

ZPRÁVA O PROVEDENÍ DOPLŇKOVÉHO STAVEBNĚ TECHNICKÉHO PRŮZKUMU BALKONU NA OBJEKTU STAROBRNĚNSKÁ 7 V BRNĚ



Brno, květen 2022

Vstupní údaje:

Zhotovitel : Průzkumy staveb, s.r.o.
Lísky 1000/44
624 00 BRNO

Řešitelé : Ing. Bronislav Šlapanský, autorizovaný inženýr
Ing. Lukáš Bernard
Antonín Vebr

Kooperace : Ing. Dušan Šponer
Lísky 1000/44
624 00 BRNO

doc. Ing. Petr Cikrle, Ph.D.
Vysoké učení technické v Brně
Fakulta stavební - Ústav stavebního zkušebnictví
Veveří 95
602 00 BRNO

Objednatel : ARTHEON, s.r.o.
Ing. Petr Málek
Kroftova 2619/26
616 00 BRNO - Žabovřesky

Obsah:

	strana
1.0 Úvod	4
2.0 Podklady	4
3.0 Stručný popis objektu	4
4.0 Průzkumné práce	4
4.1 Pevnost betonu	5
4.2 Ověření tvaru konzol	5
4.3 Vyztužení ŽB desky	6
4.4 Zjištěné vady a poruchy	7
5.0 Závěr	7
Příloha č.1 - Fotodokumentace	8
Příloha č.2 - Protokol o zkouškách betonu odebraného z konstrukce	

1.0 Úvod

Na základě požadavku objednatele byl proveden doplňkový stavebně technický průzkum (dále jen STP) balkonu na objektu Starobrněnská 7 v Brně.

V rámci STP bylo provedeno zjištění pevnosti betonu v tlaku ŽB balkonové desky a ověření tvaru a provedení ocelových konzol vynášející ŽB desku balkonu. Dále byla provedena fotodokumentace zkoumaných konstrukcí a zmapování vad a poruch.

2.0 Podklady

- [1] nabídka ze dne 07.02.2022
- [2] objednávka zaslaná e-mailem dne 18.03.2022
- [3] torzo původní dokumentace poskytl objednatel
- [4] ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí - Hodnocení existujících konstrukcí
- [5] ČSN 73 0038 Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí - Doplňující ustanovení
- [6] Průzkumy a opravy stavebních konstrukcí, Dimitrij Pume, František Čermák a kol., Praha 1993
- [7] ČSN 73 1373 Tvrdoměrné metody zkoušení betonu
- [8] ČSN EN 13791 Posuzování pevnosti betonu v tlaku v konstrukcích a v prefabrikovaných betonových dílcích
- [9] Protokol o zkouškách betonu odebraného z konstrukce, Balkon, Brno, Starobrněnská 289/7, Vysoké učení technické v Brně Fakulta stavební - Ústav stavebního zkušebnictví, Veveří 95, 602 00 Brno, květen 2022
- [10] PROTOKOL č. 22 - 003 Posouzení balkonu na objektu Starobrněnská 7 v Brně, zpracovatel Průzkumy staveb, s.r.o., Lísky 1000/44, 624 00 Brno, leden 2022
- [11] místní šetření konané v dubnu 2022

3.0 Stručný popis objektu

Posuzovaný balkon se nachází na uliční fasádě v úrovni 3.NP bytového domu na ulici Starobrněnská 7 v Brně, který byl pravděpodobně postaven koncem 19.století.

Nosná konstrukce balkonu je provedena z ŽB monolitické desky, ze spodní strany profilované, která je vynášena ocelovými válcovanými I nosníky konzolovitě vetknutými do zdiva. Ze spodní strany jsou tyto konzoly skryty v bohaté plastické štukové výzdobě, která je kotvena pomocí ocelových lan k ocelovým I profilům.

Zábradlí provedené pravděpodobně vylitím cementové malty do formy je výrazně zdobené a je v dolní části ukončeno plným prahem, v horní části pak mohutným madlem. Tyto výplňové části jsou kotveny do cihelných sloupků opatřených cementovou omítkou.

Balkon je v 1/3 rozdělen příčnou cihelnou příčkou.

4.0 Průzkumné práce

V rámci tohoto DoSTP byla na železobetonové balkonové desce zjišťována pevnost betonu v tlaku pomocí destruktivních zkoušek. Dále byl ověřován tvar a provedení ocelových konzol vynášející ŽB balkonovou desku.

4.1 Pevnost betonu

Pro zkoušky pevnosti betonu v tlaku v lise byly provedeny jádrové vývrty jmenovitého průměru 75 mm ze zkoumané balkonové desky. Celkem byly odebrány čtyři válcová tělesa (označena N1 - N4), ze kterých byly v laboratoři připraveny zkušební vzorky pro destruktivní zkoušky v lise. Tělesa byla vrtána z horního líce konstrukce svisle dolů, vývrty byly odlomeny v konstrukci ŽB balkonové desky.

Vývrty si převzal doc. Ing. Petr Cikrle, Ph.D., který zjistil jejich rozměry, hmotnost, stanovil objemovou hmotnost, provedl pevnostní zkoušku v lise, ultrazvukové měření, vyhodnotil dynamický modul pružnosti a pevnost betonu, blíže viz příloha č.2 této zprávy [9].

Podle zjištěné hodnoty charakteristické válcové pevnosti betonu dle postupu uvedeného v normě ČSN EN 13791 $f_{ck} = 12,6$ MPa a ČSN EN 13791, lze betonu zkoumaných prefabrikovaných panelů přiřadit **pevnostní třídu C 12/15**, blíže viz příloha č.2.

Zjištěné objemové hmotnosti vzorků betonu železobetonových prefabrikovaných panelů byly v intervalu 2179 - 2259 kg/m³, průměrná hodnota je 2232 kg/m³, blíže viz příloha č.2.

Na vzorcích bylo dále provedeno ultrazvukové měření, z objemových hmotností a rychlostí ultrazvuku byly vyhodnoceny dynamické moduly pružnosti betonu vzorků, které mají hodnoty 27,8 - 32,4 GPa, průměrná hodnota je 30,6 GPa, blíže viz příloha č.2.

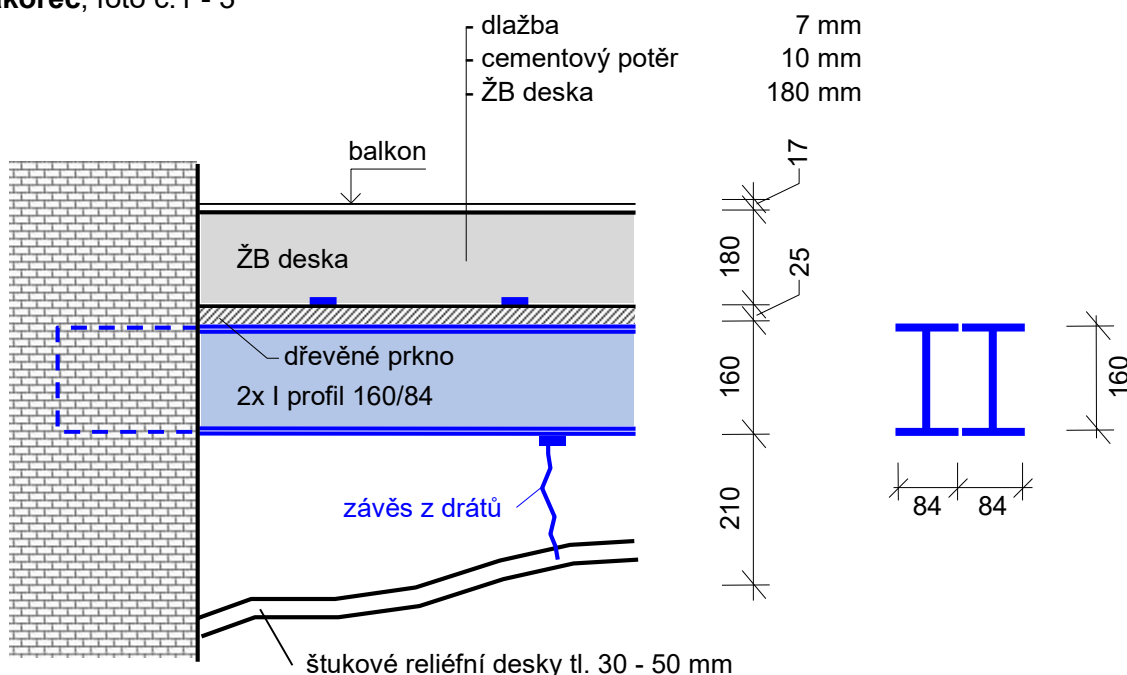
4.2 Ověření tvaru konzol

Z důvodu upřesnění zjištěných informací stavebně-technické průzkumu provedeného v lednu 2022 [10], bylo dalšími provedenými sondami zjišťovány přesné tvary nosných konstrukcí obou krakorců.

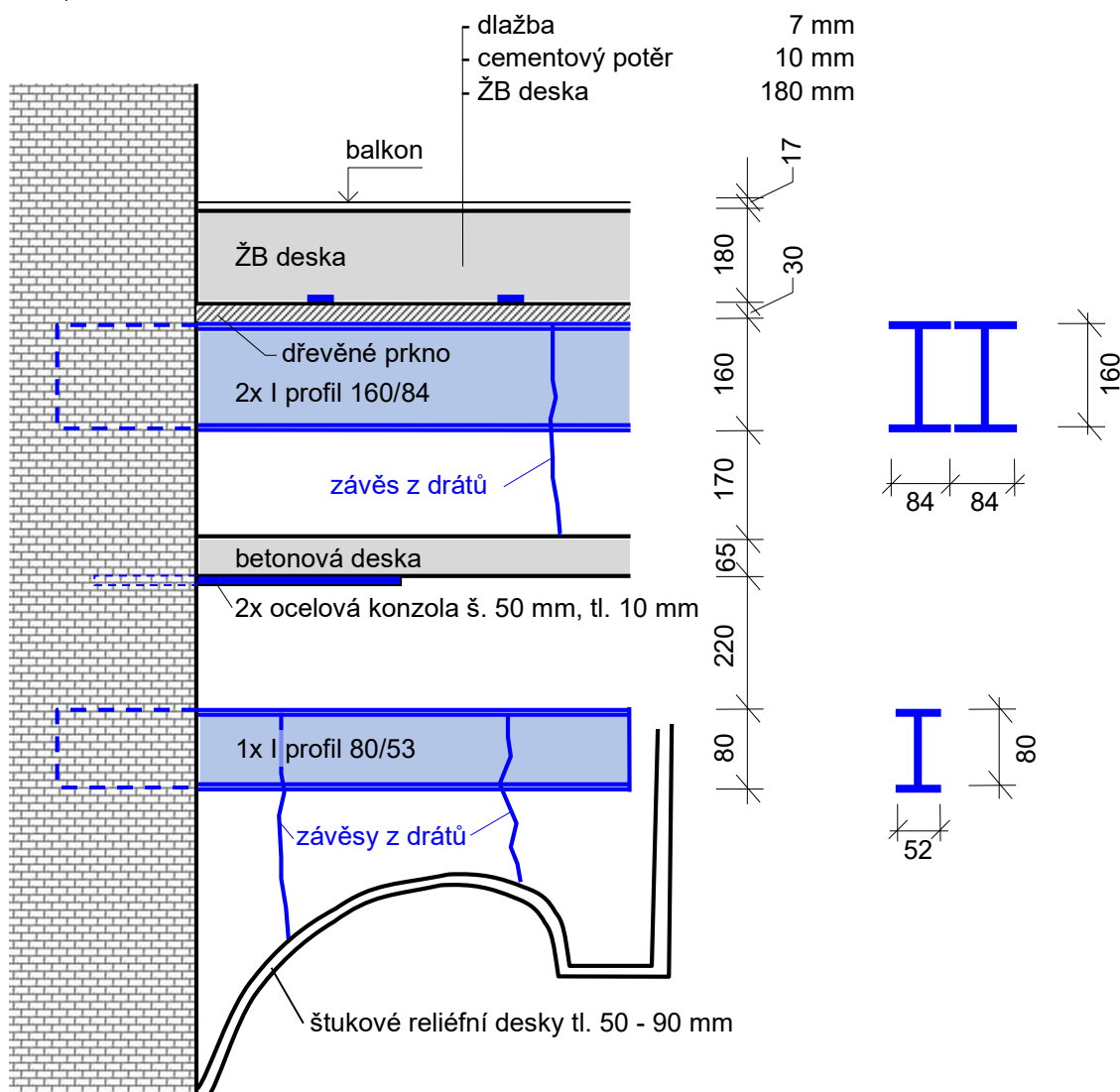
V obou krakorcích se nachází dva ocelové I profily I 160 podepírající ŽB desku balkonu. U většího krakorce se z důvodu velké hmotnosti štukové výzdoby ještě nachází ocelový I profil I 80 s tenkou betonovou deskou.

Zjištěné skladby krakorců a dimenze nosných prvků jsou znázorněny na následujících schématických obrázcích a na fotografiích č. 1 - 9.

Menší krakorec, foto č.1 - 3



Větší krakorec, foto č.4 - 9



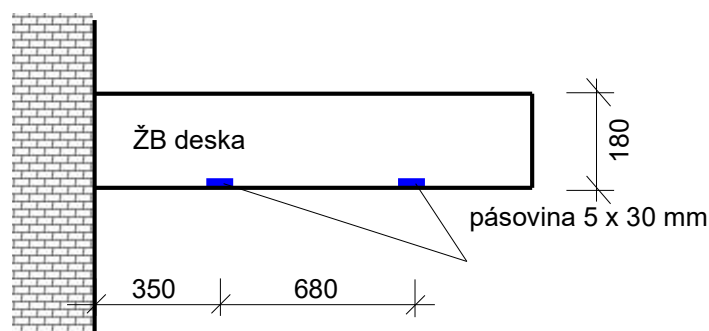
4.3 Vyztužení ŽB desky

Na nosné ŽB desce byl zjišťován druh a množství použité výztuže elektromagnetickým indikátorem Profometer a následným osekáním krycí vrstvy betonu.

Bylo zjištěno, že do hloubky cca 7 cm od spodního líce desky se nenachází žádná betonářská výztuž. Zjištěna byla pouze dvojice pásovin 5x30 mm, vzdálených od sebe cca 680 mm.

Zjištěné skutečnosti jsou znázorněny na následujícím schématickém obrázku a na fotografiích č. 10 - 11.

ŽB deska, foto č.10 - 11



4.4 Zjištěné vady a poruchy

Při provádění tohoto DoSTP byly pomocí drobných sond a vizuální prohlídky zjištěny následující vady a poruchy.

- V dezolátním stavu jsou cihelné pilíře, ke kterým je kotveno betonové zábradlí. Cihly jsou již výrazně degradovány vlhkostí a zmrazovacími cykly, foto č. 12 - 14. Navíc jsou cihelné pilíře vykloněné směrem do ulice, proto byly nedávno provizorně přikotveny pomocí pásovin k nosnému obvodovému zdivu
- Odlité zábradlí z cementové malty nebo z betonu je na mnoha místech velmi výrazně poškozené zatékáním srážkové vody, následnými trhlinami i vegetací, foto č. 15 - 17.
- Okapnička je po celé délce balkonu porušená - odpadávají omítky a je porostlá mechem, foto č. 18 - 20.
- Naprosto všechny skryté ocelové prvky v krakorcích jsou povrchově napadeny korozí, foto č. 2, 3, 5 - 9.

5.0 Závěr

Poznatky zjištěné tímto DoSTP budou využity v následných projekčních pracích zkoumaného objektu včetně statického posouzení.

V Brně dne 24.05.2022

Příloha č.1 - Fotodokumentace

1.



2.



3.



4.



5.



6.



7.



8.



9.



10.



11.



12.



13.



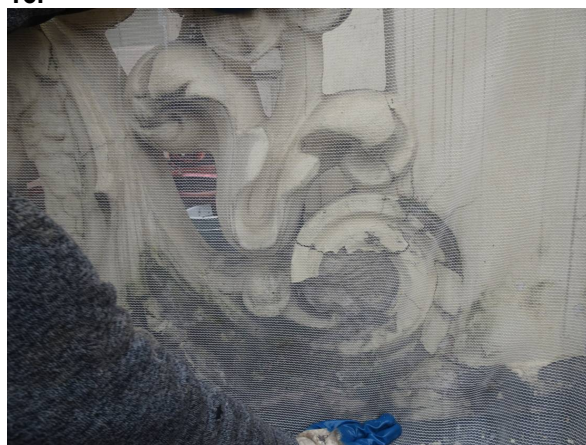
14.



15.



16.



17.



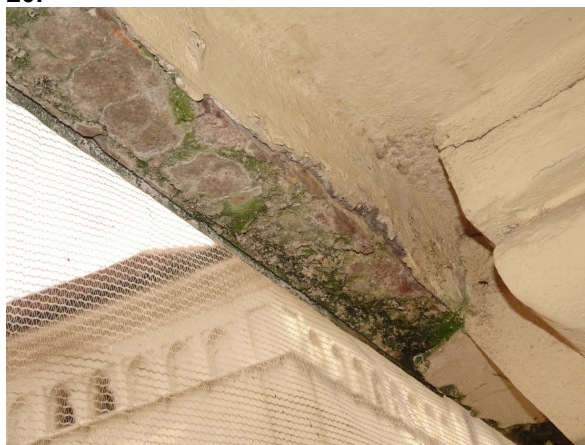
18.



19.



20.





HS122254027_4

Protokol o zkouškách betonu odebraného z konstrukce

Objekt: **Balkon, Brno, Starobrněnská 289/7**

Objednatel: **Průzkumy staveb, s.r.o., Brno**

Zkušební laboratoř prohlašuje, že výsledky zkoušek se týkají pouze zkušebních vzorků.

Protokol smí být bez souhlasu zkušební laboratoře reprodukován výhradně celý, protokol nebo jeho části nesmějí být měněny.

Tento protokol obsahuje 7 stran textu a je vypracován ve 4 vyhotoveních.



doc. Ing. Petr Cikrle, Ph.D.

odpovědný řešitel

doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.

vedoucí Ústavu stavebního zkušebnictví

Počet vyhotovení: **4**

Vyhotovení číslo: **1**

Zpracováno dne: 17. 5. 2022

1. ÚVODNÍ ČÁST

1.1. Údaje o zpracovateli

Pracoviště řešitele: Vysoké učení technické v Brně
Fakulta stavební - Ústav stavebního zkušebnictví
Veveří 95, 602 00 Brno
IČ: 00216305
DIČ: CZ00216305

Vedoucí pracoviště: doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.

Odpovědný řešitel: doc. Ing. Petr Cikrle, Ph.D.
+420 603 769 194
petr.cikrle@vutbr.cz

1.2. Údaje o objednateli

Objednatel: Průzkumy staveb s.r.o.
Lísky 1000/44, 624 00 Brno
IČ: 292 68 125
DČ: CZ 292 68 125
Zastoupený: Ing. Bronislav Šlapanský
Objednávka: Písemná objednávka ze dne 15. 3. 2022.
Předmět řešení: Laboratorní zkoušky betonu na vývrtech o jmenovitém průměru
Ø 75 mm odebraných z balkonové desky balkonu na
Starobrněnské 289/7 v Brně.

1.3. Zkušební předpisy a postupy

Zkoušky byly provedeny podle platných norem:

ČSN 73 1371	Nedestruktivní zkoušení betonu – Ultrazvuková impulzová metoda zkoušení betonu. Praha: ČNI, 2011.
ČSN EN 12504-1	Zkoušení betonu v konstrukcích – Část 1: Vývrty – Odběr, vyšetření a zkoušení v tlaku. Praha: ČNI, 2021.
ČSN EN 13791	Posuzování pevnosti betonu v tlaku v konstrukcích a v prefabrikovaných betonových dílcích, Praha: ČNI, 2021.
ČSN EN 12390-3	Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles. Praha: ČNI, 2020.
ČSN EN 12390-7	Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 7: Objemová hmotnost ztvrdlého betonu. Praha: ČNI, 2020.
ČSN EN 206 + A2	Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda. Praha: ČNI, 2021.

2. Výsledky zkoušek betonu vývrtů

2.1 Údaje o vzorcích betonu

Vzorky do laboratoře dodal objednatel zkoušek. Byly dodány 4 jádrové vývrtů z betonu o jmenovitém průměru \varnothing 75 mm – viz obr. 1. Jednalo se o vzorky z balkonové desky.



Obr. 1: Zkušební vzorky N 1 až N4 z balkonové desky balkonu. Na povrchu betonu je vrstva cementového potěru o tloušťce 10 -20 mm, ve vzorku N 2 je v hloubce cca 100 mm výztuž \varnothing 10 mm kruhová hladká.

Na všech vzorcích byla stanovena hloubka karbonatace pomocí fenolftaleinového testu. U zkarbonatované vrstvy betonu nedojde k žádné reakci, při $\text{pH} \geq 9,5$ se beton zabarví do fialova (při $\text{pH} \geq 9,2$ je reakce slabě růžová). Hloubka karbonatace byla u všech vzorků velmi malá, pohybovala se od 2 do 3 mm – viz obr. 2.



Obr. 2 Zkoušební vzorky po fenolftaleinovém testu hloubky karbonatace, která u všech těles dosáhla pouze cca 2-3 mm.

Z každého jádrového vývrtu bylo vyrobeno vždy jedno zkušební těleso se štíhlostním poměrem 1:1 (s přípustnou tolerancí) pro stanovení objemové hmotnosti, dynamického modulu pružnosti a pevnosti v tlaku – viz obr. 3.



Obr. 3 Zkušební tělesa 1:1 vyrobená ze vzorků betonu N 1 až N 4.

2.2 Zkoušky betonu vývrtů

Charakteristiky zkušebních těles jsou uvedeny v tab. 1. Objemová hmotnost D_r je ve stavu, jak byly dodány do laboratoře (s přirozenou vlhkostí).

Tab. 1: Charakteristiky zkušebních těles a objemová hmotnost betonu

Označení tělesa	Část konstrukce	Průměr d	Výška h	Hmotnost m_r	Objemová hm. přirozená D_r
		[mm]	[mm]	[g]	[kg/m ³]
N 1	Balkonová deska	73,8	74,6	695,2	2179
N 2	Balkonová deska	73,8	75,3	727,7	2259
N 3	Balkonová deska	73,8	75,7	725,6	2241
N 4	Balkonová deska	73,9	75,5	727,6	2247
Minimum					2179
Průměr					2232

Objemová hmotnost betonu vyšla poměrně nízká, v průměru 2232 kg/m³, což je dáno zejména vyšším obsahem hrubého kameniva.

Na zkušebních tělesech bylo dále provedeno ultrazvukové měření – viz tab. 2. Ze zjištěné rychlosti šíření ultrazvukového vlnění byly vypočteny hodnoty dynamického modulu pružnosti E_{cu} a z nich následně odhadnuty hodnoty statického modulu pružnosti E_c . Pro odhad statického modulu pružnosti byl konzervativně použit zmenšovací součinitel $\kappa_u = 0,71$ (ČSN 73 2011).

Tab. 2: Ultrazvuková měření na vzorcích betonu ve stavu přirozeně vlhkém

Označení tělesa	Rychlost UZ vlnění v_L				Modul pruž. E_{cu}	Modul pruž. E_c
	[m/s]				[GPa]	[GPa]
	"1"	"2"	"3"	Průměr	dynamický	statický - odhad
N 1	3923	3943	3923	3930	30,3	21,5
N 2	4000	3959	4000	3990	32,4	23,0
N 3	3969	3949	3990	3970	31,8	22,6
N 4	3754	3648	3718	3710	27,8	19,8
Minimum				3710	27,8	19,8
Průměr				3900	30,6	21,7

Rychlost šíření ultrazvukového vlnění kolem 3900 m/s znamená obecně dobrou kvalitu betonu, avšak v tomto konkrétním případě byla ovlivněna zejména větším obsahem zrn hrubého kameniva, přes něž se ultrazvuk šíří rychleji.

Výsledky zkoušek pevnosti v tlaku betonu ve stavu jak byl dodán (s přirozenou vlhkostí) jsou uvedeny v tab. 3. Pevnost v tlaku byla dle nové normy ČSN 12504-1 stanovena jako pevnost $f_{c,1:1}$, tedy na tělesech se štíhlostním poměrem 1:1 (krychelná), avšak následně byla přepočtena na $f_{c,15}$ ($f_{c,2:1}$) pomocí součinitele $CLF = 0,82$.

Tab. 3 Pevnost v tlaku betonu $f_{c,1:1}$ (krychelná) a $f_{c,2:1} = f_{c,is}$ (pevnost v tlaku betonu in situ)

Označ. tělesa	maxim. síla F	štíhlost λ	pevnost $f_{c,1:1}$ ($f_{c,cube}$)	faktor CLF	pevnost $f_{c,is,2:1}$ ($f_{c,cyl}$)
	[kN]	[-]	[MPa]	[-]	[MPa]
N 1	95,7	1,01	22,4	0,82	18,3
N 2	80,8	1,02	18,9	0,82	15,5
N 3	106,9	1,03	25,0	0,82	20,5
N 4	94,0	1,02	21,9	0,82	18,0
Minimum			18,9		15,5
Průměr			22,0		18,1

Průměrná hodnota pevnosti v tlaku betonu in situ (tedy $f_{c,2:1}$) vyšla 18,1 MPa.

2.3 Vyhodnocení zkoušek betonu

Charakteristická pevnost v tlaku betonu konstrukce byla stanovena podle ČSN EN 13791 s modifikací podle ČSN ISO 13822. Obě normy mají prakticky identický způsob výpočtu charakteristické pevnosti betonu v tlaku, avšak pro malý počet vzorků ($n = 4$) je koeficient k_n uveden pouze v ČSN ISO 13822, respektive v její doplňkové normě ČSN 73 0038.

Charakteristická pevnost v tlaku in situ $f_{ck,is}$ se odhadne jako menší hodnota z

$$f_{ck,is} = f_{c,m(n),is} - k_n s = 18,1 - 2,66 \times 2,05 = \mathbf{12,6 \text{ MPa}}$$

$$f_{ck,is} = f_{c,is,lowest} + M = 15,5 + 2 = 14,9 \text{ MPa}$$

kde

$f_{ck,is}$ je charakteristická pevnost betonu v tlaku v konstrukci,

$f_{c,m(n),is}$ je průměrná pevnost betonu v tlaku stanovená na n počtu vývrtů,

$f_{c,is,lowest}$ je nejmenší pevnost zjištěná na vývrtech,

s je celková směrodatná odchylka pevností vývrtů nebo hodnota směrodatné odchylky odpovídající variačnímu koeficientu 8 % (bere se vyšší z hodnot);

k_n je součinitel závislý na počtu vývrtů n (pro $n = 4$ je $k_n = 2,66$)

M je hodnota založená na hodnotě $f_{c,is,lowest}$ (pro $f_{c,is,lowest} = 15,5 \text{ MPa}$ je $M = 2 \text{ MPa}$)

Charakteristická pevnost v tlaku in situ (válcová pevnost) vyšla $f_{ck,is} = 12,6 \text{ MPa}$, beton splňuje požadavky na **pevnostní třídu C 12/15**.

3. Závěr

Na 4 vzorcích betonu odebraných z balkonové desky balkonu objektu Starobrněnská 289/7 v Brně byly stanoveny vlastnosti betonu – objemová hmotnost betonu, dále dynamický ultrazvukový modul pružnosti (z něho proveden výpočet odhad statického modulu pružnosti) a pevnost v tlaku betonu. Výsledky dosažené na jednotlivých zkušebních tělesech jsou uvedeny v tab. 1 až 3 tohoto protokolu, zde jsou uvedeny průměrné hodnoty:

- Objemová hmotnost $D_r = 2232 \text{ kg/m}^3$;
- Rychlost šíření UZ vlnění $v_L = 3900 \text{ m/s}$;
- Dynamický modul pružnosti $E_{cu} = 30,6 \text{ GPa}$;
- Statický modul pružnosti $E_c = 20,7 \text{ GPa}$;
- Pevnost v tlaku in situ $f_{c, is, 2:1} = 18,1 \text{ MPa}$;

Následně byla vypočtena charakteristická pevnost v tlaku in situ $f_{ck, is} = 12,6 \text{ MPa}$ (válnová), beton tak splňuje požadavky pro **pevnostní třídu C 12/15**.