

Prace (Slavkov)



Mohyla míru

Průzkum zavlhčení a zasolení zdiva
Stanovení příčin poškozování a návrh sanace

Objednatel : Ing.Jan Červenák, Praha 9

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

Termín : 09/2018

patnáct stran textu
jedenáct stran příloh



Podklady :

- Vlastní průzkum, 01-06/2018
- Protokol Watrex 03/2018
- Protokol Watrex č.192100161 z 08/2018
- Protokol Watrex č.192100200 z 09/2018

1. Zadání

Zadáním průzkumných a analytických prací bylo :

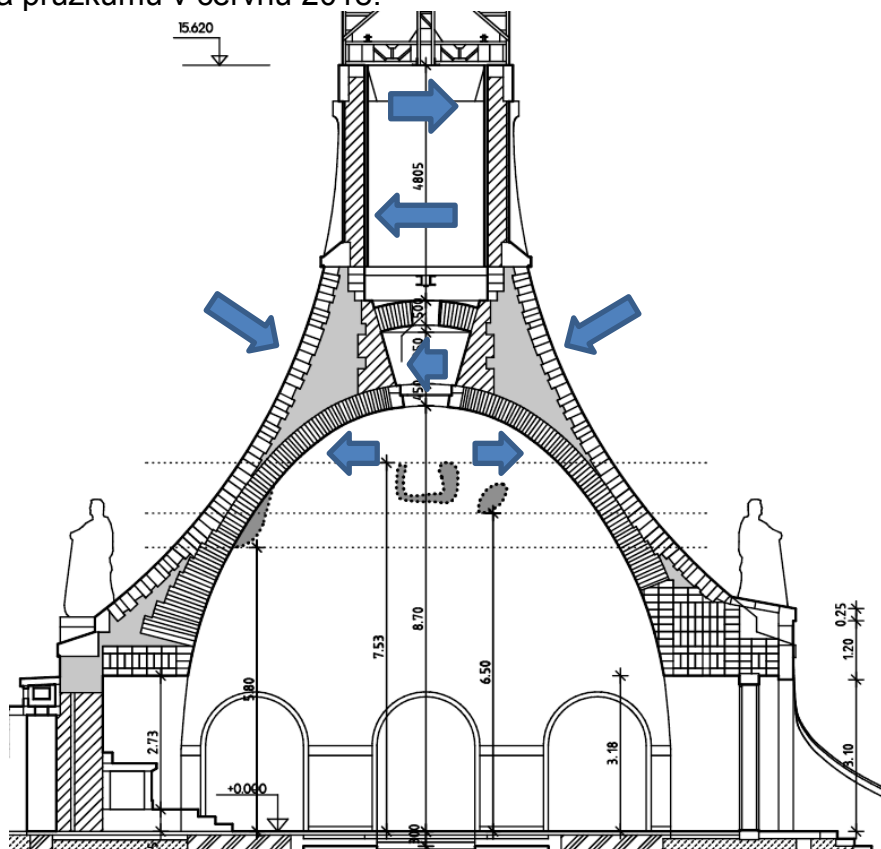
- průzkum pláště stavby
- průzkum větrací šachty nad klenbou
- průzkum úrovně zavlhčení zdiva klenby
- průzkum zasolení klenby a omítek
- rozbor příčin zavlhčení

2. Provedené průzkumy

Průzkumy byl provedeny v lednu až červnu 2018.

- Průzkum 31.01.2018 byl prováděn z mobilního lešení včetně odběru vzorků
- Průzkum březnu 2018 z úrovně podlahy
- Průzkum 28.06.2018:
 - z mobilního lešení uvnitř stavby, včetně odběru vzorků
 - horolezeckým způsobem uvnitř šachty nad klenbou a
 - horolezecky z lana na plášti stavby
- Průzkum 21. září 2018 – odběr vzorků omítek v protečených nikách

Schéma průzkumů v červnu 2018:



2.1 Průzkum stavu pláště

2.1.1 Popis konstrukce

Vnější plášť je tvořen kyklopským zdivem, nepravidelnými lámanými kusy žuly o rozměru 20-40 cm. Mezi kameny je provedeno spárování cementovou maltou. Spodní část byla utěsněna a přespárována během obnovy 2016, horní část zůstala v původním stavu před obnovou. Za vnějším pláštěm se nachází zásyp stavební sutí, který vyplňuje dutinu mezi kamenným pláštěm a cihelnou klenbou uvnitř stavby. Klenba je z plných cihel, zděna na vápennou maltu a nese na vnitřním líci 20-30 mm omítek s malbou na líci.

2.1.2 Jižní průčelí

Jižní průčelí, otočené ke vstupu do areálu (k parkovišti) je nejvíce namáhané teplem. Nicméně kromě drobných prasklinek, vzniklých pohybem pláště při tepelném namáhání, a hrubé zrnitosti některých kamenů v plášti není patrné žádné poškození, kterým by do zdiva mohlo vnikat větší množství vody a bylo příčinou shledaných škod na omítkách interiéru. Průzkum byl prováděn z lana až po úroveň parapetu horní niky. Nalezené praskliny nepřesahovaly nikde šířku 0,2 mm. Na jižní stěně v interiéru jsou patrná poškození omítek a podkladu malby vlhkostí a solemi.

2.1.3 Východní průčelí

Východní průčelí, směrem k objektu muzea, je nejméně namáháno jak teplem, tak větrem. Stromy na vrcholu chlumu kryjí východní fasádu před náporu větru a tím i sněhu při vánicích. Na tomto průčelí nebyly shledány praskliny větší, než 0,01 mm. Na východní zdi v interiéru, tedy nad oltářem je poškozena jen malá část v jihovýchodním koutě, v pozici vysoko nad úrovní výměn omítek v roce 2016.

2.1.4 Západní průčelí

Západní průčelí nad vchodem do kaple je namáháno větrem a tím i srážkovou vlhkostí větrem přinášenou. Na plášti budovy je patrné asi šest velmi jemných prasklin ve spárách zdiva, šířka nepřekračuje 0,05 mm. V interiéru je vlhkostí a solemi poškozena podkladní vrstva malby, jádrové omítky ne.

2.1.5 Severní průčelí

Severní průčelí je rovněž zatížené převládajícím směrem větrů. Na jeho vnějším líci nejsou patrné žádné praskliny pláště, ani v kameni, ani ve spárách. Uvnitř na klenbě jsou vlhkostí poškozeny jen partie při SZ nároží. V ploše klenby ze severu nejsou patrné žádné průsaky a soli.

2.2 Průzkum stavbu zdiva uvnitř větrací šachty

Zdivo uvnitř větrací šachty bylo prozkoumáno a proměřeno vlhkoměrem. Hledány byly vlhkostní anomálie, které by naznačily pohyb vody (zatékání) pod kamenným vnějším pláštěm.

Výsledkem průzkumu bylo zjištění, že do interiéru větrací šachty voda zvenku nezateká, ani nedochází k zásadní kondenzaci na vnitřním líci, která by mohla vést

k průsaku do zásypu uvnitř zdiva. Vnitřní povrch šachty je pokryt prachem, ve kterém by jakékoli zatečení zanechalo stopy.

2.3 Průzkum větracích otvorů

Věžová nástavba jehlanu mohly oslabena uprostřed nikami, krytými bronzovými deskami. Niky jsou proraženy nepravidelnými otvory cca 30x50 cm, zaslepené plechovými záslepkami. V záslepkách byly během obnovy 2015 provrtány vrtákem o průměru 6 mm, celkem 500 otvorů v každém plechu. Těmito otvory může odcházet větraný vzduch z interiéru, pokud je vpuštěn větracím systémem šachtou z interiéru pod klenbou.

Dle projektu 2015 měly být provedeny hlavní větrací otvory v křížové podstavě bány, osazené žaluziemi. Skutečným provedením jsou dvě malé štěrby (orientace jih a východ) vystřižené v plechu, poté vyhnutém ze svislé osy.

Pokud by byly provedeny větrací žaluzie v křížové podstavě, nedocházelo by k narušení systému větrání a ke kondenzaci vzdušné vlhkosti v báni a jejím podstavci. Tato kondenzace může být zimním zdrojem zatékání do mezipláště konstrukce.

2.4 Průzkum zdiva klenby

2.5 Průzkum salinity klenby

Kromě lednových odběrů (tabulka I, tabulka IV) byly v červnu pro stanovení zasolené odebrány další dva vzorky materiálu z interiéru. Vzorky byly odebrány z omítek, a to na poškozených místech. Omítky v těchto místech vykazovaly vysoké solné výkvěty, krystaly cca 5 -10 mm vysoké. Vzorky byly odebírány jako vrtná moučka, na povrchu odloupením. Popis tabulka II, výsledky tabulka V.

Popis míst odběru (leden):

	stěna	lokalizace	materiál	výška	hloubka
1	jižní	Klenba osa B	Jádrová omítka + Výkvět na omítce	2,7 m	0 - 2 cm
2	západní	Klenba osa F , nad vstupem	Omítka jádrová	2,2 m	0-1,5 cm

Popis míst odběru (červen):

	stěna	lokalizace	materiál	výška	hloubka
W 28	severozápad	Klenba osa E	Jádrová omítka + Výkvět na omítce	6,4 m	0 - 2 cm
65	jihovýchod	Klenba osa A2	Jádrová omítka + Výkvět na omítce	6,5 m	0 - 3 cm
66	jihovýchod	Klenba osa A3	Jádrová omítka + Výkvět na omítce	6,4 m	0 - 3 cm
73	jihovýchod	Klenba osa A1	Jádrová omítka + Výkvět na omítce	7,05 m	0 - 2 cm
76	západ	Klenba osa D1	Jádrová omítka + Výkvět na omítce	7,1 m	0 - 2 cm
83	západ	Klenba osa D2	Jádrová omítka + Výkvět na omítce	6,5 m	0 - 3 cm

Následně po srpnovém zatečení vody byl odebrán i vzorek materiálu ze záklenku niky v místě promočení omítky. Výsledky v tabulce VI:

Popis míst odběru (září):

	nika	lokalizace	materiál	výška	hloubka
1	Jižní střed	Záklenek niky	Jádrová omítka + Výkvět na omítce	2,1 m	0 - 2 cm

Vzorky byly vždy předány ke zpracování do specializované laboratoře. Výsledky stanovení jsou uvedeny níže.

2.5.1 Výsledky laboratorního stanovení salinity

Pro orientační stanovení zasolení povrchu byly v lednu odebrány dva vzorky výkvětu (Mohyla 1) a omítky (Mohyla 2).

Výsledky laboratorního stanovení solí leden (tabulka IV.):

Vzorek	% Cl^-	% NO_3^-	% SO_4^{2-}
Mohyla 1	0,15	0,17	0
Mohyla 2	0,09	0,09	0

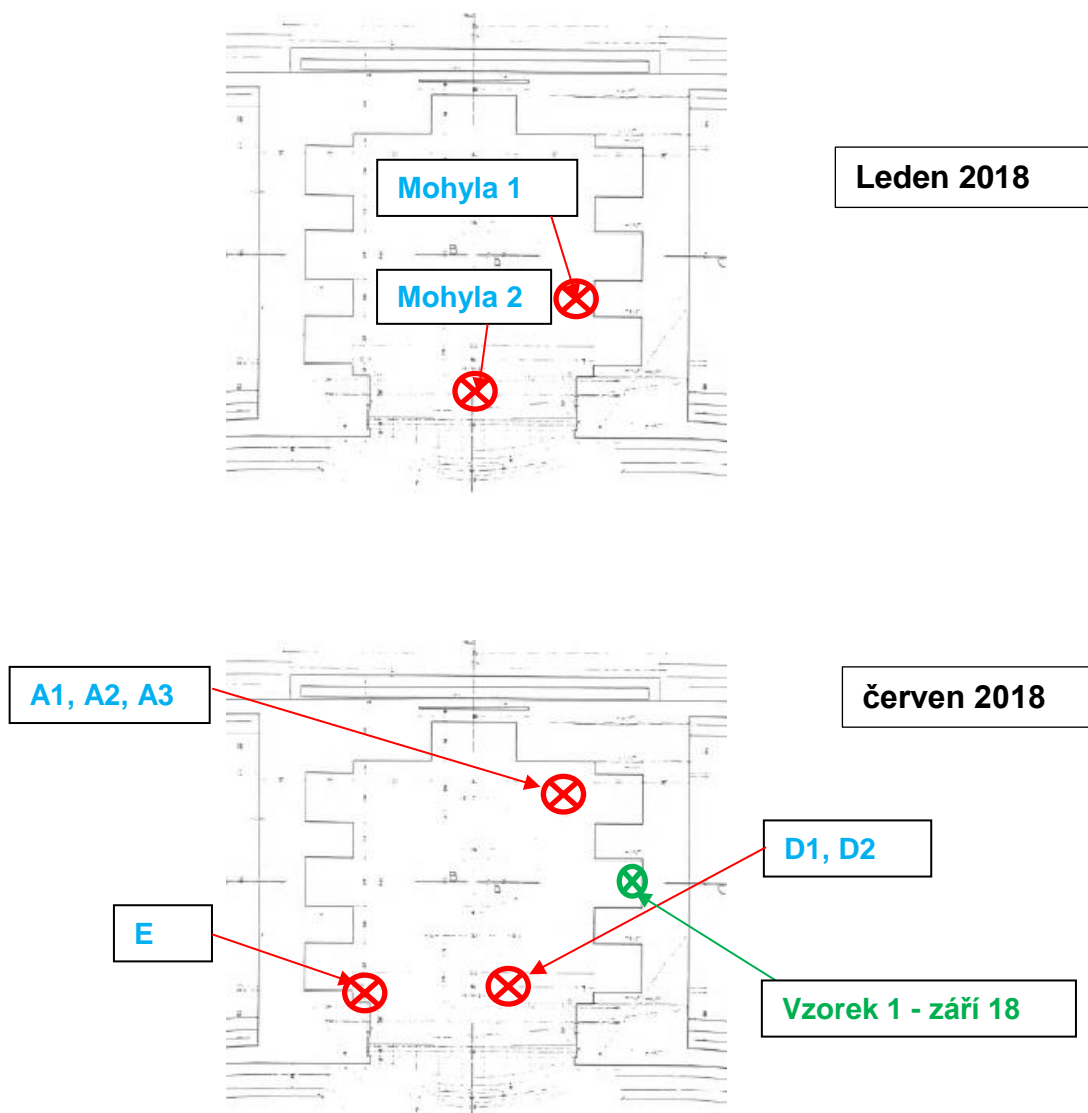
Pro stanovení zasolení byly odebrány dva vzorky výkvětu 1 a omítky 2. Výsledky laboratorního stanovení solí červen (tabulka V.):

Osa	Vzorek	Cl^- %	NO_3^- %	SO_4^{2-} %
E	W 28	0,82	0,18	19,27
A2	65.	0,22	0,16	8,06
A3	66.	0,17	0,21	24,50
A1	73	0,11	0,01	10,18
D1	76	0,29	0,40	94,55
D2	83	0,11	0,25	29,49

Výsledky laboratorního stanovení solí v záklenku jižní niky září (tabulka VI.):

Vzorek	Cl^- %	NO_3^- %	SO_4^{2-} %
1	0	0,02	0,24

Výsledky jsou vždy v % hm na hmotu vzorku. Modře vysoké hodnoty zasolení.

Schéma míst odběru vzorků pro stanovení zasolení:**Definice stupně zasolení zdiva dle směrnice WTA 2-9-04**

Stupeň zasolení	Hodnota stupně zasolení - opatření	sírany (% hm.)	chloridy (% hm.)	dusičnany (% hm.)
nízký	nejdou nutná žádná opatření	do 0,5	do 0,2	do 0,1
střední	je nutné zvážit dílčí opatření	0,5–1,5	0,2–0,5	0,1–0,3
vysoký	opatření jsou nezbytná	nad 1,5	nad 0,5	nad 0,3

Definice stupně zasolení zdiva dle ČSN P730610

Stupeň zasolení zdiva	chloridy %	dusičnany %	sírany %
nízký	< 0,075	< 0,10	< 0,50
zvýšený	0,075 – 0,20	0,10 – 0,25	0,50 – 2,00
vysoký	0,20 – 0,50	0,25 – 0,50	2,00 – 5,00
velmi vysoký	> 0,50	> 0,5	> 5,00

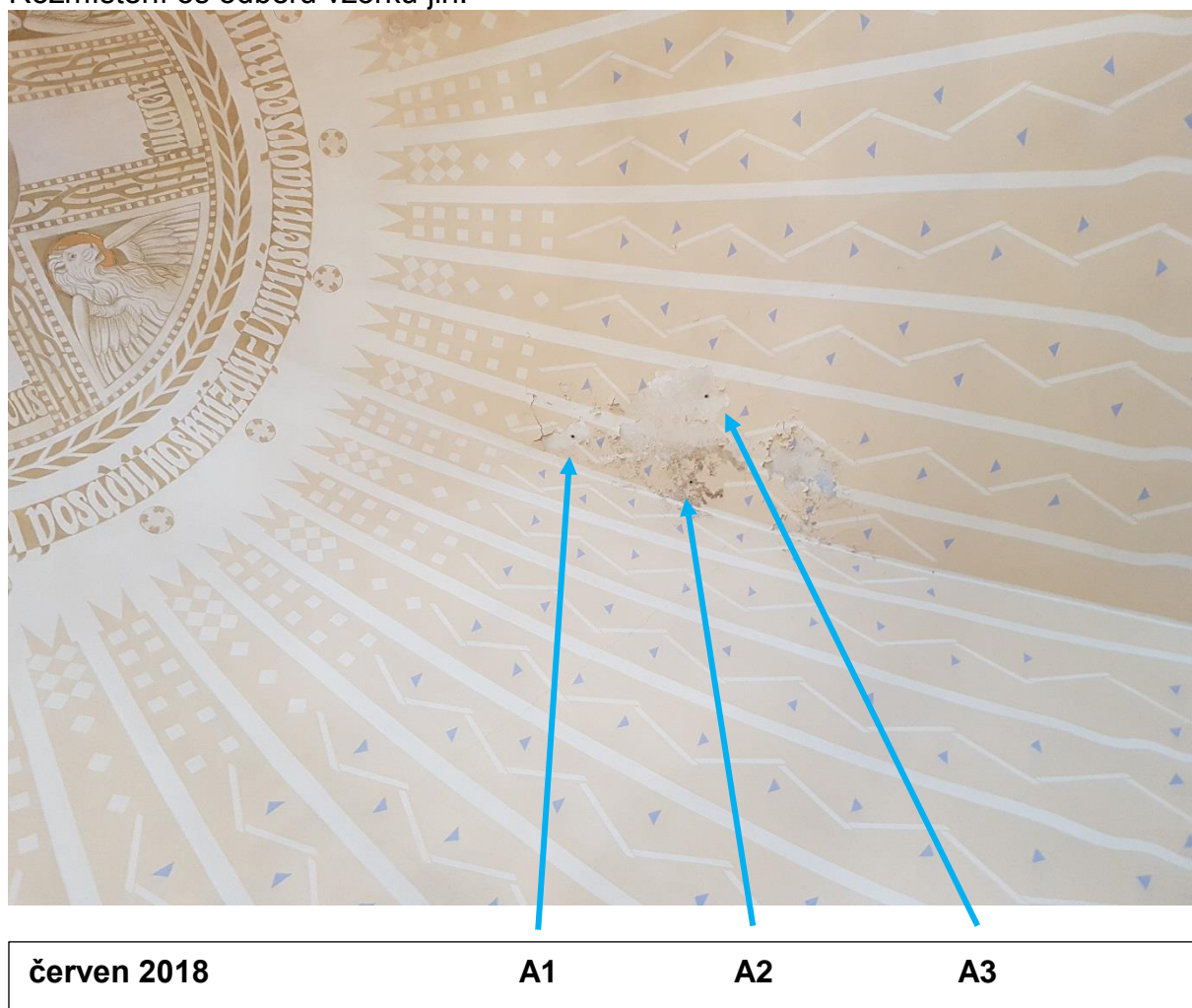
Hodnocení zasolení červem: Koncentrace sledovaných solí jsou vysoké. Ve všech případech se jedná o extrémní hodnoty koncentrace síranů, střední až vysoké hodnoty dusičnanů a u chloridů v jednom případě vysoké hodnoty, ve dvou případech střední hodnoty.

Prosolení sírany pochází z cihel. Při jednorázovém prosáknutí vodou se sírany neaktivují, pro svou horší rozpustnost potřebují více vody. Při stálém provlhčování však k aktivaci, rozpuštění a migraci síranů k povrchu již dochází. Koncentrace ostatních solí je nižší, ale u dusičnanů střední až vysoká.

2.6 Průzkum zavlhčení zdiva a omítek

Průzkum zavlhčení v červnu probíhal po třech měsících relativního sucha, kdy **souhrn srážek byl hluboce podnormální**.

Rozmístění os odběru vzorků jih:



Rozmístění os odběru vzorků jih:



Leden 2018

A

D

C

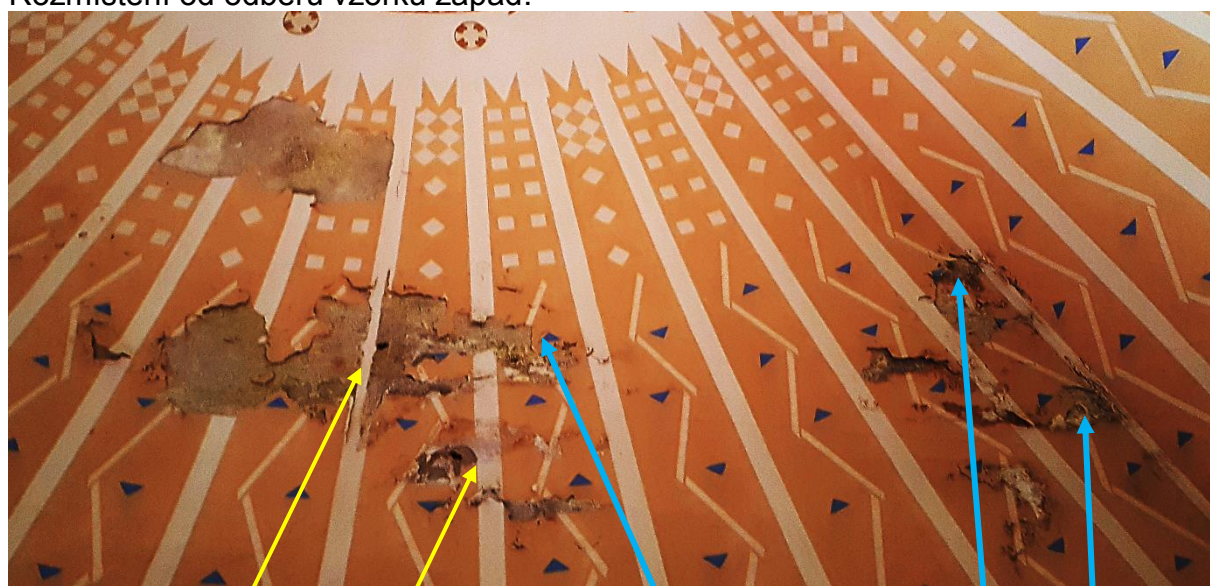
B

B1

B2

červen 2018

Rozmístění os odběru vzorků západ:



Leden 2018 E

F

C

D1

D2

Červen 2018

2.6.1 Výsledky laboratorního stanovení vlhkosti

Pro přesné stanovení zavlhčení jednotlivých vrstev klenby bylo odebráno devět sad vzorků stavebního materiálu. Vzorky byly odebírány na poškozených místech kleneb. Intaktní plochy omítek nebyly narušovány odebíráním vzorků.

osa odběru		číslo vzorku	materiál	výška nad podlahou (m)	hloubka odběru (cm)	vlhkost (% hm.)	příčina
A	A1	W3	omítka	7,05	0 - 2	4,0	hygroskopie
		W4	cihla	7,05	2 - 6	4,1	
		W5	cihla	7,05	6 - 10	1,7	
		W6	cihla	7,05	10 - 16	2,1	
	A2	W8	omítka	6,5	0 - 3	8,0	zatékání
		W9	cihla	6,5	3 - 7	7,9	
		W10	cihla	6,5	7 - 14	10,3	
	A3	W13	omítka	6,4	0 - 3	4,7	zatékání
		W14	cihla	6,4	3 - 8	6,7	
		W22	cihla	6,4	8 - 12	7,9	
B	B1	W23	omítka	6,9	0 - 3	3,8	zatékání
		W26	cihla	6,9	3 - 6	5,8	
		W28	cihla	6,9	6 - 13	7,4	
	B2	W30	omítka	6,5	0 - 3	2,6	hygroskopie
		W31	cihla	6,5	3 - 8	1,2	
		V34	cihla	6,5	8 - 16	1,4	
C	C	W27	omítka	6,9	0 - 3	3,0	nejasně
		109	cihla	6,9	3 - 7	2,4	
		V11	cihla	6,9	7 - 16	3,6	
D	D1	V38	omítka	7,1	0 - 2	5,5	hygroskopie
		1078	cihla	7,1	3 - 6	2,6	
		V41	cihla	7,1	6 - 14	3,4	
	D2	V 44	omítka	6,5	0 - 3	7,9	hygroskopie
		78	cihla	6,5	3 - 7	5,8	
		V48	cihla	6,5	7 - 16	5,3	
E	E	V99	omítka	6,4	0 - 2	4,2	hygroskopie
		V40	cihla	6,4	2 - 7	4,3	
		V33	cihla	6,4	7 - 16	3,3	

Výsledky uvádí tabulka:

Pro srovnání uvádím výsledky z ledna 2018

Osa měření (leden)	Odpovídající osa (červen)	číslo vzorku	materiál	hloubka odběru (mm)	vlhkost (% hm.)	pozice
A		1A	omítka jádrová	2 - 20	5,5	jih
A		1B	cihla	20 - 50	5,7	jih
B		2	omítka jádrová	5 - 20	4,8	jih
C		3	cihla	20 - 50	2,6	jih
D		4	cihla	20 - 50	3,4	jih
E		6	omítka jádrová	3 - 15	4,6	západ
F		7	cihla	20 - 50	3,4	západ
F		8	solí	0	14,1*	západ
F		9	štuk	0 - 5	11,1*	západ
E		10	omítka jádrová	5 - 20	7,9	západ
E		11	cihla	20 - 50	6,7	západ

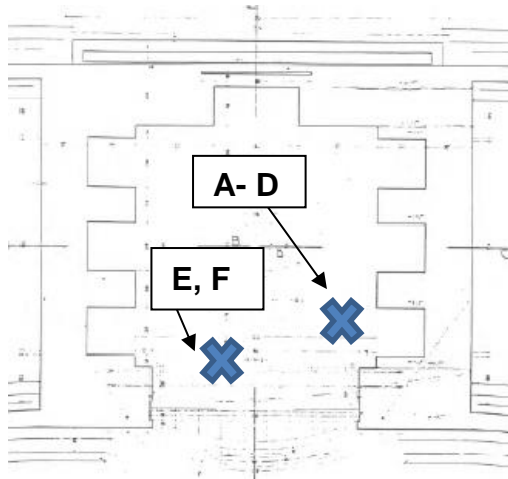
*) Pravděpodobně se nejedná o volnou vlhkost, ale o krystalickou vodu, vázanou

TABULKA – orientační stupnice vlhkosti zdiva dle ČSN P 730610

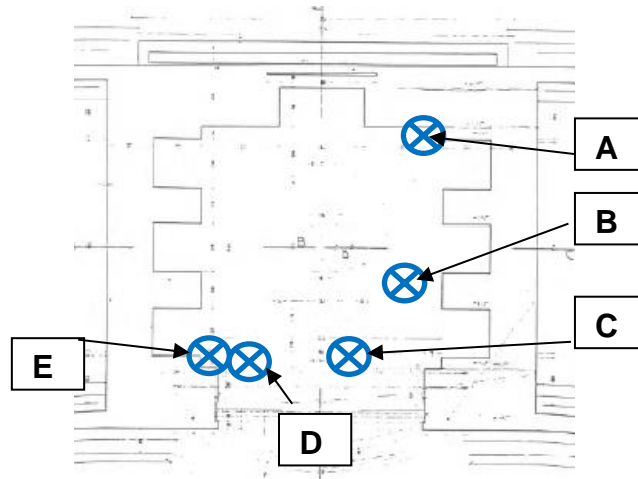
Zavlhčení zdiva	Kategorie vlhkosti
0,00 % až 3,00%	vlhkost velmi nízká
3,00 % až 5,0 %	vlhkost nízká
5,00 % až 7,50 %	vlhkost zvýšená
7,50 % až 10,00%	vlhkost vysoká
nad 10,00 %	vlhkost velmi vysoká

Půdorysné schéma os odběru vzorků:

leden 18



červen 18



2.7 Celkové vyhodnocení zavlhčení a zasolení

Odebrané vzorky z **v jihovýchodním rohu** klenby (osy A1 - A3) vykazují nejvyšší hodnoty zavlhčení. V cihle až velmi vysoké zavlhčení (až 50% nasycení pórů), směrem k povrchu zavlhčení klesá. Tento pokles je typický pro průsaky vody zdívkou ve výši cca 6,5 m nad podlahou kaple. Nad touto výškou i pod ní je vlhkost nižší. Ve výši 7 metrů se vlhkost drží jen v solích, tj. hygroskopicky vázaná.

V **jižní** ploše klenby (osy B1 a B2) jsou dosaženy nejvýše hodnoty vysoké vlhkosti, odpovídající cca 35% nasycení pórů vlhkostí. U B1 je patrný pokles směrem k povrchu, v případě B2 není dotace vlhkostí zezadu patrná.

Na **západní straně** klenby (C, D1 a D2) je naměřena nejvýše vlhkost na hranici zvýšené a vysoké vlhkosti, odpovídající 25% nasycení pórů. Tendence není jasná, nelze připsat průsaku, ale spíše vysoušení a krystalizaci solí.

V severozápadním koutě (E) je zdivo rovněž spíše suché, bez rozdílů a jasné tendence.

Souhrn:

Porovnáním hodnot zavlhčení mezi lednem a červnem 2018 došlo k mírnému posunu – vysoušení, s výjimkou jihovýchodního koutu kaple ve výši 6,5 m nad podlahou. Zde se objevil nový průsak vody. Ostatní pozice ukazují spíše pokles. Ve dvou pozicích je patrná tendence, připsatelná aktivnímu průsaku. Ostatní případy spíše dokumentují mírně zavlhčené zdivo, na jehož povrchu váží hygroskopické soli vlhkost. V září 2018 došlo k protečení záklenku střední niky na jižní straně, v důsledku špatně provedené hydroizolace na vnější i vnitřní straně klenby.

2.8 Nasákavost nátěru a jeho podkladu

Na odloupených vzorcích nátěru byla z obou stran zkoumána nasákavost pro vodu, která je podmínkou průchodu solí vrstvou. Zatímco podklad malty (Malgrund) je smáčivý, nikoli však nasákavý, je vlastní barevný nátěr zcela nesmáčivý (viz foto) ani po několika hodinách nedojde ke změně této vlastnosti. Soli, které se vysycháním vynášejí k povrchu, nemohou takovou vrstvou projít. Díky nízké relativní vlhkosti vzduchu dochází k vypařování vody z odkladu a soli se usazují – krystalizují – pod vrstvou nátěru, který odlupávají od podkladu.

Příčiny zavlhčení v bodech:

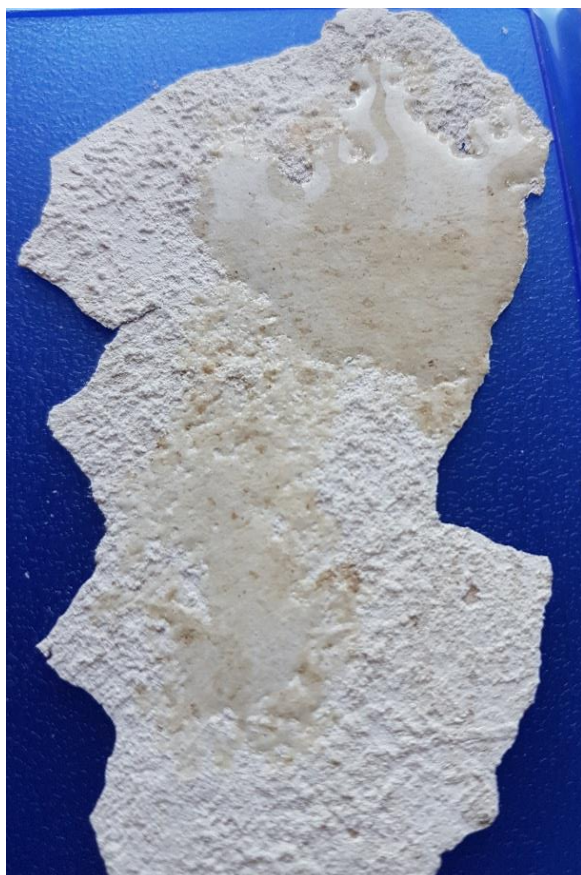
- Zatékání vody z prostoru výdechu (mezi vnitřním a vnějším pláštěm)
- Hygroskopické vázání vlhkosti v zasolených plochách omítek
- Omezená prodyšnost tenkého štuky (malgrundu) pod výmalbou

2.9 Vyhodnocení příčin stavu

Z analýzy zavlhčení a zasolení vyplývá, že poškození maleb interiéru ve dvou případech je způsobeno průsakem z pláště stavby, v ostatních případech je primárně **nezpůsobuje** zatékání, ale spíše zasolení. Vysoušení vzduchu interiéru vede ke krystalizaci solí v podkladu a způsobuje rychlou destrukci, neboť krystalizace solí ničí vápenné pojivo „malgrundu“ a jeho přídržnost na jádrové omítce.

Příčinou průsaku v záklenku střední niky na jižní straně je nekvalitně provedená hydroizolace – jak na vnějším, tak na vnitřním líci cihelného zdiva záklenku.

Zkoušky smáčivosti a nasákavosti: nahoře ze strany nátěru, dole ze strany podkladu



Vlevo po nanesení vody, vpravo po 15 minutách

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 zemínou,
- 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 pláště

3.2 Těsnící spárování pláště

3.3 Odstranění omítek v interiéru

3.4 Provedení hydroizolační stěrky vnitřního líce zdiva

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 ponehány.

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

Omítky interiéru nad hranicí +5,2 m (hranice výměn omítek interiéru 2015) se beze zbytku odstraní až na zdivo klenby. V místech odběru vzorků byla zjištěna tloušťka omítkového souvrství min. 20 mm, max. 30 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 zatěčení. I zde bude odstraněna omítková skladba, vyškrabány nepevné, nebo viditelně prosakující spáry do hloubky 20 mm, pevné a izolované se ponechají.

3.4 Provedení hydroizolační stěrky vnitřního líce zdiva (S2)

Na povrch očištěného a odspárovaného zdiva bude provedena následující vnitřní těsnicí skladba :

- Zpevňující penetrace silikátová k potlačení transportu solí
- Adhezní můstek síranovzdornou hydroizolační stěrkou
- Vyspárování zdiva do líce síranovzdornou maltou pevnosti max. CSIII (do 7 MPa)
- Silikátová penetrace spár k potlačení transportu solí
- 2 x hydroizolační vrstva stěrková, síranovzdorná stěrka
- Omítkový podhoz hydraulický, silně nasákavý

Doporučené typy materiálů:

- Síranovzdorná cementová hydroizolační stěrka
- Síranovzdorná malta, pevnost CS III (5-10 MPa)
- Omítkový podhoz třídy CS IV, nasákavý (typ sanační omítkový pohoz WTA)

Týká se očištěné klenby kopule i záklenku niky.

3.5 Provedení nasákavé omítkové skladby se štukovým lícem (S3)

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). Omítky bude hydraulická, plněná pémzou, o objemové hmotnosti do 900 kg/m³, 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 ztuhnutí této podkladní omítky se povrch opatří tenkou vrstvou štuky, která zaplní póry podkladní omítky (vrstva 1,5-3 mm).

Doporučené typy materiálů:

- Síranovzdorná 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 2018-10-01



Pavel Šťastný

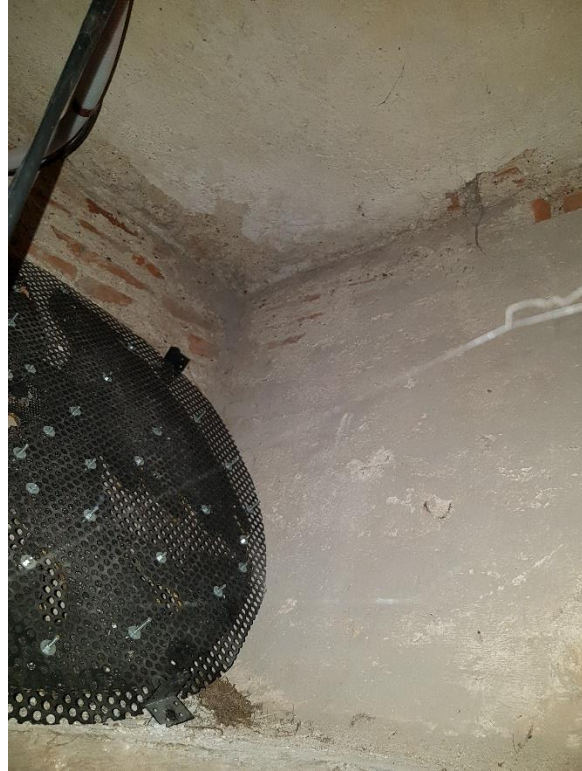
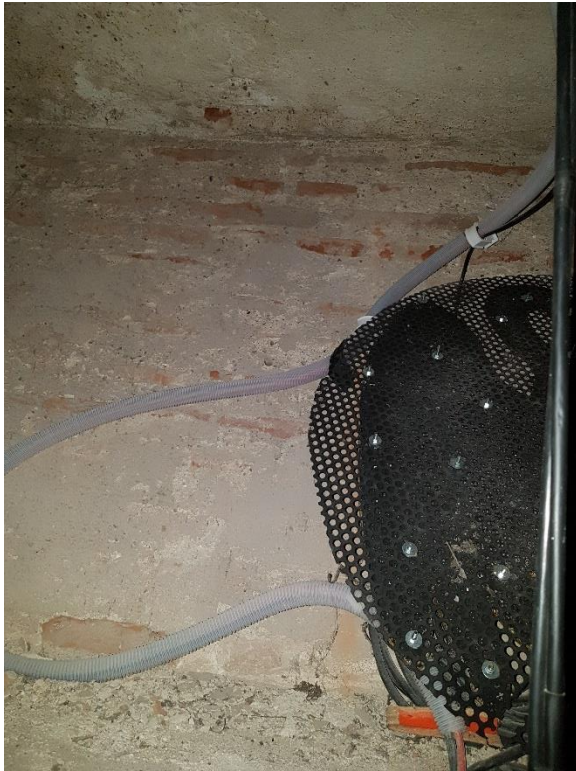
Příloha : fotodokumentace



Vnitřní plochy ve věži (pod kruhovým průlezem), stav omítek



Příloha : fotodokumentace



Vnitřní plochy ve věži (pod kruhovým průlezem), stav omítek



Příloha : fotodokumentace



Větrací otvor západ
- Celkový pohled



Větrací otvor západ
- detail



Větrací otvor sever
- Celkový pohled

Příloha : fotodokumentace



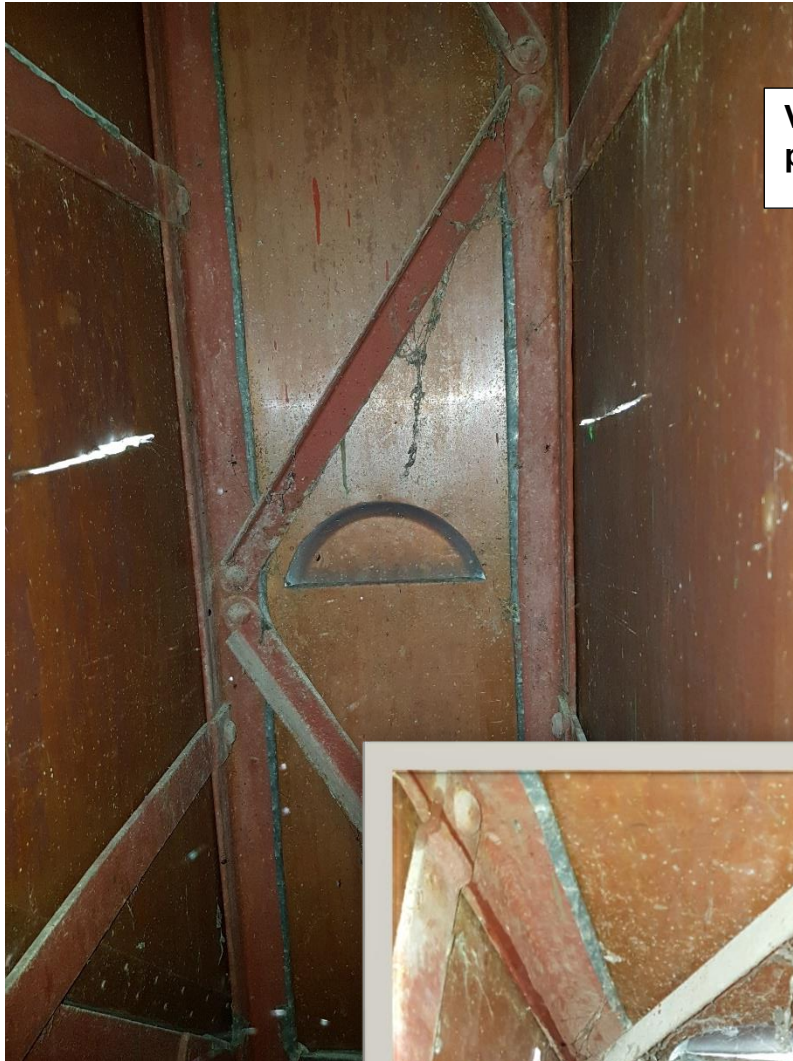
Větrací otvor sever
- detail



Větrací otvor východ
- Celkový pohled



Větrací otvor východ
- detail



Větrací průduch v křížové
podstavě bane - východ

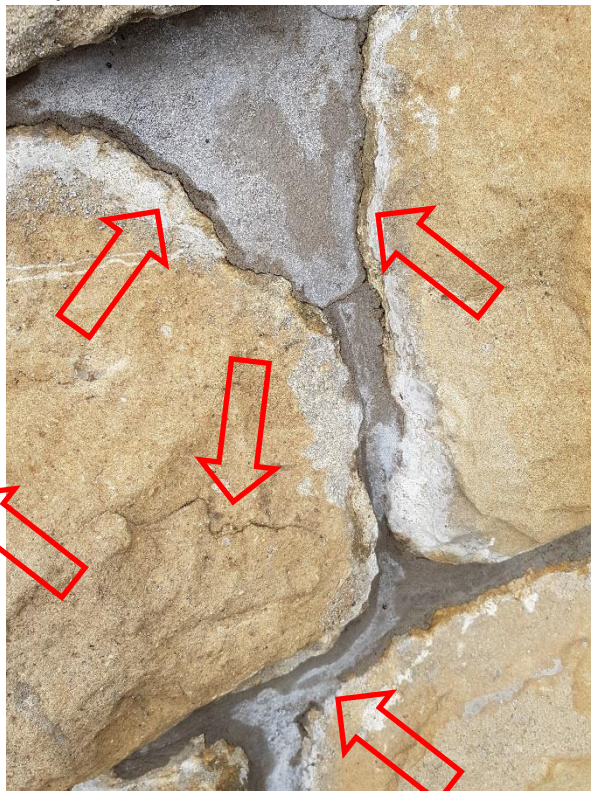
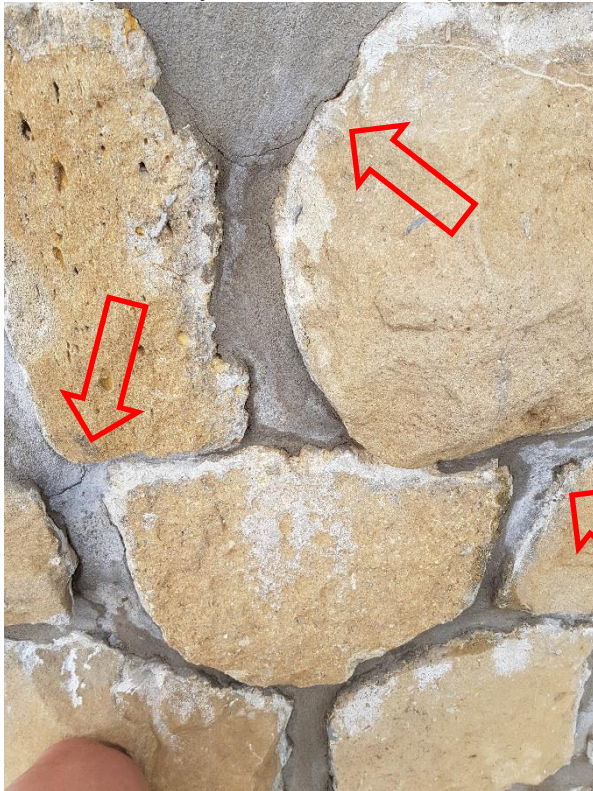


Větrací průduch v křížové
podstavě bane - jih



Vlevo nahoře: hranice +8,1 m – horní hranice provedené obnovy spárování 2015
Vpravo nahoře: praskliny ve spárové maltě v ploše obnovené 2015

Dole: praskliny v kameni a ve spárové maltě v ploše obnovené 2015



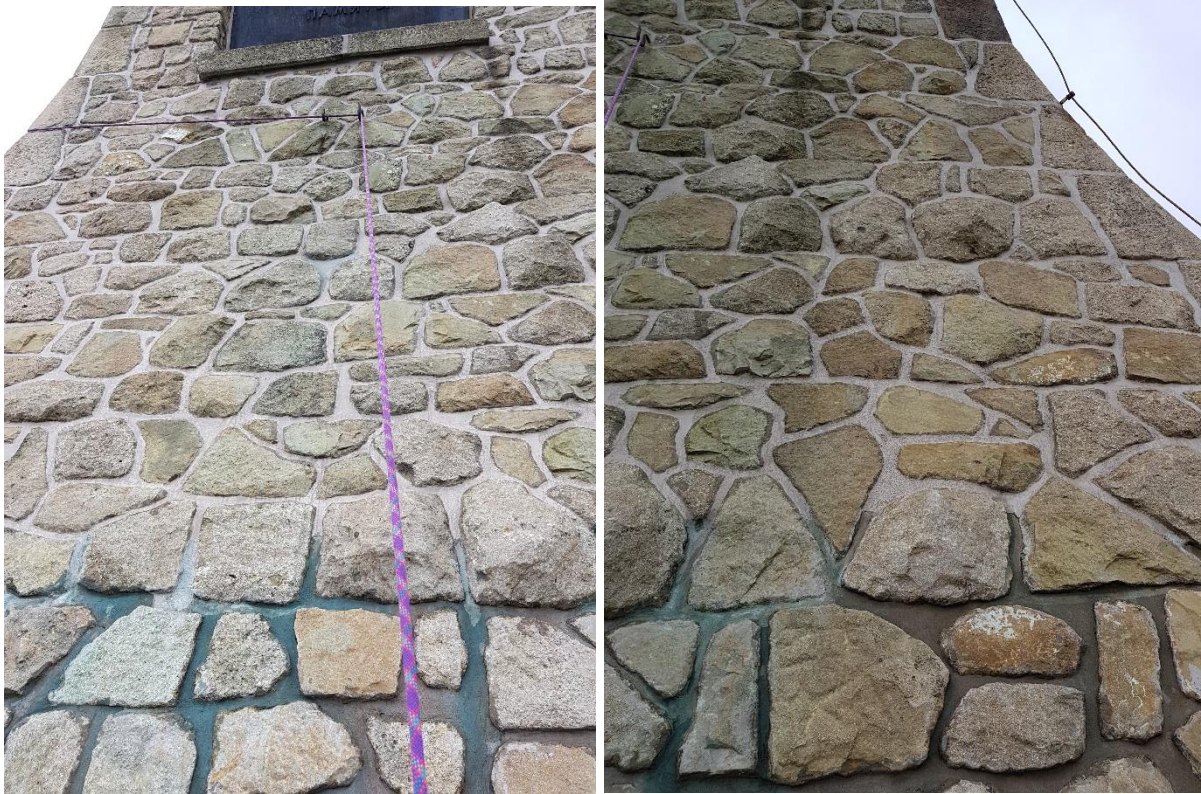
Nahoře: praskliny v kameni a ve spárové maltě v ploše obnovené 2015



Dole: praskliny v kameni a ve spárové maltě v ploše obnovené 2015



Nahoře: jižní průčelí, vrchní část. Průzkum pláště z lana.



Dole: interiér, stav povrchových úprav v červnu 2018



Vlevo nahoře: stav poškození a provedená sonda, červen 2018
Vpravo nahoře: jižní strana klenby, stav poškození března 2018.



Dole: stav poškození omítek v interiéru – březen 2018. Vlevo Jihovýchodní kout, vpravo západní část klenby a severozápadní kout.



Příloha : rozbor zasolení, Watrex Praha (vzorky z června 2018)



Protokol o výsledcích rozboru

Zakázka číslo: 192100161

Informace o zákazníkovi:

Coresan, Ing. Pavel Šťastný
Ve Lhotce 11/301, Praha 411 142 00
E-mail: ing.stastny@seznam.cz
Tel: +420 602 332 518

Akce: MOHYLA MÍRU

Objednávka: osobně

Stanovení obsahu vodorozpustných solí

Výsledky:

Vzorek	Cl ⁻ %	NO ₃ ⁻ %	SO ₄ ²⁻ %
W 28	0,82	0,18	19,27
65.	0,22	0,16	8,06
66.	0,17	0,21	24,50
73	0,11	0,01	10,18
76	0,29	0,40	94,55
83	0,11	0,25	29,49

Výsledky jsou v hmotnostních procentech. Anionty solí byly stanoveny iontovou chromatografií ve vodném extraktu. Hodnoty uvedené jako nulové odpovídají obsahu aniontu nižší než 0,005 %.

Praha dne: 31. 08. 2018

Analýzy a vyhodnocení výsledků provedli:
Bc. Zuzana Pospíchalová

podpis: Zuzana Pospíchalová

WATREX Praha, s.r.o.
Drnovská 1112/60
161 00 Praha 6

Tel.: +420-226203500
<http://www.watrex.cz>
watrex@watrex.com



Příloha : rozbor zasolení, Watrex Praha (vzorek ze září 2018)

**Protokol o výsledcích rozboru****Zakázka číslo: 192100200****Informace o zákazníkovi:****Ing. Jan Červenák - TP**

V chaloupkách 31, 198 00 Praha 9

E-mail: cervenak.tp@gmail.com**Akce: Mohyla míru-Prace****Objednávka: osobně****Stanovení obsahu vodorozpustných solí****Výsledky:**

Vzorek	Cl ⁻ %	NO ₃ ⁻ %	SO ₄ ²⁻ %
1	0	0,02	0,24

Výsledky jsou v hmotnostních procentech. Anionty solí byly stanoveny iontovou chromatografií ve vodném extraktu. Hodnoty uvedené v tabulce jako nulové odpovídají obsahu aniontu nižší než 0,005 %.

Praha dne: 25. 09. 2018

Analýzy a vyhodnocení výsledků provedli:
Bc. Zuzana Pospíchalová

Podpis: Zuzana Pospíchalová