

INVESTOR

**Brněnské komunikace a.s.**

Renneská třída 787/1a, 639 00 Brno

✉ bkom@bkom.cz

☎ 532 144 111

RAZÍTKO, PODPIS

F

 SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM: JSTK
 VÝŠKOVÝ SYSTÉM: BPV

VEDOUČÍ PROJEKTANT	ING. IGOR SUZA		Mostní a silniční, s.r.o.	
ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	ING. IGOR SUZA			
VYPRACOVAL	ING. IGOR SUZA			
KONTROLOVAL	ING. IGOR SUZA			
KRAJ	JIHOMORAVSKÝ		DATUM	11/2015
STAVEBNÍ ÚŘAD	ÚMČ BRNO-ŽIDENICE		FORMÁT	A4
AKCE Oprava lávky Krásného přes tramvaj ev.č. BM–600			MĚŘITKO	
			ÚČEL	DSP/PDPS
			Č. ZAKÁZKY	
			ARCHIVNÍ Č.	
PŘÍLOHA	DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM RAMPOVÝCH A SCHODIŠŤ. ZDÍ		Č. SOUPRAVY	Č. PŘÍLOHY F.02

**MOSTNÍ A SILNIČNÍ**

DIAGNOSTIKA A MĚŘENÍ VE STAVEBNICTVÍ

**Mostní a silniční, s.r.o.**

Havlíčková 178/79, 602 00 Brno-Stránice

T+F +420 543 238 103

info@mostni-silnicni.cz

www.mostni-silnicni.cz

STANOVENÍ POŽADOVANÝCH MECHANICKO-FYZIKÁLNÍCH VLASTNOSTÍ BETONU NA MOSTĚ

ev. č. BM-600, lávku **Krásného** přes tramvaj



OBJEDNATEL Brněnské komunikace a.s.
Renneská třída 787/1a,
639 00 Brno - Štýřice

ZHOTOVITEL Ing. Igor Suza

PARÉ Č. 4

MOSTNÍ A SILNIČNÍ
DIAGNOSTIKA A MĚŘENÍ VE STAVEBNICTVÍ

BRNO, LISTOPAD 2015

DIAGNOSTICKÝ
PRŮZKUMMĚŘENÍ
DEFORMACÍMOSTNÍ
PROHLÍŽEČKYPODPĚRNÉ
SYSTÉMY

STANOVENÍ POŽADOVANÝCH MECHANICKO-FYZIKÁLNÍCH VLASTNOSTÍ BETONU NA MOSTĚ

ev. č. BM-600, lávka **Krásného** přes tramvaj v **BRNĚ**

1 VŠEOBECNÉ ÚDAJE

1.1 OBJEDNATEL : **Brněnské komunikace a.s.**

Renneská třída 787/1a,
639 00 Brno - Štýřice

1.2 ZHOTOVITEL : **Mostní a silniční, s.r.o.**

DIAGNOSTIKA A MĚŘENÍ VE STAVEBNICTVÍ
Havlíčková 72, 602 00 BRNO

Ing. Igor Suza, Ing. Ondřej Sedláček,
doc. Ing. Pavel Schmid, Ing. Petr Daněk Ph.D., a kolektiv

1.3 DATUM PRACÍ : listopad 2015

1.4 KRAJ / OKRES : Jihomoravský / Brno-město

1.5 KAT. ÚZEMÍ: Židenice

Na základě objednávky č. **2015/3100/002352** byl odbornými pracovníky proveden diagnostický průzkum rampových a schodišťových zdí, a to v rozsahu:

- a) stanovení pevnosti betonu v tlaku nedestruktivním způsobem
- b) stanovení pevnosti v tahu povrchových vrstev betonu

2 BETON

2.1 STANOVENÍ PEVNOSTI BETONU V TLAKU

Pro stanovení pevnosti betonu opěr a křídel byla použita nedestruktivní zkušební metoda Schmidtova tvrdoměru typu N podle ČSN 73 1373.

Vyhodnocení je metodicky provedeno podle ČSN 731373 jako zkouška s nezaručenou přesností vyhodnocená podle obecného kalibračního vztahu bez upřesnění. Upřesňující součinitel většinou snižuje hodnoty stanovené pouze Schmidtovým sklerometrem (až o 50%).

		ČSN		
lokality	$f_{be, ck, cube}$	73 1205	73 2001	EN 206
Opěra a křídlo	34,0 MPa	B 30	330	C25/30

Popis zkušebních metod a míst odebraných vzorků, zkoušek a vyhodnocení pevností betonu je předmětem **přílohy č. 1**. Zkušební postupy i použité normy jsou uvedeny také v této příloze.

2.2 STANOVENÍ PEVNOSTI V TAHU POVRCHOVÝCH VRSTEV BETONU

Pro stanovení výsledné pevnosti v tahu povrchových vrstev betonu byl použit odtrhový přístroj DYNA Z6. Zkouška byla provedena na úložných prazích opěr, nosné konstrukci a koncových příčnicích. Nejdříve se provedlo proříznutí povrchové vrstvy vrtačkou s jádrovým vrtákem. Povrch se očistil a přilepil se zkušební terč. Terč byl vycentrovaný a celoplošně přilepený. Vlastní odtrhnutí proběhlo při definované rovnoměrné rychlosti nárůstu napětí a při odtržení se zaznamenala nejvyšší hodnota tahové síly.

lokalita	Pevnosti v tahu povrchových vrstev betonu [MPa]			
	minimální hodnota	střední hodnota	charakteristická pevnost	tabulky v příloze
Opěra	0,71	1,09	0,68	2.1-2.3
Křídlo	0,73	1,17	0,61	3.1-3.2
Opěra + křídlo	0,71	1,12	0,67	4

POZNÁMKA: Fotodokumentace z průběhu prací na mostě je součástí přiloženého CD.

V Brně, 20. listopadu 2015

Ing. Igor Suza
a kolektiv



PŘÍLOHA č. 1

PROTOKOL O OVĚŘENÍ PEVNOSTI BETONU V TLAKU

PROTOKOL 15/47395923/11/09

o nedestruktivním ověřování pevnosti betonu v tlaku
mostu ev.č. BM - 600 Brno - Lávka Krásného

Objednavatel: Mostní a silniční, s. r. o.

Metoda NDT zkoušek in situ: sklerometrická měření – Schmidt N, přípravu zkušebních míst i vlastní měření provedli pracovníci objednavatele

Datum provádění NDT zkoušek: 5.11.2015

Datum vyhotovení protokolu: 9.11.2015

Nedestruktivní zkoušky: Ing. Petr Daněk, Ph.D., Ing. Iva Rozsypalová

Měření vyhodnotili: doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D., Ing. Petr Daněk, Ph.D.

Související předpisy: ČSN 73 1370, ČSN 73 1373, ČSN 73 2011, ČSN ISO 13822,
ČSN EN 1990, ČSN EN 206-1, ČSN EN 12390

Popis:

V listopadu 2015 byly provedeny nedestruktivní tvrdoměrné zkoušky betonů mostu ev.č. BM - 600 Brno - Lávka Krásného. Zkoušky byly prováděny za použití sklerometru SCHMIDT N.

Výsledky a vyhodnocení nedestruktivních zkoušek jsou obsahem tabulek 1.1 až 1.2 tohoto protokolu. Provádění zkoušek i jejich vyhodnocení jsou v souladu s předpisy výše uvedených státních norem.

Závěr:

- ☐ Vyhodnocením nedestruktivních zkoušek Schmidovým sklerometrem typu N za použití obecného kalibračního vztahu

Následující vyhodnocení je metodicky provedeno podle ČSN 731373 jako zkouška s nezaručenou přesností vyhodnocená podle obecného kalibračního vztahu bez upřesnění.

Upřesňující součinitel většinou **snižuje** hodnoty stanovené pouze Schmidovým sklerometrem (až o 50%).

Vyhodnocením nedestruktivních zkoušek Schmidovým sklerometrem typu N za použití obecného kalibračního vztahu (tj. určení pevnosti betonu v tlaku s nezaručenou přesností $f_{be,cube}$) a po statistickém vyhodnocení vykazuje beton zkoušených částí konstrukce nezaručenou charakteristickou pevnost $f_{be,ck,cube}$ a může být informativně zařazen do následujících tříd:

	$f_{be,ck,cube}$	ČSN 73 1205	ČSN 73 2001	ČSN EN 206
Opěra a křídlo	34,0 MPa	B30	330	C25/30

V Brně, 9.11.2015

doc. Ing. Pavel Schmid,Ph.D
odpovědný zpracovatel

Tab. 1.1 - Výsledky a vyhodnocení NDT zkoušek betonu, most ev.č. BM - 600 Brno - Lávká Krásného

VYHODNOCENÍ NDT ZKOUŠEK BETONU - SCHMIDT N dle ČSN 731373																		
most ev. č. BM-600, opěra + křídlo																		
zkuš. místo	popis	směr	odraz č.										φ n plat.	int.	α			fbei [MPa]
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			α _t	α _w	α	
1	opěra	1	43	44	44	41	44	46	34	39	42	41	44	>35.2	0.90	1.00	1.00	40.9
		→	46	48	48	42	48	52	39	39	44	42	9	<52.8				
2	opěra	1	52	44	56	46	44	42	45	41	38	42	48	>38.4	0.90	1.00	1.00	42.2
		→	63	48	—	52	48	44	50	42	37	44	7	<57.6				
3	opěra	1	40	44	43	48	39	40	41	45	38	36	43	>34.4	0.90	1.00	1.00	38.7
		→	41	48	46	55	39	41	42	50	37	33	8	<51.6				
4	opěra	1	43	41	35	39	33	41	38	35	31	38	36	>28.8	0.90	1.00	1.00	33.6
		→	46	42	32	39	28	42	37	32	25	37	7	<43.2				
5	opěra	1	46	39	38	35	43	42	44	45	43	49	45	>36.0	0.90	1.00	1.00	40.7
		→	52	39	37	32	46	44	48	50	46	57	8	<54.0				
6	opěra	1	50	42	53	48	55	53	49	42	40	39	53	>42.4	0.90	1.00	1.00	50.4
		→	59	44	63	55	63	63	57	44	41	39	8	<63.6				
7	opěra	1	42	42	47	44	45	44	42	48	51	42	49	>39.2	0.90	1.00	1.00	43.0
		→	44	44	53	48	50	48	44	55	61	44	9	<58.8				
8	opěra	1	46	44	46	46	49	43	39	41	46	39	48	>38.4	0.90	1.00	1.00	43.1
		→	52	48	52	52	57	46	39	42	52	39	10	<57.6				
9	křídlo	1	41	47	44	41	45	46	40	42	42	40	46	>36.8	0.90	1.00	1.00	41.1
		→	42	53	48	42	50	52	41	44	44	41	10	<55.2				
10	křídlo	1	38	44	46	40	40	42	37	39	41	45	43	>34.4	0.90	1.00	1.00	37.7
		→	37	48	52	41	41	44	35	39	42	50	9	<51.6				
11	křídlo	1	44	46	42	46	40	44	48	41	38	41	46	>36.8	0.90	1.00	1.00	41.5
		→	48	52	44	52	41	48	55	42	37	42	10	<55.2				
12	křídlo	1	37	48	37	40	41	41	42	43	39	41	42	>33.6	0.90	1.00	1.00	36.6
		→	35	55	35	41	42	42	44	46	39	42	9	<50.4				
13	křídlo	1	45	40	43	39	42	43	41	39	41	40	43	>34.4	0.90	1.00	1.00	38.7
		→	50	41	46	39	44	46	42	39	42	41	10	<51.6				
14	křídlo	1	41	43	44	43	42	43	34	42	44	38	43	>34.4	0.90	1.00	1.00	40.1
		→	42	46	48	46	44	46	39	44	48	37	9	<51.6				

Tab. 1.2 - Výsledky a vyhodnocení NDT zkoušek betonu, most ev.č. BM - 600 Brno - Lávká Krásného

VYHODNOCENÍ NDT ZKOUŠEK BETONU - SCHMIDT N dle ČSN EN 1990 a ČSN 73 1373	
most ev. č. BM-600, opěra + křídlo	
počet zkušebních míst	14
počet platných zkušebních míst	14
aritmetický průměr pevností f_b [N/mm ²] :	40.59
minimální pevnost f_{bmin} [N/mm ²] :	33.56
maximální pevnost f_{bmax} [N/mm ²] :	50.40
výběrová směrodatná odchylka s_x :	3.86
variační koeficient V_x [-] :	0.09
k_n [-] :	1.70
Nezaručená char. pevnost betonu v tlaku $f_{be,ck}$ [N/mm ²]	34.0
Značka betonu dle ČSN 732001	330
Třída betonu dle ČSN 731205	B30
Třída betonu dle ČSN EN 206-1	C25/30



PŘÍLOHA č. 2

ZJIŠTĚNÍ PEVNOSTI V TAHU POVRCHOVÝCH VRSTEV

PROTOKOL 15/47395923/11/10

o ověření pevnosti v tahu povrchových vrstev betonu konstrukcí
mostu ev.č. BM - 600 Brno - Lávka Krásného

Objednavatel: Mostní a silniční, s. r. o.

Metoda NDT zkoušek in situ: zkoušky v tahu povrchových vrstev betonů

Datum provádění zkoušek: 5.11.2015

Datum vyhotovení protokolu: 9.11.2015

Zkoušky in-situ: Ing. Petr Daněk, Ph.D., Ing. Iva Rozsypalová

Měření vyhodnotili: doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D., Ing. Petr Daněk, Ph.D.

Související předpisy: ČSN ISO 13822, ČSN EN 1015-2, ČSN 732577

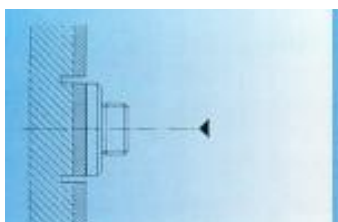
Popis:

V listopadu 2015 byly provedeny nedestruktivní zkoušky pevnosti v tahu povrchových vrstev betonů mostu ev.č. BM - 600 Brno - Lávka Krásného. Zkoušky byly prováděny za použití odtrhového přístroje DYNA Z6 dle následujícího postupu.

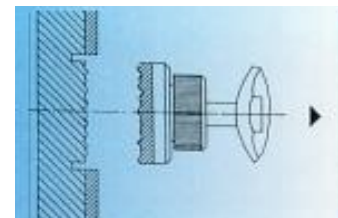
Odtrhové zkoušky povrchových vrstev betonu



Nejdříve se provede proříznutí povrchové vrstvy vrtačkou s jádrovým vrtákem, jehož průměr odpovídá průměru použitého zkušebního terče.



Povrch se očistí a přilepí se zkušební terč. Zkušební terč musí být vzhledem k návrtnu vždy vycentrován a musí být přilepen celoplošně. Lepidlo nesmí vniknout do spáry návrtnu.



Vlastní odtrhávání terče probíhá při definované rovnoměrné rychlosti nárůstu napětí a při odtržení se zaznamená nejvyšší hodnota tahové síly, popř. napětí.

Závěr:

Výsledky a vyhodnocení jednotlivých zkoušek jsou obsahem tabulek 2.1 až 4 tohoto protokolu. Provádění zkoušek i jejich vyhodnocení jsou v souladu s předpisy výše uvedených státních norem.

Na předmětné konstrukci byly sledovány pevnosti v tahu povrchových vrstev betonu na dvou konstrukčních celcích lávky určených objednatelem.

Souhrnné výsledky pevností v tahu povrchových vrstev lávky ev.č. BM-600 jsou obsahem tabulky 1.

Fotografie Foto 1 až Foto 3 zobrazují princip a provádění zkoušek.





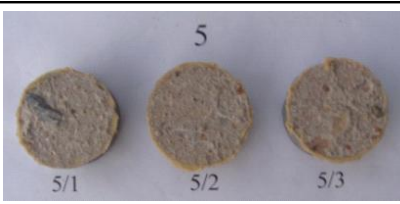

Tab. 1 : Výsledné pevnosti v tahu povrchových vrstev betonu

<i>konstrukce</i>	<i>Pevnosti v tahu povrchových vrstev betonu [MPa]</i>			
	<i>minimální hodnota</i>	<i>střední hodnota</i>	<i>charakteristická pevnost</i>	<i>tabulky</i>
most ev.č. BM-600				
Opěra	0,71	1,09	0,68	2.1 – 2.3
Křídlo	0,73	1,17	0,61	3.1 – 3.2
Opěra + křídlo	0,71	1,12	0,67	4



V Brně, 9.11.2015

doc. Ing. Pavel Schmid,Ph.D
odpovědný zpracovatel

Tab. 2.1 : Odtrhové zkoušky povrchových vrstev betonu, most ev. č. BM - 600 Brno - Lávk a Krásného

Odtrhové zkoušky povrchových vrstev betonu						
ev. č. BM-600, opěra						
konstr.	zkuš. místo	popis	terč	pevnost [MPa]	průměr [MPa]	foto
Opěra	1	opěra, u NDT Sch. č 1	1/1	0.726	0.82	
			1/2	0.713		
			1/3	1.025		
	2	opěra, u NDT Sch. č 2	2/1	1.3712	1.44	
			2/2	1.26		
			2/3	1.69		
	3	opěra, u NDT Sch. č 3	3/1	0.716	0.86	
			3/2	0.86		
			3/3	0.993		
	4	opěra, u NDT Sch. č 4	4/1	1.165	1.11	
			4/2	1.28		
			4/3	0.89		
	5	opěra, u NDT Sch. č 5	5/1	0.821	1.17	
			5/2	1.439		
			5/3	1.255		
	6	opěra, u NDT Sch. č 6	6/1	1.076	1.09	
			6/2	1.057		
			6/3	1.149		







Tab. 2.2 : Odtrhové zkoušky povrchových vrstev betonu, most ev. č. BM - 600 Brno - Lávk a Krásného

Odtrhové zkoušky povrchových vrstev betonu						
ev. č. BM-600, opěra						
konstr.	zkuš. místo	popis	terč	pevnost [MPa]	průměr [MPa]	foto
Opěra	7	opěra, u NDT Sch. č 7	7/1	1.127	1.14	
			7/2	1.038		
			7/3	1.249		
	8	opěra, u NDT Sch. č 8	8/1	1.089	1.12	
			8/2	1.13		
			8/3	1.158		

Tab. 2.3 : Statistické vyhodnocení odtrhových zkoušek povrchových vrstev betonu

Statistické hodnocení zkoušky - ČSN ISO 13822			
ev. č. BM-600, opěra			
<i>veličina</i>	<i>označení</i>	<i>hodnota</i>	<i>jednotka</i>
minimální hodnota	x_{min}	0.713	[MPa]
střední hodnota	m_x	1.09	[MPa]
výběrová směrodatná odchylka	s_x	0.24	[MPa]
počet platných vzorků	n	8	[n]
variační součinitel	V_x	0.22	[-]
součinitel odhadu 5% kvantilu	k_n	1.73	[-]
charakteristická odtrhová pevnost	R_f	0.68	[MPa]

Tab. 3.1 : Odtrhové zkoušky povrchových vrstev betonu, most ev. č. BM - 600 Brno - Lávk a Krásného

Odtrhové zkoušky povrchových vrstev betonu						
ev. č. BM-600, křídlo						
konstr.	zkuš. místo	popis	terč	pevnost [MPa]	průměr [MPa]	foto
Křídlo	9	křídlo, u NDT Sch. č 9	9/1	1.872	1.46	
			9/2	1.305		
			9/3	1.21		
	10	křídlo, u NDT Sch. č 10	10/1	1.842	1.37	
			10/2	1.35		
			10/3	0.93		
	11	křídlo, u NDT Sch. č 11	11/1	1.038	1.20	
			11/2	1.40		
			11/3	1.146		
	12	křídlo, u NDT Sch. č 12	12/1	1.337	1.02	
			12/2	0.904		
			12/3	0.815		
	13	křídlo, u NDT Sch. č 13	13/1	0.725	0.97	
			13/2	1.044		
			13/3	1.142		
	14	křídlo, u NDT Sch. č 14	14/1	0.891	0.97	
			14/2	0.995		
			14/3	1.025		

Tab. 3.2 : Statistické vyhodnocení odtrhových zkoušek povrchových vrstev betonu

Statistické hodnocení zkoušky - ČSN ISO 13822			
ev. č. BM-600, křídlo			
<i>veličina</i>	<i>označení</i>	<i>hodnota</i>	<i>jednotka</i>
minimální hodnota	x_{\min}	0.725	[MPa]
střední hodnota	m_x	1.17	[MPa]
výběrová směrodatná odchylka	s_x	0.32	[MPa]
počet platných vzorků	n	6	[n]
variační součinitel	V_x	0.27	[-]
součinitel odhadu 5% kvantilu	k_n	1.76	[-]
charakteristická odtrhová pevnost	R_f	0.61	[MPa]

Tab. 4 : Statistické vyhodnocení odtrhových zkoušek povrchových vrstev betonu

Statistické hodnocení zkoušky - ČSN ISO 13822			
ev. č. BM-600, opěra + křídlo			
<i>veličina</i>	<i>označení</i>	<i>hodnota</i>	<i>jednotka</i>
minimální hodnota	x_{\min}	0.713	[MPa]
střední hodnota	m_x	1.12	[MPa]
výběrová směrodatná odchylka	s_x	0.27	[MPa]
počet platných vzorků	n	14	[n]
variační součinitel	V_x	0.24	[-]
součinitel odhadu 5% kvantilu	k_n	1.70	[-]
charakteristická odtrhová pevnost	R_f	0.66	[MPa]



Foto 1: Pohled na opěru a křídlo mostu ev.č. BM-600



Foto 2 : Detail zkušebního místa s nalepenými terči.



Foto 3 : Vlastní provedení odtrhové zkoušky – přístroj DYNA Z6.

