

m 60
A 70

Hodnocení výsledků experimentálních prací

WORKSHOP KONANÝ V RÁMCI PROJEKTU NAKI II

**Analýza a prezentace hodnot
moderní architektury 60. a 70. let
20. století jako součásti národní
a kulturní identity ČR**



Projekt „Analýza a prezentace hodnot moderní architektury 60. a 70. let 20. století jako součásti národní a kulturní identity ČR“, DG16P02R007, je financován Ministerstvem kultury v rámci Programu aplikovaného výzkumu a vývoje národní a kulturní identity České republiky.



m 60
A 70

Metody diagnostiky v laboratoři – fyzikální vlastnosti

Ing. Ondřej Anton, Ph.D.
Ing. Petr Cikrle, Ph.D.

OBSAH

Vzorky betonu – jádrové vývrty

Objemová hmotnost

Dynamické moduly pružnosti

Pevnost v tlaku

Statický modul pružnosti

POPIS VÝVRTŮ

Posouzení kameniva:

- druh (těžené, drcené)
- přibližné složení frakcí;
- největší velikost zrna na povrchu vzorku;
- stejnoměrnost rozložení po výšce vývrtu;
- jiné vlastnosti;



POPIS VÝVRTŮ

Zhutnění betonu:

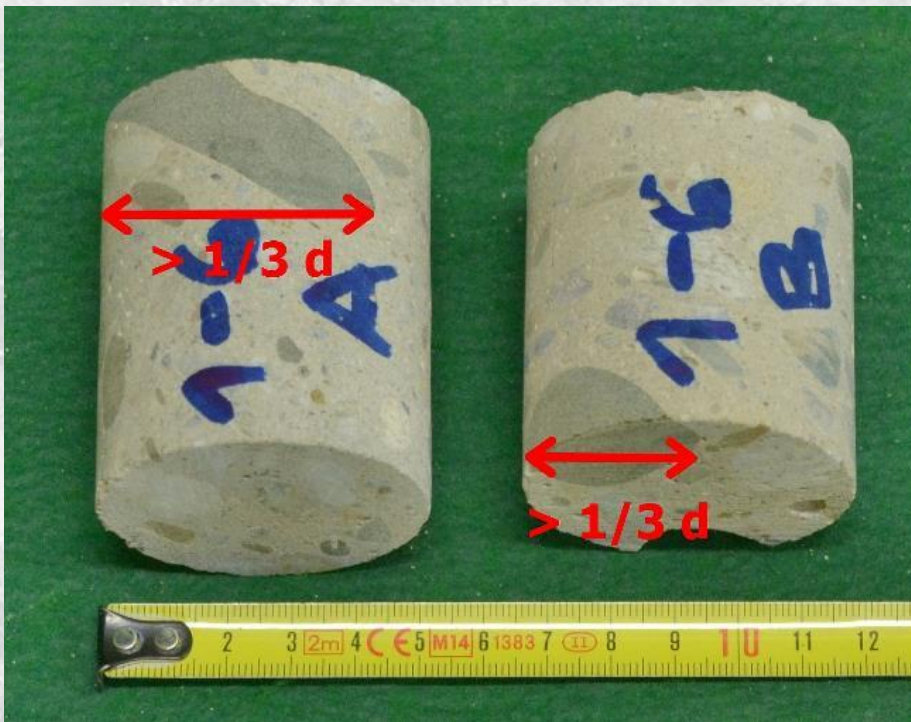
- vizuálně určením velikosti kaveren, dutin a pórů.
- stanoví se celková charakteristika (beton bez pórů, málo pórovitý, pórovitý, velmi pórovitý, mezerovitý),
- počet dutin a kaveren (**pór** do 7 mm, **dutina** větší, do objemu opsaného hranolu 15 cm³, **kaverna** ještě větší)
- rozměry největší dutiny (kaverny).

Poloha výztuže:

- množství, směr, hloubka, rozměry a druh výztuže.

Průměr vývrtů:

- co nejmenší, minimální zásah do konstrukce;
- co největší kvůli struktuře betonu
- pokud je velikost **největšího zrna kameniva větší než $1/3$ průměru** vývrtu, má to značný vliv na pevnost.



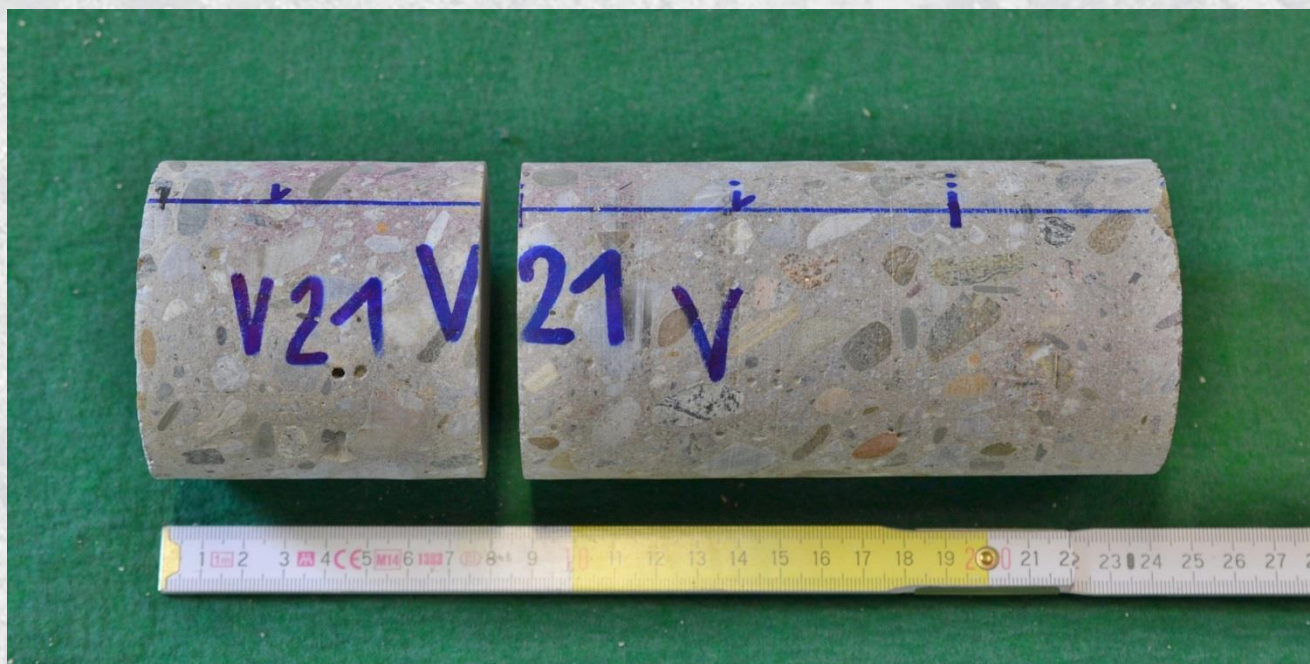
Průměr vývrtů (ČSN EN 12504-1):

- $d = 150 \text{ mm}$ – základní (výška $l = 300 \text{ mm}$)
- **$d = 100 \text{ mm}$ – nejčastější**, rovnocenný $d = 150 \text{ mm}$
- **$d = 75 \text{ mm}$ – oblíbený** (kompromis průměr $\times$ zrno, výztuž)
- **$d = 50 \text{ mm}$ – minimální možný** pro přímé vyhodnocení
Poznámka: Při průměru $d = 50 \text{ mm}$ by měl být počet vzorků trojnásobný než v případě průměru $d = 100 \text{ mm}$
- $d < 50 \text{ mm}$ – mikrovývrt, nepřímá zkouška (je nutné upřesnění na větších tělesech)

Délka vývrtu pro pevnost v tlaku:

- Dříve délka L libovolně v rozmezí (1 až 2) d ;
- Podle ČSN EN 12504-1 buď-anebo:

$L = 1d$, má-li se provést srovnání s krychelnou pevností,
 $L = 2d$ při srovnávání s válcovou pevností.



Základní charakteristiky zkušebních těles

Rozměry: měřením, posuvné měřítko

Hmotnost: vážením, laboratorní váhy

Rovinnost povrchu: spároměrky

Rovnoběžnost stěn: úhelník

Objemová hmotnost:

- Výpočtem z rozměrů
- Hydrostaticky



Ultrazvuková impulsní metoda

Stanovení dynamického modulu pružnosti E_{cu} :

$$E_{cu} = D \cdot v_L^2 \cdot \frac{1}{k^2}$$

- D je objemová hmotnost
- v_L je rychlost šíření UZ vlnění
- k je součinitel rozměrnosti



Přepočet na statický modul pružnosti E_c :

$$E_c = \kappa_u \cdot E_{cu}$$

κ_u je zmenšovací součinitel, např. v ČSN 73 2011

Platí přibližně $\kappa_u = 0,62$ (hodně špatné bet.) až $0,90$ (výborné bet.)

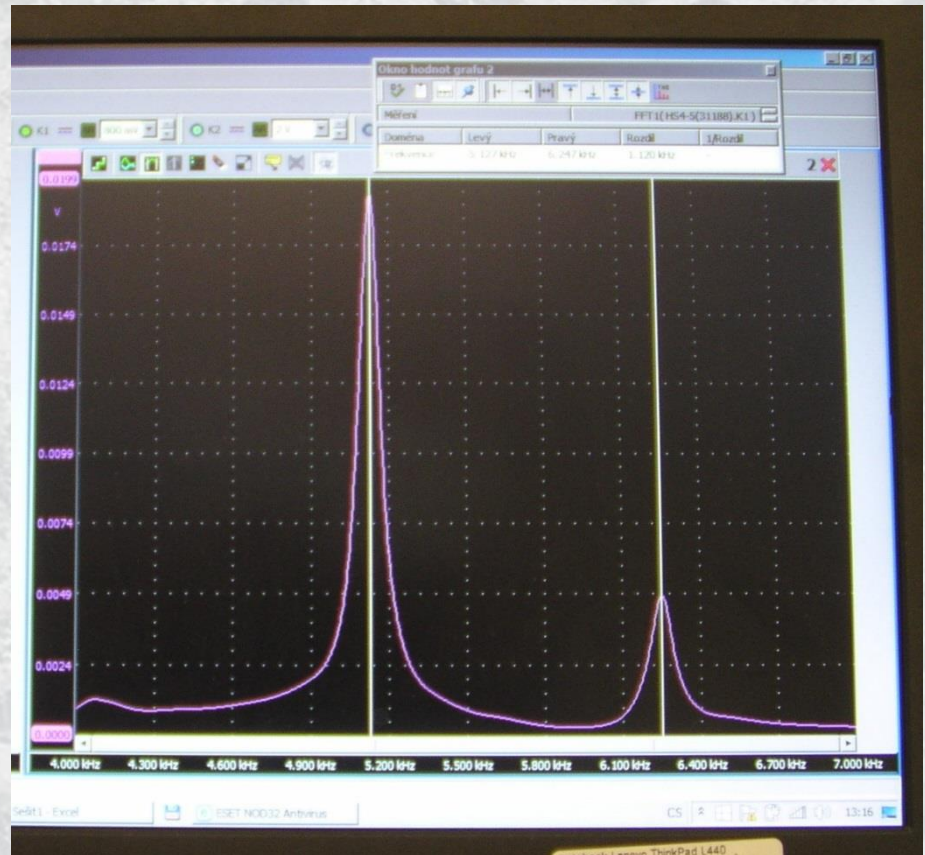
Rezonanční metoda

- Měření vlastních frekvencí kmitání tělesa
- Výpočet dynamických modulů pružnosti



- Z 1. vlastního kmitočtu příčného kmitání f_F :

$$E_{dyn,F} = 0,0789 \cdot c_1 \cdot L^4 \cdot f_F^2 \cdot \rho \cdot \frac{1}{i^2}$$



Pevnost betonu v tlaku

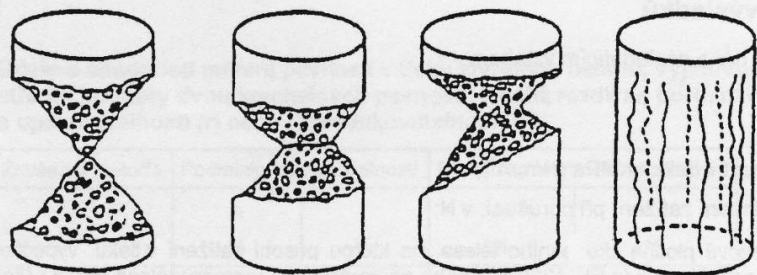
- f_c v MPa je dána vztahem

$$f_c = \frac{F}{A_c}$$



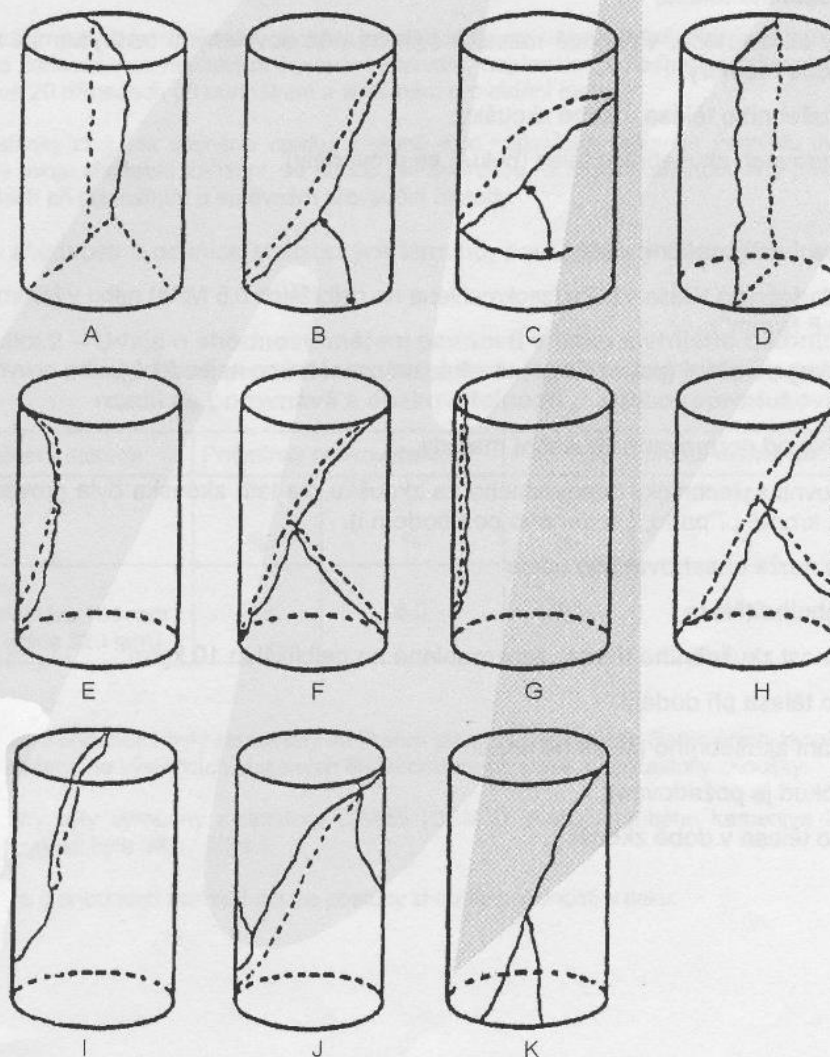
- F je maximální zatížení při porušení, v N;
- A_c je průřezová plocha zkušebního tělesa, v mm²;
- Je-li štíhlost válce $L/d = 1,0$ a průměr válce $d = 150$ mm nebo $d = 100$ mm, pak se výsledek nemusí přepočítávat a je považován za shodný s krychelnou pevností

Jak se má těleso porušit:



Vyhovující způsoby porušení zkušebních válců

Jak se nemá těleso porušit:

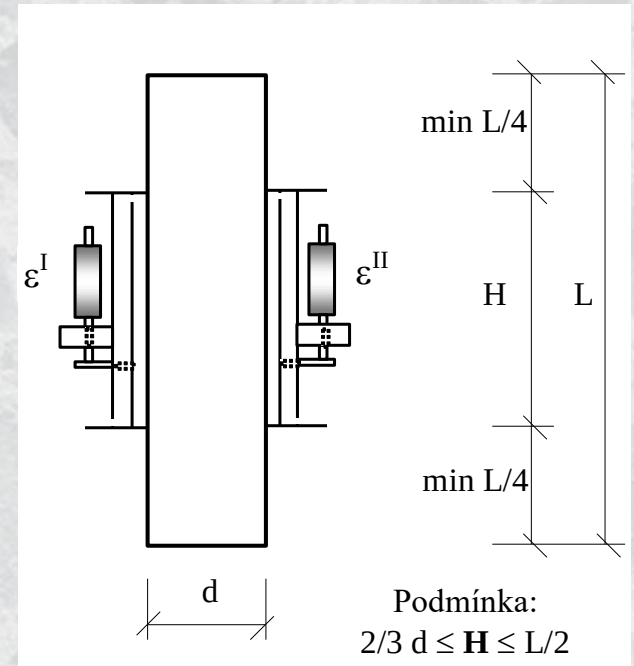


Některé nevyhovující způsoby porušení zkušebních válců

Statický modul pružnosti

- E_c v MPa (N/mm²) se vypočte:

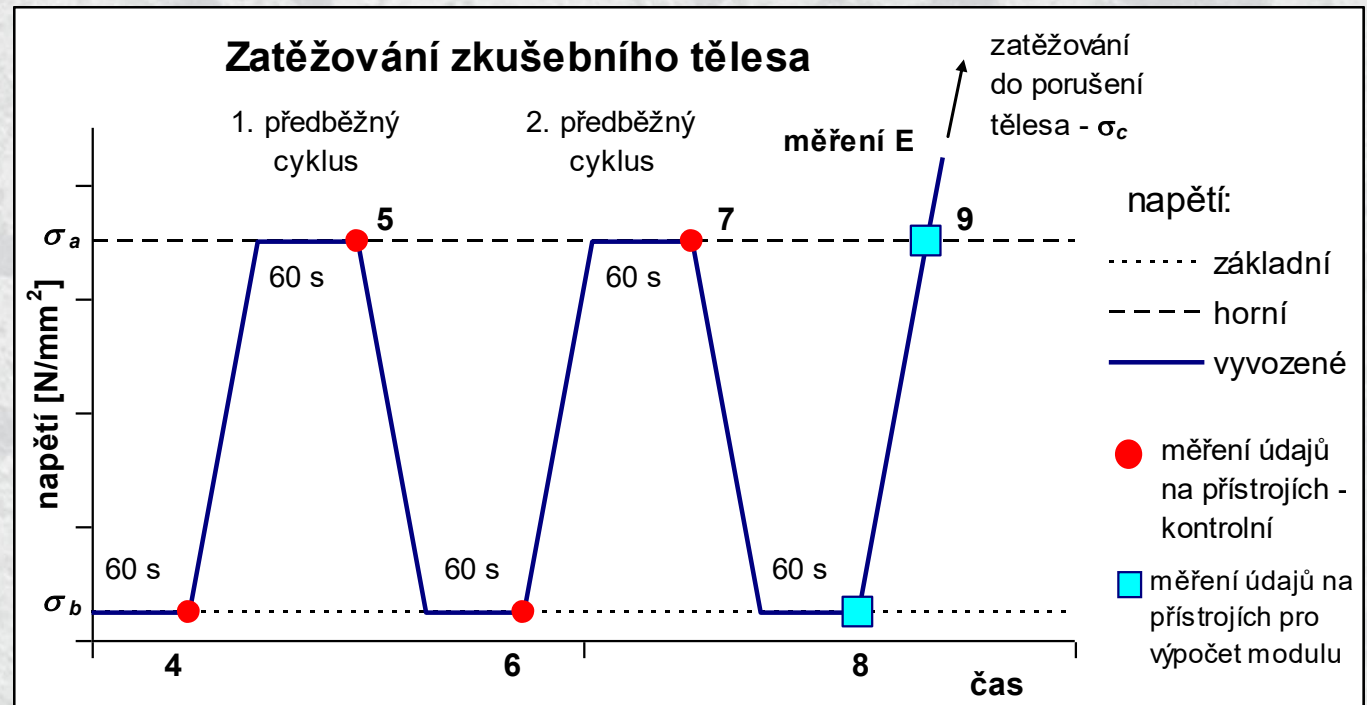
$$E_c = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon} = \frac{\sigma_a - \sigma_b}{\Delta\varepsilon}$$



- σ_a je horní zatěžovací napětí v N/mm²;
- σ_b je základní zatěžovací napětí v N/mm²;
- $\Delta\varepsilon$ je průměrná změna poměrného přetvoření mezi horním a základním napětím.

Statický modul pružnosti

- Několik zatěžovacích cyklů
- Mezi $0,5 \text{ MPa}$ a $1/3 f_c$



Závěr:

Fyzikálně mechanické vlastnosti betonu

- Pečlivé vyšetření každého vzorku
- Výroba zkušebních těles dle typu zkoušek
- Maximální využití těles - nejen rozdrtit, ale i NDT
- Nejdůležitější pevnost v tlaku a modul pružnosti

m 60
A 70

Děkujeme za
pozornost