

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

Nádraží Vítkovice – výsledky šetření –
Část B – laboratoř
Ing. Petr Cikrle, Ph.D.,
Ing. Ondřej Anton, Ph.D.,
Ing. Ámos Dufka, Ph.D.

Výsledky šetření v objektu nádraží Vítkovice

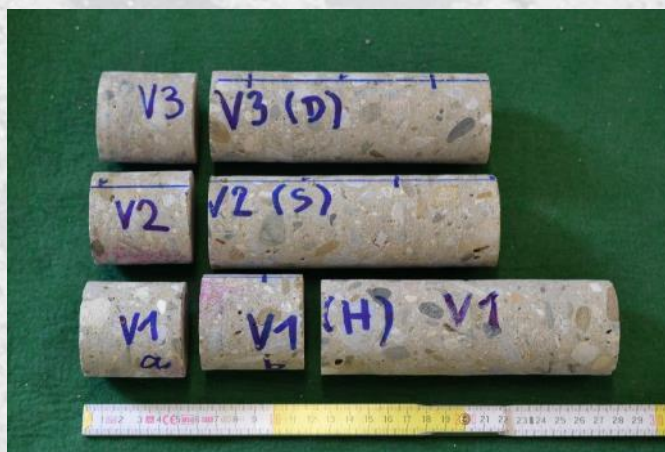
Část B – v laboratoři

Třídění vzorků:

A) Lomová mechanika + chemie

B) Pevnost v tlaku

C) Moduly pružnosti



Výsledky šetření v objektu nádraží Vítkovice

- POPIS VZORKŮ



- Označení, délka vzorku, hloubka karbonatace
- Kamenivo, pórovitost, celistvost, výztuž

Výsledky šetření v objektu nádraží Vítkovice

m 60
A 70

- **PŘÍPRAVA VZORKŮ - VÝROBA TĚLES**



- Podle typu zkoušky
- Např. pevnost v tlaku 1:1, modul pružnosti 1:2

Výsledky šetření v objektu nádraží Vítkovice

m 60
A 70

• VÝSLEDKY ZKOUŠEK – OBJEMOVÁ HMOTNOST

- Beton velmi rovnoměrný

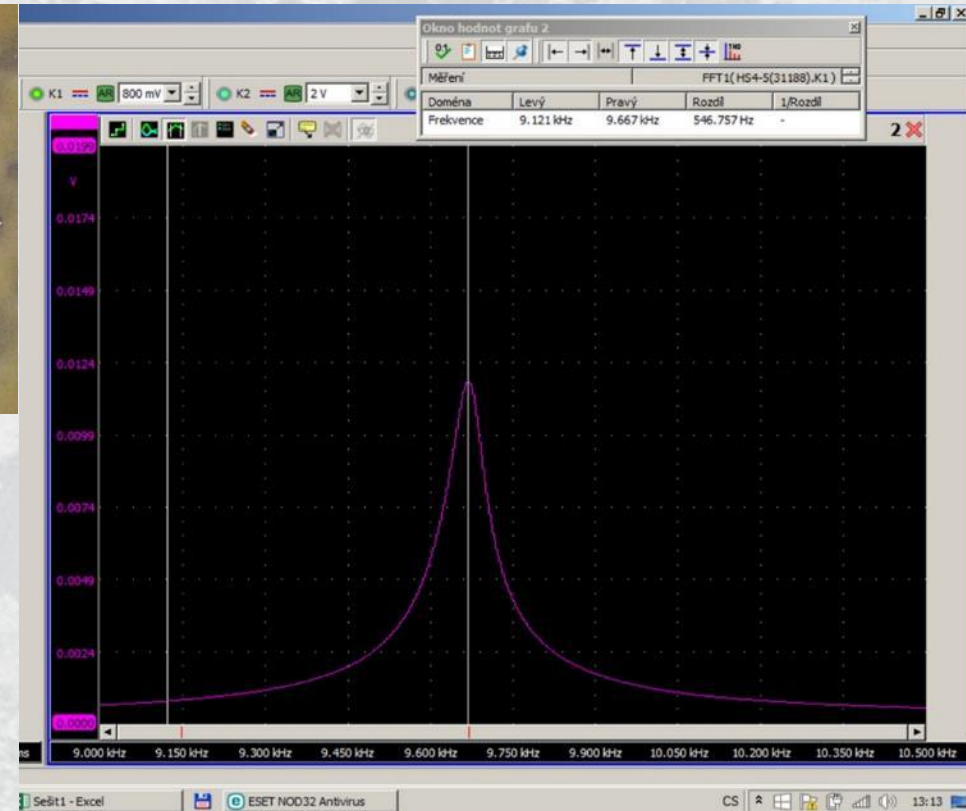
Označení tělesa	Část kce	Průměr d	Výška h	Hmotnost m _r	Objemová hmot. D _r
		[mm]	[mm]	[g]	[kg/m ³]
V 1A	Sloup	49,4	51,7	219,4	2215
V 1B	Sloup	49,3	52,6	224,1	2232
V 2A	Sloup	49,3	51,7	221,4	2244
V 3A	Sloup	49,3	50,7	221,6	2289
V 6B	Sloup	74,0	76,2	729,5	2226
V 8A	Sloup	74,9	76,7	764,3	2262
V 8B	Sloup	74,9	77,5	773,0	2264
V 10	Průvlak	74,0	67,7	656,6	2255
V 12B	Sloup	74,9	75,5	758,0	2279
V 14	Sloup	74,9	76,2	763,7	2275
V 19A	Sloup	74,8	76,3	761,5	2271
V 20A	Sloup	74,1	76,4	725,5	2202
V 21A	Sloup	74,9	76,0	757,1	2261
Průměr		-	-	-	2250

Výsledky šetření v objektu nádraží Vítkovice

- ZKOUŠKY TĚLES – REZONAČNÍ METODA

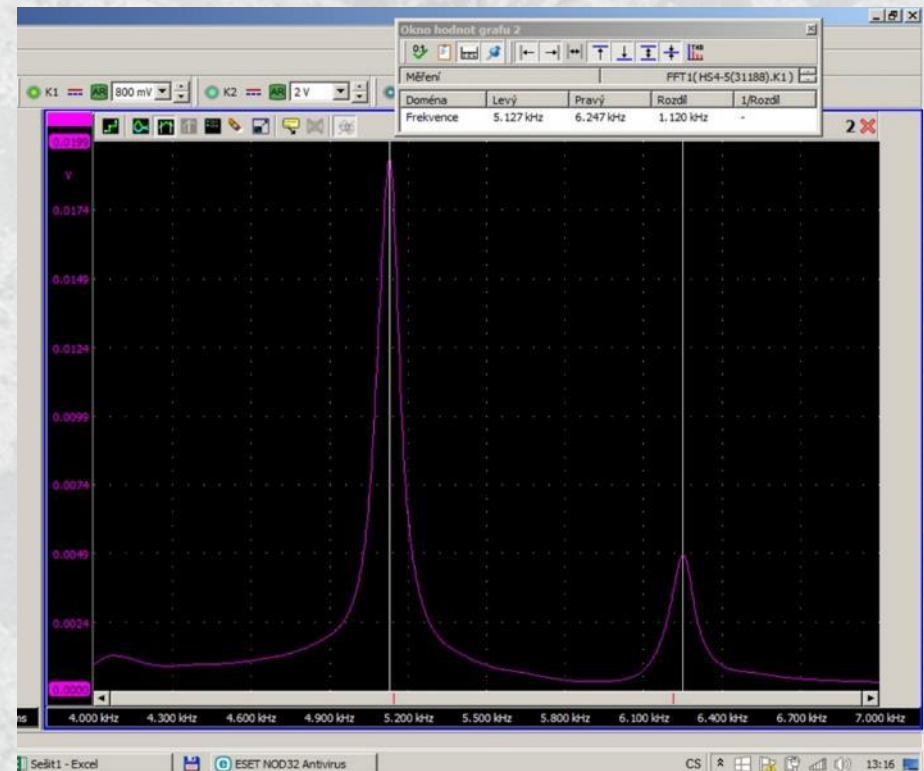


- Podélná frekvence
- $f_L = 9667 \text{ Hz}$



Výsledky šetření v objektu nádraží Vítkovice

• ZKOUŠKY TĚLES – REZONAČNÍ METODA



- Příčná vl. frekvence

$$f_F = 5127 \text{ Hz}$$

- Kroutivá vl. frekvence

$$f_T = 6247 \text{ Hz}$$

Výsledky šetření v objektu nádraží Vítkovice

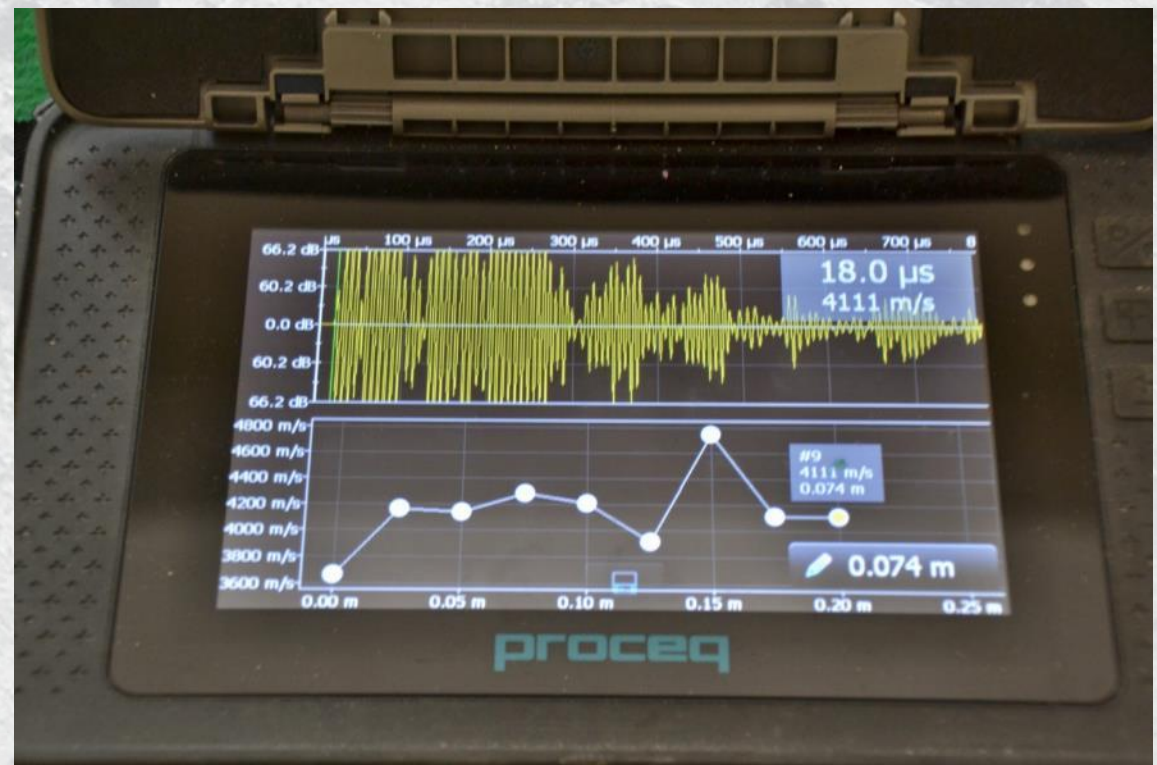
- **ZKOUŠKY TĚLES – ULTRAZVUKOVÁ METODA**
- Měření rychlosti šíření impulzů UZ vlnění



Výsledky šetření v objektu nádraží Vítkovice

m 60
A 70

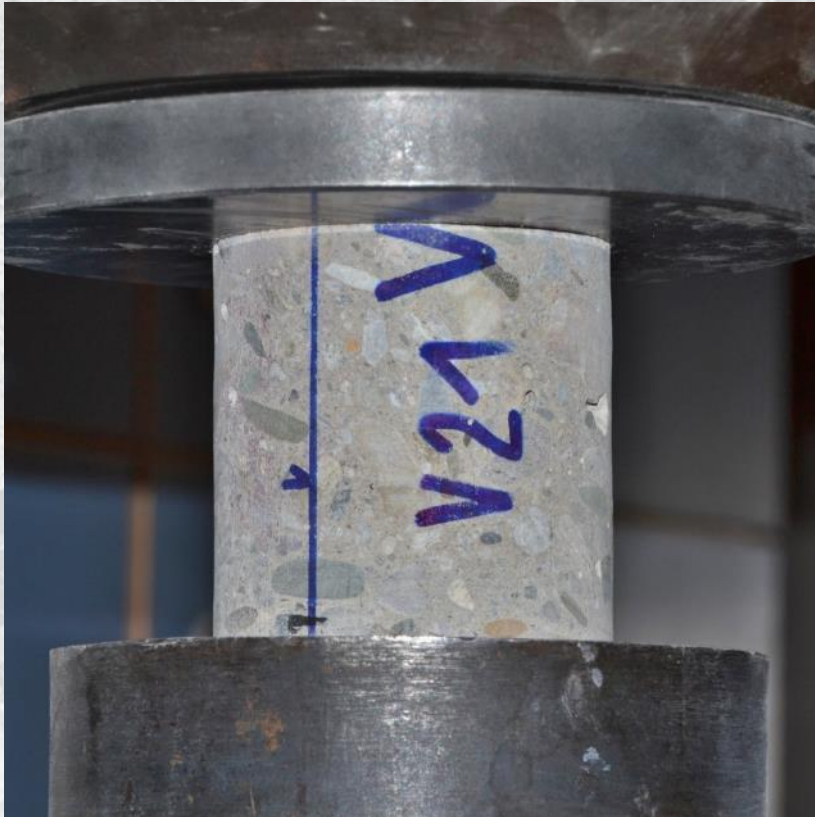
- ZKOUŠKY TĚLES – ULTRAZVUKOVÁ METODA
- Měření rychlosti napříč vzorkem - rovnoměrnost
- Analýza signálu - poruchy



Výsledky šetření v objektu nádraží Vítkovice

m 60
A 70

- ZKOUŠKY TĚLES – PEVNOST V TLAKU
- Zatěžování v lisu, výpočet $f_c = F/A$ [MPa]



Výsledky šetření v objektu nádraží Vítkovice

m 60
A 70

• VÝSLEDKY ZKOUŠEK – PEVNOST V TLAKU

Zkušební tělesa na pevnost v tlaku

Označ. tělesa	Max. síla F [kN]	Štíhlost I	$k_{c,cyl}$	$k_{c,cube}$	$f_{c,cyl}$ [MPa]	$k_{cyl,cube}$	$f_{c,cube}$ [MPa]
V 1A	86,9	1,05	0,87	0,91	35,7	1,241	44,3
V 1B	62,7	1,07	0,87	0,91	26,0	1,249	32,5
V 2A	65,0	1,05	0,87	0,91	26,8	1,248	33,5
V 3A	84,5	1,03	0,86	0,91	34,6	1,242	43,0
V 6B	128,0	1,03	0,86	0,93	23,8	1,250	29,8
V 8A	138,5	1,02	0,86	0,93	25,1	1,249	31,3
V 8B	153,5	1,03	0,86	0,93	27,9	1,248	34,8
V 10	159,5	0,91	0,78	0,93	26,9	1,248	33,6
V 12B	155,0	1,01	0,85	0,93	27,9	1,248	34,8
V 14	170,5	1,02	0,86	0,93	30,8	1,245	38,4
V 19A	190,5	1,02	0,86	0,93	34,6	1,242	42,9
V 20A	131,0	1,03	0,86	0,93	24,3	1,250	30,4
V 21A	176,0	1,01	0,86	0,93	31,8	1,245	39,5
Průměr			-	-	28,9	-	36,1

Výsledky šetření v objektu nádraží Vítkovice

- **VÝSLEDKY ZKOUŠEK – PEVNOST V TLAKU**

Zkušební tělesa na modul pružnosti

Prakticky identické výsledky

Označ. tělesa	Max. síla F [kN]	Štíhlost I	$k_{c,cyl}$	$k_{c,cube}$	$f_{c,cyl}$ [MPa]	$k_{cyl,cube}$	$f_{c,cube}$ [MPa]
V 1	65,9	3,07	1,00	0,91	31,4	1,245	39,1
V 2	68,3	3,10	1,00	0,91	32,6	1,244	40,5
V 3	72,0	3,05	1,00	0,91	34,3	1,242	42,6
V 6A	122,2	1,81	0,98	0,93	25,9	1,249	32,3
V 12A	142,3	1,60	0,96	0,93	29,0	1,247	36,2
V 16	111,7	2,03	1,00	0,93	23,8	1,250	29,7
V 19	168,1	2,04	1,00	0,93	35,7	1,241	44,3
V 20	116,4	2,05	1,00	0,93	25,2	1,249	31,5
V 21	152,7	2,00	1,00	0,93	32,3	1,244	40,2
Průměr			-	-	30,0	-	37,4

Výsledky šetření v objektu nádraží Vítkovice

- **VÝSLEDKY ZKOUŠEK – PEVNOST V TLAKU**

Charakteristická pevnost v tlaku betonu

$$X_k = m_x (1 - k_n V_x)$$

$$m_x = 36,6 \text{ MPa}$$

$$V_x = 0,1372 \text{ (13,72 \%)}$$

$$k_n = 1,76 \text{ (n = 21)}$$

$$X_k = f_{ck} = 27,7 \text{ MPa}$$

Pevnostní třída betonu C 20/25

Výsledky šetření v objektu nádraží Vítkovice

m 60
A 70

- ZKOUŠKY TĚLES – STATICKÝ MODUL PRUŽNOSTI
- Zkušební tělesa $L = 2 \times d$
- 2 snímače deformací



Výsledky šetření v objektu nádraží Vítkovice

m 60
A 70

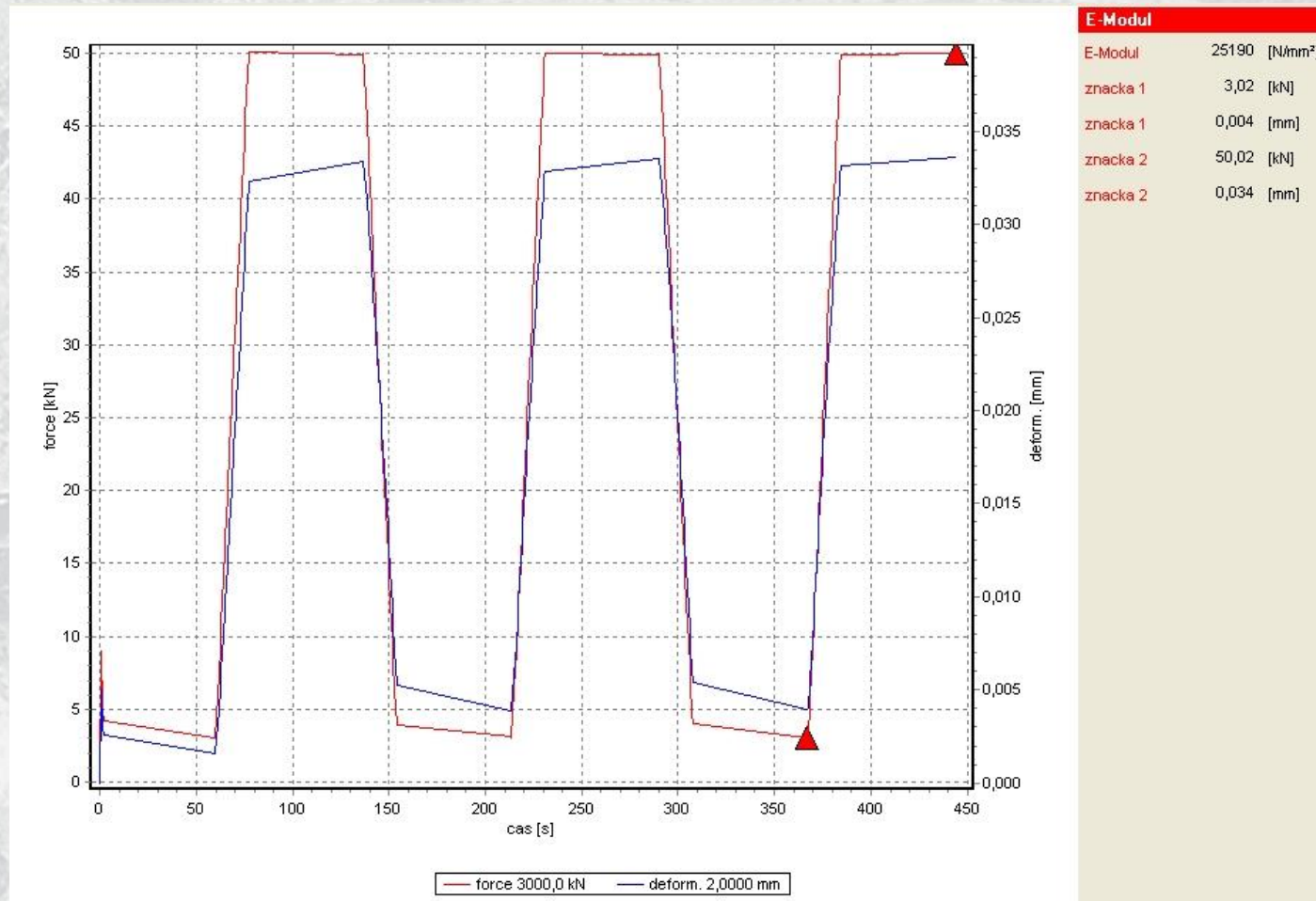
- ZKOUŠKY TĚLES – STATICKÝ MODUL PRUŽNOSTI
- Dvě hladiny zatížení
- Měření deformací



Výsledky šetření v objektu nádraží Vítkovice

m 60
A 70

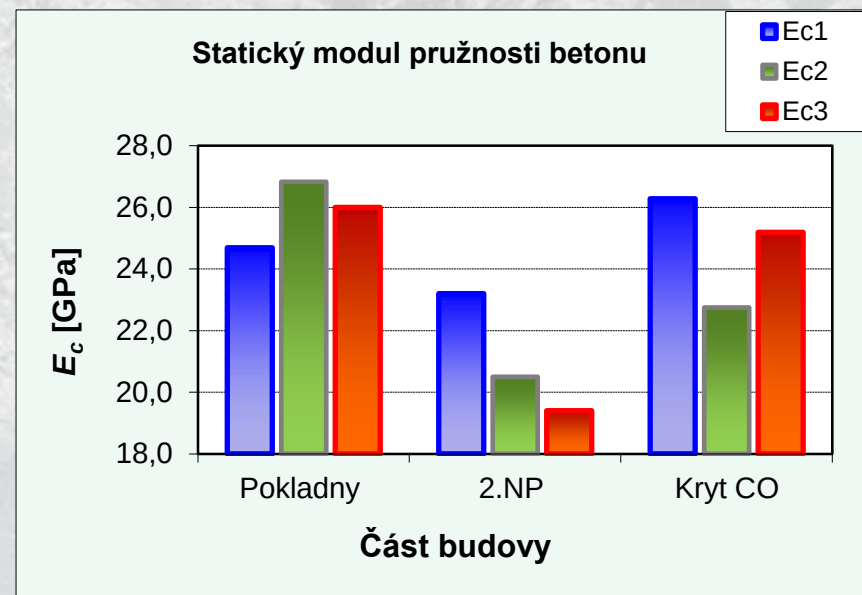
- ZKOUŠKY TĚLES – STATICKÝ MODUL PRUŽNOSTI
- Dvě hladiny zatížení, měření deformací



Výsledky šetření v objektu nádraží Vítkovice

• VÝSLEDKY ZKOUŠEK – STATICKÝ MODUL PRUŽ.

Část budovy	Statický modul pružnosti E_c [GPa]			
	E_{c1}	E_{c2}	E_{c3}	Průměr
Pokladny	24,7	26,8	26,0	25,8
2.NP	23,2	20,5	19,4	21,0
Kryt CO	26,3	22,8	25,2	24,7



• Statický modul pružnosti nižší

Třída betonu:

Eurocode 2	-	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
ČSN 731201	B10	B15	B20	B25	B30	-	B45	B50	B55	B60
E_c podle Eurocode 2	-	26 000	27 500	29 000	30 500	32 000	33 500	35 000	36 000	37 000
E_b podle ČSN 731201	18 000	23 000	27 000	30 000	32 500	-	37 500	39 000	39 500	40 000

Výsledky šetření v objektu nádraží Vítkovice

Závěr:

Fyzikálně mechanické zkoušky betonu:

- Objemová hmotnost 2250 kg/m^3 , rovnoměrná
- Pevnost v tlaku průměrná $36,6 \text{ MPa}$, rovnoměrná
- Charakteristická pevnost $f_{ck} = 27,7 \text{ MPa}$
- Pevnostní třída C 20/25
- Modul pružnosti $E_c = 21 - 26 \text{ GPa}$, nižší z důvodu těžného kameniva (odpovídá C 12/15)
- Vzhledem k době vzniku **velmi dobrý beton**

m 60
A 70

Děkujeme za
pozornost