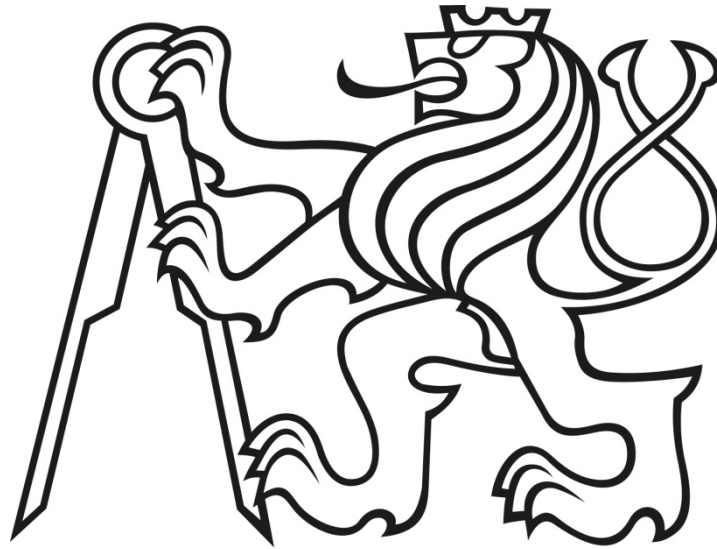


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Budovy a prostředí

(Budovy a prostředí)



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Odvhlčení kostela Narození Panny Marie v Novém
Strašecí

Vyhotovil: Bc. Jan Ondrejka

Vedoucí diplomové práce: Ing. Pavel Kopecký, Ph. D.

Praha 2019



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Ondrejka Jméno: Jan Osobní číslo: 424337

Zadávací katedra: Katedra konstrukcí pozemních staveb - k124

Studijní program: Budovy a prostředí

Studijní obor: Budovy a prostředí

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Odvhlčení kostela Narození Panny Marie v Novém Strašecí

Název diplomové práce anglicky: Dehumidification of the church of Born Virgin Mary in Nové Strašecí

Pokyny pro vypracování:

- zaměření objektu
- zjednodušený technický průzkum
- určení příčin vlhkostních problémů
- opatření pro odstranění či alespoň zmírnění působících činitelů vlhkosti
- vhodný způsob vysoušení pomocí větrání

Seznam doporučené literatury:

Odvhlčování staveb, 2. přepracované vydání, Michael Balík a kolektiv, Grada

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Pavel Kopecký Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 12.10. 2018

Termín odevzdání diplomové práce: 7.1. 2019

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry/

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

12.10. 2018

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, svou diplomovou práci na téma odvlhčení kostela Narození Panny Marie v Novém Strašecí jsem vypracoval samostatně, pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu na konci práce.

V Praze dne

Bc. Jan Ondrejka

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji svému vedoucímu diplomové práce ing. Pavlu Kopeckému, Ph. D. za odborné rady a pomoc při mé práci. Za zapůjčení měřících přístrojů a tištěných podkladů. Dále děkuji své úžasné přítelkyni, rodině a kamarádům za trpělivost a neustálou podporu. Panu ing. Michaelovi Balíkovi, CSc. a panu Petru Zlámalovi za vstřícnost s jakou se mi věnovali a za rady v návrhu elektroosmózy. Ing. Arch. Evě Volfové pracovníci Národního památkového ústavu, za odborné rady, možnost konzultace a informace o vývoji kostela. Děkuji paní Loušové správce laboratoře ČVUT, fakulty stavební, za pomoc s vyhodnocením obsahu solí ve zdivu. V neposlední řadě bych rád velmi poděkoval P. JCLic. Mgr. Bc. Timoteji Maria Pavlu Váchovi O. Praem. duchovnímu správci farnosti Nové Strašecí, který mi poskytl podklady od geodetů, umožnil přístup a průzkumné práce v kostele.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá zjednodušeným, předběžným stavebně-technickým a stavebně-historickým průzkumem kostela Narození Panny Marie v Novém Strašecí zaměřeným na problémy s vlhkostí. Posouzením stávajícího stavu a návrhem možných sanačních opatření. V závěru práce je nastíněno vysychání kostela za pomoci přirozeného větrání.

Hlavní část práce vychází z určení činitelů (příčin) viditelných problémů se zvýšenou vlhkostí zdiva. Způsob řešení jejich odstranění, či alespoň zmírnění. Návrh vhodného sanačního opatření. Dále popis vysychání zdiva přirozeným větráním.

Abstract

This Master thesis deals with simplified preliminary construction-technical and construction-historical survey focused on problems with increased humidity in the church of Born of Virgin Mary in Nové Strašecí. The assessment of the current state and proposal of possible repairs. Drying out because of natural ventilation is outlined at the end.

The main part of this thesis is based on identification of causes of visible problems with the increased moisture of the masonry. The solution of that problems or their mitigation is also described. The proposal of an appropriate recovery measure. Furthermore, a description of drying out because of natural ventilation.

Obsah

1) Úvod	- 8 -
2) Kostel Narození Panny Marie	- 9 -
2.1 Historický stavební vývoj kostela	- 10 -
2.2 Popis stávajícího stavu kostela	- 13 -
2.2.1 Fasáda	- 13 -
2.2.2 Předsíň	- 15 -
2.2.3 Hlavní loď	- 16 -
2.2.4 Presbytář	- 17 -
2.2.5 Sakristie	- 19 -
2.2.6 Oratoria	- 19 -
2.2.7 Věž zvonice	- 21 -
2.2.8 Kruchta (kůr)	- 23 -
2.2.9 Krov nad lodí a kněžištěm	- 24 -
2.3 Zjednodušený vlhkostní průzkum	- 26 -
2.3.1 Naměřené hodnoty digitálním přístrojem	- 26 -
2.3.2 Gravimetrická (vážková) metoda	- 36 -
2.3.3 Vyhodnocení	- 37 -
2.4 Zjednodušený průzkum obsahu solí ve zdivu	- 40 -
2.4.1 Průzkum obsahu solí ve zdivu	- 40 -
2.4.2 Vyhodnocení	- 46 -
3) Zhodnocení a návrh opravy	- 48 -
3.1 Možná sanační opatření zvýšené vlhkosti	- 48 -
3.1.1 Nepřímé metody	- 48 -
3.1.2 Přímé metody	- 48 -
3.2 Sanace zvýšené vlhkosti nepřímou metodou	- 50 -
3.2.1 Provětrávaný kanál u soklu	- 50 -
3.2.2 Okapové svody a dešťová voda	- 52 -
3.2.3 Drenážní žebro	- 53 -
3.2.4 Shrnutí	- 55 -

3.3 Sanace zvýšené vlhkosti přímou metodou	- 55 -
3.3.1 Výběr vhodné varianty	- 55 -
3.3.2 Návrh řešení	- 56 -
3.3.3 Shrnutí	- 58 -
3.4 Vysychání pomocí přirozeného větrání	- 59 -
3.4.1 Odhad doby vysychání	- 60 -
3.4.2 Shrnutí	- 62 -
4) Závěr	- 64 -
5) Seznam použité literatury	- 65 -
5.1 Publikované tištěné zdroje	- 65 -
5.2 Internetové zdroje	- 66 -
6) Seznam příloh	- 67 -

1) Úvod

Město Nové Strašecí se nachází v Rakovnickém okrese ve středočeském kraji asi 40 km od Prahy na západ. Leží u rozhraní dálnice D6 a silnice první třídy I/6 na Karlovy Vary (evropská silnice první třídy E48). Rozkládá se na rozhraní Křivoklátských lesů (CHKO Křivoklátsko) a Přírodního parku Džbán v nadmořské výšce zhruba 470 m. n. m. (Bpv.) Na jih od města v osadě Pecínov se nalézá povrchový lom na Lupek (sediment s velkým obsahem kaolinitu). S okolními vesnicemi tvoří město tzv. oblast Novostrašecka, nacházející se převážně na území zmíněného přírodního parku.

[Iz/01], [Iz/02]

Novostrašecko proslavil významný nález vytesané mužské hlavy z opuky, který se nachází ve sbírkách Národního muzea a je považován za nejvýznamnější nález z období Keltů v Čechách. [Iz/03] První osídlení Strašecí se odhaduje do mladší doby kamenné, kdy zde bylo několik hradišť. Samotné město bylo založeno jako obec za vlády krále Jana Lucemburského. Nejstarší psané zdroje předkládají rok 1334, kdy už obec Strašice byla součástí panství Křivoklát. 1480 byly Strašice povýšeny na městečko a 1503 obdržely od Vladislava Jagellonského městský statut. Bohužel 1553 a 1567 město zničil požár. Obnoveno bylo koncem 17. století již s názvem Nové Strašecí. Během třicetileté války bylo mnohokrát vypleněno a 1639 zapáleno Švédy. Požáry v části města se pak opakovaly ještě v letech 1811 a 1812. 1949 se Nové Strašecí stalo dokonce okresním městem a započala těžba Lupku. Roku 1960 bylo začleněno do dnešního Rakovnického okresu.

[Iz/02]



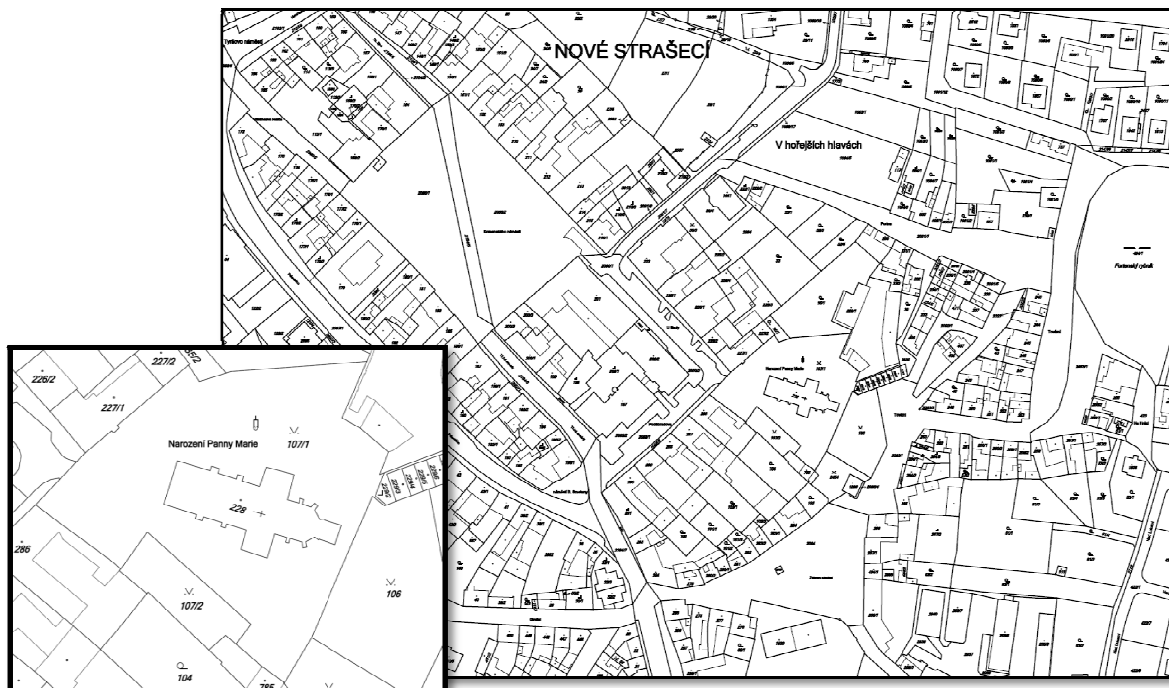
Obr. č. 1 výsek archivní mapy Nového Strašecí z roku 1841 [Iz/06]

2) Kostel Narození Panny Marie

Kostel se nachází východně od náměstí Komenského v centru města (viz. Obr. č. 2 níže). Je umístěn na stavební parcele st. 228 katastrálního území Nové Strašecí [706744] o výměře 524 m² ve vlastnictví katolické farnosti Nové Strašecí. Budova je klasicky orientovaná přibližně východ-západ (pootočení činí 18°) a obklopuje ji travnatá plocha. Okolní pozemek p. č. 107/1 se svažuje směrem na východ a k faře na sever. [Iz/05]

Budova kostela je do svahu částečně vnořena s podlahou pod úrovní okolního terénu. Svah na SV končí opěrnou kamennou zdí, která je pozůstatkem zdi hřbitovní, za kterou se rozkládá dvůr fary. Hřbitov býval kolem kostela do roku 1830. Podoba fary je z počátků 19. století, kdy byla opravena po požárech. V okolí kostela se nalézají několik vzrostlých stromů (kaštan, lípa, jasan...). Dále dvě sochy Jana Nepomuckého. Jedna mezi farou a kostelem z roku 1710, dříve stávala před kaplí sv. Izidora. Druhá, která pochází z roku 1688, byla přemístěna z náměstí roku 1958 a umístěna k jižní fasádě. V areálu kostela se v jižním cípu pozemku p. č. 107/1 nalézají ještě litinový kříž na kamenném podstavci. V JZ rohu pak čistě kamenný kříž. Kdysi tu býval náhrobník kněze, dnes je již umístěn v depozitáři. (viz. výkres č. 1.16 - Situace) [Tz/02], [Iz/04]

Celý areál kolem kostela, pozemky 107/1 a 228 a všechno na nich stojící (kostelní budova, obě sochy, oba kříže s náhrobníkem i opěrná zeď na SV) jsou památkově chráněny od 3. května 1958 pod katalogovým číslem 1000131092. Kostelní budova je zapsána do Ústředního seznamu kulturních památek České republiky od 31. 12. 1965 pod číslem 20272/2-2688. [Iz/07]



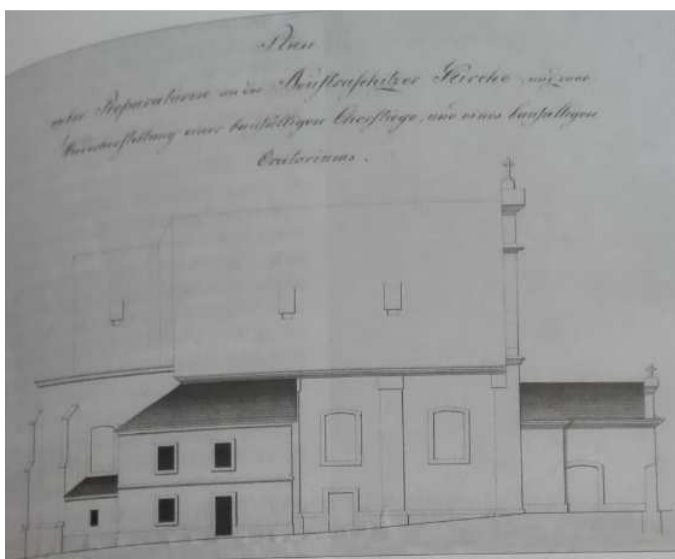
Obr. č. 2 výsek katastrální mapy Nového Strašecí [Iz/05]

2.1 Historický stavební vývoj kostela

První zmínka o kostelu je ze dne 2. 11. 1358, kdy odešel tamní kněz Jan řečený Rak. Odborníci se však domnívají, že kostel existoval již dříve. V tomto prostoru se totiž rozkládalo centrum prvotní obce. Hlavně směrem na Žižkovo náměstí a dolů z kopce směrem na Fortnu. Tohoto data již stál gotický presbytář. Počítalo se s velkým rozvojem obce, proto byl stavěn z kamene. Poté v období husitských válek nejsou dochovány takřka žádné informace. Písemné zmínky máme znovu až z roku 1567, kdy kostel vyhořel při požáru obce. (viz výše) [Tz/01]

Další zprávy začínají v roce 1640, kdy proběhla větší oprava. Nejspíš ještě po bouřích husitského hnutí. Původně měl presbytář čtyři okna, která byla odhalena 1993. Jedno je dodnes patrné v čele kněžiště nad vstupem do sakristie. Dále víme, že na severní straně chyběla okna úplně. Zastropení křížovou klenbou, je nejspíš původní gotické. Akorát byla asi přisekána žebra klenby při pozdějších barokních přestavbách. [Tz/01]

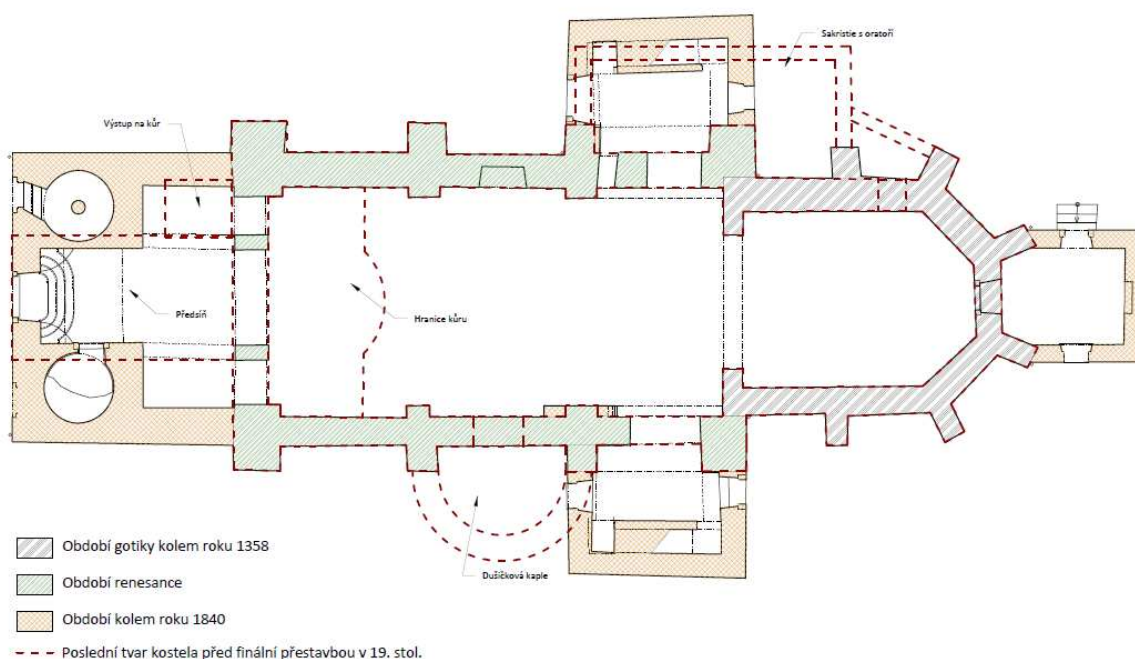
Roku 1655 proběhla první doložitelná větší přestavba, jelikož v roce 1639 kostel s farou a školou poničila a vypálila švédská vojska. Došlo k obnovení původní samostatně stojící dřevěné zvonice na konci dnešní Poděbradovy ulice. Jižně od dnešní kostelní věže. Kostel dostal barokní podobu. Přestavby pokračovaly až do 18. století. Kostel, který se do té doby skládal pouze z presbytáře a později dostavěnou asi renesanční lodí, (končila v úrovni dnešního kůru) byl rozšířen krátce po roce 1700. Na severní straně přibyl patrový přístavek oratoře se sakristií. Sakristie se nalézala v přízemí přístavku a sahala až po dnešní první okno presbytáře. O trochu dříve byla postavena uprostřed jižní stěny hl. lodi dušičková kaple kruhového tvaru. Dále byla přistavěna předsíň hlavního vchodu v průčelí kostela. Od ní vedlo dřevěné kruhové schodiště na tehdejší kruchtu. V té době byl kostel také znovu zastřešen. Zatím bezvěžový kostel měl pouze sanktusovou vížku v místech té dnešní. [Tz/01]



Obr. č. 3 podoba kostela z výkresu J. K. Vítka počátkem 19. století [Tz/01]

V druhé třetině 18. století byla fasáda vyvedena v takřka finálním vzhledu jako dnes. Naposledy byl kostel více upraven v třicátých letech 19. století, po požárech z let 1811 a 1812. V letech 1816 až 1817 byla obnovena původní zvonice. Podle nákresů z roku 1818, byla původně nejspíš patrová šestibokého půdorysu s kamenným podezděním. (stěna šestiúhelníku měřila asi 4 m) Nově byla vyzděna v celém patře a zastřešena vysokou valbovou střechou. Uvnitř se nacházela nová stolice pro tři zvony. [Tz/01]

Nakonec se přistoupilo ke generální přestavbě celého kostela, díky jeho celkově špatnému stavu. Přestavbu vedl slánský stavitel Tomáš Štech. Zbourány byly všechny dosavadní přístavky: sakristie s oratoří, dušičková kaple s hrobkou i vstupní předsíň. Byly postaveny stávající oratoře tvořící půdorysný tvar kříže. Loď kostela byla prodloužena směrem na západ, kde byla nastavěna roku 1840 dnešní věž s průčelím a dostavěn kůr. Před presbytář přibyla sakristie. Někdy v této době byl vybudován i větrací kanál na severní straně kostela. Nakonec se strhla i nedávno opravená, již zbytečná zvonice. Zvony byly přeneseny na novou kostelní věž. [Tz/01]



Obr. č.4. stavební vývoj kostela

Roku 1874 byla položena nová dlažba. Začátkem dvacátého století roku 1903 přibýly nové varhany. 1908 byla zbudována Lurdská jeskyně v předsíni kostela a okna presbytáře byla osazena vitrážovým sklem. Vzduchový kanál byl v devadesátých letech minulého století vyčištěn a rozšířen i na jižní stranu. Ve dříve zmíněném roce 1993 byla naposledy kompletně opravena fasáda. [Tz/01]

Interiérové vybavení kostela pochází z druhé třetiny 18. století, z doby působení faráře Prauna. Vévodí mu hlavní oltář z roku 1733, dále dva boční oltáře u vítězného oblouku. Přesněji sv. Anny z téhož roku 1733 (vlevo při pohledu na hl. oltář) a Nanebevzetí sv. Jana Nepomuckého vpravo s datovaným vznikem asi 1747. Třetí boční oltář sv. Aloise je též z této doby, jako i nejspíš pozdně barokní kazatelna. Nejstarším kouskem je cínová křtitelnice z roku 1568. [Tz/01]



Obr. č. 5.; 6.; 7. pohled z kůru na kněžiště a oltáře, oltář sv. Anny; oltář Nanebevzetí sv. Jana Nepomuckého



Obr. č. 8.; 9.; 10. oltář sv. Aloise; kazatelna; cínová křtitelnice

2.2 Popis stávajícího stavu kostela

2.2.1 Fasáda

Po obejití celé budovy z venčí si všimneme jen klasických poškození omítky od vlhkosti a vlivů počasí. Fasádní omítka, jelikož je celkem mladá, působí zachovale oproti jiným stejně starým stavbám. Poškození je patrné převážně v soklové části, kde působí převážně voda stékající po povrchu, odstříkující a zemní. Je zde hezky vidět linii zóny vysychání. V ní dochází ke krystalizaci solí, a proto značnému rozrušení až absenci omítkového souvrství. V rozích u přístěnků, u okapových svodů, jsou poškození větší. Jednak díky vyšší úrovni vzlínání vlhkosti, vyplívající z geometrického uspořádání. Dále možným problémům s odváděním srážkové vody z okapů. Často se zde vyskytují i mikroorganismy v podobě lišejníků a řas. Těmi je nejvíce poškozena severní fasáda. Díky absenci přímého slunečního světla je vlhčí a nabízí ideální podmínky pro jejich pobyt. Na jižní straně je pak poškozena nejvíce část presbytáře, kde fasádu stíní vzrostlý tis.



Obr. č.11. průčelí kostela [Zdroj obrázku: Klub českých turistů: odbor Krušné hory a Sokolov [online]. [cit. 2018-12-26]. Dostupné z: <https://www.pamatkovykatalog.cz/> Obr. č. 12.; 13. jižní fasáda hl. lodi; pravá oratoř

Dále je patrné i poškození ve vyšší úrovni, ale spíše ojediněle. Zde jsou poškození způsobena převážně počasím, hlavně větrem hnaným deštěm. Tyto poruchy jsou nejvíce patrné na věži zvonice. Fasáda na ní působí již dosti omšelým dojmem. Na mnoha místech již chybí malba i štuková vrstva.



Obr. č. 14. jižní fasáda presbytáře za tiseň

Okna ve fasádě hl. lodi mají přímá ostění, hloubky většinou kolem 300 mm. Jsou jednoduchá, neotvíravá, popřípadě se otevírá pouze jejich jeden dílek. Okenní otvor je zaklenut segmentovou klenbou s parapetem spádovaným směrem ven a krytým plechem. Ostění kopíruje rám okna a je lemováno nízkou štukovou šambránou. Otvory dveří, oken sakristie a oratoří jsou hranatá s přímým nadpražím. Ostění dveří je provedeno z příznaných pískovcových bloků. Okna sakristie a oratoří jsou nová dvoukřídlá špaletová.



Obr. č. 15. jižní fasáda sakristie

Čtyři okna v posledním patře věže mají nadpraží zaklenuté valenou klenbou a výplň tvoří jednoduchá dřevěná žaluzie. Okno obdobného tvaru je i ve středním patře, akorát je vyplněno jednoduchým neotvíravým oknem. V úrovni kůru je v průčelí osazeno okno půlkruhové otvíravé.



Obr. č. 16. severní fasáda sakristie a presbytáře s levou oratoří

Všechny okenní otvory s výjimkou pěti věžních jsou chráněny mřížemi. Na hl. lodi a přístavcích opatřeny kovanými, na presbytáři jsou osazeny ocelové rámy s pletivem. Dveře na severní straně sakristie jsou jako jediné dveře osazeny ocelovou mříží. Věžní makovice slouží jako základní bod polohového pole označený 203 (viz příloha č. 3a)



Obr č. 17.;18. severní fasáda hl. lodi; roh severní fasády hl. lodi a levé oratoře

2.2.2 Předsín

V průčelí kostela jsou troje dveře, ne všechny jsou ale používané. Pravé, při pohledu na kostel, jsou zaslepené. Levé vedou na kůr a do věže. Středové nás vpustí do kostelní předsíně. Po průchodu masivními, vysokými, dřevěnými dveřmi sejdem přes vstupní schod na podestu čtyř stupňového schodiště. Po něm se dostaneme na úroveň podlahy kostela. Předsín je čtvercového půdorysu, zaklenuta z větší části klenbou tzv. českou plackou. Od hlavní chrámové lodi je oddělena mříží, za kterou následují dvoukřídlé dveře. Předsín je přístupná celoročně. V letních měsících bývají otevřeny dveře za mříží, aby bylo zajištěné větrání kostela.

Při vstupu, napravo byla v minulém století zbudována Lurdská jeskyně (viz kap. 2.1), která je od předsíně oddělena pouze kovanou mříží. Kvůli ní jsou zmíněné dveře z fasády zaslepeny a plní pouze pohledovou funkci souměrnosti. Do této části je snaha co nejméně při opravách zasahovat. Předsín se při vlhkostním průzkumu ukázala, jako jedno z nejvlhčích míst kostela. Na pohled přitom nejsou patrné žádné poruchy s tím spojené. (viz výkres 2.02 - Vlhkostní průzkum - průběh vlhkosti)



Obr č. 19.; 20. Lurdská jeskyně; pohled z hl. lodi do předsíně

2.2.3 Hlavní loď

Po průchodu předsíní se vstoupí do kostelní lodi pod konstrukci kůru. Oblast je snížena, ohraničena dvěma obdélníkovými sloupy nesoucími kruchtou. Jde nejspíš o pozůstatky původní průčelní zdi kostela (viz obr. č. 4) Mezi sebou jsou spojeny nosným obloukem eliptického průběhu. Ke stěnám je pojí oblouky půl-kružnicové. Strop je zde zaklenut třemi českými plackami. Na jižní stěně je vidět masivní poškození od zvýšené vlhkosti, kterou potvrzuje i vlhkostní průzkum. Omítky jsou rozrušeny výkvěty až do výšky zhruba 1,8 m.



Obr. č. 21.; 22. jižní stěna pod kruchtou; věžní západní stěna

Na severní straně se nalézá zpovědnice, přes kterou se ke stěně nelze dostat. Viditelné části omítky vykazují poškození pouze na věžní stěně do výšky 1 m. Severní stěna je poškozena jen málo v oblasti těsně nad podlahou. Oba zmíněné sloupy mají značně narušenou omítku do výšky zhruba půl metru od země. Problémy s vlhkostí jsou nejspíš zhoršeny novou (viz kap. 2.1) podlahou. Je ze slinuté, keramické dlažby a spárována cementovou zálivkou. Tvoří tak neprodyšnou zábranu vlhkosti ze země, která se následně koncentruje do svislých konstrukcí.



Obr. č. 23.; 24. poškození paty sloupu a rohu severní stěny za zpovědnicí; věžní stěna u zpovědnice

Kostelní loď se za kůrem otevírá do výšky zhruba 8 m. Je zaklenuta křížovou klenbou. Uprostřed výplňových, kupolovitých částí mezi žebry klenby jsou celkem tři

kruhové otvory. Ty vedou do prostoru krovu. Ve dvou krajních jsou umístěné reflektory a z prostředního je zavěšen lustr. U presbytáře je loď zakončena obvyklým vítězným obloukem. Po jeho stranách jsou umístěny u vstupu do oratoří boční oltáře. (viz kap. 2.1) Vedle vstupu do pravého přístavku je umístěn další postraní oltář, který brání přístupu ke konstrukci za ním. Sám je již ve špatném stavu, zřejmě díky hnilobě nasvědčující vysokou vlhkost v daném místě. Tu potvrzuje vlhkostní průzkum. (viz výkres 2.02) Následky vlhkého zdiva jsou patrné na poškozené omítce celé jižní strany. Dokonce se v oblasti nad podlahou objevují kolonie řas. Severní stěna je oproti tomu bez viditelných známek zavlhání.



Obr. č. 25.; 26. poškození omítek po celé délce jižní zdi; růst mikroorganismů

Celý prostor prosvětlují čtyři velká, čírá okna s ubíhajícím ostěním a klenutým nadpražím. Parapet je dlouhý a zešikmený. Mezi oknem a parapetem je vždy osazen odtokový kanálek na kondenzát. (viz obr. 40 níže)

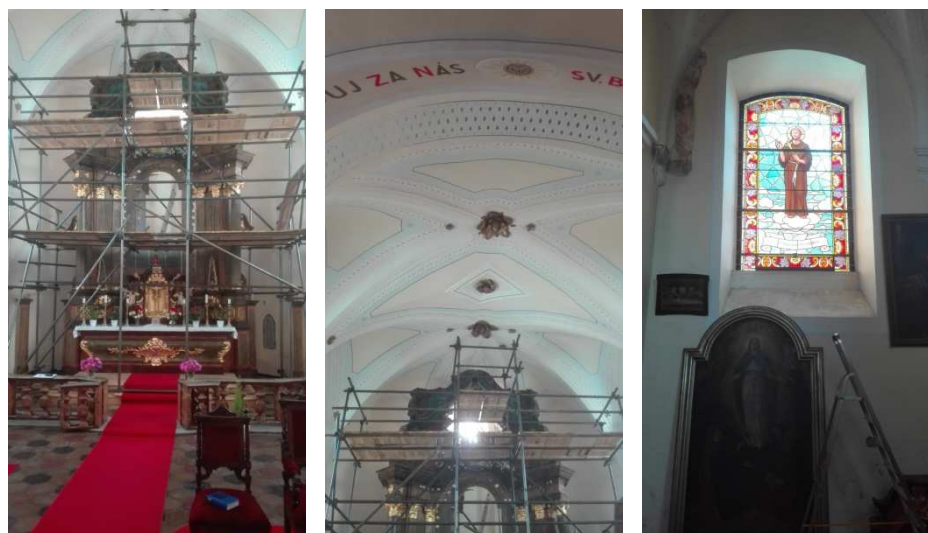
2.2.4 Presbytář

Kněžiště následující za vítězným obloukem má klasický tvar obdélníku s lichoběžníkovým závěrem. Zastropen je křížovou klenbou se štukem zdobenými žebry a ozdobnými závěrečnými klenáky. Zdobeny jsou i konce žeber oblouků v oblasti připojení ke stěně. Ve stropu závěru presbytáře je opět kruhový otvor do prostoru krovu. (viz obr. 28)



Obr. č. 27.; 28. oválné okno v čele presbytáře; zdobné zakončení žebra klenby

Prostor je prosvětlen znovu čtyřmi okny podobného charakteru jako v lodi kostela. Zasklení oken je akorát jinak dělené a vitrážové. V čele kněžiště za hl. oltářem, který v době průzkumu byl v rekonstrukci, se nachází výklenek původního gotického okna. Nad ním je novější oválné, neotvřené, jednoduché okno. (viz obr. 27) Pod gotickým výklenkem je vstup do sakristie s kamennou pískovcovou zárubní. Celý prostor kolem oltáře je oproti okolní podlaze zvednutý cca o 6 cm. Dispozičně je oddělen nízkým zdobným zábradlím. V jižní části kněžiště (již v prostoru za zábradlím) jsou ve zdi dva výklenky. Zřejmě určeny k úschově svatých relikvií.



Obr. č. 29.; 30.; 31. hl. oltář v opravě; zaklenutí stropu; vitrážové okno, pod ním oltářní obraz Panny Marie a v levém horním rohu odkrytá původní gotická výmalba

Oblast rovnoběžných zdí presbytáře za vítězným obloukem, je opět jednou z nejvlhčích částí kostela. Nejvíce je poškozena znovu jižní stěna. Na ní jsou patrné výluhy a výkvěty solí v oblasti vysychání zhruba do 1,5 m nad podlahou. Nejvíce je postižen roh za vítězným obloukem. Na severu omítka tolik poškozená není, pouze v oblasti u země. Čelo presbytáře není poškozeno vůbec.



Obr. č. 32. jižní stěna presbytáře (vedle žebříku odběrné výseky pro vázkovou metodu)

2.2.5 Sakristie

Na konci kostela se nachází malá sakristie. Půdorysem připomíná tvar presbytáře, jelikož byla vestavěna mezi čelní opěráky kněžiště. Na rozdíl od kostela je zde dlažba snad půdní kamenná. Kromě vstupu z kostela se dá ze severní strany vstoupit přes boční vstup, který směřuje k faře. Na opačné stěně je osazeno menší, čtvercové, otvíravé, špaletové okno. Ve východní stěně je za stávajícím nábytkem schována ještě obdélníková nika. Sakristie má podlahu pod úroveň presbytáře i hl. lodi, tudíž je ve vstupním výklenku schod. Místnost je zaklenuta opět nejspíš křížovou klenbou. Zajímavé je napojení malých segmentů klenby od šikmých stěn. Jde o zmenšeninu zastropení presbytáře.



Obr. č. 33.; 34. zaklenutí od šikmých stěn; vstup z lodi kostela

Vlhkostní průzkum ukázal, že sakristie je nejspíš nejsušším místem v celé budově. Důvodem bude její úroveň podlahy nad okolním terénem a možná lepší opatření proti zemní vlhkosti. Nejsou zde patrné žádné vlhkostní poškození, výluhy ani výkvěty.

2.2.6 Oratoria

Na každé straně kostelní lodi jsou přistavěna dvoupatrová oratoria. Obě mají prakticky stejný půdorys a dispozici. V dolním patře na úrovni kostelní podlahy je prostor přístupný přes veliký obloukem zaklenutý otvor. Klenba stropu za obloukem přechází v českou placku tvořící strop místnosti. Vždy ve východním vnějším rohu začíná schodiště do druhého patra oratoře. Pod ním v opačném vnějším rohu je úzký výklenek s valenou klenbou hluboký na šířku schodiště. V západní i východní stěně je vždy buď čtvercové, špaletové, otvíravé okno, nebo dveře. V pravé (při pohledu na hl. oltář) oratoři jsou dveře ve východní stěně. Vedou k nim tři vyšší stupně, které vyrovnávají rozdíl úrovní podlahy a okolního terénu. V levé oratoři jsou dveře ve stěně západní a na úrovni podlahy. Zde je navíc v západním vnitřním rohu schodiště zajišťující vstup na kazatelnu.



Obr. č. 35.; 36.; 37.; 38. levá oratoř vstup na kazatelnu; schody na kazatelnu; pohled na pravou oratoř; z pravé pohled na levou oratoř

Druhé patro už je opravdu dispozičně totožné, pouze zrcadlově převrácené přes podélnou osu kostela. Strop tvoří opět česká placka, nebo oblouky prostupů skrz obvodové zdivo hl. lodi. V prostoru kostelního traktu končí nepatrně vykonzolovanou lodžii s vyřezávaným zábradlím. V každé z oratoří je umístěn blok lavic. Prostor schodiště a druhého patra je osvětlován velkým oknem uprostřed jižní případně severní zdi. Okna jsou shodná s okny v hl. lodi.



Obr. č. 39.; 40. velké okno levé oratoře; detail žlábků na kondenzát

Levý přístavek, jelikož je celý nad úrovní okolního terénu, tak nevykazuje přílišné poruchy či stopy zvýšené vlhkosti. Převážně je poškozována malba, a to na kostelní zdi do výšky půl metru. Trpí spíše svou orientací na sever. Jižní, pravá přístavba je zapuštěna do okolního terénu zhruba o 0,8 m. Poškození omítek interiéru je patrné zhruba do této výše. Nejvíce poškozená je západní stěna a výklenek pod schody. Samotné schodiště do patra je od čtvrtého stupně vždy dřevěné. V této oratoři je právě dřevěná část schodiště již silně degradována.



Obr. č. 41.; 42.; 43.; 44. značně poškozené schody do patra pravé oratoře; výklenek pod schody pravé oratoře; západní stěna pravé oratoře; dveře ve východní stěně pravé přístavby

2.2.7 Věž zvonice

Do věže se vstupuje levými, menšími dveřmi ze západního průčelí kostela. Vstoupí se do prostoru kruhového půdorysu, ve kterém je umístěno pouze točité schodiště. Úroveň podlahy schodiště je pod okolním terénem a do místnosti se sestupuje po dvou stupních. Středem prostoru jde kamenné vřeteno, do kterého jsou kotveny dřevěné stupně schodiště. Na své opačné straně jsou stupně zapuštěny do zdi. Stěny a středové vřeteno schodů vykazují známky narušení omítky důvodem zvýšené vlhkosti.



Obr. č. 45.; 46. vstupní dveře; Poškozené středové vřeteno a zeď

Po výstupu 17 stupňů přijdeme na širší podestu, kde jsou dveře na kůr kostela. cestou míváme parapet velkého okna prosvětlujícího schodiště ze severní strany. Okno je shodné se všemi velkými okny kostela, tudíž končí až u 32. stupně schodiště. Stupně jdoucí před oknem jsou vetknuty do vyzděné schodnice. Mezi oknem a schodnicí je v nejužším místě asi 7 cm. Cesta z podesty kůru dále do krovu je přehrazena lehkými dřevěnými dveřmi. Zděné vřeteno končí zároveň s posledním stupněm u krovu vedle věže.



Obr. č. 47.; 48. parapet velkého okna na schodišti; schodnice podpírající stupně před oknem

Z něho se přejde na krátké schodiště o čtyřech stupních, které překonává sílu zdi věže. Schůdky vyústí do prvního patra zvonice, které je v úrovni kostelního krovu. Zde začíná okno, jenž zasahuje až do patra druhého a prosvětluje tak oba prostory. Před oknem stoupá žebříkovité dřevěné schodiště do následného patra. Obě podlaží mají obdélníkový půdorys a jsou pouze nahrubo omítnuta. Z druhého patra znovu stoupá příkré dřevěné schodiště do podlaží třetího. Jeho podlaha je tvořena vaznými trámy zvonové stolice.



Obr. č. 49.; 50.; 51.; 52. malé schodiště do věže; ukončení točitého schodiště; pohled z 2. patra věže do prvního; schody do patra ke zvonu

Poslední třetí patro je stísněné díky konstrukci zvonové stolice. Ta byla původně určena pro čtyři zvony, nyní však zde visí pouze jeden (zvon sv. Jan Pavla II.). Místnost je provětrávána a prosvětlována čtyřmi shodnými okny s půlkruhovým klenutým nadpražím. Výplně tvoří dřevěná okna bez zasklení pouze s pevnými dřevěnými žaluziemi. Každým rohem stoupá svislý trám podpírající a stabilizující krov věže. Tyto trámy dohromady vytváří stolicí čtvercového průmětu, na které leží vodorovné vazné

trámy, z nichž vybíhají krokve. V úrovni pásků stolice jsou osazeny do středu zdi dva na sobě křížem ležící trámy. Z jejich křížení vybíhá kolmo vzhůru střední sloup krovu, který se ve špičce spojuje s krokve. Pro zmírnění sklonu střechy u římsy jsou použity námětky. Všechny dřevěné prvky vypadají zachovale a nepoškozeně.



Obr. č. 53.; 54. zapuštění "křížového" trámů do zdi a čtvercová stolice; žaluziové okno zvonice

2.2.8 Kruchta (kůr)

Kůr je oddělen od točitého schodiště dřevěnými dveřmi. Skrz ně se vejde do jakési předsíně samotného kůru. Na levé straně kůr dělí zadní stěna varhan. Vpravo jsou pod půlkruhovým, dřevěným, otvíravým oknem stupňovité lavice. Naproti vstupu je osazené velké okno s rovným parapetem, který je takřka v úrovni prkenné podlahy. Prostor je zastropen pruskou klenbou nebo klenbou stylu české placky.



Obr. č. 55.; 56.; 57.; 58. vstupní dveře na kůr; půlkruhové okno s lavicemi; velké okno; osazený kanálek na kondenzát

Na samotný kůr se projde kolem konstrukce varhan. Na každé straně kůru je opět osazené velké okno se stejnou úrovní parapetu jako v předsíni kůru. Na pravé straně varhan se nachází blok lavic na levé je volný prostor. Ten slouží zřejmě pro

případná hudební tělesa. Kruchta je směrem do hl. lodi zakončena ozdobným vyřezávaným zábradlím.



Obr. č. 59.; 60. pohled na kůr z kněžiště; pohled na zád' lodi z pravé oratoře

2.2.9 Krov nad lodí a kněžištěm

Do krovu se vstupuje z prvního patra zvonice skrz lomený oblouk ve východní stěně věže. Jedná se o vaznicovou soustavu typu ležaté stolice. Plná vazba se nad hl. lodí opakuje po dvou prázdných vazbách. U věže jsou v první sekci mezi plnými vazbami tři prázdné. Vazný trám je průběžný pouze v plné vazbě. Ve vazbách prázdných je vazný trám pouze v podobě kráčete a je osazen do výměny jdoucí mezi plnými vazbami. Pro možnost pohybu v krovu je středem vedena lávka až ke konstrukci krovu sanktusové věže. Pro ztužení krovu je u plných vazeb osazována dvojice pásků jdoucích do vaznice. Dále středy hambalků provazuje průběžný trám. V rozích vedle věže, je vazný trám pouze v podobě krácat. Krokve jsou často opatřeny námětky pro zmírnění sklonu u okapové hrany. Krov je přirozeně prosvětlen a větrán čtyřmi střešními okny a několika plastovými průsvitnými taškami.



Obr. č. 61.; 62. pohled do krovu od vstupu; pohled od presbytáře

Krov nad presbytářem je obdobný jako nad hl. lodí. Vazba má menší rozpon a tudíž je nižší. Toto převýšení překonává soustava dvojic plných vazeb, které jdou z pozednice presbytáře na poslední plnou vazbu krovu hl. lodi. Krokve těchto vazeb navazují na poslední prázdnou a plnou vazbu hl. lodi. Vytváří tak šikmý přechod hřebene. V závěru presbytáře jsou vazné trámy uspořádány paprskovitě. V čele jsou plné vazby zhuštěné. Před závěrečnou plnou vazbou krovu presbytáře stojí konstrukce sanktusové vížky. Jde o klasický kříž dvojic vodorovných trámů, na kterých stojí stojky. Ty jsou otesané do pětiúhelníkového průřezu a rozmístěné do osmiúhelníku. Stabilizovány jsou šikmými vzpěrami z vodorovných trámů. Ve vrchní části jsou stojky z vnějšku opatřeny prkny, které tvoří stěny saktusky.



Obr. č. 63.; 64.; 65.; 66. vazba u změny výšky hřebene mezi hl. lodí a presbytářem; dvojice plných vazeb propojující krov presbytáře a hl. lodi; spojení krovů z boku; střešní okno

Zastřešení nad oratořemi je typu hambalkového krovu, kde pouze první a poslední vazba má průběžný vazný trám. Ostatní mají krokve kotveny přes kráčata do výměn. Krovky jsou provázány přes krokve ležící na krokvích krovu lodě. Z nich vybíhají podle sklonu střechy zkrácené hambalkové vazby. Celý krov nedávno prodělal celkovou údržbu s opravou a náhradou některých poškozených prvků.



Obr. č. 67.; 68. pohled do krovu oratoře; konec vazeb hl. lodi u první vazby levé oratoře

2.3 Zjednodušený vlhkostní průzkum

Kvůli menšímu poškození objektu a pro omezené množství vyhodnotitelných vzorků zdiva na vážkovou metodu, byl proveden zjednodušený vlhkostní průzkum pomocí digitálního kapacitního měřiče. Šlo konkrétně o data-logger značky Ahlborn sady Almemo 2690 doplněný měřícím snímačem téže řady a značky. Ten měří na základě vysokofrekvenčního elektrického pole, které nepoškozuje zkoumaný materiál a stanovuje vlhkost pomocí permitivity materiálu. Přesnost snímače je podle údajů výrobce 0,1%. [Iz/08]



Obr. č.69 měřící přístroj Almemo 2690 / Ahlborn

Měřící sonda potřebuje pro deklarovanou přesnost měření plošný styk s měřeným materiálem. Ten se těžko při křivostech kostelních omítek dodržoval. Těž není možné zaručit homogenitu měřené omítky. Tudíž přístrojem braná permitivita ne vždy odpovídá materiálu. Pro kalibraci měření bylo tedy provedeno odebrání vzorků na vyhodnocení vlhkosti pomocí gravimetrické metody. Ta je obecně považována za nejpřesnější. (viz kapitola 2.3.2 a 2.3.3)

2.3.1 Naměřené hodnoty digitálním přístrojem

Místa měření digitálním vlhkoměrem i místa odběrů vzorků pro vážkovou metodu jsou znázorněna na výkresu č. 2.01. Vlhkoměrem bylo měřeno na 90 místech v interiéru kostela. Pokud to bylo možné, tak v úrovních cca 0,3 m, 0,6 m, 0,9 m, 1,2 m a zhruba 1,8 m nad podlahou. Z exteriéru bylo měřeno na 68 místech. Snahou bylo měřit v oblastech naproti vnitřním měřením. Vlhkost se na fasádě zjišťovala ve výškách 0,3 m, 0,6 m a 0,9 m nad okolním terénem. Díky proměnlivosti terénu tato místa odpovídají různým výškovým úrovním měření vnitřního. (viz. graf průběhů vlhkosti níže) Modře jsou ve zmíněném výkresu zvýrazněna místa odpovídající odběru vzorků na gravimetrickou metodu.

Tabulka naměřených hodnot hmotnostních vlhkostí

Interierové body	Umístění	Výška od podlahy [m]				
		0,3	0,6	0,9	1,2	1,8
		Naměřená hodnota [%]				
1	Sakristie	11,0	8,1	6,3	5,1	4,8
2	Sakristie	8,9	7,2	6,6	5,5	5,3
3	Sakristie	18,4	16,4	14,8	8,2	7,6
4	Sakristie	14,5	13,8	11,3	8,0	7,8
5	Sakristie	22,8	18,3	14,6	14,8	11,5
6	Sakristie	15,2	13,0	10,3	8,5	5,8
7	Sakristie	17,3	14,2	7,4	5,1	4,5
8	Sakristie	19,6	9,8	6,7	6,4	4,3
9	Sakristie	16,5	8,0	7,6	4,7	4,2
10	Presbitář	15,5	10,6	7,8	7,8	6,0
11	Presbitář	13,8	10,1	13,5	6,8	7,8
12	Presbitář	14,5	11,3	16,6	13,6	6,3
13	Presbitář	23,8	21,8	14,6	20,2	12,8
14	Presbitář	16,3	32,0	23,1	18,5	19,6
15	Presbitář	16,8	19,6	25,1	23,4	21,6
16	Presbitář	29,8	28,6	24,4	14,8	19,0
17	Hl. loď	13,8	11,8	10,5	12,2	11,6
18	Hl. loď	14,5	10,7	13,2	10,0	6,5
19	Hl. loď	24,5	26,0	13,9	11,6	12,2
20	Hl. loď	14,1	18,0	28,3	12,5	24,7
21	Hl. loď	13,8	19,2	16,6	17,3	25,0
22	Hl. loď	14,7	12,0	16,0	19,0	12,0
23	Hl. loď	11,3	14,4	17,5	14,4	10,3
24	Hl. loď	12,0	11,3	11,0	12,6	9,7
25	Hl. loď	8,8	14,6	39,0	17,0	15,0
26	Hl. loď	13,4	17,0	25,5	33,0	25,0
27	Hl. loď	29,0	13,0	11,0	11,0	16,4
28	Hl. loď	23,0	23,0	18,3	13,3	21,6
29	Hl. loď	14,5	18,2	12,0	17,5	20,7
30	Hl. loď	16,7	19,8	26,0	13,0	12,7
31	Hl. loď	15,2	25,1	13,7	15,5	10,5
32	Hl. loď	17,1	16,9	16,0	10,8	7,7
33	Hl. loď	18,2	20,5	12,5	15,6	9,1
34	Hl. loď	13,5	11,3	12,7	7,2	10,6
35	Hl. loď	14,7	12,0	11,4	6,6	8,0
36	Hl. loď	11,1	12,0	9,2	5,3	4,8
37	Hl. loď	13,1	10,5	10,5	9,4	4,2
38	Hl. loď	13,6	13,3	10,5	8,3	4,6
39	Hl. loď	10,2	11,3	13,0	9,6	4,8
40	Hl. loď	15,5	12,8	10,3	9,8	7,0
41	Hl. loď	22,8	21,3	14,0	12,8	6,8
42	Hl. loď	11,1	12,2	21,5	15,7	6,5
43	Hl. loď	15,5	21,0	17,2	11,5	4,7
44	Presbitář	17,5	20,4	16,4	11,2	6,4
45	Presbitář	21,4	24,6	18,7	12,3	5,7
46	Presbitář	20,2	20,6	17,8	9,1	5,7
47	Presbitář	14,3	19,3	14,4	19,6	10,0
48	Presbitář	22,2	16,9	14,2	6,7	5,5
49	Presbitář	17,8	11,7	9,5	7,0	6,4
50	Presbitář	18,4	15,6	9,1	6,2	4,8

51	Hl. loď, sloup	12,2	14,2	16,8	21,0	9,2
52	Hl. loď, sloup	19,2	19,3	12,0	15,0	4,5
53	Hl. loď, sloup	22,5	20,3	23,0	12,3	8,7
54	Hl. loď, sloup	19,0	12,5	13,2	10,8	7,1
55	Pravá oratoř	27,3	20,3	12,8	18,5	8,3
56	Pravá oratoř	16,0	12,9	14,6	18,2	8,4
57	Pravá oratoř	11,8	13,6	14,1	12,0	6,8
58	Pravá oratoř	12,6	14,0	12,8	15,0	16,8
59	Pravá oratoř	18,8	14,2	10,6	14,2	17,5
60	Pravá oratoř	18,8	15,5	13,8	15,6	9,7
61	Pravá oratoř	20,7	17,0	13,1	11,8	10,8
62	Pravá oratoř	16,5	19,0	17,5	12,4	10,0
63	Pravá oratoř	16,8	15,8	12,8	8,3	8,1
64	Pravá oratoř	15,8	22,0	12,2	7,4	8,6
65	Pravá oratoř	13,2	12,8	14,6	12,4	8,5
66	Levá oratoř	15,8	15,7	18,7	8,7	4,0
67	Levá oratoř	15,2	12,4	13,1	10,8	4,5
68	Levá oratoř	15,8	18,6	16,8	14,5	4,8
69	Levá oratoř	15,2	18,2	12,0	10,7	4,8
70	Levá oratoř	16,0	12,2	8,1	4,5	3,3
71	Levá oratoř	16,2	13,0	9,6	5,5	5,2
72	Levá oratoř	13,4	12,3	8,6	6,5	4,8
73	Levá oratoř	5,0	10,4	8,6	7,8	5,0
74	Levá oratoř	21,0	13,6	10,0	7,1	5,6
75	Levá oratoř	12,7	9,2	7,6	5,8	5,3
76	Levá oratoř	14,5	14,2	11,9	14,0	4,8
77	Levá oratoř	10,8	9,9	11,8	11,2	6,7
78	Vstupní předsíň	36,6	16,6	6,8	8,8	17,0
79	Vstupní předsíň	19,8	21,8	13,0	6,2	5,5
80	Vstupní předsíň	23,5	36,0	33,7	23,0	10,3
81	Vstupní předsíň	-	-	31,5	15,7	7,0
82	Vstupní předsíň	-	-	17,7	7,6	5,8
83	Vstupní předsíň	27,2	27,4	16,4	11,8	6,2
84	Vstupní předsíň	33,0	31,0	24,6	10,0	9,1
85	Vstupní předsíň	31,0	23,7	7,7	14,8	11,4
86	Vstupní předsíň	21,2	18,9	6,3	6,3	12,0
87	Vstup na věž	18,6	13,5	13,8	11,4	8,2
88	Vstup na věž	13,3	11,8	13,9	11,5	5,6
89	Vstup na věž	13,4	19,0	16,8	12,0	7,2
90	Vstup na věž	23,3	22,2	19,5	14,3	12,0

Exterierové body	Umístění	Výška od okolního terénu [m]		
		0,3	0,6	0,9
F01	Průčelí	14,6	12,9	6,6
F02	Průčelí	17,7	16,3	6,1
F03	Hl. loď, jih	20,2	6,3	8,2
F04	Hl. loď, jih	17,4	13,1	12,5
F05	Hl. loď, jih	16,6	17,5	17,3
F06	Hl. loď, jih, opěrák	8,8	8,8	7,5
F07	Hl. loď, jih, opěrák	8,4	6	5,2
F08	Hl. loď, jih, opěrák	13,7	13,5	11,8
F09	Hl. loď, jih	11,5	12,6	10
F10	Hl. loď, jih	9	7,4	6,2
F11	Hl. loď, jih, opěrák	6	5,2	5,2
F12	Hl. loď, jih, opěrák	4,7	4,3	5,3
F13	Hl. loď, jih, opěrák	12,7	7,1	5,4
F14	Hl. loď, jih	12,2	9,4	7,2
F15	Hl. loď, jih	8	4,7	4,5

F16	Pravá oratoř	4,1	6,6	5,3
F17	Pravá oratoř	10,1	5,5	5,2
F18	Pravá oratoř	9,1	8,3	5,6
F19	Pravá oratoř	8,8	7,3	4,6
F20	Pravá oratoř	17,5	14,2	10,3
F21	Pravá oratoř	11,6	6,9	5
F22	Presbitář, jih	8,2	15,5	12
F23	Presbitář, jih, opěrák	19	14,7	14,7
F24	Presbitář, jih, opěrák	13	8,7	7,1
F25	Presbitář, jih, opěrák	21,5	15,5	14,9
F26	Presbitář, jih	18,5	16,7	5,5
F27	Presbitář, jih, opěrák	10,6	6	5
F28	Presbitář, jih, opěrák	5,5	4,3	2,2
F29	Presbitář, jih, opěrák	7,9	4,8	4,3
F30	Presbitář, jih	6,1	4,8	5
F31	Presbitář, jih, opěrák	4,3	5	6,2
F32	Sakristie, jih	3,5	5,4	4,4
F33	Sakristie, jih	6,2	8,6	5,1
F34	Sakristie, východ	8,5	7,5	5
F35	Sakristie, východ	17,2	15,7	8,6
F36	Sakristie, sever	20	22	7
F37	Sakristie, sever	8	6,8	7,3
F38	Presbitář, sever, opěrák	9,1	9	5
F39	Presbitář, sever	17,3	18,8	7,8
F40	Presbitář, sever, opěrák	15,5	11,5	5,8
F41	Presbitář, sever, opěrák	4,4	4,3	3,2
F42	Presbitář, sever, opěrák	14	10,2	7,5
F43	Presbitář, sever	15,4	16,7	11,3
F44	Presbitář, sever, opěrák	11,5	13,4	6,3
F45	Presbitář, sever, opěrák	15,2	10,2	4,9
F46	Presbitář, sever, opěrák	18,7	15,5	7,4
F47	Presbitář, sever	14,5	12,6	11,5
F48	Levá oratoř	13	6,7	4,9
F49	Levá oratoř	11,7	6,8	5,6
F50	Levá oratoř	12,6	7,4	5,7
F51	Levá oratoř	9,8	7,2	6,4
F52	Levá oratoř	8,3	7	5,7
F53	Levá oratoř	13,6	7,3	5,5
F54	Hl. loď, sever	9,1	10,6	4,1
F55	Hl. loď, sever	19,2	14,6	6
F56	Hl. loď, sever, opěrák	16	17,4	6,5
F57	Hl. loď, sever, opěrák	15,5	8	5,5
F58	Hl. loď, sever, opěrák	16,4	13,7	7,4
F59	Hl. loď, sever	15	14,6	9,6
F60	Hl. loď, sever	16,8	22	13,5
F61	Hl. loď, sever, opěrák	23,2	16,2	10,5
F62	Hl. loď, sever, opěrák	3,8	3,8	4,5
F63	Hl. loď, sever, opěrák	20,1	8,8	7
F64	Hl. loď, sever	13,1	9,6	6
F65	Hl. loď, sever	19	14,8	8,6
F66	Hl. loď, sever	20	16,8	12
F67	Průčelí	13,5	10,6	5,9
F68	Průčelí	16,8	13,6	6,8

Tabulka č. 1 a 2 hodnoty hmotnostní vlhkosti z digitálního měření

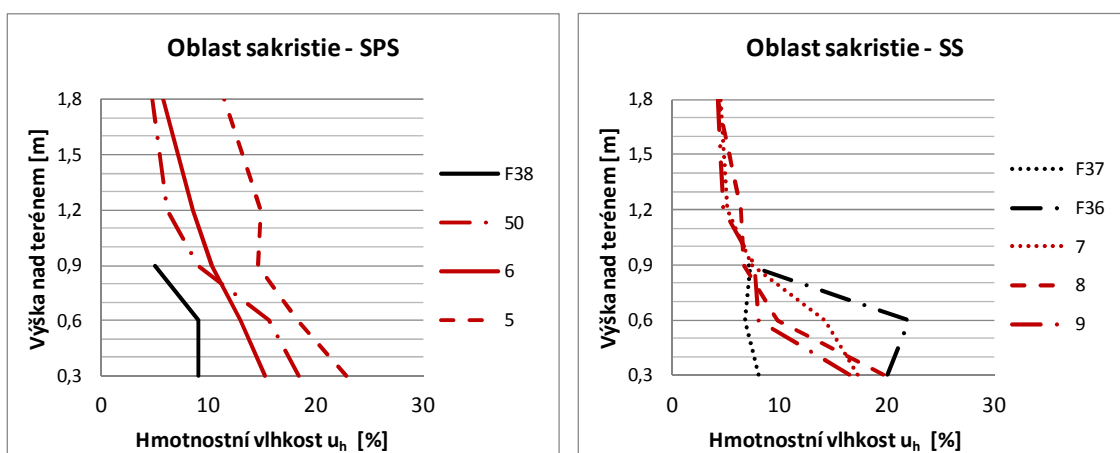
Grafy

Na základě výše uvedených hodnot byly vyhotoveny grafy, které názorně ukazují průběh vlhkosti po výšce jednotlivých částí stěn kostela. Grafy jsou pro větší přehlednost vyhotoveny vždy pouze pro určitou oblast zdi. Značení oblastí respektuje základní rozdělení kostela na: hlavní loď (L), presbytář (P), sakristii (S), levou oratoř (O1), pravou oratoř (O2). Je doplněno o světovou stranu, na které se sektor nachází (S, V, J, Z) V místě opěráků je do značení přidáno O a u průčelí kostela P.

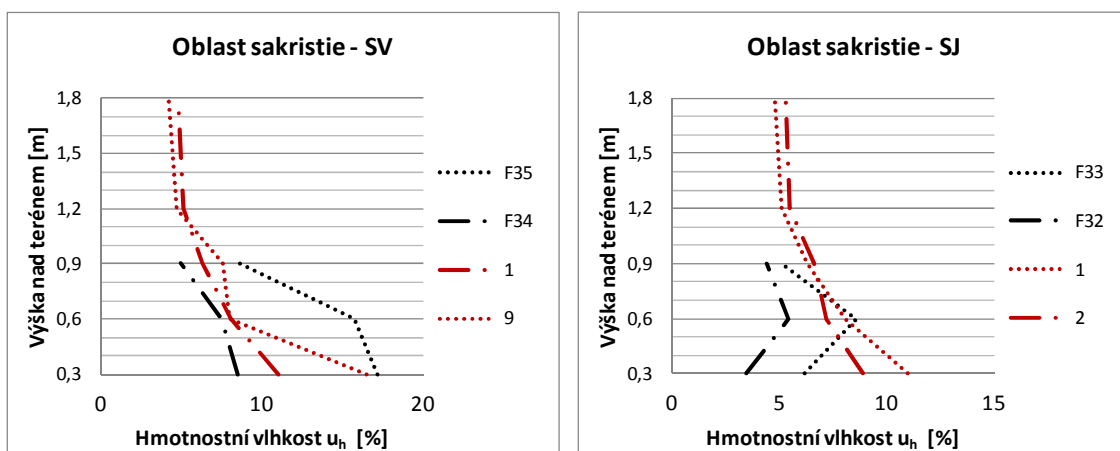
Černě je značený průběh vlhkosti, měřený v exteriéru na fasádě kostela. Červeně pak měření interiérové strany stěny. Měření probíhající naproti sobě, nebo alespoň ve své blízkosti, mají stejný typ čáry. (viz výkres 2.01)

Dále pro větší přehlednost při navrhování sanačních opatření byly hodnoty měření zaznamenány do půdorysu a to po jednotlivých měřených úrovních 0,3; 0,6; 0,9; 1,2; 1,5 a 1,8 m. (viz výkres 2.02)

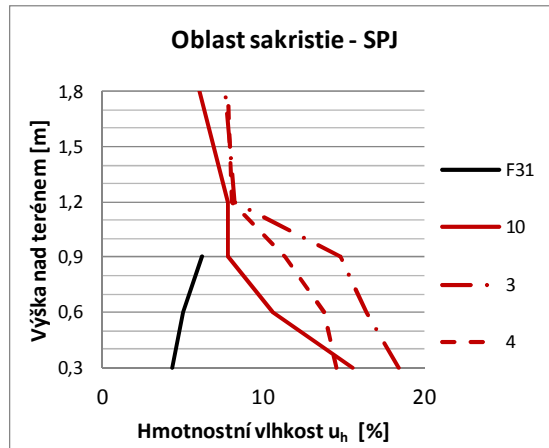
Sakristie



Graf č. 1 a 2 průběhy vlhkostí v severní části sakristie z digitálního měření

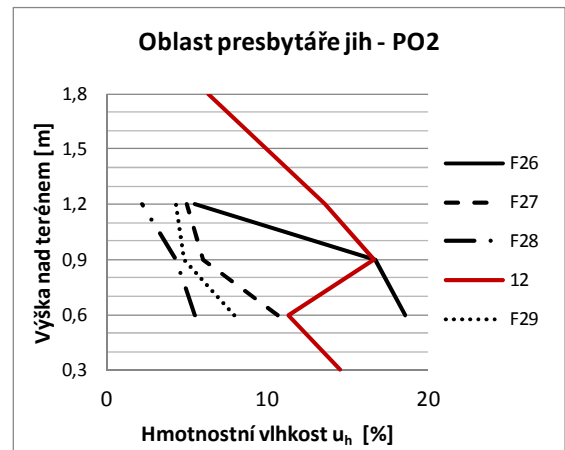
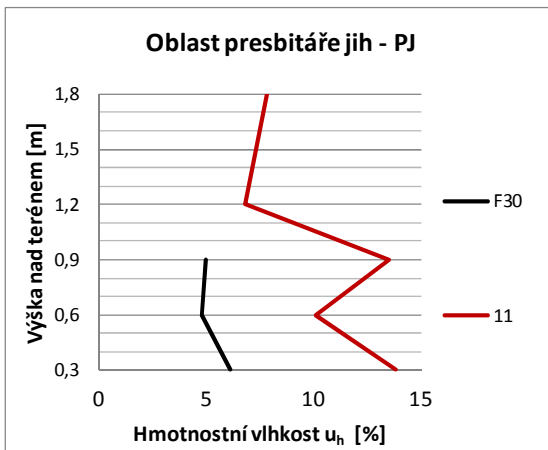


Graf č. 3 a 4 průběhy vlhkostí ve V a J zdi sakristie z digitálního měření

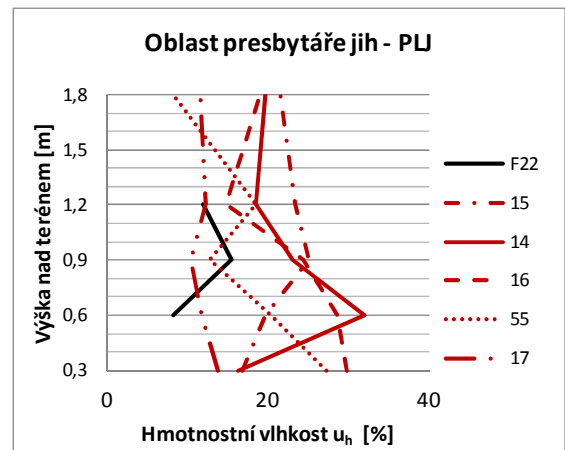
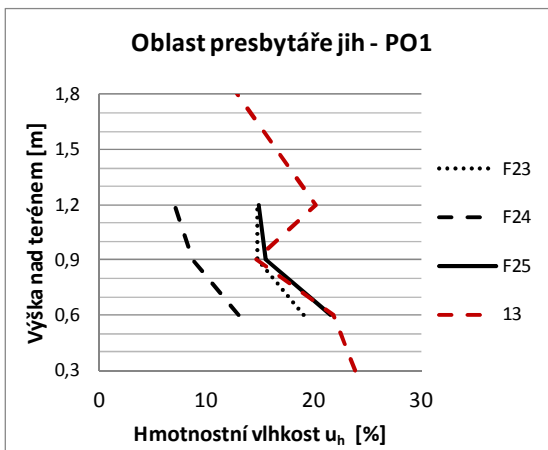


Graf č. 5 průběh vlhkosti v J zdi u presbytáře sakristie

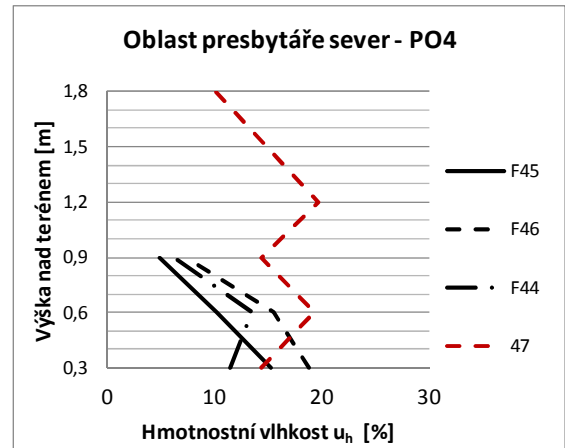
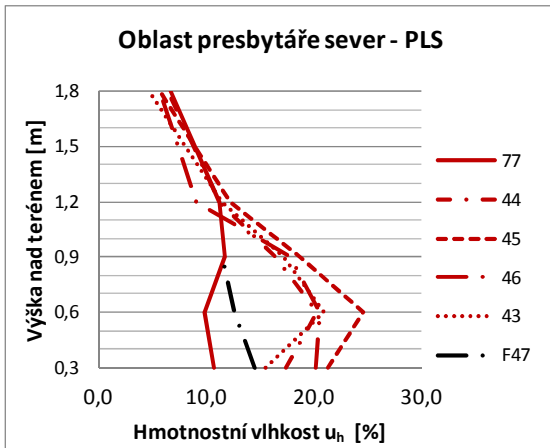
Presbytář



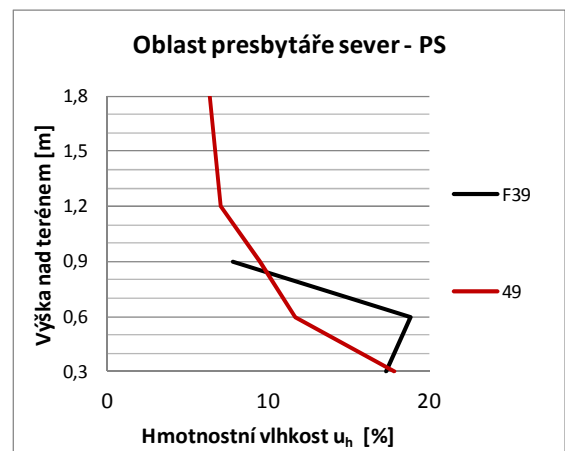
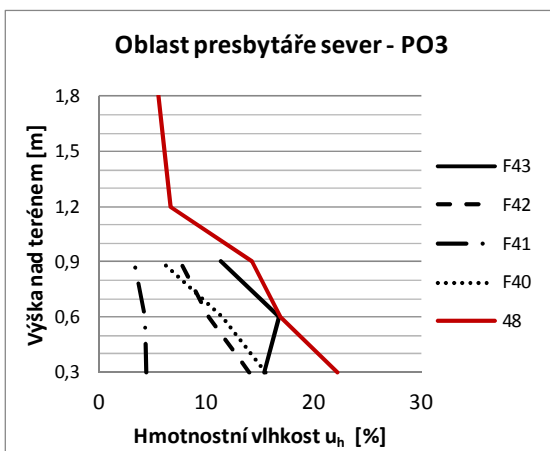
Graf č. 6 a 7 průběhy vlhkostí v JV zdi presbytáře a opěráku



Graf č. 8 a 9 průběhy vlhkostí v J zdi presbytáře u lodi a v opěráku

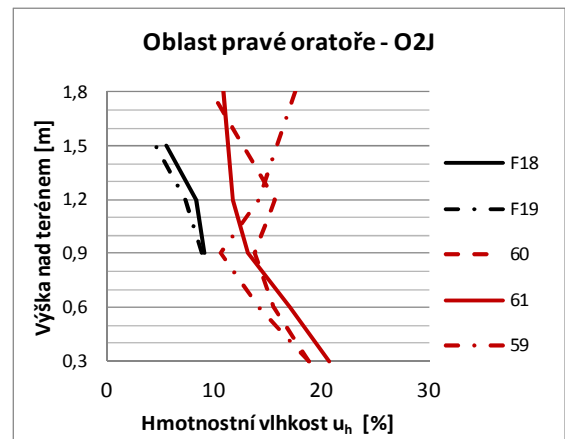
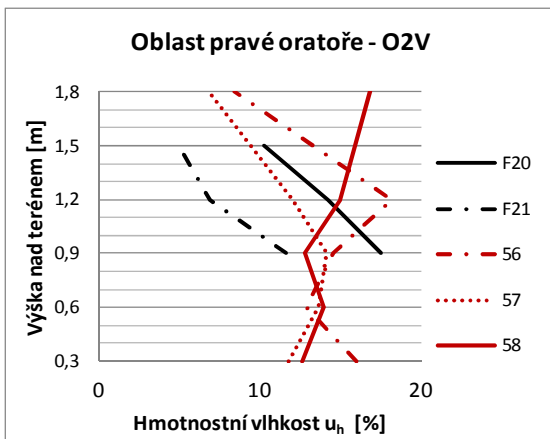


Graf č. 10 a 11 průběhy vlhkostí v S zdi presbytáře u lodi a v opěráku

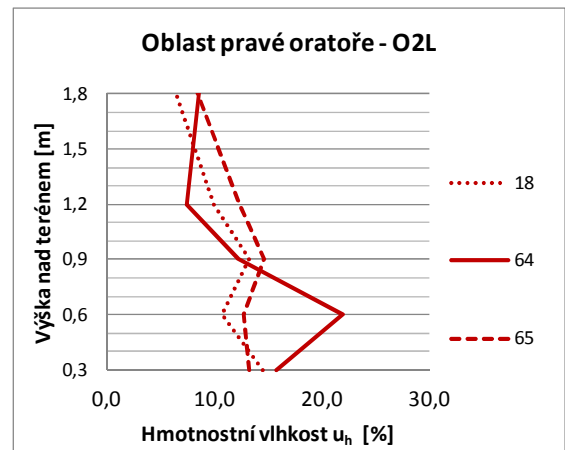
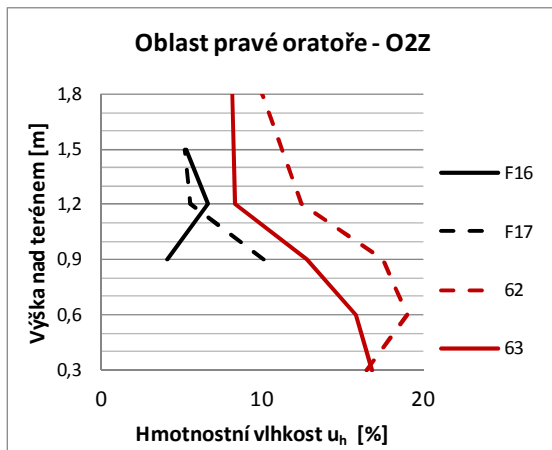


Graf č. 12 a 13 průběhy vlhkostí v opěráku a SV zdi presbytáře

Oratoř pravá

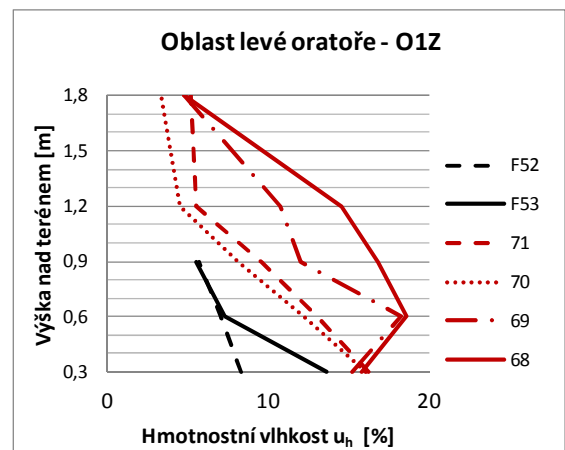
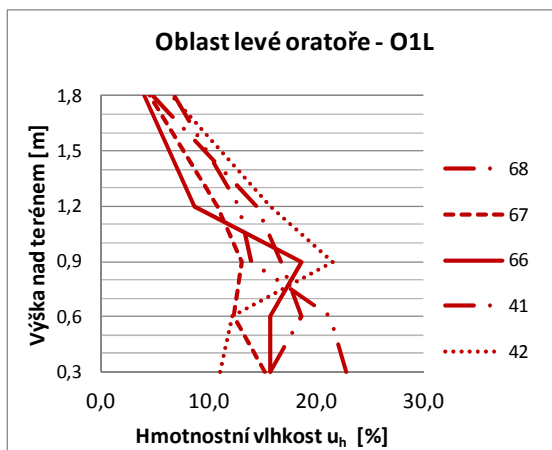


Graf č. 14 a 15 průběhy vlhkostí v pravé oratoři východ a jih

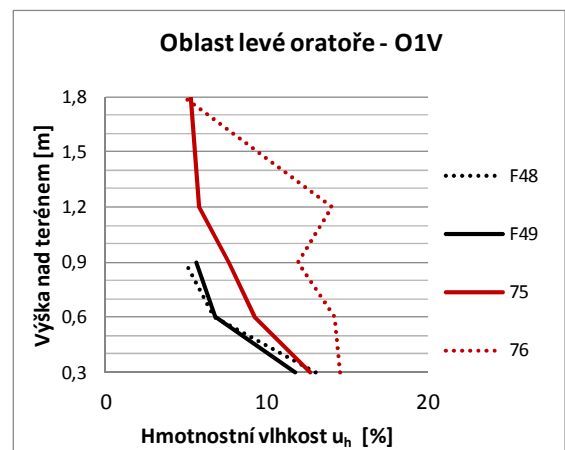
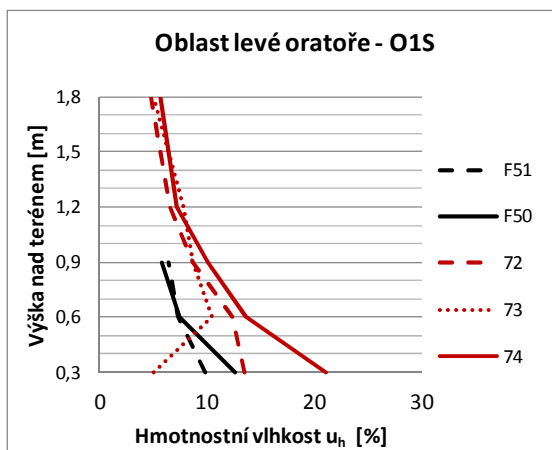


Graf č. 16 a 17 průběhy vlhkostí v pravé oratoři západ a u lodi

Oratoř levá

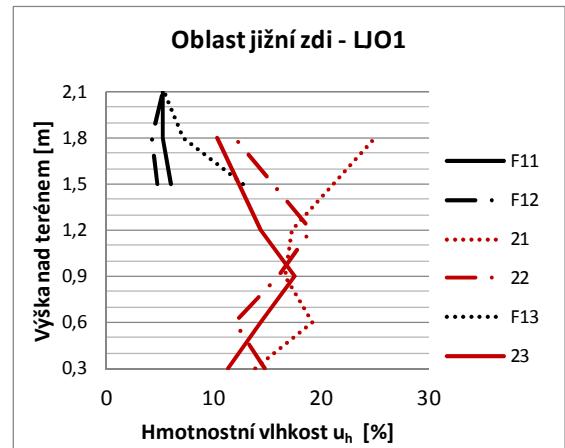
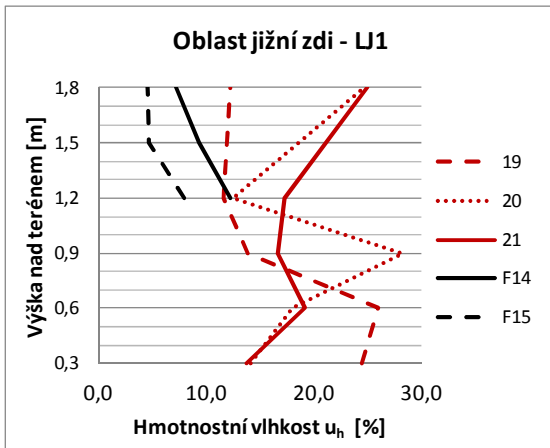


Graf č. 18 a 19 průběhy vlhkostí v levé oratoři u lodi a západní stěně

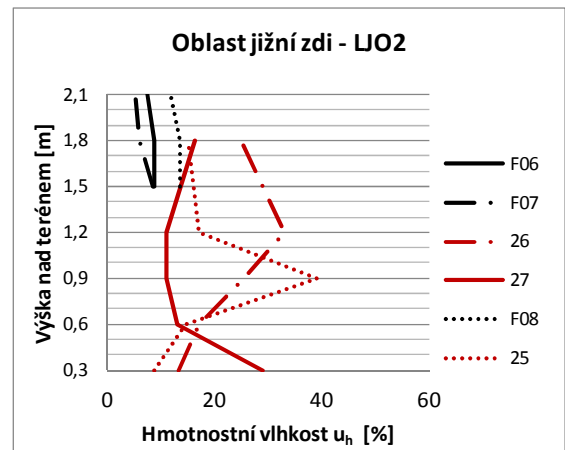
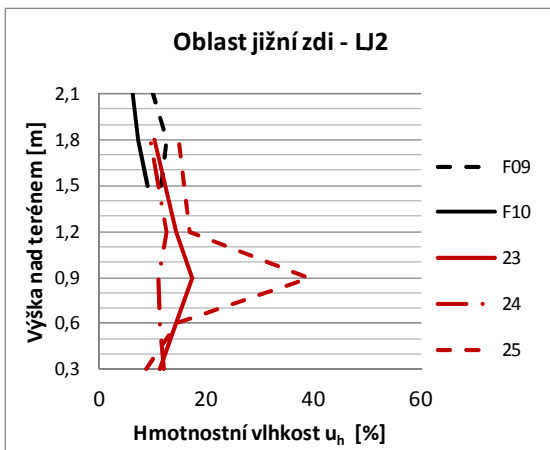


Graf č. 20 a 21 průběhy vlhkostí v levé oratoři severní a východní zdi

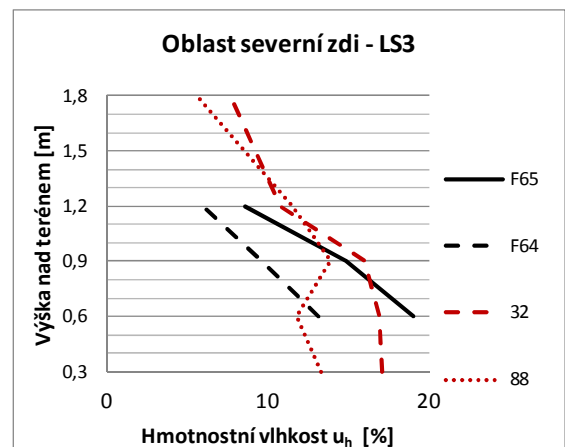
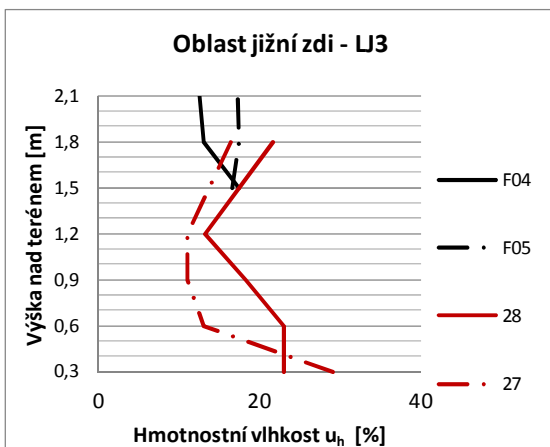
Hlavní loď, předsíň



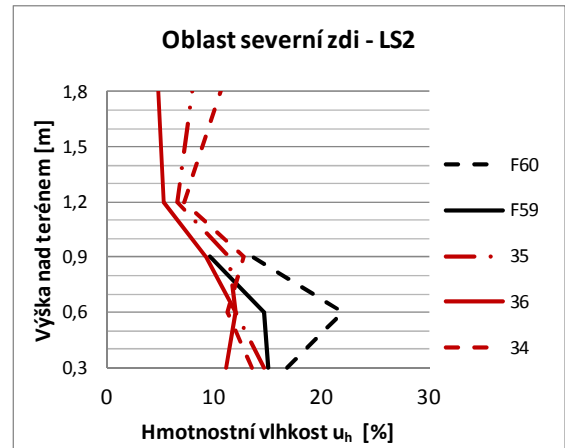
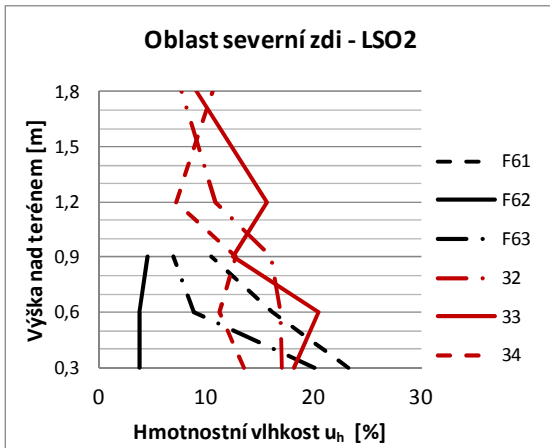
Graf č. 22 a 23 průběhy vlhkostí v hl. lodi jižní zdi a opěráku



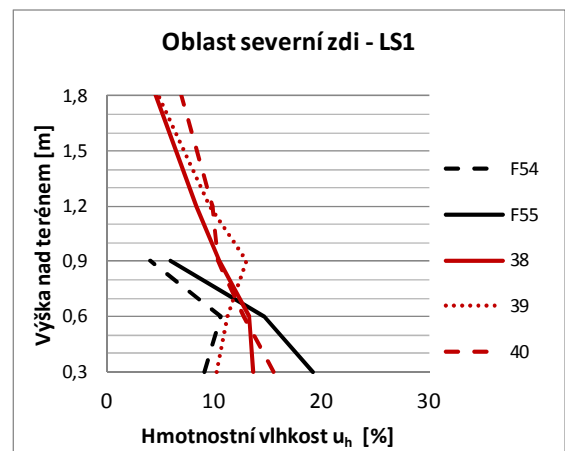
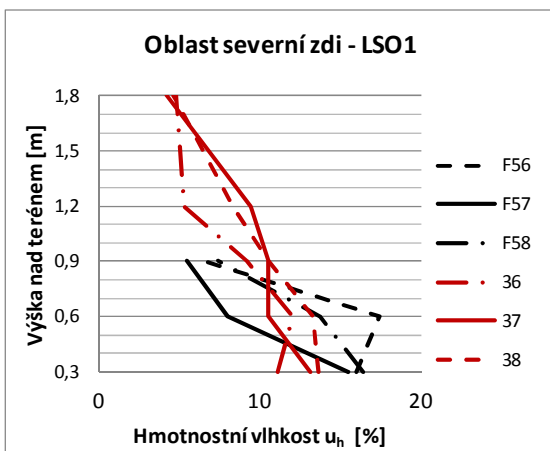
Graf č. 24 a 25 průběhy vlhkostí v hl. lodi jižní zdi a opěráku u věže



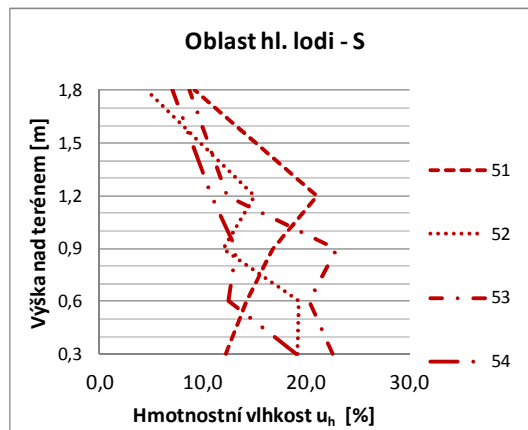
Graf č. 26 a 27 průběhy vlhkostí v hl. lodi jižní zdi a severní zdi u věže



Graf č. 28 a 29 průběhy vlhkostí v hl. lodi severního opěráku u věže a severní zdi

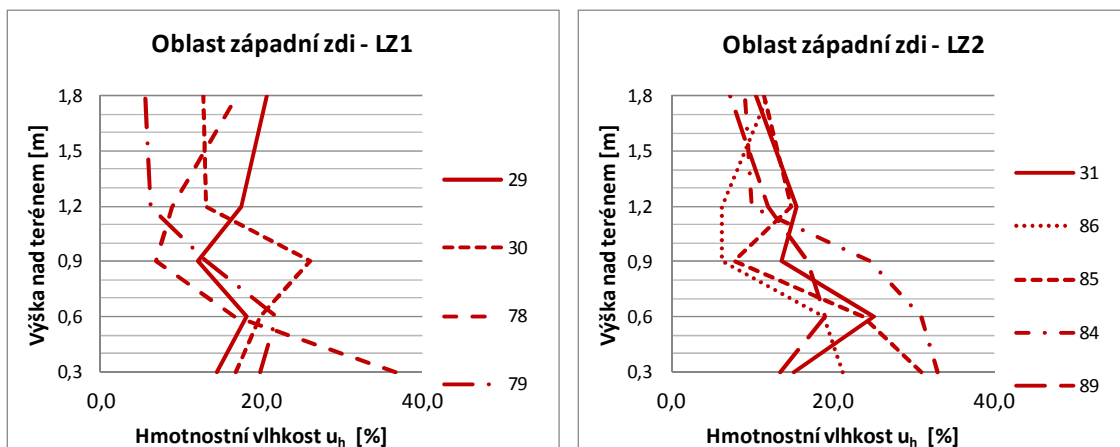


Graf č. 30 a 31 průběhy vlhkostí v hl. lodi severního opěráku a severní zdi u oratoře

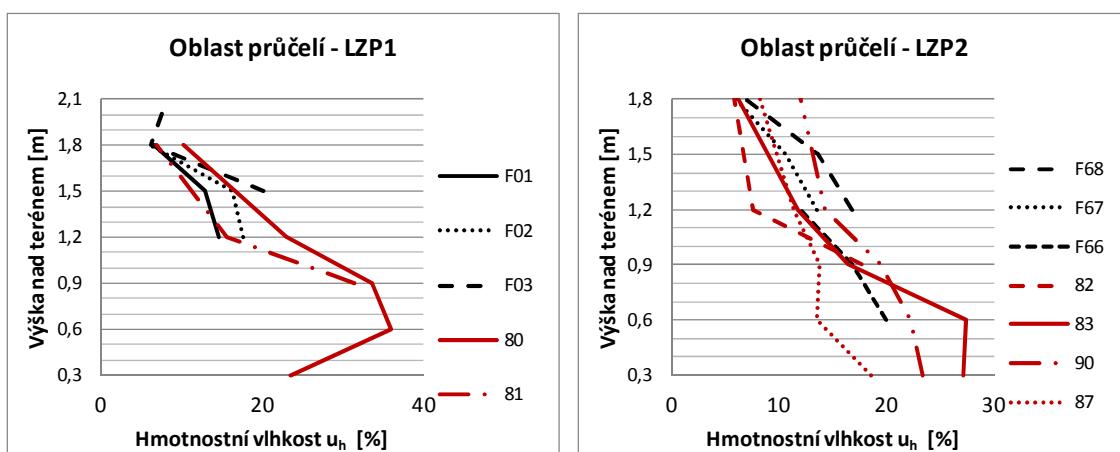


Graf č. 32 průběh vlhkostí ve sloupech v zádi hl. lodi pod kůrem

Průčelí a věž



Graf č. 33 a 34 průběhy vlhkostí v západní zdi kostela v hl. lodi



Graf č. 35 a 36 průběhy vlhkostí v západním průčelí kostela pod věží

2.3.2 Gravimetrická (vážková) metoda

Pro ověření správnosti měření a pro "nakalibrování" digitálního vlhkoměru bylo odebráno 21 vzorků zdiva na vyhodnocení vážkovou metodou. Odběry vzorků probíhaly vždy u země 0,3 m od interiérové podlahy, nebo okolního terénu. Převážně na jižní straně interiéru byly odebírány i vzorky z úrovně cca 1,2 m nad podlahou. Vždy se odstranila omítka o ploše zhruba 100x100 mm. Zdivo bylo odebráno asi ze 100 mm hloubky stěny. Záhy po odebrání z konstrukce se vzorky zabalily do zip neprodyšných polyesterových sáčků. Ty byly označeny a posléze se vzorky zamrazeny. Následně se urychleně převezly do laboratoře Univerzitního centra energeticky efektivních budov (UCEEB) pro ČVUT v Praze sídlícího v Buštěhradu. Zde se vzorky zvažily a poté takřka čtrnáct dní vysoušely v peci na 80 °C. Průběžně byly váženy, dokud se jejich hmotnost neustálila. Nakonec se spočetla hmotnostní vlhkost pomocí vzorce.

$$w_h = \frac{m_w - m_d}{m_d} * 100 [\%]$$

Tabulka naměřených hodnot hmotnostních vlhkostí z vážkové metody

Bod	Umístění	Výška od podlahy	Hmotnost misky	1. vážení 12.7.2018	2. vážení 16.7.2018	3. vážení 19.7.2018	Hmotnost vzhkého vzorku	Hmotnost suchého vzorku	Hmotnostní vlhkost	Klasifikace dle ČSN 73 0610
		v_v	m_m	m_1	m_2	m_3	m_w	m_d	u_h	
		[m]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[%]	
1A	interiér	0,3	2,5	43,6	40,7	40,7	41,1	38,2	7,51	Vysoká
1F	fasáda	0,3	2,6	36,5	33,0	32,9	34,0	30,4	11,73	Velmi vysoká
2A	interiér	0,3	2,5	34,7	29,5	29,5	32,1	26,9	19,19	Velmi vysoká
2B	interiér	1,2	2,6	60,5	51,7	51,7	57,9	49,1	17,89	Velmi vysoká
2F	fasáda	0,3	2,6	60,1	50,8	50,8	57,5	48,2	19,35	Velmi vysoká
3A	interiér	0,3	2,6	63,3	54,4	54,4	60,7	51,8	17,35	Velmi vysoká
3B	interiér	1,2	2,6	21,5	19,0	19,0	19,0	16,4	15,44	Velmi vysoká
4A	interiér	0,3	2,5	59,7	53,1	53,1	57,2	50,5	13,16	Velmi vysoká
4B	interiér	1,2	2,6	13,5	11,9	11,9	11,0	9,3	17,94	Velmi vysoká
4F	fasáda	0,3	2,6	75,6	66,1	66,1	73,0	63,5	14,90	Velmi vysoká
5A	interiér	0,3	2,5	27,5	24,2	24,2	25,0	21,7	15,33	Velmi vysoká
5B	interiér	1,2	2,6	54,6	49,3	49,3	52,1	46,7	11,52	Velmi vysoká
5F	fasáda	0,3	2,6	16,9	14,9	14,9	14,3	12,3	15,94	Velmi vysoká
6A	interiér	0,3	2,6	55,0	50,0	50,0	52,4	47,4	10,49	Velmi vysoká
7A	interiér	0,3	2,6	32,0	28,3	28,3	29,5	25,7	14,72	Velmi vysoká
8A	interiér	0,3	2,5	87,3	74,0	74,0	84,7	71,5	18,53	Velmi vysoká
8B	interiér	1,2	2,6	25,2	22,8	22,8	22,6	20,2	12,02	Velmi vysoká
8F	fasáda	0,3	2,6	56,6	47,4	47,4	54,0	44,8	20,48	Velmi vysoká
9A	interiér	0,3	2,6	70,6	64,5	64,5	68,0	61,9	9,91	Vysoká
10A	interiér	0,3	2,5	26,5	22,6	22,6	24,0	20,0	19,66	Velmi vysoká
10B	interiér	1,2	2,6	41,2	36,5	36,5	38,6	33,9	13,84	Velmi vysoká

Tabulka č. 3 hodnoty hmotnostní vlhkosti z vážkové metody

2.3.3 Vyhodnocení

K vyhodnocení vlhkosti lze použít tabulku z normy ČSN P 73 0610 (viz. tabulka č. 4). Vlhkost zdiva se v ní určuje pomocí hmotnostní vlhkosti zdících prvků. Podle této tabulky je vlhkost zdiva kostela převážně velmi vysoká. U dvou vzorků ze sakristie pouze vysoká (viz tabulka č. 3 výše).

Hodnocení vlhkosti	Vlhkost zdiva [% hm.]
velmi nízká	< 3
nízká	3 - 5
zvýšená	5 - 7,5
vysoká	7,5 - 10
velmi vysoká	> 10

Tabulka č. 4 hodnocení vlhkosti dle % hm. vlhkosti zdiva podle normy ČSN P 73 0610 [Kz/04]

Tabulka srovnání naměřených hodnot hmotnostních vlhkostí oběma metodami

Bod GM	Bod KV	Výška měření	Hmotnostní vlhkost GM	Hmotnostní vlhkost KV	Odchylka
		[m]	[%]	[%]	Rozdíl
1A	1	0,3	7,51	11	-3,49
1F	F33	0,3	11,73	6,2	5,53
2A	14	0,3	19,19	16,3	2,89
2B		1,2	17,89	18,5	-0,61
2F	F22	0,3	19,35	8,2	11,15
3A	62	0,3	17,35	16,5	0,85
3B		1,2	15,44	12,4	3,04
4A	27	0,3	13,16	29	-15,84
4B		1,2	17,94	11	6,94
4F	F04	0,3	14,90	17,4	-2,50
5A	32	0,3	15,33	17,1	-1,77
5B		1,2	11,52	10,8	0,72
5F	F65	0,3	15,94	19	-3,06
6A	39	0,3	10,49	10,2	0,29
7A	71	0,3	14,72	16,2	-1,48
8A	47	0,3	18,53	14,3	4,23
8B		1,2	12,02	19,6	-7,58
8F	F47	0,3	20,48	14,5	5,98
9A	8	0,3	9,91	19,6	-9,69
10A	20	0,3	19,66	14,1	5,56
10B		1,2	13,84	12,5	1,34

Tabulka č. 5 hodnoty hmotnostní vlhkosti z vážkové metody a měřené digitálně

Z tabulky je vidět vcelku velká rozdílnost měřených hodnot kapacitním měřičem a vzorků posouzených vážkovou metodou. Po většinu času se hodnoty z digitálního měřiče pohybují nad skutečnou hodnotou vlhkosti. Tudíž spíše na "straně bezpečnosti". Je však nutné na hodnoty nazírat pouze orientačně. Pro lepší představu o průběhu vlhkosti ve zdivu se ovšem měření použít dá. Rozdíly jsou nejspíše způsobeny neplnoplošným stykem měřicí sondy a měřeného podkladu. Velkou roli hraje též nehomogenita materiálu s nastavenou relativní permitivitou ϵ_r v měřiči. Hmotnostní vlhkost u se pak počítá pomocí vzorce níže. A a B jsou konstanty závislé na vlastnostech materiálu (pórové struktuře a obj. hm.). [Kz/03]

$$u = \sqrt{\frac{A}{\epsilon_r}} + B$$

Přístroj měří elektrickým polem do asi pouze 5 cm hloubky zdiva. Na některých místech tak měřil nejspíš jen omítku. Další nevýhodou kapacitní metody je pokles její přesnosti se zvyšující se vlhkostí zdiva. Nejpřesnější hodnoty metoda udává do zhruba 6% vlhkosti. Nad touto hranicí už měření dává větší rozptyl výsledných hodnot. [Kz/03]



Obr. č.70 vzorky gravimetrické metody po vysušení

Dle výsledků obou měření při pohledu na grafy a vlhkostní půdorysy se dá říci, že nejdominantnější činitelé vlhkostních problémů budou dva. Prvním činitelem je voda vzlínající z podzákladí kostela, proti které není konstrukce nikterak chráněna. Ta je patrná hlavně na severní straně budovy. Vlhkost je nejvyšší u podlahy a většinou postupně směrem vzhůru klesá. Působí tam i povrchová a odstříkující voda, ale nejde je úplně odlišit. Působí od stejné úrovně, jelikož terén odpovídá vnitřní podlaze. Výjimku v podobě zalomení vlhkostního průběhu tvoří pouze oblast venkovního soklu zdi či opěráku. To je způsobeno nejspíš špatným sklonem vrchu soklu a tudíž zadržetím stékající vody po fasádě v tomto místě.

Dalším zdrojem zvyšující vlhkost zdiva je fakt, že jižní strana kostela je zapuštěna do svahu. Nalézá se až 1,4 m pod úrovní terénu. To způsobuje zalomení křivek průběhů vlhkosti ve vyšších úrovních. Zeď je dotována nejen zemní vlhkostí, ale i povrchovou vodou. Hezky patrné je to např. na grafech oblastí LJO2, LJO1 a LJ2 (tj. viz grafy č. 25, 23 a 24). Zlomy pod úrovní terénu mohou být nejspíš důsledkem nefunkčnosti větracího žlabu kolem kostela. Díky ucpaným větracím otvorům neprovětrává. Místo aby vysoušel, může tedy držet spíše vlhkost u kostelní zdi. Další možností je případná existence starých hrobů či pozůstatků boční kaple v oblasti LJ1. Ty mohou fungovat jako studny a též přivádět podzemní vodu až ke zdivu. Na půdorysech průběhů vlhkosti je vidět, že právě voda povrchová a podzemní (jižní svah) je dominantnějším zdrojem vlhkosti, než vlhkost vzlínající

2.4 Zjednodušený průzkum obsahu solí ve zdivu

Zdrojů solí může být více. Hlavními skupinami jsou: soli vyluhované z použitých materiálů, přinášené soli vlhkostí a vodou z okolního terénu, vzniklé chemickou korozi - reakcí s okolním prostředím (sírany) či biologickou přeměnou (dusičnany). [Kz/03]

Sole jsou hygroskopické, takže můžeme pozorovat větší zavlhčení materiálu s jejich vyšším obsahem. Díky usazování solí v pórech a jejich zúžení, zvyšují výšku maximálního vzlinutí. [Kz/04] Takový materiál následně i hůře vysychá. Sole jsou nepříjemné z důvodu estetického a statického. Nejčastěji při pomalém vysychání dochází ke krystalizaci (výkvětům a výluhům) na povrchu materiálu tzv. eflorescence. To poškozuje zejména vrchní vrstvy stěny - malby a omítky. Dají se odstranit, a to lépe než výkvěty vzniklé při tzv. subflorescenci. V horším případě, při rychlejší vyschnutí vody z roztoku solí, totiž dochází ke krystalizaci pod povrchem materiálu. Krystaly solí začínají růst v pórech a jejich tlak na stěny póru je značně veliký. (oproti tahovým pevnostem materiálu) Dochází tedy k rozrušení samotného zdíciho prvku. [Iz/09]

Pro zjištění množství solí a i výběr ideální sanační metody, byl proveden zjednodušený průzkum na salinitu. Vyhodnocení probíhalo za odborného dohledu paní Loušové, správkyňe laboratoře ČVUT v budově D fakulty stavební v ulici Koleční - Dejvice. Byly odebrány pouze tři vzorky kvůli možnostem školní laboratoře. Všechny byly vzaty z interiéru, z jižní kostelní zdi. Přesněji z presbytáře, hl. lodi a z prostoru pod kůrem. (viz. výkres 2.01) Jako bonus byly uzmuty i samotné výkvěty na určení přítomnosti dusičnanů a síranů.

2.4.1 Průzkum obsahu solí ve zdivu

Ze tří odebraných vzorků zdiva se v laboratoři do Erlenmeyerovi baňky odvážil zkoumaný preparát o hmotnosti kolem 2 g. Ten se posléze zalil 100 ml destilované vody. Celý roztok se zahřál skoro až na bod varu. Poté se vložil zhruba na 5 minut na ultrazvuk, aby se zrnka malty a kamene co nejvíce oddělila. Roztok se nakonec nechal odležet na vyhodnocování do druhého dne, aby se sole uvolnily v maximální míře.



Obr. č. 71.; 72. zahřátí roztoku destilované vody a vzorku; rozbíjení hrudek materiálu ultrazvukem

Druhý den se při vyhodnocování prováděly testy na hodnotu pH a obsahy chloridů, dusičnanů, síranů a amoniaku.

Číslo vzorku	1	2	3
Název vzorku	Presbytář	Hl. loď - střed	Hl. loď - zadní část
Hmotnost [g]	2,3	2,2	2,1

Tabulka. č. 6 hmotnosti vzorků

Kvůli technologii testování byly vzorky přefiltrovány, aby se odstranily tuhé části. Vyhodnocuje se pomocí spektrofotometrie ve spektrofotometru. Jakékoliv nečistoty by výsledky skreslily, proto je potřeba užívat pouze čistý roztok solí. Ten je ozařován monochromatickým světlem. Toto záření je pohlcováno molekulami analytu. Prošlé paprsky záření dopadají na detektor, který měří intenzitu přicházejícího toku světla (zářivý tok). Spektrofotometr porovná intenzity vyšlého a zachyceného záření. Z něho určí obsah látky ve vzorku. Pohlcené záření je přímo úměrné obsahu látky v roztoku.



Obr. č. 73. přefiltrovaný solný roztok od tuhých částí

Určení pH

Ze vzorků se pipetou odebral 1 ml roztoku do zkumavky, kde se do něho přidalo pár kapek pH indikátoru. Celá směs se dobře promíchala. Následně se vyhodnocovala opticky podle barevného vzorníku.

Vzorek	1	2	3
Stupeň pH	7,5	4	8

Tabulka. č. 7 stupně pH



Obr. č. 74. Zabarvení indikátorem pH (zleva vzorek 3, 2 a 1)

Chloridy

Vyhodnocení postupovalo podle metody analogické s EPA 325.1 a US Standard Methods 4500-Cl E. Při metodě reagují chloridové ionty s thiokyanátem rtuťnatým a vytváří mírně disociovaný chlorid rtuťnatý. Uvolněný thiokyanát reaguje s železitými ionty a vytváří červený thiokyanát železitý, který se stanovuje fotometricky. Interval spolehlivosti metody se pohybuje $\pm 0,5$ mg/l a relativní směrodatnou odchylku 1,6 %. [Iz/09]

Odebralo se 5 ml testovaného vzorku solného roztoku do zkumavky. Předpokládá se obsah 2,5 - 25,0 mg/l Cl⁻. Přidalo se 2,5 ml prvního činidla Cl-1 a 0,5 ml druhého činidla Cl-2. Po přidání každého z činidel se směs vždy promíchala. Zhruba po minutě reakční doby se roztok odlil do kyvety a vyhodnotil ve fotometru. Výsledky vychází v mg/l, proto byly vždy převedeny pomocí vzorce níže na normové jednotky mg/g.

$$x \text{ [mg/g]} = \frac{\text{obsah změřený fotometrem [mg/l]}}{10 * \text{hmotnost vzorku [g]}}$$

Vzorek	1	2	3
Obsah chloridů [mg/l]	7,5	2,5	12,2
Obsah chloridů [mg/g]	0,33	0,11	0,58

Tabulka. č. 8 změřené obsahy chloridů v mg/l a mg/g



Obr. č. 75.; 76. zbarvení vzorků díky thiokyanátu do slámové žluté; vyhodnocování na fotometru Spectroquant Pharo300 od firmy Merck, která dodává i činidla a postupy testů.

Amoniak

Vyhodnocení probíhalo podle EPA 350.1, APHA 4500 - NH₃ D a ISO 7150/1. Přítomný amoniak reaguje s chlornanem a vzniká monochloramin, který dále reaguje s thymolem a vzniká modrý indofenol. Jeho koncentrace se následně stanovuje opět fotometricky. Interval spolehlivosti metody se uvádí $\pm 0,06$ mg/l s relativní směrodatnou odchylkou 1,6 %. [Iz/09]

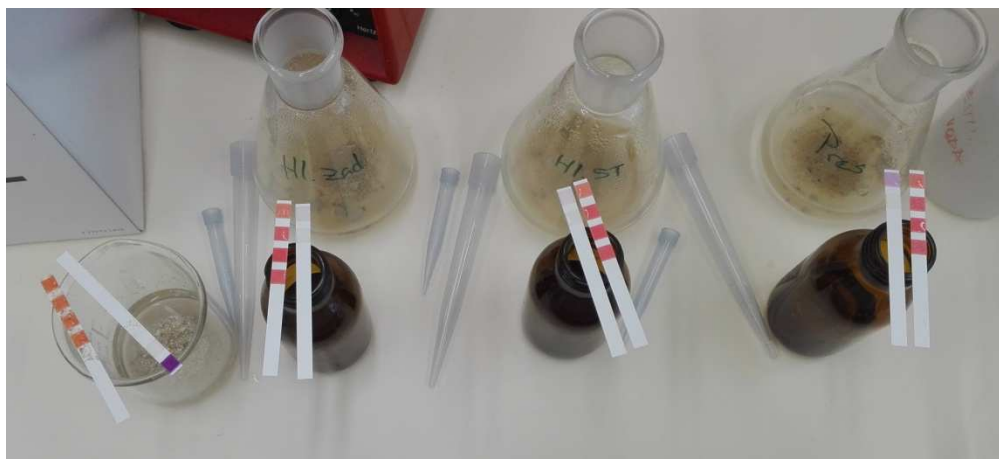
Do zkumavky se odpipetovalo 5 ml vzorku, dále se postupně přidalo 0,6 ml činidla NH₄-1 a jedna mikrolžička činidla NH₄-2. Celá směs se promíchala a nechala 5 minut odstát. Druhé práškové činidlo se muselo všechno rozpustit. Poté se přidaly 4 kapky činidla NH₄-3, směs se opět promíchala a nechala 5 minut reagovat. Nakonec se znovu v kyvetě a fotometru měřil obsah amoniaku. Hodnoty byly pod měřitelnými čísly, čili prakticky nulové.

Vzorek	1	2	3
Obsah amoniaku [mg/l]	0	0	0
Obsah amoniaku [mg/g]	0	0	0

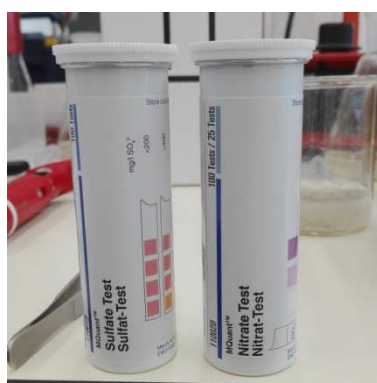
Tabulka. č. 9 změřené obsahy amoniaku

Před zjišťováním obsahu dusičnanů a síranů byl proveden rychlý test na určení jejich přítomnosti. Z důvodu jistoty měřitelných výsledků a také bylo potřeba určit v jakém rozsahu se hodnoty zhruba pohybují. Zkouška se provedla pomocí rychlých orientačních proužkových testů. Zde byl zkoumán i vzorek odebraných výkvětů, aby se potvrdil výskyt solí i v případě, že by ve vzorcích byla díky zředění příliš malá koncentrace.

Na obrázku níže (*obr. č. 77*) je vidět skutečně potvrzenou přítomnost dusičnanů i síranů v levém vzorku. Jedná se o odebrané čisté výkvěty solí. Papírky tudíž ukazují velmi vysoké hodnoty. Ve zbylých zkoumaných vzorcích příliš dusičnanů ani síranů být nemělo. Podle testu kolem 10 mg/l v hl. lodi a v presbytáři 25-50 mg/l dusičnanů. Sířany by měly vycházet předběžně pod 400 mg/l a v presbytáři prakticky minimální.



Obr. č.77. předběžný test na dusičnany a sířany pomocí proužků



Obr. č. 78.; 79. papírkové testy na obsah síranů a dusičnanů; barevná stupnice k vyhodnocení

Dusičnany

V koncentrované kyselině sírové reagují deriváty dusičnanů s derivátem kyseliny benzoové a vytvářejí červeně zbarvenou nitro sloučeninu, jejíž obsah se stanoví opět fotometricky. Interval spolehlivosti metody dodavatel udává $\pm 0,5$ mg/l a relativní směrodatnou odchylku 1,8 %. [Iz/09]

Dle předběžného testu nevyšly koncentrace nikterak vysoké. Vzorky se tudíž už neředily a doufalo se, že se vejdou do měřitelného rozsahu fotometru. Do uzavíratelných zkumavek se nasypala 1 mikrolžička činidla $\text{NO}_3\text{-1}$. Ta se následně zalila druhým činidlem $\text{NO}_3\text{-2}$ (koncentrovanou kyselinou sírovou). Celá směs se protřepala, aby se činidlo 1 plně rozpustilo. Následně se přidalo 1,5 ml zkoumaného

vzorku. Muselo se přilévat pomalu, jelikož se proti zvyklostem lila voda do kyseliny. Ihned nastala očekávaná exotermická reakce a zkumavka se značně zahřála. Vzorek se nechal 10 minut odstát a nakonec přes kyvetu opět vyhodnotil pomocí fotometru.

Vzorek	1	2	3
Obsah dusičnanů [mg/l]	41,3	4,6	6,9
Obsah dusičnanů [mg/g]	1,8	0,21	0,33

Tabulka. č. 10 změřené obsahy dusičnanů

Sírany

Ionty síranů reagují s jodičnanem barnatým, uvolňují se ionty jodičnanu. Tyto oxidují tanin a vytváří se hnědočervená sloučenina, která se vyhodnocuje fotometricky. Interval spolehlivosti metody dodavatel udává ± 10 mg/l s relativní směrodatnou odchylkou 2,9 %. [Iz/09]

Dle předběžného testu vyšly obsahy zhruba v rozsahu měřitelných hodnot, pokračovalo se bez ředění. Do 2,5 ml vzorku se postupně přidaly 2 kapky činidla $\text{SO}_4\text{-1}$ a jedna mikrolžička druhého činidla $\text{SO}_4\text{-2}$. Vše se ve zkumavce promíchalo a po 5 minut zahřívalo ve vodní lázni o teplotě 40 °C. Poté se přidalo 2,5 ml činidla $\text{SO}_4\text{-3}$ a směs se znovu zamíchala.



Obr. č. 80. směs před filtrací, zkoumaly se všechny 4 vzorky

Celá směs se přefiltrovala do nové zkumavky a přidaly se 4 kapky činidla $\text{SO}_4\text{-4}$. Vzorky se znovu zamíchaly a zahřívaly ve vodní lázni s teplotou 40 °C. Tentokrát po dobu 7 minut. Nakonec se přistoupilo k vyhodnocení na fotometru.

Vzorek	1	2	3
Obsah síranů [mg/l]	38	99	50
Obsah síranů [mg/g]	1,65	4,50	2,38

Tabulka. č. 11 změřené obsahy síranů



Obr. č. 81; 82. filtrace; druhý ohřev po dobu 7 minut, v čele je vidět vzorek výkvětů s velikým obsahem síranů

2.4.2 Vyhodnocení

K vyhodnocení zasolení zdiva byla použita tabulka z normy ČSN P 73 0610 (viz. tabulka č. 13 níže). Stupně zasolení jsou udávány pomocí obsahu solí v mg/g nebo pomocí hmotnostní koncentrace v procentech. Vzorky byly vyhodnoceny takto:

Vyhodnocování - shrnutí				
Vzorek	Chloridy	Amoniak	Dusičnany	Sírany
	[mg/g]	[mg/g]	[mg/g]	[mg/g]
1	0,33	0,00	1,80	1,65
2	0,11	0,00	0,21	4,50
3	0,58	0,00	0,33	2,38
	[% hm.]	[% hm.]	[% hm.]	[% hm.]
1	0,03	0,00	0,18	0,17
2	0,01	0,00	0,02	0,45
3	0,06	0,00	0,03	0,24

Tabulka č. 12 shrnutí obsahů solí ve vzorcích

Stupeň zasolení zdiva	Obsah solí v mg/g vzorku a v procentní hmotnosti					
	chloridy		dusičnany		sířany	
	mg/g	% hmotnost	mg/g	% hmotnost	mg/g	% hmotnost
nízký	< 0,75	< 0,075	< 1,0	< 0,1	< 5,0	<0,5
zvýšený	0,75 - 2,0	0,075 - 0,20	1,0 - 2,5	0,1 - 0,25	5,0 - 20	0,5 - 2,0
vysoký	2,0 - 5,0	0,20 - 0,50	2,5 - 5,0	0,25 - 0,50	20 - 50	2,0 - 5,0
velmi vysoký	> 5,0	> 0,50	> 5,0	> 5,0	> 50	>5,0

Tabulka č. 13 hodnocení obsahů solí zdiva podle normy ČSN P 73 0610

Vzorek	Obsah solí ve vzorcích			obsah solí [%]
	Chloridy	Dusičnany	Sířany	
1	nízký	zvýšený	nízký	0,38
2	nízký	nízký	nízký	0,48
3	nízký	nízký	nízký	0,33

Tabulka č. 14 vyhodnocení vzorků dle normy ČSN P 73 0610

Všechny vzorky vykazaly malé koncentrace solí. Je to trochu překvapení, zvláště pak u dusičnanů. Kolem kostela býval hřbitov, jak je zmíněno výše (*viz kap 2.1*). Právě hřbitovy bývají často původci zvýšených obsahů dusičnanů. Zdrojem síranů bývají nejčastěji kyselá deště s nekvalitním spalováním uhlí v okolí, v obci. Hodnoty jsou nízké nejspíš proto, protože jde o čistší interiérové vzorky. Ty nejsou tolik vystavené působení těchto vnějších vlivů. Sířany, které se usazují spíše na fasádě, mají větší ionty než ostatní soli, proto hůře migrují. [Tz/03]

3) Zhodnocení a návrh opravy

Z průzkumů vyplývá, že kostel trpí velmi vysokou vlhkostí, která je způsobena především jeho umístěním ve svahu a absencí účinné ochrany proti vlhkosti. Odvětrávací kanál, který měl nejspíš kostel chránit příliš nefunguje. Nejvíce postiženou oblastí je jižní strana hlavní lodi a věže. Majoritními činiteli jsou tedy zemní vlhkost, podzemní a povrchová voda. Zasolení zdiva, alespoň z interiéru je minimální.

3.1 Možná sanační opatření

Opatření proti zmíněným vlhkostním činitelům je hned několik. Můžeme je rozdělit podle normy ČSN P 73 0610 do dvou základních kategorií na nepřímé metody (sanační omítkové systémy, vzduchoizolační systémy, drenážní systémy) a přímé metody (mechanické, chemické, elektrofyzikální) [Tz/04]

3.1.1 Nepřímé metody

Vzduchové metody - jsou metody založené na zvětšení plochy pro přirozené vysychání materiálu, díky vzduchu proudícímu kolem konstrukce. Intenzita proudění je proto pro návrh a účinnost metody stěžejní. Ideální je dostatečné převýšení pro vzbuzení pohybu vzduchu díky "komínovému efektu". Jedná se o historicky nejstarší dochovaný způsob opatření proti vlhkosti. Podmínkou funkčnosti je zamezení dotace zdiva další vlhkostí a ne příliš vysoká hodnota vlhkosti zdiva. Obecně se doporučuje mezi 4-7 %. Používané metody mají podobu nejčastěji svislých či vodorovných vzduchových dutin a mezer (předstěny, provětrávané podlahy). Dají se použít i otevřené příkopy v oblasti soklu, které jsou účinnější. Musí se ovšem zajistit nepromrzání zeminy pod základy stavby. (anglické dvorky) [Tz/04] [Tz/06]

Metody jsou náročné na stavební úpravy, zásahy do konstrukcí a změny dispozic. Účinnost je v každém případě různá a i v nejlepším z nich ne příliš účinná. Závisí na tepelně vlhkostních parametrech větracího vzduchu. Metody jsou hodně uznávané a podporované památkáři, pokud zásahy do konstrukcí nejsou příliš invazivní. [Tz/06]

3.1.2 Přímé metody

Mechanické - jde především o dodatečné doplnění hydroizolační vrstvy do konstrukce. Není závislé na hodnotách vlhkosti zdiva, na obsahu solí v konstrukci, ani chemizmu zdiva, či velikosti jeho pórů. Má vliv na statiku konstrukce, a proto se musí provedení posoudit statikem a dobře uvážit. V některých případech toto hledisko metodu vylučuje. (klenby, sloupy,..) Obecně se nedoporučuje u zdiva smíšeného a kamenného, pokud nemá jasnou ložnou (vodorovnou) spáru a u zdiva již silně rozrušeného. Jedná se o invazivní metodu a tudíž je často hodnocena památkovou péčí, jako nevyhovující. [Tz/04] [Tz/06]

Toto opatření má výhodu, že odolává i agresivním vlhkostem a je obecně hodnoceno jako nejspolehlivější z dlouhodobého hlediska. Nevýhodou je pokračující degradace materiálů (nebo i zvýšená) pod úrovní provedené izolace. Jako izolační materiály se používají klasické hydroizolace: vyztužené asfaltové pásy, foliové hydroizolace a nebo profilované plechy ze speciálních ocelí.

Nejčastěji se izolace zavádí pomocí postupného prořezávání ložné spáry a jejího zaplňování hydroizolačním materiálem. Prořezávání se provádí pilou, diamantovým lanem či vodním paprskem. Izolace lze vkládat i pomocí postupně vybourávaných otvorů. Izolační plechy se do stěny zatlačují pneumaticky. Ty lze provádět i u kamenného zdiva do tloušťek 1 m. Nevýhodou je osazování plechů do rohů budovy. Obecně řešení detailů nároží a rohu, členitých půdorysů je slabinou mechanických metod. [Tz/04]

Chemické - základem je přerušení kapilárního vzlínání, díky vyplnění otevřeného pórového systému materiálu látkou vodě nepropustnou. Utěsněné póry neumožňují kapilární ani difuzní přenos vlhkosti. Dá se použít i jako opatření proti pronikání radonu. Metodu lze provést, pouze u materiálů s dostatečně velkými póry (10^{-7} m - 10^{-4} m). Dalším omezením je maximální vlhkost materiálu do 50 %. Vodné infuzní roztoky lze nasazovat pouze do vlhkostí 5-7 %. Metoda není vhodná proti tlakovým a agresivním chemickým vodám. Použitá infuzní směs závisí mimo jiné i na pH zdiva. [Tz/04] [Tz/06]

Při provádění dochází k oslabení průřezu zdi, díky navrtání injektážních otvorů. Je nutné návrh staticky posoudit. Musí se brát v úvahu i následné zhoršení tepelně technických vlastností zdiva v místě plných pórů. Rozlišují se dva základní typy injektáže - beztlaková a tlaková. Beztlaková pracuje na principu hydrostatického tlaku, kdy se zaplňují póry vedoucí vodu. Vrtané injektážní otvory musí být blíže u sebe a větších průměrů. Tlaková injektáž oproti tomu omezí počet vrtaných otvorů a zmenší jejich průměr. Zaplňují se při ní i některé póry, co vzlínání nepodporují. Celkově jde o relativně jednoduchou metodu z hlediska provádění. Často však na ní navazují další stavební úpravy, v podobě a doplňování hydroizolací. Památkáři bývá přijímána různě, většinou však negativně. [Tz/04] [Tz/06]

Elektrofyzikální metody - jde o metody užívající princip elektroosmózy známé již od 19. století. Při proudění kapaliny skrz póry materiálu vzniká el. potenciál proudění. Tento el. potenciál, tudíž proudění se dají pomocí uměle vybuzeného el. pole otočit. Molekuly vody vázané na kationty začnou s nimi putovat k zápornému pólu pole. Jde tedy o pohyb vody i solí ze zdiva. Jsou známé čtyři hlavní metody: [Tz/05]

a) Kompenzační metoda: je jí princip spočívá v osazení ocelových vodičů do zdiva. Tyče vodičů se chovají, jako el. dipóly a ve svém okolí vyruší náboje vznikající transportem kapaliny v pórech. Tím vytváří nepropustnou bariéru pro vodu. Zdivo má pak samo přirozeně začít vysychat. Jde pouze o přerušení zdroje vlhkosti. [Tz/05]

- b) Pasivní elektroosmóza: prakticky již nepoužívaná. Funguje na principu elektrod ze stejného materiálu, umístěných v maltě ve zdi a v zemi. Vytvoří se el. článek pomocí rozdílů pH nové malty a starého zdiva. Článek je slabý a dočasný, díky carbonataci a poklesu pH malty. Životnost je 1-3 roky, navíc může být snadno přepólován. Poté naopak vlhkost do zdi nasává. [Tz/05]
- c) Galvanoosmóza: opět jde o princip osazení dvou elektrod. Tentokrát z různých kovů, nejčastěji hliníku a oceli. Ty díky spojení elektrolytem vody v konstrukci vytváří napětí a dochází k transportu vlhkosti ze zdiva. Mají omezenou životnost, jelikož zvláště zemní články korodují elektrolytickým rozpouštěním. [Tz/05]
- d) Aktivní elektroosmóza: vychází z dvou předešlých metod. El. pole je vytvářeno el. proudem z externího zdroje. Je usměrněno a sledováno počítačem. Napětí dosahuje maximálně 6V. I u této metody hodně záleží na kvalitě materiálů provedených elektrod. Řídí se podle ní doba životnosti celého systému. Nejvíce ohrožena je anoda tzv. anodickým rozpouštěním. Nejčastěji je jako materiál pro anodu volen odolný a přitom celkem levný uhlík. Napájecí vodiče bývají z mědi, niklu či nejodolnější titan-platiny. Jsou chráněny od kontaktu s elektrolytem pomocí vodivých plastů (plast s příměsí uhlíku) [Tz/05]

Metody elektroosmózy jsou velice šetrné a bez nutnosti větších, složitějších prací. Lze je uplatňovat na místech, kde jiné metody selhávají (klenby, tenké sloupy,...) Metoda je přijímaná díky své šetrnosti i památkovou péčí. Lze je efektivně využít v městské zástavbě i u vícekrát podsklepených objektů. Proces vysoušení začíná ihned po zapojení do sítě a je možné zdivo vysušit až k minimální možné hodnotě. Nelze je ovšem použít do míst s tlakovou vodou, či míst se stálým pronikáním volné vody. Dnes díky velkému zkvalitnění materiálů je metoda stále více využívána. V zahraničí běžně i pro rychlé vysoušení novostaveb. Je potřeba odlišit odborné firmy od "šarlatánských". Ty nabízejí metody, které fyzikálně nefungují a nebo nepoužívají kvalitní výrobky a materiály. [Tz/06]

3.2 Sanace zvýšené vlhkosti nepřímou metodou

3.2.1 Provětrávaný kanál u soklu

Kolem kostela, jak je zmíněno výše (*viz. kap. 2.1*) se již dříve pokoušeli stavitelé řešit problémy se zvýšenou vlhkostí zdiva. Měli omezené možnosti a proto nejspíš použili právě nepřímou sanační metodu vzduchových kanálů. Dříve naprosto běžné a skoro jediné možné dodatečné opatření proti vyšší vlhkosti zdiva. Jak bylo již řečeno, už v základu nejde o příliš účinnou metodu, spíše doplňkovou.

Otázkou je, jak a jestli systém vůbec fungoval. Postupem času a zanedbanou údržbou (i když byl kanál pročištěn koncem minulého století) však určitě fungovat přestal. Větrací průduchy, které by měly zajišťovat větrání kanálu, jsou dnes prakticky všechny ucpany odpadem. Kryt žlabu nedovoluje bez větších zásahů podrobnější průzkum. Je pravděpodobné, že kanál bude silně zavlhlý a zanesený. Nejspíše tedy naopak vlhkost u zdiva drží. Díky děravému krytu u opěráku na jižní straně, kde hloubka činí podle zaměření 1 m, se zdá, že kanál ani nedosahuje úrovně podlahy kostela. Tudíž nemohl být nijak zvlášť účinný, vlhkost, či voda klidně projde pod ním.



Obr. č. 83; 84. prostor mezi 1. opěrákem a oratoří na severu s propadlou krycí deskou žlabu; pohled do větracího žlabu

Bylo by potřeba sundat kryt žlabu, aby byl zjištěn jeho aktuální stav a výšková úroveň dna. Měl by být celý pročištěn včetně větracích otvorů. Ty by byly opatřeny v horní části nerezovou (netřenou, kvůli estetice) mřížkou proti vnikání nečistot. Pro zlepšení vysychání by měla být ideálně odstraněna betonová část, nalitá na kostelní zdivo. Podepření zastřešujících desek by se řešilo přes děrovaný, ocelový, pozinkovaný L úhelník kotvený do zdiva. (viz výkres 2.08) Dle zmíněných indicií by bylo nejspíš potřeba na jižní straně kanál odbourat a prohloubit. Nejméně na úroveň podlahy kostelní lodě. Musí se předem ověřit hloubka založení kostela, aby nedocházelo k promrzání základové spáry. (Je možné, že právě z tohoto důvodu již žlab nešel osadit níž.)

Nová kostra žlabu by se provedla z prefabrikovaných betonových L profilů, které by se svázaly ve vrchní části betonovým věncem. Dno by bylo spádováno betonem směrem od kostelní zdi. Celý kanál by měl spád směrem k sakristii - kopíroval by sklon podlahy kostelní lodě. Z vrchní strany, by byl zastřešen panely PZD a zaizolován hydroizolační folií z bitumenových pásů. Ta by byla mech. kotvena na kostelní zeď a skryta pod fasádní omítkou. Na druhé straně by končila nad převazujícím věncem. Na izolaci by se položila dlažba z pískovcových desek odpovídajících dochovaným. Desky by se ukládaly do flexibilní malty pro exteriéry. Pískovec by měl materiálově navázat na cestu jdoucí k faře, která je dlážděna pískovcovými kostkami.



Obr. č. 85. pohled úzkou propadlinou do žlabu na jižní straně, patrný stejný styl jako v severní části a vrstva nečistot na dně.

3.2.2 Okapové svody a dešťová voda

Dále by se měla věnovat pozornost okapovým svodům. Měly by se odstranit stávající betonované žlábků, které mají odvádět srážkovou vodu pouze za hranici větracího žlabu. Kde je už voda přirozeně zasakována. Zvlhčuje se tím zemina a celý prostor v blízkosti kostelních zdí. Nově by se svody opravily a svedly pod úroveň okap. chodníčku do trubek KG. Ty by byly vedeny pod zemí do sběrné nádrže na severní straně. Zachycená voda by mohla sloužit pro účely údržby kostela (mytí, zalévání květin,..), či veřejné potřebě. Využívat by se mohla i v zamýšlené nové kavárně, která by měla vzniknout při celkové revitalizaci prostoru za kostelem. Svodné potrubí by bylo osazeno revizními šachtami cca po 25 m, rozmístěnými dle výkresu 2.07.

Přepad z nádrže by mohl být zaústěn do stoky, která vede pod dvorem fary a měla by ústít do městského Fortenského rybníka. Stoka je již stará, a tak by se nejdříve musel učinit průzkum její průchodnosti. Případně by se přepad zaústil do kanalizace obce na východ od kostela v ulici Tovární. Nádrž by dle nároků kavárny ve výpočtu jejího objemu, měla mít obsah alespoň 7 m³. Maximální množství dešťové vody za výpočtový časový úsek, které vyplývá z průměrného ročního úhrnu srážek pro daný region, vychází 14,3 m³. Z hlediska začínajících změn klimatu, díky kterým se srážky stávají více nárazovými a doba mezi nimi se prodlužuje, se raději navrhuje osadit větší samonosnou jímku o obsahu 9 m³. Kdyby jímka i tak nedokázala časem pokrýt období bez srážek, dá se jímací kapacita rozšířit o další nádrž. Ta by se umístila za přepad této první nádrže.

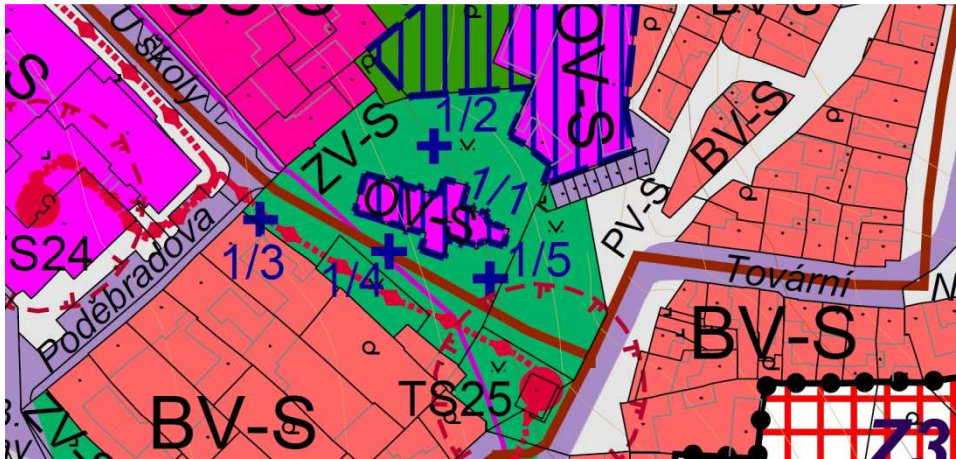


Obr. č. 86. pohled na severní stěnu presbytáře, viditelné větrací otvory a betonový žlab na odvod dešťové vody

3.2.3 Drenážní žebro

Dalším opatřením by mělo být vytvoření drenážního žebra z jižní a jiho-západní strany. To by oddělilo a přeťalo veškeré podzemní trativody vlhkosti a podzemní vody ze svahu nad kostelem. Pomocí dvojice drenážních trubek by byl případná zachycená voda svedena za SV roh sakristie. Zde by mohla být bezpečně zasakována. Plocha drenáže by se rozšířila zhruba 0,5 m vysokým štěrkovým obsypem trubek. Celý blok by byl obalen proti zanášení geotextilií o vyšší gramáži a znovu zasypán zeminou. Výkop by měl být nejspíš na svém začátku pažený, dokud by jeho hloubka nepoklesla pod 1,5 m. Maximální hloubka výkopu o moc nepřesahuje bezpečnou mez a uvážení je na stavbyvedoucím a geotechnikovi. Rýha by měla být široká min 0,6 m pro možný pohyb osob.

Prostor kolem kostela je celkem stísněný, díky vedení technických sítí a v celku blízko stojící soše sv. Jana Nepomuckého. (viz kap. 2, výkresy č. 2.07, 1.16) Výkop by musel být v této části pažený a socha staticky zajištěna. V oblasti začátku žebra u JZ rohu chrámu, by se musela zjistit přesná poloha komunikační sítě, aby nedošlo k jejímu porušení. Po dohodě s investorem by se dalo žebro protáhnout a začít podél západního průčelí, na opačné straně přístupového chodníčku ke kostelu. Ten by při té příležitosti, mohl být znovu vydlážděn. Nynější betonová zámková dlažba by se nahradila opět pískovcovými kostkami pro sjednocení materiálů.



Obr. č. 87. výsek koordinačního výkresu z územního plánu města (hnědě - kanalizační sběrač, růžová s tečkami - vedení VN 22 kV kabelové podzemní, čárkovaná růžová kružnice s kruhem uprostřed - trafostanice s ochranným pásmem, fialová - komunikační vedení [Iz/10])

Pro ušetření zemních prací, by se ve výkopu, nad drenáží vedlo i ležaté potrubí dešťové kanalizace. To by vycházelo z oblasti pravé oratoře až skoro na konec, po zmiňovaný roh sakristie. Žebro by bylo spádováno 1,5 %. V oblasti vedení dešťové kanalizace by se přizpůsobilo jejímu sklonu 5 %. Úroveň dna výkopu by ležela v celé délce alespoň 0,2 m pod úrovní kostelní podlahy. Nejhlubší část výkopu (skoro 1,8 m) vychází u prvního lodního opěráku před sochou světce. Bohužel by se muselo přistoupit k odstranění vzrostlého tisu v rohu mezi oratoří a presbytářem. Jednak kvůli výkopu drenáže a svodům dešťové kanalizace. I pro oslunění stěny kostela a její lepší vysychání a pro zrušení úkrytu vandalů.



Obr. č. 88. pohled od JV, vlevo je patrná socha sv. Jana Nepomuckého a ve středu za kamenným podstavcem kříže zmíněný tis.

3.2.4 Shrnutí

Všechna výše popsaná opatření by musela probíhat za dohledu příslušného pracovníka NPÚ. Návrhy byly již jednou konzultovány s paní památkářkou ing. arch. Evou Volfovou, pracovnící NPÚ útvaru oddělení grantů. Dle konzultace by se dalo přistoupit k průzkumu a pročištění větracího kanálu. Poté, pokud by se vyhodnotila potřeba větších zásahů a úprav žlabu, může se přistoupit k dalším úpravám. Vše musí předcházet archeologický průzkum pozemku kolem kostela. Pozemek bývalého hřbitova nebyl dosud plně prozkoumán. Zhotovením drenážního žebra, by se pak mělo znovu zvážit. Je možné, že samotné vedení místní kanalizace účinky zamýšlené drenáže částečně splňuje. Kanalizace je uložena snad až v 3 m hloubce. Výkop a zásyp kanalizační trubky do pískového lože, též narušil místní poměry podzemní vody. Voda se může stahovat a možná i odtékat podél kanalizační trubky.

3.3 Sanace zvýšené vlhkosti přímou metodou

Po zvážení všech možností sanačních opatření bylo přistoupeno k užití mírné aktivní drátové elektroosmózy. Ostatní nejčastěji používané metody (*viz kap. 3.1*) vyřadila hlavně vyšší pracnost a invazivnost vůči historickým konstrukcím.

3.3.1 Výběr vhodné varianty

Mechanické metody podřezání objektu a doplnění hydroizolací by se u tak tlustého zdiva, navíc kamenného bez ložné spáry, provádělo obtížně. Zvláště podřezání jižní stěny by bylo prakticky nemožné. Z památkového hlediska je na překážku "obětování" zdiva pod izolací a značné zásahy do historicky cenného objektu. To platí i pro metodu zarážení plechů, která nevyhoví už díky nevhodnosti zdiva stěn. Negativní působení vibrací na statiku objektu a nemožnost provedení izolace díky členitosti půdorysu (nároží a rohy) ani nemusí být příliš zmíněna.

Chemické metody nevyhovují opět z hlediska komplikovaného provádění, hlavně v oblasti jižní stěny. Zeď by se musela celá odkopat a opatřit svislou hydroizolací. To je těžko představitelné nejen pro památkáře, ale i z důvodu provedení detailů v okolí větracího žlabu. Památkové péči se nelíbí i samotný princip metody, kdy je do dobově cenného materiálu přidáván z cela nový, nedostatečně prověřený. Dalším hlediskem je síla zdi. U takto širokých prvků je spolehlivé proinjektování složité a drahé.

Zbývá tedy sanace pomocí elektrofyzikálních metod. Nejjistější je princip mírné drátové elektroosmózy. Metoda je výhodná u objektů s různou úrovní okolního terénu. Je jednoduchá na provádění a minimálně naruší konstrukci. Při konzultaci na NPÚ, byla metoda i přes počáteční nedůvěru v její dlouhodobou účinnost přijata jako ideální.

3.3.2 Návrh řešení

Návrh systému byl konzultován s panem ing. Michaelem Balíkem CSc. asi největším propagátorem a odborníkem mírné elektroosmózy u nás. Dále byl probrán i s managerem staveb panem Petrem Zlámalem ze společnosti PRINS. Ta se dlouhodobě zabývá sanačními opatřeními proti vlhkosti. Celkem byly vytvořeny čtyři varianty vedení a rozmístění elektrod. (viz příloha 2., výkresy 2.03 - 2.06)

Hl. zásady návrhu jsou dodržet mezi katodami rozestupy maximálně 5 m, podle pana Zlámala ideálně 4 m. Do návrhu z hlediska ceny a funkčnosti je brána rozteč 4,5 m. Další pravidlo je, že kladná elektroda nesmí být umístěna bez příslušného projektového ošetření pod úroveň terénu. Fungovala by pak opačně jako "pumpa". Ideální umístění je nad vysychací zónu. Na nárožích budovy je dle zkušeností pan Balíka kladná elektroda zbytečná. Naproti tomu z hlediska provádění pan Zlámál přerušení elektrody nedoporučuje. Ušetření finančních prostředků nakonec není tak veliké, oproti ohrožení trvanlivosti celého systému provedením dalších méně spolehlivých spojů. V návrhu tedy vodič anody zůstává průběžný i přes nároží, nedojde pouze k osazení grafitové sítěky zvyšující její účinnost. Ve výkresech nejsou značený kontrolní body, ty vyhodnotí prováděcí firma, dle obvodů zapojení. Umisťují se běžně po 25 m obvodu.



Obr. č. 89. vyrovnávací malta před osazením anody, foto z instalace firmy Prins na domě v ul. Slávy Horníka 39 - Košiče

V první variantě A je vedena kladná elektroda převážně vnitřkem budovy a i zemní záporné elektrody jsou vrtány a osazovány z interiéru. Je výhodné mít elektrody na stejné straně zdi, díky jednoduššímu provádění propojovacího vedení. Interiér je volen též z důvodu rychlejšího vysychání zdiva v blízkosti anody. Pouze oratoře, díky své členitosti, tudíž vyšší pracnosti, byly ošetřeny ze strany vnější. Tam záleží provedení zemních elektrod na stavu větracího žlabu. Propojení vedení by zajišťovaly vrty skrz stěnu v rozích u presbytáře a u hl. lodi.

Ve variantě B je jedinou změnou, vytažená anoda na fasádu, kvůli nepoškození omítek presbytáře. Katody už zůstávají pro lepší přístupnost v interiéru. Speciální vodič anody je přerušován na opěrácích, zde už je úspora ceny výraznější, než u nároží. Propojení s okruhem uvnitř zajišťují vrty v rozích mezi hl. lodí a oratoří. Další vedou skrz čelní opěráky presbytáře u sakristie. Řídící skříňka je osazena u všech variant shodně, a to v sakristii na stěně u presbytáře.

Obě varianty bohužel vyloučilo omezení ze strany památkové péče. Ta určila výškové limity pro zasahování do interiérových omítek. V presbytáři dovoluje pouze do výšky 0,5 m nad podlahou (zde je již omítka nová a není potřeba chránit). V hlavní lodi pak umožňují jít do výšky zhruba 1 m. Předsíň, sakristie a prostor pod kruchtou jsou již zcela volné. Díky svému pozdějšímu vzniku nejsou z pohledu NPÚ zajímavé. Pro fasády platí omezení 2 m nad terénem. Problémy s limity mají návrhy hlavně na jižní stěně, kde je kladná elektroda vedena kvůli zapuštění kostela do svahu ve výšce takřka 2 m.



Obr. č. 90. osazená anoda s rozšiřující síťovinou a připravena průchodka pro spojovací vodič, foto z instalace firmy Prins na domě v ul. V Cibulkách 358/54 - Košře

Varianta C opouští s anodou vnitřní prostory takřka úplně. Anoda musí zůstat uvnitř pouze v oblasti věže, hlavně kvůli mocnosti konstrukcí a nemožnosti instalace do Lurdské jeskyně. Katody jsou pro nejasnost stavu, tvaru a průběhu venkovního větracího kanálu z většiny stále ponechány pro montáž z vnitřku kostela. Pokud by se potvrdil předpokládaný průběh kanálu po celém obvodu budovy v dostatečné hloubce a šířce, pak by bylo lepší provést instalaci podle návrhu D.

Varianta D již opouští zcela interiérové prostory budovy a je prováděna v maximální možné míře z exteriéru. Sakristie je ošetřena zevnitř pouze z důvodu finanční úspory. Ušetří se jedna zemní elektroda a více jak 2 m anody (podle předběžného nacenění úspora cca 12 000 Kč) Při konzultaci s panem Balíkem vznikla ještě jedna přípustná alternativa této varianty. (Ta již nebyla skreslena) Pokud by se vzduchový kanál celý předělával, vyplatí se obě elektrody do něho schovat. Zemní klasicky zavrtat do středu paty stěny, před osazením betonových L prefabrikátů.

Kladnou elektrodu následně vést těsně pod PZD deskou stropu. Jelikož by byla pod úrovní terénu, bylo by nutné ji pro jistotu před průsakem vody překrýt hydroizolací. Z památkového hlediska by se jednalo o nejideálnější variantu.



Obr. č. 91.; 92. překrytá anoda maltou se zvýšenou vodivostí; připravené zakončení anody na propojení s anodou o etáž výš, modrý propojovací kabel vedoucí ke katodě, foto z instalace firmy Prins na domě v ul. Slávy Horníka 39 - Košiče

3.3.3 Shrnutí

Na výkresech je uváděna vždy metráž anody a počty katod. Je vyčleněna sakristie z důvodu zvážení investora, zda v ní vůbec vedení elektroosmózy osazovat. Dle předběžného rozpočtu se jedná o úsporu minimálně 70 000 Kč. Z průzkumů vlhkosti vyplývá, že sakristie příliš vlhká není. Mohla by jí tedy dostatečně pomoci pouze nepřímá sanační opatření.

Montáž by začala vysekáním pásu omítky nutného pouze pro pohodlné osazení anody. Následně by se zdivu proškrábaly spáry a vyrovnalo by se vodivou cementovou maltou. Po vytvrdnutí by se natáhla rozšiřující vodivá síťovina šířky 250 mm (síť ze skelných vláken potažená vodivým lakem na bázi uhlíku) s kontaktním vodičem anody (titanový vodič obalený vodivým plastem). Ty se vodivým lepidlem na cementové bázi bodově přilepí na vyrovnaný podklad. Celá elektroda se následně po provedení všech spojů a osazení kontrolních bodů překryje maltou se zvýšenou vodivostí. V průběhu se vyvrtají otvory pro zemní elektrody \varnothing 16 či 28 mm běžně do hloubky 1m. Osadí se katody (grafitové tyče obalené vodivým plastem) a zalijí se grafitovým voskem. Proveďte se vzájemné propojení katod a katod s anodou. Vše se připojí na řídicí skříňku, která sama řídí velikost el. proudu podle vlhkosti zdiva. [Iz/11]

Po vysušení dojde ke krystalizaci zbytkových solí. Ty by zbytečně mohly narušit otlučené zdivo, či novou omítku. Proto se do této doby stará omítku pod kladnou elektrodou nechává. Pomůže zdivo i odsolit. Na konec by se provedla nová sanační omítku a výmalba. Zmiňovaný předběžný cenový odhad byl poskytnut panem Zlámallem z firmy Prins. Nezahrnuje zednické práce pouze materiál a zhotovení funkční

elektroosmotické soustavy. Celá instalace i se sakristií předběžně vychází kolem 1 mil Kč. Jedná se o systém Witro užívající metodu Elkinet a životnost systému se udává 90 let. [Iz/11] [Tz/05]

3.4 Vysychání pomocí přirozeného větrání

Pro teoretický případ rozhodnutí investora neinstalovat systém elektroosmózy a zvolit jiný výše zmíněný způsob zamezení dotace konstrukce vlhkostí, by kostel zůstal vysoušen pouze pomocí přirozeného větrání. Čas po který by budova vysychala, byl zjednodušeně modelován v programu Wufi 2D. Pro představu o vnitřním prostředí v kostele a k získání dat pro zadání okrajových podmínek výpočtu, byla tepelně vlhkostní situace v objektu monitorována po dobu 5 a půl měsíce. Do kostela byl osazen datový logger zaznamenávající teplotu a relativní vlhkost vzduchu od firmy Comet typ S3121 s externí sondou. Byl zavěšen z prvního stropního otvoru do krovu, za vítězným obloukem nad oltářem v hlavní lodi. Byl spuštěn asi 3,5 m pod stropní konstrukci. Musel být v prostoru, aby nebyl ovlivňován zářením od konstrukcí. Potřebná data exteriéru, byla získána z měřičů Univerzitního centra energeticky efektivních budov (UCEEB) pro ČVUT v Praze v Buštěhradu. Výsledný graf průběhů teplot, vlhkostí a relativní vlhkostí vzduchu je v příloze č. 3c.



Obr. č. 93.; 94. datový logger Comet; zavěšený logger z prvního stropního otvoru nad oltářem, cca 3,5 m pod stropní klenbou

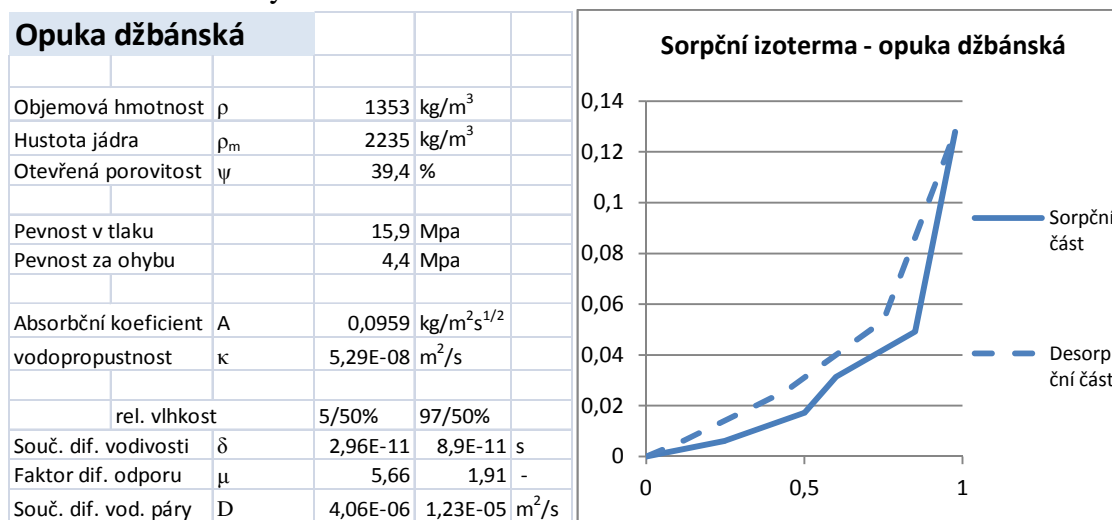
Z výše zmíněného grafu je patrné opoždění a omezení výkyvů venkovního prostředí oproti prostředí vnitřnímu. To je způsobeno u relativní vlhkosti malým množstvím větraného vzduchu a u teploty velkou tepelnou setrvačností značně širokého kamenného zdiva. Ta určuje i období, kdy by se mělo správně větrat. Ideálním stavem pro přirozené vysychání, by bylo větrání v době, kdy vnější vzduch je studenější, než prostředí a hlavně stěny v kostele. Studený vzduch s vyšší relativní vlhkostí, ale nízkým obsahem vodní páry, by se v prostoru ohřál. Zvýšil tím svou možnost příjmu další vodní páru. Relativní vlhkost by mu poklesla. Vodní páru by odebral ze zdiva a odvedl s sebou do exteriéru. Takové období je například patrné v grafu v září a začátkem října a pokračuje více méně až do prosince.

Situace opačná, kdy by se větrat nemělo, nastává na jaře. Podobný charakter vidíme v grafu ještě v červenci. Větráním v tomto období, riskujeme kondenzaci na studenějších površích zdí. Teplý vzduch s nižší relativní vlhkostí, ale s vyšším obsahem vodní páry se dokáže ochladit na doposud studených stěnách ze zimního období natolik, že tím ztratí schopnost pojmout tolik vodní páry, kolik obsahuje. Ta se vysráží na povrchu zdiva, do kterého se následně vsákne.

Na grafu bylo ve větším měřítku patrné lokální nepatrné výkyvy v naměřených interiérových hodnotách způsobené provozem kostela. Projevují se zvýšenou vlhkostí a nepatrně teplotou. Zdrojem obojího jsou přítomní lidé, kteří vlhkost zvyšují, jednak vypařováním vodní páry z organismu (dýchání, pocení,...). V zimních či deštivých podmínkách přináší vlhkost i na oděvech či obutí. Tuto dodatečnou vlhkost by bylo ideální též větráním odvádět.

3.4.1 Odhad doby vysychání

Hlavní stavební materiál kostelního zdiva je nejspíš Džbánská opuka. Vyplyvá to z blízké polohy Nového Strašecí u významných historických lomů v oblasti planiny Džbán. Dodnes se v této oblasti rozkládající se v okolí obcí Řevničov, Mutějovice a Hředle, těží opuka v lomu Třeboc. [Tz/07] Materiálové charakteristiky pro tuto opuku, byly zjištěny z odborného článku paní doc. Vejmelkové a spolupracovníků z katedry materiálového inženýrství a chemie na fakultě stavební ČVUT v Praze.



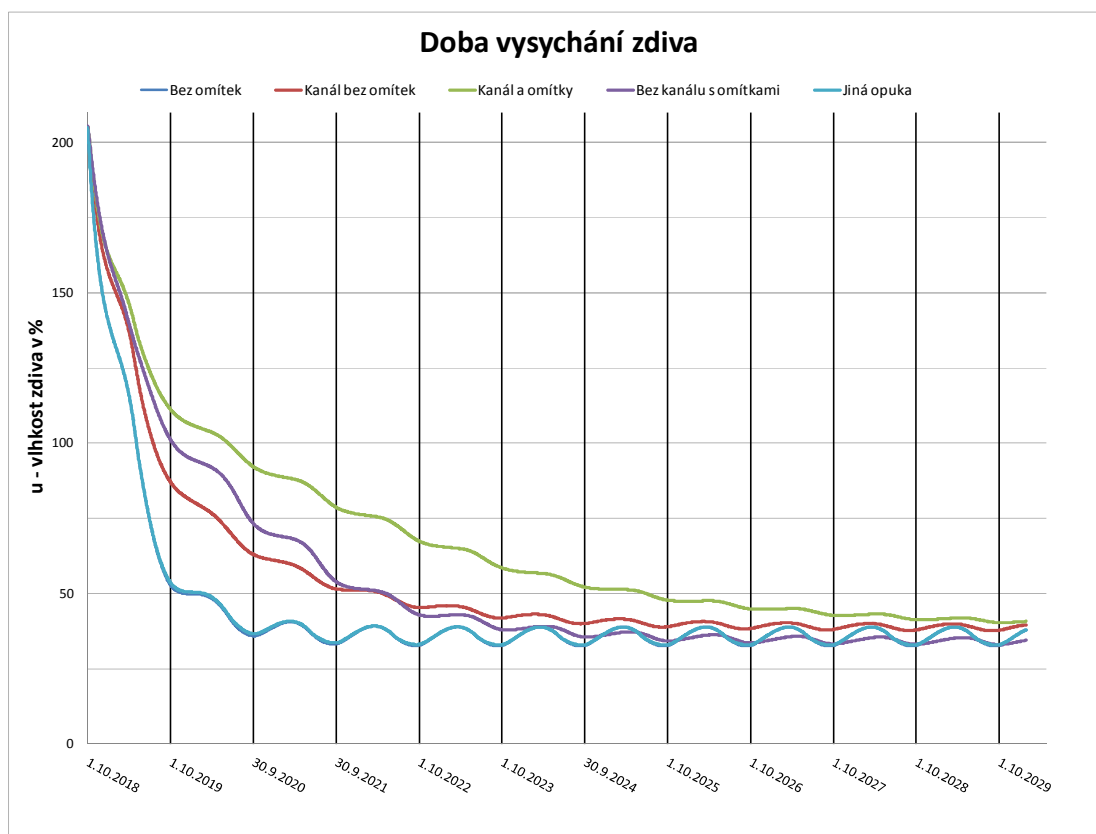
Tab. č. 15 - Tabulka materiálových charakteristik opuky sorpční izoterma i s desorpční větví [Tz/07]

Bylo simulováno celkem pět modelových situací. Stanovovala se na nich doba, za kterou se vlhkost ve zdivu ustálí na úrovni odpovídající relativní vlhkosti okolních prostředí, dle desorpční větve sorpční křivky. Zkoumaly se dva typy stávající stěny. V úrovni větracího kanálu, ve kterém se uvažovalo vlhčí prostředí než exteriérové. Druhý případ, kde je zdivo přímo v kontaktu s venkovním prostředím. Vždy šlo o šířku zdiva 1,2 m.

Díky zaplněným pórům vodou zdivo zpočátku vysychá pomocí kapilárního vedení. Jde o rychlý transport vody k povrchům, tudíž má křivka v grafu výrazný klesající charakter. Postupně, díky úbytku vody v pórech, se vysychání zpomaluje. Po vyschnutí okrajových vrstev materiálu přebírá transportní roli difúze. Tento přechod je charakterizován výrazným ohnutím a napřímením křivky grafu. Vysychání pak závisí na zvětšující se šířce suchého materiálu od okrajů a difúzním odporu této vrstvy.

První situace (*zelená křivka viz graf 37*) zobrazuje čas vyschnutí při současném stavu. Z interiéru je zdivo opatřeno 3 cm tlustou omítkou a z exteriéru je betonová stěna kanálu šíře 6 cm. Takto by se zdivo dostalo na rovnovážnou vlhkost až zhruba po 11 letech. V další situaci (*fialová křivka*) bylo zdivo pouze omítnuté z obou stran omítkou tl. 3 cm. V takovém případě by zdivo vyschlo po sedmi letech. Na grafu je patrné, že by obě varianty následně tolik nereagovaly na změny vlhkostních podmínek okolního prostředí.

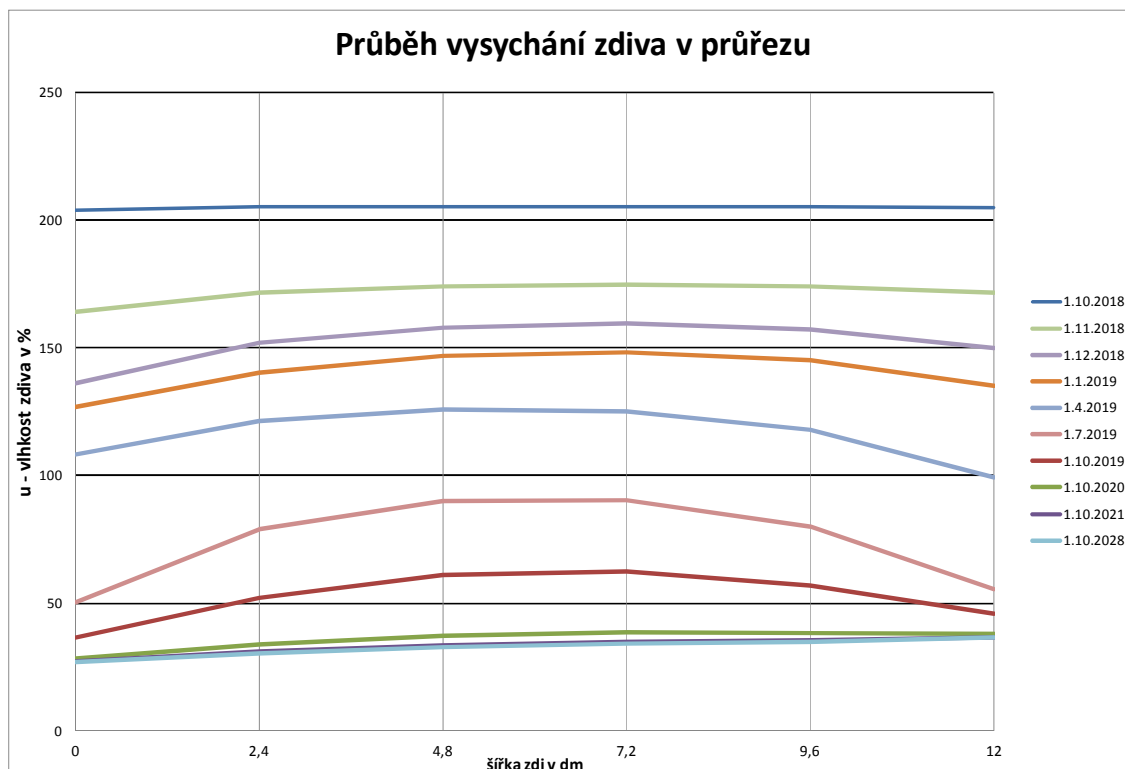
Oba zkoumané typy zdi byly modelovány i pro případy otlučení stávajících omítek. Při tomto opatření se urychlilo vysychání hlavně v prvních letech. Varianta s větracím žlabem (*červená křivka*) díky otlučení vnitřní omítky dosáhne zkrácení času pro ustálení vlhkosti z 11 na zhruba 7 let. Varianta bez omítek tedy samotného opukového zdiva, dopadla dle předpokladů nejlépe. Dokáže vyschnout za tři roky (*modrá křivka*). Je patrné, že následně po vyschnutí více reaguje na změny vlhkostí okolí. Bylo by tedy vhodné, omítky shodit jen na nezbytnou dobu 3 let a pak je znovu obnovit.



Graf č. 37 průběh přirozeného vysychání zdiva

Pro kontrolu správnosti vložených parametrů opuky, byla simulována varianta s programem definovaným obdobným materiálem (pískovec). Ten měl vyšší faktor difúzního odporu rovný 25. V grafu je reprezentován bledě modrou barvou a splýnul s variantou čtyři - samotné opuky. I oproti značné šířce zdiva, hraje velkou roli při vysychání omítkové souvrství. Protáhne vysychání až o několik let.

Do grafu 38 byl zanesen průběh vysychání po průřezu zdi. Jedná se o případ pouhé zdi bez omítek. Na levé straně jsou nastaveny vlhkostní a teplotní podmínky exteriéru, vpravo pak interiéru. Je vidět, že dokud je v pórech dost vody a funguje kapilární vedení, výška reprezentující obsah vlhkosti rychle poklesá. Navíc profil je spíše přímkový. Jak vody ubývá a větší roli začíná hrát difúze, pomalu se profil ohýbá a proces zpomaluje. U hodně difúzně otevřených materiálů by zakřivení nebylo prakticky znatelné, jelikož vlhkost může putovat materiálem takřka stejně rychle, jako kapilárním procesem. Naopak pro difúzně těžko prostupné materiály, by zakřivení bylo veliké. Doba pro transport vlhkosti na okraje ke kontaktu se vzduchem okolního prostředí, by byla velmi dlouhá.



Graf č. 38 - průběh přirozeného vysychání po průřezu zdiva

3.4.2 Shrnutí

Z modelových situací vyplývá, že by určitě mělo dojít k otlučení omítek, alespoň tam, kde to památkáři dovolují (viz kap. 3.3.2). Tím by se proces vysychání urychlil. Po vyschnutí by se zdivo opět omítko sanační omítkou. I tak by vysychání pouze pomocí větrání venkovním vzduchem, trvalo celkem dlouho. Nejméně 3 roky. Muselo by se větrat koncem léta, na podzim a v zimním období. Zimní vzduch bez dostatečného ohřevu nemá příliš velkou kapacitu pro odvod vlhkosti. Navíc by prodlužoval dobu

možné kondenzace na zdech v jarním období, díky většímu podchlazení zdiva. Také pro fungování kostela, by takové větrání bylo nepříjemné. Vnitřní prostor by se tedy nejspíš musel vytápět.

Dalo by se zhotovit vytápění v podlaze bloků lavic (např. elektrické konvektory). Ty by nasávaly u podlahy studený vzduch a ohřátý vpouštěly do blízkého okolí lidí a stěn. Teplý vzduch by odváděl vlhkost z tohoto prostoru a stoupal ke stropu lodi. Zde by mohl být odvětráván skrz otvory ve stropní konstrukci (viz *kap. 2.2.3*) Aby nedocházelo k zavlhčování prostoru krovu a možné degradaci dřevěných prvků, muselo by se nainstalovat do otvorů odvodní potrubí. To by mohlo vést krovem pod středovou lávkou a ústít do sanktusové vížky. Odsávání by mohlo fungovat přirozeně, díky velkému převýšení a účinkům větru. Proudící vítr kolem sanktusky, by vytvářel v ústí potrubí podtlak.

Základním předpokladem ale stále zůstává zamezení zdrojům vlhkosti v další dotaci zdiva. Bez jakýchkoli takových opatření přirozené větrání nemá kapacitu kostelní zdivo vysušit.

4) Závěr

Tato diplomová práce se zabývala zaměřením, zjednodušeným stavebně technickým a stavebně historickým průzkumem. Řešila problémy zavlhání kostelních stěn a poruch tím vzniklých. Proběhlo měření obsahu vlhkosti a množství solí ve zdivu. Byla navržena kombinace přímé a nepřímé sanační metody pro jistou účinnost snižování vlhkosti. V závěru práce, bylo popsáno vysychání stěn pomocí přirozeného odvětrávání.

Práce by měla posloužit v praxi, alespoň jako návrh možností, jak postupovat při opravě Stražeckého kostela. Stěžejním je provést ještě průzkum větracího kanálu kolem budovy. Podle jeho stavu by se rozhodlo o dalším postupu provádění jeho revitalizace a drenážního žebra. Určitě by se mělo provést svedení dešťových vod z okapových svodů co nejdále od kostelní budovy. Pro další zabránění vnikání vlhkosti do konstrukce, by se měla nainstalovat mírná drátová elektroosmóza. Ta urychlí i vysychání zdiva. Přirozené větrání je pomalé, nevykonné a bez zamezení vnikání další vody do konstrukcí nedostačující. Je také možnost provést pouze nepřímá sanační opatření a kostel znovu omítnout sanační omítkou. Jedná se asi o nejjednodušší a nejlevnější variantu. Řeší ovšem pouze následky a ne příčiny problémů. Tudíž by se musela často opakovat. Po nasycení by omítka byla opět otlučena a provedena znovu. Návrhy byly konzultovány na Národním památkovém ústavu v Praze, kde nebyly předběžně rozporovány. Bylo by i přesto nutné konzultovat pozdější přesný návrh a postupovat v součinnosti s odpovídajícím pracovníkem NPÚ.

Jsem rád, že jsem se mohl díky této práci poznat a konzultovat s odborníky z praxe. Jsem vděčný za jejich čas, který mi věnovali a za předání pro mne nových poznatků.

5) Seznam použité literatury

5.1 Publikované tištěné zdroje

[Tz/01] ČERNÝ, Jan. Mají od starodávna na pečeti hlavu člověčskou: vybrané kapitoly z dějin města Nového Strašecí. Nové Strašecí: Město Nové Strašecí, 2013. ISBN 978-80-903054-3-4.

[Tz/02] PREINHELTER, Václav, ČERNÝ, Jan, ed. Novostrašecká kronika Václava Preinheltra z let 1801-1834 a další písmácké texty z přelomu 18. a 19. století v regionu: edice vyprávěcích pramenů. Nové Strašecí: Město Nové Strašecí, 2008. ISBN 978-80-86772-32-5.

[Tz/03] BALÍK, Michael. Odvlhčování staveb. 2., přeprac. vyd. Praha: Grada, 2008. Stavitel. ISBN 978-80-247-2693-9.

[Tz/04] WITZANY, Jiří, Richard WASSERBAUER, Tomáš ČEJKA, Klára KROFTOVÁ a Radek ZIGLER. Obnova a rekonstrukce staveb: poruchy, degradace, sanace. 2. přepracované vydání. V Praze: České vysoké učení technické, 2018. Stavitel. ISBN 978-80-01-06360-6.

[Tz/05] BALÍK, Lukáš. Využití elektroosmózy k dodatečnému vysoušení zdiva. Praha, 2004. Disertační práce. ČVUT v Praze. Vedoucí práce Doc. Ing. Luboš Svoboda, CSc.

[Tz/06] BALÍK, Michael. Vysušování zdiva. 2. rozš. vyd. Praha: Grada, 1999. ISBN 80-716-9856-3.

[Tz/07] HRUŠKA, Jiří. Degradace vybraných sedimentárních hornin krystalizujícími solemi. 2017. Diplomová práce. ČVUT v Praze. Vedoucí práce Doc. Ing. Martin Keppert, Ph.D.

[Tz/08] VEJMEKOVÁ, E., M. KEPPERT, P. REITERMAN a R. ČERNÝ. Mechanical, hygric and thermal properties of building stones. WIT Transactions on The Built Environment. Wit Press, 2013, 2013-06-25, , 357-367. DOI: 10.2495/STR130301. ISSN 1743-3509. Dostupné také z: <http://library.witpress.com/viewpaper.asp?pcode=STR13-030-1>

5.2 Internetové zdroje

[Iz/01] Nové Strašecí: oficiální stránky města [online]. Galileo Corporation s.r.o, 2018 [cit. 2018-12-26]. Dostupné z: <https://www.novestraseci.cz/o-meste/obecne-informace/>

[Iz/02] Wikipedie: otevřená encyklopedie [online]. [cit. 2018-12-26]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Nov%C3%A9_Stra%C5%A1ec%C3%AD

[Iz/03] Svazek obcí mikroregionu Novostrašecsko: se sídlem v Novém Strašecí [online]. Galileo Corporation s.r.o, 2018 [cit. 2018-12-26]. Dostupné z: <http://www.novostrasecko.cz/>

[Iz/04] Wikipedie: otevřená encyklopedie [online]. [cit. 2018-12-26]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Kostel_Narozen%C3%AD_Panny_Marie_\(Nov%C3%A9_Stra%C5%A1ec%C3%AD\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Kostel_Narozen%C3%AD_Panny_Marie_(Nov%C3%A9_Stra%C5%A1ec%C3%AD))

[Iz/05] Nahlížení do katastru nemovitostí [online]. [cit. 2018-12-26]. Dostupné z: <https://nahlizenidokn.cuzk.cz/>

[Iz/06] Ústřední archiv zeměměřictví a katastru: ÚAZK [online]. [cit. 2018-12-26]. Dostupné z: <https://archivnimapy.cuzk.cz/uazk/pohledy/archiv.html>

[Iz/07] Národní památkový ústav: Památkový katalog [online]. [cit. 2018-12-26]. Dostupné z: <https://www.pamatkovykatalog.cz/>

[Iz/08] Ahlborn: přesná německá měřicí technika [online]. [cit. 2018-12-27]. Dostupné z: <https://www.ahlborn.cz/datalogger-ahlborn-sada-almemo-2690-8a-5-univerzalnich-vstupu.html>

[Iz/09] Documents. Merck millipore: A part of Marck [online]. [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://www.merckmillipore.com/CZ/cs/Dokumenty/Z.qb.qB.tecAAAFDDJUsznLq.nav>

[Iz/10] Nové strašecí: oficiální stránky [online]. [cit. 2018-12-28]. Dostupné z: <https://www.novestraseci.cz/radnice/uzemni-plan/>

[Iz/11] Prins: izolace a sanace zdiva [online]. [cit. 2018-12-29]. Dostupné z: <http://www.sanace-zdiva.cz/pics/prins-elektroosmoza-witro.pdf>

[Iz/12] Geoportal: Český úřad zeměměřičský a katastrální [online]. [cit. 2019-01-01]. Dostupné z: <https://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/?serverconf=bodpole>

6) Seznam příloh

Příloha č. 1 - Výkresová část - zaměření objektu

Příloha č. 2 - Výkresová část - sanace

Příloha č. 3 - a) Geodetické a nivelační údaje bodu 203 [Iz/12]

b) Údaje o srážkách a výpočet akumulční nádrže

c) Graf měřených hodnot teploty, vlhkosti a relativní vlhkosti vzduchu

Příloha č. 3a - Geodetické a nivelační údaje bodu 203

23. 9. 2018

Polohové bodové pole - geodetické údaje o bodech základního polohového pole

GEODETICKÉ ÚDAJE

Kraj: Středočeský kraj

zhušřovacího bodu

Vytvořeno pro web 15.08.2018

Okres: Rakovník

List č.: 1/2

Obec: Nové Strašecí

Stav k: 1999

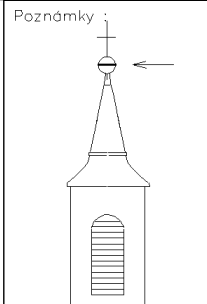
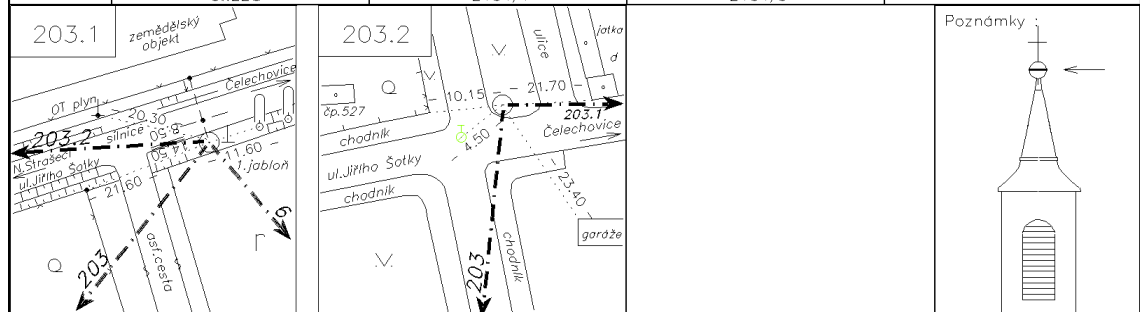
TL	1314
ZM-50	12-14
SMO-5	050515

Číslo a název bodu		203 Nové Strašecí, kostel				203
Bod	Druh	Y	X	Nadmořská výška		
				Bpv	vztahuje se na	
203	ZHB	778512.87	1030660.66	502.64	střed makovice	
203.1	ZB1	778226.55	1030306.25	475.94	hranol	
203.2	ZB2	778456.08	1030316.22	477.55	hranol	
ETRS-89		B	L	Helips	STATIC	
203.1		50 09 21.9371	13 54 21.5788	521.41	STATIC	
Orientace na body (v grádech) :						
Bod číslo :	Jižník	Delka strany	Bod číslo :	Jižník	Delka strany	
203.1	243.2600	455.616	203.1-203.2		229.750	
203.2	210.4028	349.090	6	Orientace z 203.1	2136.791	
Bod určen : geodetickou metodou						

Mistopisný popis : Bedem je střed makovice věže kostela Panny Marie v obci Nové Strašecí. Pův. ZhB 34. ZB1 203.1 je na JV straně silnice Nové Strašecí-Čelechovice, JV od zemědělského objektu. ZB 203.2 je na SZ straně ul. Jiřího Šotky v Novém Strašecí.

Bod určen : 203.1 - GPS, 203.2 - GPS,

Bod	203		203.1		203.2		
Slab. údaje	0.00	střed mako věže kostela	0.00	žula 16x16x70	0.00	žula 16x16x73	0.00
			.89	žula 20x20x12	.91	žula 20x20x10	
Ochranný znak: (druh,rok)			OT-1998				
Kat.území Parc.čís.	Nové Strašecí st.228		Nové Strašecí 2151/1		Nové Strašecí 2151/3		



Bod	203	203.1	203.2
Organizace, rok			
Zřízení	1951 SZKÚ	1998 KÚ P-V	1998 KÚ P-V
Určení YX	1999	1999	1999
Určení výšky	1999	1999	1999
[Pře]Stabilizace		1998	1998
Rok			
Údržba	1999		
Obnova			

Poznámka : Body ZB1 a ZB2 zaměřeny metodou GPS.

GEODETICKÉ ÚDAJE

zhušřovacího bodu

Kraj:

Okres:

Obec:

List č.: 2/2

Stav k:


Vytvořeno pro web 06.12.2018

TL	1314
ZM-50	
SMO-5	

Číslo a název bodu		203	Nové Strašecí, kostel				
Bod	Druh	Y		X		Nadmořská výška	
		B	L	Bpv	vztahuje se na		
ETRS-89 203.2		50 09 20.5540	13 54 10.2061	523.02	Helips	STATIC	
Orientace na body (v grádech) :							
Bod číslo :		Jižník	Délka strany	Bod číslo :		Jižník	Délka strany

Místopisný popis :

Bod určen :

Bod							
Stab. údaje		0,00		0,00		0,00	
Ochranný znak: (druh,rok)							
Kat.území Parc.čís.							

--	--	--

--	--	--

Organizace,rok	Bod			
	Zřízení			
	Určení YX			
	Určení výšky			
Rok	[Pře]Stabilizace			
	Údržba			
	Obnova			

Poznámka :

Příloha č. 3b - Údaje o srážkách a výpočet akumulční nádrže

Roční úhrny srážek pro Prahu a Středočeský kraj

Rok	mm/rok
2000	558
2001	735
2002	794
2003	400
2004	555
2005	591
2006	589
2007	599
2008	531
2009	596
2010	752
2011	585
2012	615
2013	712
2014	587
2015	459
2016	535
2017	615
Průměr	600

Procentuální úhr srážek na měsíc

Měsíc	%	mm
leden	4,3	25,8
únor	4,5	27,0
březen	5,1	30,6
duben	8	48,0
květen	11,4	68,5
červen	13,1	78,7
červenec	14,3	85,9
srpen	12,9	77,5
září	8,2	49,2
říjen	7,2	43,2
listopad	5,7	34,2
prosinec	5,3	31,8

100 600

Průměrný objemy srážek

Doba trvání srážky	Objem srážky			Objem z odvodňované plochy
	l/s.ha	l/s.m ²	l/m ²	
min				m ³
5	240	0,024	7,2	3,3
15	126	0,013	11,3	5,2
60	41	0,004	14,8	6,8

Zdroj:

<https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/4846-odvodneni-zpevnnych-ploch-vsakovanim>

<http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky#>

Výpočet objemu nádrže na dešťovou vodu

Zdroj: <https://voda.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/94-smerna-cisla-rocni-potreby-vody>

Kategorie: vinárny a kavárny
výdej studeného jídla

Výčep, podávání studených jídel (na jednoho zaměstnance)	n_1	60 m ³ /rok
Mytí skla bez trvalého průtoku, nebo myčka skla ze jednu směnu	n_2	60 m ³ /rok
procento využití dešťové vody	p	0,5 -
počet pracovníků	n_p	3 os
potřeba vody na údržbu kostela	A_g	20 m ³ /rok
počet výpočtových dní	d	21 dní
roční úhrn srážek	j	600 mm/rok
odvodňovaná plocha (průmět)	A_r	510 m ²
odvodňovací součinitel	f_s	0,9 -
součinitel filtru	f_f	0,9 -
$A = ((n_p * n_1 + n_2) * p * d + A_g) / 365$	A	7,0 m ³
$B = (j * f_s * f_f * d * A_r) / (1000 * 365)$	B	14,3 m ³

Minimální objem nádrže

$$V_{\min} = \min(A; B)$$

$$V_{\min} \quad 7,0 \text{ m}^3$$

Příloha č. 3c - Graf měřených hodnot teploty, vlhkosti a relativní vlhkosti vzduch

