



**Vysoké učení technické v Brně**

**Fakulta stavební**

Ústav stavebního zkušebnictví

Veveří 95, 602 00 Brno,

tel.: 541147801, fax.: 541321047

---

**Objednavatel:**

Masarykova univerzita

Žerotínovo náměstí 9

601 77 Brno

**Stavebně technický a statický průzkum konstrukčních celků a prvků  
objektu budovy Joštova 13 v Brně**

HS 1215402101

**PŘÍLOHA P1**

Výsledky a vyhodnocení laboratorních a nedestruktivních zkoušek

**Tab. 1.1 - Betony kleneb stropních konstrukcí, souhrnné hodnocení dle odběrových míst**

Válcová pevnost betonu v tlaku s přepočtem na krychelnou pevnost - ČSN EN 12390-3, ČSN 73 1317 betony kleneb stropních konstrukcí, Joštova 13															
podlaží	odb. místo	ozn. vzorku	rozměry [mm]		štíhlost $\lambda$	hmotnost [g]	F [kN]	objem. hm [kgm <sup>-3</sup> ]		opravný souč. $K_{c,cy}$	převodní souč. $K_{prům,cy}$	$f_{c,cyl}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	převodní souč. $K_{cy,cu}$	$f_{c,cube}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
			d	l				jedn.	prům.					jedn.	prům.
1.NP	S12	1_2	49,6	53,9	1,088	223,1	49,9	2140	2160	0,876	0,92	20,9	1,25	26,1	24,2 (2,2)*
	S13	1_3	49,7	69,4	1,397	297,0	48,6	2210		0,932	0,92	21,5	1,25	26,9	
	S14	1_4	49,7	72,3	1,456	294,8	38,0	2110		0,940	0,92	17,0	1,25	21,2	
2.NP	S23	2_3	49,7	67,8	1,365	290,1	44,7	2210		0,927	0,92	19,7	1,25	24,6	
	S24	2_4	49,7	51,8	1,042	213,2	43,5	2120		0,864	0,92	17,8	1,25	22,3	
								průměr:	2160					průměr:	24,2
								sm. odch.	40					sm. odch.	2,2
								min:	2110					min:	21,2
								max:	2210					max:	26,9
								var. koeficient [%]:	2,0					var. koeficient [%]:	9,0
								počet:	5					počet:	5

**Poznámky k Tab. 1.1:**

- 1) Opravný součinitel, viz ČSN 73 1317, čl. 2.2.4.
- 2) Převodní součinitel, viz ČSN 73 1317, čl. 2.2.5., Tab. 3
- 3)  $f_{c,cyl}$  - válcová pevnost, v ČSN 73 1317 značena  $R_{c,cyl}$
- 4)  $f_{c,cube}$  - krychelná pevnost, v ČSN 73 1317 značena  $R_{c,cub}$
- 5) (\*) - směrodatná odchylka

Tab. 1.2

Statistické hodnocení zkoušek - ČSN ISO 13822, čl. NA.2.6, NC.2 betony kleneb stropních konstrukcí, Joštova 13		
Veličina	Jednotka	hodnocený celek
		beton stropních kleneb, 1. a 2. NP
Střední hodnota $f_{c,cube}$	[MPa]	24,2
Směrodatná odchylka $s_x$	[MPa]	2,2
počet vzorků $n$	-	5
Souč. odhadu 5% kvantilu $k_n$	-	1,8
Variační součinitel $V_x$ (v)	[%]	9,0
$v_{max}$ dle ČSN 73 2011	[%]	16,0
Hodnocení stejnorodosti dle ČSN 73 2011		<b>stejnorodý!</b> (9,0<16,0)
Char. pevnost betonu v tlaku $f_{ck,cube}$	[MPa]	<b>20,3</b>
Třída betonu ČSN EN 206-1		<b>C16/20</b>
Třída betonu ČSN 73 1201, 1986		<b>B20</b>
Značka betonu ČSN 73 6206, 1971		<b>250</b>
Druh betonu ČSN 1090, 1931		<b>f</b>

**Poznámky k Tab. 1.2:**

Char. pevnost betonu v tlaku  $f_{ck,cube}$ , čl. NA.2.6 ČSN ISO 13822

Třídy a značky betonu - Tabulka NC.1, čl. NC.2 ČSN ISO 13822

Výsledky a vyhodnocení jednotlivých zkoušek - Tab. 1.1

**Tab. 2.1 - Zkoušky cihel na výřezech krychlí z odebraných jádrových vývrtů**

<b>Stavebně materiálový průzkum zdiva objektu budovy Joštova 13 v Brně</b> Pevnost v tlaku cihel plných pálených - modifikované lab. zkoušky na výřezech krychlí											
podlaží	označení sondy	vzorek	rozměry [mm]			hmotnost m [g]	F <sub>max</sub> [kN]	objem. hmotnost [kgm <sup>-3</sup> ]		pevnost v tlaku [MPa]	
			a	b	c			jednotlivá	průměr	jednotlivá	průměr
1. PP	Z01	01_1	50,9	50,7	50,6	219,7	38,8	1680	1660	15,0	14,4
		01_2	50,7	50,7	50,1	209,4	36,4	1630		14,2	
		01_3	50,6	50,6	50,2	210,3	34,4	1640		13,5	
		01_4	51,0	50,3	50,7	212,5	36,4	1640		14,2	
	Z02	02_1	50,4	50,4	51,0	217,6	37,4	1680		14,7	
		02_2	50,6	50,8	50,6	220,4	34,4	1690		13,4	
		02_3	50,3	50,6	50,1	213,7	36,7	1680		14,4	
		02_4	50,1	50,2	50,2	210,2	37,2	1660		14,8	
	Z03	03_1	50,2	50,5	50,1	211,8	36,6	1670		14,4	
		03_2	50,3	50,4	50,1	208,9	35,2	1640		13,9	
	Z04	04_1	50,5	50,0	50,3	210,4	37,6	1660		14,9	
		04_2	50,4	50,1	50,4	211,0	39,3	1660		15,5	
		04_3	50,3	50,2	50,3	205,8	34,9	1620		13,8	
	průměr:							1660		14,4	charakteristická pevnost hodnocena dle čl. 4.6.4, NA.2.6 ČSN ISO 13822
	minimum:							1620		13,4	
	maximum:							1690		15,5	
	výb. sm. odchylka							22,0		0,6	
	var. koeficient [%]:							1,33		4,42	
	počet:									13	
	součinitel k <sub>n</sub> :									1,708	
	char. pevnost :									<b>13,3</b>	
	ozn. ČSN 72 2610:									<b>CP-P13</b>	

**Tab. 2.2 - Zkoušky zdící malty na výřezech krychlí z odebraných jádrových vývrtů**

Stavebně materiálový průzkum zdiva objektu budovy Joštova 13 v Brně											
Pevnost v tlaku zdící malty - modifikované lab. zkoušky na výřeze											
podlaží	označení sondy	vzorek	rozměry [mm]			hmotnost m [g]	F <sub>max</sub> [kN]	objem. hmotnost [kgm <sup>-3</sup> ]		pevnost v tlaku [MPa]	
			a	b	c			jednotlivá	průměr	jednotlivá	průměr
1. PP	Z01	01_1	40,3	40,3	40,2	114,2	22,3	1750	1740	13,7	15,0
		01_2	40,6	40,4	40,3	113,4	26,3	1720		16,0	
	Z02	02_1	40,2	40,1	40,3	111,6	23,3	1720		14,4	
		02_2	40,3	40,2	40,2	113,2	25,3	1740		15,6	
		02_3	40,1	40,2	40,1	112,7	24,7	1740		15,3	
	Z03	03_1	40,1	40,2	40,2	114,1	25,9	1760		16,0	
	Z04	04_1	40,2	40,1	40,3	113,8	23,7	1750		14,7	
		04_2	40,2	40,2	40,2	112,5	22,9	1730		14,2	
		04_3	40,2	40,2	40,2	113,4	23,4	1750		14,5	
	průměr:							1740		15,0	charakteristická pevnost hodnocena dle čl. 4.6.4, NA.2.6 ČSN ISO 13822
	minimum:							1720		13,7	
	maximum:							1760		16,0	
	výb. sm. odchylka							14,1		0,8	
	var. koeficient [%]:							0,81		5,56	
							počet:	9			
							součinitel k <sub>n</sub> :	1,73			
							char. pevnost :	13,5			
							ozn. ČSN EN 998-2:	MC - M10			

**Tab. 3.1 - Výsledky a vyhodnocení NDT zkoušek malty ložných spár (NDT zkoušky, Kučerova vrtačka)**

Pevnost malt - NDT zkoušky Kučerovou vrtačkou, objekt budovy Joštova 13 v Brně										
PODLAŽÍ	SONDA	SPÁRA	NAMĚŘENÉ HODNOTY			PRŮMĚR	PEVNOST	PEVNOST - PRŮMĚR		
			[mm]			[mm]	[MPa]	[MPa]		
1. NP	Z11	vodorovná I	25	27	29	27,0	1,10	1,09	1,12	
		vodorovná II	26	33	24	27,7	1,06			
		vodorovná III	29	26	25	26,7	1,12			
	Z13	vodorovná I	23	26	33	27,3	1,08	1,15		
		vodorovná II	27	20	26	24,3	1,29			
		vodorovná III	30	24	28	27,3	1,08			
	Z14	vodorovná I	24	26	29	26,3	1,14	1,13		
		vodorovná II	32	24	26	27,3	1,08			
		vodorovná III	23	32	23	26,0	1,16			
	Z15	vodorovná I	29	25	27	27,0	1,10	1,13		
		vodorovná II	26	31	22	26,3	1,14			
		vodorovná III	30	27	22	26,3	1,14			
	Z16	vodorovná I	19	26	30	25,0	1,24	1,12		
		vodorovná II	29	24	27	26,7	1,12			
		vodorovná III	25	30	31	28,7	1,00			
2.NP	Z21	vodorovná I	35	47	42	41,3	0,57	0,64	0,59	0,78
		vodorovná II	29	43	38	36,7	0,68			
		vodorovná III	37	35	39	37,0	0,67			
	Z22	vodorovná I	38	42	-	40,0	0,60	0,63		
		vodorovná II	35	33	41	36,3	0,69			
		vodorovná III	42	38	41	40,3	0,59			
	Z23	vodorovná I	44	42	47	44,3	0,51	0,54		
		vodorovná II	42	43	39	41,3	0,57			
		vodorovná III	46	43	40	43,0	0,53			
	Z24	vodorovná I	49	40	42	43,7	0,52	0,55		
		vodorovná II	46	39	38	41,0	0,57			
		vodorovná III	40	44	-	42,0	0,55			
3.NP	Z31	vodorovná I	38	37	52	42,3	0,55	0,55	0,55	
		vodorovná II	42	44	41	42,3	0,55			
		vodorovná III	47	37	40	41,3	0,57			
	Z32	vodorovná I	44	40	-	42,0	0,55	0,53		
		vodorovná II	46	39	-	42,5	0,54			
		vodorovná III	49	41	43	44,3	0,51			
	Z33	vodorovná I	48	46	33	42,3	0,55	0,55		
		vodorovná II	46	32	44	40,7	0,58			
		vodorovná III	41	47	-	44,0	0,51			
	Z34	vodorovná I	46	42	40	42,7	0,54	0,55		
		vodorovná II	43	37	41	40,3	0,59			
		vodorovná III	51	42	38	43,7	0,52			

**Tab. 3.2.1 - Výsledky a vyhodnocení NDT zkoušek zabudovaných kusových staviv (cihel plných pálených)**

Pevnost cihel - NDT zkoušky Schmidtovým sklerometrem LB										
zdivo objektu budovy Joštova 13 v Brně										
PODLAŽÍ	ZKUŠEBNÍ MÍSTO	SONDA POPIS	NAMĚŘENÉ HODNOTY					PEVNOST [MPa]		
			jednotlivé					průměr	jedn.	průměr
1.NP	Z11	Z11	20	20	25	20	22	21,7	15,3	16,3
		vazák	20	25	22	22	21			
		Z11	22	22	25	19	20	23,0	16,5	
		vazák	24	20	28	24	26			
		Z11	26	28	24	24	22	23,8	17,3	
		běhoun	22	26	22	21	23			
		Z11	26	25	22	20	20	22,7	16,3	
		běhoun	18	25	26	20	25			
	Z13	Z13	18	20	19	19	24	19,5	13,2	14,6
		vazák	20	19	20	18	18			
		Z13	18	26	23	24	19	22,2	15,8	
		vazák	26	24	20	22	20			
		Z13	22	19	23	18	22	21,3	14,9	
		běhoun	19	26	23	20	21			
		Z13	20	24	21	19	20	20,8	14,4	
		běhoun	22	19	20	20	23			
	Z14	Z14	20	22	24	23	23	21,9	15,5	16,1
		vazák	22	21	24	20	20			
		Z14	24	22	20	22	23	22,5	16,1	
		vazák	22	24	24	24	20			
		Z14	26	25	23	20	25	23,9	17,4	
		běhoun	29	26	20	21	24			
		Z14	22	20	25	24	22	21,8	15,4	
		běhoun	19	20	24	20	22			
	Z15	Z15	22	22	18	24	25	21,8	15,4	16,6
		vazák	18	20	22	22	25			
		Z15	25	23	20	22	23	22,1	15,7	
		vazák	20	21	18	22	27			
		Z15	25	26	27	29	26	24,7	18,2	
		běhoun	22	21	20	28	23			
		Z15	19	25	25	20	28	23,6	17,1	
		běhoun	22	28	24	24	21			
	Z16	Z16	28	22	22	30	32	26,4	19,8	17,6
		vazák	28	26	30	22	24			
		Z16	24	26	20	20	25	23,1	16,6	
		vazák	25	24	22	23	22			
		Z16	28	28	22	23	24	24,7	18,2	
		běhoun	22	24	26	26	24			
		Z16	24	20	22	23	23	22,3	15,9	
		běhoun	22	24	23	20	22			

Tab. 3.2.2 - Výsledky a vyhodnocení NDT zkoušek zabudovaných kusových staviv (cihel plných pálených)

Pevnost cihel - NDT zkoušky Schmidtovým sklerometrem LB zdivo objektu budovy Joštova 13 v Brně											
PODLAŽÍ	ZKUŠEBNÍ MÍSTO	SONDA POPIS	NAMĚŘENÉ HODNOTY					PEVNOST [MPa]			
			jednotlivé					průměr	jedn.	průměr	
2.NP	Z21	Z21	24	23	22	22	20	22,9	16,4	16,5	15,8
		vazák	22	24	27	24	21				
		Z21	23	32	28	23	24	25,2	18,6		
		vazák	22	28	22	23	27				
		Z21	22	20	20	20	20	20,7	14,3		
		běhoun	19	23	16	24	23				
		Z21	24	23	20	25	27	23,1	16,6		
		běhoun	24	20	25	23	20				
	Z22	Z22	26	22	18	23	19	22,5	16,1		
		vazák	25	24	24	23	21				
		Z22	22	21	21	20	24	22,3	15,9		
		vazák	19	25	25	24	22				
		Z22	20	23	22	19	21	22,8	16,3		
		běhoun	23	24	23	25	28				
		Z22	24	24	23	19	20	22,7	16,3		
		běhoun	22	24	25	21	25				
	Z23	Z23	22	19	26	21	24	22,2	15,8		
		vazák	24	18	24	23	21				
		Z23	18	23	19	22	20	20,1	13,8		
		vazák	21	19	20	18	21				
		Z23	19	22	18	21	19	20,0	13,7		
		běhoun	23	18	20	19	21				
		Z23	23	22	27	22	27	24,8	18,3		
		běhoun	23	28	27	26	23				
	Z24	Z24	23	22	22	23	20	21,6	15,2		
		vazák	22	21	20	24	19				
		Z24	22	23	20	20	21	21,2	14,8		
		vazák	19	22	21	20	24				
		Z24	19	20	18	23	19	20,1	13,8		
		běhoun	19	23	20	21	19				
		Z24	21	23	22	25	27	23,6	17,1		
		běhoun	24	26	21	27	20				



Tab. 3.2.3 - Výsledky a vyhodnocení NDT zkoušek zabudovaných kusových staviv (cihel plných pálených)

Pevnost cihel - NDT zkoušky Schmidtovým sklerometrem LB zdivo objektu budovy Joštova 13 v Brně											
PODLAŽÍ	ZKUŠEBNÍ MÍSTO	SONDA POPIS	NAMĚŘENÉ HODNOTY					PEVNOST [MPa]			
			jednotlivé					průměr	jedn.	průměr	
3.NP	Z31	Z31	22	18	22	18	18	20,9	14,5	16,0	15,3
		vazák	22	20	23	24	22				
		Z31	18	24	22	21	23	23,5	17,0		
		vazák	22	25	26	28	26				
		Z31	20	24	21	28	28	23,7	17,2		
		běhoun	22	24	20	25	25				
		Z31	22	20	24	21	24	21,7	15,3		
		běhoun	20	20	21	22	23				
	Z32	Z32	18	22	24	20	18	20,8	14,4		
		vazák	20	24	18	21	23				
		Z32	24	20	25	22	20	22,4	16,0		
		vazák	23	21	21	26	22				
		Z32	22	20	20	20	20	20,3	14,0		
		běhoun	22	18	21	22	18				
		Z31	21	18	20	23	22	21,3	14,9		
		běhoun	22	20	25	20	22				
	Z33	Z21	18	21	18	20	20	19,5	13,2		
		vazák	19	18	18	22	21				
		Z21	18	20	18	18	21	19,6	13,3		
		vazák	22	19	19	20	21				
		Z21	18	20	22	25	20	20,8	14,4		
		běhoun	24	19	20	19	21				
		Z21	22	18	19	20	21	19,8	13,5		
		běhoun	18	19	20	22	19				
	Z34	Z22	19	18	20	19	20	20,2	13,9		
		vazák	21	22	22	21	20				
		Z22	24	25	29	28	25	25,5	18,9		
		vazák	28	22	26	24	24				
		Z22	19	25	24	20	29	24,2	17,7		
		běhoun	28	26	25	20	26				
		Z22	20	25	22	22	25	23,8	17,3		
		běhoun	28	25	25	26	20				

**Tab. 3.3.1**

<b>Charakteristická pevnost cihel - zdivo svislých NK</b> Joštova 13, Brno (ČSN ISO 13822)		
Hodnocený konstruční celek:		<b>Zdivo 1. až 3. NP</b>
Průměrná pevnost (výběrový průměr)	$f_{bi}$ [MPa]	15,8
Počet vzorků	n	52
Výběrová směrodatná odchylka	$s_x$	1,6
Souč. odhadu 5% kvantilu	$k_n$	1,64
Celková pevnost materiálu	$f_b$ [MPa]	<b>13,2</b>
Pevnostní značka (ČSN 72 2610)		<b>P13</b>

**Tab. 3.3.2**

<b>Charakteristická pevnost malt - zdivo svislých NK</b> Joštova 13, Brno (ČSN ISO 13822)			
Hodnocený konstruční celek:		<b>Zdivo 1. NP</b>	<b>Zdivo 2. až 3. NP</b>
Průměrná pevnost (výběrový průměr)	$f_{mi}$ [MPa]	1,12	0,57
Počet vzorků	n	15	24
Výběrová směrodatná odchylka	$s_x$	0,07	0,05
Souč. odhadu 5% kvantilu <sup>1)</sup>	$t_n$	1,70	1,68
Celková pevnost materiálu	$f_{mg}$ [MPa]	1,01	0,48
Pevnostní značka (ČSN EN 998-2)		<b>MVC-M1,0</b>	<b>MVC-M0,4</b>

**Poznámka k Tab. 3.3.1:**

Výsledky a vyhodnocení NDT zkoušek cihel Schmidtovým sklerometrem LB v Tab. 3.2.1 až 3.2.3.

**Poznámka k Tab. 3.3.2:**

Výsledky a vyhodnocení NDT zkoušek malt Kučerovou vrtačkou v Tab. 3.1.

Tab. 4 - Výpočtová pevnost zdiva dle ČSN EN 1966-1-1 a ČSN ISO 13822-NF

Stavebně materiálový průzkum zdiva objektu budovy Joštova 13 v Brně Návrhová pevnost zdiva (ČSN ISO 13822 - NF, ČSN EN 1996-1-1),														
		pevnost v tlaku kusových staviv				charakteristická pevnost zdiva (dle ČSN EN 1996-1-1)				návrhová pevnost zdiva (dle ČSN ISO 13822 - NF)				
		malta	pevnost malty	kusové stavivo	pevnost zděicích prvků	konstanta druhu zdiva	tl. spár a druh malty	druh malty	$f_k$ {N/mm <sup>2</sup> }	součinitel spolehlivosti	součinitel vazby zdiva	součinitel vlhkosti zdiva	souč. poškození trhlinami	$f_d$ {N/mm <sup>2</sup> }
podlaží	popis zdiva	ČSN EN 998-2	$f_m$ {N/mm <sup>2</sup> }	ČSN 72 2610	$f_b$ {N/mm <sup>2</sup> }	K	$\alpha$	$\beta$		$\gamma_{m1}$	$\gamma_{m2}$	$\gamma_{m3}$	$\gamma_{m4}$	
<b>1. PP</b> (Tab. 2.1 a 2.2)	1	MC-M10	10,0	CP-P13	13,0	0,55	0,7	0,3	6,61	2,00	1,00	1,00	1,00	<b>3,30</b>
	2	MC-M10	10,0	CP-P13	13,0	0,55	0,7	0,3	6,61	2,00	1,00	1,25	1,00	<b>2,64</b>
	3	MC-M10	10,0	CP-P13	13,0	0,55	0,7	0,3	6,61	2,00	1,00	1,00	1,30	<b>2,54</b>
	4	MC-M10	10,0	CP-P13	13,0	0,55	0,7	0,3	6,61	2,00	1,00	1,25	1,30	<b>2,03</b>
<b>1. NP</b> (Tab. 3.1, 3.2.1, 3.3.1, 3.3.2)	1	MVC-M1,0	1,0	CP-P13	13,0	0,55	0,7	0,3	3,31	2,00	1,00	1,00	1,00	<b>1,66</b>
	2	MVC-M1,0	1,0	CP-P13	13,0	0,55	0,7	0,3	3,31	2,00	1,00	1,25	1,00	<b>1,32</b>
	3	MVC-M1,0	1,0	CP-P13	13,0	0,55	0,7	0,3	3,31	2,00	1,00	1,00	1,30	<b>1,27</b>
	4	MVC-M1,0	1,0	CP-P13	13,0	0,55	0,7	0,3	3,31	2,00	1,00	1,25	1,30	<b>1,02</b>
<b>2.-3. NP</b> (Tab. 3.1, 3.2.2, 3.3.1, 3.3.2)	1	MVC-M0,4	0,4	CP-P13	13,0	0,55	0,7	0,3	2,52	2,00	1,00	1,00	1,00	<b>1,26</b>
	2	MVC-M0,4	0,4	CP-P13	13,0	0,55	0,7	0,3	2,52	2,00	1,00	1,25	1,00	<b>1,01</b>
	3	MVC-M0,4	0,4	CP-P13	13,0	0,55	0,7	0,3	2,52	2,00	1,00	1,00	1,30	<b>0,97</b>
	4	MVC-M0,4	0,4	CP-P13	13,0	0,55	0,7	0,3	2,52	2,00	1,00	1,25	1,30	<b>0,77</b>

## Poznámky k Tab. 4:

## 1) Popis zdiva:

- 1 Zdivo bez poškození trhlinami, vlhkost zdiva do 3%
- 2 Zdivo bez poškození trhlinami, vlhkost zdiva více jak 10%
- 3 Zdivo poškozené trhlinami, vlhkost zdiva do 3%
- 4 Zdivo poškozené trhlinami, vlhkost zdiva více jak 10%

## 2) Charakteristická pevnost zdiva určena dle čl. 3.6.1.2 ČSN EN 1996-1-1:

$$f_k = K \cdot f_b^\alpha \cdot f_m^\beta$$

## 3) Návrhová pevnost zdiva určena dle čl. NF.4.2 ČSN ISO 13822:

$$f_d = f_k / (\gamma_{m1} \cdot \gamma_{m2} \cdot \gamma_{m3} \cdot \gamma_{m4})$$