



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Doprava

Ministerstvo dopravy
Státní fond dopravní
infrastruktury



PO PŘIPOMÍNKÁCH 11/2016

Číslo změny:	Obsah změny:	Datum změny:
01	-	-
02	-	-
03	-	-

Investor:



Správa železniční dopravní cesty, státní organizace
Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1

Stavební správa západ
Sokolovská 1955/278, 190 00 Praha 9

Generální projektant:



SUDOP PRAHA a.s.
Olšanská 1a, 130 80 Praha 3
tel.: +420 267 094 111
e-mail: praha@sudop.cz

Hlavní inženýr projektu:

JAROSLAV SOUMAR

Garant profese:

-

Zpracovatel části:



ČVUT - Kloknerův ústav
Šolínova 7, 166 08 Praha 6 - Dejvice
tel: +420 224 353 529
e-mail: klok@cvut.cz

Vedoucí střediska:	Odpovědný projektant SO, IO, PS:	Vypracoval:	Kontroloval:
DOC. ING. JIŘÍ KOLÍSKO, Ph.D.	ING. MILAN HRABÁNEK, Ph.D.	ING. MILAN HRABÁNEK, Ph.D.	DOC. ING. JIŘÍ KOLÍSKO, Ph.D.

Název akce:		Číslo smlouvy:	
REKONSTRUKCE NÁSTUPIŠŤ A ZŘÍZENÍ BEZBARIÉROVÝCH PŘÍSTUPŮ V ŽST. POŘÍČANY		16-155.230	
		Projektový stupeň:	
		PROJEKT	
Část:		Datum:	
SOUHRNNÁ ČÁST		10/2016	
PRŮZKUMY A MĚŘENÍ		Číslo části:	
		B.14	
Název přílohy:		Měřítko:	Počet formátů:
		-	38x A4
DOPLŇKOVÝ STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM		Číslo přílohy:	
		B.14.3.1	

DOKUMENT LZE UŽÍVAT POUZE VE SMYSLU PŘÍSLUŠNÉ SMLOUVY O DÍLO. ŽÁDNÁ JEHO ČÁST NEMŮŽE BÝT DLE ZÁKONA č.121/2000 Sb. KOPÍROVÁNA NEBO JINÝM ZPŮSOBEM ROZŠÍŘOVÁNA BEZ SOUHLASU SUDOP PRAHA a.s.



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

K L O K N E R Ů V Ú S T A V
Šolínova 7, 166 08 Praha 6 - Dejvice

**Expertní zpráva č.
1600 J 250**

Datum vydání zprávy

9. srpna 2016

Oddělení KÚ

Experimentální
tel. +420 224 353 537

Objednatel: SUDOP PRAHA, a.s.
Projektové středisko Plzeň
Husova 71, 301 00 Plzeň

Expertní zpráva:

Rekonstrukce nástupišť a zřízení bezbariérových přístupů v ŽST Poříčany

DOPLŇKOVÝ STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM

ZÁKLADY SLOUPŮ ZASTŘEŠENÍ 2. A 3. NÁSTUPIŠTĚ

Vypracoval:

Ing. Milan Hrabánek, Ph.D.

Spolupráce:

Ing. Daniel Dobiáš, Ph.D.

Odpovědný řešitel:

Ing. Milan Hrabánek, Ph.D.

Vedoucí oddělení:

Doc. Ing. Jiří Kolísko, Ph.D.

Ředitel KÚ:

Doc. Ing. Jiří Kolísko, Ph.D.

Výtisk číslo:

0 1 2 3 4

5 6 - 7

Rozdělovník:

Objednatel: 8x

Archiv KÚ: 1x

Zpráva může být reprodukována pouze jako celek. Části zprávy mohou být reprodukovány, publikovány nebo jinak použity pouze na základě písemného souhlasu ředitele Kloknerova ústavu.

ANOTACE

Zpráva obsahuje výsledky doplňkového stavebně technického průzkumu základů sloupů zastřešení 2. a 3. nástupiště, a to v rámci projektu *Rekonstrukce nástupišť a zřízení bezbariérových přístupů v ŽST Poříčany*.

Zprávu zpracovali pracovníci ČVUT v Praze, Kloknerův ústav, který je zapsán v seznamu ústavů, kvalifikovaných pro znaleckou činnost, podle ustanovení §21 odst. 3, zákona č. 36/1967 Sb. a vyhlášky č. 37/1967 Sb., ve znění pozdějších předpisů, uveřejněném v Ústředním věstníku ČR, ročník 2004, částka 2, ze dne 14.10.2004, přílohy ke sdělení Ministerstva spravedlnosti ze dne 13.7.2004, č.j. 228/2003-Zn.



Obr. 1: Celkový pohled na nástupiště ŽST Poříčany

OBSAH:

1. ÚVOD	4
2. PODKLADY	4
3. POUŽITÉ METODY A POSTUPY	5
3.1. DESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI BETONU V TLAKU	5
3.2. HLOUBKA KARBONATACE BETONU	5
3.3. CHEMICKÝ ROZBOR BETONU - STANOVENÍ OBSAHU Cl^- V BETONU	6
4. DOPLŇKOVÝ STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM	7
4.1. ODBĚR JÁDROVÝCH VÝVRTŮ	7
4.2. STRUKTURA A OBJEMOVÁ HMOTNOST BETONU	7
4.3. PEVNOST BETONU V TLAKU	8
4.4. DALŠÍ ZJIŠTĚNÉ SKUTEČNOSTI	9
4.5. HLOUBKA KARBONATACE BETONU	10
4.6. OBSAH CHLORIDOVÝCH IONTŮ V BETONU	11
4.7. ODHAD MOŽNOSTI POVOLENÍ MATIC NA KOTEVNÍCH TYČÍCH	13
5. ZÁVĚRY	14
6. SEZNAM PŘÍLOH	16

PŘÍLOHY

1. ÚVOD

V rámci projektu *Rekonstrukce nástupišť a zřízení bezbariérových přístupů v ŽST Poříčany*, byl proveden doplňkový stavebně technický průzkum základů sloupů zastřešení 2. a 3. nástupiště. Průzkumné práce byly provedeny na základě objednávky společnosti SUDOP PRAHA, a.s., Olšanská 1a, Praha 3, objednávka č. 16-155.230.K05 ze dne 29.7.2016.

V rámci zadání a souvisejících prací bylo provedeno a zjištěno:

- odběr jádrových vývrtů ze základů sloupů zastřešení 2. a 3. nástupiště,
- destruktivní zkoušky pevnosti betonu v tlaku na vývrtech a pevnostní třída betonu,
- hloubka karbonatace betonu,
- obsah chloridových iontů v betonu,
- popis dalších zjištěných skutečností a odhad možnosti povolení matic na kotevních tyčích,
- fotografická dokumentace a zpracování zprávy.

Průzkumné práce in-situ byly provedeny dne 1.8.2016.

Výsledky tohoto doplňkového STP navazují na výsledky STP uvedeného ve zprávě KÚ ČVUT č. 1600 J 195 ze dne 11.7.2016 [11].

2. PODKLADY

- [1] Informace a zadání STP od zástupců objednatele J. Soumara a Ing. arch. D. Šabaty.
- [2] Rekonstrukce nástupišť a zřízení bezbariérových přístupů v ŽST Poříčany. Koordinační situace stavby. SUDOP PRAHA, a.s. Praha, 09/2015.
- [3] ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí. Hodnocení existujících konstrukcí.
- [4] ČSN 73 0038 Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí - Doplňující ustanovení.
- [5] ČSN EN 206 Beton. Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda.
- [6] ČSN EN 12504-1 Zkoušení betonu v konstrukcích. Část 1: Vývrty. Odběr, vyšetření zkoušení v tlaku.
- [7] ČSN EN 12390-3 Zkoušení ztvrdlého betonu. Část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles.
- [8] ČSN EN 13791 Posuzování pevnosti betonu v tlaku v konstrukcích a prefabrikovaných betonových dílcích.
- [9] Dohnálek, J.: Kontrola pevnosti betonu ve stavební konstrukci. Úspora cementu při výstavbě betonových konstrukcí. Studijní texty, ČSVTS. Praha, 1983.
- [10] ČSN EN ISO 10304-1 Jakost vod. Stanovení rozpuštěných aniontů metodou kapalinové chromatografie iontů - Část 1: Stanovení bromidů, chloridů, fluoridů, dusičnanů, dusitanů, fosforečnanů a síranů.
- [11] Hrabánek, M.: Stavebně technický průzkum; Základy návěstidla a sloupů trakčního vedení, kotvení a základy sloupů zastřešení 2. - 4. nástupiště a ocelové konstrukce zastřešení. Zpráva KÚ ČVUT č. 1600 J 195, 07/2016.

3. POUŽITÉ METODY A POSTUPY

3.1. DESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI BETONU V TLAKU NA VÝVRTECH

Pro účely destruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku byly odebrány jádrové vývrty \varnothing cca 83 mm. V laboratoři byly vývrty zařízuty a zakončovány směsí, jejímž pojivem je síra. Před koncováním byly vývrty změřeny a zváženy, aby bylo možno stanovit objemovou hmotnost betonu. Připravené vzorky byly zkoušeny v zatěžovacím stroji WPM 1000 kN, metrologické číslo S 12 012 M. Odběry jádrových vývrtů a zkoušky vzorků byly provedeny dle ČSN EN 12504-1 [6] a ČSN EN 12390-3 [7].

Válcové pevnosti betonu $f_{c, core}$ zjištěné na vývrtech je nutné převést na krychelné pevnosti $f_{c, cube}$, které odpovídají pevnostem na krychli základních rozměrů, tj. krychli s délkou hrany 150 mm.

Nejprve se provede převod na vývrtech zjištěných válcových pevností betonu $f_{c, core}$ na válcové pevnosti betonu $f_{c, cyl}$, které odpovídají pevnostem betonu na válcích základních rozměrů, tj. na válcích o průměru 150 mm a výšce 300 mm, dle vztahu:

$$f_{c, cyl} = K_{c, cyl} \cdot K_{d, cyl} \cdot f_{c, core}$$

$K_{c, cyl}$ je opravný součinitel štíhlosti dle ČSN EN 12390-3 [7] v závislosti na štíhlostním poměru $\lambda = h / d$ (kde h je výška vývrtu a d je průměr vývrtu); pro $1 \leq \lambda < 2$,

$K_{d, cyl}$ je experimentálně stanovený převodní součinitel v závislosti na průměru vývrtu dle diagramu vypracovaného v KÚ ČVUT [9].

Válcové pevnosti betonu $f_{c, cyl}$, které odpovídají pevnostem betonu na válcích základních rozměrů, se následně převedou na krychelné pevnosti $f_{c, cube}$, které odpovídají pevnostem betonu na krychlích základních rozměrů dle vztahu:

$$f_{c, cube} = K_{cyl, cube} \cdot f_{c, cyl}$$

$K_{cyl, cube}$ je převodní součinitel pevností betonu na válcích základních rozměrů na krychelné pevnosti betonu na krychlích základních rozměrů dle ČSN EN 12390-3 [7].

Při provádění zkoušek vývrtů je nutné sledovat i způsob porušení vzorků, tj. aby skutečně došlo k porušení tlakem a nikoli smykem či příčným tahem. Nesprávně porušená tělesa vykazují obvykle velmi nízké pevnosti a takové výsledky se vyřazují z vyhodnocení.

Posouzení krychelné, resp. válcové charakteristické pevnosti betonu v tlaku $f_{ck, cube}$, resp. $f_{ck, cyl}$ v konstrukci zkoušením vývrtů bylo provedeno dle ČSN EN 13791 [8].

3.2. HLOUBKA KARBONATACE BETONU

Karbonatace betonu je dlouhodobý proces, ve kterém hraje rozhodující úlohu vzdušný CO_2 . Jeho intenzita je závislá na řadě vnějších podmínek (kvalita betonu, vlhkost, teplota, apod.).

Primární riziko karbonatace nespočívá ve snižování konečné pevnosti betonu, ale v tom, že zkarbonatovaný beton, resp. pórový roztok betonu (kapalina obsažená v pórové struktuře betonu, která obsahuje některé rozpuštěné složky cementového kamene), ztrácí svoji alkalitu ($\text{pH} < 9,5$) a tím přestává pasivovat výztuž a chránit ji před korozi.

Hloubka karbonatace byla stanovována kolorimetrickým fenolftaleinovým testem, kdy se na míru karbonatace usuzuje ze zabarvení betonu smočeného roztokem fenolftaleinu v etanolu. Při vlastní zkoušce byl smáčen povrch jádrového vývrtu bezprostředně po odběru. Při fialovém zabarvení se zkouška ukončila.

Porovnáním hloubky karbonatace betonu a tloušťky krycí vrstvy výztuže a s ohledem na vlhkostní podmínky, ve kterých se beton nachází, je možné zhodnotit pravděpodobnost vzniku korozního napadení výztuže či jiných ocelových prvků v konstrukci.

Zkarbonatovaný beton rovněž vykazuje vyšší tvrdost, což může vést k nadhodnocení výsledků nedestruktivních tvrdoměrných zkoušek pevnosti betonu v tlaku.

3.3. CHEMICKÝ ROZBOR BETONU - STANOVENÍ OBSAHU Cl^- V BETONU

S ohledem na korozní rizika kotevních tyčí byl stanoven obsah chloridových iontů (Cl^-) v betonu, který nad určitou limitní hranici významně zvyšuje za vhodných vlhkostních podmínek riziko koroze oceli, přestože je krytá dostatečně silnou vrstvou betonu.

Limitní obsah Cl^- [% hm.] vztažený na hmotnost cementu je dle ČSN EN 206 [5] pro prostý beton 1 % hm.; železobeton 0,4 % hm.; předpjatý beton 0,2 % hm.

Pro účely chemického rozboru betonu byly odebrané vzorky betonu vysušeny a namlety na analytickou jemnost. Následně z nich byly připraveny vodní výluhy v destilované vodě v poměru 1:10. Doba vyluhování byla 24 hodin. Ve výluzích byl stanovován obsah Cl^- dle ČSN EN ISO 10304-1 [10].

Pro stanovení obsahu Cl^- vztaženého na hmotnost cementu byl ze zjištěného obsahu Cl^- v betonu proveden informativní přepočít s uvažováním zjištěné objemové hmotnosti betonu, za předpokladu, že kamenivo je nerozpustné v HCl a při výrobě betonu obsahovalo 3 % vody, a kvalifikovaného odhadu množství cementu použitého na výrobu na 1 m^3 betonu.

4. DOPLŇKOVÝ STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM

Rozsah doplňkového stavebně technického průzkumu základů zastřešení 2. a 3. nástupiště byl zadán zástupci objednatele [1].

Průzkumné práce in-situ byly provedeny dne 1.8.2016.

4.1. ODBĚR JÁDROVÝCH VÝVRTŮ

Pro účely zjištění pevnosti betonu v tlaku, jeho struktury, objemové hmotnosti, byly ze základů sloupů zastřešení 2. a 3. nástupiště odebrány 4 jádrové vývrty.

Jádrové vývrty byly odebrány ze základů těchto sloupů zastřešení nástupišť:

- **2. nástupiště** - základy sloupů **2 a 11** (jádrové vývrty 1 a 2),
- **3. nástupiště** - základy sloupů **13 a 2** (jádrové vývrty 3 a 4).

Lokalizace diagnostikovaných základů je vyznačena v Příloze 1.

Údaje o jádrových vývrtech:

- Jádrové vývrty Ø 83 mm byly vedeny přes živičný svršek a betonovou obrubu do základu, a to v mírném sklonu (cca 5°) do nitra základu (Příloha 6, foto 1).
- Tři vývrty byly provedeny v ose základu proti pásnici sloupu (Příloha 6, foto 5) a jeden excentricky proti kotevnímu šroubu (Příloha 6, foto 2).
- Dvěma vývrty byla částečně zachycena azbestocementová roura vyplněná cementovou maltou (podrobně kap. 4.3 a 4.4). Celé jádrové vývrty jsou zachyceny na fotografiích (Příloha 2, foto 1, 2, 7 a 8) a graficky zpracovány v Příloze 6, obr. 1.

4.2. STRUKTURA A OBJEMOVÁ HMOTNOST BETONU

Struktura betonu základů sloupů zastřešení 2. a 3. nástupiště byla stanovena vizuálně z jádrových vývrťů a je popsána v Příloze 2.

Objemová hmotnost betonu byla zjišťována z jádrových vývrťů. Vývrty byly nejprve zaříznuty a následně změřeny a zváženy, aby bylo možno stanovit objemovou hmotnost betonu (Příloha 3). V době měření a vážení byly vývrty v ustáleném vlhkostním stavu.

Jádrové vývrty ze základů jsou zachyceny na fotografiích v Příloze 2, foto 3, 4, 9 a 10.

Na základě vizuální prohlídky vývrťů a výsledků laboratorních prací lze konstatovat:

- Obecně lze říci, že beton diagnostikovaných základů sloupů 2 a 11 zastřešení 2. nástupiště je **diametrálně odlišný** od betonu diagnostikovaných základů sloupů 13 a 2 zastřešení 3. nástupiště (podrobně Příloha 2 a kap. 4.3).

- Beton základů výše uvedených sloupů zastřešení **3. nástupiště je výrazně horší kvality** (oproti betonu základů výše uvedených sloupů zastřešení 2. nástupiště), vykazuje známky nízkého obsahu cementu, obsahuje vysoký podíl drobného těžného kameniva a jeho struktura je silně pórovitá a velmi nasákavá (zjištěno podle času potřebného k dosažení ustáleného vlhkostního stavu betonu po odběru vývrtu s vodním výplachem).
 - Z vizuálního vzhledu betonu jádrových vývrtů odebraných při STP základů provedeného v červnu 2016 [11] lze odhadovat, že:
 - **2. nástupiště:** Kvalita betonu základu sloupu 13 je mírně horší oproti betonu základů sloupů 2 a 11 diagnostikovaných v tomto doplňkovém STP (Příloha 2, foto 13 a 14).
 - **3. nástupiště:** Kvalita betonu základu sloupu 4 je lepší oproti betonu základů sloupů 13 a 2 diagnostikovaných v tomto doplňkovém STP (Příloha 2, foto 15).
- Pozn.:** Stanovení pevností betonu základů v tlaku nebylo předmětem zadání STP uvedeného ve zprávě [11].
- Zjištěné **objemové hmotnosti betonu diagnostikovaných základů** jsou uvedeny v tab. 1.

Tab. 1: Objemové hmotnosti betonu diagnostikovaných základů zjištěné z jádrových vývrtů

Nástupiště	Sloup	Jádrový vývrt	Počet měření	Objemová hmotnost betonu [kg/m ³]	
				průměrná hodnota	rozmezí hodnot
2.	2	1	6	2190	2100 - 2300
	11	2	4		
3.	13	3	4	1950	1860 - 2000
	2	4	5		

Jednotlivé hodnoty objemové hmotnosti betonu základů jsou uvedeny v Příloze 3.

- Z tab. 1 je zřejmé, že **objemové hmotnosti betonu diagnostikovaných základů zastřešení 3. nástupiště jsou velmi nízké.**

4.3. PEVNOST BETONU V TLAKU

Pevnost betonu základů sloupů byla zjišťována destruktivními zkouškami na vývrtech. Pro účely destruktivních zkoušek (kap. 3.1) bylo z jádrových vývrtů Ø 83 mm připraveno celkem 19 zkušebních vzorků.

V laboratoři byly vývrty zaříznuty a zakončovány směsí, jejímž pojivem je síra. V době zkoušky byly vzorky v ustáleném vlhkostním stavu.

Jádrové vývrty jsou zachyceny na fotografiích v Příloze 2. Vyhodnocení destruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku je uvedeno v Příloze 3.

Vyhodnocení výsledků zkoušek pevnosti betonu v tlaku bylo provedeno pro oba základy sloupů 2. nástupiště dohromady, rovněž tak i pro oba základy 3. nástupiště, a to s ohledem na obdobnou strukturu betonu, objemovou hmotnost a max. velikost dosažených tlačných sil.

- Na základě vyhodnocení destruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku (Příloha 3) byly **pro diagnostikované základy sloupů** zastřešení 2. a 3. nástupiště stanoveny **pevnostní třídy betonu** dle tab. 2.

Tab. 2: Pevnostní třídy betonu diagnostikovaných základů dle vyhodnocení zkoušek

Nástupiště	Sloup	Jádrový vývrt	Počet zk.	Pevnostní třída betonu diagnostikovaných základů dle vyhodnocení zkoušek
2.	2	1	6	C 16/20
	11	2	4	
3.	13	3	4	C 4/5 ¹⁾
	2	4	5	

¹⁾ Pevnostní třída C 4/5 je uvedena v ČSN 73 0038 [4].

- Z tab. 2 vyplývá, že beton diagnostikovaných základů sloupů zastřešení 3. nástupiště je z hlediska pevností velmi nízké kvality, což koresponduje s jeho velmi nízkou průměrnou objemovou hmotností (1950 kg/m^3) a velmi pórovitou a nasákavou strukturou. Kromě toho beton vykazuje známky nízkého obsahu cementu.
- S ohledem na zjištěné skutečnosti (kap. 4.2 a Příloha 2, foto 13 - 15) **nelze vyloučit rozdílnou kvalitu betonu základů sloupů zastřešení v rámci jednoho nástupiště.**
- Zkušební vzorek 1A ze základu sloupu 2 na 2. nástupišti obsahoval z cca 60% cementovou maltu, která byla zjištěna i v částečně zachycené azbestocementové rouře v základu sloupu 11 na téže nástupišti (podrobně kap. 4.4 a Přílohy 2 a 6). Pevnost vzorku 1A v tlaku je zcela srovnatelná s pevnostmi ostatních částí předmětného základu (Příloha 3). Z toho lze usuzovat, že **pevnost cementové malty je min. na úrovni pevnostní třídy betonu C 16/20.** Cementová malta v částečně zachycené azbestocementové rouře základu sloupu 2 na 3. nástupišti (Příloha 2 a 6) je sice barevně odlišná, ale dle kvalifikovaného odhadu a odolnosti na vryp z hlediska pevnosti srovnatelná (o azbestocementových rourách podrobně v kap. 4.4).

Pozn.: Cementová malta v horní části vývrtů 1 a 2 a i cementová malta v azbestocementových rourách zachycených jádrovými vývrty 2 a 4 (Příloha 6) jsou v odolnosti na vryp obdobné kvality.

4.4. DALŠÍ ZJIŠTĚNÉ SKUTEČNOSTI

- Všechny jádrové vývrty byly vedeny přes živичný svršek a betonovou obruď do základu, a to v mírném sklonu (cca 5°) do nitra základu (Příloha 6, foto 1). Jádrové vývrty 1, 3 a 4 byly provedeny v ose základu proti pásnici sloupu (Příloha 6, foto 5) a jádrový vývrt 2 excentricky proti kotevnímu šroubu (Příloha 6, foto 2).

- Jádrovým vývrtem 2 do základu sloupu 11 (2. nástupiště) a jádrovým vývrtem 4 do základu sloupu 2 (3. nástupiště) byly částečně zachyceny **azbestocementové roury vyplněné cementovou maltou** (Příloha 2 a 6).
- Azbestocementová roura zachycená jádrovým vývrtem 4 (Příloha 6, foto 6) je velmi pravděpodobně krátká; srovnaj se špičatým tvarem části roury zachycené jádrovým vývrtem 2 (Příloha 6, foto 3).
- Jádrový vývrt 4 je v hl. 1,0 m pod horním lícem základu zakončen korozními zplodinami, které velmi pravděpodobně pocházejí z ocelového prvku v základu (Příloha 6, foto 7).
- Na základě výše uvedených skutečností nelze vyloučit, že azbestocementové roury tvořily tzv. „ztracené bednění“, kterým byly v základu vytvořeny otvory pro kotevní tyče, které po zatvrdnutí betonu základu byly vloženy do rour a následně zality cementovou maltou.
- Pokud by k osazení kotevních tyčí do základu došlo tak, jak je naznačeno v odst. výše, pak by korozní zplodiny na spodu jádrového vývrtu 4 (Příloha 6, foto 7) mohly naznačovat, že kotevní tyče zasahují do hloubky cca 1,0 m pod horní líc základu.
- Dle jedné zkoušky pevnosti zkušebního vzorku betonu v tlaku s obsahem cementové malty cca 60 % (jádrový vývrt 1, vzorek 1A; Příloha 3), odolnosti malt na vryp a kvalifikovaného odhadu lze usuzovat, že pevnost cementových malt v tlaku je min. na úrovni pevnostní třídy betonu C 16/20 (kap. 4.3).

4.5. HLOUBKA KARBONATACE BETONU

Karbonatace betonu je dlouhodobý proces, ve kterém hraje **rozhodující úlohu vzdušný CO₂**. Jeho intenzita je závislá na řadě vnějších podmínek (kvalita betonu, vlhkost, teplota, apod.).

Primární riziko karbonatace nespočívá ve snižování konečné pevnosti betonu, ale v tom, že zkarbonatovaný beton, resp. pórový roztok betonu (kapalina obsažená v pórové struktuře betonu, která obsahuje některé rozpuštěné složky cementového kamene), ztrácí svoji alkalitu ($\text{pH} < 9,5$) a tím přestává pasivovat ocelové prvky v betonu a nechrání je před korozí.

Kolorimetrický test hloubky karbonatace betonu základů sloupů zastřešení byl proveden na jádrových vývrtech in-situ po jejich odběru. Testována byla zóna do hloubky 100 - 150 mm pod horní líc základu.

Testované části vývrtů jsou zachyceny na fotografiích v Příloze 4.

Na základě výsledků kolorimetrického testu hl. karbonatace betonu lze konstatovat:

- Beton základů diagnostikovaných sloupů, ani případně cementová malta na jejich horním líci, **nejsou zasaženy procesem karbonatace**, což je zejména dáno umístěním základů v konstrukci nástupišť (cca 0,25 m pod živičným povrchem nástupiště, nehledě k tomu, že kotevní tyče jsou kryty kotevními plechy tl. 25 mm a okolní beton základů betonovou obrubou [11]). Beton základů je tedy chráněn proti přímému působení vzdušného CO₂.
- **Obecně lze tedy konstatovat, že ocelové kotevní tyče nejsou vystaveny riziku koroze vlivem karbonatace betonu.**
- Na základě skutečností uvedených v kap. 4.4 však nelze jednoznačně rozhodnout, zda kotevní tyče jsou zality poměrně kvalitní cementovou maltou v azbestocementových rourách, nebo zda jsou zality betonem základu. Toto lze zjistit až po demontáži sloupu.
- **V nekarbonatovaném betonu (či cementové maltě) obvyklých pevností a dostatečným množstvím cementu pasivuje pórový roztok svojí přirozenou alkalitou (pH < 9,5) ocelové prvky a chrání je před korozi.**

Pozn.: Pórový roztok je kapalina obsažená v pórové struktuře betonu obsahující některé rozpuštěné složky cementového kamene, která svojí přirozenou alkalitou pasivuje ocelové prvky a chrání je před korozi.

- **Pokud jsou však ocelové kotevní tyče zality betonem základu (nízké kvality a nízkým obsahem cementu), pak jsou za vhodných vlhkostních podmínek vystaveny riziku koroze** v důsledku nedostatečného množství pasivačního pórového roztoku v betonu.

V případě základu sloupu 2 na 3. nástupišti **nedošlo** v horní části vývrtu (základu) po kolorimetrickém testu k charakteristickému intenzivnímu fialovému zabarvení betonu (Příloha 4, foto 4), což je způsobeno nízkým obsahem cementu v silně pórovitém betonu.

4.6. OBSAH CHLORIDOVÝCH IONTŮ V BETONU

V rámci prováděných prací byl zjišťován obsah chloridových iontů (Cl⁻) v betonu základů sloupů zastřešení nástupišť, a to s ohledem na možná korozní rizika ocelových kotevních tyčí. Chloridové ionty nad určitou limitní hranici významně zvyšují za vhodných vlhkostních podmínek riziko koroze oceli, přestože je krytá dostatečně silnou vrstvou betonu.

Pro účely stanovení obsahu Cl⁻ v betonu základů byly diamantovým kotoučem za sucha odříznuty části jádrových vývrtů ze dvou hloubkových úrovní, a to: 0 - 50 mm a 50 - 100 mm pod horním lícem základu (Pozn. 1 na konci kapitoly). Odříznuté části jádrových vývrtů byly rozdrceny a namlety na analytickou jemnost následně podrobeny chemické analýze (kap. 3.3).

- **Limitní obsah Cl⁻ [% hm.]** je v ČSN EN 206 [5] pro jednotlivé druhy betonu udáván takto (vztaheno k hmotnosti cementu): prostý beton 1,0 % hm.; železobeton 0,4 % hm.; předpjatý beton 0,2 % hm.

- Pro stanovení obsahu Cl^- **vztaženého na hmotnost cementu** byl ze zjištěného obsahu Cl^- v betonu proveden **informativní přepočet** za těchto předpokladů, kvalifikovaných odhadů a zjištěných skutečností:
- **Kamenivo** je nerozpustné v HCl a při výrobě betonu obsahovalo 3 % vody (předpoklad).
 - **Objemová hmotnost betonu** je 2190 kg/m^3 , resp. 1950 kg/m^3 (zjištěno, kap. 4.2).
 - **Množství cementu** použitého na výrobu na 1 m^3 betonu (kvalifikovaný odhad; Příloha 2):
základy sloupů zastřešení 2. nástupiště: 350 kg,
základy sloupů zastřešení 3. nástupiště: 180 kg.

Zjištěné obsahy Cl^- [% hm.] v jednotlivých vzorcích betonu a přepočtené hodnoty obsahu Cl^- [% hm.] vztažené na hmotnost cementu jsou uvedeny v Příloze 5 a následující tab. 3.

Tab. 3: Obsahy Cl^- [% hm.] v betonu a přepočtené hodnoty vztažené na hmotnost cementu

Nástupiště	Sloup	Jádrový vývrt (vzorek)	Hl. odběru [mm]	Obsah Cl^- [% hm.]	
				v suchém vzorku betonu	vztažený k hmotnosti cementu
2.	2	1 (1-1)	0-50	0,002	0,01
		1 (1-2)	50-100	0,001	0,01
	11	2 (2-1)	0-50	0,007	0,04
		2 (2-2)	50-100	0,003	0,02
3.	13	3 (3-1)	0-50	0,004	0,04
		3 (3-2)	50-100	0,001	0,01
	2	4 (4-1)	0-50	0,015	0,16
		4 (4-2)	50-100	0,018	0,20

Na základě výsledků chemické analýzy betonu lze konstatovat:

- **Obsahy chloridových iontů** [% hm.] vztažené na hmotnosti cementu v analyzovaných vzorcích betonu odebraných ze základů sloupů zastřešení 2. a 3. nástupiště **nepřesahují hodnotu 0,2 % [% hm.]**. Limitní hodnota obsahu Cl^- v betonu pro **železobetonové konstrukce dle ČSN EN 206 [5] je 0,4 [% hm.]**.
- S ohledem na možná **korozní rizika ocelových kotevních tyčí** byly zjištěné obsahy Cl^- porovnávány s limitní hodnotu 0,4 [% hm.] pro **železobetonové konstrukce**, přestože základy jsou velmi pravděpodobně z prostého betonu [11] (jádrovými vývrti provedenými v rámci tohoto doplňkového STP rovněž nebyla zachycena výztuž).
- **Z hlediska obsahu chloridových iontů v betonu nejsou ocelové kotevní tyče vystaveny riziku koroze.**

Pozn. 1: Jádrové vývrty byly odebírány s vodním výplachem (doba odběru inkriminované části vývrtní byla 3 - 4 minuty). Tato skutečnost však může zejména u pórovitých betonů způsobit rozpuštění a vyplavení určitého množství Cl^- z povrchových vrstev vývrtní. V takovém případě může, dle našich zkušeností, dojít při odběru jádrového vývrtní ke snížení obsahu Cl^- o 10 až 20 % (v našem případě zejména beton základů sloupů 3. nástupiště). S ohledem na skutečnost, že zjištěné obsahy Cl^- jsou vzdálené od limitní hodnoty 0,4 [% hm.], pak by i při tomto ovlivnění nebyla překročena limitní hodnota obsahu Cl^- udávaná pro železobetonové konstrukce.

Pozn. 2: V případě jádrového vývrtní 1 (2. nástupiště, sloup 2), vzorek 1A s obsahem cca 60 % cementové malty, byla nejprve provedena zkouška pevnosti v tlaku pro odhad pevnosti cementové malty a následně byl materiál dle zkoumaných hloubkových úrovní rozdělen, namlet a podroben chemické analýze.

4.7. ODHAD MOŽNOSTI POVOLENÍ MATIC NA KOTEVNÍCH TYČÍCH

V rámci plánované rekonstrukce zastřešení nástupišť se dle informace zástupců objednatele [1] předpokládá demontáž sloupů s korozními úbytky.

S ohledem na zjištěný korozní stav matic a kotevních tyčí nad kotevním plechem [11] lze jen **velmi obtížně odhadovat počet matic, které se podaří povolit.**

I když budou použity přípravky pro uvolnění zkorodovaných šroubových spojů nebo budou matice zahřáty (např. autogenem), bude dle našeho soudu počet matic, které se podaří povolit, poměrně malý; **odhadem 15 - 20 %.**

5. ZÁVĚRY

V rámci projektu *Rekonstrukce nástupiště a zřízení bezbariérových přístupů v ŽST Poříčany*, byl proveden doplňkový stavebně technický průzkum základů sloupů zastřešení 2. a 3. nástupiště. Průzkumné práce byly provedeny na základě objednávky společnosti SUDOP PRAHA, a.s., Olšanská 1a, Praha 3, objednávka č. 16-155.230.K05 ze dne 29.7.2016.

Průzkumné práce in-situ byly provedeny dne 1.8.2016.

Výsledky tohoto doplňkového STP navazují na výsledky STP uvedeného ve zprávě KÚ ČVUT č. 1600 J 195 ze dne 11.7.2016 [11].

Na základě výsledků doplňkového stavebně technického průzkumu základů sloupů zastřešení 2. a 3. nástupiště lze konstatovat tyto hlavní závěry:

(podrobně viz jednotlivé kapitoly):

1. Obecně lze říci, že beton diagnostikovaných základů sloupů 2 a 11 zastřešení 2. nástupiště je **diametrálně odlišný** od betonu diagnostikovaných základů sloupů 13 a 2 zastřešení 3. nástupiště. Betony se liší **strukturou, podílem drobného těženého kameniva** a zejména **obsahem cementu, objemovou hmotností** (tab. 1) a **pevností v tlaku** (tab. 2). Podrobně kap. 4.2 a 4.3 a Přílohy 2 a 3.

Tab. 1: Objemové hmotnosti betonu diagnostikovaných základů zjištěné z jádrových vývrtů

Nástupiště	Sloup	Jádrový vývrt	Počet měření	Objemová hmotnost betonu [kg/m ³]	
				průměrná hodnota	rozmezí hodnot
2.	2	1	6	2190	2100 - 2300
	11	2	4		
3.	13	3	4	1950	1860 - 2000
	2	4	5		

Jednotlivé hodnoty objemové hmotnosti betonu základů jsou uvedeny v Příloze 3.

Tab. 2: Pevnostní třídy betonu diagnostikovaných základů dle vyhodnocení zkoušek

Nástupiště	Sloup	Jádrový vývrt	Počet zk.	Pevnostní třída betonu diagnostikovaných základů dle vyhodnocení zkoušek
2.	2	1	6	C 16/20
	11	2	4	
3.	13	3	4	C 4/5 ¹⁾
	2	4	5	

¹⁾ Pevnostní třída C 4/5 je uvedena v ČSN 73 0038 [4].

2. S ohledem na zjištěné skutečnosti v předchozím STP [11] a tímto doplňkovém STP **nelze vyloučit rozdílnou kvalitu betonu základů sloupů zastřešení v rámci jednoho nástupiště** (podrobně kap. 4.3).

3. Beton základů diagnostikovaných sloupů, ani případně cementová malta na jejich horním líci, **nejsou zasaženy procesem karbonatace**, což je zejména dáno umístěním základů v konstrukci nástupišť (cca 0,25 m pod živičným povrchem nástupiště, nehledě k tomu, že kotevní tyče jsou kryty kotevními plechy tl. 25 mm a okolní beton základů betonovou obrubou [11]). Beton základů je tedy chráněn proti přímému působení vzdušného CO₂.

Obecně lze tedy konstatovat, že ocelové kotevní tyče nejsou vystaveny riziku koroze vlivem karbonatace betonu.

Na základě skutečností uvedených v kap. 4.4 **nelze jednoznačně rozhodnout, zda kotevní tyče jsou zality poměrně kvalitní cementovou maltou v azbestocementových rourách, nebo zda jsou zality betonem základu.** Toto lze zjistit až po demontáži sloupu.

V nezkarbonatovaném betonu (nebo cementové maltě) obvyklých pevností a dostatečným množstvím cementu pasivuje pórový roztok svojí přirozenou alkalitou (pH < 9,5) ocelové prvky a chrání je před korozí.

Pokud jsou však ocelové kotevní tyče zality betonem základu (nízké kvality a nízkým obsahem cementu), pak jsou za vhodných vlhkostních podmínek vystaveny riziku koroze v důsledku nedostatečného množství pasivačního pórového roztoku v betonu.

V případě základu sloupu 2 na 3. nástupišti nedošlo v horní části vývrtu (základu) po kolorimetrickém testu k charakteristickému intenzivnímu fialovému zabarvení betonu (Příloha 4, foto 4), což je způsobeno nízkým obsahem cementu v silně pórovitém betonu.

Pozn.: Pórový roztok je kapalina obsažená v pórové struktuře betonu obsahující některé rozpuštěné složky cementového kamene, která svojí přirozenou alkalitou pasivuje ocelové prvky a chrání je před korozí.

4. **Z hlediska obsahu chloridových iontů v betonu nejsou ocelové kotevní tyče vystaveny riziku koroze.** Obsahy Cl⁻ [% hm.] vztažené na hmotnosti cementu v analyzovaných vzorcích betonu odebraných ze základů sloupů zastřešení 2. a 3. nástupiště nepřesahují hodnotu 0,2 % [% hm.]. Limitní hodnota obsahu Cl⁻ v betonu pro **železobetonové konstrukce dle ČSN EN 206 [5] je 0,4 [% hm.]** (podrobně kap. 4.6).

Pozn.: S ohledem na možná **korozní rizika ocelových kotevních tyčí** byly zjištěné obsahy Cl⁻ porovnávány s limitní hodnotou 0,4 [% hm.] pro **železobetonové konstrukce**, přestože základy jsou velmi pravděpodobně z prostého betonu [11] (jádrovými vývrtky provedenými v rámci tohoto doplňkového STP rovněž nebyla zachycena výztuž).

5. S ohledem na zjištěný korozní stav matic a kotevních tyčí nad kotevním plechem [11] lze jen **velmi obtížně odhadovat počet matic, které se podaří povolit.** I když budou použity přípravky pro uvolnění zkorodovaných šroubových spojů nebo budou matice zahřáty (např. autogenem), bude dle našeho soudu počet matic, které se podaří povolit, poměrně malý; **odhadem 15 - 20 %.**

6. SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 Lokalizace diagnostikovaných základů
- Příloha 2 Beton - Struktura betonu
- Příloha 3 Beton - Pevnost betonu v tlaku
- Příloha 4 Beton - Hloubka karbonatace betonu
- Příloha 5 Beton - Obsah chloridových iontů v betonu
- Příloha 6 Skladba jádrových vývrtů a další zjištěné skutečnosti

Závěry doplňkového stavebně technického průzkumu byly formulovány na základě výsledků průzkumných prací prováděných v určitých oblastech vybraných základových konstrukcí.

Zpracovatel si vyhrazuje právo na korekce a doplnění závěrů, pokud budou zjištěny další podstatné skutečnosti, které byly nad rámec provedeného stavebně technického průzkumu nebo byly dodatečně zjištěny mimo diagnostikované konstrukce nebo mu v době zpracování zprávy nebyly známy nebo mu byly nepravdivě sděleny či zamlčeny.

PŘÍLOHY

Rekonstrukce nástupišť a zřízení bezbariérových přístupů v ŽST Poříčany

DOPLŇKOVÝ STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM

ZÁKLADY SLOUPŮ ZASTŘEŠENÍ 2. A 3. NÁSTUPIŠTĚ

SEZNAM PŘÍLOH:

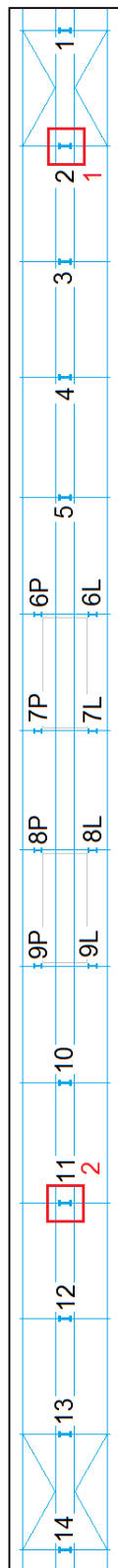
- Příloha 1 Lokalizace diagnostikovaných základů
- Příloha 2 Beton - Struktura betonu
- Příloha 3 Beton - Pevnost betonu v tlaku
- Příloha 4 Beton - Hloubka karbonatace betonu
- Příloha 5 Beton - Obsah chloridových iontů v betonu
- Příloha 6 Skladba jádrových vývrtů a další zjištěné skutečnosti

2. A 3. NÁSTUPIŠTĚ - ZÁKLADY SLOUPŮ ZASTŘEŠENÍ LOKALIZACE DIAGNOSTIKOVANÝCH ZÁKLADŮ

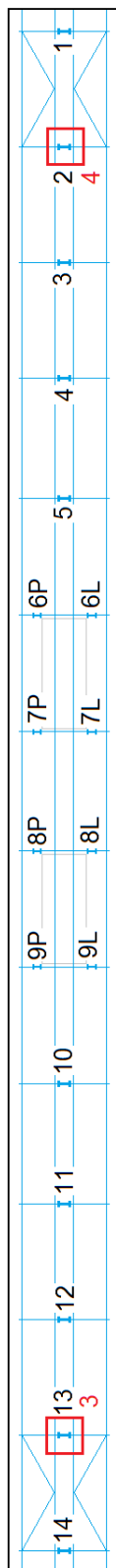
VÝPRAVNÍ BUDOVA

◀ KOLÍN PRAHA ▶

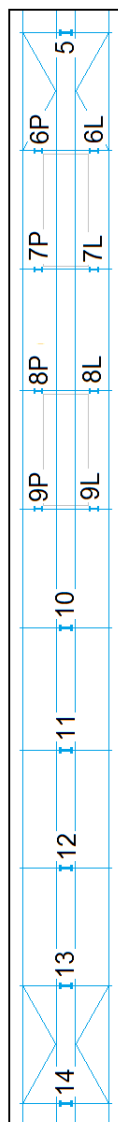
2. nástupiště



3. nástupiště



4. nástupiště



Číslování sloupů směrem od Prahy; v místech vstupů do podchodu L = levý, P = pravý sloup ve směru číslování.

Číslování sloupů 4. nástupiště začíná sloupem 5.

LEGENDA: 11 Označení sloupu s diagnostikovaným základem
2 Označení jádrového vývrtu do základu sloupu

Pozn.: Trať i nástupiště ve skutečnosti tvoří mírný oblouk; pro zjednodušení jsou ve schématu uvedeny jako přímé.

Obr. 1: Vyznačení diagnostikovaných základů sloupů zastřešení 2. a 3. nástupiště

2. NÁSTUPIŠTĚ - ZÁKLADY SLOUPŮ ZASTŘEŠENÍ BETON - STRUKTURA BETONU

Struktura betonu stanovená z jádrových vývrtů

Stavba: ŽST Poříčany; základy sloupů zastřešení 2. nástupiště

Vývrt (sloup)	2. NÁSTUPIŠTĚ Struktura betonu základů a popis jádrových vývrtů
1 (2)	Mírně převládá podíl DTK nad HDK. Max. rozměr zrna HDK = 34 mm. Struktura betonu místy hutná, místy pórovitá. Beton místy vykazuje větší množství makropórů Ø 1 - 3 mm. <u>Popis vývrtu:</u> Průměr: cca 83 mm, celková délka: cca 960 mm (beton základu). Vývrt se při odběru rozdělil na 3 části délek cca 240; 330; 390 mm. Vývrt nevykazuje viditelné poškození trhlinami; vývrtem nebyla zastižena výztuž.
2 (11)	Převládá podíl DTK nad HDK. Max. rozměr zrna HDK = 30 mm. Struktura betonu pórovitá. Beton vykazuje větší množství makropórů Ø 1 - 3 mm. <u>Popis vývrtu:</u> Průměr: cca 83 mm, celková délka: cca 930 mm (beton základu). Vývrt se při odběru rozdělil na 4 části délek cca 120; 230; 200; 380 mm. Vývrt nevykazuje viditelné poškození trhlinami; vývrtem nebyla zastižena výztuž. V hl. 560 mm pod horním lícem základu zastižena roura vyplněná cementovou maltou.

Zkratky: DTK = drobné těžené kamenivo; HDK hrubé drcené kamenivo; HTK = hrubé těžené kamenivo.

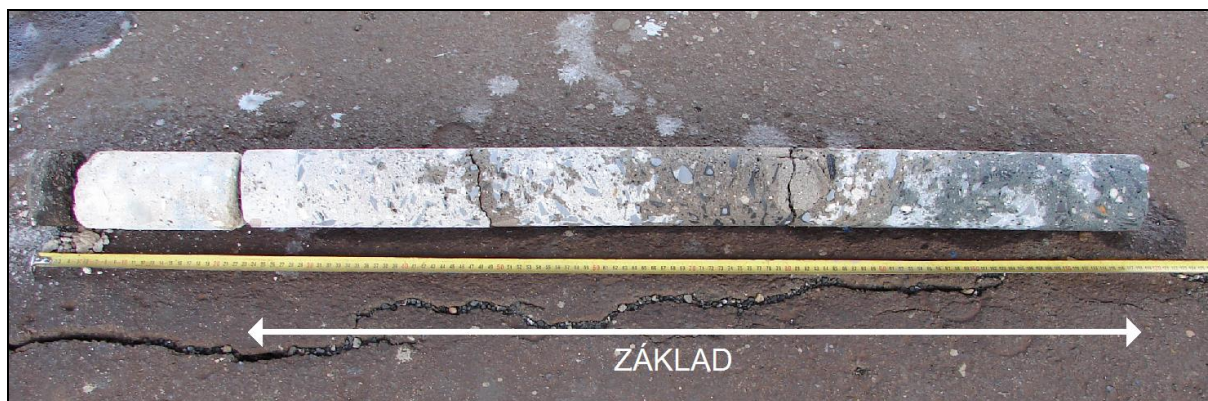


Foto 1: 2. nástupiště, základ sloupu 2; jádrový vývrt po odběru



Foto 2: 2. nástupiště, základ sloupu 11; jádrový vývrt po odběru

Příloha 2 (pokračování)

**2. NÁSTUPIŠTĚ - ZÁKLADY SLOUPŮ ZASTŘEŠENÍ
BETON - STRUKTURA BETONU**



Foto 3: 2. nástupiště, základ sloupu 2; jádrový vývrt ze základu sloupu

Příloha 2 (pokračování)

2. NÁSTUPIŠTĚ - ZÁKLADY SLOUPŮ ZASTŘEŠENÍ BETON - STRUKTURA BETONU



Foto 4: 2. nástupiště, základ sloupu 11; jádrový vývrt ze základu sloupu, patrna je zastižená azbestocementová roura vyplněná cementovou maltou (foto 2), vývrt byl veden mírně šikmo do středu základu proti kotevnímu šroubu

Příloha 2 (pokračování)

2. NÁSTUPIŠTĚ - ZÁKLADY SLOUPŮ ZASTŘEŠENÍ BETON - STRUKTURA BETONU



Foto 5: 2. nástupiště, základ sloupu 2; pórovitá struktura betonu základu sloupu
(pro zvýraznění černobílé foto)



Foto 6: 2. nástupiště, základ sloupu 11; pórovitá struktura betonu základu sloupu
(pro zvýraznění černobílé foto)

3. NÁSTUPIŠTĚ - ZÁKLADY SLOUPŮ ZASTŘEŠENÍ BETON - STRUKTURA BETONU

Struktura betonu stanovená z jádrových vývrtů

Stavba: ŽST Poříčany; základy sloupů zastřešení 3. nástupiště

Vývrt (sloup)	3. NÁSTUPIŠTĚ Struktura betonu základů a popis jádrových vývrtů
3 (13)	Převládá podíl DTK nad HTK+HDK. Max. rozměr zrna HTK = 19 mm; HDK = 30 mm. Struktura betonu silně pórovitá. Beton vykazuje známky nízkého obsahu cementu. Beton místy vykazuje velké množství pórů Ø 0,1 - 0,5 mm. <u>Popis vývrtu:</u> Průměr: cca 83 mm, celková délka: cca 890 mm (beton základu). Vývrt se při odběru rozdělil na 4 části délek cca 280; 340; 130; 140 mm. Vývrt nevykazuje viditelné poškození trhlinami; vývrtem nebyla zastižena výztuž.
4 (2)	Dominuje podíl DTK nad HTK+HDK. Max. rozměr zrna HTK = 22 mm; HDK = 12 mm. Struktura betonu silně pórovitá. Beton vykazuje známky nízkého obsahu cementu. Beton vykazuje velké množství makropórů Ø 0,1 - 0,5 mm. <u>Popis vývrtu:</u> Průměr: cca 83 mm, celková délka: cca 1000 mm (beton základu). Vývrt se při odběru rozdělil na 5 částí délek cca 240; 150; 260; 140; 210 mm. V hl. 400 - 880 mm vývrtem zastižena v betonu svislá trhlina. Vývrtem nebyla zastižena výztuž. V hl. 880 mm pod horním lícem základu zastižena roura vyplněná cementovou maltou.

Zkratky: DTK = drobné těžené kamenivo; HDK hrubé drcené kamenivo; HTK = hrubé těžené kamenivo.



Foto 7: 3. nástupiště, základ sloupu 13; jádrový vývrt po odběru



Foto 8: 3. nástupiště, základ sloupu 2; jádrový vývrt po odběru

Příloha 2 (pokračování)

3. NÁSTUPIŠTĚ - ZÁKLADY SLOUPŮ ZASTŘEŠENÍ BETON - STRUKTURA BETONU



Foto 9: 3. nástupiště, základ sloupu 13; jádrový vývrt ze základu sloupu, beton vykazuje známky nízkého obsahu cementu

Příloha 2 (pokračování)

3. NÁSTUPIŠTĚ - ZÁKLADY SLOUPŮ ZASTŘEŠENÍ BETON - STRUKTURA BETONU



Foto 10: 3. nástupiště, základ sloupu 2; jádrový vývrt ze základu sloupu, beton vykazuje známky nízkého obsahu cementu, patrna je zastižená azbestocementová roura vyplněná cementovou maltou (foto 8)

Příloha 2 (pokračování)

3. NÁSTUPIŠTĚ - ZÁKLADY SLOUPŮ ZASTŘEŠENÍ BETON - STRUKTURA BETONU



Foto 11: 3. nástupiště, základ sloupu 13; silně pórovitá struktura betonu základu sloupu
(pro zvýraznění černobílé foto)



Foto 12: 3. nástupiště, základ sloupu 2; silně pórovitá struktura betonu základu sloupu
(pro zvýraznění černobílé foto)

Příloha 2 (pokračování)

SKUTEČNOSTI ZE STAVEBNĚ TECHNICKÉHO PRŮZKUMU ZÁKLADŮ
Zpráva KÚ ČVUT č. 1600 J 195 ze dne 11.7.2016 [11]

2. A 3. NÁSTUPIŠTĚ - ZÁKLADY SLOUPŮ ZASTŘEŠENÍ
BETON - STRUKTURA BETONU



Foto 13: 2. nástupiště, základ sloupu 13 (Zpráva 1600 J 195 [11], Příloha 3, foto 50); vizuálně se beton základu jeví jako beton mírně horší kvality (zejm. ve spodní části základu; foto 14) oproti betonu základů sloupů 2 a 11 na 2. nást. diagnostikovaných v tomto doplňkovém STP



Foto 14: 2. nástupiště, základ sloupu 13 (Zpráva 1600 J 195 [11], Příloha 3, foto 51); beton spodní části základu z foto 13

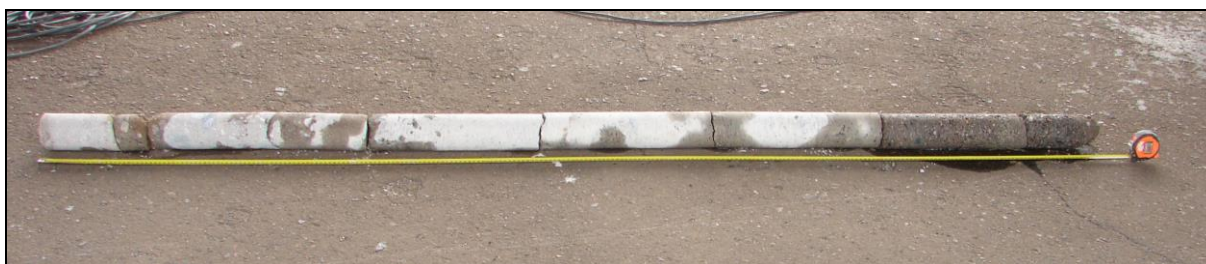


Foto 15: 3. nástupiště, základ sloupu 4 (Zpráva 1600 J 195 [11], Příloha 3, foto 61); vizuálně se beton základu jeví jako beton lepší kvality oproti betonu základů sloupů 13 a 2 na 3. nást. diagnostikovaných v tomto doplňkovém STP

Pozn.: Stanovení pevností betonu základů v tlaku nebylo předmětem zadání STP uvedeného ve zprávě KÚ ČVUT č. 1600 J 195 [11].

2. NÁSTUPIŠTĚ - ZÁKLADY SLOUPŮ ZASTŘEŠENÍ BETON - PEVNOST BETONU V TLAKU

Vyhodnocení destruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku

Stavba: ŽST Poříčany; základy sloupů zastřešení 2. nástupiště

Zkušební stroj: WPM 1000 kN

Zkušební vzorky: 1A-1F; 2A-2D

Zkoušku provedl: P. Borodáč

Teplota vzduchu: 23°C

Relativní vlhkost vzduchu: 60%

Datum zkoušky: 3.8.2016

Vývrt	Ozn. zk. vzorku	Průměr vzorku	Výška vzorku	Výška vzorku po zakončování	Hmotnost	Objem. hmot.	Max. tlak. síla F	Pevnost betonu na vývrtu $f_{c, core}$	Štíhl. poměr λ	Opravný součinitel (štíhlost) $\kappa_{c, cyl}$	Převodní součinitel (průměr) $\kappa_{d, cyl}$	Válcová pevnost betonu	Převodní součinitel (cyl-cube)	Krychelná pevnost betonu
		[mm]	[mm]	[mm]								[g]	[kg/m ³]	[kN]
2. N Á S T U P I Š T Ě - Z Á K L A D S L O U P U Z A S T Ř E Š E N Í - S L O U P 2														
1	1A	82,5	90,6	94,9	1046	2170	153	28,6	1,150	0,890	0,936	23,9	1,249	29,8
	1B	83,1	100,6	105,1	1220	2240	158	29,1	1,265	0,912	0,936	24,9	1,249	31,0
	1C	82,8	102,9	104,8	1271	2300	156	29,0	1,266	0,912	0,936	24,7	1,249	30,9
	1D	83,0	97,2	101,8	1133	2160	120	22,2	1,227	0,905	0,936	18,8	1,251	23,5
	1E	83,0	101,0	104,5	1200	2200	121	22,4	1,259	0,911	0,936	19,1	1,251	23,8
	1F	82,9	105,5	109,2	1250	2200	124	23,0	1,317	0,920	0,936	19,8	1,251	24,7
2. N Á S T U P I Š T Ě - Z Á K L A D S L O U P U Z A S T Ř E Š E N Í - S L O U P 11														
2	2A	83,2	98,5	102,3	1124	2100	133	24,5	1,230	0,905	0,936	20,7	1,251	25,9
	2B	83,1	83,4	85,6	969	2150	114	21,0	1,030	0,860	0,936	16,9	1,252	21,2
	2C	83,2	101,2	105,2	1184	2160	114	21,0	1,264	0,911	0,936	17,9	1,252	22,4
	2D	83,1	82,9	85,5	961	2140	116	21,4	1,029	0,860	0,936	17,2	1,252	21,6
Průměr - 2. NÁSTUPIŠTĚ						2190						20,4		25,5
Směrodatná odchylka						56,3						3,1		3,8
Variační koeficient [%]						2,6						15,0		15,0

Vysvětlivky k tabulce:

- Zk. vzorek nesplňuje požadavek ČSN EN 12504-1 na poměr velikosti max. zrna kameniva k průměru vývrtu (max. 1 : 3).
- Cca 60 % výšky vzorku tvořila cementová malta (Přílohy 2 a 6).

Nejistoty dle ISO/IEC Guide 98-3:2008 Uncertainty of measurement - Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement.

• Rozšířená nejistota pevnosti betonu v tlaku: 2,0 MPa.

• Rozšířená nejistota objem. hmotnosti betonu na vývrtech Ø 50 – 60 mm: 20 kg/m³; Ø 70 – 80 mm: 15 kg/m³; Ø > 80 mm: 10 kg/m³.

Rozšířená nejistota je standardní kombinovaná nejistota x koeficient rozšíření k = 2, což odpovídá hladině spolehlivosti cca 95 %.

Příloha 3 (pokračování)

2. NÁSTUPIŠTĚ - ZÁKLADY SLOUPŮ ZASTŘEŠENÍ BETON - PEVNOST BETONU V TLAKU

2. N Á S T U P I Š T Ě - Z Á K L A D Y S L O U P Ů Z A S T Ř E Š E N Í - S L O U P Y 2 a 11

Posouzení charakteristické pevnosti betonu v tlaku v konstrukci zkoušením vývrtů

Stavba: ŽST Poříčany; základy sloupů zastřešení 2. nástupiště

ČSN EN 13791, čl. 7.3.3 - Postup B

Počet zkoušek n : 10

Krajní mez k příslušející malému počtu zkoušek (v závislosti na n): 5

Odhad charakteristické pevnosti betonu v tlaku je nižší hodnota z následujících hodnot:

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k = 25,5 - 5 = 20,5 \text{ MPa} \quad \text{nebo} \quad f_{ck, is} = f_{is, min.} + 4 = 21,2 + 4 = 25,2 \text{ MPa}$$

Kritérium shody dle tab. 1, ČSN EN 13791 pro beton pevnostní třídy C 16/20

$$f_{ck, is, cube} = 20,5 > 17 \text{ MPa} = f_{ck, is, cube} \text{ (min. charakt. pevnost betonu, ČSN EN 13791, tab. 1)}$$

Minimální charakteristická pevnost betonu C 16/20 $f_{ck, is, cube} = 17 \text{ MPa}$.

Minimální charakteristická pevnost zkoušeného betonu $f_{ck, is, cube} = 20,5 \text{ MPa}$.

Minimální charakteristická pevnost betonu C 20/25 $f_{ck, is, cube} = 21 \text{ MPa}$.

Zkoušený beton základů sloupů zastřešení 2. nástupiště splňuje požadavky kladené na beton pevnostní třídy C 16/20.

Značky a zkratky:

$f_{ck, is}$	charakteristická pevnost betonu v tlaku v konstrukci
$f_{m(n), is}$	střední hodnota n výsledků zkoušek pevnosti betonu v tlaku v konstrukci
$f_{is, min.}$	nejnižší výsledek zkoušky pevnosti betonu v tlaku v konstrukci
$f_{ck, is, cube}$	min. charakteristická pevnost betonu v tlaku v konstrukci

Příloha 3 (pokračování)

3. NÁSTUPIŠTĚ - ZÁKLADY SLOUPŮ ZASTŘEŠENÍ BETON - PEVNOST BETONU V TLAKU

Vyhodnocení destruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku

Stavba: ŽST Poříčany; základy sloupů zastřešení 3. nástupiště

Zkušební stroj: WPM 1000 kN

Zkušební vzorky: 1A-1F; 2A-2D

Zkoušku provedl: P. Borodáč


Teplota vzduchu: 23°C

Relativní vlhkost vzduchu: 60%

Datum zkoušky: 3.8.2016

Vývrt	Ozn. zk. vzorku	Průměr vzorku	Výška vzorku	Výška vzorku po zakoncování	Hmotnost	Objem. hmot.	Max. tlak. síla F	Pevnost betonu na vývrtu $f_{c, core}$	Štíhl. poměr λ	Opravný součinitel (štíhlost) κ_c, cyl	Převodní součinitel (průměr) κ_d, cyl	Válcová pevnost betonu $f_{c, cyl}$	Převodní součinitel (cyl-cube) $\kappa_{cyl, cube}$	Krychelná pevnost betonu $f_{c, cube}$
		[mm]	[mm]	[mm]	[g]	[kg/m ³]	[kN]	[MPa]	[--]	[--]	[--]	[MPa]	[--]	[MPa]
3. N Á S T U P I Š T Ě - Z Á K L A D S L O U P U Z A S T Ř E Š E N Í - S L O U P 13														
3	3A	82,5	95,2	99,2	985	1940	49	9,2	1,202	0,901	0,936	7,7	1,252	9,7
	3B	82,2	96,2	99,2	1004	1970	61	11,5	1,207	0,901	0,936	9,7	1,252	12,1
	3C	82,6	99,4	102,3	1025	1930	41	7,7	1,238	0,907	0,936	6,5	1,252	8,1
	3D	82,1	77,9	81,4	822	2000	67	12,7	0,991	0,847	0,936	10,0	1,252	12,6
3. N Á S T U P I Š T Ě - Z Á K L A D S L O U P U Z A S T Ř E Š E N Í - S L O U P 2														
4	4A	82,2	79,1	81,7	817	1950	64	12,1	0,994	0,848	0,936	9,6	1,252	12,0
	4B	82,7	85,8	88,3	920	2000	72	13,4	1,068	0,871	0,936	10,9	1,252	13,7
	4C	82,1	86,2	89,5	857	1880	48	9,1	1,090	0,877	0,936	7,4	1,252	9,3
	4D	82,0	86,9	88,4	851	1860	36	6,8	1,078	0,874	0,936	5,6	1,252	7,0
	4E	82,2	92,2	95,5	975	2000	49	9,2	1,162	0,893	0,936	7,7	1,252	9,7
Průměr - 3. NÁSTUPIŠTĚ						1950						8,4		10,5
Směrodatná odchylka						51,7						1,8		2,2
Variační koeficient [%]						2,6						21,4		21,4

Vysvětlivky k tabulce:

 Zk. vzorek nesplňuje požadavek ČSN EN 12504-1 na poměr velikosti max. zrna kameniva k průměru vývrtu (max. 1 : 3).

Nejistoty dle ISO/IEC Guide 98-3:2008 Uncertainty of measurement - Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement.

• Rozšířená nejistota pevnosti betonu v tlaku: 2,0 MPa.

• Rozšířená nejistota objem. hmotnosti betonu na vývrtech Ø 50 – 60 mm: 20 kg/m³; Ø 70 – 80 mm: 15 kg/m³; Ø > 80 mm: 10 kg/m³.

Rozšířená nejistota je standardní kombinovaná nejistota x koeficient rozšíření k = 2, což odpovídá hladině spolehlivosti cca 95 %.

Příloha 3 (pokračování)

3. NÁSTUPIŠTĚ - ZÁKLADY SLOUPŮ ZASTŘEŠENÍ BETON - PEVNOST BETONU V TLAKU

3. N Á S T U P I Š T Ě - Z Á K L A D Y S L O U P Ů Z A S T Ř E Š E N Í - S L O U P Y 13 a 2

Posouzení charakteristické pevnosti betonu v tlaku v konstrukci zkoušením vývrtů

Stavba: ŽST Poříčany; základy sloupů zastřešení 3. nástupiště

ČSN EN 13791, čl. 7.3.3 - Postup B

Počet zkoušek **n**: 9

Krajní mez **k** příslušející malému počtu zkoušek (v závislosti na **n**): 6

Odhad charakteristické pevnosti betonu v tlaku je nižší hodnota z následujících hodnot:

$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k = 10,5 - 6 = 4,5 \text{ MPa}$ nebo $f_{ck, is} = f_{is, min.} + 4 = 7,0 + 4 = 11,0 \text{ MPa}$

Kritérium shody dle tab. 1, ČSN EN 13791 pro beton pevnostní třídy C 8/10

$f_{ck, is, cube} = 4,5 < 9 \text{ MPa} = f_{ck, is, cube}$ (min. charakt. pevnost betonu, ČSN EN 13791, tab. 1)

Minimální charakteristická pevnost betonu C 8/10 $f_{ck, is, cube} = 9 \text{ MPa}$.

Minimální charakteristická pevnost zkoušeného betonu $f_{ck, is, cube} = 4,5 \text{ MPa}$.

Zkoušený beton základů sloupů zastřešení 3. nástupiště nesplňuje požadavky kladené na beton pevnostní třídy C 8/10.

Z hlediska pevností lze odhadovat zkoušený beton na úrovni betonu pevnostní třídy C 4/5 ¹⁾.

¹⁾ Pevnostní třída C 4/5 je uvedena v ČSN 73 0038 [4].

Značky a zkratky:

$f_{ck, is}$	charakteristická pevnost betonu v tlaku v konstrukci
$f_{m(n), is}$	střední hodnota n výsledků zkoušek pevnosti betonu v tlaku v konstrukci
$f_{is, min.}$	nejnižší výsledek zkoušky pevnosti betonu v tlaku v konstrukci
$f_{ck, is, cube}$	min. charakteristická pevnost betonu v tlaku v konstrukci

2. A 3. NÁSTUPIŠTĚ - ZÁKLADY SLOUPŮ ZASTŘEŠENÍ BETON - HLOUBKA KARBONATACE BETONU



Foto 1: 2. nástupiště, základ sloupu 2



Foto 2: 2. nástupiště, základ sloupu 11



Foto 3: 3. nástupiště, základ sloupu 13



Foto 4: 3. nástupiště, základ sloupu 2

Horní části základů sloupů zastřešení nástupišť po kolorimetrickém testu hloubky karbonatace (fialově zabarvený beton či cementová malta jsou nezkarbonatované, tj. „zdravé“).

Beton základů diagnostikovaných sloupů, ani příp. cementová malta na jejich horním líci, **nejsou zasaženy procesem karbonatace**, což je dáno umístěním základu v konstrukci nástupiště (cca 0,25 m pod živním povrchem nástupiště), kde základ je chráněn proti přímému působení vzdušného CO_2 .

V případě základu sloupu 2 na 3. nástupišti nedošlo v horní části vývrtu k fialovému zabarvení betonu (foto 4), což je způsobeno nízkým obsahem cementu ve velmi pórovitém betonu.

2. A 3. NÁSTUPIŠTĚ - ZÁKLADY SLOUPŮ ZASTŘEŠENÍ BETON - OBSAH CHLORIDOVÝCH IONTŮ V BETONU

Výsledky chemické analýzy - obsah chloridových iontů v betonu

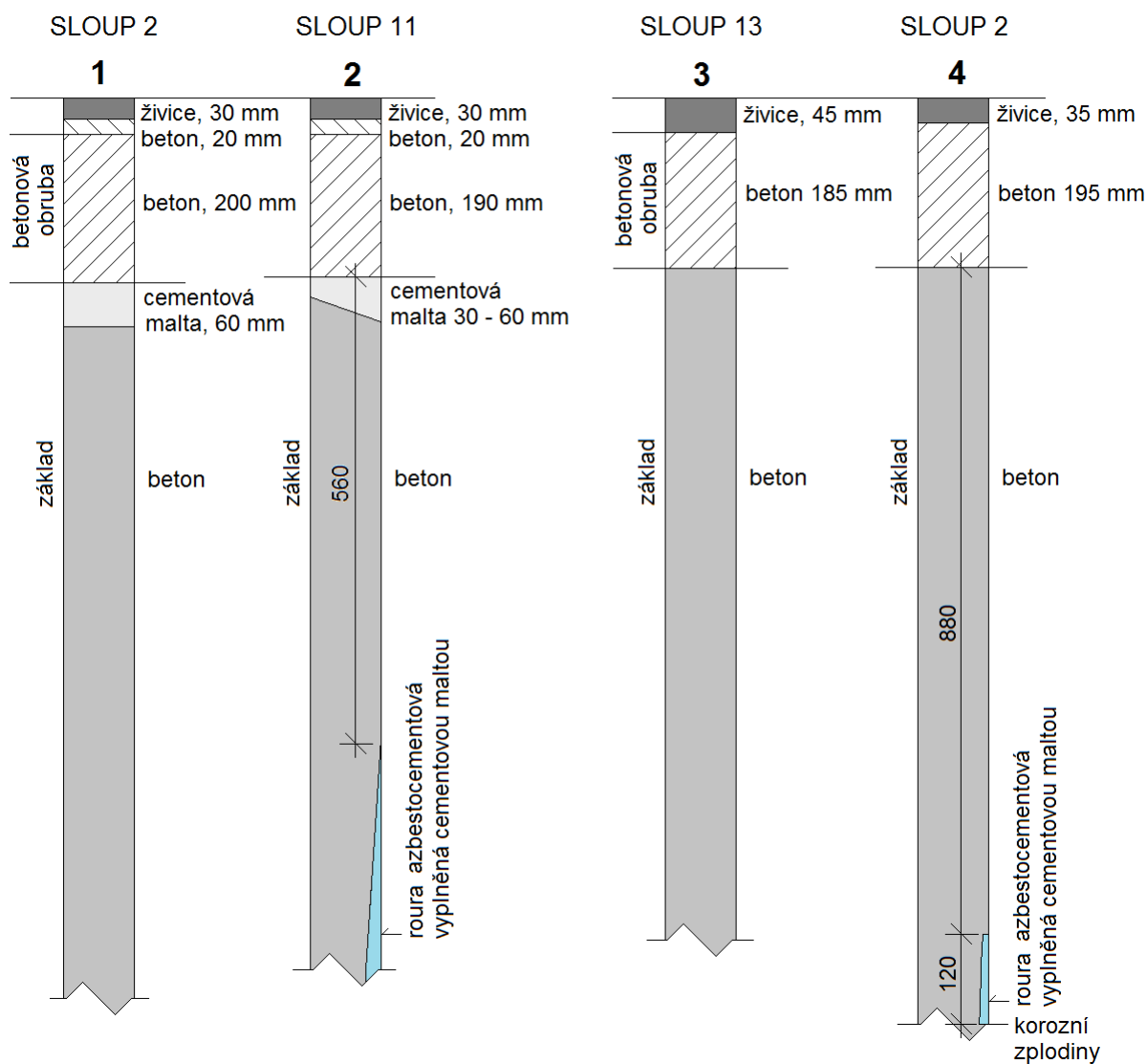
Stavba: ŽST Poříčany; základy sloupů zastřešení 2. a 3. nástupiště

Nástupiště	Sloup	Jádrový vývrt (vzorek)	Hl. odběru [mm]	Obsah Cl ⁻ [% hm.]	
				v suchém vzorku betonu	vztažený k hmotnosti cementu
2.	2	1 (1-1)	0 - 50	0,002	0,01
		1 (1-2)	50 - 100	0,001	0,01
	11	2 (2-1)	0 - 50	0,007	0,04
		2 (2-2)	50 - 100	0,003	0,02
3.	13	3 (3-1)	0 - 50	0,004	0,04
		3 (3-2)	50 - 100	0,001	0,01
	2	4 (4-1)	0 - 50	0,015	0,16
		4 (4-2)	50 - 100	0,018	0,20

Obsahy Cl⁻ [% hm.] vztažené na hmotnosti cementu v analyzovaných vzorcích betonu odebraných ze základů sloupů zastřešení 2. a 3. nástupiště **nepřesahují hodnotu 0,2 % [% hm.].**

Limitní hodnota obsahu Cl⁻ v betonu pro železobetonové konstrukce dle ČSN EN 206 [5] je **0,4 [% hm.]**
(podrobně kap. 4.6).

3. NÁSTUPIŠTĚ



Pozn.: Jádrové vývrty byly vedeny mírně šikmo do nitra základu. Na obr. jsou zakresleny svisle.

Celé jádrové vývrty jsou zachyceny na fotografiích v Příloze 2 (foto 1, 2, 7 a 8).

Jádrové vývrty ze základů sloupů jsou zachyceny na fotografiích v Příloze 2 (foto 3, 4, 9 a 10).

Azbestocementové roury jsou zachyceny na fotografiích na dalších stranách.

Obr. 1: Skladby jádrových vývrtů do základů sloupů zastřešení 2. a 3. nástupiště

Příloha 6 (pokračování)

2. A 3. NÁSTUPIŠTĚ - ZÁKLADY SLOUPŮ ZASTŘEŠENÍ SKLADBA JÁDROVÝCH VÝVRTŮ A DALŠÍ ZJIŠTĚNÉ SKUTEČNOSTI



Foto 1: 2. nástupiště, základ sloupu 2, jádrový vývrt 1; odběr jádrového vývrtu, všechny jádrové vývrty byly vedeny mírně šikmo do nitra základu



Foto 2: 2. nástupiště, základ sloupu 11, jádrový vývrt 2; pozice vývrtu proti kotevnímu šroubu, v hl. 560 mm pod horním lícem základu zachycena azbestocementová roura vyplněná cementovou maltou

Příloha 6 (pokračování)

**2. A 3. NÁSTUPIŠTĚ - ZÁKLADY SLOUPŮ ZASTŘEŠENÍ
SKLADBA JÁDROVÝCH VÝVRTŮ A DALŠÍ ZJIŠTĚNÉ SKUTEČNOSTI**



Foto 3: 2. nástupiště, základ sloupu 11, jádrový vývrt 2;
azbestocementová roura vyplněná cementovou maltou



Foto 4: 2. nástupiště, základ sloupu 11, jádrový vývrt 2;
azbestocementová roura vyplněná cementovou maltou

Příloha 6 (pokračování)

**2. A 3. NÁSTUPIŠTĚ - ZÁKLADY SLOUPŮ ZASTŘEŠENÍ
SKLADBA JÁDROVÝCH VÝVRTŮ A DALŠÍ ZJIŠTĚNÉ SKUTEČNOSTI**



Foto 5: 3. nástupiště, základ sloupu 2, jádrový vývrt 4; pozice vývrtu proti stojině sloupu, v hl. 880 mm pod horním lícem základu zachycena azbestocementová roura vyplněná cementovou maltou



Foto 6: 3. nástupiště, základ sloupu 2, jádrový vývrt 4; azbestocementová roura vyplněná cementovou maltou, roura je pravděpodobně krátká (srov. se špičatým tvarem části roury zachycené jádrovým vývrtem 2 na foto 3)

Příloha 6 (pokračování)

**2. A 3. NÁSTUPIŠTĚ - ZÁKLADY SLOUPŮ ZASTŘEŠENÍ
SKLADBA JÁDROVÝCH VÝVRTŮ A DALŠÍ ZJIŠTĚNÉ SKUTEČNOSTI**



Foto 7: 3. nástupiště, základ sloupu 2, jádrový vývrt 4; azbestocementová roura vyplněná cementovou maltou, vývrt je v hl. 1,0 m pod horním lícem základu zakončen korozními zplodinami, které velmi pravděpodobně pocházejí z ocelového prvku v základu