

## **Prace (Slavkov)**



## **Mohyla míru**

Dodatečný průzkum zavlhčení zdiva po provedení sond  
Návrh sanace

**Objednatel :** Ing.Jan Červenák, Praha 9

**Zpracoval :** ing.Pavel Šťastný,CSc – CORESAN, Praha / Děčín

**Termín :** 01/2019

sedm stran textu  
dvě strany přílohy



**Podklady :**

- Vlastní průzkum, 01/2019

**1. Zadání**

Zadáním průzkumných prací bylo :

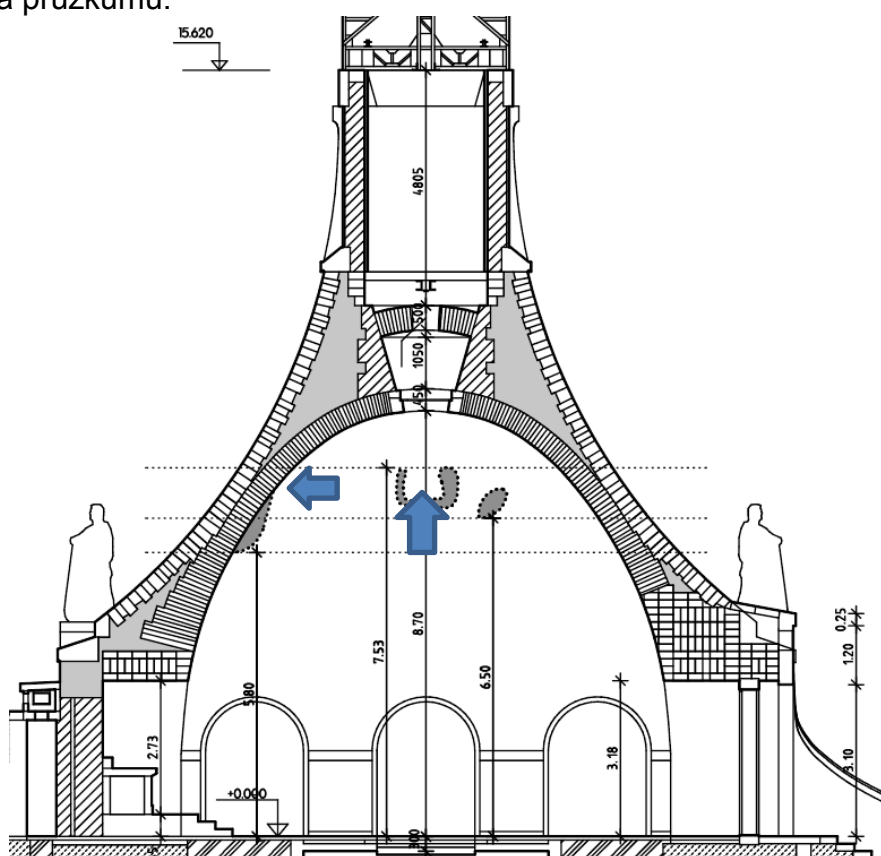
- průzkum zavlhčení klenby po sejmutí omítek
- rozbor příčin zavlhčení

**2. Provedené průzkumy**

Průzkumy byl provedeny v lednu 2019.

- Průzkum 23.01.2019 byl prováděn z mobilního lešení včetně odběru vzorků

Schéma průzkumů:

**2.1 Průzkum zavlhčení zdiva**

Průzkum zavlhčení v lednu probíhal po dvou měsících relativního vlhka, kdy **souhrn srážek byl mírně nadnormální**. V době průzkumu byl již týden mráz, nedocházelo tedy k dotaci vlhkostí přes povrch pláště stavby.

**2.1.1 Výsledky laboratorního stanovení vlhkosti**

Pro přesné stanovení zavlhčení jednotlivých vrstev klenby byly odebrány čtyři sady vzorků stavebního materiálu. Vzorky byly odebírány na poškozených místech kleneb

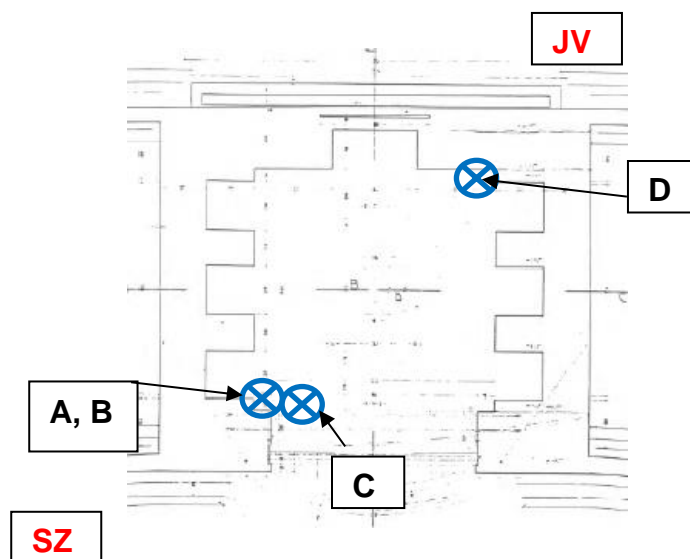
v místech sejmuté omítky. Intaktní plochy omítek nebyly narušovány odebráním vzorků.

osa odběru	orientace	číslo vzorku	materiál	výška nad podlahou (m)	hloubka odběru (cm)	vlhkost (% hm.)	příčina
A	Severo-západ	V35	cihla	5,8	0 - 2	12,0	stékání shora
		V34	cihla	5,8	2 - 6	10,6	
		V33	cihla	5,8	6 - 18	9,7	
B	Severo-západ	V40	cihla	6,3	0 - 2	5,4	průsak
		V39	cihla	6,3	2 - 6	6,5	
		V38	cihla	6,3	6 - 15	9,6	
C	Severo-západ	V48	cihla	6	0 - 2	3,3	průsak
		V47	cihla	6	2 - 6	4,6	
		V46	cihla	6	6 - 17	5,9	
D	Jiho-východ	V 44	cihla	6,1	0 - 6	2,7	průsak
		V41	cihla	6,1	6 - 19	4,3	

TABULKA – orientační stupnice vlhkosti zdiva dle ČSN P 730610

Zavlhčení zdiva	Kategorie vlhkosti
0,00 % až 3,00%	vlhkost velmi nízká
3,00 % až 5,0 %	vlhkost nízká
5,00 % až 7,50 %	vlhkost zvýšená
7,50 % až 10,00%	vlhkost vysoká
nad 10,00 %	vlhkost velmi vysoká

Půdorysné schéma os odběru vzorků:  
leden 19



### 2.1.2 Celkové vyhodnocení zavlhčení

Odebrané vzorky z **v jihovýchodním rohu** klenby (osa D) vykazují nízké hodnoty zavlhčení. V hloubce nízké zavlhčení (do 20% nasycení pórů), směrem k povrchu zavlhčení klesá, na povrchu odhalené cihly velmi nízké zavlhčení. Tento pokles je způsoben povrchovým vysoušením klenby nízkou vlhkostí vzduchu uvnitř.

Na **severozápadním koutě** klenby (A, B, C) je naměřeno v hloubce vysoké zavlhčení. V každé ose je však jiný průběh.

V ose A je v hloubce vlhkost vysoká (do 50% nasycení), pod povrchem cihel je již vlhkost velmi vysoká (až 60% nasycení). Zdroj zavlhčení není kolmo za povrchem, spíše nad mokrým místem vzhůru.

V ose B je v hloubce téměř totožná hodnota zavlhčení (do 50% nasycení, k povrchu vlhkost prudce klesá (cca 25-30% nasycení). Zdroj je tedy v hloubce, k povrchu vlhkost klesá.

Osa C vykazuje k povrchu podobný obrázek, jako osa B, celkově jsou jednotlivé hodnoty ještě nižší, od středního zavlhčení v hloubce (30% nasycení do nízké vlhkosti pod povrchem (20-30% nasycení). Osa C je tedy vzdálena od zdroje zatékání za klenbou.

#### **Souhrn:**

Osy B, C, D ukazují, že vlhkost přichází zezadu, a úroveň zavlhčení se liší dle vzdálenosti od zdroje zatékání. Osa A má netypický průběh, vlhkost je vyšší při povrchu a do hloubky klesá. Úroveň zavlhčení na povrchu a jeho hloubka však vylučují jiný zdroj zavlhčení, než zatékání (průsak). Zdroj zde ale leží mimo osu odběru, výše po klenbě.

### 2.1.3 Omítkové skladby

Na zdivu v místech sejmutí omítek je patrné, že skladba omítek se na různých plochách liší. Pozorovány byly tři různé skladby:

- a) Běžná skladba: Na cihelnou klenbu je přímo nanесena vápenná malta, křehká, třídy pevnosti CS I, a zrnitosti do 3 mm
- b) Skladba s podhosem: Na cihelné klenbě je cca 5 mm hrubého, síťovitého až celoplošného podhose s cementovým pojivem, odpovídající třídě CS III/CS IV, zrnitosti cca 5-6 mm
- c) Skladba se cementovou zálivkou: Na cihelné klenbě je až 5 mm vrstva o vysoké pevnosti (30-40 MPa), se zrnitostí pod 0,1 mm, prakticky směs cement – voda. Není zřejmé, zda nejde o vyteklou injektážní směs. Souvislé ostrovy naopak napovídají aplikaci vrstvy ze spodní – interiérové strany klenby.

Skladba, popsaná pod bodem c) je příčinou zadržení vlhkosti a jejího roznesení do okolních ploch. Situace je patrná na snímcích.

### 2.1.4 Dutiny ve zdivu

Za cihelnou klenbou je v pásu od 5,8 do 6,3 m zjištěna dutina o šířce cca 50-70 mm. Dutina byla zjištěna propadem vrtáku během odběru vzorků v hloubce 15 -20 cm. Může se jednat o mezivrstvu mezi vnitřní klenbou a vnějším pláštěm, vyplněnou sutí, nebo o vzduchovou mezeru. Skutečný charakter dutiny bude třeba zjistit

endoskopicky po sejmutí omítek. Během rychlého průzkumu 23. 1. nebylo možné dutinu zmapovat.

Dutina je pravděpodobnou cestou, která roznáší vodu z průsaků pláštěm do klenby. To může být vysvětlením, proč viditelné průsaky v interiéru nejsou identifikovatelné jako poškození pláště v téže pozici vně.

## 2.2 Vyhodnocení příčin stavu

Z analýzy zavlhčení vyplývá, že poškození omítek interiéru je způsobeno průsakem z pláště stavby, ale nikoli přímo, ale transportem vlhkosti v dutině mezi pláští. V dutině se může pohybovat jak kapalná voda, tak vodní pára, která následně může kondenzovat na kamenném vnějším pláští z vnitřní strany. Protékání vody přes cihelnou klenbu vynáší sírany. Vysoušení klenby suchým vzduchem v interiéru vede ke krystalizaci síranů na povrchu jádrové omítky pod vrstvou podkladu malby.

## 3. Návrh řešení

Návrh sanace vychází z ČSN P 730610 Hydroizolace staveb – sanace vlhkého zdiva, ze směrnic

- WTA 2-9-04 Sanační omítkové systémy,
- WTA 4-6-05 Dodatečná hydroizolace stavebních konstrukcí ve styku se zeminou,
- WTA 4-4-04 Injektáž zdiva proti kapilární vlhkosti,
- 2-10-06 Obětované omítky,
- 2-7-01 Vápenné omítky v památkové péči,

a z postupů a technologií používaných tradičně při obnově a údržbě historických staveb.

### 3.1 Odspárování zbytku vnějšího pláště

### 3.2 Těsnící spárování vnějšího pláště

### 3.3 Odstranění omítek v interiéru v kulové úseči pod vrchlíkem

### 3.4 Injektáž dutin zdiva výplňovou maltou

### 3.5 Provedení nasákavé omítkové skladby se štukovým lícem

### 3.6 Provedení prodyšné a hydrofilní výmalby

## 3.1 Odspárování zbytku pláště

Kamenný plášť komolého jehlanu od úrovně +8,1 m (horní hranice obnovy 2015) se odspáruje tak, aby spáry byly vyčištěny do hloubky nejméně 40 mm. Pevná malta se odstraní kamenicky, případně se spára nařízne rozbruskou a poté se malta kamenicky odstraní.

Tam, kde by odstranění spárové malty vedlo k poškození původních kamenů pláště, nebude postupováno rigidně, a pevně držící části spárové malty budou ponechány.

### 3.2 Těsnící spárování pláště (S1)

Těsnící spárování pláště se provede shodnou technologií, jako se provádělo pod hranicí +8,1 m. V místech, kde za odstraněnou spárovou maltou bude navazovat dutina, se provede zalití měkkou injektážní maltou, bránící zatékání vody. Spára se při zalévání ponechá volná.

Dalším krokem je penetrace a systémová síranovzdorná stěrková hmota, kterou se spára dvakrát vymaže v tloušťce min 2 mm zasucha celkem.

Po utěsnění vnitřního prostoru spáry se provede zaspárování měkkou hydraulickou maltou.

#### Doporučené typy materiálů:

- Injektážní malta s přírodním hydraulickým pojivem, pevnost pod 6 MPa
- Penetrace silikátová – systém izolační stěrky
- Síranovzdorná hydroizolační stěrka

### 3.3 Odstranění omítek v interiéru v kulové úseči klenby

Omítky interiéru nad hranicí +5,2 m (hranice výměn omítek interiéru 2015) pod vrchlíkem se sgrafitovou figurální výzdobou se beze zbytku odstraní až na zdivo klenby. V místech sond byla zjištěna tloušťka omítkového souvrství min. 10 mm, max. 25 mm. Nepevné spáry v cihelném zdivu budou vyčištěny do hloubky 20 mm, pevné budou ponechány. V místech zatečení a výkvětů solí musejí být spáry vyčištěny vždy, spárová malta obsahuje vysokou koncentraci solí.

Dále budou odstraněny i omítky a stěrka v místě průsaku záklenkem střední niky na jižní straně, a to s přesahem 0,2 m od posledních stop zatečení. I zde bude odstraněna omítková skladba, vyškrabány nepevné, nebo viditelně prosakující spáry do hloubky 20 mm, pevné a izolované se ponechají.

### 3.4 Injektáž dutin ve zdivu (S2)

Dutiny, zjištěné v pásu +5,8 až 6,3 m nad podlahou, se vyplní injektáží rychletuhnoucí maltou s nízkým vodním součinitelem a nízkou finální pevností. Malta musí vykazovat nízké smrštění, zrnitost po 0,5 mm, a nesmí být expanzní, aby nedošlo k roztržení klenby či pláště. Dutiny, přístupné vnějším pláštěm ve spárách, se naplní infúzí samospádem. Dutiny, zjištěné na vnitřním líci, se proinjektují zevnitř přes pakry injektáží za mírného tlaku (do 10 bar). Cílem se vyplnit všechny dutiny mezi pláští, v zásypu nad klenbou i dutiny mezi cihlami klenby.

#### Doporučený typ materiálu:

Injektážní malta pro výplň zdiva, pojivo hydraulické třídy 3,5 nebo románský cement, pevnost třídy M5.

### 3.5 Provedení nasákavé omítkové skladby se štukovým lícem (S3)

Očištěný líc klenby se navlhčí a opatří síťovitě omítkovým podhazem třídy CSIII.

Podhoz bude sloužit jako adhezní vrstva k ukotvení omítkové skladby.

Povrch podhozeného líce klenby bude opatřen vysoce nasákavou (kapilárně aktivní) omítkou, schopnou absorbovat přebytečnou vlhkost, ať je provozního původu (kondenzace), nebo z drobného zatečení (dodatečně vzniklé vlasové praskliny ve zdivu klenby nelze předem vyloučit). Omítko bude hydraulická, plněná pemzou, o



objemové hmotnosti do 900 kg/m<sup>3</sup>, o pevnosti třídy CS II - CS III (4-7 MPa). Povrch této omítkové vrstvy, o minimální tloušťce 10 mm a maximální 40 mm, se po ztuhnutí strhne (otevřou se póry). Po ztvrdnutí této podkladní omítky se povrch opatří tenkou vrstvou štuky, která zaplní póry podkladní omítky (vrstva 1,5-3 mm).

**Doporučené typy materiálů:**

- Síránovzdorná omítková malta, pevnost CS II /CS III (4-7 MPa)
- Minerální štuk o zrnitosti 0,3 mm, nasákavý, hydraulicky pojený, bílý

**3.6 Provedení prodyšné a hydrofilní výmalby**

Štukový líc bude na povrchu opatřen souvrstvím malby. K výmalbě bude použit materiál, který je minimálně aditivován polymerními materiály, aby nedošlo k omezení funkce stěrkového a kapilárně aktivního / nasákavého omítkového souvrství. Doporučuje se použití vápenného, případně silikátového nátěrového systému bez hydrofobního nastavení.

**Doporučené typy materiálů:**

- Silikátová nátěrový systém interiérový, bez hydrofobity
- Vápenný nátěrový systém na bázi mikronizovaného vápenného hydrátu
- Vápenný nátěrový systém na bázi hydraulického vápna (práškový)

Týká se kopule, v níže bude použit totožný systém nátěrů, jako při první etapě obnovy.

V Praze 2019-01-29



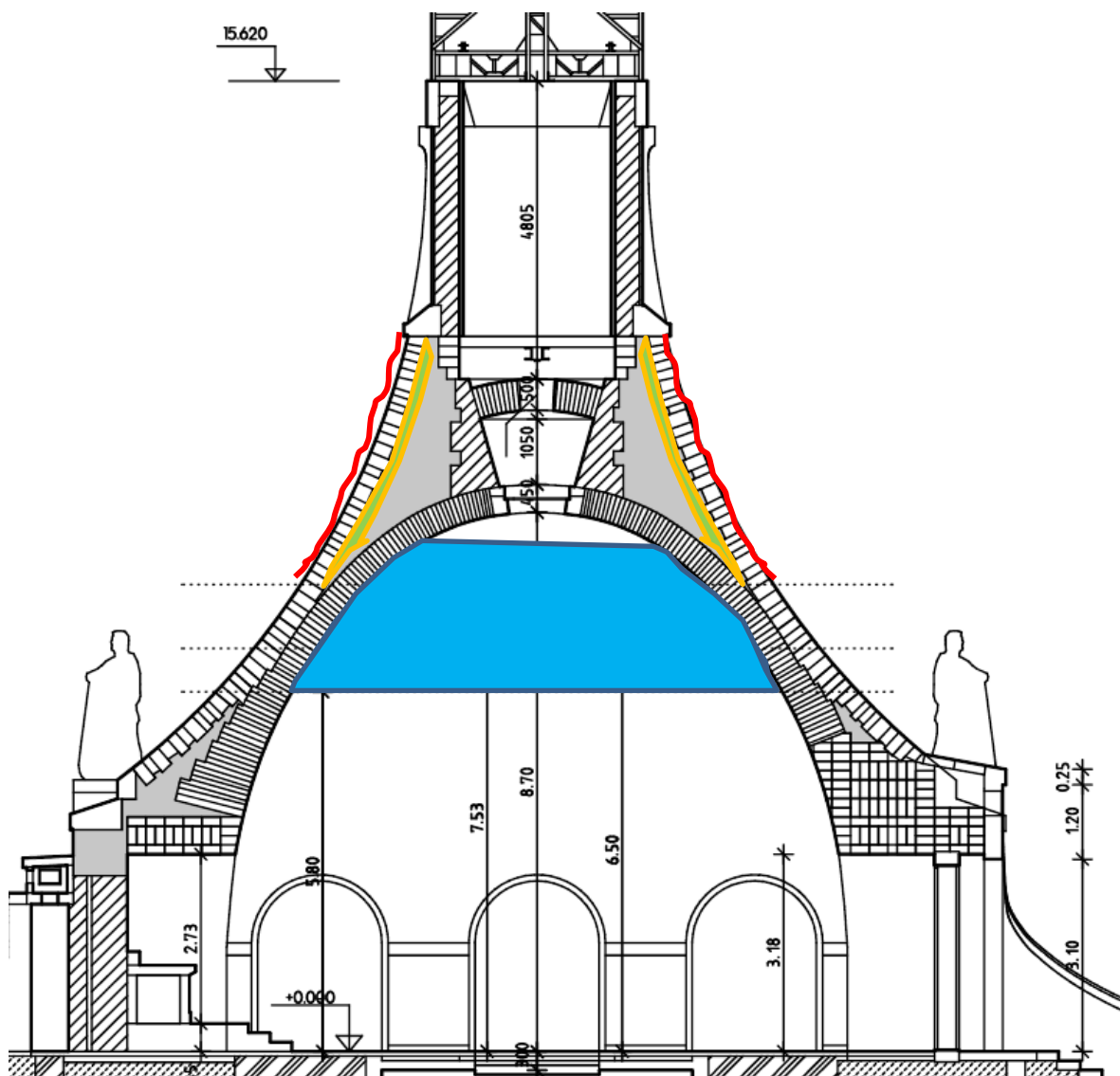
Pavel Šťastný



Příloha 1: vymezení kulové úseče klenby, na které se vymění omítkové souvrství (orientační zákres do foto)



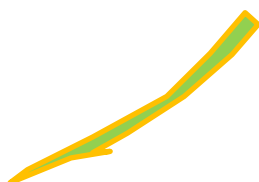
Příloha 2: vymezení kulové úseče klenby, na které se vymění omítkové souvrství (zákres do řezu stavbou), rozsah spárování a největší možný rozsah injektáže dutin



Rozsah výměn omítek – orientačně



Rozsah výměny spárové malty za těsnicí spárování



Očekávaný rozsah dutin ve zdivu, určených k injektáži