

Objekt Transgas – odběr vzorků betonu – A) opěrná zeď

Charakteristiky betonů odebraných z konstrukcí pozemních staveb – mechanické vlastnosti

Three cylindrical concrete samples, labeled TA-1, TB-1, and TC-1, are shown against a blue background. Each sample is accompanied by a yellow ruler for scale. The samples are light-colored with visible dark aggregate. TA-1 is the top sample, TB-1 is the middle one, and TC-1 is the bottom one. The labels are handwritten in blue ink on the side of each cylinder.

Objekt Transgas – odebraná jádra - poruchy

Charakteristiky betonů odebraných z konstrukcí pozemních staveb –
mechanické vlastnosti

m60

A70

Karbonatce vzorků A, B, C

Charakteristiky betonů odebraných z konstrukcí pozemních staveb –
mechanické vlastnosti

m60

A70

Zkušební tělesa TA 1 – 3

Zkušební tělesa TA 4 - 6

Charakteristiky betonů odebraných z konstrukcí pozemních staveb –
mechanické vlastnosti

m60

A70

Zkušební tělesa TB 1 – 3

Zkušební tělesa TB 4 - 8

Charakteristiky betonů odebraných z konstrukcí pozemních staveb –
mechanické vlastnosti

m60

A70

Zkušební tělesa TC 1 – 3

Zkušební tělesa TC 4 - 6

Charakteristiky betonů odebraných z konstrukcí pozemních staveb –
mechanické vlastnosti

m60

A70

Tab. 1 Objemová hmotnost betonů ve stavu přizpůsobené vlhkosti

Označení tělesa	Část konstrukce	Nominální průměr d [mm]	Výška h [mm]	Hmotnost m [kg]	Objemová hm. přizpůsobené D ₁ [kg/m³]
TA-1	Fundace	74,0	224,8	2383,0	2382
TA-2	Fundace	74,0	220,8	2241,7	2381
TA-3	Fundace	74,0	220,2	2281,7	2382
TA-4	Fundace	74,0	220,4	1818,8	2351
TA-5	Fundace	74,0	220,6	1879,6	2351
TA-6	Fundace	74,0	220,6	1805,5	2292
Průměr					2160
TB-1	Opatrná výztuž	74,0	227,6	2780,0	2378
TB-2	Opatrná výztuž	74,0	220,6	2322,0	2346
TB-3	Opatrná výztuž	74,0	218,3	2408,6	2361
TB-4	Opatrná výztuž	74,0	220,8	1865,1	2265
TB-5	Opatrná výztuž	74,0	199,7	1830,2	2335
TB-6	Opatrná výztuž	74,0	220,9	1815,4	2322
TB-7	Opatrná výztuž	74,0	193,3	1820,4	2324
TB-8	Opatrná výztuž	75,0	190,9	1824,6	2328
Průměr					2140
TC-1	Krátká výztuž	74,0	242,0	2405,7	2295
TC-2	Krátká výztuž	74,0	241,9	2365,5	2263
TC-3	Krátká výztuž	74,0	227,5	2252,0	2296
TC-4	Krátká výztuž	74,0	202,3	1982,0	2285
TC-5	Krátká výztuž	74,0	202,8	2022,5	2258
TC-6	Krátká výztuž	74,0	202,4	2066,9	2291
Průměr					2220

Transgas - objemová hmotnost betonu

Rozdíly v hutnosti:

A) D = 2160 kg/m³

B) D = 2140 kg/m³

C) D = 2290 kg/m³

Charakteristiky betonů odebraných z konstrukcí pozemních staveb –
mechanické vlastnosti

m60

A70

Tab. 2 Ultrazvuková měření na betonu ve stavu přirozené vlhkosti

Označení tělesa	Rychlost UZ vlnění w _u (m/s)				Modul pruž. E _u (GPa)	
	"1"	"2"	"3"	Průměr	dynamičtý	statický - odhad
1A-1	3660	3734	3630	3670	26,7	—
1A-2	3738	3707	3738	3728	27,4	—
1A-3	3812	3745	3754	3770	26,8	—
1A-4	3624	3637	3624	3625	25,6	15,1
1A-5	3761	3638	3743	3710	26,6	15,1
1A-6	3800	3845	3825	3823	29,4	17,9
Průměr				3750	27,4	14,7
1B-1	3629	3647	3598	3625	25,6	—
1B-2	3516	3472	3488	3490	23,5	—
1B-3	3458	3484	3458	3450	22,8	—
1B-4	4057	4001	4017	4025	31,2	16,5
1B-5	3781	3774	3832	3800	27,7	12,6
1B-6	3701	3783	3797	3760	27,5	12,4
1B-7	3774	3755	3774	3760	27,3	10,0
1B-8	3862	3830	3841	3840	30,7	16,6
Průměr				3740	27,0	14,4
1C-1	4352	4352	4336	4310	39,2	—
1C-2	4296	4339	4286	4300	37,7	—
1C-3	4248	4224	4248	4240	37,1	—
1C-4	4411	4387	4414	4400	39,7	20,0
1C-5	4341	4336	4386	4340	38,0	30,4
1C-6	4230	4230	4217	4246	36,8	20,5
Průměr				4310	38,3	29,7

Charakteristiky betonů odebraných z konstrukcí pozemních staveb – mechanické vlastnosti

UZ měření, modul pružnosti - Transgas

Dynamický modul pružnosti (UZ):

A) $E_{c,u} = 27,4$ GPa (nízký)

B) $E_{c,u} = 27,0$ GPa (nízký)

C) $E_{c,u} = 38,3$ GPa (průměrný)

Statický modul pružnosti:

A) $E_c = 14,7$ GPa (extrémně nízký)

B) $E_c = 14,4$ GPa (extrémně nízký)

C) $E_c = 29,7$ GPa (průměrný, nižší)

m60

A70

Pevnost v tlaku - Transgas

Tab. 3 Pevnost v tlaku betonu válcová a krychelná

Označení tělesa	max. síla F (kN)	šířka l (mm)	koeficient		pevnost		
			$R_{c,pr}$	$R_{c,cube}$	$f_{c,pr}$ (MPa)	$f_{c,cube}$ (MPa)	
1A-4	90,2	2,70	1,06	0,93	20,6	1,251	25,7
1A-5	89,9	2,69	1,06	0,93	20,3	1,251	25,4
1A-6	111,7	2,71	1,06	0,93	25,5	1,249	31,8
Průměr A) Fontána							27,6
1B-4	92,4	2,72	1,06	0,93	21,2	1,251	26,5
1B-5	75,3	2,70	1,06	0,93	17,2	1,252	21,5
1B-6	68,8	2,72	1,06	0,93	15,8	1,252	19,8
1B-7	76,5	2,69	1,06	0,93	17,5	1,252	21,9
1B-8	93,0	2,66	1,05	0,93	20,6	1,251	25,8
Průměr B) Opěrná zeď							23,1
1C-4	277,8	2,75	1,06	0,93	62,3	1,204	75,1
1C-6	244,7	2,71	1,06	0,93	55,6	1,214	67,6
Průměr C) Kruhová nosná stěna							68,7

Charakteristiky betonů odebraných z konstrukcí pozemních staveb – mechanické vlastnosti

Zatřídění betonu (ČSN EN 13791)

A) $f_{ck,IS} = 20,6$ MPa C 16/20

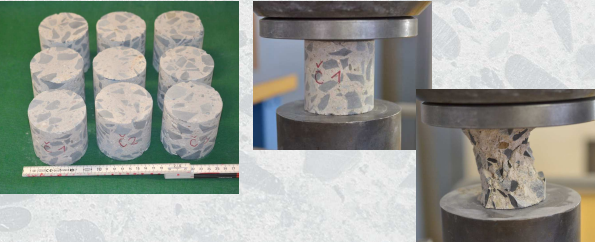
B) $f_{ck,IS} = 16,1$ MPa C 12/15

C) $f_{ck,IS} = 61,7$ MPa C 50/60

m60

A70

Zkušební tělesa odebraná z budovy ČVUT a jejich zkoušky



Charakteristiky betonů odebraných z konstrukcí pozemních staveb – mechanické vlastnosti

m60

A70

ČVUT – objemová hmotnost betonu

Tab. 4 Objemová hmotnost betonu ve stavu přirozené vlhkosti

Označení tělesa	Část konstrukce	Průměr Ø (mm)	Výška h (mm)	Hmotnost m _v (g)	Objemová hm. přirozené D _v (kg/m ³)
C1	Stropy	73,8	74,4	744,2	2338
C2	Stropy	73,7	73,6	744,8	2372
C3	Stropy	73,3	73,9	719,6	2308
C4	Stropy	73,6	74,0	734,7	2334
C5	Stropy	73,8	74,3	737,9	2322
C6	Stropy	73,7	73,6	741,0	2360
C7	Stropy	73,7	73,7	718,5	2285
C8	Stropy	73,7	73,6	735,0	2341
C9	Stropy	73,8	73,2	737,4	2355
Průměr					2330

Charakteristiky betonů odebraných z konstrukcí pozemních staveb – mechanické vlastnosti

Objemová hmotnost:

- D = 2330 kg/m³
- Poměrně rovnoměrný beton
- Vyšší objemová hmotnost i díky hrubému kamenivu

m60

A70

ČVUT - Pevnost v tlaku betonu

Tab. 5 Pevnost v tlaku betonu válcová a krychelná

Označení tělesa	max. síla F (kN)	šířka l (mm)	koeficient	koeficient	pevnost f _{c,pr} (MPa)	koeficient	pevnost f _{c,cube} (MPa)
C1	186,3	1,01	0,85	0,93	34,6	1,242	42,9
C2	205,0	1,00	0,85	0,93	49,1	1,224	60,1
C3	163,7	1,01	0,85	0,93	30,8	1,246	38,3
C4	184,0	1,01	0,85	0,93	34,3	1,242	42,6
C6	186,4	1,00	0,85	0,93	34,5	1,242	42,9
C7	136,0	1,00	0,85	0,93	25,2	1,249	31,5
C8	205,3	1,00	0,85	0,93	38,0	1,238	47,1
C9	204,4	0,99	0,85	0,93	37,6	1,239	46,6
Průměr ČVUT							42,1

Charakteristiky betonů odebraných z konstrukcí pozemních staveb – mechanické vlastnosti

Zatřídění betonu podle ČSN ISO 13822

C 25/30

m60

A70

Objekt Šumavská – jádra získaná z technologických průvrtů konstrukce při rekonstrukci



Charakteristiky betonů odebraných z konstrukcí pozemních staveb – mechanické vlastnosti

m60

A70

Objekt Šumavská – první výsledky



Tab. 6 Objemová hmotnost betonu ve stavu přirozené vlhkém

Označení vítěze	Část konstrukce	Průměr d	Výška h	Hmotnost m ₀	Objemová hm. přirozená D ₀
		[mm]	[mm]	[g]	[kg/m ³]
S 2	Stropy	96,2	97,0	1513,0	2239
S 3	Stropy	92,8	97,0	1506,4	2266
S 4	Stropy	93,9	95,4	1496,5	2265
S 5	Stropy	94,0	95,7	1464,1	2174
Průměr					2250

Tab. 7 Pevnost v tlaku betonu válcová a krychelná

Označ. vítěze	max. síla F	síťlost l	koefficient k _{kor}	koefficient k _{kor,sk}	pevnost f _{cp}	koefficient k _{kor,sk}	pevnost f _{ck,sk}
	[kN]	[l]	[l]	[l]	[MPa]	[l]	[MPa]
S 2	208,5	1,03	0,86	0,95	24,4	1,250	30,5
S 3	248,5	1,05	0,86	0,95	30,2	1,246	37,6
S 4	242,0	1,02	0,86	0,95	28,4	1,247	35,4
S 5	178,0	1,02	0,86	0,95	20,9	1,251	26,1
Průměr							33,1

Charakteristiky betonů odebraných z konstrukcí pozemních staveb –
mechanické vlastnosti

m 60

A 70

ZÁVĚR:

- Beton 60. a 70. let – C 8/10 až C 50/60 (dnes až C 100/115, UHPC)
- Pokud na stavbě záleželo, pak i poměrně kvalitní beton
- Problém s navrhováním životnosti – pokud z hlediska statiky stačil horší beton C 12/15, tak byl použit (paradoxně z hlediska „hospodárnosti“)
- Rovněž problémy s krytím a ochranou výztuže proti korozi
- Proto bývá častá masivní degradace, proto nesplňuje požadavky dnešních norem, proto je často za mezí životnosti a obtížně opravitelný
- Výsledky zkoušek ukázaly variabilitu:
 - Vzorky z nosné stěny vysoce kvalitní beton (z hlediska pevnosti v tlaku), ovšem problematický na tah (těžené kamenivo), vznik trhlin od příčných sil
 - Vzorky méně důležitých součástí (opěrná zeď, fontána) – C 12/15, C 16/20, horší beton
 - Vzorky ze stropů ČVUT, Šumavská – nerovnoměrný beton, jasná přímá úměra mezi objemovou hmotností a pevností v tlaku (dávkování cementu a kameniva v pořádku, potíže se správným množstvím vody).

Charakteristiky betonů odebraných z konstrukcí pozemních staveb –
mechanické vlastnosti

m 60

A 70

Děkujeme za pozornost

Petr Cíkrle a Ondřej Anton

m 60

A 70



NÁRODNÍ
PAMÁTKOVÝ
ÚSTAV



MINISTERSTVO
KULTURY
ČESKÉ REPUBLIKY



NÁRODNÍ
PAMÁTKOVÝ
ÚSTAV



NÁRODNÍ
PAMÁTKOVÝ
ÚSTAV

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