

ZPRÁVA O PROVEDENÍ STAVEBNĚ TECHNICKÉHO PRŮZKUMU OBJEKTU HZS NA ULICI SVATOPLUKA ČECHA 1603/11C



Brno, duben 2024

Vstupní údaje:

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

Řešitelé : Ing. Bronislav Šlapanský, autorizovaný inženýr
Ing. Lukáš Bernard
Ing. Marek Janka
Antonín Vebr
Ing. Petr Růžička

Kooperace : Ing. Dušan Šponer, autorizovaný inženýr
Lísky 1000/44
624 00 Brno

Filip Svoboda
Hraničky 95/5
664 41 Troubsko

Ing. Jiří Marek
Lochenice 162
503 02 Lochenice

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

Objednatel : Město Boskovice
Masarykovo nám. 4/2
680 18 00 Boskovice

Obsah:

	strana
1.0 Úvod	4
2.0 Podklady	4
3.0 Stručný popis objektu	4
4.0 Vlhkost zdiva	5
4.1 Odběr a vyhodnocení vzorků	5
4.2 Hlavní příčiny vlhnutí	6
4.3 Zjištěné vady a poruchy	7
5.0 Pevnost cihelného zdiva	7
5.1 Stanovení pevnosti v tlaku zdící malty	8
5.2 Stanovení pevnosti v tlaku plných pálených cihel	8
5.3 Vyhodnocení pevnosti zdiva	9
6.0 ŽB nosné konstrukce	10
6.1 Pevnost betonu monolitických stěn a stropů	10
6.2 Orientační pevnost betonu stropních panelů	11
6.3 Zjištění tvaru a výztuže vodorovných nosných konstrukcí	12
7.0 Skladby podlah	15
8.0 Ostatní stavební konstrukce	18
9.0 Závěr	18
Příloha č.1 - Fotodokumentace	19
Příloha č.2 - Pevnost zdící malty v tlaku	31
Příloha č.3 - Vyhodnocení zkoušek pevnosti cihel Schmidtovým tvrdoměrem LB	32
Příloha č.4 - Stanovení součinitele upřesnění pevnosti v tlaku použitých cihel	33
Příloha č.5 - Vyhodnocení zkoušek pevnosti betonu	34
Příloha č.6 - Protokol o zkouškách vzorků betonu a cihel odebraných z konstrukce	
Výkresová dokumentace	

1.0 Úvod

Na základě požadavku objednatele byl proveden stavebně technický průzkum (dále jen STP) objektu HZS na ulici Svatopluka Čecha 1603/11c v Boskovicích pro potřeby následných projekčních prací uvažované rekonstrukce objektu.

V rámci tohoto STP byla zjišťována vlhkost zdiva, pevnost cihelného zdiva, pevnost a případně tvar i vyztužení vybraných svislých a vodorovných ŽB konstrukcí, skladby podlah atd. Dále byla provedena fotodokumentace zkoumaných konstrukcí i zjištěných vad a poruch.

V době provádění STP byl objekt vyklizený a nevyužívaný.

2.0 Podklady

- [1] nabídka prací zaslaná e-mailem dne 23.01.2024
- [2] smlouva o dílo potvrzená dne 24.03.2024
- [3] zaměření stávajícího stavu, původní výkresová dokumentace - poskytl objednatel
- [4] ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí - Hodnocení existujících konstrukcí
- [5] ČSN 73 0038 Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí - Doplnující ustanovení
- [6] ČSN EN 1052-1 Zkušební metody pro zdivo - Stanovení pevnosti v tlaku
- [7] návod na zjišťování pevnosti malty a cihel ve stávající zděné konstrukci pomocí upravené ruční vrtačky
- [8] Průzkumy a opravy stavebních konstrukcí, Dimitrij Pume, František Čermák a kol., Praha 1993
- [9] ČSN EN 1996-1-1+A1 Navrhování zděných konstrukcí - Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce
- [10] ČSN EN 13791 Posuzování pevnosti betonu v tlaku v konstrukcích a v prefabrikovaných betonových dílcích
- [11] Protokol o zkouškách vzorků betonu a cihel odebraných z konstrukce, Boskovice, Svatopluka Čecha 1603/11c, VUT Brno Fakulta stavební - Ústav stavebního zkušebnictví, Veveří 95, 602 00 Brno, duben 2024
- [12] laboratorní zjištění hmotnostní vlhkosti vzorků zdiva, zpracovatel Průzkumy staveb, s.r.o., Lísky 1000/44, 624 00 Brno, duben 2024
- [13] místní šetření konaná v dubnu 2024

3.0 Stručný popis objektu

Čtyřpodlažní (jedno podzemní a tři nadzemní podlaží) samostatně stojící původně vojenský objekt obdélníkového půdorysu byl postavený pravděpodobně v první polovině 60. let minulého století (viz foto č.0 na titulním listě, foto č.2 a 3). Suterén byl postaven jako kryt civilní obrany, který přesahuje půdorysný tvar nadzemních podlažích směrem k jihovýchodní straně. V jižní části objektu z východní strany vystupuje jednopodlažní krček, který propojuje objekt s druhým vstupem do krytu CO. V minulosti byl objekt nadstaven o jedno nadzemní podlaží formou půdní vestavby.

Ze statického hlediska se v 1.PP jedná o kombinovaný nosný systém (podélný i příčný). V nadzemních podlažích se jedná o podélný dvojtrakt.

Základové konstrukce jsou provedeny pravděpodobně z betonových základových pasů.

Svislé nosné konstrukce jsou převážně zděné - z cihel plných pálených na maltu pravděpodobně vápennou. Výjimkou jsou obvodové stěny krytu CO v 1.PP, které jsou železobetonové. Vnitřní příčky jsou v objektu provedeny jako zděné.

Vodorovné nosné konstrukce nad 1.PP jsou tvořeny ŽB monolitickými deskami. Nad 1.NP je rovněž provedena ŽB monolitická deska, která je uložena v krajích na obvodové stěny a uprostřed na ŽB prefabrikovaný průvlak obráceného písmene T. Nad 2.NP jsou ve spádu ukládané prefabrikované ŽB dutinové panely, které tvořily původní spád střešní konstrukce. Panely jsou ukládány na cihelné obvodové zdivo a podélný průvlak obdobný jako v nižším podlaží.

Podlaha půdní vestavby je prkenná a byla uložena na dřevěné hranoly, které jsou vynášeny dřevěnými příhradovými nosníky, jejichž spoje jsou zajištěny styčnickovými ocelovými deskami s prolisovanými trny.

Střešní konstrukce je provedena ze sbíjených vazníků s krytinou z asfaltových šindelů ukládaných na celoplošné bednění.

Podlahy v 1.PP jsou z betonu, na kterém bylo nejčastěji PVC nebo keramická dlažba. V nadzemních podlažích jsou na chodbách a sociálních zařízeních keramické dlažby, v místnostech jsou nejčastěji dřevěné vlysy. Ve 3.NP je podlaha převážně z dřevěných prken, které jsou vynášeny hranoly a dřevěnými sbíjenými příhradovými vazníky. Vazníky lichoběžníkového tvaru jsou položeny nad původní skladbu mírně šikmé střechy a eliminují původní spád.

Okolní terén je jen velice mírně svažité a je tvořen většinou zatravněným povrchem s okapovými chodníky nebo štěrkovými obsypy, z jižní strany je pak asfaltová vozovka.

4.0 Vlhkost zdiva

V rámci STP byla u objektu zjišťována vlhkost zdiva v úrovni 1.NP, a to jak z interiéru, tak i z exteriéru a v 1.PP z interiéru. Cílem průzkumu bylo zjistit skutečnou vlhkost zdiva, její pravděpodobné příčiny a uvést předběžné návrhy opatření. Podrobnějšími návrhy opatření by se měla na základě našich výsledků a zjištění zabývat odborná firma.

Dále byla provedena i vizuální prohlídka objektu se zaměřením na viditelné poruchy zdiva - trhliny, jeho rozpadání apod.

4.1 Odběr a vyhodnocení vzorků

Na zkoumaném zdivu bylo z interiéru i exteriéru provedeno celkem 27 zkušebních míst, jejichž rozmístění je zřejmé z výkresové dokumentace, kde byly v 1 výškové úrovni nad podlahou odebrány trubkovým sekáčem zkušební vzorky zdiva (cihel plných pálených, zdící malty nebo betonu). Na takto získaných vzorcích byla gravimetrickou metodou zjištěna skutečná hmotnostní vlhkost v %, blíže viz [12].

Klasifikace vzorků zdiva z hlediska vlhkosti a zjištěné hodnoty vlhkostí jsou uvedeny v tabulkách č.1 a 2. Hodnoty zjištěných vlhkostí vyšší než 10,0 % (velmi vysoká vlhkost) jsou pro rychlejší orientaci zvýrazněny žlutým podbarvením, vysoké vlhkosti (7,5% - 10,0%) pak modrým podbarvením.

Tabulka č.1 - Klasifikace vzorků zdiva a vlhkost

Stupeň vlhkosti	Vlhkost W [%]	
	min.	max.
velmi nízká	0,0	2,9
nízká	3,0	4,9
zvýšená	5,0	7,4
vyšoká	7,5	10,0
velmi vyšoká	10,1	

Tabulka č.2 - Výsledky stanovení hmotnostní vlhkosti zdiva

Označení vzorků		Exteriér Interiér	Výška odběru od podlahy, terénu [m]	Hloubka odběru pod terénem [m]	Vlhkost [%]	Materiál
Boskovice, Svatopluka Čecha 1603/11c						
1.NP	Sonda W1	Interiér	0,2		1,0	cihla
	Sonda W2		0,2		0,7	cihla
	Sonda W3		0,2		1,4	cihla
	Sonda W4		0,2		2,4	cihla
	Sonda W5		0,2		3,1	cihla
	Sonda W6		0,2		2,8	cihla
	Sonda W7		0,2		3,8	cihla
	Sonda W8		0,2		0,4	cihla
	Sonda W9		0,2		1,4	cihla
	Sonda W10		0,2		0,1	cihla
	Sonda W11		0,2		7,7	cihla
	Sonda W12		0,2		19,1	cihla
	Sonda W13		0,2		10,4	cihla
	Sonda W14		0,2		11,0	cihla
	Sonda W15		0,2		11,1	cihla
	Sonda W16		0,2		0,7	cihla
	Sonda W17	Exteriér	0,2		0,6	cihla
	Sonda W18		0,2		4,0	beton
	Sonda W19		0,2		3,2	beton
	Sonda W20		0,2		2,1	cihla
1.PP	Sonda W21	Interiér	0,2	cca 1,7	5,9	beton
	Sonda W22		0,2	cca 2,8	6,0	beton
	Sonda W23		0,2	cca 2,8	6,6	beton
	Sonda W24		0,2	cca 2,8	5,6	beton
	Sonda W25		0,2		6,3	cihla
	Sonda W26		0,2		11,7	cihla
	Sonda W27		0,2		0,2	cihla

Z výše uvedených tabulek vyplývá, že zkoumané obvodové zdivo 1.NP (sondy W1 - W16) obsahuje z interiéru ve výšce cca 0,2 m nad podlahou převážně vlhkosti velmi nízké a nízké (do 3,8%), na jednom místě (W11) pak vlhkost vysokou (7,7%), na čtyřech místech (sondy W12 - W15) pak i vlhkosti velmi vysoké (10,4% - 19,1%).

Obvodové zdivo z exteriéru ze západní strany (sondy W17 - W20) obsahuje ve výšce 0,2 m nad okolním terénem vlhkosti velmi nízké a nízké (0,6% - 4,0%).

Obvodové stěny 1.PP provedené z betonu či ŽB (sondy W21 - W24) obsahují vlhkosti 5,6% - 6,6%, což u betonu již představuje poměrně vysokou vlhkost.

U vnitřního zdiva 1.PP (sondy W25 - W27) byly ve výšce 0,2 m nad podlahou zjištěny vlhkosti velmi různé, od velmi nízkých, až po velmi vysoké (0,2% - 11,7%).

4.2 Hlavní příčiny vlhnutí

- Dešťová voda pronikající do zdiva z okolního terénu a poté vzlínající.
- Přímé zatékání srážkové vody ze špatně vyspádaného nebo propadlého okolního povrchu.

- Voda pronikající do zdiva přes stropní konstrukci krytu CO, který je mimo půdorys nadzemní části budovy.
- Dešťová voda z porušených a ucpaných dešťových svodů a na ně navazující ležaté kanalizace.
- Vodní páry z podzákladí, které se zarazí na neprodyšných vrstvách podlah a poté se tlačí do zdiva.

4.3 Zjištěné vady a poruchy

- U objektu byla pomocí jedné kopané sondy **K1** zjišťována přítomnost a stav původní vodorovné hydroizolace, foto č.3, 4. Bylo zjištěno, že hydroizolační pásy jsou provedeny z obyčejné asfaltové lepenky, která je již v důsledku stáří křehká a rozpadá se, spoj mezi vodorovnou a svislou hydroizolací již v podstatě neexistuje, foto č.4.
- Tato obyčejná asfaltová lepenka byla dokonce provedena i ve skladbě stropní konstrukce nad krytem CO, který vybíhá mimo půdorys nadzemní části objektu, viz sonda P7 v kapitole 7.0 Skladby podlah, foto č.51 a 52. Tato nekvalitní hydroizolace je hlavní příčinou zatékání do krytu v 1.PP, v důsledku čehož dochází ke korozi výztuže ŽB stropů, foto č.61 a 62.
- V místě dešťových svodů jsou v 1.NP na obvodových stěnách patrný vlhkostní „mapy“, odebrané vzorky však zvýšené vlhkosti neprokázaly, foto č.5. Po opravách dešťových žlabů a svodů již pravděpodobně zdivo vyschlo.
- V jihovýchodní části objektu a na spojovacím krčku jsou na obvodových stěnách na mnoha místech z interiéru i exteriéru patrný výrazné vlhkostní „mapy“ do výšky 1 m i více, foto č.6 - 10. V těchto místech byly zjištěny velmi vysoké vlhkosti zdiva (sondy W12 - W15) !
- Výrazné vlhkostní „mapy“ jsou patrný i v kotelně v 1.PP, ale i na dalších betonových či ŽB obvodových stěnách, i na cihelných stěnách vnitřních, foto č.11 - 15.
- Některé vnitřní stěny v 1.PP jsou opatřeny neprodyšnými olejovými nátěry, které zabraňují přirozenému vysychání zdiva, foto č.15.
- Prostory 1.PP nejsou využívány, nejsou temperované ani řádně větrané, takže zvýšená vlhkost vzduchu neumožňuje přirozené vysychání zdiva a stěn !
- K zavlhání zdiva zajisté dochází pronikáním vody z porušených dešťových žlabů, svislých svodů, ucpaných či chybějících „gajgrů“, ale pravděpodobně i z porušeného vodorovného kanalizačního potrubí, foto č.16 - 21.
- Dle původní výkresové dokumentace měly být v některých částech okolo objektu provedeny i drenážní systémy. Vzhledem ke stáří objektu ale již nelze předpokládat jejich správnou funkčnost.
- Před vstupem do budovy je výrazně propadlý asfaltový povrch, nahromaděná dešťová voda zajisté proniká do okolního terénu a následně do obvodového zdiva 1.PP, foto č.22.
- Na vnitřním zdivu ani na venkovních fasádách nebyly při vizuální prohlídce zjištěny žádné staticky závažné trhliny, nosné zdivo tedy plní svoji funkci.

5.0 Pevnost cihelného zdiva

Pro potřebu stanovení pevnosti zdiva nosných stěn byly na vybraných místech zkoumaného objektu v 1.NP a 2.NP zjišťovány pevnosti dílčích zdících materiálů (cihel plných pálených a zdící malty) a následně byla stanovena pevnost zdiva v tlaku. Tyto pevnosti byly ověřovány nedestruktivními a destruktivními zkouškami v souladu s [5] a dle [6], [7] a [8].

Rozmístění zkušebních míst je zřejmé z výkresové dokumentace. Pohled na některá vybraná zkušební místa viz foto č.23 - 25.

5.1 Stanovení pevnosti v tlaku zdící malty

Její zjištění bylo provedeno málo destruktivním způsobem pomocí upravené ruční přiklepové vrtačky TZÚS Praha [7], což je v souladu s [5]. Všechna zkušební místa byla příslušně upravena dle zkušebního postupu [7], byly změřeny hloubky vrtů, zjištěny průměrné hloubky vrtů d_m a z obecného kalibračního vztahu stanoveny hodnoty pevností malty f_{im} , blíže viz příloha č.2, tabulka č.8.

Získané soubory hodnot pevností malt byly zpracovány metodami matematické statistiky a byly jim přiřazeny pevnostní značky. Průměrnou pevnost v tlaku zdící malty v konstrukci určíme ze vztahu:

$$f_m = f_{m,(n)} - \mu_n \cdot S_f$$

- $f_{m,(n)}$ - výběrový aritmetický průměr
 S_f - výběrová směrodatná odchylka
 μ_n - součinitel pro odhad dolní hranice konfidenčního intervalu průměru, stanovený s pravděpodobností $P = 0,9$

Tabulka č.3 - Vyhodnocení průměrné pevnosti v tlaku zdící malty

Boskovice, Svatopluka Čecha 1603/11c	celkem zkušební místa (1 - 24)
n	24
μ_n	0,27
$f_{m,(n)}$ [N/mm ²]	1,29
s_f [N/mm ²]	0,16
f_m [N/mm ²]	1,25
značka	M 1,0

5.2 Stanovení pevnosti v tlaku plných pálených cihel

Zjištění pevnosti v tlaku cihel plných pálených bylo provedeno nedestruktivní zkouškou pomocí Schmidtova tvrdoměru typu LB, což je v souladu s [8] a zkouškou odebraných vývrtů z použitých cihel v lise, blíže viz příloha č.6 [11]. Na základě zjištěných odrazů byly z příslušného kalibračního vztahu stanoveny hodnoty pevností použitých cihel a upraveny součinitelem upřesnění. Záznamy o vyhodnocení zkoušek Schmidtovým tvrdoměrem jsou uloženy u zpracovatele průzkumu.

Na 4 místech byly odebrány zkušební vzorky cihel pro destruktivní zkoušky, jejichž výsledky jsou potřebné pro stanovení součinitele upřesnění nedestruktivních zkoušek. Stanovení součinitele upřesnění pevnosti v tlaku použitých cihel, blíže viz příloha č.4, tabulka č.10. Upřesněné hodnoty pevností v tlaku použitých cihel jsou uvedeny v příloze č.3, tabulka č.9.

Získané soubory hodnot pevností plných cihel byly zpracovány metodami matematické statistiky a byla jim přiřazena odpovídající pevnostní značka. Průměrnou pevnost v tlaku cihel plných f_{bd} určíme stejně jako v části 5.1.

Tabulka č.4 - Vyhodnocení průměrné pevnosti v tlaku plných pálených cihel

Boskovice, Svatopluka Čecha 1603/11c	celkem zkušební místa (1 - 24)
n	24
μ_n	0,27
$f_{m,(n)}$ [N/mm ²]	36,84
S_f [N/mm ²]	3,13
f_{bd} [N/mm²]	36,00
značka	P 35

5.3 Vyhodnocení pevnosti zdiva

Dle [5] a [9], se charakteristická pevnost zdiva v tlaku f_k určí podle vztahu:

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

- K - konstanta závislá na druhu zdiva a skupině zdících prvků, v tomto případě má hodnotu 0,44
- f_b - normalizovaná průměrná pevnost v tlaku zdících prvků
- f_m - průměrná pevnost malty v tlaku
- α - exponent závislý na tloušťce ložných spár a druhu malty,
 $\alpha = 0,70$ pro nevyztužené zdivo s obyčejnou nebo lehkou maltou
- β - exponent závislý na druhu malty,
 $\beta = 0,30$ pro obyčejnou maltu

Dle [5] se návrhová pevnost zdiva v tlaku vypočítá jako podíl charakteristické pevnosti zdiva a dílčího součinitele zdiva γ_m , který se určí dle následujícího vzorce:

$$\gamma_m = \gamma_{m1} * \gamma_{m2} * \gamma_{m3} * \gamma_{m4}$$

- γ_{m1} - základní hodnota dílčího součinitele spolehlivosti; pro zdivo z plných cihel a maltu obyčejnou se rovná 2,0
- γ_{m2} - součinitel zahrnující vliv pravidelnosti vazby zdiva a vyplnění spár maltou
- γ_{m3} - součinitel zahrnující vliv zvýšené vlhkosti
- γ_{m4} - součinitel zahrnující vliv svislých a šikmých trhlin ve zdivu

Tabulka č.5 - Vyhodnocení a upřesnění pevnosti zdiva

zkušební místo (podlaží)	pevnost malty pevnost cihel			charakter. pevnost f_k [N/mm ²]	součinitele				návrhová pevnost [N/mm ²]
	třída	[N/mm ²]	výpočet		γ_{m1}	γ_{m2}	γ_{m3}	γ_{m4}	
1.NP - 2.NP	M 1,0 P 35	$f_m = 1,25$ $f_{bd} = 36,00$	viz kap. 5.1 viz kap. 5.2	4,8	2,00	1,00	1,00	1,00	2,41

Ze STP nosného zdiva vyplývá, že v 1.NP - 2.NP je provedeno cihelné zdivo z cihel plných pálených na maltu vápenocementovou. Při posouzení jeho únosnosti je možno uvažovat s návrhovou pevností zdiva v tlaku 2,41 N/mm², blíže viz výše uvedená tabulka č.5.

6.0 ŽB nosné konstrukce

Na ŽB konstrukcích napříč objektem byla zjišťována jejich pevnost betonu v tlaku, jednalo se o monolitické stěny a strop krytu CO v 1.PP, monolitický strop nad 1.NP a strop nad 2.NP z prefabrikovaných dutinových panelů. Na stropních konstrukcích nad 1.NP a 2.NP byl zjišťován i jejich tvar a vyztužení.

6.1 Pevnost betonu monolitických stěn a stropů

V rámci STP napříč celým objektem bylo odebráno celkem 16 vzorků z ŽB nosných konstrukcí (stěn a stropních desek) pomocí jádrového vrtáku jmenovitého průměru 75 mm s označením **N1 - N16**. Vzorky **N1 - N10** byly odebrány z krytu CO a vzorky **N11 - N16** ze stropní desky nad 1.NP. Vývrty **N6 - N16** byly odebírány z horního líce stropních desek. Umístění vývrtů je patrné z výkresové dokumentace.

Vývrty si převzal doc. Ing. Petr Cikrle, PhD., který z nich připravil zkušební tělesa a u nich zjistil rozměry, hmotnost, stanovil objemovou hmotnost, provedl pevnostní zkoušku v lisu, ultrazvukové měření, vyhodnotil dynamický modul pružnosti, sledoval karbonataci betonu vzorků atd., blíže viz příloha č.6 této zprávy [11].

Jednotlivé krychelné pevnosti v tlaku $f_{c,1:1}$ [N/mm²] zkušebních vzorků přepočítaných na válcovou pevnost $f_{c,is,2:1}$ [N/mm²] jsou uvedeny v následující tabulce č.6.

Tabulka č.6 - Pevnost betonu v tlaku $f_{c,1:1}$ (krychelná) a $f_{c,is,2:1}$ (válcová)

Podlaží	Převlek	Zkušební místo	Pevnost $f_{c,1:1}$ [N/mm ²]	faktor CLF [-]	Pevnost $f_{c,is,2:1}$ [N/mm ²]
1.PP	Stěna krytu CO	N1	14,6	0,82	12,0
		N2	8,4	0,82	6,9
		N3	20,3	0,82	16,6
		N4	9,5	0,82	7,8
		N5	13,8	0,82	11,3
1.PP	Stropní deska krytu CO	N6	16,8	0,82	13,8
		N7	26,1	0,82	21,4
		N8	17,7	0,82	14,5
		N9	32,4	0,82	26,6
		N10	16,5	0,82	13,5
1.NP	Stropní deska	N11	19,3	0,82	15,8
		N12	17,5	0,82	14,3
		N13	23,5	0,82	19,3
		N14	27,8	0,82	22,8
		N15	18,5	0,82	15,2
		N16	14,9	0,82	12,2

Vývrty byly z hlediska vyhodnocení charakteristické pevnosti betonu v tlaku rozděleny do třech skupin. Kvůli vysokému vzájemnému rozptylu jednotlivých pevností betonu byly výsledné pevnosti vyhodnocovány dle ČSN EN 13791 na základě logaritmicko-normálního vztahu.

Charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku stěn krytu CO v 1.PP vyšla na hodnotu $f_{ck, is, 2:1} = 4,6 \text{ MPa}$ a lze zařadit do pevnostní třídy **C 4/5**, která však není uvedena v ČSN EN 206 + A2. ČSN EN 206 + A2 uvažuje s nejnižší třídou betonu C 8/10, blíže viz příloha č.6.

Charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku stropní desky krytu CO nad 1.PP vyšla na hodnotu $f_{ck, is, 2:1} = 8,2 \text{ MPa}$ a lze zařadit do pevnostní třídy **C 8/10**, blíže viz příloha č.6. Avšak na základě dlouhodobých zkušeností, s ohledem na nejnižší zjištěnou válcovou pevnost z vývrtů $f_{c, is, 2:1} = 13,5 \text{ MPa}$, bychom odborným odhadem uvažovali u ŽB monolitické stropní desky krytu CO nad 1.PP s pevnostní třídou alespoň C 12/15.

Charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku stropní desky nad 1.NP vyšla na hodnotu $f_{ck, is, 2:1} = 9,9 \text{ MPa}$ a lze zařadit do pevnostní třídy **C 8/10**, blíže viz příloha č.6. Avšak na základě dlouhodobých zkušeností, s ohledem na nejnižší zjištěnou válcovou pevnost z vývrtů $f_{c, is, 2:1} = 12,2 \text{ MPa}$, bychom odborným odhadem uvažovali u ŽB monolitické stropní desky nad 1.NP s pevnostní třídou alespoň C 12/15.

Zjištěné objemové hmotnosti jednotlivých vzorků betonu ŽB stěn v 1.PP byly v rozmezí 2120 - 2205 kg/m³, průměrná hodnota je 2146 kg/m³, u stropní desky nad 1.PP byly v rozmezí 2151 - 2183 kg/m³, průměrná hodnota je 2173 kg/m³, u stropní desky nad 1.NP byly v rozmezí 2056 - 2167 kg/m³, průměrná hodnota je 2116 kg/m³, blíže viz příloha č.6.

Na vzorcích bylo dále provedeno ultrazvukové měření. Z objemových hmotností a rychlostí ultrazvuku byly vyhodnoceny dynamické moduly pružnosti betonu vzorků, které mají u ŽB stěn v 1.PP hodnoty 14,9 - 22,7 GPa, průměrný modul pružnosti je 20,6 GPa, u stropní desky nad 1.PP mají hodnoty 24,3 - 30,3 GPa, průměrný modul pružnosti je 28,5 GPa, u stropní desky nad 1.NP mají hodnoty 17,7 - 25,1 GPa, průměrný modul pružnosti je 20,8 GPa, blíže viz příloha č.6.

Karbonatace betonu vývrtů byla sledována informativním fenolftaleinovým testem na betonu vzorků po rozdrčení. Bylo zjištěno, že beton vývrtů stěn v 1.PP krytu byl zkarbonatovaný do hloubky od 39 mm až po více než 90 mm (celá délka vzorku). Beton vývrtů stropní desky nad 1.PP krytu byl zkarbonatovaný směrem z horního líce do hloubky od 4 mm do 13 mm, výjimkou byl vzorek N7 v němž byla pravděpodobně pracovní spára a částečně byl zkarbonatovaný po celé své délce >100 mm. Beton vývrtů stropní desky nad 1.NP směrem z horního líce byl zkarbonatovaný do hloubky od 2 mm po 8 mm, blíže viz příloha č.6.

6.2 Orientační pevnost betonu stropních panelů

V rámci STP byly provedeny nedestruktivní zkoušky pevností betonu ŽB dutinových panelů (dále značených D) Schmidovým tvrdoměrem typu NR na celkem 14 zkušebních místech, jejich rozmístění viz výkresová dokumentace. Pohled na některá vybraná zkušební místa viz foto č.26 a 27. Záznamy o zkouškách provedených v rámci tohoto průzkumu byly vyhodnoceny podle obecného kalibračního vztahu z ČSN 73 1373. Vyhodnocení zkoušek Schmidovým tvrdoměrem je uloženo u zhotovitele průzkumu. Výsledkem jsou hodnoty pevností f_R , souhrnně uvedené v příloze č.5 v tabulce č.11.

Hodnoty pevností f_R stanovených na základě nedestruktivních zkoušek byly upraveny součiniteli $\alpha_{f_i} = 0,90$ (stáří betonu) a $\alpha_w = 1,00$ (beton přirozeně vlhký a vlhký) se započtením součinitele upřesnění α . Tento součinitel byl stanoven pro prefabrikované betonové konstrukce odborným odhadem na základě dlouhodobých zkušeností hodnotou 0,60.

Hodnoty pevností zkoumaného betonu v tlaku f_c byly statisticky vyhodnoceny podle ČSN ISO 13822 jako jeden celek, přičemž metodika vyhodnocení je následující:

$$f_{ck} = f_{m,(n)} - S_f * k_n$$

- n - počet hodnot pevností
- $f_{m,(n)}$ - průměrná hodnota pevnosti
- s_f - výběrová směrodatná odchylka
- k_n - koeficient podle počtu měření
- f_{ck} - charakteristická krychelná pevnost betonu v tlaku

Tabulka č.7 - Statistické vyhodnocení zkoušek pevností betonu v tlaku

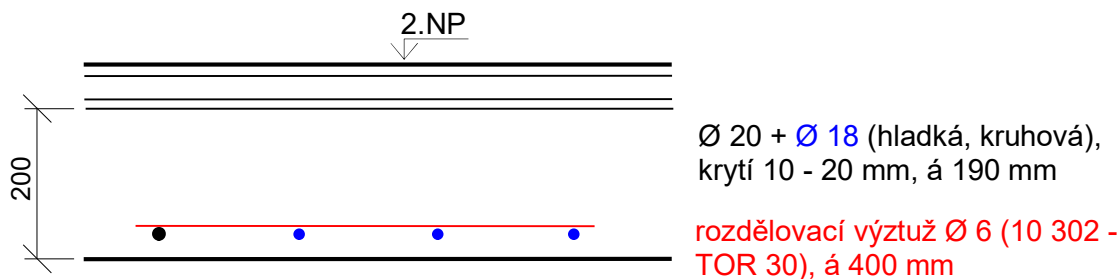
Boskovice, Svatopluka Čecha 1603/11c	Celkem
n	14
$f_{m,(n)}$ [N/mm ²]	29,09
s_f [N/mm ²]	3,22
k_n	1,86
f_{ck} [N/mm ²]	23,12
pevnostní třída dle ČSN EN 206-1	C 20/25

Podle zjištěné hodnoty charakteristické krychelné pevnosti betonu $f_{ck} = 23,12 \text{ MPa}$ a tabulky 1 ČSN EN 13791, lze betonu zkoumaných prefabrikovaných ŽB dutinových panelů nad 2.NP hodnocených jako jeden celek přiřadit pevnostní třídu dle ČSN EN 206-1 C 20/25, blíže viz tabulka č.7.

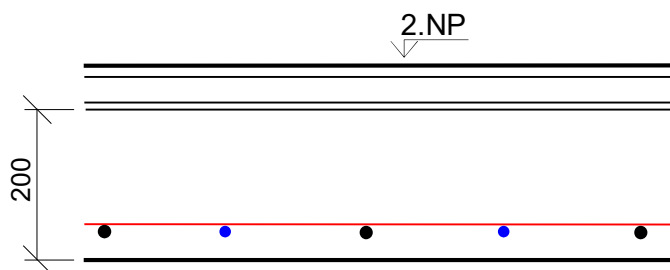
6.3 Zjištění tvaru a výztuže vodorovných nosných konstrukcí

U vybraných svislých i vodorovných nosných, převážně ŽB, konstrukcí byl zjišťován tvar, druh a množství použité výztuže elektromagnetickým indikátorem Profometer a následným osekáním krycí vrstvy betonu. Celkem bylo provedeno 7 sond s označením **A1 - A7**. Prvky jsou okótovány bez omítky. V obrázcích vyztužení prvků prázdná kolečka značí výztuž nalezenou pouze nedestruktivně. Umístění sond je vyznačeno ve výkresové dokumentaci. Zjištěné skutečnosti jsou zřejmé z následujících schématických obrázků a jejich popisů.

A1 ŽB monolitický strop nad 1.NP, foto č.28 a 29

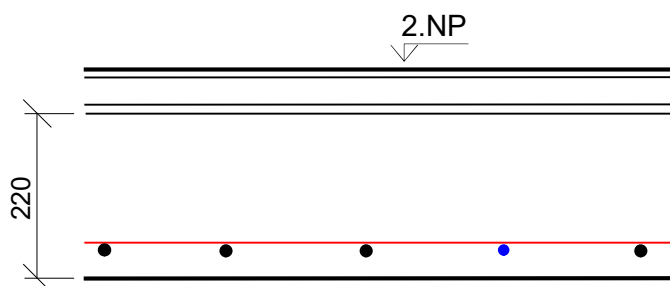


A2 ŽB monolitický strop nad 1.NP, foto č.30 a 31



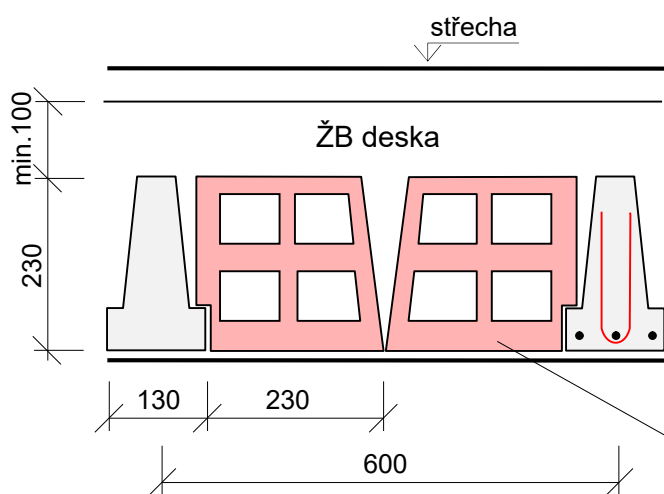
Ø 20 + Ø 18 (hladká, kruhová),
krytí 10 - 20 mm, á 200 mm
rozdělovací výztuž Ø 6 (10 302 -
TOR 30), á 330 mm

A3 ŽB monolitický strop nad 1.NP, foto č.32 a 33



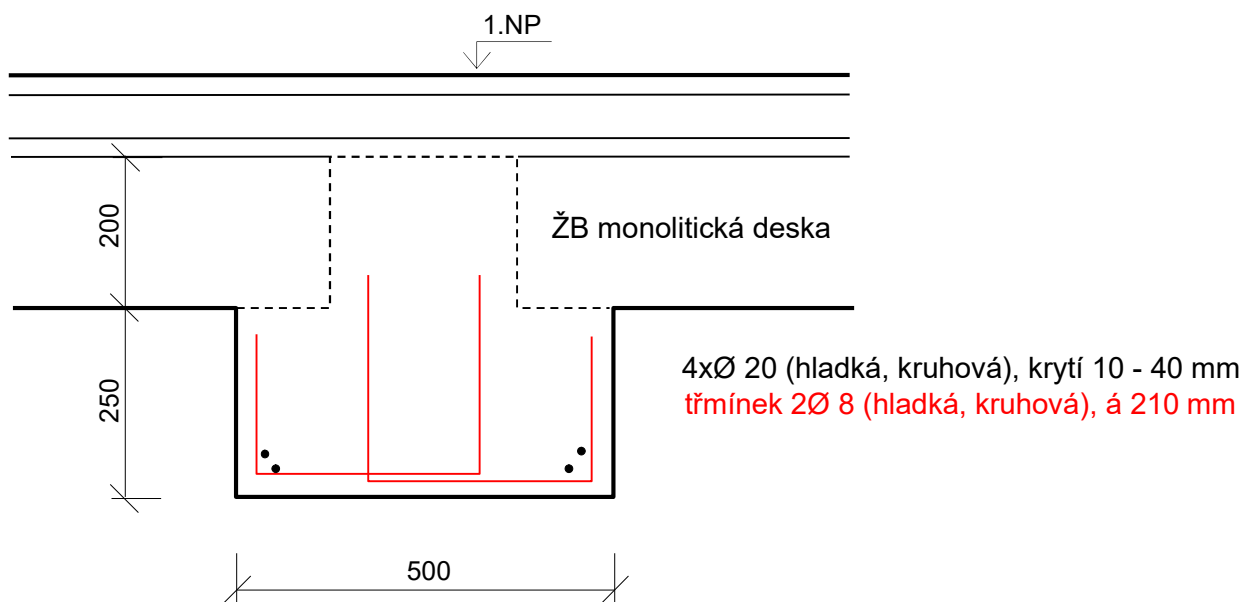
Ø 20 + Ø 18 (hladká, kruhová),
krytí 10 - 15 mm á 200 mm
rozdělovací výztuž Ø 6 (10 302 -
TOR 30), á 175 mm

A4 Keramobetonový strop nad 1.NP, foto č.34 - 36

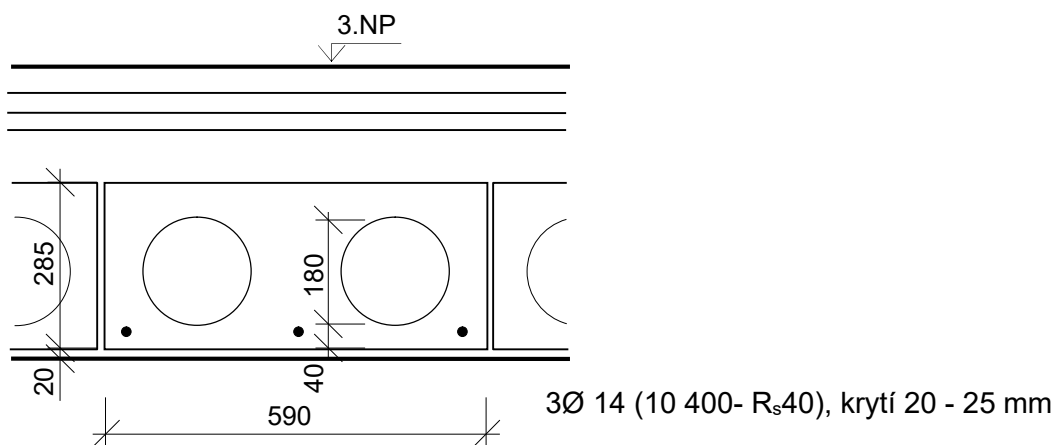


3Ø 8 (10 302 - TOR 30),
krytí 20 mm
třmínek Ø 6 (hladká, kruhová),
pravděpodobně vložky MIAKO

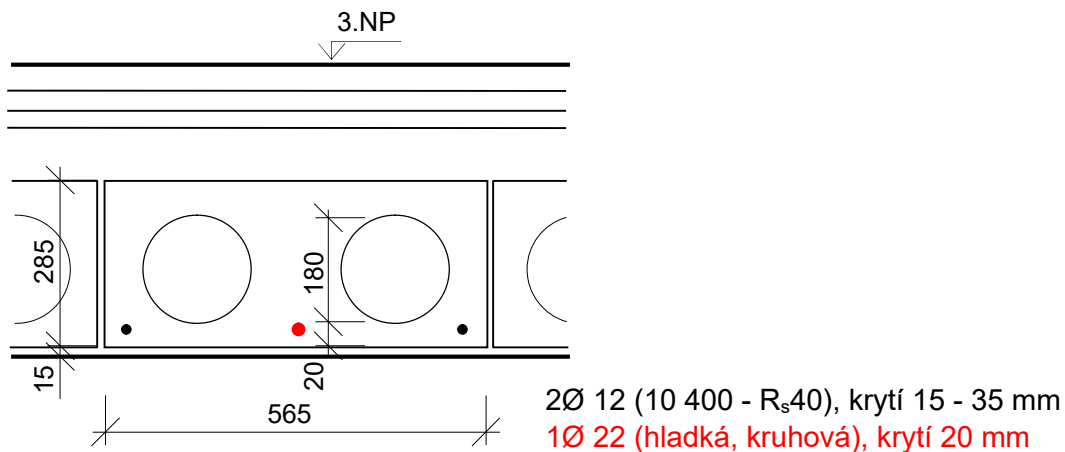
A5 ŽB průvlak nad 1.NP, foto č.37 - 39



A6 ŽB dutinový panel nad 2.NP, foto č.40 a 41



A7 ŽB dutinový panel nad 2.NP, foto č.42 - 44



7.0 Skladby podlah

Z důvodů zjištění skladeb a tloušťek jednotlivých vrstev podlah bylo do nich provedeno 14 vrtaných pomocí jádrového vrtáku jmenovitého průměru 50 mm nebo 75 mm s označením **P1 - P14** v 1.PP - 3.NP. Umístění sond je patrné z výkresové dokumentace.

Sonda P1

(1.PP - chodba v krytu CO, foto č.45)

	tl. (mm)	
• keramická dlažba	12	
• maltové lože	28	
• betonová mazanina	30	
• beton	70	
• asfaltová lepenka	12	
• <u>podkladní beton</u>	90	celkem cca 240 mm
• zemina		

Sonda P2

(1.PP - místnost v krytu CO, foto č.46)

	tl. (mm)	
• PVC	2	
• betonová mazanina	50	
• beton	90	
• asfaltová lepenka	12	
• <u>podkladní beton</u>	120	celkem cca 275 mm
• zemina		

Sonda P3

(1.NP - místnost, foto č.47)

	tl. (mm)	
• PVC	2	
• vlysy	22	
• litý asfalt	cca 4	
• betonová mazanina	65	
• škvárový násyp	30	
• asfaltová lepenka	1	
• <u>pískový násyp</u>	10	celkem cca 135 mm
• ŽB deska (vzorek N6)	280	
• malba	-	

Sonda P4

(1.NP - místnost, foto č.48)

	tl. (mm)	
• keramická dlažba	12	
• cementové lepidlo	3	
• maltové lože	20	
• betonová mazanina	50	
• štěrkový násyp	60	
• <u>asfaltová lepenka</u>	1	celkem cca 145 mm
• ŽB deska (vzorek N7)		

Sonda P5

(1.NP - místnost, foto č.49)

	tl. (mm)	
• vlysy	18	
• litý asfalt	3	
• betonová mazanina	120	
• škvárový násyp	25	celkem cca 165 mm
• ŽB deska (vzorek N8)	270	
• malba	-	

Sonda P6

(1.NP - chodba, foto č.50)

	tl. (mm)	
• keramická dlažba	12	
• cementové lepidlo	1	
• maltové lože	20	
• betonová mazanina	67	
• násyp (štěrkový)	55	celkem cca 155 mm
• ŽB deska (vzorek N9)	270	
• malba	-	

Sonda P7

(1.NP - exteriér nad krytem CO, foto č.51 a 52)

	tl. (mm)	
• ornice	200	
• spraš	350	
• škvárový násyp	130	
• betonová mazanina	130	
• asfaltová lepenka	2	celkem cca 810 mm
• ŽB deska (vzorek N10)	330	
• malba	-	

Sonda P8

(2.NP - chodba, foto č.53)

	tl. (mm)	
• keramická dlažba	12	
• cementové lepidlo	1	
• maltové lože	17	
• betonová mazanina	65	
• násyp (štěrkový)	10	celkem cca 105 mm
• ŽB deska (vzorek N11)	210	
• omítka	30	

Sonda P9

(2.NP - místnost, foto č.54)

	tl. (mm)	
• vlysy	18	
• litý asfalt	3	
• betonová mazanina	50	
• škvárový násyp	50	celkem cca 120 mm
• ŽB deska (vzorek N12)	200	
• malba	-	

Sonda P10

(2.NP - umývárna, foto č.55)

	tl. (mm)	
• keramická dlažba	10	
• cementové lepidlo	1	
• maltové lože	16	
• betonová mazanina	60	
• násyp (štěrkový)	15	
• <u>asfaltová lepenka</u>	1	celkem cca 105 mm
• ŽB deska (vzorek N13)	210	
• malba	-	

Sonda P11

(2.NP - místnost, foto č.56)

	tl. (mm)	
• vlysy	18	
• litý asfalt	3	
• betonová mazanina	60	
• <u>škvárový násyp</u>	30	celkem cca 110 mm
• ŽB deska (vzorek N14)	205	
• malba	-	

Sonda P12

(2.NP - chodba, foto č.57)

	tl. (mm)	
• keramická dlažba	12	
• cementové lepidlo	1	
• maltové lože	16	
• betonová mazanina	70	
• násyp (štěrkový)	10	
• <u>asfaltová lepenka</u>	1	celkem cca 110 mm
• ŽB deska (vzorek N15)	225	
• malba	-	

Sonda P13

(2.NP - místnost, foto č.58)

	tl. (mm)	
• vlysy	18	
• litý asfalt	3	
• betonová mazanina	60	
• <u>škvárový násyp</u>	25	celkem cca 105 mm
• ŽB deska (vzorek N16)	220	
• malba	-	

Sonda P14

(3.NP - skladba původní ploché střechy, foto č.59 a 60)

	tl. (mm)	
• asfaltové pásy	30	
• plynosilikát	90	
• pískový násyp	35	
• asfaltové pásy	12	
• betonová mazanina	50	
• plynosilikát	110	celkem cca 320 mm
• ŽB dutinové panely ve spádu	295	
• omítka	20	

8.0 Ostatní stavební konstrukce

- ŽB i ocelové schodiště v objektu je funkční, foto č.63. Schodiště však bude nutno řešit z požárního hlediska - protipožární nátěr ocelového schodiště, další únikové požární schodiště apod.
- U půdní vestavby nebyly vizuální prohlídkou zjištěny žádné závažné statické vady ani poruchy, dřevo není zatím napadeno ani dřevokaznými škůdci, foto č.64 - 67. Zda bude možno konstrukce i nadále využívat musí rozhodnout statik.
- Doporučovali bychom provést jinou střešní krytinu, protože stávající krytina z bitumenových šindelů nemívá dlouhou životnost, foto č.68.
- Nový střešní plášť s řádným zateplením doporučujeme provést i nad spojovacím krčkem, foto č.69.
- U komínového tělesa se v horní části začíná drolit a vypadávat spárovací malta, foto č.70.
- Pravděpodobně již bude nutná výměna všech výplní otvorů ve fasádách.

9.0 Závěr

Tímto STP bylo zjištěno, že je objekt vzhledem ke stáří objektu v relativně dobré kondici, avšak bude nutné v nejbližší době provést několik opatření zabraňující zatékání do objektu a krytu CO.

V rámci STP byla zjišťována pevnost zdiva a ŽB nosných konstrukcí. U zdiva byla zjištěna návrhová pevnost zdiva v tlaku 2,41 MPa. U ŽB nosných konstrukcí byla zjištěna relativně nízká pevnost betonu v tlaku způsobená vysokým rozptylem výsledků zkoušek daných nerovnoměrností použitého betonu. I přes relativně nepříznivé výsledky pevností betonu v tlaku nejsou na svislých ani vodorovných nosných konstrukcích napříč objektem patrné žádné závažnější vady a poruchy.

Poznatky zjištěné tímto STP budou využity v následných projekčních pracích uvažované rekonstrukce a pro statické posouzení vybraných konstrukcí.

V Brně dne 03.05.2024

Příloha č.1 - Fotodokumentace

1.



2.



3.



4.



5.



6.



7.



8.



9.



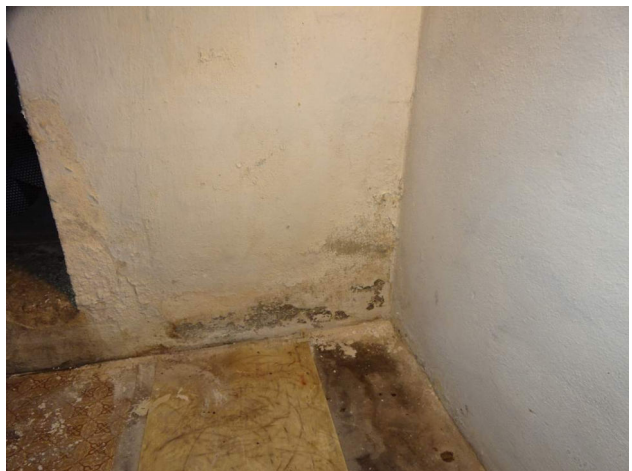
10.



11.



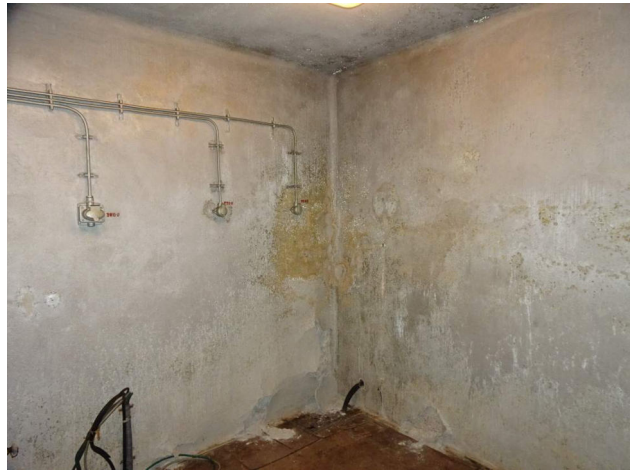
12.



13.



14.



15.



16.



17.



18.



19.



20.



21.



22.



23.



24.



25.



26.

27.



28.



29.



30.



31.



32.



33.



34.



35.



36.



37.



38.



39.



40.



41.



42.



43.



44.



45.



46.



47.



48.





49.



50.



51.



52.



53.



54.



55.



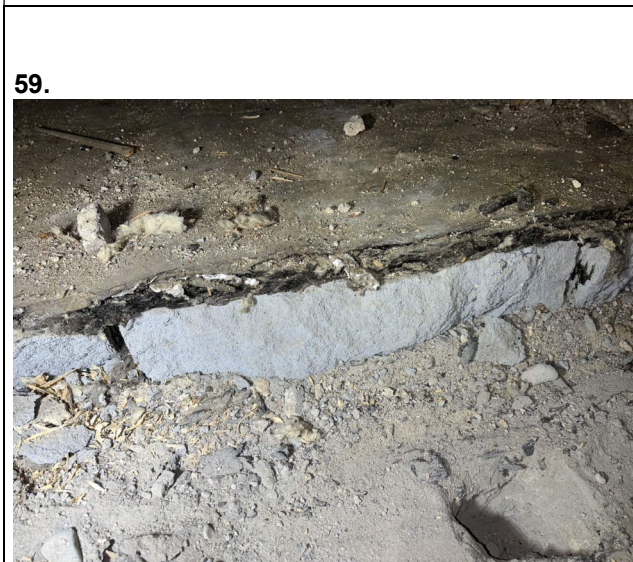
56.



57.



58.



59.

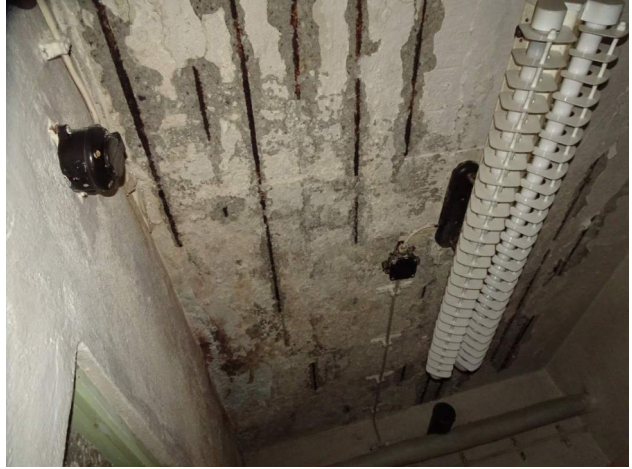


60.

61.



62.



63.



64.



65.



66.



67.



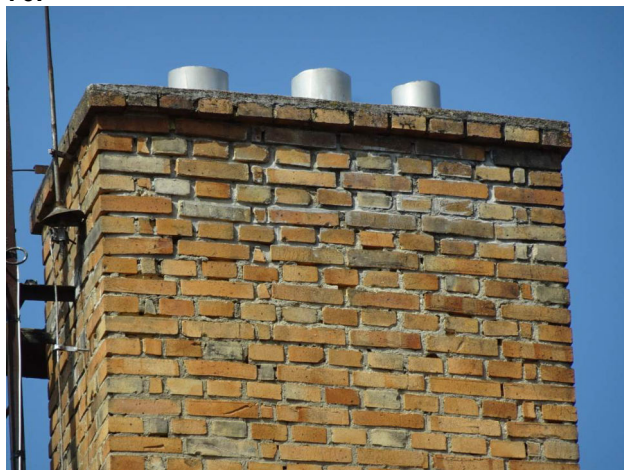
68.



69.



70.



Příloha č.2 - Pevnost zdící malty v tlaku

Tabulka č.8

zkušební místo			hloubky vtů				pevnost	meze	
			d ₁ [mm]	d ₂ [mm]	d ₃ [mm]	d _m [mm]		f _m [N/mm ²]	min. [mm]
1.NP	Z1	1	32	28	29	30	1,3	21,0	39,0
		2	28	26	35	30	1,3	21,0	39,0
	Z2	3	24	28	29	27	1,4	18,9	35,1
		4	30	45	35	37	1,0	25,9	48,1
	Z3	5	30	30	31	30	1,3	21,0	39,0
		6	24	27	28	26	1,5	18,2	33,8
	Z4	7	29	30	25	28	1,4	19,6	36,4
		8	18	23	22	21	1,8	14,7	27,3
	Z5	9	28	33	32	31	1,3	21,7	40,3
		10	33	36	36	35	1,1	24,5	45,5
	Z6	11	31	31	32	31	1,3	21,7	40,3
		12	30	30	35	32	1,2	22,4	41,6
2.NP	Z7	13	40	25	30	32	1,2	22,4	41,6
		14	28	33	25	29	1,3	20,3	37,7
	Z8	15	35	28	20	28	1,4	19,6	36,4
		16	30	30	30	30	1,3	21,0	39,0
	Z9	17	35	22	25	27	1,4	18,9	35,1
		18	26	32	33	30	1,3	21,0	39,0
	Z10	19	30	30	32	31	1,3	21,7	40,3
		20	35	38	32	35	1,1	24,5	45,5
	Z11	21	32	28	44	35	1,1	24,5	45,5
		22	33	40	36	36	1,1	25,2	46,8
	Z12	23	28	30	35	31	1,3	21,7	40,3
		24	28	27	34	30	1,3	21,0	39,0

Příloha č.3 - Vyhodnocení zkoušek pevnosti cihel Schmidtovým tvrdoměrem LB

Tabulka č.9 - Upřesněné hodnoty pevností v tlaku cihel plných

zkušební místo			pevnost f_R [N/mm ²]
1.NP	Z1	1	34,1
		2	35,1
	Z2	3	35,1
		4	37,0
	Z3	5	35,8
		6	34,7
	Z4	7	41,7
		8	41,6
	Z5	9	39,6
		10	33,4
	Z6	11	29,8
		12	35,0
2.NP	Z7	13	37,9
		14	40,1
	Z8	15	38,0
		16	38,4
	Z9	17	33,9
		18	33,7
	Z10	19	33,9
		20	36,0
	Z11	21	39,0
		22	39,0
	Z12	23	39,3
		24	42,2

Příloha č.4 - Stanovení součinitele upřesnění pevnosti v tlaku použitých cihel

Tabulka č.10

zkušební místo	zkušební vzorek	pevnost nedestruktivních zkoušek f_R [N/mm ²]	krychelná pevnost celé cihly $f_{b,u}$ [N/mm ²]	součinitel upřesnění α
3	C1a	33,7	40,2	1,191
3	C1b	33,7	30,8	0,913
8	C2	40,1	46,0	1,148
18	C3a	32,4	29,5	0,910
18	C3b	32,4	29,5	0,910
20	C4	34,6	39,2	1,133
		207,0	215,2	1,040

Příloha č.5 - Vyhodnocení zkoušek pevnosti betonu

Tabulka č.11 - Upřesněné hodnoty pevností betonu v tlaku

Zkušební místo			Pevnost betonu		
			f_R	$f_{R \cdot \alpha_t \cdot \alpha_w}$	f_c
			[N/mm ²]		
2.NP	stropní dutinové panely	1 D	58,8	52,9	31,8
		2 D	56,6	50,9	30,6
		3 D	57,8	52,0	31,2
		4 D	39,6	35,7	21,4
		5 D	49,2	44,3	26,6
		6 D	60,2	54,2	32,5
		7 D	44,7	40,2	24,1
		8 D	59,6	53,6	32,2
		9 D	54,2	48,8	29,3
		10 D	52,3	47,1	28,2
		11 D	52,4	47,2	28,3
		12 D	58,6	52,7	31,6
		13 D	54,0	48,6	29,2
		14 D	56,2	50,6	30,3

HS1224540004_9

Protokol o zkouškách vzorků betonu a cihel odebraných z konstrukce

Objekt: **Boskovice, Svatopluka Čecha 1603/11c**

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 13 stran textu a je vypracován ve 4 tištěných vyhotoveních a v elektronické podobě (paré „0“).



doc. Ing. Petr Cikrle, Ph.D.

odpovědný řešitel

doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.

vedoucí Ústavu stavebního zkušebnictví

Počet vyhotovení: **4**

Vyhotovení číslo: **0**

Zpracováno dne: 29. 4. 2024

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@vut.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 9. 1. 2024, upřesněná dne 17. 4. 2024.

Předmět řešení: Laboratorní zkoušky betonu na vývrtech o jmenovitém průměru \varnothing 75 mm z betonu stěny v 1. PP krytu CO a ze stropních desek nad 1. PP a 1. NP objektu na ulici Svatopluka Čecha 1603/11c v Boskovicích. Dále zkoušky cihel na vývrtech o jmenovitém průměru \varnothing 50 mm ze stěn v 1. NP a 2. NP téhož objektu.

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 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 13791 Posuzování pevnosti betonu v tlaku v konstrukcích a v prefabrikovaných betonových dílcích. Praha: ČNI, 2021.

ČSN EN 206 + A2 Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda. Praha: ČNI, 2021.

ČSN EN 771-1 Specifikace zdicích prvků - Část 1: Pálené zdicí prvky

ČSN EN 772-1 +A1 – Zkušební metody pro zdicí prvky – Část 1: Stanovení pevnosti v tlaku

2. Výsledky zkoušek betonu vývrtů

2.1 Údaje o vzorcích betonu

Vzorky do laboratoře dodal objednatel zkoušek. Bylo dodáno 16 jádrových vývrtů z betonu o jmenovitém průměru \varnothing 75 mm, označené N 1 až N 16 – viz obr. 1 až 3.



Obr. 1: Zkušební vzorky N 1 až N 5 odebrané ze stěny krytu CO v 1. PP.



Obr. 2: Zkušební vzorky N 6 až N 10 odebrané ze stropní desky nad 1. PP krytu CO.



Obr. 3: Zkušební vzorky N 11 až N 16 odebrané ze stropní desky nad 1. NP objektu.

Ve všech případech se jednalo o obyčejný hutný beton s těžným hrubým kamenivem frakce do 16 mm (velikost zrn až 30 mm). Jednotlivé vzorky se lišily barvou a pórovitostí tmelu – vizuálně nejhorší kvality byl beton ve vzorcích N 2 a N 4, kde byl tmel po vrtání mírně vydrolený, což obvykle značí pevnost v tlaku nižší než 10 MPa.

2.2 Zkoušky betonu vývrtů

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. 4 až 6.



Obr. 4: Zkušební tělesa N 1 až N 5 ze stěny krytu CO se štíhlostním poměrem 1:1.



Obr. 5: Zkušební tělesa N 6 až N 10 z desky nad 1. PP se štíhlostním poměrem 1:1.



Obr. 6: Zkušební tělesa N 11 až N 16 z desky nad 1. NP se štíhlostním poměrem 1:1.

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	Prvek/podlaží	Průměr d	Výška h	Hmotnost m_r	Objemová hm. přirozená D_r
		[mm]	[mm]	[g]	[kg/m ³]
N 1	Stěna krytu v 1.PP	72,3	74,2	646,2	2121
N 2	Stěna krytu v 1.PP	72,3	74,4	648,4	2123
N 3	Stěna krytu v 1.PP	72,3	73,9	669,1	2205
N 4	Stěna krytu v 1.PP	72,4	74,4	649,4	2120
N 5	Stěna krytu v 1.PP	72,3	74,2	657,8	2159
<i>Minimum</i>					2120
Průměr					2146
N 6	Strop. deska nad 1.PP	74,9	73,8	709,9	2183
N 7	Strop. deska nad 1.PP	74,6	74,1	703,6	2172
N 8	Strop. deska nad 1.PP	74,8	74,0	708,1	2178
N 9	Strop. deska nad 1.PP	74,8	74,3	712,2	2181
N 10	Strop. deska nad 1.PP	71,8	74,0	644,6	2151
<i>Minimum</i>					2151
Průměr					2173
N 11	Strop. deska nad 1.NP	72,2	74,2	627,4	2065
N 12	Strop. deska nad 1.NP	72,0	73,8	637,1	2120
N 13	Strop. deska nad 1.NP	72,1	74,0	652,8	2161
N 14	Strop. deska nad 1.NP	72,1	73,9	653,9	2167
N 15	Strop. deska nad 1.NP	72,2	74,2	645,5	2125
N 16	Strop. deska nad 1.NP	72,2	73,9	622,0	2056
<i>Minimum</i>					2056
Průměr					2116

Objemová hmotnost betonu se pohybovala od 2056 kg/m³ do 2205 kg/m³, rozdíly mezi jednotlivými soubory nebyly velké.

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 dle ČSN 73 2011 použit zmenšovací součinitel $\kappa_u = 0,62$ až $0,71$, podle pevnosti v tlaku betonu.

Tab. 2: Ultrazvuková měření na vzorcích betonu

Označení tělesa	Rychlost UZ vlnění v_L [m/s]				Modul pruž. E_{cu} [GPa]	Modul pruž. E_c [GPa]
	"1"	"2"	"3"	Průměr	dynamický	statický - odhad
N 1	3240	3327	3254	3270	20,4	12,7
N 2	2840	2735	2787	2790	14,9	9,2
N 3	3770	3770	3829	3790	28,5	20,2
N 4	2929	2873	3062	2950	16,6	10,3
N 5	3419	3388	3451	3420	22,7	14,1
<i>Minimum</i>				2790	14,9	9,2
Průměr				3244	20,6	13,3
N 6	3804	3785	3727	3770	27,9	17,3
N 7	3880	3963	3984	3940	30,3	21,5
N 8	3524	3541	3507	3520	24,3	15,1
N 9	3911	3890	3931	3910	30,0	21,3
N 10	3957	3936	3895	3930	29,9	18,5
<i>Minimum</i>				3520	24,3	15,1
Průměr				3814	28,5	18,8
N 11	3298	3226	3171	3230	19,4	12,0
N 12	3037	3050	3050	3050	17,7	11,0
N 13	3491	3610	3663	3590	25,1	17,8
N 14	3536	3502	3553	3530	24,3	17,3
N 15	3118	3066	3118	3100	18,4	11,4
N 16	3329	3284	3241	3280	19,9	12,3
<i>Minimum</i>				3050	17,7	11,0
Průměr				3297	20,8	13,6

Z hlediska rychlosti šíření ultrazvukového vlnění splňuje parametry alespoň průměrného betonu (nad 3700 m/s) pouze několik vzorků betonu zejména ze stropní desky nad 1. PP. Ve zbývajících dvou souborech (beton stěn v 1 PP a stropní deska nad 1. NP) je beton diskutabilní (3000 - 3700 m/s) nebo vyloženě špatné kvality (pod 3000 m/s, vzorky N 2 a N 4).

Výsledky zkoušek pevnosti v tlaku betonu ve stavu jak byl dodán (po kondicionování na přirozenou vlhkost) 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 $f_{c,is}$ ($f_{c,2:1}$) pomocí součinitele $CLF = 0,82$.

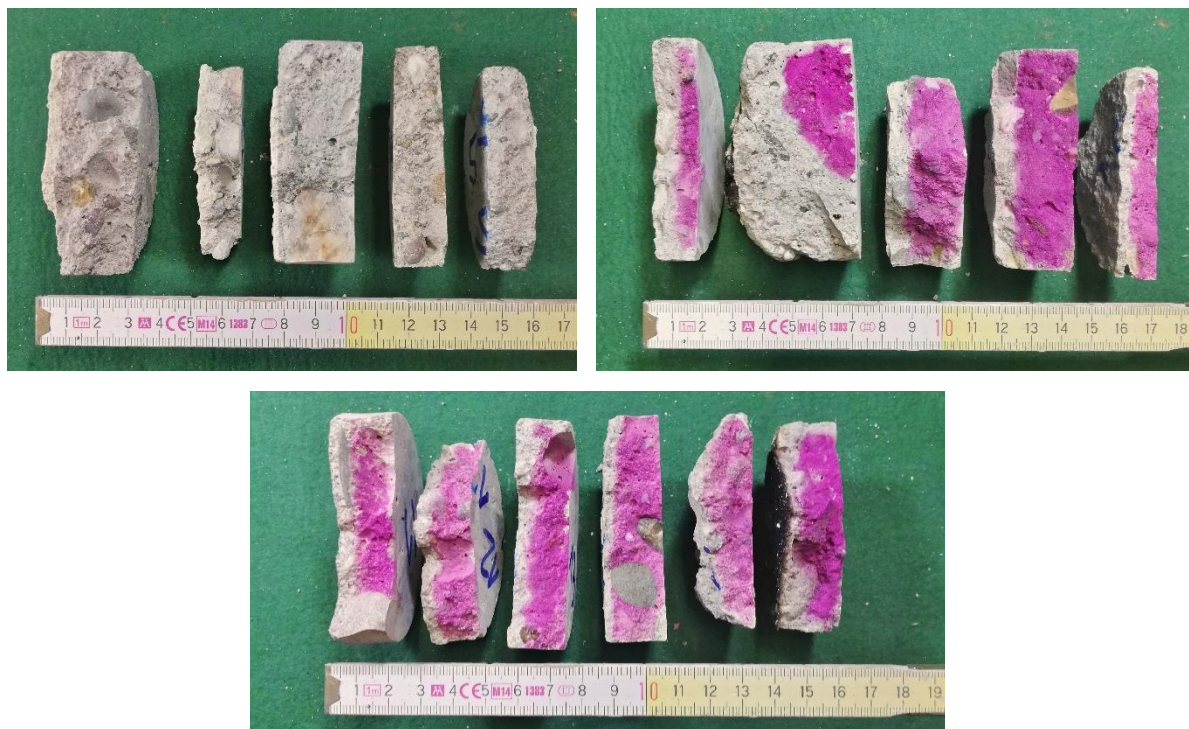
Tab. 3 Pevnost v tlaku betonu $f_{c,1:1}$ (krychelná) a $f_{c,2:1} = f_{c,ls}$ (válcová)

Označ. tělesa	maxim. síla F	štíhlost λ	pevnost $f_{c,1:1}$ ($f_{c,cube}$)	faktor CLF	pevnost $f_{c,2:1}$ ($f_{c,cyl}$)
	[kN]	[-]	[MPa]	[-]	[MPa]
N 1	60,0	1,03	14,6	0,82	12,0
N 2	34,5	1,03	8,4	0,82	6,9
N 3	83,3	1,02	20,3	0,82	16,6
N 4	39,3	1,03	9,5	0,82	7,8
N 5	56,7	1,03	13,8	0,82	11,3
<i>Minimum</i>			8,4		6,9
Průměr			13,3		10,9
N 6	74,1	0,99	16,8	0,82	13,8
N 7	114,2	0,99	26,1	0,82	21,4
N 8	77,7	0,99	17,7	0,82	14,5
N 9	142,5	0,99	32,4	0,82	26,6
N 10	66,7	1,03	16,5	0,82	13,5
<i>Minimum</i>			16,5		13,5
Průměr			21,9		18,0
N 11	79,0	1,03	19,3	0,82	15,8
N 12	71,2	1,03	17,5	0,82	14,3
N 13	96,1	1,03	23,5	0,82	19,3
N 14	113,3	1,02	27,8	0,82	22,8
N 15	75,7	1,03	18,5	0,82	15,2
N 16	60,8	1,02	14,9	0,82	12,2
<i>Minimum</i>			14,9		12,2
Průměr			20,2		16,6

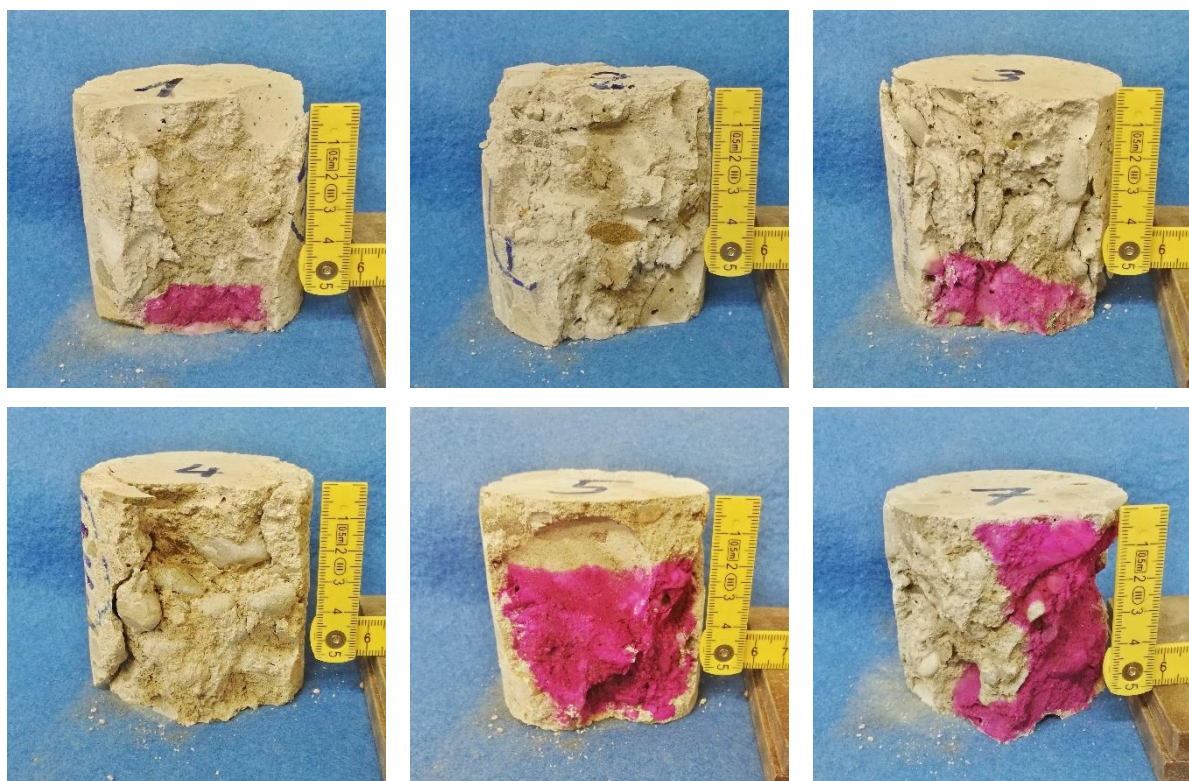
Pevnost v tlaku in situ značně kolísala od 6,9 MPa až do 26,6 MPa. Beton ve všech třech částech konstrukce byl nerovnoměrný. Nejhorší kvalita byla zaznamenána ve stěnách krytu CO, kde zejména vzorky N 2 a N 4 (odlišné vizuálně i z hlediska rychlosti šíření ultrazvukového vlnění) měly velmi nízkou pevnost v tlaku.

2.3 Stanovení hloubky karbonatce betonu

Na všech zkušebních tělesech byla stanovena hloubka karbonatce pomocí fenolftaleinového testu – viz obr. 7 a 8. Výsledky měření hloubky karbonatce jsou uvedeny v tab. 4.



Obr. 7: Stanovení hloubky karbonatace fenolftaleinovým testem na krajních odřezcích betonových jader. U vzorků ze stěny krytu CO nebyla na odřezku zjištěna žádná reakce, a proto k doměření došlo po rozdrčení tělesa.



Obr. 8: Doměření hloubky karbonatace stanovené fenolftaleinovým testem na zkušebních tělesech N 1, N 2, N 3, N 4, N 5 a N 7 po rozdrčení. U zkušebních těles N 2 a N 4 byl zkarbonatovaný celý průřez, zvláštní způsob karbonatace u tělesa N 7 je dán tím, že zřejmě byla navrtána pracovní spára mezi dvěma vrstvami betonu zcela rozdílné kvality.

Tab. 4 Hloubka karbonatice změřená u jednotlivých vzorků betonu

Vzorek stěna krytu v 1.PP	Karbonatice d [mm]	Vzorek deska nad 1.PP	Karbonatice d [mm]	Vzorek deska nad 1.NP	Karbonatice d [mm]
N 1	85	N 6	9	N 11	5
N 2	>85	N 7	13 / >100 *)	N 12	4
N 3	85	N 8	7	N 13	4
N 4	>90	N 9	7	N 14	3
N 5	39	N 10	4	N 15	3
-	-	-	-	N 16	2-8

Poznámka: *) U vzorku N 7 pravděpodobně navrtána pracovní spára mezi dvěma kvalitativně odlišnými vrstvami betonu.

2.4 Vyhodnocení zkoušek pevnosti v tlaku betonu

Beton byl zpočátku rozčleněn na 3 soubory:

- A) Beton stěn krytu CO v 1. PP;
- B) Beton stropní desky nad 1. PP;
- C) Beton stropní desky nad 1. NP.

Vyhodnocení zkoušek betonu nebylo v tomto případě jednoduché z důvodu jeho nerovnoměrnosti – hodnoty pevnosti v tlaku značně kolísaly jak mezi jednotlivými zkušebními soubory, tak i uvnitř těchto souborů. Na základě výsledků zkoušek byl beton posuzován nejprve zvlášť pro jednotlivé soubory, dále pak byly společně posuzovány obě stropní desky (nad 1. PP a 1. NP). Charakteristická pevnost v tlaku in situ $f_{ck,is}$ se podle normy ČSN EN 13791 odhadne jako menší hodnota ze dvou výpočtů (kritérií pro průměrnou hodnotu a minimální hodnotu):

$$f_{ck,is} = f_{c,m(n)is} - k_n s$$

$$f_{ck,is} = f_{c,is,lowest} + M$$

kde

$f_{ck,is}$ je charakteristická pevnost betonu v tlaku v konstrukci ($f_{c,2:1}$, válcová),

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

$f_{c,is,lowest}$ je nejmenší pevnost v tlaku (válcová) 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, uvedený v ČSN EN 13791 nebo v ČSN 73 0038.

M je hodnota založená na hodnotě $f_{c,is,lowest}$ (M = 1 až 4 MPa).

Podle článku 8.1(5) normy ČSN EN 13791 je povoleno používat i logaricko-normální vztah za použití vzorců uvedených v EN 1990:2002.

2.4.1 Vyhodnocení betonu za pomoci normálního rozdělení

Nejprve byl použit standardní výpočet z normálního rozdělení. Hodnoty charakteristických pevností v tlaku betonu jednotlivých i sdružených souborů, včetně vyřazení statisticky odlehle nejvyšší hodnoty N 9 jsou uvedeny v tab. 5.

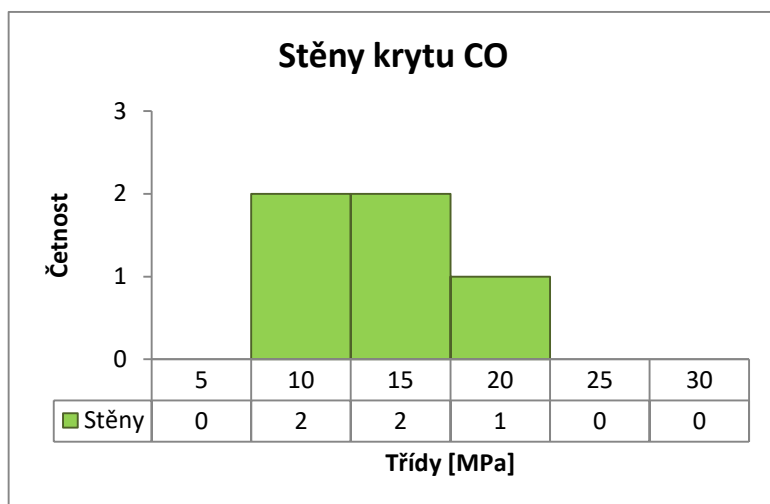
Tab. 5 Vyhodnocení betonu v případě normálního rozdělení

Zkušební oblast	$f_{m(n),is}$	k_n	s_x	V_x	$f_{ck,is,2:1}$	Pevnostní třída
Stěny krytu CO v 1.PP	10,9	2,33	3,87	0,354	1,9	nelze zatřídit
Deska nad 1.PP	18,0	2,33	5,82	0,324	4,4	(C 4/5)
Deska nad 1.NP	16,6	2,18	3,81	0,230	8,3	C 8/10
Obě desky 1.PP a 1.NP	17,2	1,904	4,62	0,268	8,4	C 8/10
Obě desky bez N9	16,3	1,92	3,60	0,221	9,4	C 8/10

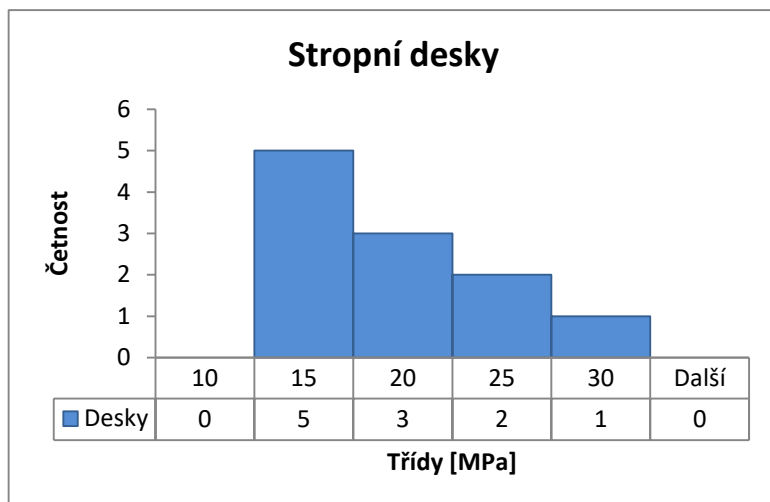
Jak je patrné z výsledků uvedených v tab. 5, je značný problém se zatříděním těchto souborů betonu, u nichž je vysoká hodnota variačního součinitele V_x , znamenající nerovnoměrný beton. Proto bylo dále provedeno vyhodnocení podle logaricko-normálního vztahu.

2.4.2 Vyhodnocení betonu za pomoci logaricko-normálního rozdělení

Jak ukazují histogramy četnosti pevnosti v tlaku betonu ze stěn krytu CO (obr. 9) a ze stropních desek (obr. 10), odpovídá rozdělení hodnot pevností v tlaku opravdu spíše logaricko-normálnímu rozdělení. Vyhodnocení betonu podle tohoto rozdělení je uvedeno v tab. 6.



Obr. 9: Histogram četnosti pevnosti v tlaku betonu ze stěn krytu CO v 1. PP.



Obr. 10: Histogram četnosti pevnosti v tlaku betonu ze stropních desek nad 1. PP a 1. NP.

Tab. 6 Vyhodnocení betonu v případě normálního rozdělení

Zkušební oblast	$f_{m(n),is}$	k_n	s_x	V_x	$f_{ck,is,2:1}$	Pevnostní třída
Stěny krytu CO v 1.PP	10,9	2,33	3,87	0,354	4,6	(C 4/5)
Deska nad 1.PP	18,0	2,33	5,82	0,324	8,2	C 8/10
Deska nad 1.NP	16,6	2,18	3,81	0,230	9,9	C 8/10
Obě desky 1.PP a 1.NP	17,2	1,904	4,62	0,268	10,1	C 8/10
Obě desky bez N9	16,3	1,92	3,60	0,221	10,4	C 8/10

Jak je patrné z výsledků uvedených v tab. 6, došlo ke zlepšení zatřídění betonu u stěn krytu na (C 4/5), která není uvedena v ČSN EN 206 + A2, a proto je uvedena v závorce. Rovněž došlo ke zlepšení zatřídění betonu samotné desky nad 1. PP na pevnostní třídu C 8/10. Přes určité zvýšení hodnot charakteristické pevnosti v případě sdružení obou desek do společného souboru však nebylo dosaženo hodnoty 12,0 MPa, která je nutná pro zatřídění betonu do pevnostní třídy C 12/15.

3. Zkoušky cihel

3.1 Údaje o vzorcích cihel

Vzorky do laboratoře dodal objednatel zkoušek. Byly dodány 4 jádrové vývrty z cihel o jmenovitém průměru \varnothing 50 mm, v délkách od 70 mm do 130 mm – viz obr. 11. Vzorky byly značeny C 1 až C 4. Z dodaných 4 jádrových vývrťů bylo vyrobeno celkem 6 zkušebních těles – viz obr. 12.



Obr. 11: Zkušební vzorky cihel odebrané jádrovým vrtákem o průměru \varnothing 50 mm ze stěn v 1. NP objektu (C 1, C 2) a 2. NP objektu (C 3, C 4).



Obr. 12: Zkušební tělesa ve tvaru válce 1:1 vyrobená ze vzorků C 1 až C 4.

3.2. Výsledky zkoušek cihel

Zkušební tělesa byla kondicionována na předepsanou vlhkost 6 % a následně podrobena zkouškám. Výsledky zkoušek objemové hmotnosti jsou uvedeny v tab. 7.

Výsledky stanovení pevnosti v tlaku reprezentativních částí zdících prvků $f_{b,p}$, následně přepočtené jednak na normalizované pevnosti v tlaku zdících prvků f_b , jednak na pevnost v tlaku celých prvků $f_{b,u}$, jsou uvedeny v tab. 8.

Tab. 7 Rozměry a objemová hmotnost reprezentativních částí cihel ve stavu přirozeně vlhkém

Označení		Průměr d	Délka l	Hmotnost m_r	Objemová hmotnost ρ_r [kg/m³]	
Vzorek	Těleso	[mm]	[mm]	[kN]	Jednotlivá	Průměr
C 1	1	48,1	49,3	157,60	1759	1761
	2	48,2	49,5	159,30	1764	
C 2	1	48,2	49,5	168,60	1867	1867
C 1	1	48,2	49,5	157,80	1747	1745
	2	48,2	49,5	157,50	1744	
C 4	1	48,2	49,3	164,20	1825	1825
<i>Minimum</i>						1745
Průměr						1800

Průměrné hodnoty objemové hmotnosti vzorků cihel od 1745 do 1867 kg/m³ svědčí u hutném střepe a nižší nasákavosti.

Tab. 8 Pevnost v tlaku reprezentativních částí cihel ze stěn ve stavu přirozeně vlhkém

Označení		Max. síla F	Pevnost v tlaku tělesa $f_{b,p}$	Normalizovaná pevnost v tlaku f_b [MPa]		Pevnost celé cihly $f_{b,u}$ [MPa]	
Vzorek	Těleso	[kN]	[MPa]	Jednotlivá	Průměr	Jednotlivá	Průměr
C 1	a	66,1	36,4	30,9	27,3	40,2	35,5
	b	50,9	27,9	23,7		30,8	
C 2	a	76,1	41,7	35,5	35,5	46,0	46,0
C 1	a	48,7	26,7	22,7	22,7	29,5	29,5
	b	48,8	26,7	22,7		29,5	
C 4	a	64,8	35,5	30,2	30,2	39,2	39,2
<i>Minimální hodnota</i>					22,7		29,5
Střední hodnota					28,9		37,6

4. Závěr

Na 16 jádrových vývrtech z betonu stěn krytu CO a betonu stropních desek nad 1. PP a 1. NP objektu na ulici Svatopluka Čecha 1603/11c v Boskovicích byly stanoveny vlastnosti betonu – objemová hmotnost betonu, dynamický ultrazvukový modul pružnosti (z něho proveden výpočtem odhad statického modulu pružnosti) a pevnost v tlaku betonu. Výsledky dosažené na jednotlivých zkušebních tělesech včetně hloubky karbonatice jsou uvedeny v tab. 1 až tab. 4 tohoto protokolu.











Na základě vyhodnocení výsledků zkoušek betonu s využitím vztahů pro logaricko-normální rozdělení lze konstatovat, že se jedná o nerovnoměrný beton poměrně nízké kvality. Právě z důvodu nerovnoměrnosti a rovněž díky řadě nízkých výsledků pevnosti v tlaku lze beton zařadit následovně:

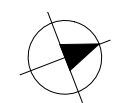
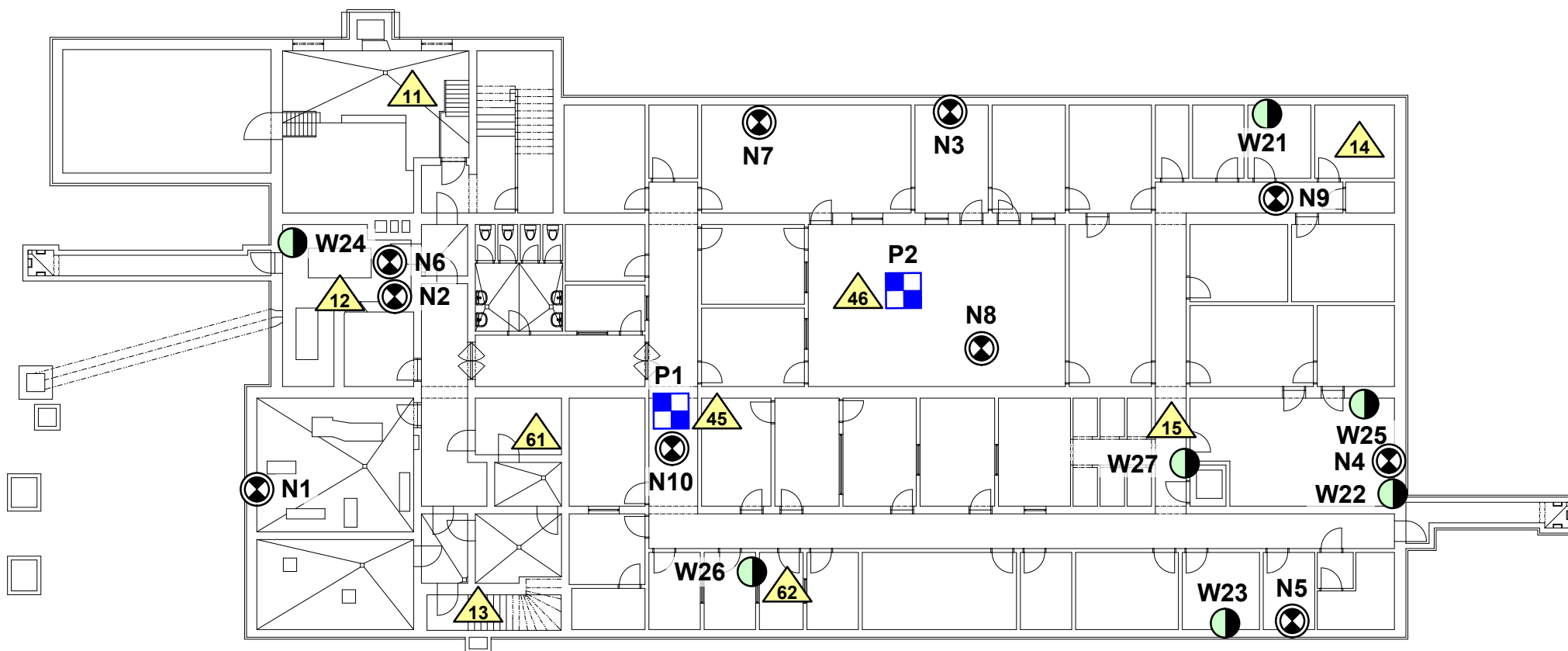
- Beton stěn krytu CO v 1. PP $f_{ck,is,2:1} = 4,6$ MPa pevnostní třída (C 4/5)
- Beton stropní desky nad 1. PP $f_{ck,is,2:1} = 8,2$ MPa pevnostní třída C 8/10;
- Beton stropní desky nad 1. NP $f_{ck,is,2:1} = 9,9$ MPa pevnostní třída C 8/10;

Ke zlepšení zařídění nedošlo ani zvýšením počtu výsledků při sdružení obou stropních desek do společného souboru.

Z cihelného zdiva v 1. NP a 2. NP téhož objektu bylo odzkoušeno 6 zkušebních těles ze 4 jádrových vývrťů. Výsledky zkoušek cihel (objemová hmotnost, pevnost v tlaku) jsou uvedeny v tab. 7 a tab. 8 tohoto protokolu. Výsledky zkoušek budou dále použity pro upřesnění nedestruktivních zkoušek, jednalo se o cihly velmi dobré kvality.

LEGENDA:

-  Sondy k základovým konstrukcím - přítomnosti hydroizolace, sonda K1.
-  Sondy do svislých konstrukcí - vlhkostní profil, zkušební místa W1 - W27.
-  Zjištěný směr vodorovných nosných prvků (hlavní nosné výztuže, žeber atd.)
-  Sondy do podlah - zjištění skladby a kvality materiálů, sondy P1 - P14.
-  Sondy do svislých nosných konstrukcí - zjištění pevnosti cihel v tlaku Schmidtovým tvrdoměrem typu LB a zdíci malty upravenou vrtačkou, zkušební místa Z1 - Z12.
-  Sondy do svislých nosných konstrukcí - zjištění pevnosti cihel v tlaku zkouškou v lisu - vývrty z cihel plných pálených, zkušební místa C1 - C4.
-  Sondy do nosných ŽB a betonových konstrukcí - zjištění pevnosti Schmidtovým tvrdoměrem N (D - deska), zkušební místa 1D - 14D.
-  Sondy do betonových nosných konstrukcí - zjištění pevnosti betonu, vývrty N1 - N16.
-  Sondy do ŽB nosných konstrukcí - zjištění tvaru a výztuže nosných prvků, sondy A1 - A7.
-  Fotodokumentace (foto č.0 viz titulní list).



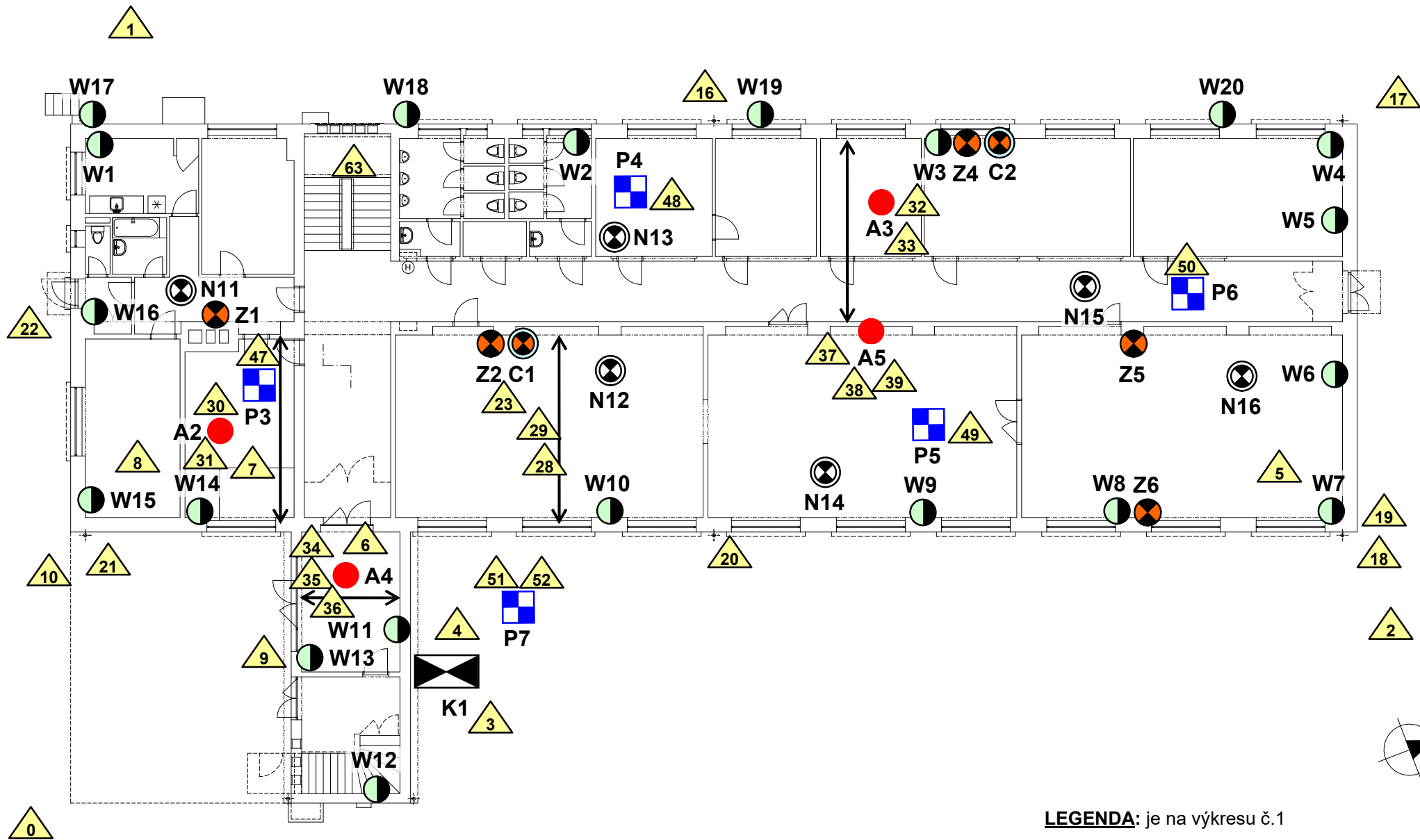
LEGENDA: je na výkresu č.1

BOSKOVICE, Svatopluka Čecha 1603/11c

Objekt HZS

Půdorys 1.PP - umístění sond

Výkres č.2



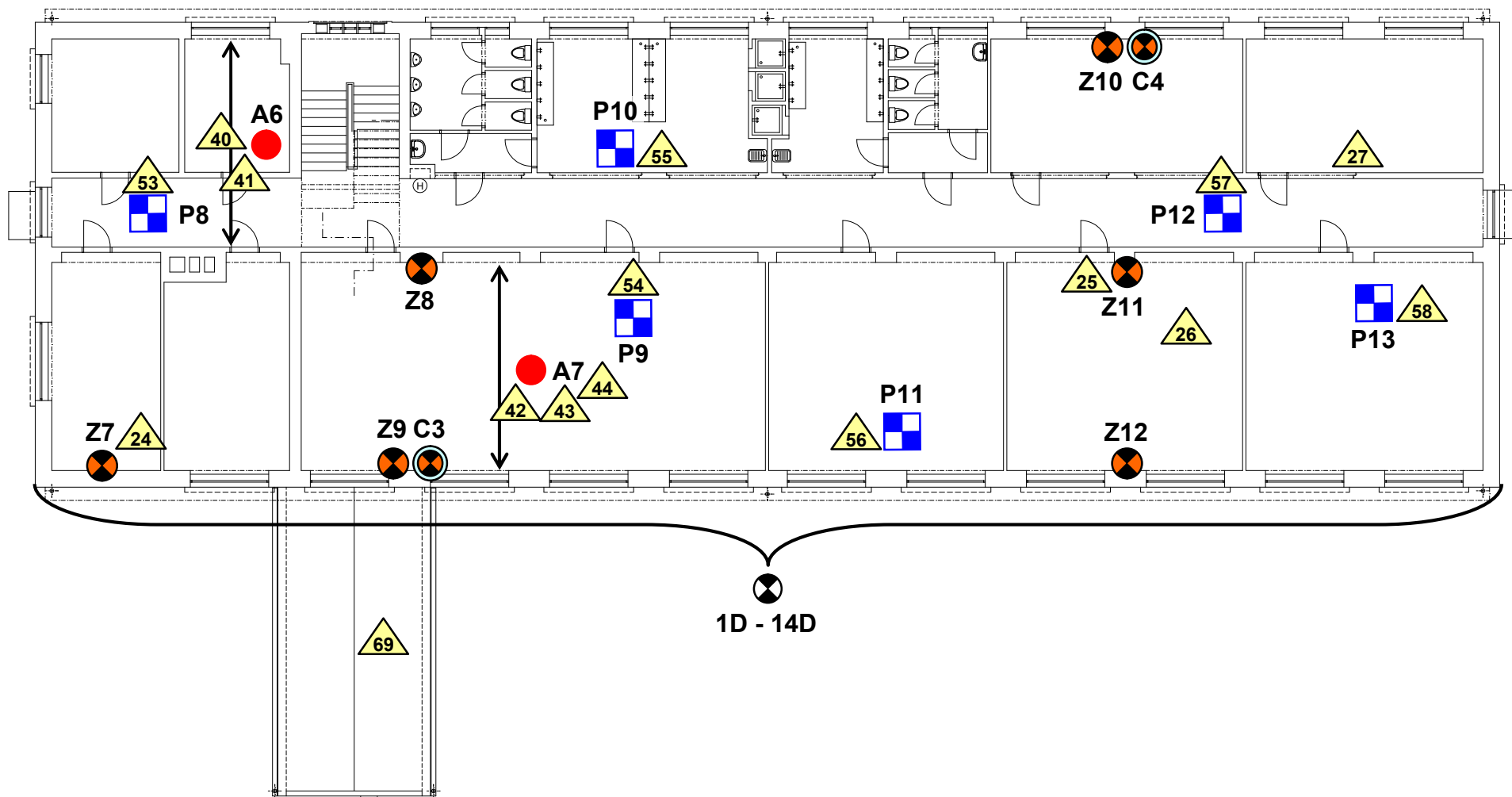
LEGENDA: je na výkresu č.1

BOSKOVICE, Svatopluka Čecha 1603/11c

Objekt HZS

Půdorys 1.NP - umístění sond

Výkres č.3



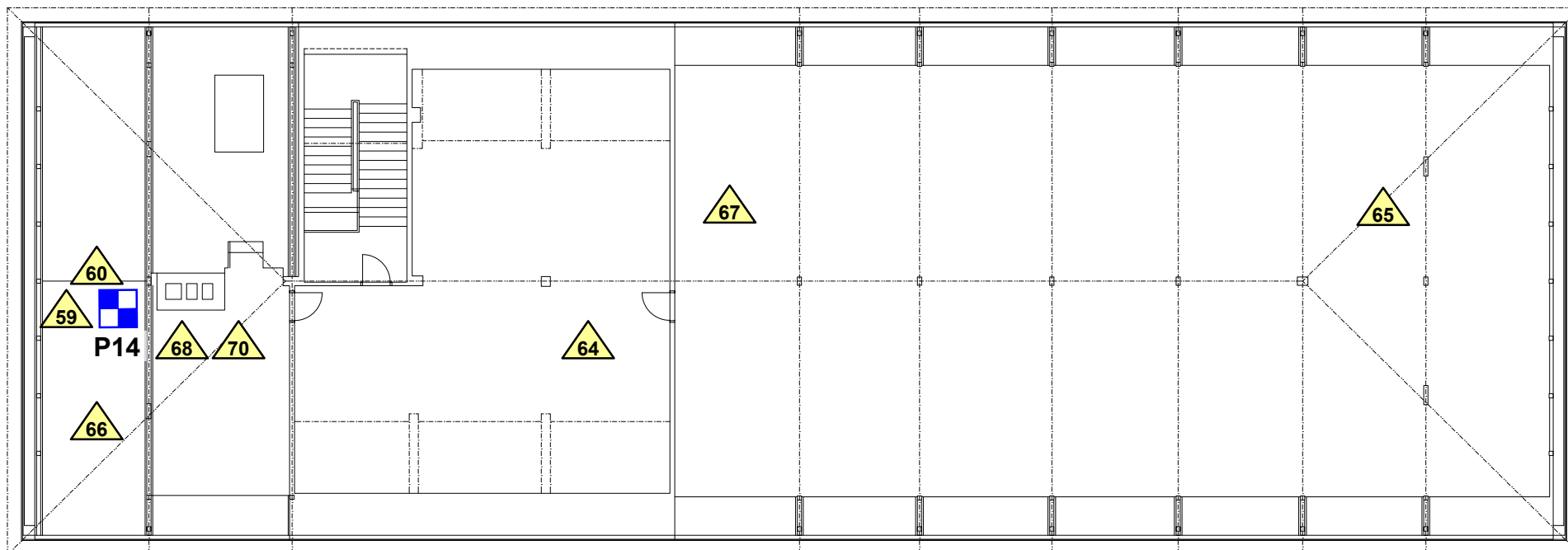
LEGENDA: je na výkresu č.1

BOSKOVICE, Svatopluka Čecha 1603/11c

Objekt HZS

Půdorys 2.NP - umístění sond

Výkres č.4



LEGENDA: je na výkresu č.1

BOSKOVICE, Svatopluka Čecha 1603/11c

Objekt HZS

Půdorys 3.NP - umístění sond

Výkres č.5