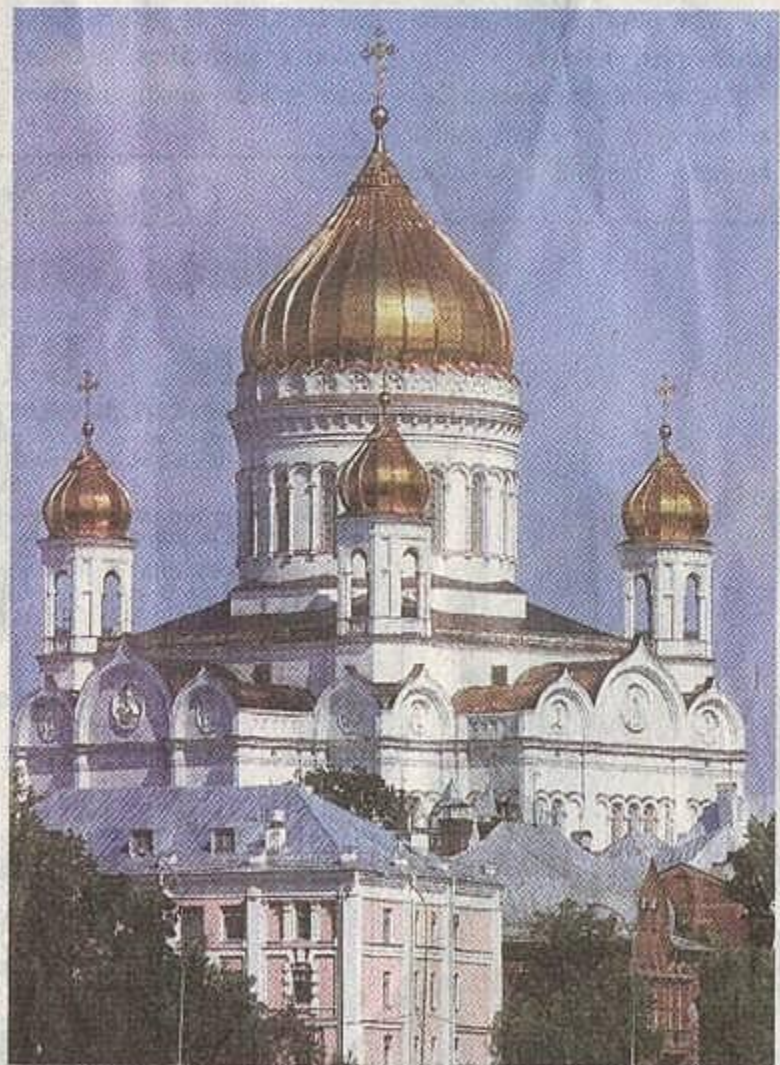


SOKOL NA VRÁNY PLATÍ.

Dravci ochrání stavby nejlépe, ale jejich „provoz“ je drahý. Může si ho dovolit pouze Kreml. FOTO: ČTK

zlata. Vrána je ovšem mimořádně chytrý pták a chytit jej není vůbec jednoduché. Tito operenci dokážou správně vypočítat svůj let a vždy doletí na místo, které si stanoví. Léčku obvykle odhalí a vyhnou se jí. Odborníci dokonce tvrdí, že přechytračit vránu je prakticky nemožné.

ALEXANDRA MALACHOVSKÁ, ČTK



ZLATO Z VĚŽÍ MIZÍ. Zůstává za dráčky vránám. FOTO: ČTK