ZPRÁVA O PROVEDENÍ STAVEBNĚ TECHNICKÉHO PRŮZKUMU OBJEKTU SO 03 V AREÁLU MASARYKOVY UNIVERZITY, KOTLÁŘSKÁ 2 V BRNĚ

Brno, září 2017

Průzkumy staveb s.r.o., Lísky 1000/44, 624 00 Brno, IČO: 292 68 125, DIČ: CZ 292 68 125, E-mail : **info@pruzkumystaveb.cz**
Tel.: +420 603 841 162 Ing.D.Šponer, +420 732 710 730 Ing.B.Šlapanský, +420 776 680 156 Ing.L.Ravčuk, Web: **www.pruzkumystaveb.cz**
Společnost je zapsána v obchodním rejstříku, vedeném Krajským soudem v Brně, oddíl C, vložka 69577.

Vstupní údaje:

Zhotovitel	:	Průzkumy staveb, s.r.o. Lísky 1000/44 624 00 BRNO
Řešitelé	:	Ing. Dušan Šponer, autorizovaný inženýr Ing. Bronislav Šlapanský Ing. Lukáš Ravčuk Antonín Vebr Filip Svoboda Lukáš Bernard Vojtěch Bartoň
Kooperace	:	Ing. Jiří Habarta, CSc. Pellicova 5d 602 00 BRNO
Objednatel	:	Projekční architektonická kancelář spol. s r.o. ing. arch. V. Steinhauserová Gorkého 61/11 602 00 BRNO

Počet výtisků : 4 Číslo výtisku : **4**

Obsah :

		strana
1.0	**Úvod**	**4**
2.0	**Podklady**	**4**
3.0	**Stručný popis objektu**	**4**
4.0	**Cihelné klenby**	**5**
5.0	**ŽB monolitické trámové stropy**	**6**
5.1	Pevnost betonu	6
5.2	Zjištění tvaru a výztuže	7
5.0	**Krovová konstrukce**	**8**
5.1	Zjištěné vady a poruchy	9
5.2	Návrhy opatření	9
10.0	**Závěr**	**10**
Příloha č.1 - Fotodokumentace		**11**
Příloha č.2 - Tabulka použitých ocelových válcovaných I profilů		**13**
Příloha č.3 - Vyhodnocení zkoušek pevnosti betonu Schmidtovým tvrdoměrem		**14**
Příloha č.4 - Zkoušky vlastností vývrtů z betonu		
Výkresová dokumentace		

1.0 Úvod

Na základě požadavku objednatele byl proveden stavebně technický průzkum objektu SO 03, v areálu Masarykovy univerzity na Kotlářské ulici 2 v Brně, z důvodu zjištění materiálové skladby vybraných konstrukcí a jejich stavu před uvažovanou rekonstrukcí.

Průzkum byl zaměřen na zjištění materiálu a stavu vodorovných nosných konstrukcí, podlah, a krovu. Dále byla provedena fotodokumentace sond a zjištěných vad a poruch.

2.0 Podklady

[1] ústní nabídka prací z července 2017

[2] ústní objednávka prací ze srpna 2017

[3] zaměření stávajícího stavu půdorysy, zpracovatel Kovoprojekta Brno a.s., Brno, 2004

[4] ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí - Hodnocení existujících konstrukcí

[5] Průzkumy a opravy stavebních konstrukcí, Dimitrij Pume, František Čermák a kol., Praha 1993

[6] ČSN 73 1373 Tvrdoměrné metody zkoušení betonu

[7] ČSN EN 13791 Posuzování pevnosti betonu v tlaku v konstrukcích a v prefabrikovaných betonových dílcích

[8] Zpráva č.2017*0902, Zkoušky vlastností vývrtů z betonu, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Brno, Kotlářská 267/2, objekt 03, zpracovatel Ing. Jiří Habarta, CSc., Pellicova 5d, 602 00 Brno, září 2017

[9] místní šetření konaná v srpnu a září 2017

3.0 Stručný popis objektu

Jedná se o samostatně stojící 3 podlažní podsklepený zděný objekt, který byl postaven začátkem 20. století, o několik let později byl pravděpodobně upravován. Poslední rekonstrukce byla provedena začátkem 21. století, viz foto č.0 na titulním listě.

Ze statického hlediska se jedná o objekt s kombinací podélného a příčného nosného systému, blíže viz výkresová dokumentace.

Svislé nosné konstrukce jsou z cihelného zdiva.

Vodorovné nosné konstrukce jsou nad zkoumaným 2.NP jednak z cihelných kleneb valených do zdiva či vynášených ocelovými I profily a jednak z ŽB monolitických trámových stropů s rovným podhledem ze škvárobetonu. Pod některými stropy byly ještě dodatečně provedeny i sádrokartonové podhledy.

Nášlapné vrstvy podlah jsou na půdě z cihelných půdovek, nad kterými bylo dodatečně provedeno zateplení rohožemi z minerální vaty.

Střecha je provedena jako valbová s půdními nadezdívkami. Krov je vaznicové soustavy se stojatou stolicí a skládá se z vazných trámů, pozednic, krátkých sloupků ve zdivu, krokví, věšadel, středních vaznic, vzpěr, rozpěr, kleštin, pásků a komínových výměn, blíže viz foto č.6. Krytina je z keramických pálených tašek ukládaných na latění, pod kterým byla provedena difuzní folie.

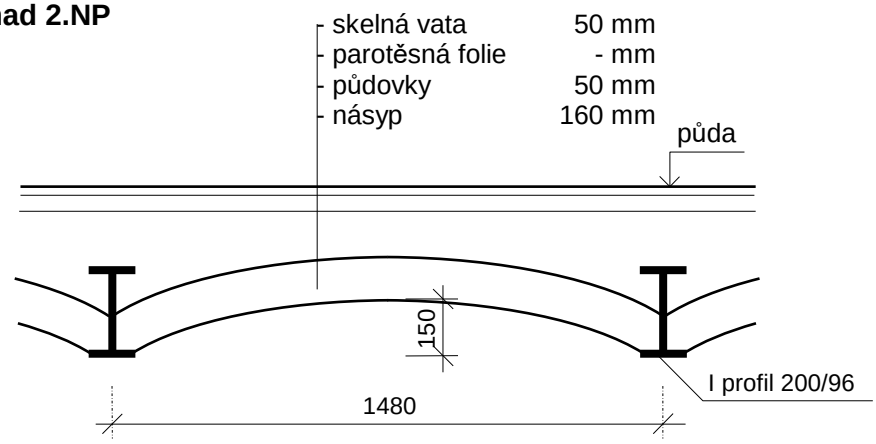
Ostatní konstrukce nebyly předmětem tohoto STP, a proto nejsou popisovány.

4.0 Cihelné klenby

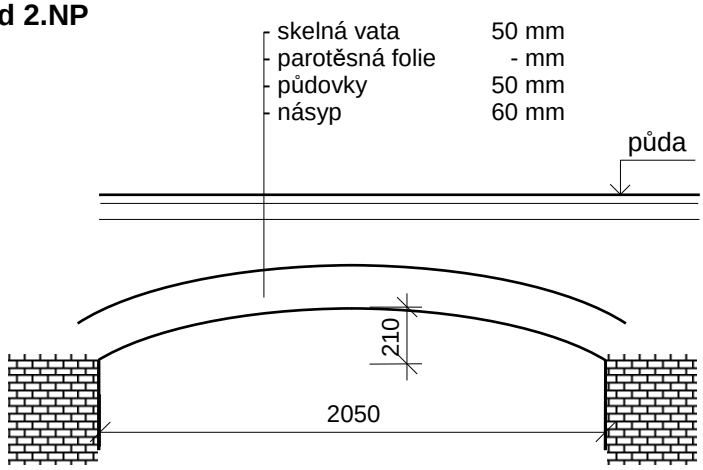
Z důvodu zjištění skladeb, dimenzí nosných prvků, fyzického stavu (koroze), orientace stropnic atd., byly ve stropních konstrukcích nad 2.NP (pod půdou) provedeny z horního i dolního líce kopané či vrtané sondy **V1** - **V4**. Umístění provedených sond, orientace stropnic a nosníků atd. jsou zřejmé z výkresové dokumentace.

Zjištěné skladby stropů i podlah na půdě, dimenze nosných prvků (výška profilu / šířka dolní pásnice - blíže viz i příloha č.2) jsou popsány na následujících schematických obrázcích.

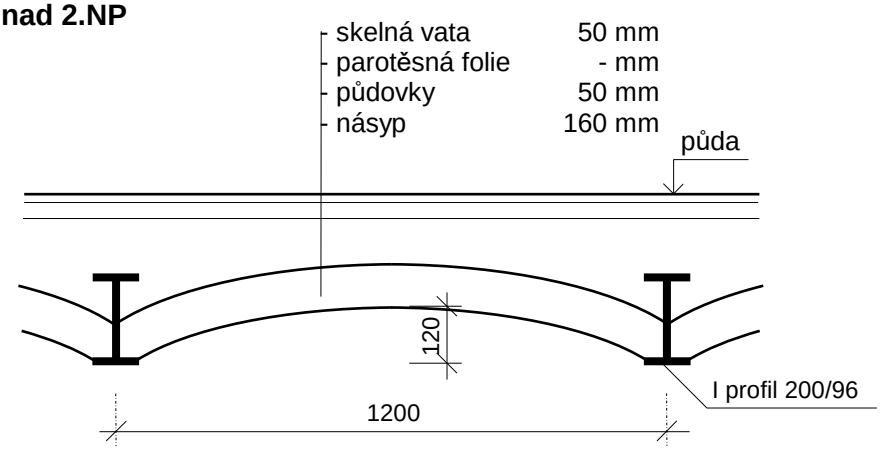
V1 **Strop nad 2.NP**

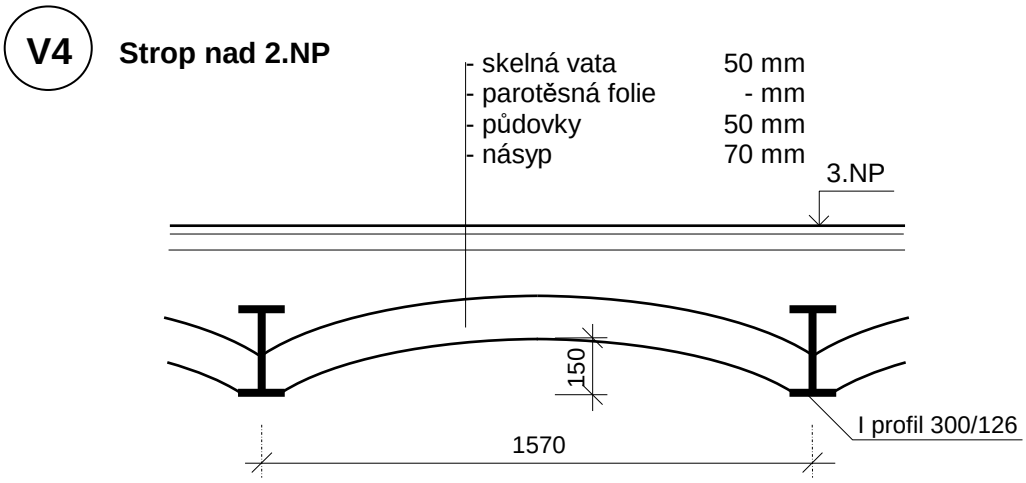


V2 **Strop nad 2.NP**



V3 **Strop nad 2.NP**





5.0 ŽB monolitické trámové stropy

V rámci tohoto STP byla u nosných prvků monolitické ŽB stropní konstrukce nad jihovýchodní částí 2.NP zjišťována pevnost betonu v tlaku pomocí nedestruktivních metod doplněných destruktivními zkouškami na vývrtech odebraných z konstrukce. Dále byl u ŽB monolitických trámů i desek zjišťován jejich tvar a způsob jejich vyztužení. Vzhledem k provozu školy byla většina prací prováděna z horního líce konstrukcí z půdního prostoru.

5.1 Pevnost betonu

V rámci STP byly provedeny nedestruktivní zkoušky pevnosti betonu ŽB žeber (dále značených Z) Schmidtovým tvrdoměrem typu NR na celkem 17 zkušebních místech, jejich rozmístění viz výkresová dokumentace. Záznamy o zkouškách provedených v rámci tohoto průzkumu byly vyhodnoceny podle obecného kalibračního vztahu z ČSN 73 1373. Záznamy o vyhodnocení zkoušek Schmidtovým tvrdoměrem jsou uloženy u zpracovatele této zprávy. Výsledkem jsou hodnoty pevností f_R, souhrnně uvedené v tabulce č.3, blíže viz příloha č.3. Zkoušky byly prováděny svisle směrem dolů.

Pro potřebu stanovení součinitele upřesnění nedestruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku zkoumaných vodorovných ŽB konstrukcí byly provedeny 2 jádrové vývrty jmenovitého průměru cca 72,5 mm označené N4 a N5. Vývrty byly provedeny ve svislém směru a byly z konstrukce odlomeny. Bližší popis odebraných vzorků je uveden v příloze č.4.

Vývrty byly předány Ing. Jiřímu Habartovi, CSc., který zjistil jejich rozměry, hmotnost, stanovil objemovou hmotnost, provedl pevnostní zkoušku v lise, ultrazvukové měření, vyhodnotil dynamický modul pružnosti, sledoval karbonataci betonu vzorků atd., blíže viz příloha č.4 této zprávy.

Hodnoty pevností f_R byly upraveny součiniteli α_t = 0,90 (stáří betonu) a α_w = 1,00 (beton přirozeně vlhký a vlhký) se započtením součinitele upřesnění α = 0,682; blíže viz tabulka č.2 v příloze č.3.

Hodnoty pevností zkoumaného betonu v tlaku f_c byly statisticky vyhodnoceny podle ČSN ISO 13822 jednak jako 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.1 - Statistické vyhodnocení zkoušek pevností betonu v tlaku

Brno, Kounicova 2, SO 03	**Celkem**
n	17
$f_{m,(n)}$ [N/mm^2]	25,63
s_f [N/mm^2]	3,20
k_n	1,73
f_{ck} [N/mm^2]	**20,10**
pevnostní třída dle ČSN EN 13791	**C 16/20**
třída dle ČSN 73 1201	B 20

Podle zjištěné hodnoty charakteristické krychelné pevnosti betonu f_{ck} = 20,10 N/mm^2 a tabulky 1 ČSN EN 13791, lze betonu zkoumaných monolitických ŽB vodorovných konstrukcí hodnocených jako jeden celek přiřadit pevnostní třídu C 16/20, blíže viz tabulka č.1.

Zjištěné objemové hmotnosti vzorků betonu byly 2293 kg/m^3 do 2329 kg/m^3, blíže viz příloha č.4. Tyto hodnoty svědčí o poměrně dobře zhutnělém betonu.

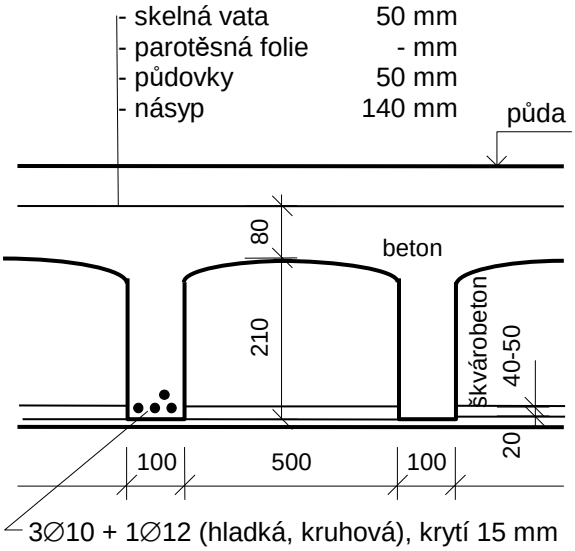
Na vzorcích bylo dále provedeno ultrazvukové měření - z objemových hmotností a rychlostí ultrazvuku byly vyhodnoceny dynamické moduly pružnosti betonu vzorků, které mají hodnoty od 21200 N/mm^2 do 31600 N/mm^2, blíže viz příloha č.4.

Karbonatace betonu vývrtů byla sledována informativním fenolftaleinovým testem na betonu vzorků po rozdrcení a bylo zjištěno, že beton obou vývrtů byl zkarbonatovaný, a to do hloubky 25 mm, resp. 35 mm, blíže viz příloha č.4.

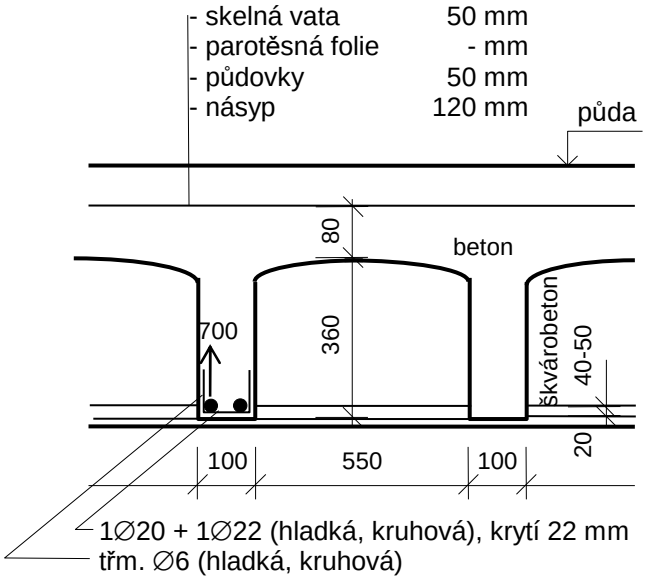
5.2 Zjištění tvaru a výztuže

U vybraných železobetonových prvků byl zjišťován tvar i druh a množství použité výztuže magnetickým hledačem Profometr, Hilti a následným osekáním krycí vrstvy betonu. Umístění sond viz výkresová dokumentace. Pohledy na některé sondy jsou zachyceny ve fotodokumentaci.

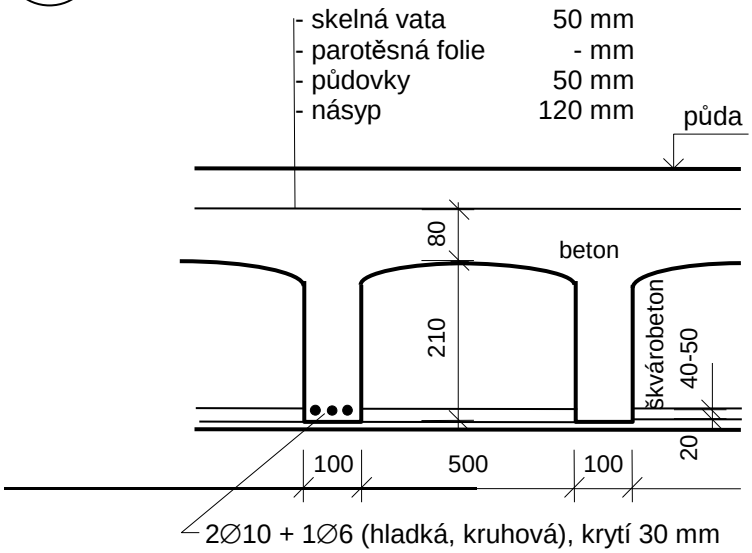
A1 **Strop nad 2.NP**, foto č.1



A2 **Strop nad 2.NP**, foto č.2,3



A3 **Strop nad 2.NP**, foto č.4



Poznámka: ŽB žebra nejsou vetknuta do obvodového věnce, ale jsou uložena přímo na zdivo, viz foto č.5.

5.0 Krovová konstrukce

U krovu byla provedena podrobná prohlídka všech dostupných hlavních prvků doplněná poklepem ostrého tesařského kladiva a vpichy tenkého dláta. Zvláštní pozornost byla věnována prvkům s největším expozičním zatížením, tj. prvkům v blízkosti zdiva - pozednicím, dolním zhlavím krokví, zhlavím vazných trámů atd.

5.1 Zjištěné vady a poruchy

- Na nosných prvcích krovu byla prokázána destruktivní činnost následujících škůdců dřeva:
  - o koniofora sklepní (Coniophora puteana) - v místě přímého zatékání
  - o tesařík krovový (Hylotrupes bajulus) - způsobil nejvíce škod
  - o červotoč umrlčí (Anobium pertinax) - mírné napadení
  - o červotoč proužkovaný (Anobium punctatum) - mírné napadení

Na základě prohlídky lze konstatovat, že se u krovové konstrukce, i přes provedenou rekonstrukci začátkem 21.století, na několika místech vyskytují vady a poruchy, které jsou způsobeny napadením krovové konstrukce dřevokazným hmyzem i dřevokaznými houbami, mnohde se jedná o jejich kombinaci. Prvky, které jsou oslabeny o cca 10 - 30% průřezové plochy jsou ve výkrese vyznačeny modře, prvky oslabené o více než cca 30% průřezové plochy jsou vyznačeny červeně. Popis zjištěných největších vad a poruch je uveden dále, jejich umístění viz výkres č.2. Nejvíce poškozené prvky jsou zachyceny i ve fotodokumentaci:

- Hnilobou a dřevokazným hmyzem jsou více či méně poškozeny některé prvky - několik krokví, části pozednice, foto č.7.
- Nejzávažnější je však vyhnití zhlaví několika vazných trámů, foto č.8 - 10.
- Dřevokazné houby (koniofora) ani hmyz ale již po opravě krytiny a po provedení chemického ošetření nejsou v aktivním stádiu. Nebyly zjištěny žádné plodnice hub ani čerstvé požerky hmyzu.
- Většina vad a poruch byla odstraněna při poslední rekonstrukci krovu. Bohužel tehdy pravděpodobně nebyly zkontrolovány zazděné prvky v půdních nadezdívkách, u kterých byla zjištěna hniloba - především zhlaví vazných trámů. Dále byly z nepochopitelných důvodů ponechány i některé části prvků očividně napadené hmyzem - především vazné trámy, foto č.11.
- Střešní krytina z pálených tašek je zatím funkční, v době provádění tohoto STP byly prováděny průběžné opravy, především pak byly opravovány uvolněné hřebenáče, foto č.12.

5.2 Návrhy opatření

Na základě zjištěných a výše uvedených skutečností doporučujeme krovovou konstrukci zachovat a po místních menších opravách i nadále využívat. Bude však nutno provést následující:

- V rámci rekonstrukce bude nutné u krovu provést výměnu všech prvků nebo jejich částí vyznačených červeně ve výkresové dokumentaci !
- Zesílení nebo výměnu částečně poškozených prvků nebo jejich částí, které jsou na výkresech vyznačeny modře. Je velice pravděpodobné, že se zjistí, že i tyto prvky bude nutno zcela vyměnit.
- Vysekání a kontrola zhlaví všech vazných trámů a jejich případné zesílení. Námi byla provedena kontrola cca ¼ všech zhlaví vazných trámů, při které bylo zjištěno jedno vyhnilé zhlaví.
- Ponechané dřevěné prvky krovové konstrukce bude nutno zbavit napadených částí (osekáním) důkladně očistit od starého prachu a v místech největšího napadení naimpregnovat prostředkem s účinností proti dřevokaznému hmyzu i houbám. Impregnaci bude nutno provést i u nového řeziva použitého při sanaci.
- Pravidelně provádět kontrolu a čištění dešťových žlabů a úžlabí.

6.0 Závěr

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

V Brně dne 13.09.2017

Příloha č.1 - Fotodokumentace

1.

2.

3.

4.

5.

6.

7.

8.

9.

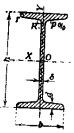
10.

11.

12.

Příloha č.2 - Tabulka použitých ocelových válcovaných I profilů

78. Normální válcované nosníky I.



Obr. 148.

Průřezy jsou označeny čísly odpovídajícími jejich výšce v *cm*. (Obr. 148.) Podle válcovního programu z r. 1937 „Prodejny sdružených železáren", akc. spol. v Praze, válcují závody Prodejnou zastupované jen průřezy označené čísly silně vytištěnými.

Průřezy s příponou **d** (německé) jsou normovány podle **DIN 1025.**

Ostatní dosud normovány nejsou.

Průřez I čís.	Rozměry v *mm*						Sklon %	Průřez. plocha cm^2	Váha 1 dél. *m* v *kg*
	h	*b*	*δ*	*d*	*r*	*R*	*p*	*U*	*g*
6	60	44	4·0	5·5	2·4	4·8	8·0	6·92	5·43
8	80	52	4·0	6·0	2·4	4·8	8·6	9·08	7·13
8d	80	42	3·9	5·9	2·3	3·9	14·0	7·58	5·95
10	100	60	4·5	7·0	2·7	5·4	9·0	12·42	9·75
10d	100	50	4·5	6·8	2·7	4·5	14·0	10·6	8·32
12	120	68	5·0	8·0	3·1	6·2	9·4	16·28	12·78
12d	120	58	5·1	7·7	3·1	5·1	14·0	14·2	11·15
13	130	72	5·5	8·5	3·3	6·6	9·6	18·68	14·66
14d	140	66	5·7	8·6	3·4	5·7	14·0	18·3	14·37
15	150	80	6·0	9·0	3·6	7·2	10·0	22·58	17·73
15d	150	70	6·0	9·0	3·6	6·0	14·0	20·4	16·01
16d	160	74	6·3	9·5	3·8	6·3	14·0	22·8	17·90
18	180	90	7·0	11·0	4·2	8·4	10·6	31·21	24·50
18a	180	135	7·0	11·0	4·2	8·4	11·5	41·11	32·27
18d	180	82	6·9	10·4	4·1	6·9	14·0	27·9	21·90
20d	200	90	7·5	11·3	4·5	7·5	14·0	33·5	26·30
22	220	102	9·0	13·0	5·4	10·8	11·4	44·55	34·79
22a	220	135	9·0	13·0	5·4	10·8	11·4	53·13	41·71
22d	220	98	8·1	12·2	4·9	8·1	14·0	39·6	31·09
24a	240	135	9·5	14·5	5·7	11·4	11·8	59·83	46·97
24d	240	106	8·7	13·1	5·2	8·7	14·0	46·1	36·19
26d	260	113	9·4	14·1	5·6	9·4	14·0	53·4	41·92
28	280	120	11·0	17·0	6·6	13·2	12·6	68·70	53·93
28a	280	150	11·0	17·0	6·6	13·2	12·6	78·90	61·94
28d	280	119	10·1	15·2	6·1	10·1	14·0	47·96	47·96
30	300	126	12·0	18·0	7·2	14·4	13·0	78·02	61·25

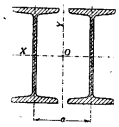
vané nosníky I.

Tloušťka *d* průřezů **d** se měří uprostřed mezi osou souměrnosti a hranou příruby; u ostatních uprostřed mezi stěnou a hranou příruby.

Váha se rozumí pro ocel o měrné váze 7·85 kg/dm^3.

Úsečka *a* (obr. 149) udává vzdálenost os dvou stejných průřezů, při které jsou momenty J_x a J_y stejné.

Obvyklé (normální) délky nosníků jsou 4 až 14 *m*.



Obr. 149.

Moment setrvačnosti cm^4		Modul průřezový cm^3		Poměr modulů	Poloměr setrvačnosti *cm*		Vzdál. v *cm*	Průřez I čís.
J_x	J_y	W_x	W_y	$\frac{W_x}{W_y}$	i_x	i_y	*a*	
40·50	7·15	13·50	3·25	4·15	2·42	1·02	4·39	**6**
97·13	12·74	24·28	4·90	4·96	3·27	1·18	6·10	**8**
77·8	6·29	19·5	3·00	6·50	3·20	0·91	6·14	**8d**
207·93	22·78	41·59	7·59	5·48	4·09	1·35	7·72	**10**
171	12·2	34·2	4·88	7·01	4·01	1·07	7·74	**10d**
392·69	37·76	65·45	11·11	5·89	4·91	1·52	9·34	**12**
328	21·5	54·7	7·41	7·38	4·81	1·23	9·29	**12d**
524·00	47·60	80·61	13·22	6·10	5·30	1·60	10·1	**13**
573	35·2	81·9	10·7	7·65	5·61	1·40	10·8	**14d**
840·34	68·50	112·05	17·12	6·54	6·10	1·74	11·8	**15**
735	43·9	98·0	12·5	7·84	6·00	1·47	11·6	**15d**
935	54·7	117	14·8	7·91	6·40	1·55	12·4	**16d**
1662·57	119·69	184·73	26·60	6·94	7·30	1·96	14·1	**18**
2363·74	380·65	262·64	56·39	4·66	7·58	3·04	13·9	**18a**
1446	81·3	161	19·8	8·13	7·20	1·71	14·0	**18d**
2142	117	214	26·0	8·23	8·00	1·87	15·6	**20d**
3434·05	205·50	312·19	40·29	7·75	8·78	2·15	17·0	**22**
4346·41	457·77	395·13	67·82	5·83	9·04	2·94	17·1	**22a**
3060	162	278	33·1	8·40	8·80	2·02	17·1	**22d**
5773·92	517·02	481·16	76·60	6·28	9·82	2·94	18·7	**24a**
4246	221	354	41·7	8·49	9·59	2·20	18·7	**24d**
5744	288	442	51·0	8·67	10·38	2·32	20·2	**26d**
8526·82	439·00	609·06	73·17	8·32	11·14	2·53	21·7	**28**
10278·65	831·16	734·19	110·82	6·63	11·41	3·25	21·9	**28a**
7587	364	542	61·2	8·86	11·14	2·45	21·8	**28d**
11002·47	537·20	733·50	85·27	8·60	11·88	2·62	23·2	**30**

78. Normální válcované nosníky I.

Průřez I čís.	Rozměry v *mm*						Sklon %	Průřez. plocha cm^2	Váha 1 dél. *m* v *kg*
	h	*b*	*δ*	*d*	*r*	*R*	*p*	*U*	*g*
30d	300	125	10·8	16·2	6·5	10·8	14·0	69·1	54·24
32	320	132	13·0	19·0	7·8	15·6	13·4	87·96	69·05
32d	320	131	11·5	17·3	6·9	11·5	14·0	77·8	61·07
34d	340	137	12·2	18·3	7·3	12·2	14·0	86·8	68·14
35	350	141	14·0	21·0	8·4	16·8	14·0	103·64	81·36
36d	360	143	13·0	19·5	7·8	13·0	14·0	97·1	76·22
38d	380	149	13·7	20·5	8·2	13·7	14·0	107	84·00
40	400	156	16·0	24·0	9·6	19·2	15·0	132·86	104·30
45	450	171	18·0	27·0	10·8	21·6	16·0	165·67	130·05
50	500	186	20·0	30·0	12·0	24·0	17·0	202·08	158·63

Průřezy, které se podle válcovního

9d	90	46	4·2	6·3	2·5	4·2	14·0	9·00	7·07
11d	110	54	4·8	7·2	2·9	4·8	14·0	12·3	9·66
13d	130	62	5·4	8·1	3·2	5·4	14·0	16·1	12·64
14	140	76	6·0	8·5	3·5	7·0	9·8	20·55	16·13
16	160	84	6·5	9·5	3·9	7·8	10·2	25·43	19·96
17d	170	78	6·6	9·9	4·0	6·6	14·0	25·2	19·78
19d	190	86	7·2	10·8	4·3	7·2	14·0	30·6	24·02
20	200	96	8·0	12·0	4·8	9·6	11·0	37·58	29·50
21d	210	94	7·8	11·7	4·7	7·8	14·0	36·4	28·57
23d	230	102	8·4	12·6	5·0	8·4	14·0	42·7	33·52
23·7	237	92	8·0	11·0	4·8	9·6	11·6	37·44	29·39
24	240	108	9·5	14·5	5·7	11·4	11·8	52·00	40·82
25	250	111	10·0	15·0	6·0	12·0	12·0	56·00	43·96
25d	250	110	9·0	13·6	5·4	9·0	14·0	49·7	39·01
26	260	114	10·5	15·5	6·3	12·6	12·2	60·15	47·22
27d	270	116	9·7	14·7	5·8	9·7	14·0	57·2	44·90
29d	290	122	10·4	15·7	6·2	10·4	14·0	64·9	50·95
40d	400	155	14·4	21·6	8·6	14·4	14·0	118	92·63
42·5d	425	163	15·3	23·0	9·2	15·3	14·0	132	103·62
45d	450	170	16·2	24·3	9·7	16·2	14·0	147	115·40
47·5d	475	178	17·1	25·6	10·3	17·1	14·0	163	127·96
50d	500	185	18·0	27·0	10·8	18·0	14·0	180	141·30
55d	550	200	19·0	30·0	11·4	19·0	14·0	213	167·21
60d	600	215	21·6	32·4	13·0	21·6	14·0	254	199·39

vané nosníky I. *(Pokrač.)*

Moment setrvačnosti cm^4		Modul průřezový cm^3		Poměr modulů	Poloměr setrvačnosti *cm*		*a*	Průřez I čís.
J_x	J_y	W_x	W_y	$\frac{W_x}{W_y}$	i_x	i_y	*cm*	
9800	451	653	72·2	9·04	11·91	2·56	23·3	**30d**
13981·56	650·90	873·85	98·62	8·86	12·61	2·72	24·6	**32**
12510	555	782	84·7	9·23	12·70	2·67	24·8	**32d**
15695	674	923	98·4	9·38	13·45	2·80	26·3	**34d**
19693·48	876·85	1125·34	124·38	9·05	13·79	2·91	26·9	**35**
19605	818	1089	114	9·55	14·21	2·90	27·8	**36d**
24012	975	1264	131	9·65	15·00	3·02	29·4	**38d**
32709·45	1354·09	1635·47	173·60	9·42	15·69	3·19	30·7	**40**
51283·98	2000·88	2279·29	234·02	9·74	17·59	3·48	34·5	**45**
76803·70	2852·19	3072·14	306·68	10·02	19·49	3·75	38·3	**50**

programu z r. 1937 neválcují.

117	8·78	26·0	3·82	6·81	3·61	1·00	6·94	**9d**
239	16·2	43·5	6·00	7·25	4·41	1·15	8·52	**11d**
436	27·5	67·1	8·87	7·56	5·20	1·31	10·1	**13d**
659·55	55·58	94·22	14·62	6·44	5·67	1·64	10·8	**14**
1068·37	83·57	133·55	19·90	6·71	6·48	1·81	12·4	**16**
1166	66·6	137	17·1	8·01	6·80	1·63	13·2	**17d**
1763	97·4	186	22·7	8·19	7·60	1·80	14·8	**19d**
2429·25	158·31	242·92	32·98	7·37	8·04	2·05	15·5	**20**
2563	138	244	29·4	8·30	8·40	1·95	16·3	**21d**
3607	189	314	37·1	8·46	9·21	2·10	17·9	**23d**
3249·04	143·68	274·18	31·23	8·78	9·32	1·96	18·2	**23·7**
4785·12	272·87	398·76	50·53	7·89	9·59	2·29	18·6	**24**
5556·42	306·14	444·51	55·18	8·06	9·96	2·34	19·4	**25**
4966	256	397	46·5	8·54	10·00	2·27	19·5	**25d**
6417·33	342·56	493·64	60·10	8·21	10·33	2·39	20·1	**26**
6626	326	491	56·2	8·74	10·77	2·40	21·0	**27d**
8636	406	596	66·6	8·95	11·55	2·50	22·5	**29d**
29213	1158	1461	149	9·81	15·73	3·13	30·8	**40d**
36973	1437	1740	176	9·89	16·73	3·30	32·8	**42·5d**
45852	1725	2037	203	10·03	17·65	3·43	34·7	**45d**
56481	2088	2378	235	10·12	18·60	3·60	36·5	**47·5d**
68738	2478	2750	268	10·26	19·60	3·72	38·4	**50d**
99184	3488	3607	349	10·34	21·42	4·02	42·4	**55d**
139000	4670	4630	434	10·67	23·4	4·30	46·0	**60d**

Příloha č.3 - Vyhodnocení nedestruktivních a destruktivních zkoušek betonu

Tabulka č.2 - Stanovení součinitele upřesnění nedestruktivních zkoušek pevností betonu

Podlaží	Zkušební místo	Označení vývrtu	Pevnost f_R [N/mm^2]	Pevnost $f_R \cdot \alpha_t \cdot \alpha_w$ [N/mm^2]	Pevnost f_c [N/mm^2]	Součinitel upřesnění α jednotlivě	Součinitel upřesnění α celkově
2.NP	10Z	N4	40,1	36,1	24,3	0,673	**0,682**
	13Z	N2	48,0	43,2	29,8	0,690	
	12P	N3	40,4	36,4	17,1	0,470	

Tabulka č.3 - Upřesnění nedestruktivních a destruktivních zkoušek pevností betonu

Zkušební místo			Pevnost betonu f_R [N/mm^2]	$f_R \cdot \alpha_t \cdot \alpha_w$ [N/mm^2]	f_c [N/mm^2]
nad 2.NP		1Z	45,5	41,0	**27,9**
		2Z	43,9	39,5	**26,9**
		3Z	41,0	36,9	**25,2**
		4Z	44,2	39,8	**27,1**
		5Z	44,8	40,3	**27,5**
		6Z	47,1	42,4	**28,9**
		7Z	42,0	37,8	**25,8**
		8Z	38,1	34,3	**23,4**
		9Z	36,1	32,5	**22,2**
		10Z	40,1	36,1	**24,6**
		11Z	48,9	44,0	**30,0**
		12Z	40,4	36,4	**24,8**
		13Z	48,0	43,2	**29,5**
		14Z	47,9	43,1	**29,4**
		15Z	32,7	29,4	**20,1**
		16Z	36,4	32,8	**22,4**
		17Z	32,5	29,3	**20,0**

Příloha č.4

Ing. Jiří Habarta, CSc.

Autorizovaný inženýr v oboru Zkoušení a diagnostika staveb

Pellicova 5d, 602 00 Brno

Zkoušky vlastností vývrtů z betonu

Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity Brno, Kotlářská 267/2, objekt 03

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

Zpráva č. 2017*0902

Brno, září 2017

IČO 680 99 576 DIČ CZ 411128428 tel.: 602 136 986, 541 236 943 e-mail: habarta@volny

Informace o zadání a zpracovateli

Objednatel:	Průzkumy staveb s.r.o. Lísky 1000/44 624 00 Brno IČO 29268125 DIČ CZ29268125
Zhotovitel:	Ing. Jiří Habarta, CSc. Zkoušení a diagnostika staveb Pellicova 5d, 602 00 Brno IČO 680 99 576 DIČ CZ411128428
Předmět řešení:	Zkoušky fyzikálně mechanických vlastností betonu vývrtů, odebraných z železobetonových žeber objektu 03 přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity v Brně, Kotlářská 267/2.

Informace o zadání, použité podklady:

Na základě požadavku firmy Průzkumy staveb Brno byly provedeny materiálové zkoušky betonu vývrtů, odebraných z železobetonových žeber objektu 03 přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity v Brně, Kotlářská 267/2.

Bylo požadováno stanovení základních fyzikálně mechanických vlastností, zejména pevnosti v tlaku podle platných technických norem.

Pro zkoušky byly dodány dva vývrty. Vývrty byly provedeny shora svisle dolů.

Jmenovitý průměr vývrtů byl 75 mm.

Označení vývrtů ze stavby bylo doplněno označením z evidence laboratoře: písmenem V a pořadovým číslem:

V 200 … N4

V 201 … N5

Popis vývrtů:

Vývrty byly pro materiálové zkoušky dodány tak, jak byly odebrány jádrovou vrtačkou s diamantovým jádrovým vrtákem, bez dalších úprav.

Obr. 1.: Vývrty z betonu žeber po dodání do laboratoře.

Vývrt V 200 (N4): výška 145 - 162 mm. Horní lícová plocha byla obroušena pro zkoušku Schmidtem. Od 112 mm od horního líce dolů byla na boční ploše vývrtu povrchová plocha žebra. Jako hrubé kamenivo byl použitý štěrkopísek se zrny do 30 mm. V betonu byly malé dutinky. Ve vývrtu byla vodorovná ocel ϕ 6 mm s krytím shora 32/36 mm.

Vývrt V 201 (N5): výška 78 - 99 mm. Horní lícová plocha byla obroušena pro zkoušku Schmidtem. Jako hrubé kamenivo byl použitý štěrkopísek se zrny do 30 mm. V betonu byly malé dutinky.

Konce vývrtů byly odlomeny v konstrukci.

Jmenovitý průměr vývrtů byl 75 mm.

Úprava vývrtů na zkušební tělesa

Z vývrtů byla zkušební tělesa pro zkoušku pevnosti vyrobena řezáním na speciální pile Vymyslicky SP 40 P s diamantovým pilovým listem a s vodním výplachem.

Byly odřezány nerovné začátky a konce vývrtů tak, aby délka zkušebního tělesa byla pokud možno srovnatelná s jeho průměrem. Z dolní části vývrtu V 200 (N4) bylo vyrobeno zkušební těleso s průřezovou plochou kruhové úseče.

Stanovení rozměrů zkušebních těles bylo provedeno posuvným měřítkem s digitální indikací.

Hmotnost zkušebních těles byla zjištěna vážením na vahách s digitální indikací na 1 g případně 0,1g přesně.

Ultrazvukové měření bylo na zkušebních tělesech provedeno ultrazvukovou metodou podle ČSN 73 1371. Měření bylo provedeno ultrazvukovým přístrojem TICO se sondami s jmenovitým kmitočtem 54 kHz. Metrologicky bylo měření ošetřeno paralelním měřením na etalonu času a opravami podle tohoto měření. Měření doby průchodu ultrazvuku bylo provedeno na měřicích základnách ve směru rovnoběžném s podélnou osou vzorku. Na každém vzorku byly stanoveny dvě doby průchodu ultrazvuku.

Zkouška vzorků pro stanovení pevnosti v tlaku byly provedeny na zkušebním lisu WPM DrMB 60 při nastavení rozsahu působící síly do 150 kN.

Objemová hmotnost a pevnost v tlaku betonu vývrtů - vyhodnocení

Vyhodnocení bylo provedeno podle platných českých technických norem.

Vzhledem k tomu, že zkušební tělesa z betonu neměla základní rozměr, byly použity převodní součinitele podle ČSN EN 12390-3/Z1.

Válcová pevnost betonu fc/cyl byla vypočtena ze zjištěné maximální síly při rozdrcení zkušebních těles a ze skutečné plochy. Opravný součinitel kc,cyl byl odvozen z tabulky NA.2 podle poměru délky válce k jeho průměru.

Pro převod válcové pevnosti fc,cyl na krychelnou pevnost fc,cube byl použitý opravný součinitel kcyl/cube odvozený z tabulky NA.3 .

Pro převod krychelné pevnosti vyhodnocené na zkušebním tělese se jmenovitým průměrem 63 mm na pevnost zkušebního tělesa základního rozměru byl použitý převodní součinitel kc,cube = 0,93.

Výsledky jsou uvedeny v tabulce 1.

Ultrazvukové měření

Na zkušebním tělese z betonu bylo provedeno měření doby průchodu ultrazvuku na základnách ve směru, který byl při pozdější pevnostní zkoušce označen jako výška. Z těchto hodnot byly vypočteny rychlosti šíření ultrazvuku. Z objemové hmotnosti a rychlosti ultrazvuku byl dále vyhodnocen dynamický modul pružnosti betonu zkušebních těles. Výsledky měření i vyhodnocené vlastnosti jsou sestaveny do tabulky 2.

Tab.1.: Vyhodnocení objemových hmotností a pevností betonu vývr

označení zkušebního tělesa		N4		N5
		V 200A	V 200B	V 201
tvar zkušebního tělesa		válec	válec	válec
průměr válce	mm	72,5	72,4	72,5
			56,6	
výška	mm	74,0	61,6	74,9
hmotnost	g	710	494,3	720
hmotnost oceli	g	13,6	0,0	0,0
objemová hmotnost	kg/m3	**2293**	**2326**	**2329**
			úseč	
Rozsah lisu	kN	150	150	150
Indikace síly	promile	670	730	820
síla	kN	100,5	109,5	123,0
plocha vzorku	mm2	4128	*3450*	4128
poměr délky k průměru	1	1,021	0,851	1,033
koeficient $k_{c/cy}$	1	0,857	0,800	0,861
válcová pevnost	N/mm2	20,9	25,4	25,7
koeficient $k_{cyl/cube}$	1	1,251	1,249	1,249
koeficient kc, cube	1	0,93	0,93	0,93
krychelná pevnost f_c	N/mm2	**24,3**	**29,5**	**29,8**

Tab. 2.: Ultrazvukové měření zkušebních těles

označení zkušebního tělesa		N4		N5
		V 200A	V 200B	V 201
měřicí základna	mm	74,0	61,6	74,9
objemová hmotnost	kg/m3	2293	2326	2329
doba průchodu UZ T1	us	23,5	15,8	20,9
doba průchodu UZ T2	us	23,1	16,3	20,8
mrtvý čas T0	us	0,2	0,2	0,2
rychlost UZ v1	m/s	3176	3949	3618
rychlost UZ v2	m/s	3231	3826	3636
rychlost UZ **vL**	m/s	**3204**	**3887**	**3627**
modul Ebu	N/mm2	**21200**	**31600**	**27600**

Karbonatace betonu byla zjišťována informativním barevným testem s pomocí lihového roztoku fenolftaleinu. Pokud je pH betonu menší než 9,5, je beton nebezpečně zkarbonatovaný a beton se po nástřiku roztoku nezbarví. V tom případě ale pasivně nechrání výztuž proti korozi vlivem působení agresivního okolí. Je-li pH větší než 9,5 a beton tak výztuž chrání, zbarví se růžovofialově.

Hodnocení hloubky karbonatace betonu bylo provedeno po rozdrcení zkušebních těles. Pro spolehlivé stanovení hloubky karbonatace bylo posouzení provedeno i na rozlomených odřezaných začátcích a koncích vývrtů.

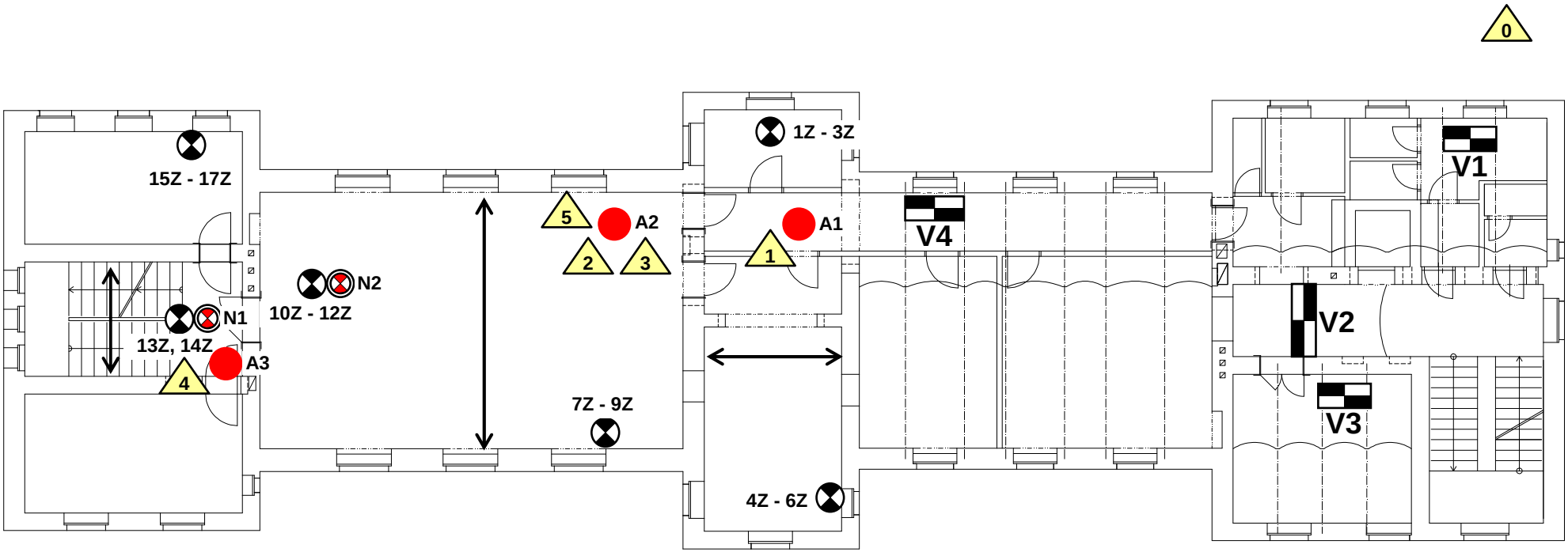
Beton vývrtu V 200 (N4) byl zkarbonatovaný shora do hloubky 25 mm, u dolní povrchové plochy do hloubky 10 mm.

Beton vývrtu V 201 (N5) byl zkarbonatovaný shora do hloubky 35 mm.

Zkoušky betonu vývrtů z železobetonových sloupů objektu 03 přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity v Brně, Kotlářská 267/2 provedl a vyhodnotil Ing. Jiří Habarta, CSc., autorizovaný inženýr v oboru Zkoušení a diagnostika staveb – číslo autorizace 1000407, držitel Průkazu o certifikaci způsobilosti pro specifickou činnost NDT zkoušení ve stavebnictví č. 201-0031/NZS.

Brno, 13. 9. 2017

Ing. Jiří Habarta, CSc.



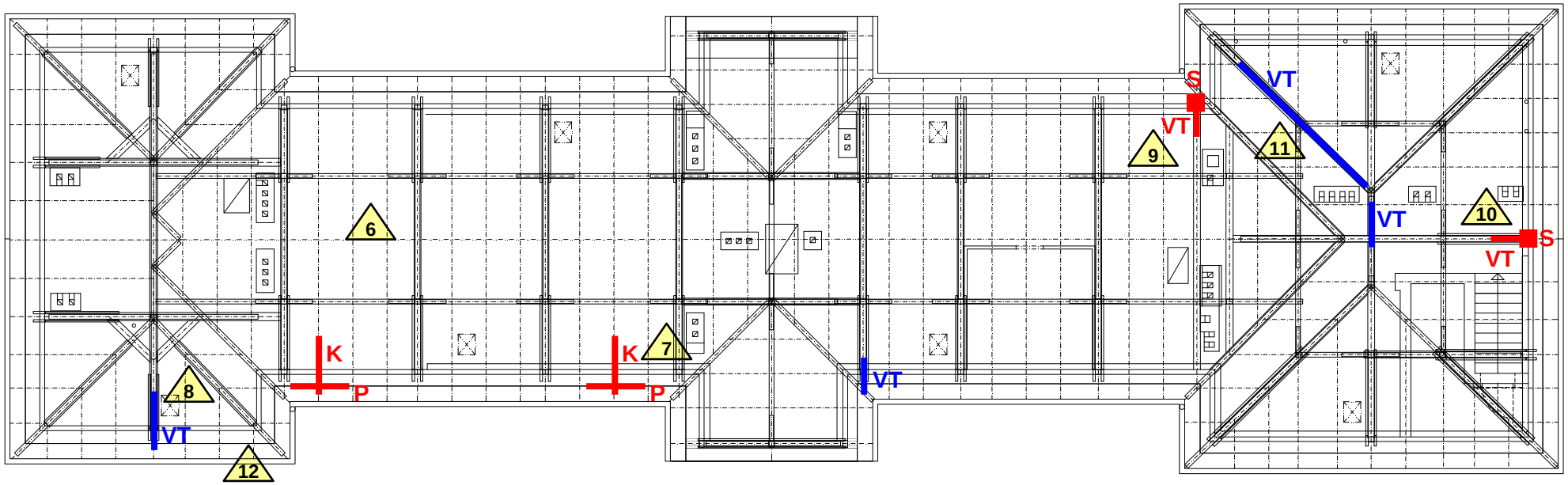
L E G E N D A:

- Sondy do vodorovných nosných konstrukcí - určení skladby, tvaru a stavu nosných prvků (V1 - V4). Sondy i fotodokumentace byly provedeny nad daným podlažím !
- Sondy do nosných ŽB nosných konstrukcí - zjištění pevnosti Schmidtovým tvrdoměrem N (Z - žebro), zkušební místa 1Z - 17Z.
- Sondy do ŽB nosných konstrukcí - zjištění pevnosti betonu zkouškou v lise, zkušební místa N1 - N3.
- Sondy do ŽB nosných konstrukcí - zjištění tvaru a výztuže nosných prvků, sondy A1 - A3.
- Zjištěná orientace hlavní nosné výztuže v ŽB žebrech.
- Fotodokumentace (foto č.0 viz titulní list).

BRNO, KOTLÁŘSKÁ 2, SO 03

Půdorys 2.NP- umístění sond

Výkres č.1



LEGENDA POŠKOZENÝCH PRVKŮ:

K - krokev VT - vazný trám

P - pozednice S - sloupek

L E G E N D A:

Úplně zničené prvky krovu nebo jejich části (oslabení o více než cca 30% průřezu), nutná výměna.

Částečně zničené prvky krovu nebo jejich části (oslabení do 30% průřezu).

Fotodokumentace.

BRNO, KOTLÁŘSKÁ 2, SO 03

Půdorys krovu - vady a poruchy

Výkres č.2