



STAVEBNĚ TECHNICKÉ PRŮZKUMY

**Stavebně technický průzkum
ŽB ztužujícího věnce lanové konstrukce střechy
kina Kosmos, na ul. Dukelská 689, Třinec**

**ODBORNÝ POSUDEK
(STP_2138/LZ)**

Zadavatel:

FABCONWORKS s.r.o.
Hradská 496
747 64 Velká Polom

Zpracovatel:

STP Group, s.r.o.
Švabinského 1749/19
702 00 Ostrava 2

STP Group, s.r.o.
Švabinského 1749/19, 702 00 Ostrava
IČ: 07980191
DIČ: CZ07980191

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Libor Židek', written over a faint, larger blue outline of the same signature.

Ing. Libor Židek

Říjen 2021

Identifikační údaje

Zadavatel: **FABCONWORKS s.r.o.**

Hradská 496

747 64 Velká Polom

Zastoupený: Ing. Jiřím Pospíšilem,
Jednatel společnosti

Oprávnění k podnikatelské činnosti:

IČ: 27783570

DIČ: CZ27783570

Zpracovatel: **STP Group, s.r.o.**

Švabinského 1749/19

702 00 Ostrava 2

Zastoupený: Ing. Liborem Žídkem
jednatel, technickým ředitelem

Oprávnění k podnikatelské činnosti:

IČ: 07980191

DIČ: CZ707980191

Bankovní spojení: Česká spořitelna, a.s.
Číslo účtu: 5600358359/0800

Protokol zpracoval: Ing. Libor Žídek
Tel.: +420 608 700 780
E-mail: libor.zidek@stpgroup.cz

Obsah

1. Popis posuzovaného objektu	4
2. Značení odběrných míst, vzorků a sond	5
3. Odběr a popis vzorků betonu z vybraných konstrukčních částí posuzovaného objektu.....	7
4. Stanovení pevnosti betonu v tlaku	10
5. Stanovení pevnosti betonu v tahu	12
6. Ověření stavu a polohy betonářské výztuže.....	14
7. Stav kotevní oblasti lanové střešní konstrukce	16
8. Orientační chemické analýzy odebraných vzorků betonu	17
8.1. Popis reakce betonu s lihovým roztokem fenolftaleinu (FFT)	17
8.2. Popis reakce betonu s roztokem 10%- ní HCl	17
9. Závěrečné hodnocení	18

Seznam tabulek

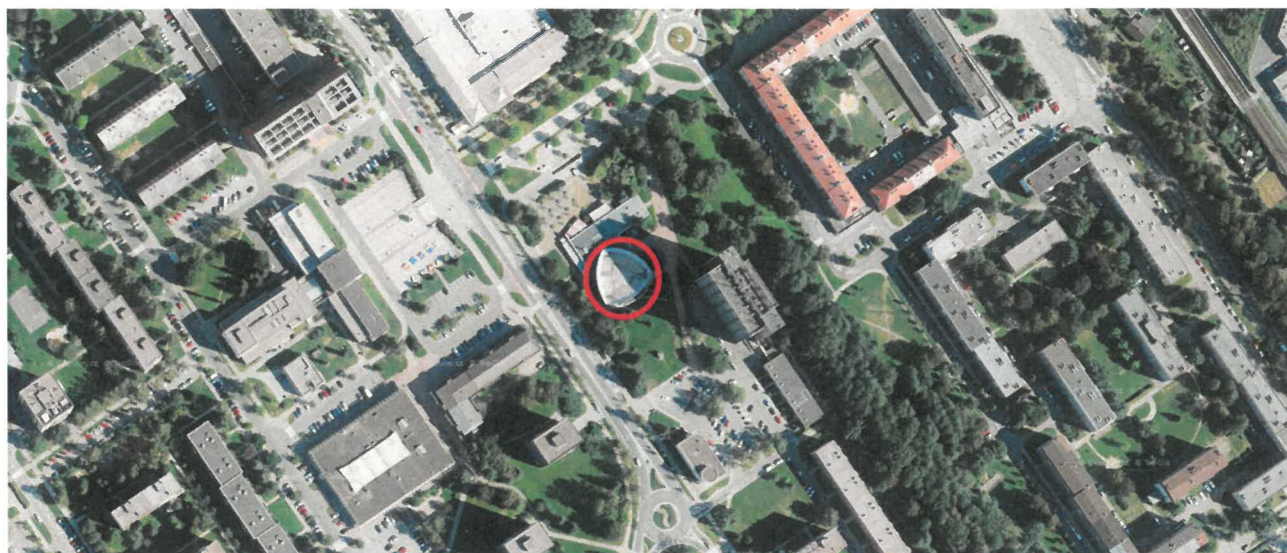
Tab. 1: Popis jádrových vývrtů odebraných z dobetonávky železobetonového věnce.....	8
Tab. 2: Popis jádrových vývrtů odebraných z železobetonového věnce	9
Tab. 3: Pevnost betonu v tlaku – dobetonávka železobetonového věnce	10
Tab. 4: Pevnost betonu v tlaku – železobetonový věnec	11
Tab. 5: Pevnost betonu v tahu – vnější povrch železobetonového věnce	13
Tab. 6: Výstupy z kontroly stavu betonářské výztuže	14

Seznam příloh

Příloha č. 1: Protokol č. 070-060216 o zkoušce stanovení pevnosti betonu v tlaku na vývrtech z akce „Kino Kosmos – ŽB ztužující věnec“, zpracovatel: TaZÚS Praha, s.p., zkušebna Ostrava	
Příloha č. 2: Fotodokumentace	
Příloha č. 3: Doporučení pro sanaci ztužujícího ŽB věnce střešní lanové konstrukce objektu kinosálu Kosmos v Třinci	

Na základě požadavku od firmy FABCONWORKS s.r.o., bylo dohodnuto provedení stavebně technického průzkumu ztužujícího ŽB věnce objektu městského kina Kosmos na ul. Dukelská 689, v Třinci. Rozsah diagnostiky zahrnoval vizuální prohlídku objektu, vč. hodnocení dvou odkrytých zkušebních ploch na ŽB ztužujícím věnci, odběr jádrových vývrtů, stanovení pevnosti betonu v tlaku, provedení odtrhových zkoušek pro stanovení pevnosti betonu v tahu, ověření stavu betonářské výztuže u vnitřního líce věnce a stanovení hloubky degradace betonu.

Diagnostika posuzovaného objektu byla provedena ve dnech od 15.9. do 22.9.2021.



Obr. 1: Lokalizace objektu (49.6685381N, 18.6774850E)

1. Popis posuzovaného objektu

Objekt kinosálu má trojúhelníkový půdorys se zakřivenými obvodovými svislými konstrukcemi. Stěny posuzovaného objektu jsou zděné, s tvarově proměnlivým ztužujícím ŽB věncem, ve kterém jsou ukotvena nosná lana. Tato lana tvoří nosnou část střešní konstrukce, která má tvar zborcené plochy. V konstrukci bylo zabudováno 156 ks kotevních bodů pro 78 lan (proměnlivé délky). Dle dodaných podkladů jsou lana střešní konstrukce opřena, přes kotevní desky, do vnějšího líce ŽB monolitického věnce. Kontaktní plocha vnějšího líce věnce a kotevních desek je záměrně uskočená o cca 200 mm (dle projektové dokumentace). Po kompletním osazení lan byly kotevní oblasti na vnějším líci věnce obetonovány – vrstvou betonu v tloušťce 200 mm. Z vnitřní strany sálu jsou svislé konstrukce a ztužující věnec chráněný omítkou, z vnější strany bylo v minulosti provedeno dodatečné zateplení objektu.

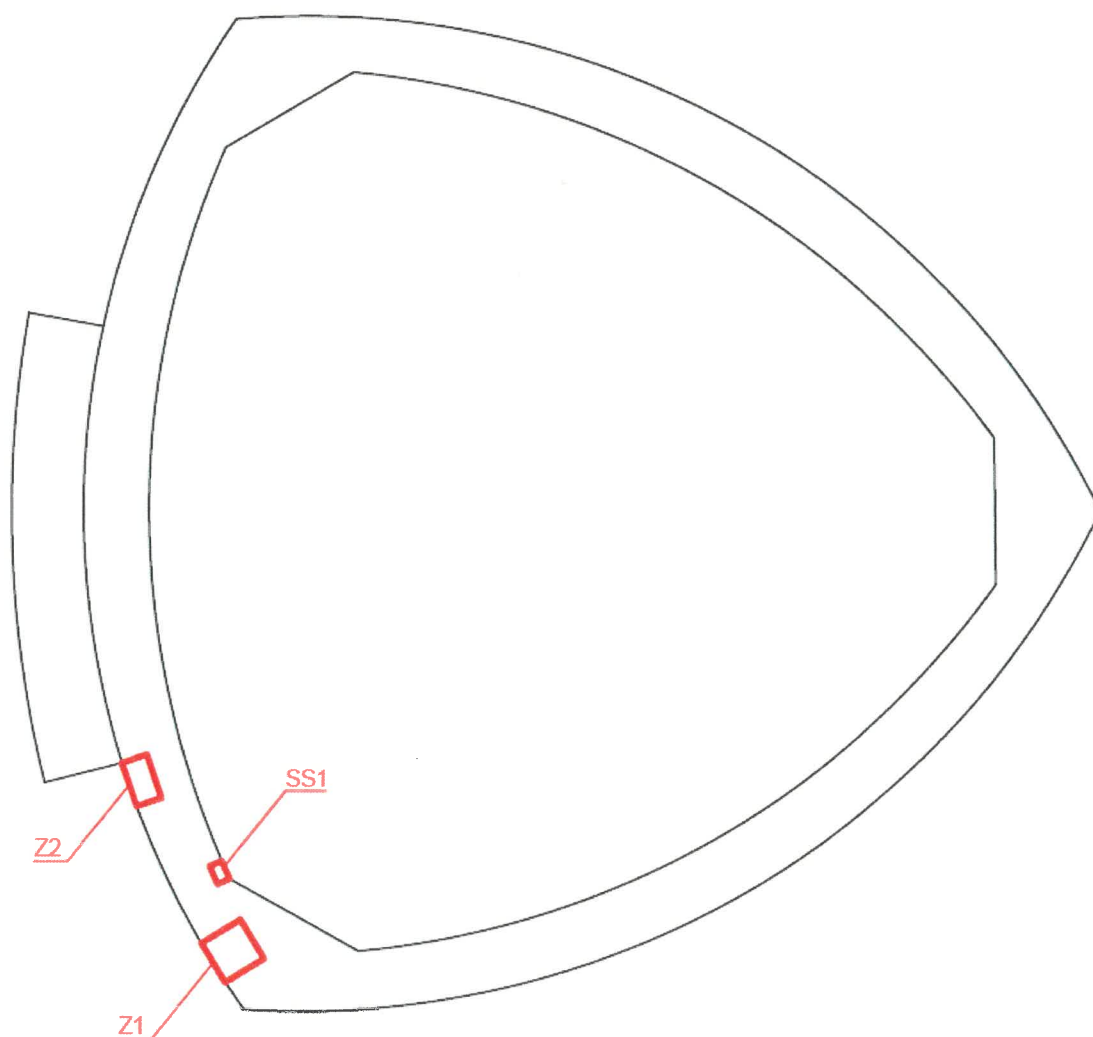
Na vnitřním povrchu stěn a stropní konstrukce jsou známky po opakovaném zatékání. Na některých lanech byly lokálně pozorovány i korozní zplodiny.

2. Značení odběrných míst, vzorků a sond

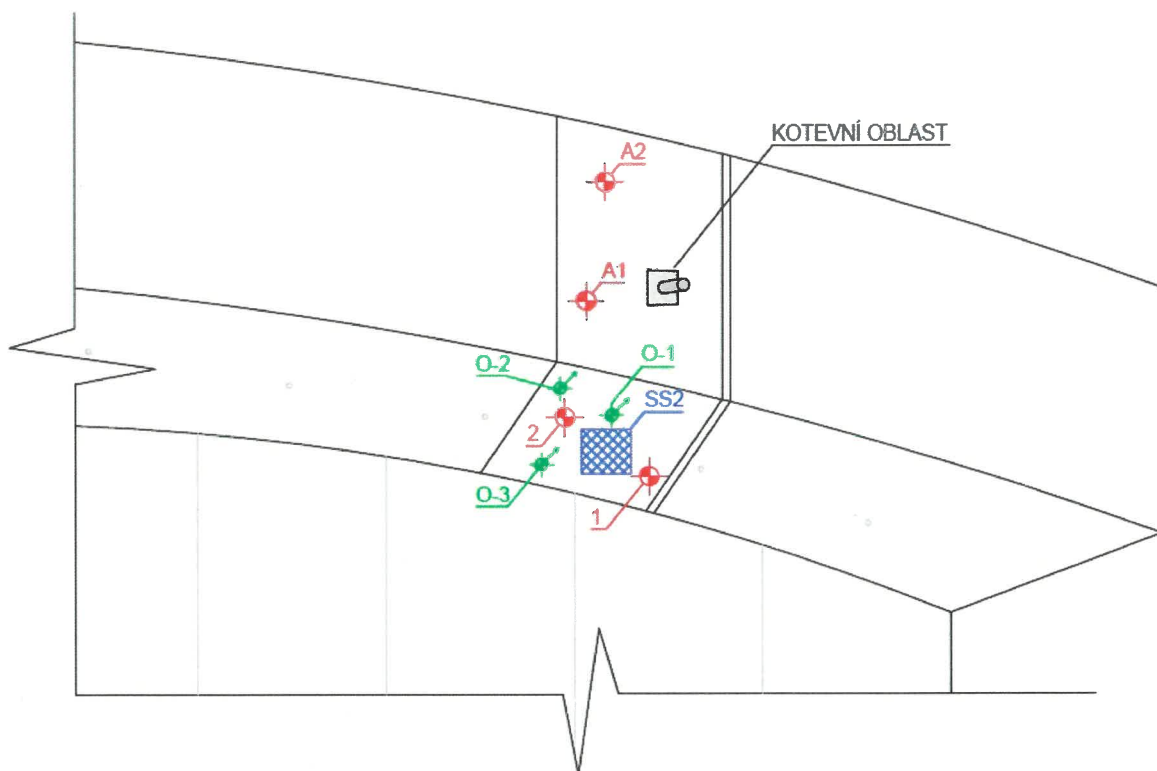
Lokalizace odběru vzorků a provedených sond jsou schematicky zakresleny na obrázcích 2 až 4.

Použité značení:

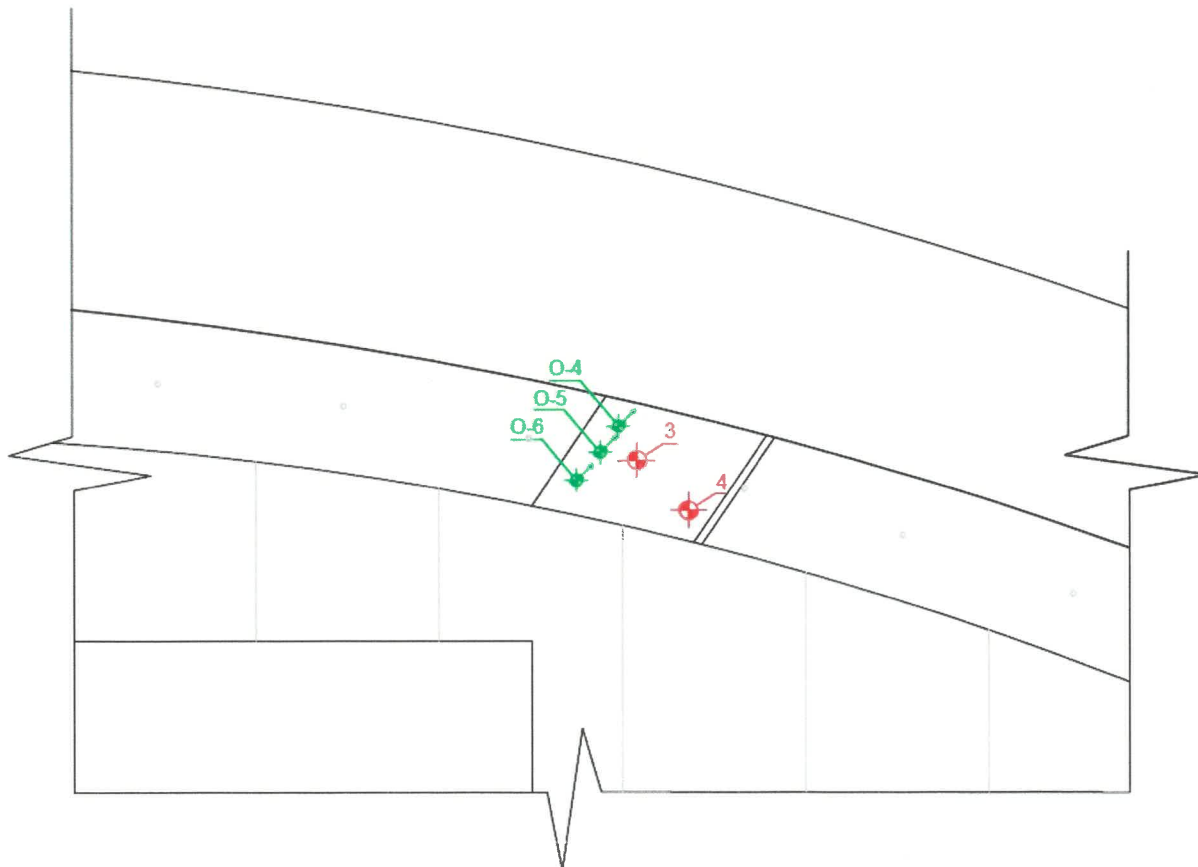
Z1 a Z2	zkušební plochy u vnějšího líce ztužujícího věnce,
A1 a A2	jádrový vývrt odebraný z ochranné dobetonávky ŽB věnce,
1 až 4	jádrový vývrt odebraný ze spodní předsazené části ŽB věnce,
x-T	jádrový vývrt odebraný v místě trhliny,
O-1 až O-6	odtrhová zkouška na povrchu betonu vnějšího líce ztužujícího věnce,
SS1 a SS2	sekaná sonda (bez přímého označení části objektu, číslo – pořadí sondy).



Obr. 2: Půdorysné schéma a lokalizace zkušebních ploch a míst.



Obr. 3: Zkušební plocha Z1 – schéma a lokalizace zkušebních míst
(**jádrové vývrty**, **odtrhové zkoušky** a sekaná sonda).



Obr. 4: Zkušební plocha Z2 – schéma a lokalizace zkušebních míst
(**jádrové vývrty** a **odtrhové zkoušky**).

3. Odběr a popis vzorků betonu z vybraných konstrukčních částí posuzovaného objektu

Při vizuální prohlídce objektu byla na konstrukci ŽB věnce kinosálu vybrána místa, určená k odběrům vzorků a provedení sond. Z vnější strany objektu musely být vytvořeny zkušební plochy Z1 a Z2, ze kterých bylo odstraněno zateplovací souvrství. Jádrové vývrty byly odebrány pomocí vrtné soupravy Hilti DD 350-CA s kotvením přímo v ověřované konstrukci a diamantových korunek s vnitřními průměry 75 a 100 mm.

Po odběru jádrových vývrtů byla kvalita betonu hodnocena vizuálně, se zaměřením na parametry použitých materiálů, vč. zjištěných vad a poruch struktury betonu. Podrobný popis odebraných vzorků je uveden v tabulkách 1 a 2, kde jsou dále zaznamenány parametry betonářské výztuže a orientační hloubky karbonatace betonu. Místa po odebraných jádrových vývrtech byla vyplněna betonovou směsí s urychlovačem tuhnutí (vodním sklem).

Tab. 1: Popis jádrových vývrtů odebraných z dobetonávky železobetonového věnce

Ozn. vz.	Délka vývrtu/ dílčí části [mm]	Druh materiálu, popis	Směr výztuže v kci	Průměr výztuže [mm]	Druh výztuže	Krytí výztuže ¹⁾ [mm]	Druh koroze ²⁾	Oblast degradace betonu ³⁾
A1	0-10	Cementová malta. Vizuálně nízká kvalita cementové matrice.	×	×	×	×	×	0-90 (65 mm)
	10-25	Cementová malta.						
	25-315	Beton, cementový tmel šedoběžové barvy, těžené kamenivo do velikosti 16 mm, vzduchové dutiny do velikosti 18 mm. Mezerovitá struktura betonu. Tloušťka dobetonované vrstvy je 290 mm.						
A2-T	0-17	Cementová malta. Vizuálně nízká kvalita cementové matrice.	×	×	×	×	×	0-130 (96 mm)
	17-34	Cementová malta.						
	34-190	Beton, cementový tmel šedoběžové barvy, těžené kamenivo do velikosti 16 mm, vzduchové dutiny do velikosti 5 mm. V oblasti 34-80 mm byla pozorována nízká kvalita cementové matrice. V této části vzorku se také nacházela svislá, pravděpodobně smršťovací, trhлина. Struktura betonu byla dále rozrušena systémem jemných trhlin, které odpovídají porušení betonu mrazem.						

1)

Pozice betonářské výztuže byla měřena od čela jádrového vývrtu vč. ochranných vrstev (hodnota vzdálenosti betonářské výztuže od povrchu NK, tzn. bez ochranných vrstev).

2)

BK – bez koroze, **PK** – povrchová koroze, **LK** – laminární koroze, **(-20%)** – procentuální korozní úbytek z původního průměru prutu betonářské výztuže.

3)

Uvedené oblasti degradovaného betonu byly ověřovány pomocí orientačních chemických zkoušek, tj. reakcí betonu s lihovým roztokem (FFT) a roztokem 10%-ní HCl. Zkouška pomocí fenolftaleinu byla v uvedených oblastech bez barevné reakce, u HCl pak s bouřlivou reakcí. Postup zkoušek je uveden v kapitole 8.

Tab. 2: Popis jádrových vývrtů odebraných z železobetonového věnce

Ozn. vz.	Délka vývrtu/ díleč částí [mm]	Druh materiálu, popis	Směr výztuže v kci	Průměr výztuže [mm]	Druh výztuže	Krytí výztuže ¹⁾ [mm]	Druh koroz ²⁾	Oblast degradace betonu ³⁾
1	0-15	Cementová malta. Vizuálně nízká kvalita cementové matrice.	Svislý (odklon od svislice o cca 30°)	20	10 425	55 (40)	BK/PK	0-75 (60 mm)
	15-160	Beton, cementový tmel šedé barvy, těžené kamenivo do velikosti 16 mm, vzduchové póry do velikosti 7 mm. V oblasti 15-43 mm bylo ve struktuře betonu pozorováno štěrkové hnízdo.						
2	0-18	Cementová malta. Vizuálně nízká kvalita cementové matrice.	Svislý (odklon od svislice o cca 30°)	12	10 425	30 (12)	BK/PK	0-50 (32 mm)
	18-330	Beton, cementový tmel šedé barvy, těžené kamenivo do velikosti 16 mm, vzduchové póry do velikosti 8 mm.						
3	0-22	Cementová malta. Vizuálně nízká kvalita cementové matrice.	Vodorovný	2 × 6	Hladká	26 (4)	PK/LK(-5%)	0-55 (33 mm)
	22-355	Beton, cementový tmel šedé barvy, těžené kamenivo do velikosti 16 mm, vzduchové póry do velikosti 5 mm.						
4	0-25	Cementová malta. Vizuálně nízká kvalita cementové matrice.	Svislý (odklon od svislice o cca 30°)	2 × 12	10 425	25 (0)	PK	0-39 (14 mm)
	25-380	Beton, cementový tmel šedé barvy, těžené kamenivo do velikosti 16 mm, vzduchové póry do velikosti 5 mm (lokálně i vzduchové dutiny do velikosti 12 mm).						

¹⁾ Pozice betonářské výztuže byla měřena od čela jádrového vývrtu vč. ochranných vrstev (hodnota vzdálenosti betonářské výztuže od povrchu NK, tzn. bez ochranných vrstev).

²⁾ **BK** – bez koroz, **PK** – povrchová koroz, **LK** – laminární koroz, **(-20%)** – procentuální korozní úbytek z původního průměru prutu betonářské výztuže.

³⁾ Uvedené oblasti degradovaného betonu byly ověřovány pomocí orientačních chemických zkoušek, tj. reakcí betonu s lihovým roztokem (FFT) a roztokem 10%-ní HCl. Zkouška pomocí fenolftaleinu byla v uvedených oblastech bez barevné reakce, u HCl pak s bouřlivou reakcí. Postup zkoušek je uveden v kapitole 8.

4. Stanovení pevnosti betonu v tlaku

Zkouška pevnosti betonu v tlaku byla provedena v souladu s ČSN EN 12504-1: 2021 (Zkoušení betonu v konstrukcích – Část 1: Vývrty – odběr, vyšetřování a zkoušení v tlaku).

Z jádrových vývrtů byly vyřezány vzorky vhodné pro zkoušku stanovení pevnosti betonu v tlaku. Vzorky byly označeny shodným popisem jako jádrové vývrty. V případě delších jádrových vývrtů byly vzorky rozděleny na dílčí části, které byly označeny písmeny A až C (orientace – abecedně od povrchu kce). Vzorky betonu byly upraveny na kamenické pile a následně zakončovány na horizontální brusce. Takto upravená zkušební tělesa byla ponechána v podmínkách laboratorního prostředí. Na ověření pevnosti betonu v tlaku byly vzorky převezeny do akreditované zkušební laboratoře č. 1018.3 (TaZÚS Praha, s.p., Centrální laboratoř – zkušebna Ostrava). Protokol z pevnostních zkoušek je uveden v příloze č. 1.

Stanovení pevností betonu v tlaku na zkušebních tělesech bylo provedeno v souladu s ČSN EN 12390-3: 2020 (Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles). Charakteristická pevnost betonu v tlaku byla stanovena dle kritérií shody ČSN EN 13791: 2020 (Posuzování pevnosti betonu v tlaku v konstrukcích a v prefabrikovaných betonových dílcích). Přehled výsledků pevnostních zkoušek je uveden v tabulkách 3 a 4.

Tab. 3: Pevnost betonu v tlaku – dobetonávka železobetonového věnce

<i>Označení vzorku</i>	<i>Průměr vzorku [mm]</i>	<i>Výška vzorku po zakoncování [mm]</i>	<i>Štíhlostní poměr [-]</i>	<i>Pevnost betonu v tlaku [MPa]</i>
A1-A	99,94	103,43	1,034	10,1
A1-B	99,73	101,98	1,022	7,4
A2-T	Vzorek nebyl vhodný pro zkoušku stanovení pevnosti betonu v tlaku.			

Pro statistické hodnocení pevnosti dobetonávky nebylo k dispozici dostatečné množství vzorků. Hodnocení dobetonávky ŽB ztužujícího věnce nebylo ani předmětem posudku. Odebrané jádrové vývrty byly použity pro orientační stanovení pevnosti dobetonávky, která (velmi pravděpodobně) bude muset být při rekonstrukci objektu odstraněna.

Ze zjištěných pevností vzorků, odebraných z konstrukce dobetonávky ŽB věnce, nelze beton zařadit ani do nejnižší pevnostní třídy, tedy C 8/10. Zde je nutné připomenout, že v roce 2020 došlo ke zpřísnění normy pro vyhodnocování pevnostních zkoušek betonu.

Tab. 4: Pevnost betonu v tlaku – železobetonový věnec

<i>Označení vzorku</i>	<i>Průměr vzorku [mm]</i>	<i>Výška vzorku po zakoncování [mm]</i>	<i>Štíhlostní poměr [-]</i>	<i>Pevnost betonu v tlaku [MPa]</i>
1	79,28	75,93	0,958	31,5
2-A	79,25	81,23	1,025	42,5
2-B	79,25	80,59	1,017	41,6
2-C	79,21	85,74	1,082	33,2
3-A	79,27	77,74	0,981	35,2
3-B	79,30	78,24	0,987	34,8
3-C	79,32	78,64	0,991	40,6
4-A	79,34	80,87	1,019	41,7
4-B	79,40	79,81	1,005	30,6
4-C	79,37	79,59	1,003	27,7

Statistické hodnocení pevnosti betonu železobetonového věnce střešní konstrukce bylo provedeno dle kritérií shody ČSN EN 13791: 2020 (Posuzování pevnosti betonu v tlaku v konstrukcích a v prefabrikovaných betonových dílcích). Průměrná hodnota krychelné pevnosti betonu v tlaku je 35,9 MPa, směrodatná odchylka je 5,33 MPa, součinitel k_n pro 10 vzorků je 1,92, nejnižší ověřená hodnota je pak 27,7 MPa. **Výsledná charakteristická (krychelná) pevnost betonu ŽB věnce střešní konstrukce je 25,7 MPa, beton tak odpovídá pevnostní třídě C 20/25.**

5. Stanovení pevnosti betonu v tahu

Kontrola pevnosti betonu v tahu byla provedena pomocí odtrhového přístroje COMTEST OP3C/3.

V rámci provedení zkušebních ploch Z1 a Z2, kdy byly z železobetonové konstrukce věnce odstraněny části zateplovacího systému a původních omítek. Pevnost betonu v tahu byla kontrolována na vnějším povrchu zešíkmené (spodní předsazené) části železobetonového věnce. Vybraná zkušební místa byla povrchově zabroušena. Na připravená místa byly pomocí epoxidového lepidla nalepeny odtrhové kovové terče. Po vytvrzení lepidla byly odtrhové terče ořezány úhlovou brusku, s hloubkou prořezu 10-15 mm. Měření pevnosti v tahu bylo provedeno s plynulým nárůstem přitěžování. Výsledné hodnoty pevnosti betonu v tahu byly vyjádřeny s přesností na 0,01 MPa. Při zkoušce bylo také hodnoceno místo a hloubka porušení.

Výsledky odtrhových zkoušek jsou zpracovány v tabulce 5. Lokalizace zkušebních míst jsou zaznamenány na obrázcích 2 až 4.

Tab. 5: Pevnost betonu v tahu – vnější povrch železobetonového věnce

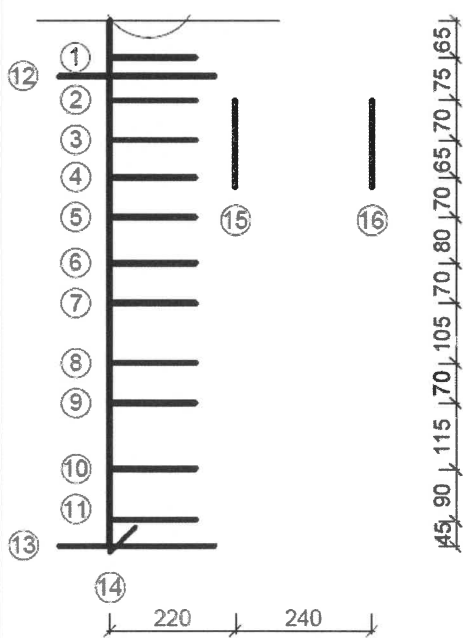
<i>Označení zkušebního místa</i>	<i>Místo zkoušky</i>	<i>Pevnost betonu v tahu [MPa]</i>	<i>Hloubka zabroušení / odtržení [mm]</i>	<i>Místo odtržení</i>
O-1	Vnější povrch (zkušební oblast Z1)	2,43	4 / 1-7	100% beton
O-2	Vnější povrch (zkušební oblast Z1)	1,92	3 / 1-4	100% beton
O-3	Vnější povrch (zkušební oblast Z1)	3,09	2 / 1-3	100% beton
O-4	Vnější povrch (zkušební oblast Z2)	2,98	2 / 1-5	100% beton
O-5	Vnější povrch (zkušební oblast Z2)	1,95	3 / 1-6	100% beton
O-6	Vnější povrch (zkušební oblast Z2)	2,13	2 / 1-2	100% beton
Průměrná hodnota pevnosti betonu v tahu:				2,4 MPa
Minimální hodnota pevnosti betonu v tahu:				1,9 MPa

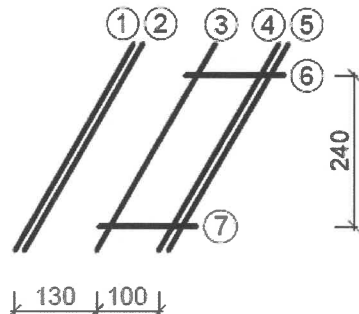
6. Ověření stavu a polohy betonářské výztuže

Poloha betonářské výztuže byla zjišťována nedestruktivně pomocí detektoru Profometer PM-650AI a následně pomocí sekaných sond SS1 až SS3. K ověření polohy a stavu výztuže bylo nutné mechanicky odstranit povrchovou část konstrukce. Úhlovou bruskou byly vymezeny povrchy vybraných míst. V těchto místech byly pomocí kombinovaného kladiva provedeny sekané sondy, lokálně až do hloubky cca 80 mm.

Pomocí sekaných sond byla ověřena pozice prutů, průměr a druh betonářské výztuže, druh jejího korozního napadení a hloubka karbonatace betonu. Zjištěné údaje jsou podrobně zaznamenány v tabulce 6. Lokalizace sekaných sond jsou zaznamenány na obrázcích 2 a 3. Parametry betonářské výztuže byly také ověřovány na odebraných jádrových vývrtech, tyto výstupy jsou uvedeny v tabulkách 1 a 2.

Tab. 6: Výstupy z kontroly stavu betonářské výztuže

Ozn. sondy	Schéma sekané sondy	Popis betonářské výztuže				
		Ozn. prutu	Ø [mm]	Druh výztuže	Krytí ¹⁾ [mm]	Druh koroze ²⁾
SS1	<p><u>Železobetonový věnec – vnitřní líc monolitické konstrukce</u></p> 	1-D	32	10 400	47	BK
	2-D	32	10 400	43	PK	
	3-D	32	10 400	34	PK	
	4-D	32	10 400	35	BK/PK	
	5-D	32	10 400	32	BK	
	6-D	32	10 400	28	PK	
	7-D	32	10 400	25	BK	
	8-D	32	10 400	28	BK/PK	
	9-D	32	10 400	22	BK/PK	
	10-D	32	10 400	22	PK	
	11-D	32	10 400	45	PK	
	12-D	6	Hladká	10	PK	
	13-D	6	Hladká	20	PK/LK(-10%)	
	14-D	12	10 425	5-31	PK/LK(-15%)	
	15-D	12	10 425	10	BK	
	16-D	12	10 425	21	BK	
<ul style="list-style-type: none">• V horní části sondy byla zabetonovaná ocelová trouba o průměru cca 150 mm. Přes zabetonovanou troubu na vnitřní líc ŽB věnce zatéká voda. Průsak vody byl utěsněný materiálem PCI Polyfix 30 sek.• Výška věnce (po předpínací lana) je 920 mm.• Nižší kvalita cementové matrice (štěrková hnízda a pruhy) v oblastech mezi pruty č. 1-2 a č. 9-11.• Hloubka karbonatace³⁾ je 10 až 32 mm.						

SS2	<p><u>Železobetonový věnec – vnější líc</u> <u>monolitické konstrukce</u> <u>(spodní zešíkmená část)</u></p> 				
	1-D	12	10 425	12-14	BK/PK BK/PK PK BK/PK BK/PK PK BK/PK
	2-D	12	10 425	12-14	
	3-D	12	10 425	15	
	4-D	12	10 425	12-18	
	5-D	12	10 425	12-16	
	6-D	6	Hladká	2-6	
	7-D	20	10 425	28	
<ul style="list-style-type: none">• Sonda byla provedena ve vzdálenosti cca 1,5 m od svislé hrany ztužujícího věnce.• U prutů č. 1-5 byl pozorován odklon od svislice o cca 30°.• V místě sondy byla pozorována štěrková hnízda a pruhy.• Hloubka karbonatace³⁾ je 25 až 40 mm.					

1) Tloušťka krycí vrstvy betonářské výztuže byla měřena bez vrstvy omítky.

2) BK – bez koroze, PK – povrchová koroze, LK – laminární koroze, (-20%) – procentuální korozní úbytek z původního průměru prutu betonářské výztuže.

3) Uvedená oblast degradovaného betonu byla ověřována pomocí orientačních chemických zkoušek, tj. reakcí betonu s lihovým roztokem (FFT) a roztokem 10%-ní HCl. Zkouška pomocí fenolftaleinu byla v uvedených oblastech bez barevné reakce, u HCl pak s bouřlivou reakcí. Postup zkoušek je uveden v kapitole 8.

7. Stav kotevní oblasti lanové střešní konstrukce

V místě zkušební plochy Z1 byla mechanicky obnažena jedna kotevní oblast, která byla chráněna vrstvou dobetonávky v tloušťce cca 290 mm. Kotevní desky mají rozměr cca 150/150 mm a jsou vyskládány z tenkých ocelových plechů. Celková tloušťka kotevních desek je cca 40 mm. Kotva je provedena z ocelové trouby o průměru cca 80 mm, při tloušťce stěny cca 10 mm a vystupuje před kotevní desky o cca 160 mm. Vnitřní prostor ocelové trouby je zainjektován cementovou směsí. Povrchové části kotvy jsou narušeny povrchovou, místy i laminární korozí. Dobetonávka, chránící kotevní oblasti je provedena z betonu nízké kvality, místy s mezerovitou strukturou.



Obr. 5: Detail obnažené kotevní oblasti v místě zkušební plochy Z1.
Další fotodokumentace kotevní oblasti byla zařazena do Přílohy č. 2, viz Obr. 1 až Obr. 8.

8. Orientační chemické analýzy odebraných vzorků betonu

Na odebraných vzorcích byly posuzovány degradační změny ve struktuře betonu vlivem karbonatace. V této souvislosti byly provedeny následující orientační chemické zkoušky:

- 1) ověření acidobazické reakce povrchu betonových vzorků s lihovým roztokem fenolftaleinu - FFT (tj. orientační stanovení hodnoty pH povrchové vrstvy betonu),
- 2) ověření reakce betonových vzorků s roztokem zředěné HCl (tj. orientační identifikace přítomnosti druhotných Ca-karbonátů v cementovém tmelu).

8.1. Popis reakce betonu s lihovým roztokem fenolftaleinu (FFT)

Barevná reakce betonu byla zjišťována, na lomové stěně jádrového vývrtu (lícová část vzorku, která nebyla použita pro pevnostní zkoušky) nebo u sekaných sond, pokapáním lihovým roztokem FFT. Fenolftalein je acidobazickým indikátorem, který mění v zásaditém prostředí svoji barvu do fialova (červenofialova). Tato změna barvy je na povrchu betonu viditelná při pH 9,5. Je však třeba upozornit, že FFT jako acidobazický indikátor informuje pouze o oblasti pH, tj. zda pH je pod nebo nad hranicí uvedené barevné změny. Proto lze FFT test považovat pouze za orientační, hodnotu pH nelze tímto způsobem přesně stanovit.

Intenzita výsledné barevné reakce povrchu betonu s FFT byla slovně hodnocena ve škále (směrem od nejintenzivnějšího zbarvení): *velmi zřetelné, intenzivní zbarvení – zřetelné zbarvení – slabě zřetelné zbarvení – nezřetelné zbarvení (bez barevné reakce)*.

8.2. Popis reakce betonu s roztokem 10%- ní HCl

Následně byla sledována reakce povrchu betonu se zředěnou kyselinou chlorovodíkovou (HCl), a to z důvodu případné orientační identifikace sekundárních karbonátů (kalcitů) v cementovém tmelu. Reakce byla zjišťována na lomové ploše rozlomené lícové části vývrtu.

Intenzita reakce betonu s HCl byla slovně hodnocena ve škále: *velmi silná (bouřlivá) reakce – silná reakce – střední reakce – slabá reakce – nezřetelná reakce (bez reakce)*.

Výsledky orientačních chemických zkoušek prokázaly u ztužujícího věnce kinosálu hloubku karbonatace betonu v rozsahu 10-60 mm, průměrně pak 31 mm. U dobetonávky, chránící kotevní oblasti, byly zjištěny hloubky karbonatace 65 a 95 mm. Výše uvedené hodnoty karbonatace betonu byly měřeny po odstranění ochranných omítek.

9. Závěrečné hodnocení

Na základě provedeného stavebně technického průzkumu ŽB ztužujícího věnce lanové konstrukce střechy kina Kosmos, na ul. Dukelská 689, Třinec, lze konstatovat:

Objekt kinosálu má trojúhelníkový půdorys se zakřivenými obvodovými svislými konstrukcemi. Stěny posuzovaného objektu jsou zděné, s tvarově proměnlivým ztužujícím ŽB věncem, ve kterém jsou ukotvena nosná lana. Tato lana tvoří nosnou část střešní konstrukce, která má tvar zborcené plochy. V konstrukci bylo zabudováno 156 ks kotevních bodů pro 78 lan (proměnlivé délky). Lana střešní konstrukce jsou opřena, přes kotevní desky, do vnějšího líce ŽB monolitického věnce. Kontaktní plocha vnějšího líce věnce a kotevních desek je záměrně uskočená o cca 290 mm (v dostupné projektové dokumentaci bylo uvedeno pouze 200 mm). Kotevní desky mají rozměr cca 150/150 mm a jsou vyskládány z tenkých ocelových plechů. Celková tloušťka kotevních desek je cca 40 mm. Kotva je provedena z ocelové trouby o průměru cca 80 mm, při tloušťce stěny cca 10 mm a vystupuje před kotevní desky o cca 160 mm. Vnitřní prostor ocelové trouby je zainjektován cementovou směsí. Povrchové části kotvy jsou narušeny povrchovou, místy i laminární korozí. Dobetonávka, chránící kotevní oblasti je provedena z betonu nízké kvality, místy s mezerovitou strukturou.

Degradace (karbonatace) betonu byla zjištěna na vnitřním i vnějším líci konstrukce ztužujícího věnce lanové střešní konstrukce. Struktura betonu byla dále lokálně narušena šterkovými hnízdy a průsaky vody, důsledkem je místní narušení výztuže laminární korozí (ve zkušebních plochách převážně smykové výztuže – třmínků). U několika prutů byly pozorovány odprysky krycí vrstvy. Největší hloubka karbonatace byla zjištěna právě v oblastech šterkových hnízd. Kvalita betonu byla proměnlivá i v rámci jednotlivých jádrových vývrtů, a to bez ohledu na výše uvedené vady a poruchy.

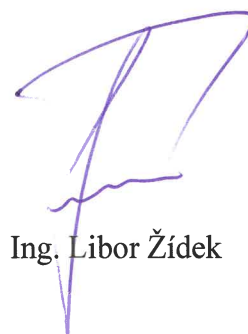
U kontrolovaných částí ztužujícího věnce byla zjišťována průměrná / charakteristická krychelná pevnost betonu v tlaku:

- konstrukce ŽB věnce 35,9 MPa / 25,7 MPa (beton třídy C 20/25),
- dobetonávka (chránící kotevní oblasti) odborným odhadem max. do třídy C 8/10.

U vnějšího povrchu ŽB ztužujícího věnce byla ověřena pevnost v tahu povrchových vrstev betonu. Minimální naměřená hodnota pevnosti betonu v tahu je 1,9 MPa, průměrná pak 2,4 MPa. Konstrukce ŽB ztužujícího věnce by v případě potřeby mohla být zesilována uhlíkovými lamelami.

Výsledky orientačních chemických zkoušek prokázaly u ztužujícího věnce kinosálu hloubku karbonatace betonu v rozsahu 10-60 mm, průměrně pak 31 mm. U dobetonávky, chránící kotevní oblasti, byly zjištěny hloubky karbonatace 65 a 95 mm. Výše uvedené hodnoty karbonatace betonu byly měřeny po odstranění ochranných omítek.

V Ostravě dne 12.10.2021



Ing. Libor Žídek



TECHNICKÝ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV STAVEBNÍ PRAHA, s.p.

Technical and Test Institute for Construction Prague

Akreditovaná zkušební laboratoř, Autorizovaná osoba, Notifikovaná osoba, Oznamovaný subjekt, Subjekt pro technické posuzování, Certifikační orgán, Inspekční orgán / Accredited Testing Laboratory, Authorized Body, Notified Body, Technical Assessment Body, Certification Body, Inspection Body



Centrální laboratoř - zkušebna Ostrava

U Studia 14, 700 30 Ostrava – Zábřeh, Česká republika

tel.: +420 595 707 200, +420 595 707 242, e-mail: zamecnikova@tzus.cz, www.tzus.eu

zkušební laboratoř č. 1018.3

akreditovaná ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2018

PROTOKOL

č. 070-060216

o zkoušce stanovení pevnosti betonu v tlaku na jádrových vývrtech z akce

„Kino Kosmos – ŽB ztužující věnec“

Výrobce: STP Group, s.r.o.

Adresa: Švabinského 1749/19
702 00 Ostrava

IČO: 07980191

Výrobce: STP Group, s.r.o.

Adresa: Švabinského 1749/19
702 00 Ostrava

Zkušební vzorek: VZ070210567

Zakázka: Z070210036

Počet stran protokolu včetně strany titulní: 3

Počet stran příloh -

Vypracoval:

Ing. Bohdan Sousedik
zkušební technik – specialista

Schválil:



Ing. Bohdana Zámečnicková
vedoucí zkušebny

Výtisk č.: 1

Počet výtisků: 3

Ostrava, dne 12. 10. 2021

razítko zkušební laboratoře č. 1018.3

Prohlášení: 1) Výsledky zkoušek v tomto protokolu uváděné se vztahují pouze ke zkoušenému předmětu a nenahrazují jiné dokumenty.
2) Bez písemného souhlasu zkušební laboratoře se nesmí protokol reprodukovat jinak než celý.
3) Laboratoř neodpovídá za výsledek, pokud by mohl být ovlivněn informací poskytnutou objednavatelem (v protokolu označené *).

Technický a zkušební ústav stavební Praha, s.p., Centrální laboratoř

Náměstek 441, 370 10 České Budějovice

Bankovní spojení: Komerční banka, Praha 1

Zapsáno v obchodním rejstříku u Městského soudu v Praze, oddíl ALX, vložka 711, IČO: 00015679, DIČ: CZ00015679

1. Údaje o vzorku

Číslo vzorku: VZ070210567
 Vzorek: Betonové jádrové vývrtý o průměrech cca 80 a 100 mm
 Objednávka: O-210102
 Datum odběru: 15. – 22. 09. 2021*
 Místo odběru: Kino Kosmos – ŽB ztužující věnec *
 Metoda odběru: Neuvedeno

* Informace byla poskytnuta výrobcem.

Údaje o podmínkách při odběru, příp. plán a postup odběru, jméno pracovníka provádějícího odběr jsou uvedeny v zápisu o odběru vzorků, který je uložen ve zkušebně.

Výsledky zkoušek se vztahují ke vzorku, jak byl přijat.

2. Zkušební metody

Identifikace zkušební metody		Název zkušební metody
ČSN EN 12390-3	Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles	Stanovení pevnosti v tlaku zkušebních těles
ČSN EN 12390-7	Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 7: Objemová hmotnost ztvrdlého betonu	Stanovení objemové hmotnosti ztvrdlého betonu

Doplnění, odchylky nebo vyloučení z normového postupu nebo použití nenormových metod: nebyly uplatněny.

3. Výsledky zkoušek

Zkoušky byly provedeny dne: 04. 10. 2021
 Místo provedení zkoušek: Laboratoře zkušebny Ostrava
 Zkoušky vykonali: Ing. Bohdan Soušek

Údaje o podmínkách při provádění zkoušky a o použitém zkušebním zařízení jsou uvedeny v záznamech o zkoušce. Použité přístroje a měřidla jsou ověřovány a kalibrovány podle platného plánu zkušebny Ostrava.

3.1 Stanovení pevnosti betonu v tlaku dle ČSN EN 12390-3 a objemové hmotnosti betonu dle ČSN EN 12390-7

Označení vzorku v laboratoři	Označení vzorku při odběru	Průměr vzorku	Výška vzorku	Hmotnost vzorku	Objemová hmotnost	Tlačná síla	Pevnost v tlaku (na vývrtu)
		mm	mm	g	kg·m ⁻³	kN	MPa
1	A1-A	99,94	103,43	1608	1980	79,02	10,1
2	A1-B	99,73	101,98	1560	1960	58,14	7,4
3	1	79,28	75,93	845	2250	155,51	31,5
4	2-A	79,25	81,23	913	2280	209,76	42,5
5	2-B	79,25	80,59	904	2270	205,27	41,6



Označení vzorku v laboratoři	Označení vzorku při odběru	Průměr vzorku	Výška vzorku	Hmotnost vzorku	Objemová hmotnost	Tlačná síla	Pevnost v tlaku (na vývrtu)
		mm	mm	g	kg·m ⁻³	kN	MPa
6	2-C	79,21	85,74	942	2230	163,47	33,2
7	3-A	79,27	77,74	889	2320	173,96	35,2
8	3-B	79,30	78,24	900	2330	171,71	34,8
9	3-C	79,32	78,64	889	2290	200,43	40,6
10	4-A	79,34	80,87	897	2240	206,28	41,7
11	4-B	79,40	79,81	873	2210	151,34	30,6
12	4-C	79,37	79,59	864	2190	137,17	27,7

KONEC PROTOKOLU



Příloha č. 2: Fotodokumentace



Obr. 1: Horní část zkušební plochy Z1 s obnaženou kotevní oblastí.

Jádrové vývrty A1 a A2 byly odebrány z dobetonávky, která měla chránit kotevní prvky a tvarově sjednotit vnější líc věnce. V dobetonávce bylo problematické ukotvit vrtací soupravu, po navrtání části jednoho vzorku musela být vrtací souprava překotvena (viz zrušená sonda).



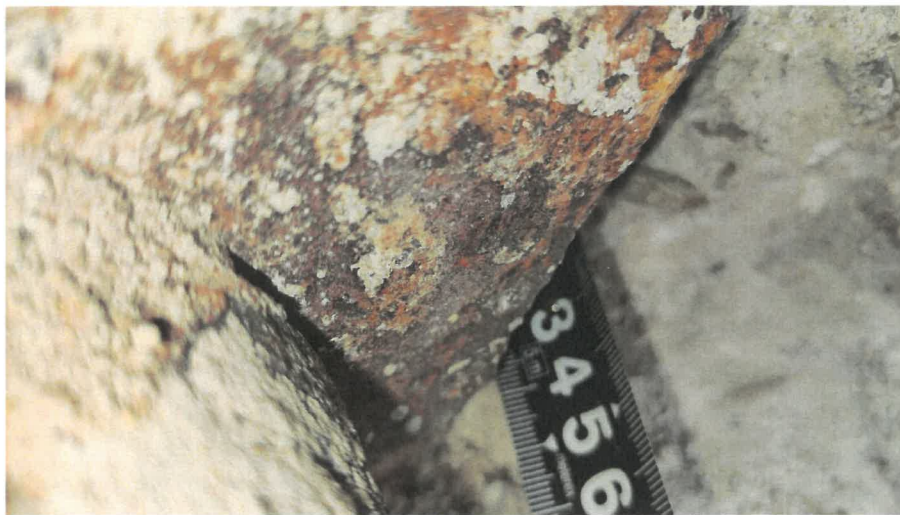
Obr. 2: Detail obnažené kotevní oblasti v místě zkušební plochy Z1.



Obr. 3: Detail předsazení obnažené kotvy o cca 160 mm – zkušební plocha Z1.

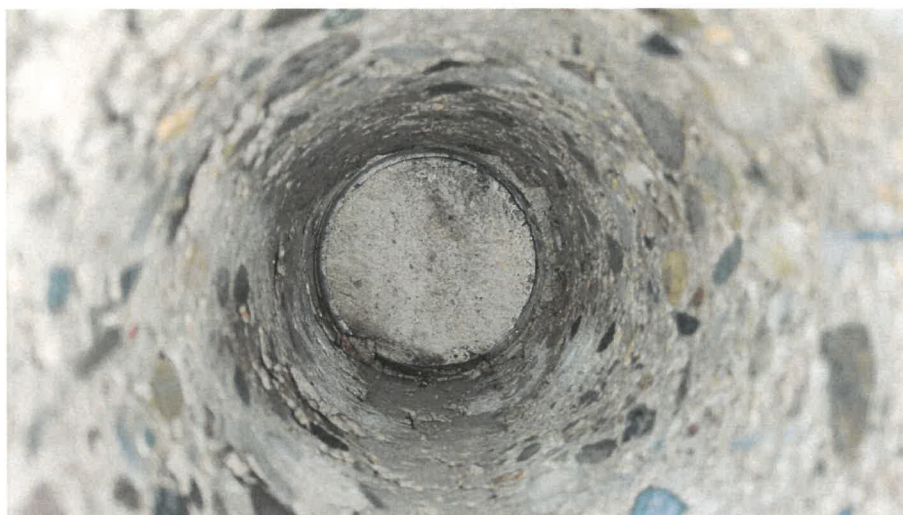


Obr. 4: Detail ukončení obnažené kotevní oblasti v místě zkušební plochy Z1.
Tělo je provedeno z ocelové trouby o vnějším průměru cca 80 mm a stěně o tloušťce cca 10 mm.



Obr. 5: Obnažená kotevní deska je složena ze 3 ks tenčích desek.

Obr. 6: Celková tloušťka kotevních desek je cca 40 mm.



Obr. 7: Pohled do sondy po odběru jádrového vývrtní A1, který byl proveden přes celou šířku dobetonávky. Na stěně sondy je patrná nižší kvalita cementové matrice.



Obr. 8: Pohled do sondy po odběru jádrového vývrtní A1 – tloušťka dobetonávky je cca 290 mm (bez vrstvy omítky).



Obr. 9: Pohled na předsazenou spodní část ŽB věnce v místě zkušební plochy Z1.



Obr. 10: Pohled na předsazenou spodní část ŽB věnce v místě zkušební plochy Z1.



Obr. 11: Ve spodní části zkušební plochy bylo zjištěno šterkové hnízdo.



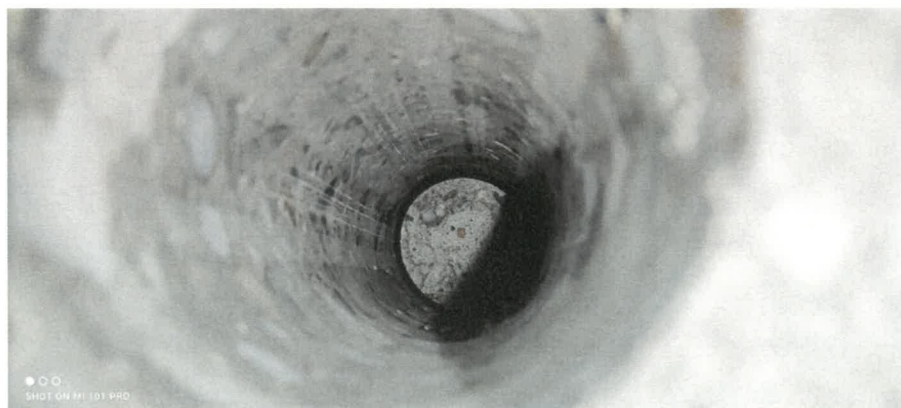
Obr. 12: Odtrhová zkouška O-3 na povrchu ŽB věnce – zkušební plocha Z1.



Obr. 13: Pohled na zkušební plochu Z2, která byla provedená na spodním (zešíkmeném) líci ŽB věnce.



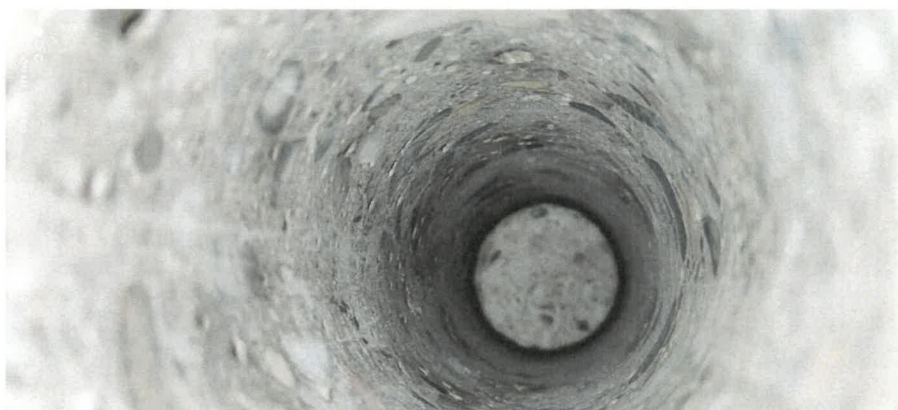
Obr. 14: Pohled na sondu po odběru jádrového vývrtnu 3, která byla provedena v konstrukci ŽB věnce – zkušební plocha Z2.



Obr. 15: Pohled do sondy po odběru jádrového vývrtnu 3, která byla provedena v konstrukci ŽB věnce – zkušební plocha Z2.



Obr. 16: Pohled na sondu po odběru jádrového vývrtu 4, která byla provedena v konstrukci ŽB věnce – zkušební plocha Z2.



Obr. 17: Pohled do sondy po odběru jádrového vývrtu 4, která byla provedena v konstrukci ŽB věnce – zkušební plocha Z2.



Obr. 18: Odrhová zkouška O-4 na povrchu ŽB věnce – zkušební plocha Z2.



Obr. 19: Sekaná sonda SS1 na vnitřním líci ŽB věnce.



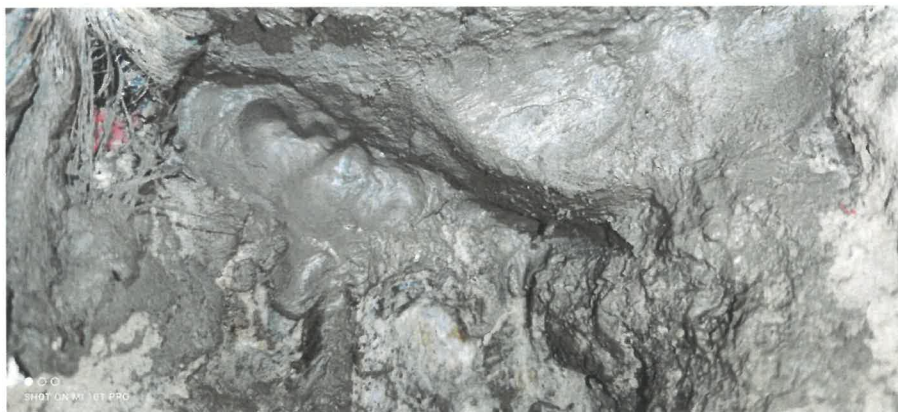
Obr. 20: Detail sekané sondy SS1 na vnitřním líci ŽB věnce.



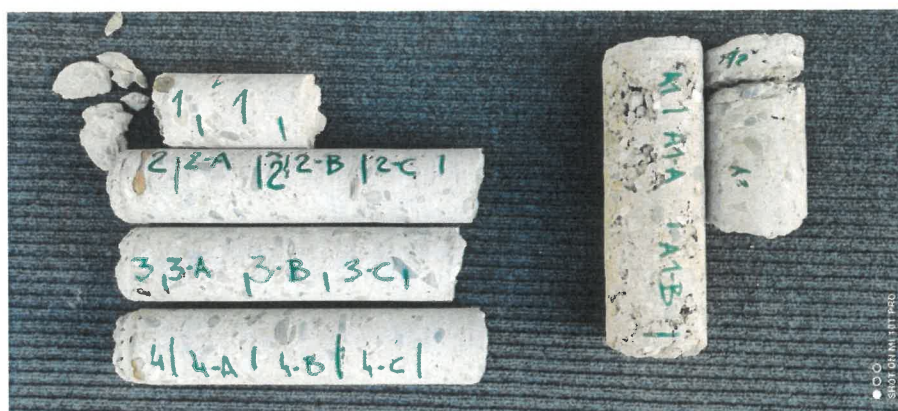
Obr. 21: Detail spodní části sekané sondy SS1 na vnitřním líci ŽB věnce – napojení na zdivo.



Obr. 22: Detail horní části sekané sondy SS1 na vnitřním líci ŽB věnce – v úrovni kotevních lan byla zabetonovaná ocelová trouba o průměru cca 150 mm, ze které při dešti vytékala voda (po odstranění vnitřní omítky).



Obr. 23: Detail horní části sekané sondy SS1 na vnitřním líci ŽB věnce – v úrovni kotevních lan byla zabetonovaná ocelová trouba o průměru cca 150 mm, ze které při dešti vytékala voda (po odstranění vnitřní omítky). Průsak vody byl utěsněný materiálem PCI Polyfix 30 sek.



Obr. 24: Pohled na odebrané jádrové vývrty 1 až 4 z konstrukce ŽB věnce a vývrty A1 a A2 z dobetonávky, která kryje kotevní oblasti předpínacích lan.

Příloha č. 3: Doporučení pro sanaci ztužujícího ŽB věnce střešní lanové konstrukce objektu kinosálu Kosmos v Třinci

Degradace (karbonatace) betonu byla zjištěna na vnitřním i vnějším líci konstrukce ztužujícího věnce lanové střešní konstrukce. Struktura betonu byla dále lokálně narušena šterkovými hnízdy a průsaky vody, důsledkem je místní narušení výztuže laminární korozí (ve zkušebních plochách převážně smykové výztuže – třmínků). U několika prutů byly pozorovány odprysky krycí vrstvy. Největší hloubka karbonatace byla zjištěna právě v oblastech šterkových hnízd. Kvalita betonu byla proměnlivá i v rámci jednotlivých jádrových vývrtů, a to bez ohledu na výše uvedené vady a poruchy.

Doporučení pro sanaci ztužujícího ŽB věnce střešní lanové konstrukce:

1. Před sanací je nutné celoplošně odstranit zateplení konstrukce z vnější strany konstrukce a vnitřní vrstvu vápenocementové omítky. Tento krok lze provést pomocí mechanického odstranění výše uvedených vrstev v kombinaci s použitím vysokotlakého vodního paprsku. Tryskáním povrchu dojde nejen k „otevření struktury betonu“ ale také k odstranění nesoudržných vrstev betonu a šterkových hnízd. Pokud bude aplikován inhibitor koroze, není potřeba zcela odstraňovat zkarbonatovaný beton. Vzhledem k pevnosti podkladu předpokládáme tlak vodního paprsku v rozmezí od 1800 do 2500 bar.
2. Kvalitu podkladu je nutné ověřit pomocí odtrhových zkoušek – stanovení pevnosti v tahu povrchových vrstev betonu (min. doporučená hodnota >1,5 MPa). Odtrhové zkoušky na podkladním povrchu je nutné provádět s ořezy odtrhových terčů.
3. Očištění obnažených prutů betonářské výztuže. Povrch korodujících prutů je nutné očistit např. pískováním. Otryskání prutů betonářské výztuže je nutné provádět min. na stupeň Sa2 (dle ČSN ISO 8501-1), tzn. odstranění viditelně nepřilnavých okují, rzi a jiných nečistot. Optimální stupeň očištění výztuže je běžně Sa2^{1/2}.
4. Nanesení ochranného nátěru na očištěné pruty betonářské výztuže. Vhodným materiálem je např. MasterEmaco P 5000 AP (dříve PCI Nanocret AP).
5. Případné zjištěné trhliny a pracovní spáry doporučujeme sanaci pomocí tlakové injektáže. Vhodným materiálem je nízkoviskózní epoxidová pryskyřice, např. PCI Apogel F. Tento materiál je vhodný i pro injektáž vlhkých trhlin.
6. Očištění povrchu betonu je nutné provést tlakovou vodou (tlak do 150 bar).
7. U lokálně porušených oblastí povrchů betonu ztužujícího věnce je uvažováno s aplikací reprofilační malty. Pro reprofilaci povrchu doporučujeme použít sanační šterku R4, která bude aplikována v jedné až dvou vrstvách. Vhodným materiálem je např. MasterEmaco S 5300.

Min. tloušťka nanášené vrstvy je 3 mm. Průměrná hodnota pro zkoušku stanovení přídržnosti sanační malty je $>1,5$ MPa. Odtrhové zkoušky je nutné provádět s prořezem až do podkladního materiálu – zkušební terč musí být ořezán přes celou tloušťku kontrolované vrstvy + min. dalších 10 mm v podkladním materiálu.

Pozn.: Předpokládaný rozsah sanace je cca 20 % plochy věnce.

8. Následně doporučujeme povrch konstrukce ztužujícího věnce celoplošně ošetřit inhibitorem koroze na bázi silanů. Vhodným materiálem je např. MasterProtect 8500 CI.
9. Po osazení nových lan, kotev a jejich obetonování, je nutné povrch sanované konstrukce ochránit antikarbonatační membránou. Vhodným materiálem je např. MasterSeal 6100 FX. Pro ověření přídržnosti ochranné stěrky/nátěru k podkladu doporučujeme zvolit hodnotu $>1,5$ MPa.

Tato doporučení pro sanaci železobetonových konstrukcí nenahrazují projekt sanace. Při návrhu sanačního řešení doporučujeme vycházet z parametrů uvedených v ČSN EN 1504, v technických listech dodavatele sanačních materiálů nebo v TP SSBK III. Uvedené materiály nejsou závazné, představují pouze příklad uceleného technického řešení od jednoho výrobce stavební chemie. Zvolená technologie sanace betonové konstrukce může být odlišná od tohoto doporučení, záleží především na zkušenostech projektanta se sanacemi obdobných staveb. V případě záměny stavebních materiálů, doporučujeme použít ověřená systémová řešení jednoho výrobce.

K ověření kvality prací doporučujeme u jednotlivých kroků sanace provádět referenční plochy, u kterých bude aplikovaná technologie zcela totožná s realizační.

Při realizaci sanace je nutné vyloučit kondenzaci vody na povrchu betonových konstrukcí nebo promrzání sanačního souvrství. Výpočet rosného bodu závisí na teplotě prostředí, povrchu konstrukce a relativní vlhkosti vzduchu.