

PROTOKOL O VLHKOSTNÍM PRŮZKUMU

HŘBITOVNÍ KAPLE ZMRTVÝCHVSTÁNÍ PÁNĚ V KNAPOVCI



ZADAVATEL

Město Ústí nad Orlicí
Sychrova 16, 562 01 Ústí nad Orlicí

GEN. PROJEKTANT

INRECO s.r.o.
Škroupova 441/9, 500 02 Hradec Králové

ZHOTOVITEL

ING. JOSEF KOLÁŘ – PRINS
Havlíčкова 1289/24, 750 02 Přerov I - Město

EVIDENČNÍ ÚŘAD: MAGISTRÁT MĚSTA PŘEROVA

EVIDENČNÍ. ČÍSLO V ŽR: 380801-7687-01

IČ: 10637028 | DIČ: CZ530325020

DATUM

Březen 2018

ZAKÁZKOVÉ ČÍSLO

20168



SANACE PROFESIONÁLNĚ

1. Základní údaje

Zpracovatel části

sanace:

Ing. Josef Kolář - PRINS

Havlíčková 24, 750 00 Přerov

IČ: 10637028

DIČ: CZ 530325020

Tel. 581 202 154

Fax: 581 703 379

www.sanace-zdiva.cz e-mail: prins@sanace-zdiva.cz

Předmět:

Protokol o vlhkostním průzkumu objektu: Kaple Zmrtvýchvstání Páně, Knapovec

Obsah:

2. Podklady
 3. Průzkum konstrukcí a vnitřního prostředí
 4. Závěr z vlhkostního průzkumu
- Přílohy

2. Podklady

- Výkresová část dodána zadavatelem
- Objednávka určující rozsah: vlhkostní průzkum
- Využití po rekonstrukci: stávající
- Objekt památkově chráněn: ano, číslo rejstříku ÚSKP: 18709/6 - 3935
- Požadovaná relativní vlhkost: cca 60-65 %

3. Průzkum konstrukcí a vnitřního prostředí

Poměry stávajících konstrukcí a vnitřního prostředí objektu byly zjištěny provedeným vlhkostním průzkumem, kdy bylo měření prováděno za ustálených klimatických podmínek.

3.1 Měření teploty a relativní vlhkosti vzduchu

Měření bylo provedeno digitálními měřicími přístroji THERMO-HYGRO OREGON SCIENTIFIC RMR 132 HG, které byly umístěny v 1.NP a v exteriéru na vytypovaných místech. Měření bylo prováděno v úrovni podlahy kaple. Výsledky měření jsou uvedeny v následující tabulce, místa měření jsou vyznačeny ve výkresové dokumentaci.

Tabulka naměřených hodnot vnitřní teploty prostředí a vlhkosti vzduchu

Měření	M1 – interiér	M2 – interiér	M3 – exteriér
Teplota (°C)	3,0	3,0	10,0
Vlhkost (%)	75,0	69,0	83,0

Vlhkost vzduchu ve vnitřním prostředí budov dle ČSN P73 0610

Vlhkostní klima vnitřního prostředí	Relativní vlhkost vzduchu (%)
suché	< 50
normální	50 až 60
vlhké	60 až 75
mokré	> 75

SANACE PROFESIONÁLNĚ

Z naměřených hodnot je patrné, že vlhkostní poměry v těchto prostorách se pohybují v hodnotách odpovídajících ročnímu období. Zjištěné relativní vlhkosti se pohybují v oblasti vlhkého až mokrého prostředí, a to z důvodu nedostatečné výměny vzduchu, což je dáno současným nevyužíváním a charakterem objektu kaple. Hodnoty vlhkého prostředí mohou způsobovat následné kondenzace na povrchu stěn, případně mohou být aktivované výkvětovité soli obsažené v omítkách a zdivu. Měření v exteriéru bylo provedeno z důvodu možnosti porovnat naměřené vnitřní hodnoty s hodnotami exteriéru.

3.2 Měření vlhkosti

Metodika měření a hodnocení vlhkosti zdiva

Na měření vlhkosti zdiva byl použit postup nedestruktivního mikrovlnného měření technologií MOIST 100B/200B s použitím nastavné hlavice MOIST-P pro hloubkové měření (do 300 mm) a MOIST-R pro povrchové měření (do 30 mm). V závislosti na skladbě proměřovaného materiálu výrobce u technologie udává přesnost měření 1 – 2 %.

Provedená měření

V posuzovaném objektu byl proveden soubor měření s využitím měřících přístrojů pracujících na rozdílných principech s cílem zjistit stav vlhkosti konstrukcí s relativně ustálenými vlhkostními poměry. Zásadně byly používány takové měřičské metody, které umožňovaly provést měření bez zásahu do konstrukčních vrstev a tedy více či méně je poškodit.

Klasifikace vlhkosti zdiva dle ČSN 73 0610:

vlhkost velmi nízká	< 3 %
vlhkost nízká	3 % až 5 %
vlhkost zvýšená	5 % až 7,5 %
vlhkost vysoká	7,5 % až 10 %
vlhkost velmi vysoká (zamokření)	> 10 %

Měření bylo provedeno ve čtyřech výškových úrovních, tj. ve výškách cca 1,8 m, 1,0 m, 0,5 a 0,1 m nad úrovní stávajícího terénu z vnější strany a stávající podlahy z vnitřní strany kaple. Měření č.1 proběhlo na fasádě z vnější strany kaple přes stávající omítky. Měření č.2 bylo provedeno z vnitřní strany, rovněž přes stávající omítky. Hloubkovým měřením konstrukcí zdiva objektu byla zjištěna vlhkost dosahující až velmi vysoké vlhkosti tj. > 10% hm. vlhkosti především ve spodní měřené úrovni. Povrchovým měřením byla zjištěna vlhkost dosahující až vysoké vlhkosti prakticky v celém proměřovaném profilu. Tato skutečnost dokazuje tvorbu vlhkostních map a negativních vlhkostních projevů danou hloubkovou vlhkostí vlivem kapilární vztlakovosti z podloží, ale i vnitřním klimatem způsobeným nedostatečným větráním objektu kaple. Bez provedení přímých metod sanace vlhkého zdiva a souvisejících sanačních opatření nebude možné zamezit vzniku vlhkostních map a s tím spojených negativních projevů. Výsledky měření jsou uvedeny v samostatné příloze – Grafické vyhodnocení průběhu vlhkosti.

3.3 Odběr vzorků a vyhodnocení salinity zdiva

Pro zjištění %hm. vlhkosti a kalibraci mikrovlnného měření byly ze stávajícího zdiva odebrány vzorky V1 (pro povrchové měření), a vzorky V2 a V3 (pro hloubkové měření). Tyto vzorky byly odebrány z omítky a ze zdiva jádrovým vrtem ve výšce cca 0,2 – 0,5 m nad stávajícím terénem z vnější strany a stávající podlahou z vnitřní strany. Mikrovlnným měřením byly v místech odběru zjištěny vlhkosti u V1 – 3,5% hm. vlhkosti, u V2 – 2,3% hm. vlhkosti a u V3 – 8,2% hm. vlhkosti. Vzorek V1 byl současně odebrán i pro zjištění stupně zasolení. Vzorky V1, V2 a V3 byly dopraveny v uzavřených kontejnerech na vyhodnocení do akreditované laboratoře. Místa odběru vzorků jsou vyznačena ve výkresové dokumentaci, výsledky jsou uvedeny v následující tabulce. Pro

SANACE PROFESIONÁLNĚ

porovnání hodnot % hm. vlhkosti u vzorku V1 (3,5 – 2,2), vzorku V2 (2,3 – 1,0) a vzorku V3 (8,2 – 7,4) se jedná o zanedbatelné rozdíly a výsledky mikrovlnného měření lze považovat za reprezentativní.

Tabulka analyzovaných množství solí ve vzorku

Zjištěný obsah (mg/g)	V1	V2	V3
síranů	0,7	x	x
dusičnanů	0,2	x	x
chloridů	<0,1	x	x
pH – reakce vody	9,4	x	x
% hm. vlhkost	2,2	1,0	7,4

Tabulka limitních hodnot solí ve zdivu

Stupeň zasolení zdiva	Obsah solí v mg / g vzorku a v % hmotnosti					
	Chloridy		Dusičnany		Síraný	
	mg/g	%	mg/g	%	mg/g	%
Nízký	do 0,75	do 0,075	do 1,0	do 0,1	do 5,0	do 0,5
Zvýšený	0,75 - 2,0	0,075 – 0,20	1,0 - 2,5	0,10 - 0,25	5,0 - 20,0	0,5 - 2,0
Vysoký	2,0 - 5,0	0,20 – 0,50	2,5 – 5,0	0,25 - 0,50	20,0 - 50,0	2,0 - 5,0
Velmi vysoký	více než 5,0	více než 0,5	více než 5,0	více než 0,5	více než 50	více než 5,0

Z laboratorního rozboru analyzovaného vzorku V1 vyplývá, že u odebraného vzorku byl zjištěn výskyt chloridů, dusičnanů a síranů v nízkých koncentracích, pH zdiva u odebraného vzorku V1 je ve zvýšených hodnotách. Předpokládané možné zvýšené zasolení (pH zdiva) může mít za následek v kombinaci s vysokou vlhkostí zdiva postupnou destrukci omítek vlivem rekrystalizace solí.

3.4 Měření povrchové teploty konstrukcí

Teplota stěn byla zjišťována bezkontaktním infračerveným teploměrem (typ AMIR 7805) pro potřeby zjištění případných návazností na ochlazování stěn (z důvodu vlhkosti, vlivu kondenzační vlhkosti, různorodosti povrchové úpravy konstrukcí). Měření bylo provedeno na vnitřní a obvodové stěně v místech zjišťování relativní vlhkosti a teploty prostředí. Místo měření je vyznačeno ve výkresové dokumentaci.

Naměřená vnitřní teplota stěn (°C):

MĚŘENÍ POVRCHOVÉ TEPLOTY STĚN	
TEPLOTA	P1
podlaha	2,7
nad podlahou	2,8
střed stěny	5,9
pod klenbou	6,0
pata klenby	6,2
vrch klenby	6,4
pata klenby	6,4
pod klenbou	6,1
střed stěny	4,7

SANACE PROFESIONÁLNĚ

nad podlahou	1,5
podlaha	1,1

Měření P1 bylo provedeno od severní stěny přes klenbu na jižní stěnu kaple. Naměřené hodnoty vlhkosti vzduchu i teploty stěn byly porovnány s fyzikálními tabulkami vyjadřujícími závislost rosných bodů na průběhu výše uvedených veličin. Při porovnání s naměřenými hodnotami relativní vlhkosti a teploty prostředí, jsou stávající naměřené hodnoty povrchových teplot na hranici rosných bodů. Dá se předpokládat, že vlhkostní poměry v prostoru kaple jsou ustálené a celková uzavřenost kaple neumožňuje účinné větrání. Tím dochází k neustálé tvorbě kondenzací na vnitřním povrchu stěn a kleneb.

4. Závěr z vlhkostního průzkumu

Všeobecně lze konstatovat, že objekt z hlediska vývoje vlhkosti odpovídá době výstavby. K výraznému zhoršení nedošlo díky použití kvalitního stavebního materiálu a celého způsobu provedení stavby, ale došlo k němu v předcházejícím období neodbornými a nevhodnými zásahy (nevhodné provedení vnějších terénních úprav, použití nátěrů se sníženou paropropustností na výmalbu vnitřních prostor, aj). Dá se reálně předpokládat, že stav bez příslušných sanačních opatření se bude nadále zhoršovat.

Mezi hlavní příčiny stávajícího negativního stavu patří vliv kapilární vztlínivosti, kde z důvodu kapilárních sil vztlíná vlhkost z podloží objektu do vyšších úrovní stěn, navýšení úrovně přilehlého terénu nad úroveň podlah s působením boční zemní vlhkosti. Lokálně negativně působí i nedostatečný odvod z dešťových svodů, kdy dochází k zasakování v bezprostřední blízkosti objektu. Další příčinou je samotný charakter objektu kaple, kdy není zajištěna dostatečná výměna vzduchu uvnitř posuzovaných prostor, kde dochází ke kumulaci vodních par, které společně s nízkými povrchovými teplotami stěn způsobují kondenzace a následné tvorby vlhkostních map s vysolovacími procesy a tím i k degradaci omítkových systémů.

Pro řešení odstranění příčin a důsledků vlhkosti je nutno přijmout zásadní sanační opatření, která budou schopna zajistit plnohodnotnou funkci z hlediska odvlhčení a vysoušení konstrukcí pro plánované restaurátorské úpravy s dlouhodobou životností a dostatečnými zárukami na provedené práce.

Odstranění příčin vlhkosti

- Provedení odkopu po obvodu objektu s provedením rubové jílovité izolace (pro zamezení vlivu boční zemní vlhkosti). V horní úrovni výkopu bude proveden plošný geodrán pro zajištění účinného odvodu srážkových vod od obvodových stěn kaple vč. souvisejících jemných terénních úprav.
- Dodatečná horizontální izolace technologií injektáží proti kapilární vztlínivosti v konstrukcích.
- Odvlhčení zdiva hřbitovní kaple technologií vysoušení zdiva na základě přirozeného proudění zdiva bez zásahu do interiéru.
- Systém odvětrávané podlahy pro omezení půdní vlhkosti z podloží se současným snížením vlivu vnitřní relativní vlhkosti.

Odstranění důsledků vlhkosti s doplňkovými opatřeními (práce budou prováděny s delším časovým odstupem od doby realizace odstranění příčin)

- Budou odstraněny po vnějším obvodu kaple stávající zavlhlé a degradované omítky do určených výšek a provedeny nové vápenné omítky. Po otlučení omítek bude zdivo očištěno a hloubkově odspárováno. Odsolení zdiva obětovanými omítkami se zvlhčováním pro maximální absorpci stavebně škodlivých solí ze zdiva.
- Likvidace plísní, mechorostů a mikroorganismů po části obvodu kaple.

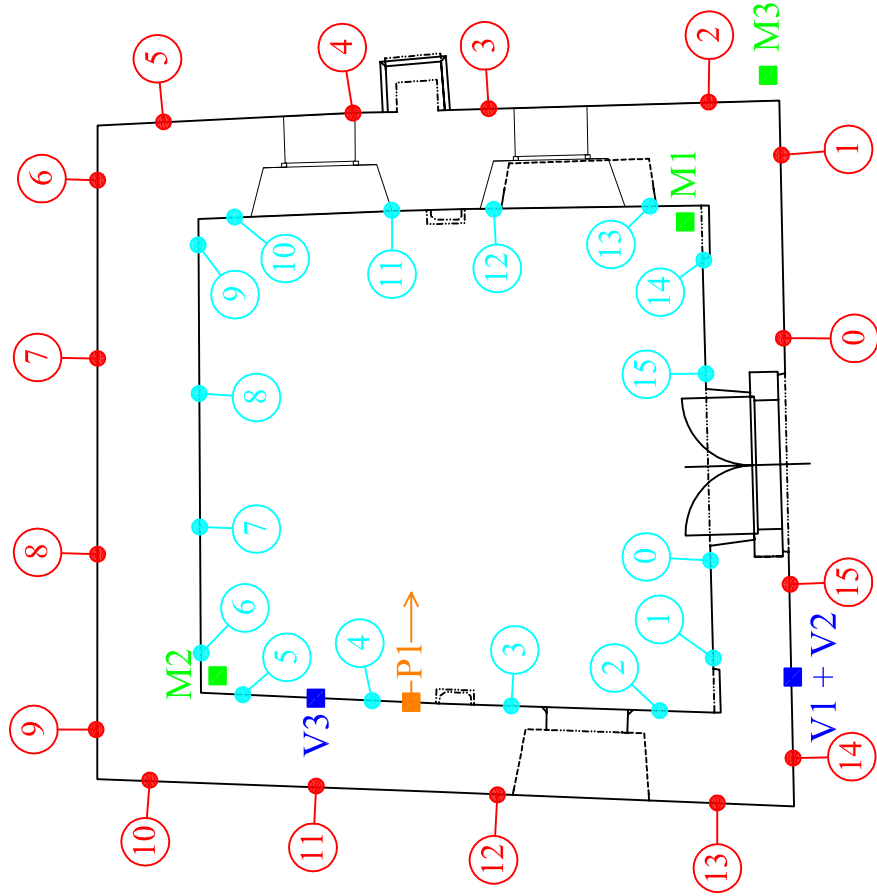
SANACE PROFESIONÁLNĚ

Přílohy:

- Výkres č.1 – Půdorys – vlhkostní průzkum
- Grafické vyhodnocení průběhu vlhkosti
- Protokol akreditované laboratoře
- Fotodokumentace

V Přerově, březen 2018
Zpracoval: Libor Wolfan





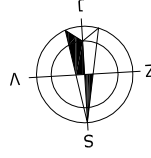
Vyhodnocení odebraných vzorků (vzorky odebrány ve výšce cca 0,2 - 0,5 m nad úrovní stávající podlahy)				
zjištěný obsah (mg/g)	V1	V2	V3	
chloridů	<0,1	-	-	
dušičnanů	0,2	-	-	
síranů	0,7	-	-	
pH - reakce vody	9,4	-	-	
% hm. vlhkosti	2,2	1,0	7,4	

Tabulka měření teploty a relativní vlhkosti	
M1 - interiér	3,0°C; 75,0%
M2 - interiér	3,0°C; 69,0%
M3 - exteriér	10,0°C; 83,0%

Tabulka měření povrchové teploty stěn	
P1	
podlaha	2,7°C
nad podlahou	2,8°C
střed stěny	5,9°C
pod klenbou	6,0°C
pata klenby	6,2°C
vrch klenby	6,4°C
pata klenby	6,4°C
pod klenbou	6,1°C
střed stěny	4,7°C
nad podlahou	1,5°C
podlaha	1,1°C

Legenda:

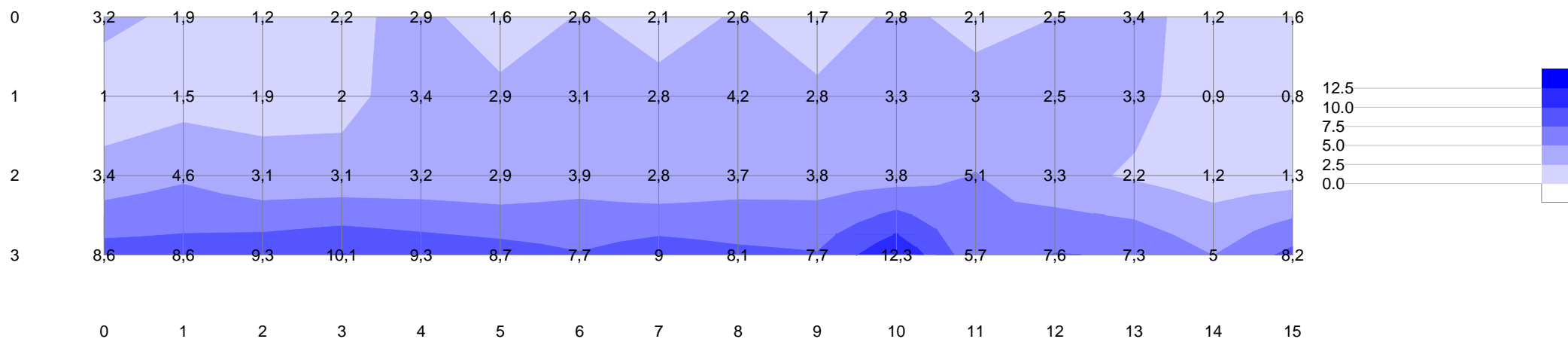
- 0 Měření vlhkosti zdiva č.1 v bodě
- 0 Měření vlhkosti zdiva č.2 v bodě
- M1 Místa měření relativní vlhkosti a teploty prostředí
- V1 Místa odběru vzorků pro vyhodnocení salinity zdiva
- P1 Místo měření povrchové teploty konstrukce zdiva



Hl. Inženýr projektu	Zodp. projektant	Kreslil
Ing. Josef Kolář	Ing. Josef Kolář	Libor Wolfan
Zadavatel: Město Ústí nad Orlicí, Sychrova 16, 562 01 Ústí nad Orlicí		
Okres: Ústí n. O.	Místo: Knapovec	Formát: A4
Akce: SANACE VLHKÉHO ZDIVA		
Obsah: PŮDORYS 1.NP - VLHKOSTNÍ PRŮZKUM		
Datum: 03/2018		
Stupeň: průzkum		
Měřítko: 1:75		
Z.č.: 20168 Výkr.č.: 1		

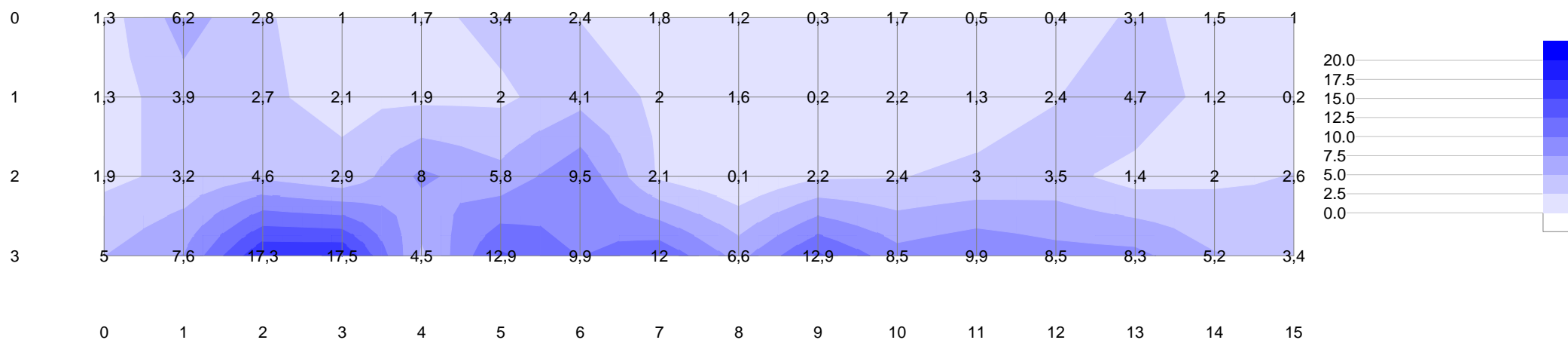


Havlíčkova 24, 750 00 Písek
Tel./fax: 581 201 454



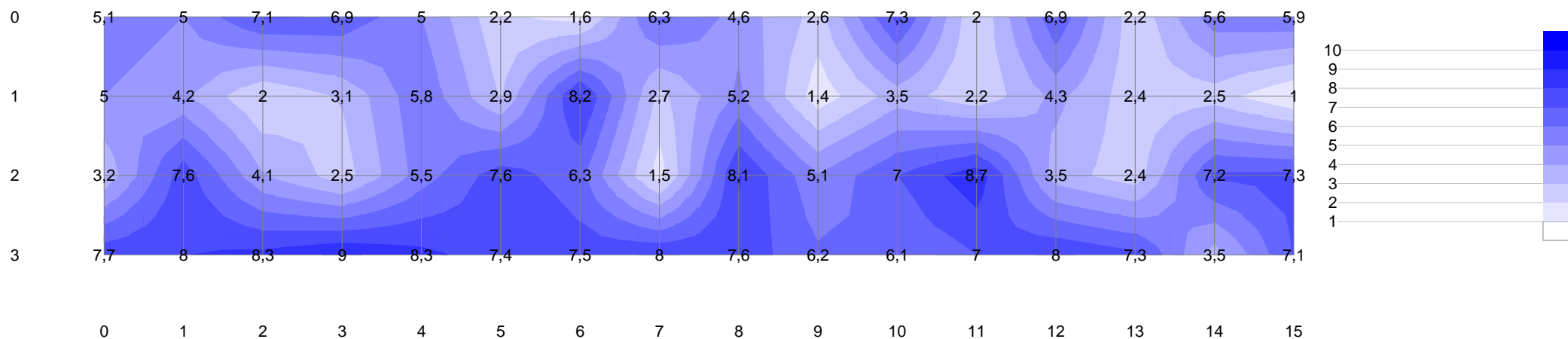
měření č.1 - hloubkové měření vlhkosti (do 300 mm) - mauzerziegel

Project	Company
Kaple Zmrtvýchvstání Páně	Ing. Josef Kolář - PRINS
Location	Editor
Knapovec	Libor Wolfan
Date / Time	Date
12.3.2018	12.3.2018



máření č.2 - hloubkové máření vlhkosti (do 300 mm) - mauerziegel

Project	Kaple Zmrtvýchvstání Páně	Company	Ing. Josef Kolář - PRINS
Location	Knapovec	Editor	Libor Wolfan
Date / Time	12.3.2018	Date	12.3.2018



měření č.2 - povrchové měření vlhkosti (do 30 mm) - zementestrich

Project	Kaple Zmrtvýchvstání Páně	Company	Ing. Josef Kolář - PRINS
Location	Knapovec	Editor	Libor Wolfan
Date / Time	12.3.2018	Date	12.3.2018

**Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě**

Centrum hygienických laboratoří

Zkušební laboratoř č. 1393 akreditovaná ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005

Partyzánské náměstí 7, 702 00 Ostrava

PROTOKOL č. 10637/2018

Zákazník : Ing. Josef Kolář - PRINS
Havlíčkova 1289/24
750 02 Přerov

Číslo zakázky : 7403
Příjem vzorku : 13.3.2018 13:30
Vyšetření vzorku : 13.3.2018 - 14.3.2018
Číslo jednací : ZU/06913/2018
Číslo spisu : S-ZU/06913/2018
Spisový znak : 4.0.3

Vzorek číslo : 23804
Datum odběru : 12.3.2018 **Čas odběru :** 10:00
Název vzorku : V 1 - omítka, č. zak. 20168
Místo odběru : Knapovec, Kaple Zmrtvýchvstání Páně
Matrice : odpady
Vzorkoval : Wolfan Libor
Způsob odběru : neuvedeno
Účel odběru : dle požadavku zákazníka

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
dusičnany	0,2	mg/g	N	SOP OV 073 ^s	±10%
chloridy	<0,1	mg/g	N	SOP OV 073 ^s	-
pH	9,4	-	N	SOP OV 033 ^s	±0,3
sírany	0,7	mg/g	N	SOP OV 073 ^s	±10%
vlhkost	2,2	%	A	SOP OV 040.01 ^s	±5%

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Vzorek číslo : 23805
Datum odběru : 12.3.2018 **Čas odběru :** 10:00
Název vzorku : V 2 - kámen, č. zak. 20168
Místo odběru : Knapovec, Kaple Zmrtvýchvstání Páně
Matrice : odpady
Vzorkoval : Wolfan Libor
Způsob odběru : neuvedeno
Účel odběru : dle požadavku zákazníka

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
vlhkost	1,0	%	A	SOP OV 040.01 ^s	±5%

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	23806	
Datum odběru :	12.3.2018	Čas odběru : 10:00
Název vzorku :	V 3 - kámen, č. zak. 20168	
Místo odběru :	Knapovec, Kaple Zmrtvýchvstání Páně	
Matrice :	odpady	
Vzorkoval :	Wolfan Libor	
Způsob odběru :	neuvedeno	
Účel odběru :	dle požadavku zákazníka	

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření					
Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
vlhkost	7,4	%	A	SOP OV 040.01 ⁵	±5%

Poznámka k odběru : Odběr vzorku není předmětem akreditace.

Upřesnění SOP :

SOP OV 033 (ČSN ISO 10523)
SOP OV 040.01 (ČSN EN 14346 metoda A, ČSN EN 15934 metoda A)
SOP OV 073 (Aplikační list Anion elektrolyte, Waters 1996)

Místo provedení zkoušky (pracoviště) :

⁽⁵⁾ - analýzy provedeny pracovištěm Olomouc (Wolkerova 6, 779 11 Olomouc)

Metody v sloupci TYP: "A" akreditovaná zkouška, "N" neakreditovaná zkouška

< výsledek pod mezí stanovitelnosti, > výsledek je vyšší než uvedená hodnota

Výsledky se týkají pouze zkoušených vzorků.

Bez písemného souhlasu laboratoře se nesmí protokol reprodukovat jinak než celý.

Uvedené rozšířené nejistoty měření jsou součinem standardní nejistoty měření a koeficientu rozšíření $k=2$, což odpovídá hladině spolehlivosti přibližně 95 %, nezohledňují vlivy odběrů vzorků.

Vedoucí CHL : Doškářová Šárka, RNDr.

Kontroloval : Tichá Eva

Protokol vyhotovil: Tichá Eva

Počet stran: 2

Dne: 15.3.2018



RNDr. Martin Halata
zástupce vedoucího Oddělení anorganických analýz

KNAPOVEC - HŘBITOVNÍ KAPLE ZMRTVÝCHVSTÁNÍ PÁNĚ
- fotodokumentace (ze dne 12.3.2018)



Foto č. 1 – čelní pohled na kapli



Foto č. 2 – nedostatečné odvodnění z dešťového svodu a vznik biotetického napadení na fasádě



Foto č. 3 – detail degradace omítky s vyšším podílem cementového pojiva



Foto č. 4 – omezení provádění venkovních úprav s ohledem na hrobové místo



Foto č. 5 – jihovýchodní strana kaple se zpevňovacím pilířem



Foto č. 6 – problémový detail založení spodní stavby pilíře



Foto č. 7 – náletové křoviny se zbytky kamenických prvků



Foto č. 8 – nástěnné hrobové desky s hrobovými místy u stěny s oltářem



Foto č. 9 – západní stěna s navýšením rostlého terénu

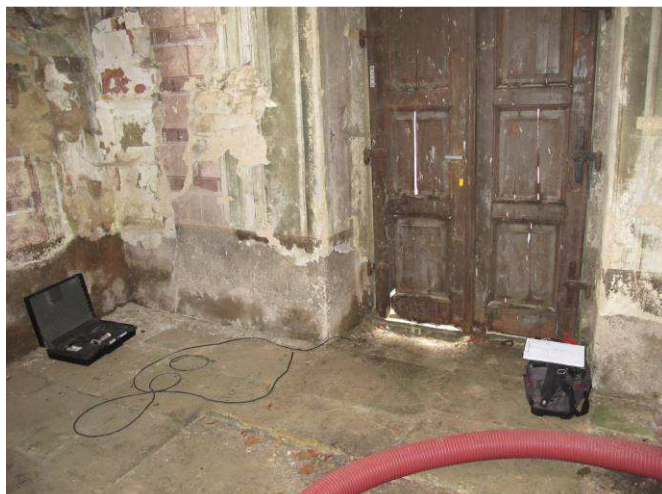


Foto č. 10 – hniloba a trouchnivění stávajících dveřních křídel vč. zárubní



Foto č. 11 – značný rozsah poškození omítek a povrchových úprav maleb a způsob provedení dlažby



Foto č. 12 – statická porucha v čelní stěně



Foto č. 13 – detail provedení zdiva z kamenných materiálů
(pískovec, opuka)



Foto č. 14 – rozsáhlé kondenzace na povrchu při dosažení
rosného bodu



Foto č. 15 – detail kondenzace na nástěnné malbě



Foto č. 16 – detail kondenzace na obnaženém kamenném
zdivu

Foto: ing. Josef Kolář