



**Stavebně technický průzkum
ŽB prefabrikátů svislé konstrukce haly trolejbusů
v Areálu vozovny DPO, Sokolská třída 3243/64,
702 00 Ostrava – Moravská Ostrava**

**ODBORNÝ POSUDEK
(STP_2409/LZ)**

Zadavatel:

MORYS, s. r. o.
Korejská 894/9
702 00 Ostrava - Přívoz

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



Ing. Libor Židek

Duben 2024

Identifikační údaje

Objednatel: **MORYS, s. r. o.**
Korejská 894/9
702 00 Ostrava – Přívoz

Zastoupený: Ing. Jakubem Solanským
vedoucím projektu

Oprávnění k podnikatelské činnosti:
IČ: 42864771
DIČ: CZ42864771

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

Zastoupený: Ing. Liborem Žídkem
jednatelem, technickým ředitelem

Oprávnění k podnikatelské činnosti:
IČ: 07980191
DIČ: CZ07980191

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 konstrukcí posuzovaného objektu.....	5
4. Stanovení pevnosti betonu v tlaku	8
5. Stanovení pevnosti betonu v tahu	9
6. Ověření stavu a polohy betonářské výztuže.....	10
7. Orientační chemické analýzy odebraných vzorků betonu	13
7.1. Popis reakce betonu s lihovým roztokem fenolftaleinu (FFT)	13
7.2. Popis reakce betonu s roztokem 10%- ní HCl	13
8. Závěrečné hodnocení	14

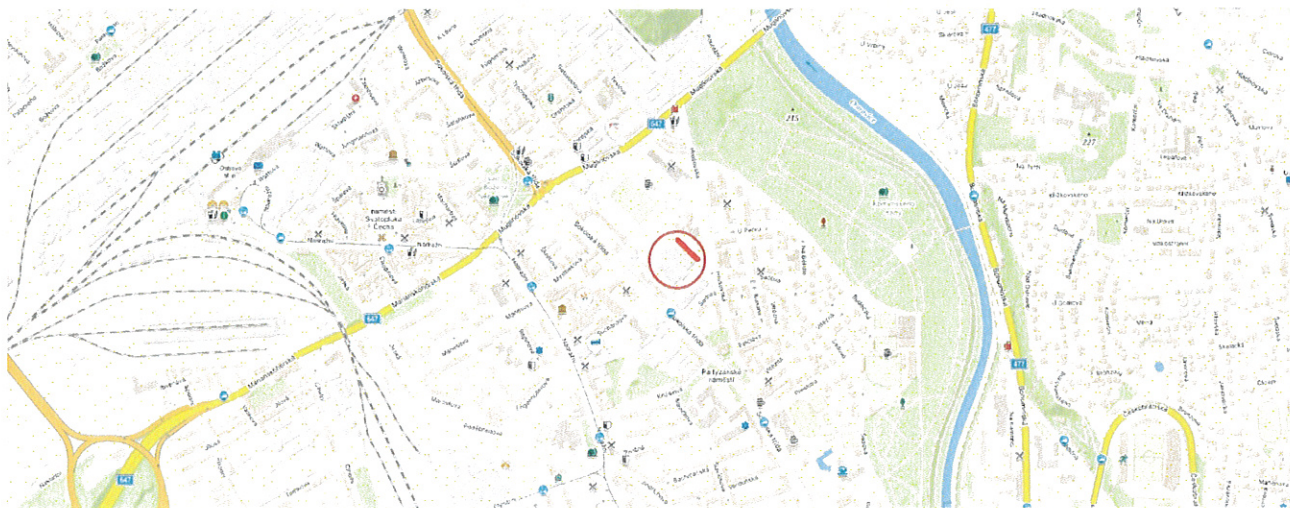
Seznam tabulek

Tab. 1: Popis jádrových vývrtů odebraných ze svislých prefabrikátů haly v areálu DPO	6
Tab. 2: Pevnost betonu v tlaku – svislé prefabrikáty haly v areálu DPO	8
Tab. 3: Pevnost betonu v tahu – vnější líc svislých prefabrikátů haly v areálu DPO	9
Tab. 4: Výstupy z kontroly stavu betonářské výztuže svislých prefabrikátů haly v areálu DPO.....	11

Seznam příloh

Příloha č. 1: Protokol č. 070-064466 o zkoušce stanovení pevnosti betonu v tlaku na vývrtech z akce: „ŽB prefabrikáty svislé konstrukce haly v Areálu vozovny DPO, Sokolská třída 3243/64, 702 00 Ostrava – Moravská Ostrava“, zpracovatel: TaZÚS Praha, s.p., zkušebna Ostrava	
Příloha č. 2: Schéma a lokalizace zkušebních a odběrných míst	
Příloha č. 3: Fotodokumentace	
Příloha č. 4: Doporučení pro sanaci ŽB prefabrikátů svislé konstrukce haly trolejbusů v Areálu vozovny DPO	

Na základě objednávky č. 230173/OBJ/24/0098 – dodatek č. 1 od zadavatele prací MORYS, s.r.o., bylo dohodnuto provedení stavebně technického průzkumu ŽB prefabrikátů svislé konstrukce haly trolejbusů v Areálu vozovny DPO, Sokolská třída 3243/64, 702 00 Ostrava – Moravská Ostrava. Rozsah diagnostiky zahrnoval vizuální prohlídku konstrukčních částí posuzovaného objektu, odběr jádrových vývrtů, stanovení pevnosti betonu v tlaku, provedení odtrhových zkoušek, ověření stavu betonářské výztuže v kombinaci se stanovením hloubky degradace betonu. Diagnostika ŽB prefabrikátů svislé konstrukce haly byla provedena ve dnech 28.3. a 3.4.2024.



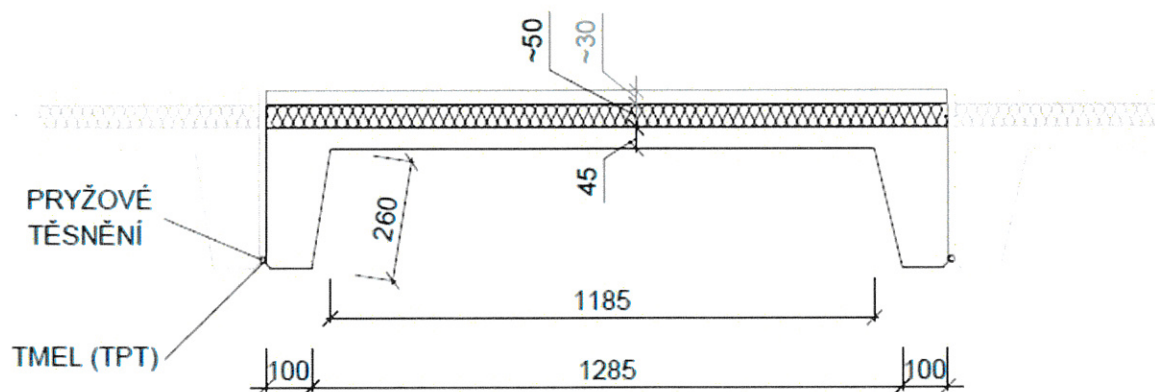
Obr. 1: Lokalizace objektu (GPS: 49.8499708N, 18.2834567E)

1. Popis posuzovaného objektu

Posuzovaným objektem je montovaná hala trolejbusů provedená z velkoplošných stěnových prefabrikátů tvaru U a střešních prvků tvaru obráceného U nebo TT. Jedná se o bezvazníkový systém soustavy hal, pravděpodobně od dodavatele Vítkovické stavby, n.p., Ostrava.

Svislé prefabrikáty tvoří obvodový plášť haly, který je na vnějším povrchu vertikálně rozdělený nosnými žebry o šířce cca 300 mm (2×150 mm). Svislý prefabrikát má šířku cca 1500 mm s vnějšími žebry, u kterých se jejich šířka zvětšuje směrem k desce od cca 100 mm do cca 150 mm. Tloušťka betonové desky je cca 45 mm. Svislý prefabrikát je proveden jako sendvič, za vnější betonovou deskou je vrstva z pěnového polystyrénu v tloušťce cca 50 mm a vnitřní krycí betonová deska (obvykle v tloušťce 30 mm). Ve styku svislých prefabrikátů jsou u vnějších líců žeber osazena pryžová těsnění a spoje jsou uzavřeny těsnícím tmelem.

Na povrchu svislých dílců posuzované haly bylo pozorováno výrazné poškození žeber, a to do výšky cca 300-400 mm od úrovně spádového betonu nad roznášecím (základovým) prahem. Poškození je způsobeno odstříkující vodou, karbonatací betonu a vzlínáním vody po obnažené výztuži. Hloubka poškození je cca 20-40 mm. Dalším poškozením svislých prefabrikátů jsou trhliny podél hran žeber, kdy cca 40-50% hran je narušeno odprsky krycí vrstvy výztuže. Poškození hran byla pozorována na 80-100% jejich délky (tj. výšky stěnového prefabrikátu).



Obr. 2: Řez svislým prefabrikátem obvodové stěny haly
(tloušťka vnitřní (interiérové) krycí desky nebyla ověřena, ale pouze převzata z historických materiálů)

2. Značení odběrných míst, vzorků a sond

Lokalizace odběru vzorků a provedených sond jsou schematicky zobrazeny v příloze č. 2.

Použité značení:

1 až 8	jádrový vývrt odebraný z prefabrikátu svislé konstrukce haly,
O-1 až O-6	odtrhová zkouška na vnějším povrchu prefabrikátu svislé konstrukce haly,
SS-1 až SS-3	sekaná sonda u vnějšího líce prefabrikátu svislé konstrukce haly.

3. Odběr a popis vzorků betonu z konstrukcí posuzovaného objektu

Při vizuální prohlídce objektu byla vybrána místa, určená k odběru vzorků. Jádrové vývrty byly odebrány pomocí vrtné soupravy Hilti DD 350-CA s kotvením přímo v ověřovaném prefabrikátu svislé konstrukce haly. K odběru vzorků betonu byla použita diamantová korunka o vnějším průměru cca 82 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 tabulce 1, 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 ze svislých prefabrikátů haly v areálu DPO

Označení vzorku	Délka vývrtu/ dlíží částí [mm]	Druh materiálu, popis	Směr výztuže v kci	Průměr výztuže [mm]	Druh výztuže	Krytí výztuže ¹⁾ [mm]	Druh koroze ²⁾	Oblast degradace betonu ³⁾ [mm]
1	0-2	Stříkaná omítka z MC.						
	2-105	Beton, cementový tmel šedé barvy, směs těžného kameniva frakce 0/4 mm a drceného vápence frakce 2/16 mm, vzduchové póry do velikosti 3 mm.	×	×	×	×	×	2-23 (21 mm)
2	0-2	Stříkaná omítka z MC.						
	2-110	Beton, cementový tmel šedé barvy, směs těžného kameniva frakce 0/4 mm a drceného vápence frakce 2/16 mm, vzduchové póry do velikosti 4 mm.	×	×	×	×	×	2-20 (18 mm)
3	0-2	Stříkaná omítka z MC.						
	2-150	Beton, cementový tmel šedé barvy, směs těžného kameniva frakce 0/4 mm a drceného vápence frakce 2/16 mm, vzduchové póry do velikosti 3 mm (lokálně i vzduchové dutiny do velikosti 6 mm). Šířka žebra prefabrikátu v místě odběru vzorku je 135-150 mm.	Svislý	6	10 425	23 (21)	PK	2-24 (22 mm) a 143-150 (7 mm)
4	0-2	Stříkaná omítka z MC.						
	2-150	Beton, cementový tmel šedé barvy, směs těžného kameniva frakce 0/4 mm a drceného vápence frakce 2/16 mm, vzduchové póry do velikosti 2 mm. Šířka žebra prefabrikátu v místě odběru vzorku je 135-150 mm. Vodorovné pruty (v hloubce 13 a 20 mm) u vnější strany prefabrikátů představují jeden třmínek s přesahem drátu.	Vodorovný Vodorovný Svislý Diagonální Vodorovný	8 8 6 16 8	10 425 10 425 10 425 Hladká 10 425	15 (13) 22 (20) 32 (30) 52 (50) 124 (122)	PK/LK(-5%) PK/LK(-5%) PK BK BK	2-27 (25 mm) a 138-150 (12 mm)
5	0-2	Stříkaná omítka z MC.						
	2-110	Beton, cementový tmel šedé barvy, směs těžného kameniva frakce 0/4 mm a drceného vápence frakce 2/16 mm, vzduchové póry do velikosti 5 mm. Vodorovné pruty (v hloubce 16 a 23 mm) u vnější strany prefabrikátů představují jeden třmínek s přesahem drátu.	Vodorovný Vodorovný	8 8	10 425 10 425	18 (16) 23 (21)	PK PK	2-24 (22 mm)

6	0-2	Stříkaná omítka z MC.										Svislý	6	10 425	30 (28)	PK	2-29 (27 mm) a 136-142 (6 mm)
	2-142	Beton, cementový tmel šedé barvy, směs těžného kameniva frakce 0/4 mm a drceného vápence frakce 2/16 mm, vzduchové póry do velikosti 2 mm. Šířka žebra prefabrikátu v místě odběru vzorku je 142 mm.															
7	0-2	Stříkaná omítka z MC.										Svislý	6	10 425	97 (95)	PK	0-24 (22 mm)
	2-120	Beton, cementový tmel šedé barvy, směs těžného kameniva frakce 0/4 mm a drceného vápence frakce 2/16 mm, vzduchové póry do velikosti 4 mm.															
8	0-2	Stříkaná omítka z MC.										Svislý	6	10 425	25 (23)	PK	2-20 (18 mm)
	2-110	Beton, cementový tmel šedé barvy, směs těžného kameniva frakce 0/4 mm a drceného vápence frakce 2/16 mm, vzduchové póry do velikosti 5 mm.															

1) Pozice betonářské výztuže byla měřena od čela jádrového vývrtu (vzdálenost od líce prefabrikátu – tzn. bez vrstvy omítky).

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 fenolftaleínu byla v uvedených oblastech bez barevné reakce, u HCl pak s bouřlivou reakcí. Postup zkoušek je uveden v kapitole 7.

4. Stanovení pevnosti betonu v tlaku

Zkouška pevnosti betonu v tlaku byla provedena v souladu s ČSN EN 12504-1: 2020 (Zkoušení betonu v konstrukcích – Část 1: Vývrty – odběr, vyšetřování a zkoušení v tlaku).

Z jádrových vývrťů byly vyřezány vzorky vhodné pro zkoušku stanovení pevnosti betonu v tlaku. Vzorky byly označeny shodným popisem jako jádrové vývrty. Vzorky 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). V českém překladu byla norma vydána v roce 2021. Přehled výsledků pevnostních zkoušek je uveden v tabulce 2.

Tab. 2: Pevnost betonu v tlaku – svislé prefabrikáty haly v areálu DPO

<i>Označení vzorku</i>	<i>Průměr vzorku [mm]</i>	<i>Výška vzorku po zakončení [mm]</i>	<i>Štíhlostní poměr [-]</i>	<i>Pevnost betonu v tlaku [MPa]</i>
1	74,32	75,92	1,022	35,8
2	74,31	77,79	1,047	45,4
3	74,25	78,96	1,063	47,9
4	74,32	81,77	1,100	43,5
5	74,28	71,06	0,957	41,7
6	74,30	79,31	1,067	44,2
7	74,30	79,67	1,072	49,2
8	74,20	79,38	1,070	36,8

Statistické hodnocení pevnosti betonu v tlaku železobetonových svislých prefabrikátů haly v areálu DPO 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 43,1 MPa, směrodatná odchylka je 4,81 MPa, součinitel k_n pro 8 vzorků je 2,00, nejnižší ověřená hodnota je pak 35,8 MPa. **Výsledná charakteristická (krychelná) pevnost betonu v tlaku železobetonových svislých prefabrikátů haly v areálu DPO je 33,5 MPa, beton tak odpovídá pevnostní třídě C 25/30.**

5. Stanovení pevnosti betonu v tahu

Kontrola pevnosti betonu v tahu byla provedena pomocí odtrhového přístroje COMTEST OP3C/3. Pevnost betonu v tahu byla kontrolována na vnějším líci posuzovaných svislých prefabrikátů haly v areálu DPO, vždy po mechanickém odstranění ochranného nástřiku cementové malty. Zkušební místa byla následně povrchově zabroušena. Na připravená místa byly pomocí epoxidového lepidla nalepeny odtrhové kovové terče. Po vytvrzení lepidla byly odtrhové terče ořezány úhlovou bruskou, s hloubkou prořezu 10-15 mm. Měření pevnosti v tahu bylo provedeno s plynulým nárůstem přítěžování. Výsledné hodnoty pevnosti betonu v tahu byly vyjádřeny s přesností na 0,01 MPa. Při zkoušce bylo také hodnoceno místo a hloubka porušení.

Výsledky zkoušek stanovení pevnosti betonu v tahu povrchových vrstev jsou zpracovány v tabulce 3. Lokalizace zkušebních míst jsou zobrazeny v příloze č. 2.

Tab. 3: Pevnost betonu v tahu – vnější líc svislých prefabrikátů haly v areálu DPO

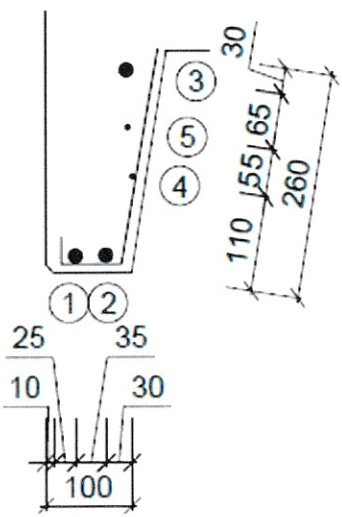
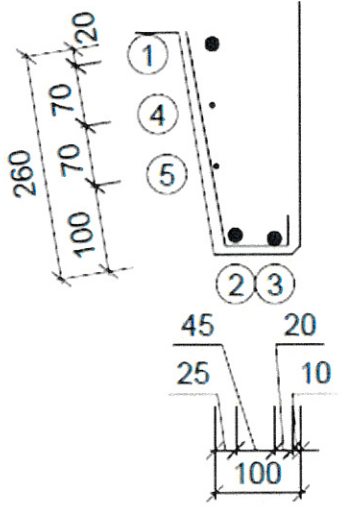
<i>Označení zkušebního místa</i>	<i>Místo zkoušky</i>	<i>Pevnost betonu v tahu [MPa]</i>	<i>Hloubka zabroušení / odtržení [mm]</i>	<i>Místo odtržení</i>
O-1	Vnější líc svislého prefabrikátu	2,74	2 / 1-3	100% beton
O-2	Vnější líc svislého prefabrikátu	2,85	2 / 1-3	100% beton
O-3	Vnější líc svislého prefabrikátu	3,46	2-3 / 1-4	100% beton
O-4	Vnější líc svislého prefabrikátu	2,44	2-3 / 1-3	100% beton
O-5	Vnější líc svislého prefabrikátu	3,35	2 / 1-3	100% beton
O-6	Vnější líc svislého prefabrikátu	2,81	3-4 / 1-4	100% beton
Průměrná hodnota pevnosti betonu v tahu:				2,9 MPa
Minimální hodnota pevnosti betonu v tahu:				2,4 MPa

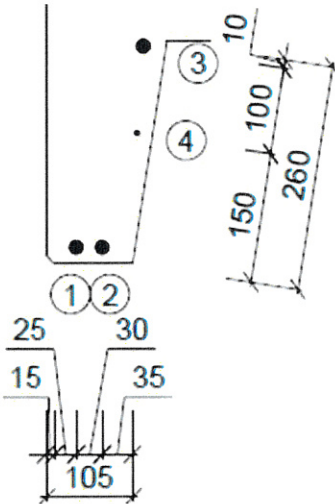
6. Ověření stavu a polohy betonářské výztuže

Poloha betonářské výztuže byla zjišťována nedestruktivně pomocí detektoru Profometer PM-650AI a následně pomocí sekaných sond. K ověření polohy a stavu výztuže bylo nutné mechanicky odstranit povrchovou část kontrolované monolitické konstrukce. Úhlovou bruskou byly vymezeny povrchové oblasti vybraných míst. V těchto místech byly pomocí kombinovaného kladiva provedeny sekané sondy, lokálně až do hloubky cca 50-60 mm.

U jednotlivých sekaných sond byly ověřeny pozice prutů, průměry a druhy betonářské výztuže, druh jejich korozních napadení a hloubky karbonatace betonu. Zjištěné údaje jsou zaznamenány v tabulce 4. Lokalizace sekaných sond jsou zobrazeny v příloze č. 2. Parametry betonářské výztuže byly také ověřovány na odebraných jádrových vývrtech, tyto výstupy jsou uvedeny v tabulce 1.

Tab. 4: Výstupy z kontroly stavu betonářské výztuže svislých prefabrikátů haly v areálu DPO

Označení sondy	Schéma sekané sondy	Popis betonářské výztuže				
		Ozn. prutu ¹⁾	Ø [mm]	Druh výztuže	Krytí [mm]	Druh koroze ²⁾
SS-1	<u>ŽB svislý prefabrikát</u> (žebro ve výšce 300 mm od paty dílce) 	1-D	16	10 300	11	PK/LK(-30%)
		2-D	16	10 300	12	PK/LK(-30%)
		3-D	16	10 300	34	BK
		4-D	6	10 425	13	PK
		5-D	6	10 425	27	PK
		Tř.-D	8	10 425	3-8	PK/LK(-30%)
		- Vzdálenost třmínků je v místě sondy 200 mm. - Hloubka karbonatace³⁾ betonu je 20 mm.				
SS-2	<u>ŽB svislý prefabrikát</u> (žebro ve výšce 100 mm od paty dílce) 	1-D	16	10 300	28	PK/LK(-5%)
		2-D	16	10 300	14	PK/LK(-15%)
		3-D	16	10 300	10	PK/LK(-15%)
		4-D	6	10 425	22	PK
		5-D	6	10 425	15	PK/LK(-5%)
		Tř.-D	8	10 425	2	PK/LK(-25%)
		- Vzdálenost třmínků je v místě sondy 190 a 200 mm. - Hloubka karbonatace³⁾ betonu je 27 mm.				

SS-3	<u>ŽB svislý prefabrikát</u> <u>(žebro ve výšce 100 mm od paty</u> <u>dílce)</u> 	1-D	16	10 300	11	PK/LK(-15%)
		2-D	16	10 300	10	PK/LK(-25%)
		3-D	16	10 300	18	PK/LK(-15%)
		4-D	6	10 425	15	PK/LK(-40%)
		Tř.-D	8	10 425	6	PK/LK(-15%)
		• Vzdálenost tržmínků je v místě sondy 245 mm. • Hloubka karbonatace³⁾ betonu je 31 mm.				

- ¹⁾ N – nedestruktivní ověření parametrů betonářské výztuže, D – destruktivní ověření parametrů betonářské výztuže.
- 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 7.

7. 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:

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

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

Barevná reakce betonu byla zjišťována nejen na lomových stěnách jádrových vývrtů (lícové části vzorků, které nebyly použity pro pevnostní zkoušky), ale také 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)*.

7.2. 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 vnějších povrchů ŽB svislých prefabrikátů hloubku karbonatace (degradace) betonu v rozmezí 18 až 31 mm, průměrně pak 23 mm.

8. Závěrečné hodnocení

Na základě provedeného stavebně technického průzkumu ŽB prefabrikátů svislé konstrukce haly trolejbusů v Areálu vozovny DPO, Sokolská třída 3243/64, 702 00 Ostrava – Moravská Ostrava, lze konstatovat:

Posuzovaným objektem je montovaná hala trolejbusů provedená z velkoplošných stěnových prefabrikátů tvaru U a střešních prvků tvaru obráceného U nebo TT. Jedná se o bezvazníkový systém soustavy hal, pravděpodobně od dodavatele Vítkovické stavby, n.p., Ostrava.

Svislé prefabrikáty tvoří obvodový plášť haly, který je na vnějším povrchu vertikálně rozdělený nosnými žebry o šířce cca 300 mm (2×150 mm). Svislý prefabrikát má šířku cca 1500 mm s vnějšími žebry, u kterých se jejich šířka zvětšuje směrem k desce od cca 100 mm do cca 150 mm. Tloušťka betonové desky je cca 45 mm. Svislý prefabrikát je proveden jako sendvič, za vnější betonovou deskou je vrstva z pěnového polystyrénu v tloušťce cca 50 mm a vnitřní krycí betonová deska (obvykle v tloušťce 30 mm). Ve styku svislých prefabrikátů jsou u vnějších líců žebor osazena pryžová těsnění a spoje jsou uzavřeny těsnícím tmelem.

Na povrchu svislých dílců posuzované haly bylo pozorováno výrazné poškození žebor, a to do výšky cca 300-400 mm od úrovně spádového betonu nad roznášecím (základovým) prahem. Poškození je způsobeno odstříkující vodou, karbonatací betonu a vzlínáním vody po obnažené výztuži. Hloubka poškození je cca 20-40 mm. Dalším poškozením svislých prefabrikátů jsou trhliny u hran žebor, kdy cca 40-50% hran je narušeno odprysky krycí vrstvy výztuže. Poškození hran byla pozorována na 80-100% jejich délky (tj. výšky stěnového prefabrikátu).

Průměrná hodnota krychelné pevnosti betonu v tlaku je 43,1 MPa, vypočtená **charakteristická (krychelná) pevnost betonu v tlaku železobetonových svislých prefabrikátů haly trolejbusů v areálu DPO je 33,5 MPa, beton tak odpovídá pevnostní třídě C 25/30.**

U posuzovaných ŽB svislých prefabrikátů byla dále ověřena průměrná pevnost betonu v tahu 2,9 MPa.

Výsledky orientačních chemických zkoušek prokázaly u vnějších povrchů ŽB svislých prefabrikátů hloubku karbonatace (degradace) betonu v rozmezí 18 až 31 mm, průměrně pak 23 mm.

Doporučení pro sanaci ŽB stěnových prefabrikátů je zpracováno v příloze č. 4.

V Ostravě dne 15.4.2024

Ing. Libor Židek



TECHNICKÝ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV STAVEBNÍ PRAHA, s.p.
Technical and Test Institute for Construction Prague

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



Centrální laboratoř - zkušebna Ostrava

U Studia 14, 700 30 Ostrava – Záběh, 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. 070-064466

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

„ŽB prefabrikáty svislé konstrukce haly v Areálu vozovny DPO, Sokolská třída 3243/64, 702 00 Ostrava – Moravská Ostrava“

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: **VZ070240120**
Zakázka: **Z070240033**

Počet stran protokolu včetně strany titulní: 3

Počet stran příloh: -

Vypracoval:


Ing. Bohdan Sousedík
zkušební technik – specialista

Schválil:


Ing. Bohdana Zámečníková
vedoucí zkušebny

Výtisk č.: 1
Počet výtisků: 3

razítko zkušební laboratoře č. 1018.3

Ostrava, dne 08. 04. 2024

Prohlášení: 1) Výsledky zkoušek v tomto protokolu uvedené 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 označená *).

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

Nemanická 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

tel.: +420 387 023 211

č. účtu: 1501-931/0100

www.tzus.eu

e-mail: pilarova@tzus.cz

1. Údaje o vzorku

Číslo vzorku: VZ070240120
 Vzorek: Betonové jádrové vývrtky o průměrech cca 75 mm
 Objednávka: O-240101
 Datum odběru: 28. 03. – 03. 04. 2024*
 Místo odběru: ŽB prefabrikáty svislé konstrukce haly v Areálu vozovny DPO, Sokolská třída 3243/64, 702 00 Ostrava – Moravská Ostrava*
 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: 05. 04. 2024
 Místo provedení zkoušek: Laboratoře zkušebny Ostrava
 Zkoušky vykonali: Ing. Bohdan Sousedík

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	1	74,32	75,92	762	2310	155,26	35,8
2	2	74,31	77,79	764	2260	196,74	45,4
3	3	74,25	78,96	785	2300	207,62	47,9
4	4	74,32	81,77	864	2440	188,54	43,5
5	5	74,28	71,06	702	2280	180,58	41,7



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
6	6	74,30	79,31	802	2330	191,48	44,2
7	7	74,30	79,67	819	2370	213,35	49,2
8	8	74,20	79,38	800	2330	159,31	36,8

KONEC PROTOKOLU



Příloha č. 3: Fotodokumentace



Obr. 1: Pohled na narušenou strukturu žebra svislého prefabrikátu haly trolejbusů. Porušení je způsobeno karbonatací betonu a odstříkující vodou od podélného prahu.



Obr. 2: Pohled na narušenou strukturu žebra svislého prefabrikátu haly trolejbusů. Porušení je způsobeno karbonatací betonu a odstříkující vodou od podélného prahu.



Obr. 3: Pohled na narušenou strukturu žebra svislého prefabrikátu haly trolejbusů. Porušení je způsobeno karbonatací betonu a odstříkující vodou od podélného prahu.



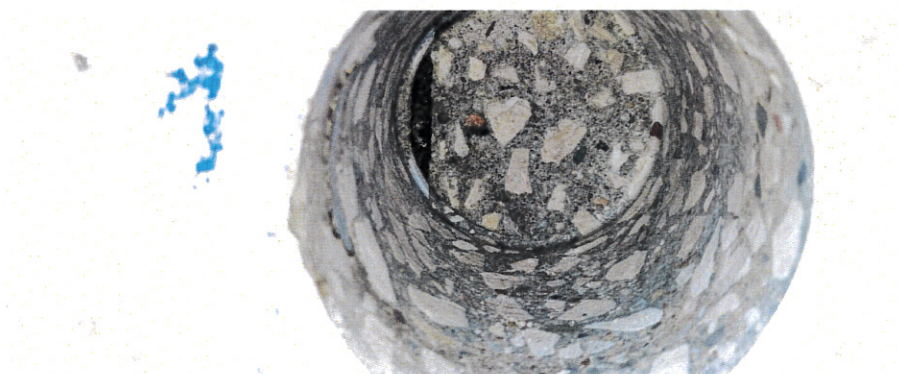
Obr. 4: Pohled na narušenou strukturu žebra svislého prefabrikátu haly trolejbusů. Porušení je způsobeno karbonatací betonu a odstříkující vodou od podélného prahu.



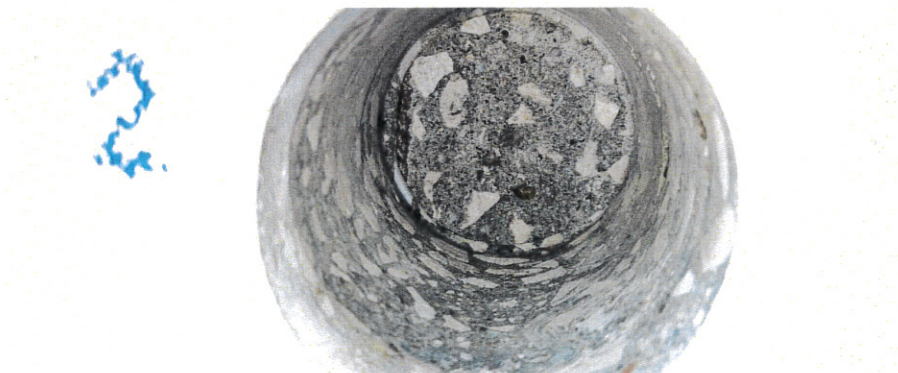
Obr. 5: Pohled na narušenou strukturu žebra svislého prefabrikátu haly trolejbusů. Porušení je způsobeno karbonatací betonu a odstříkující vodou od podélného prahu. V místě napojení prefabrikátů je umístěno pryžové těsnění, spoj je u líce povrchu uzavřený pružným tmelem.



Obr. 6 Pohled na narušenou strukturu žebra svislého prefabrikátu haly trolejbusů. Porušení je způsobeno karbonatací betonu a odstříkující vodou od podélného prahu. V místě napojení prefabrikátů je umístěno pryžové těsnění, spoj je u líce povrchu uzavřený pružným tmelem.



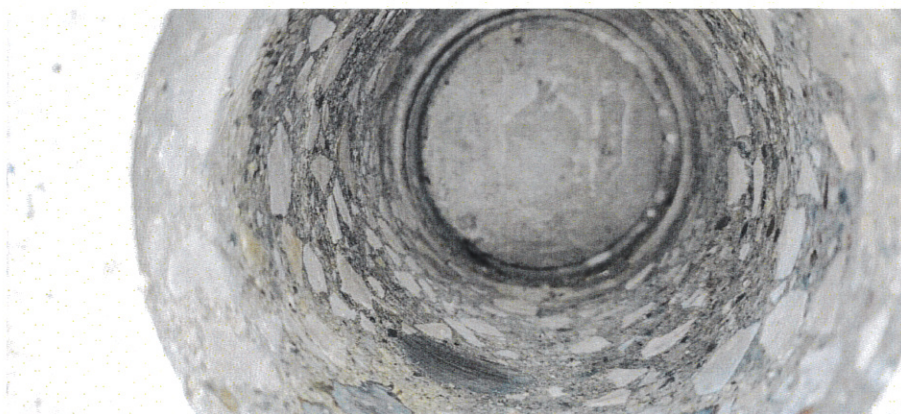
Obr. 7: Pohled do sondy po odběru jádrového vývrtu č. 1, který byl odebrán ze svislého prefabrikátu obvodové stěny haly trolejbusů.



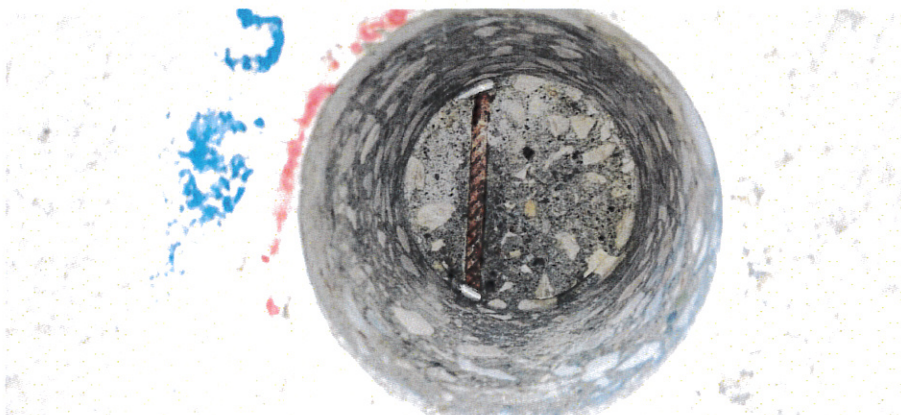
Obr. 8: Pohled do sondy po odběru jádrového vývrtu č. 2, který byl odebrán ze svislého prefabrikátu obvodové stěny haly trolejbusů.



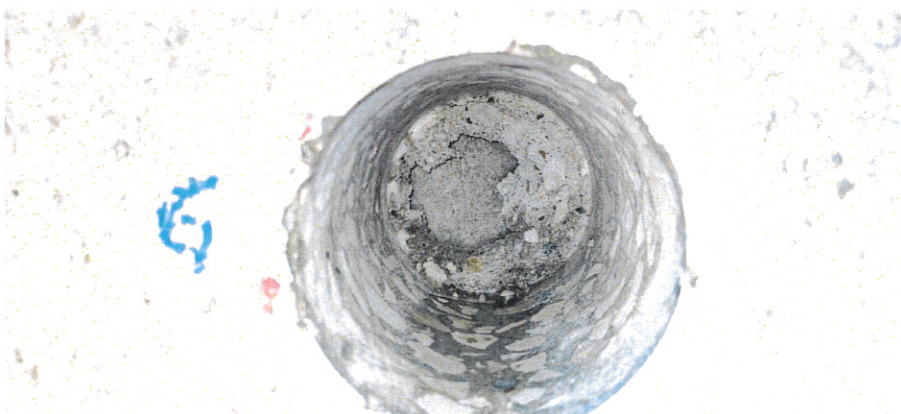
Obr. 9: Pohled do sondy po odběru jádrového vývrtnu č. 3, který byl odebrán ze svislého prefabrikátu obvodové stěny haly trolejbusů.



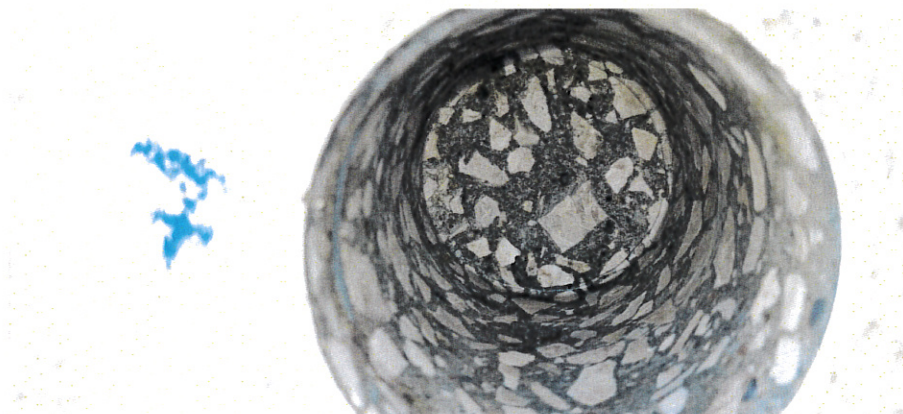
Obr. 10: Pohled do sondy po odběru jádrového vývrtnu č. 4, který byl odebrán ze svislého prefabrikátu obvodové stěny haly trolejbusů.



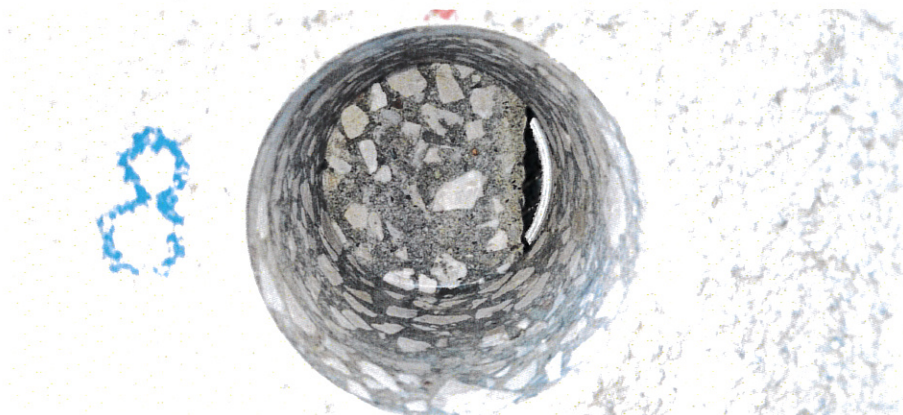
Obr. 11: Pohled do sondy po odběru jádrového vývrtnu č. 5, který byl odebrán ze svislého prefabrikátu obvodové stěny haly trolejbusů.



Obr. 12: Pohled do sondy po odběru jádrového vývrtnu č. 6, který byl odebrán ze svislého prefabrikátu obvodové stěny haly trolejbusů.



Obr. 13: Pohled do sondy po odběru jádrového vývrtu č. 7, který byl odebrán ze svislého prefabrikátu obvodové stěny haly trolejbusů.



Obr. 14: Pohled do sondy po odběru jádrového vývrtu č. 8, který byl odebrán ze svislého prefabrikátu obvodové stěny haly trolejbusů.



Obr. 15: Pohled na zkušební místo odtrhové zkoušky O-2, provedené na konstrukci žebra svislého prefabrikátu obvodové stěny haly trolejbusů.



Obr. 16: Pohled na sekanou sondu SS-1, která byla provedena na líci žebra svislého prefabrikátu obvodové stěny haly trolejbusů.



Obr. 17: Pohled na sekanou sondu SS-2, která byla provedena na líci žebra svislého prefabrikátu obvodové stěny haly trolejbusů.



Obr. 18: Detail sekané sondy SS-2, která byla provedena na líci žebra svislého prefabrikátu obvodové stěny haly trolejbusů.



Obr. 19: Pohled na sekanou sondu SS-3, která byla provedena na líci žebra svislého prefabrikátu obvodové stěny haly trolejbusů.



Obr. 20: Pohled na jádrové vývrty č. 1 až 8, které byly odebrány ze svislých prefabrikátů obvodové stěny haly trolejbusů.

Příloha č. 4:

Doporučení pro sanaci ŽB prefabrikátů svislé konstrukce haly trolejbusů v Areálu vozovny DPO

Doporučení pro sanaci železobetonových svislých prefabrikátů:

1. Před sanací vnějších žebër svislých prefabrikátů je nutné šetrně mechanicky odstranit odtržené hrany ŽB dílců. U pat prefabrikátů jsou žebra narušena až do hloubky 30-40 mm.
2. Následně je nutné povrch betonu dočistit pomocí pískování a tzv. otevřít strukturu betonu a neponechávat původní obnaženou plochu betonu v místě odprysku.
3. Celoplošně provést přebroušení vnějších ploch prefabrikátů s odstraněním cementové omítky a cementového šlemu z povrchu dílce (do hloubky cca 1-2 mm).
4. Mechanické očištění obnažených korodujících prutů betonářské výztuže. Povrch korodujících prutů je nutné očistit např. pískováním. Otryskání prutů betonářské výztuže 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}.
5. Naneseí ochranného nátěru na očištěné pruty betonářské výztuže. Vhodným materiálem je např. MasterEmaco P 5000 AP (dříve PCI Nanocret AP).
6. Pro reprofilaci povrchu betonu doporučujeme provést celoplošnou aplikaci sanační malty třídy R3 (konkrétně materiál MasterEmaco S 5800 DUO) v celkové vrstvě 1-50 mm. Průměrná hodnota pro zkoušku stanovení přídržnosti sanační malty je pro jednotlivé zkoušky >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.**
7. Prořezání pracovních spár mezi jednotlivými prefabrikáty – min. v místech jejich viditelného poškození.
8. Prořezané pracovní spáry doporučujeme vyčistit tlakovou vodou a vyplnit pružným tmelem. Vhodným materiálem je např. MasterSeal NP 474.
9. Celoplošné očištění povrchu betonu provést tlakovou vodou (tlak do 150 bar) a odstranění prachových částic z plochy podkladu pro sanaci.
10. Povrch sanované konstrukce doporučujeme celoplošně ošetřit inhibitorem koroze na bázi silanů. Vhodným materiálem je např. MasterProtect 8500 CI.
11. Povrch prefabrikátů je nutné uzavřít hydroizolační antikarbonatační stěrkou (mimo svislé pracovní spáry). Vhodným materiálem je např. MasterSeal 6100 FX. Přípustná hodnota pro ověření přídržnosti ochranné stěrky / nátěru je >0,8 MPa.

Tato doporučení pro sanaci konstrukčních částí objektu 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 ŽB 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 konstrukcí. Výpočet rosného bodu závisí na teplotě prostředí, povrchu konstrukce a relativní vlhkosti vzduchu.

PŘÍLOHA Č. 2: SCHÉMA A LOKALIZACE ZKUŠEBNÍCH A ODBĚRNÝCH MÍST



1. POŘADÍ PREFABRIKÁTU (ČÍSLOVÁNO OD VJEZDU DO HALY)
- ➡ ODTRHOVÁ ZKOUŠKA NA SVISLÉM LÍCI ŽEBRA STĚNOVÉHO PREFABRIKÁTU
- ➡ JÁDROVÝ VÝVRT V KONSTRUKCI ŽEBRA STĚNOVÉHO PREFABRIKÁTU
- SEKANÁ SONDA V KONSTRUKCI ŽEBRA STĚNOVÉHO PREFABRIKÁTU