

Betonové konstrukce

Přednášky: Prof. Ing. Milan Holický, DrSc.

FA, Ústav nosných konstrukcí, Kloknerův ústav

Cvičení: Ing. Nad' a Holická, CSc., FA, Ústav nosných konstrukcí

Doc. Ing. Jana Markova, Ph.D., Kloknerův ústav

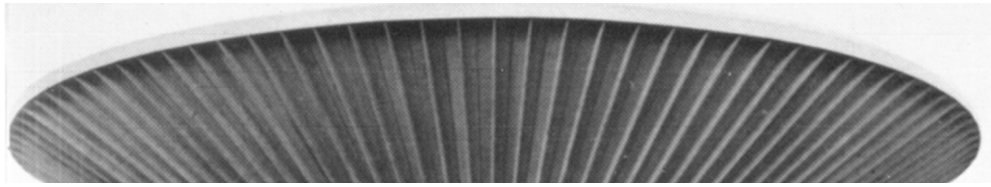
- Technologie, mechanické vlastnosti
- Dimenzování základních prvků konstrukcí
 - deska
 - trám
 - sloup
 - smyk

Program přednášek

1. **Betonové konstrukce v architektonické tvorbě.** Přednosti a nedostatky betonových konstrukcí. Technologie betonu.
2. **Mechanické vlastnosti betonu a výztuže.** Podstata železobetonových a předpjatých konstrukcí, rozměry základních prvků.
3. **Zásady navrhování konstrukcí.** Návrhové situace, mezní stavy, metoda dílčích součinitelů, charakteristické hodnoty zatížení a materiálů.
4. **Železobetonová deska.** Konstrukční uplatnění prosté, konzolové a spojitě desky, dimenzování, konstruktivní zásady.
5. **Železobetonový nosník.** Konstrukční uplatnění prostého, konzolového a spojitě nosníku, dimenzování na ohyb a smyk, konstruktivní zásady.
6. **Železobetonový sloup.** Konstrukční uplatnění železobetonových sloupů, dimenzování, konstruktivní zásady.
7. **Železobetonový rám.** Konstrukční uplatnění železobetonových rámu, výpočet rámu a dimenzování, konstruktivní zásady.
8. **Železobetonové konstrukce.** Monolitické, montované a kombinované konstrukce, vícepodlažní konstrukce.
9. **Železobetonové stěny a skořepiny.** Konstrukční uplatnění železobetonových stěn a skořepin, konstruktivní zásady.
10. **Zděné konstrukce.** Konstrukční uplatnění zděných konstrukcí, technologie, zásady dimenzování.
11. **Zděný pilíř a stěna.** Konstrukční uplatnění, dimenzování pilíře a stěny, vzpěr, klenby, konstrukční zásady
12. **Prostý a slabě vyztužený beton.** Použití, dimenzování základních prvků, konstruktivní zásady.
13. **Nové koncepce železobetonových konstrukcí.** Nové materiály a konstrukční systémy, příklady uplatnění.
14. **Souhrn.** Zásady uplatnění betonových a zděných konstrukcí v současné architektonické tvorbě.



Program cvičení



- | | |
|-----------|---|
| 1. a 2. | 1. Výkres tvaru. Předběžné rozměry a výkres tvaru jednoduché konstrukce. |
| 3. a 4 | 2. Výpočet zatížení. Výpočet zatížení desky, trámu a sloupu. |
| 5. a 6. | 3. Dimenzování desky. Výpočet rozměrů a výztuže, výkres výztuže. |
| 7. a 8. | 4. Dimenzování nosníku. Výpočet rozměrů a výztuže, výkres výztuže. |
| 9. a 10. | 5. Dimenzování sloupu. Výpočet rozměrů a výztuže, výkres výztuže. |
| 11..a 12. | 6. Dimenzování zděného pilíře. Výpočet rozměrů pro stanovené materiály. |
| 13. a 14 | Konzultace a zápočet. |



Podmínka pro získání zápočtu je věcně správné (výpočty a výkresy) zpracování uvedených cvičení včetně účasti na cvičeních.

Ke zkoušce se lze přihlásit pouze po složení zkoušky ze Statiky II.

Skripta: Jan Kalousek, J.: Betonové konstrukce

Lorenz, K.: Zděné konstrukce

Studnička J., Holický M.: Zatížení konstrukcí (Ocelové k.)

Beton- historický úvod

- 5600 – Starověk, Peršané, Kartaginci, sloupy z umělého kamene
- 2 století – Řím, sopečný popel, puzolánové pojivo, Via Apia, 1 století
- 19 století – VB - Portlandský cement patentován 1828
 - Francie - vyztužený beton (Josef Monier - 1867)
- 20 století – rozvoj železobetonu
 - předpjatý beton (Fressinet - 1928)
 - vysokopecní cement, hlinitanový cement
 - vylehčené betony (plynotvorné a pěnotvorné látky)
 - nové výztužné materiály (vlákna)
 - recyklované materiály (green concrete)

V Čechách

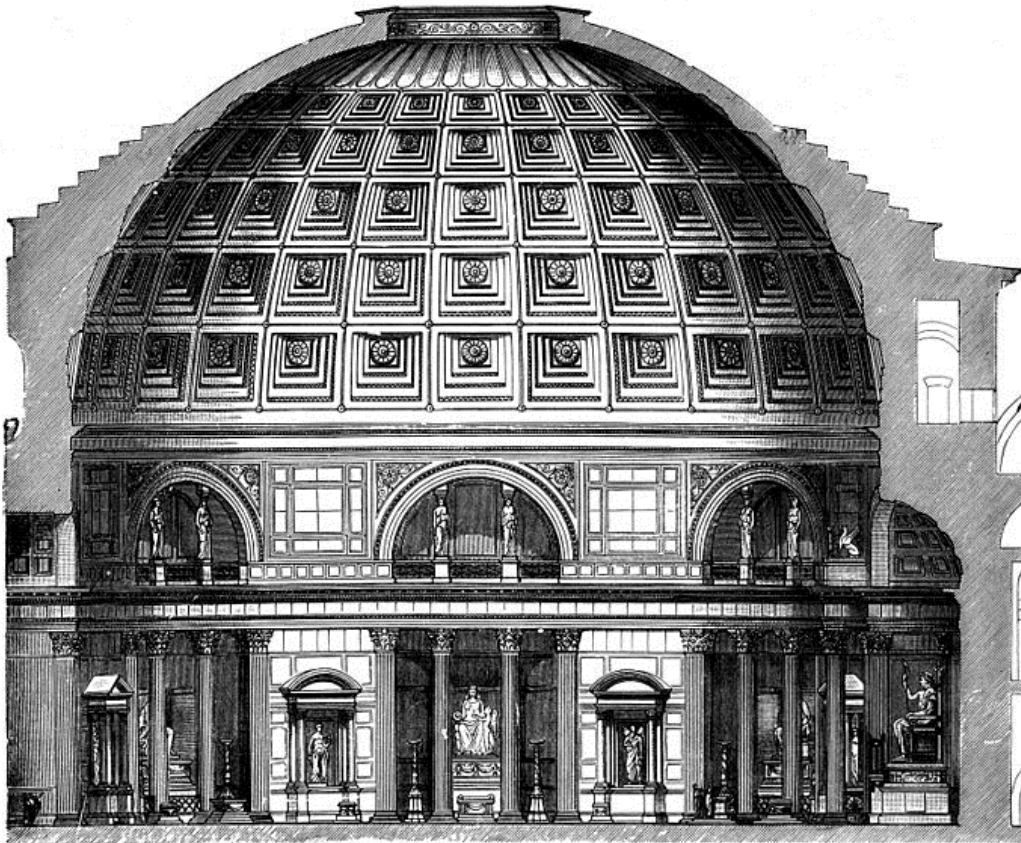
1904 – první kniha o betonu

1921 – Kloknerův ústav ČVUT (F. Klokner, S. Bechyně)

1930 – zhutňování vibrátory



Pantheon v Římě, přestavba z roku ~123



Názvosloví

- Podle hmotnosti: obyčejný beton – 25 kN/m^3
lehký beton – $11 \text{ až } 20 \text{ kN/m}^3$
těžký beton – $> 25 \text{ kN/m}^3$
- Podle hutnosti: hutný beton (10 % pórů)
mezerovitý beton
pórovitý beton
- Podle vyztužení: prostý beton
vyztužený (železový) beton
předpjatý beton
- Podle provedení: monolitické konstrukce
montované konstrukce

Složky betonu

Složky betonu:

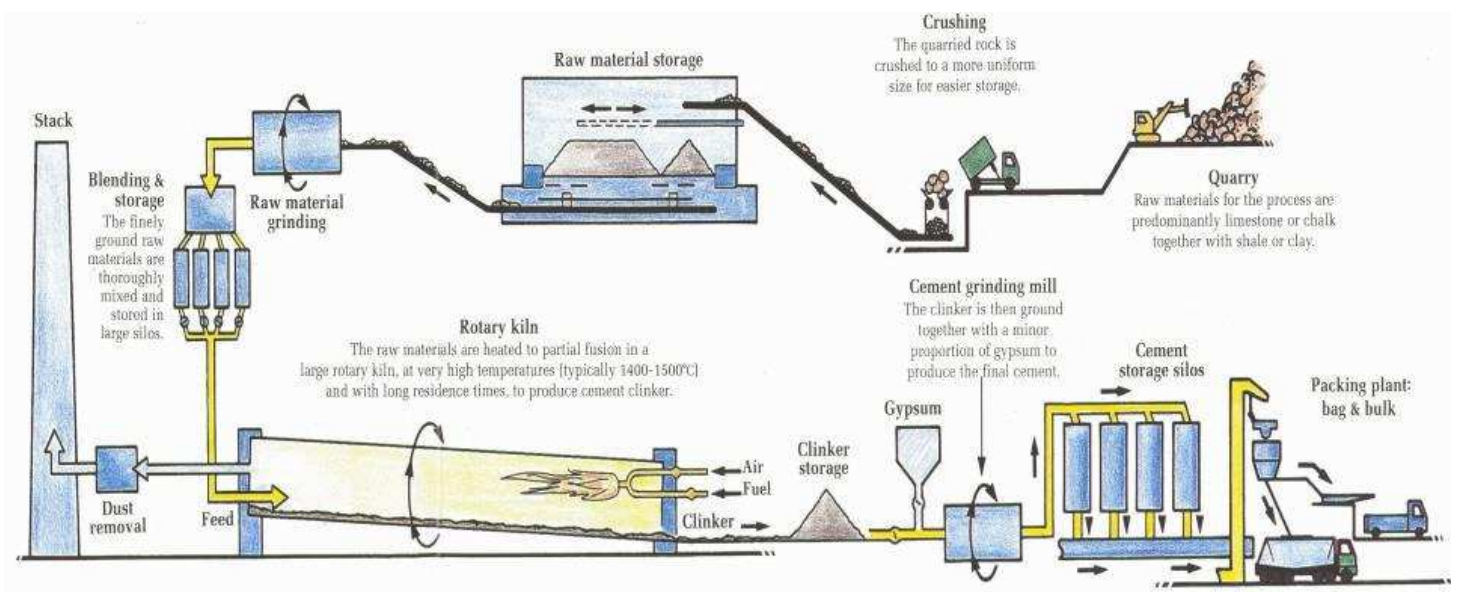
cement c , voda v , kamenivo
příspěvky ($\sim 5\% c$) a příměsi ($\sim c$)

Cementovým tmelem vzniká hydratací cementu:
velmi složitý časově závislý fyzikálně -
chemický proces

Množství cementu 200 až 500 kg/m³:
nejméně: prostý beton 200 kg/m³
železobeton 240 kg/m³

Výroba cementu

Příprava surovin



Zpracování surovin

Kamenivo

Kamenivo: drobné, do 4 mm

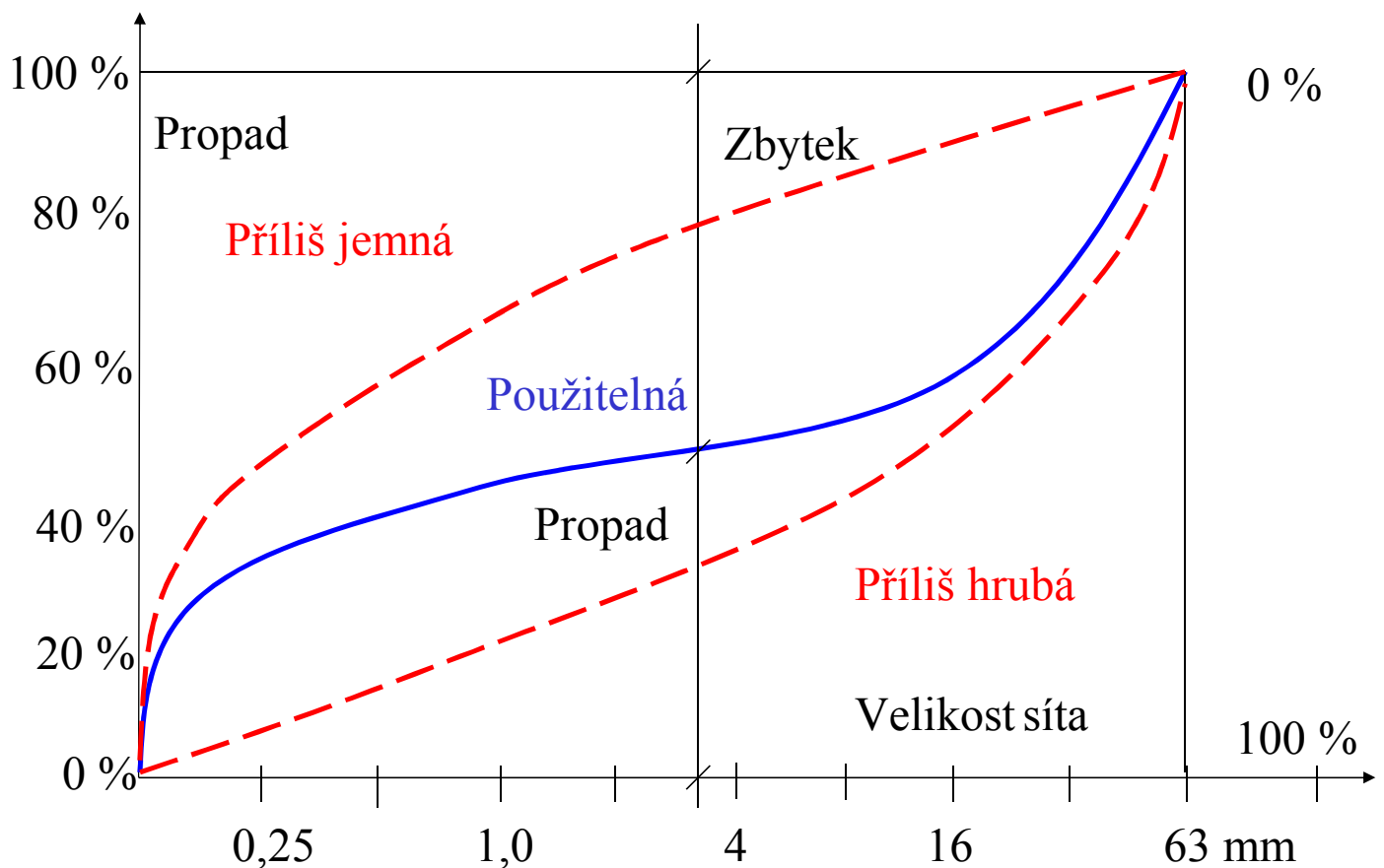
hrubé od 4 mm do 32 (63) mm

Přibližně: hrubé/drobné = 2/1 až 3/1

Ideální poměry: $f_{0-4}/f_{4-8}/f_{8-16} = 28\%/32\%/40\%$

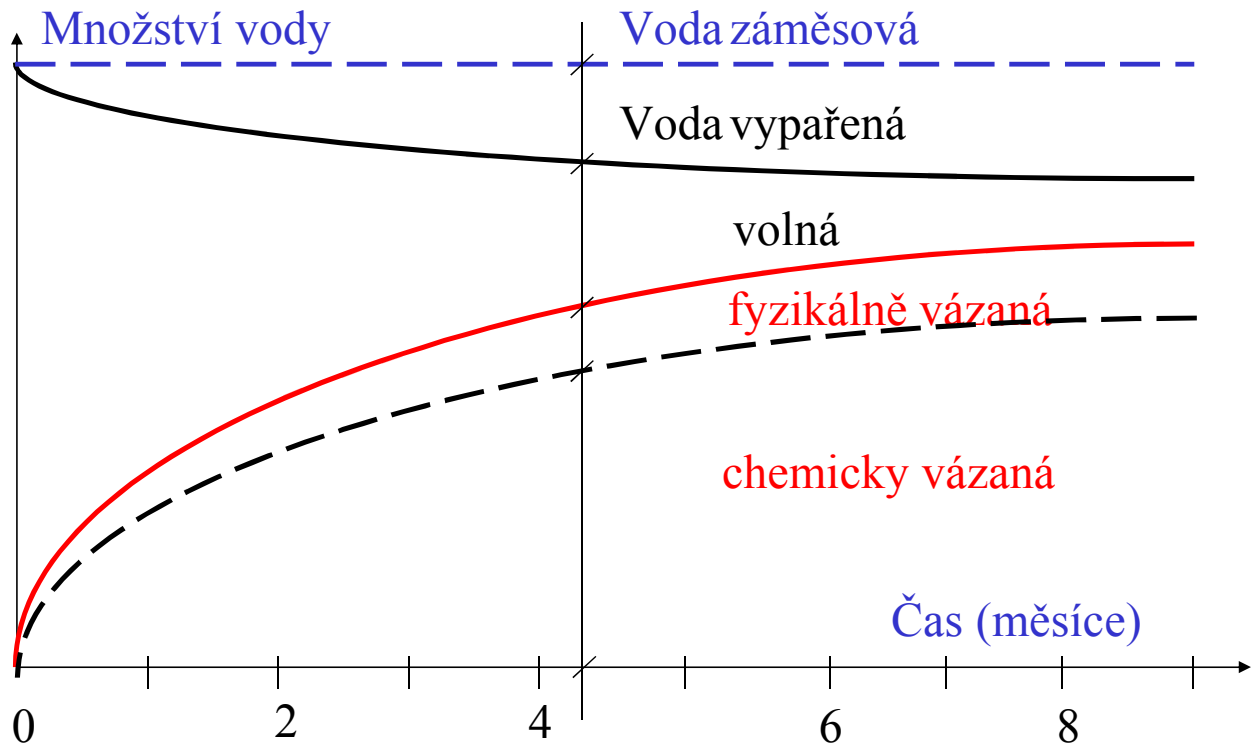
Čára zrnitosti – plynulá, snazší zpracovatelnost
přetržitá, chybí některé frakce

Čára zrnitosti



Záměsová voda pro beton

pH vody ~ 6 až 8, bez solí a minerálů



Zpracování betonu

Způsob zhutnění:

- propichování a poklep na bednění
- vibrování ponorné (vnitřní), povrchové
- vakuování pod tlakem ve zvláštním bednění
- lisování v uzavřených bednění tlakem
- odstředování u dutých výrobků

Vodní součinitel $w = v/c$

Váhový poměr vody a cementu

Minimální – nutný k hydrataci: $w = 0,23$ až $0,25$

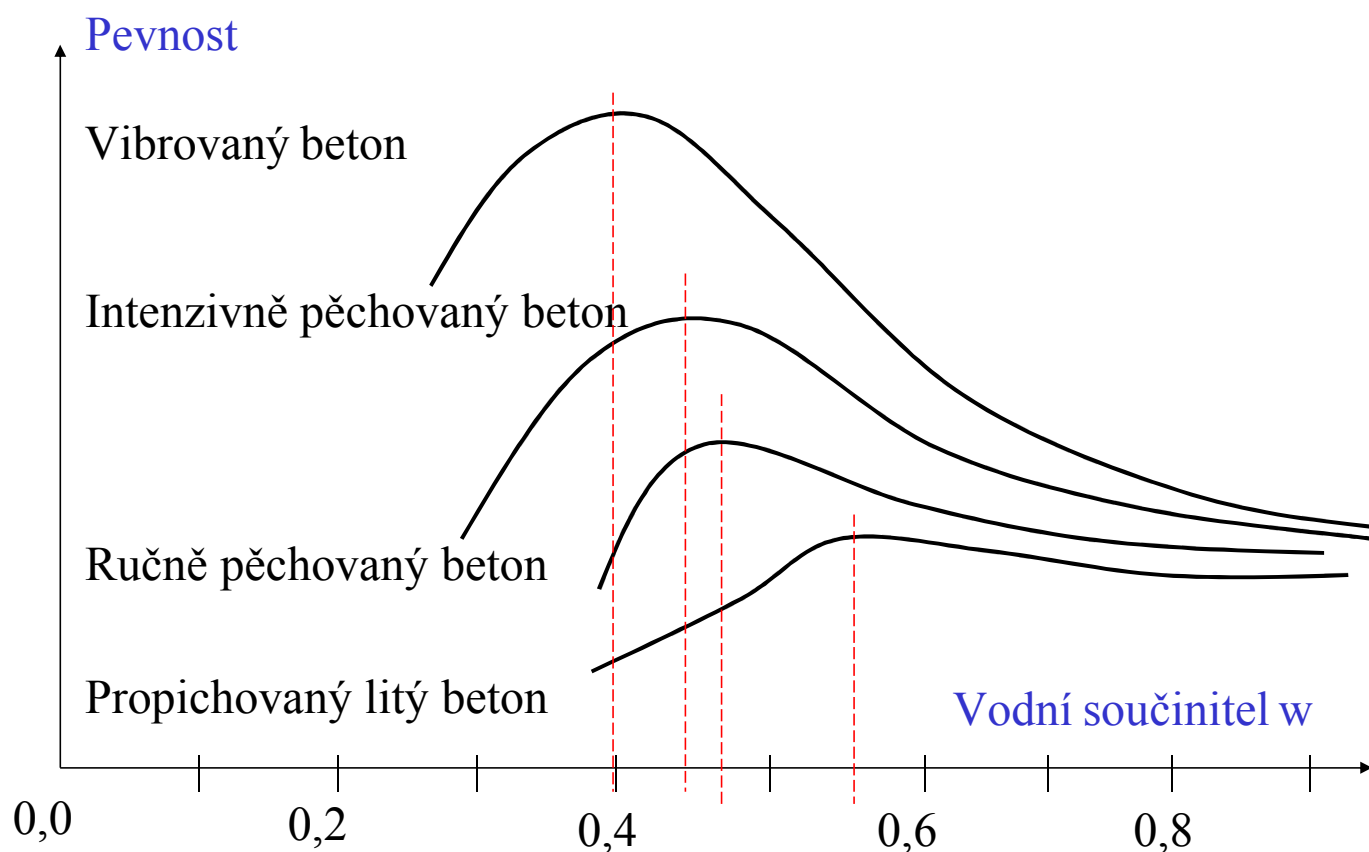
S ohledem na zpracovatelnost: $w = 0,3$ až $0,5$ ($1,0$)

Rozlišují se směsi: velmi tuhé, tuhé ($w = 0,3$ až $0,4$)

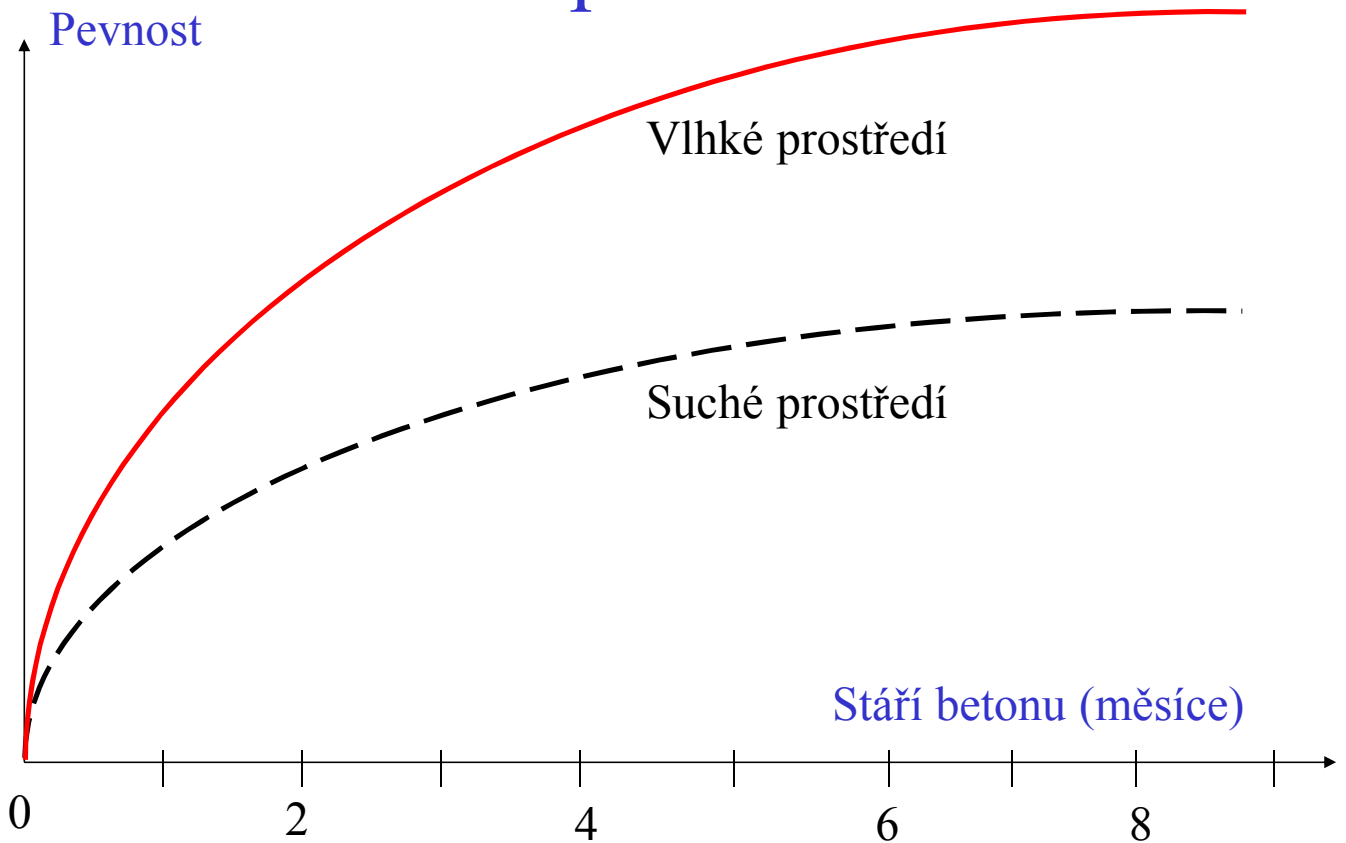
zavlhlé až měkké ($w = 0,4$ až $0,6$)

velmi měkké až tekuté ($w > 0,6$)

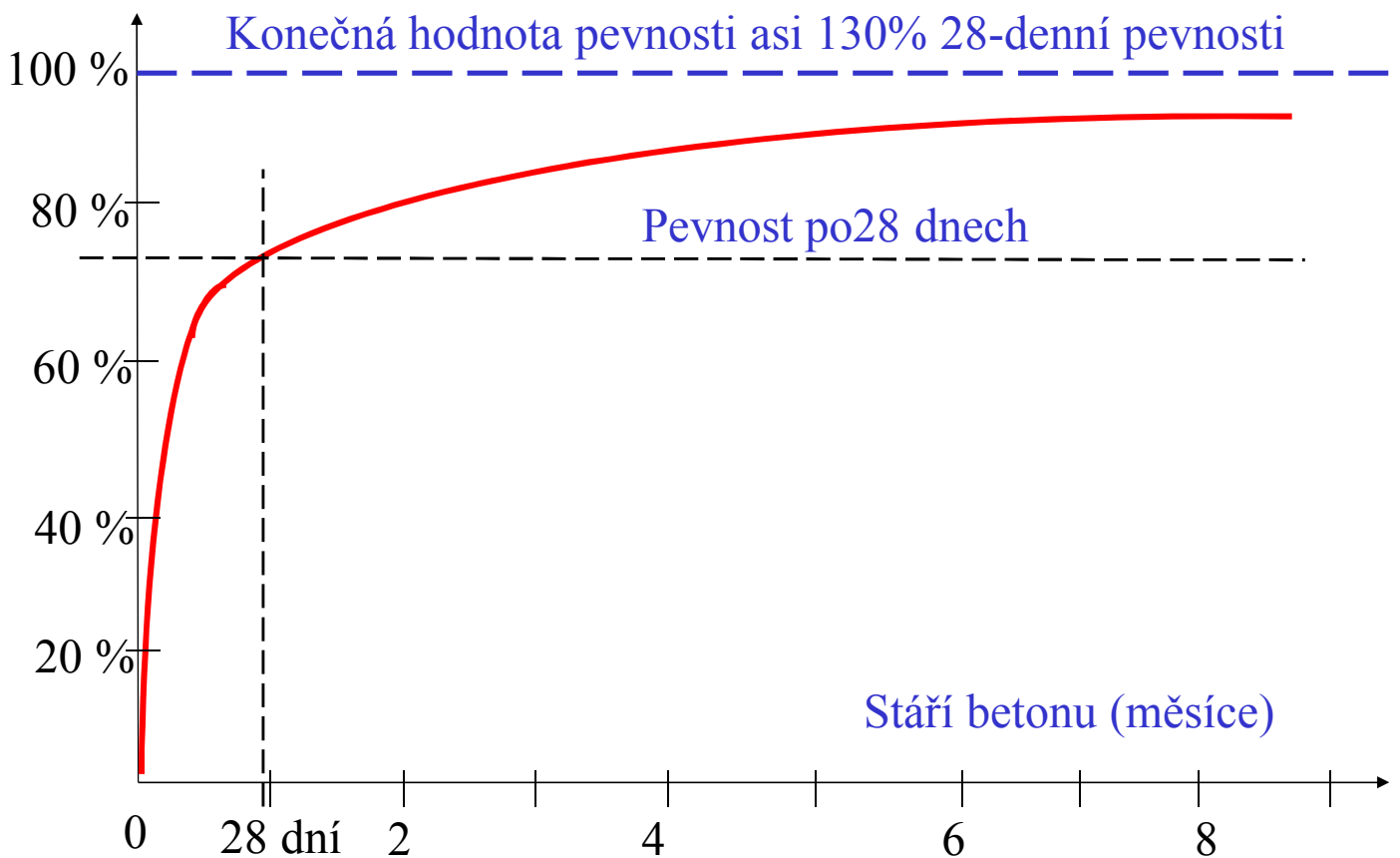
Závislost pevnosti na $w = v/c$



Vliv prostředí



Vliv stáří betonu



Přednosti a nedostatky

Přednosti	Nedostatky
Pevnost v tlaku 20 až 200 MPa	Malá pevnost v tahu 1/10 pevnosti v tlaku
Trvanlivost	Velká hmotnost
Mrazuvzdornost	Pracnost
Vodotěsnost	Doprava
Plynotěsnost	Ekologické faktory
Tvarová rozmanitost	Barva

Otázky ke zkoušce

1. Složky betonu
2. Výroba cementu
3. Vodní součinitel, vliv na pevnost
4. Záměsová voda
5. Vliv vlhkosti prostředí na pevnost
6. Kamenivo, čára zrnitosti
7. Vliv stáří betonu na pevnost
8. Přednosti a nedostatky
9. Podstata metody dílčích součinitelů
10. Součinitele pro betonové konstrukce
11. Součinitele pro zatížení

Metoda dílčích součinitelů

- Charakteristické hodnoty základních veličin

$$F_k, f_k, a_k$$

- Zatížení návrhové $F_d = \gamma_F F_k$, ($F_d = \gamma_F \psi_i F_k$)
- Materiálové vlastnosti návrhové $f_d = f_k / \gamma_M$
- Rozměry návrhové $a_d = a_k \pm \Delta a$
- Podmínka spolehlivosti

$$E_d(F_d, f_d, a_d) < R_d(F_d, f_d, a_d)$$

Součinitele γ_C a γ_S pro betonové konstrukce

ČSN EN 1992-1-1, 2007, tabulka 2.1N

Návrhové situace	γ_C pro beton	γ_S pro betonářskou ocel	γ_S pro předpínací ocel
trvalé a dočasné	1,5	1,15	1,15
mimořádné	1,2	1,0	1,0

Klasifikace zatížení

Stálá

Proměnná Mimořádná

G

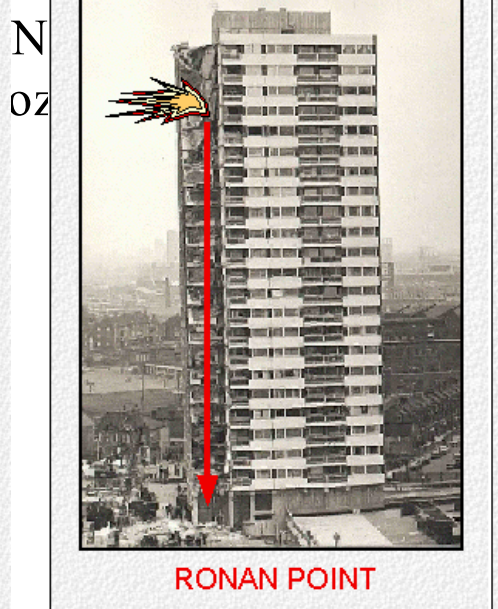
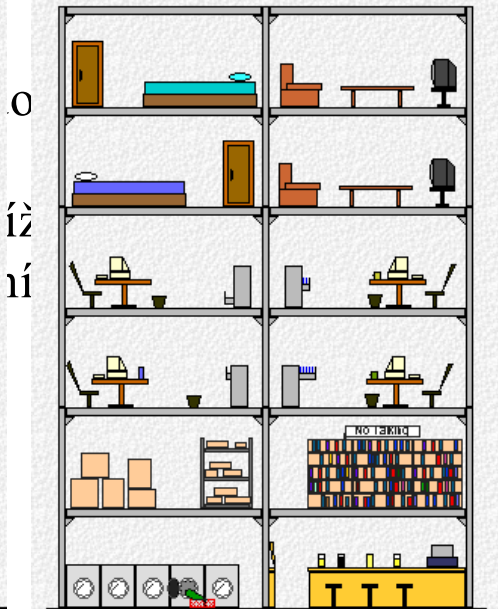
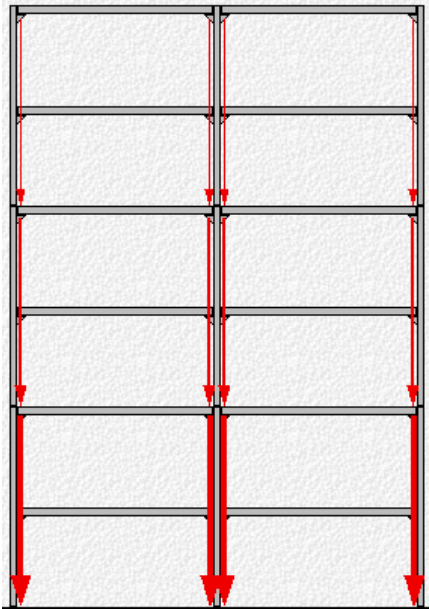
Q

A

- Vlastní tíha, pevně
zabudované součásti

- Užitná
zatížení

- Výbuch
- Požár



Součinitele γ_G a γ_Q

EN 1990, 2002, tabulky A.1.2

Mezní stav	Účinek zatížení	γ_G	γ_Q
A-EQU	Nepříznivý	1,10	1,50
	Příznivý	0,90	0,00
B-STR/GEO	Nepříznivý	1,35	1,50
	Příznivý	1,00	0,00
C- STR/GEO	Nepříznivý	1,00	1,30
	Příznivý	1,00	0,00