

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ**

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



Větrání kostela sv. Bernarda

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracoval:

Bc. Viktorie Kolářová

Vedoucí práce:

Ing. Zuzana Veverková, Ph. D.

2019/2020

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

**ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE****I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE**

Příjmení: Kolářová Jméno: Viktorie Osobní číslo: 423940

Zadávací katedra: K125 - Katedra technických zařízení budov

Studijní program: Budovy a prostředí

Studijní obor: Budovy a prostředí

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Větrání kostela sv. Bernarda

Název diplomové práce anglicky: Ventilation System of St. Bernard Church

Pokyny pro vypracování:

Zpracujte rešerši požadavků na vnitřní prostředí kostelů a postupů k jejich zajištění, včetně rozboru provozu jednotlivých částí budovy, na jejímž základě zpracujte koncept vytápění a větrání zadané budovy.

Zpracujte projektovou dokumentaci vzduchotechniky zadaného objektu na úrovni rozšířené dokumentace pro vydání stavebního povolení dle vyhlášky 499/2006 Sb. Obsahem dokumentace budou půdorysy a fezy větracího systému a strojovny vzduchotechniky, výpočet množství vzduchu, hydraulické výpočty, návrh distribučních elementů, technická zpráva, posouzení hluku.

Seznam doporučené literatury:

ČSN EN 15759-1 - Ochrana kulturního dědictví - Vnitřní prostředí - Pokyny pro vytápění kostelů a kaplí

ČSN EN 15759-2 - Ochrana kulturního dědictví - Vnitřní prostředí - Řízení větrání za účelem ochrany budov a sbírek

Gebauer G., Horká H., Rubínová O. - Vzduchotechnika, Era-vydavatelství, ISBN:80-7366-027-X, 262 s., 2005

Klaus D., Technika budov - Příručka pro projektanty, Jaga

Santamouris M., Wouters P. - Building ventilation: the state of the art, Earthscan, ISBN: 9781844071302.313s., 2006

Příslušné normy a vyhlášky

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Zuzana Veverková, Ph.D.

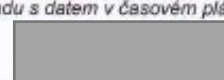
Datum zadání diplomové práce: 24.9.2019

Termín odevzdání diplomové práce: 5.1.2020

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného sk. 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“.

1.10.2019

Datum převzetí zadání



Podpis studenta(ky)

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V dne

.....

podpis

Poděkování

Velmi ráda bych tímto poděkovala všem, kteří mi poskytli velmi cenné informace při vypracovávání mé diplomové práce. Konkrétně Ing. Zuzaně Veverkové, Ph. D. jako své vedoucí diplomové práce, Janu Čubovi, správci kostela sv. Petra a Pavla v Řeporyjích, Ladislavu Šikutovi, varhaníkovi a průvodci v kostele Panny Marie Pomocné v Teplících nad Metují, Janě Halbychové, varhanici a správce v kostele Stětí sv. Jana Křtitele v Ořechu, Štěpánu Svobodovi organologovi pražského arcibiskupství za cenné rady při řešení diplomatiky vlhčení varhan a vnitřního prostředí kostelů. Také děkuji Vojtěchu Dědkovi za poskytnutí studie objektu jeho diplomové práce.

OBSAH

1. Úvod.....	7
1.1 Použitá terminologie	7
2. Vnitřní prostředí kostelů	9
2.1 ČSN EN 15759-1 Ochrana kulturního dědictví – Vnitřní prostředí – Pokyny pro vytápění kostelů a kaplí (pův. v anglickém znění).....	9
2.2 ČSN EN 15759-2 Ochrana kulturního dědictví – Vnitřní prostředí – Část 2: Řízení větrání za účelem ochrany budovy a sbírek (pův. v anglickém znění)	13
3. Stručný popis objektu.....	15
4. Větrání a vytápění kostela sv. Bernarda.....	17
4.1 Koncept vytápění	17
4.2 Koncept větrání	19
5. Problematika vlhčení varhan.....	21
5.1 Kostel Stětí sv. Jana Křtitele v Ořechu	21
5.2 Kostel sv. Petra a Pavla v Řeporyjích	22
5.3 Kostel Panny Marie Pomocné v Teplicích nad Metují	24
5.4 Chrám Nanebevzetí Panny Marie a sv. Jana Křtitele.....	26
5.5 Zvlhčovače vzduchu.....	28
6. Závěr	29
7. Seznam použité literatury.....	29
8. Seznam obrázků	30

Anotace

Tématem diplomové práce je koncept vytápění a větrání a následný návrh větrání novostavby kostela sv. Bernarda v Mladé Boleslavi. Kostel je návrhem Vojtěcha Dědka, jedná se o jeho diplomovou práci na oboru Architektura a stavitelství, FSv, ČVUT. Téma diplomové práce navazuje a zároveň doplňuje původní ideu, a tou je problematika vlhčení varhan, která obsahuje měření teploty a vlhkosti varhan v kostelu Stětí sv. Jana Křtitele v Ořechu, kostelu sv. Petra a Pavla v Řeporyjích, kostelu Panny Marie Pomocné v Teplicích nad Metují.

Abstract

The topic of the diploma thesis is the concept of heating and ventilation and the subsequent design of ventilation of the new church St. Bernard in Mladá Boleslav. The church was designed by Vojtěch Dědek, it was his diploma thesis of Architecture and Civil Engineering, FSv, CTU in Prague. The topic of diploma thesis follows and at the same time complements the original idea, connected with the issue of organ dampening, which includes measurement of the temperature and humidity of the organs in the Church of Beheading of St. John the Baptist in Ořech, the Church of St. Peter a Paul in Řeporyje, the Church of Our Lady of Help in Teplice nad Metují.

Klíčová slova

Kostel, větrání, vlhčení, varhany, kulturní dědictví

1. Úvod

Tématem mé diplomové práce je zpracování vnitřního prostředí kostelů a postupů k jeho zajištění včetně rozboru provozu jednotlivých částí budovy. Dále zpracování konceptu vytápění a větrání, následné vyhotovení projektové dokumentace větrání v novostavbě kostela sv. Bernarda v Mladé Boleslavi na úrovni rozšířené dokumentace pro vydání stavebního povolení.

Původní a zároveň aktuální idea diplomové práce je tematika vlhčení varhan, ke které jsem se dostala díky Janu Čubovi, který se stará o správu kostela sv. Petra a Pavla v Řeporyjích. Jelikož je tato problematika méně rozsáhlá a pravděpodobně nedostačující na vypracování diplomové práce, je rozšířena o téma vnitřního prostředí kostelů z hlediska zachování kulturního dědictví a následné zpracování projektu větrání na projekt studie diplomové práce kostela sv. Bernarda, kterou vypracoval Vojtěch dědek.

1.1 Použitá terminologie

Adorační kaple

Ve zpracovávaném kostele je pojmenovaná (pravděpodobně) jako Mariánská kaple. V prostoru je možné uspořádat soukromou adoraci i v hodinách, kdy je kostel uzavřen. Tato kaple bývá vybavena k meditaci a klanění. ^[1]

Hygienické zázemí

Hygienické zařízení se v kostele objevuje vždy minimálně pro kněze. Pro návštěvníky bývá umístěno v chodbě při vstupní části. ^[1]

Kaple

Jedná se o prostor využitý podle liturgické doby, s proměnlivou funkcí (instalace betléma, getsemanské zahrady, Božího hrobu atd.). ^[1]

Kaple pro všední den

K využívání této kaple je většinou při nižší účasti na bohoslužbě ve všední dny. Při bližším kontaktu věřících dochází k jejich větší pohodě, zejména také tepelné. ^[1]

Kostel

Kostel je sakrální stavba, která slouží především křesťanům k modlitbám a bohoslužbě, může sloužit i jako Boží dům pro soukromou modlitbu.

Křestní kaple (Baptisterium)

Ve farním kostele bývá křestní prostor, kde je umístěna na významném místě křtitelnice. Ta se nachází na přehledném místě pro všechny věřící zúčastňující se liturgie. Ve zpracovávaném kostele prostor navazuje na hlavní prostor pro věřící. ^[1]

Kůr (Kruchta)

Prostor kůru je místo pro sbor zpěváků, pro varhany a jiné hudební nástroje. ^[1]

Místnost pro děti

Slouží pro uschování kočárků, pro maminky s dětmi. Obsahuje dostatečné vybavení, s prostorem, kde probíhá bohoslužba, je oddělen, ale zároveň propojen při poslechu přednášejícího. ^[1]

Prostor pro věřící

Tento prostor je určený pro přímou účast na bohoslužbách, věřící sedí na lavicích, které směřují k oltáři. Jedná se o největší místnost v celém objektu, na návštěvníky by měl působit pohodlně a vznešeně. (Při navrhování kapacity se počítá s plochou 0,35 – 0,5 m².) ^[1]

Sakristie

Tento prostor se používá pro vlastní přípravu bohoslužby. Kněz se zde připravuje, převléká. Sakristie také musí umožňovat přípravu lektorů a asistence.^[1]

Ve své práci pracují i s možností využití sakristie jako kanceláře pro kněze.

Sklad

U větších kostelů by se měl vyskytovat vždy, uskladňuje se tam mobiliář, výzdoba, devocionálie.^[1]

Úklid

Běžný prostor pro novodobé kostely s prostředky potřebnými pro údržbu kostela.^[1]

Varhany

Varhany se zařazují do kategorie klávesových dechových nástrojů. Patří mezi největší a mechanicky nejsložitější hudební nástroj. Ovládají se pomocí klaviatury umístěné v hracím stole. Klaviatura určená pro hraní rukou se nazývá manuály a pro hraní nohou pedály. V čele varhan, resp. varhanní skříně se nachází bohatě zdobený prospekt. Na vypínání a zapínání rejstříků se používají táhla a sklopy, které jsou umístěny uvnitř hracího stolu. Rejstříky obsahují řadu píšťal stejné síly, barvy a charakteru zvuku. Další částí varhan jsou měchy a vzduchovody, které slouží k přívodu stlačeného vzduchu do vzdušnic. Toto spojení se označuje traktura. Následně se vzduch dostává do píšťal, které stojí na vzdušnici.^[2]

Vestibul

Jako důležitá součást stavby vítá návštěvníky dovnitř kostela. Místo prvního setkání, s aktualitami, zajímavostmi a informacemi.^[1]

Zpovědní místnost

Zpovědní místnost se nachází v každém kostele, prostor je uzavřený a vybavený určeným vybavením. Zde je přístupná od hlavní lodi přes baptisterium.^[1]

2. Vnitřní prostředí kostelů

Tepelná pohoda kostelů

Dnes se na sakrální stavby z technického hlediska pohlíží jinak než dříve, jsou jiné možnosti, materiály. Stavba je ovlivňována jak z estetického hlediska, tak z důvodu snahy o dosažení kvalitních podmínek prostředí uvnitř bytového prostoru. Při navrhování se snažíme zohlednit stavebně technické řešení objektu a zároveň vhodné vybavení kostela technologiemi. Snažíme o správné vytvoření mikroklimatu pro pohodlí uživatelů i sounáležitost s individualitou objektu při dodržování nové legislativy. ^[1]

Staré kostely jsou vytvořeny z masivních obvodových stěn, které mají velkou akumulaci schopnost, tedy pohltí teplo z venkovního prostředí a později toto teplo předají do vnitřního prostoru. Tím pádem tlumí extrémní výkyvy teplot v letním i v zimním období. V rozlehlých prostorách hlavní lodi dochází k rozptýlení vzduchu, zde se snažíme zajistit vnitřní tepelnou pohodu nejen pro věřící, kteří navštěvují bohoslužby, ale i pro náhodně příchozí. „Tyto prostory jsou charakteristické tím, že se v nich shromažďuje větší počet osob jen po omezenou dobu, po kterou je nutno v kostele zajistit příjemné vnitřní prostředí.“ ^[1]

2.1 ČSN EN 15759-1 Ochrana kulturního dědictví – Vnitřní prostředí – Pokyny pro vytápění kostelů a kaplí (pův. v anglickém znění) ^[7]

V této normě se hovoří o prioritě ochrany kulturního dědictví. Proto je považováno za vhodné vyhýbat se konstrukčním změnám v objektu, nezasahovat do konstrukčního systému, eliminovat škodlivé zásahy a tím zvýšit životnost objektu. Pokud je nezbytná instalace otopných či jiných zařízení do budovy s ochranou kulturního dědictví, pak je vhodné tyto prvky zakomponovat a sladit s prostorem objektu, kde se nachází.

Jelikož je každá budova ze všech hledisek jedinečná, je potřeba přistupovat i k zásahu do objektu správným a jedinečným způsobem. Pro tyto účely je nutný co nejdůkladnější průzkum, který vyžaduje správné postupy, jako např. zjištění stavů omítek, dekorací a dalších prvků uvnitř budovy. Je nutné zvážit a zhodnotit vliv nového systému vytápění na stav objektu a jeho vliv na chod objektu. Jak často je kostel navštěvován, jak často se konají bohoslužby, příp. jiné i liturgické činnosti a představení.

Na stav vnitřního prostředí mají hlavní vliv klimatické podmínky, které ovlivňují vlhkost. To se také promítne do následného návrhu systému vytápění. Snaha je zachovat co největší autentičnost vnitřního prostředí všechny fresky, sochy, prvky, které jsou součástí interiéru stavby (historické dědictví) a přitom zajistit lepší komfort pro příchozí návštěvníky a zároveň ještě zlepšit celkovou tepelnou pohodu. Aby bylo možné navrhnout systém vytápění, je nutné provést dostatečnou (řádnou) analýzu, na kterou mají vliv vnější i vnitřní podmínky.

Teplota, na kterou je navrhnout systém vytápění, není jednoznačná, může mít vliv na stav předmětů a staveb kulturního dědictví a bude mít nepřímý vliv na relativní vlhkost.

Relativní vlhkost je limitována s ohledem na tepelný komfort, tedy v rozmezí 30-80 %.

Tepelná pohoda je ovlivněna teplotou, výměnou sálavého tepla s okolními stěnami. Člověka také ovlivňuje také jaké oblečení má právě na sobě.

Z této normy logicky vychází strategie vytápění:

Výběrem varianty bychom měli vyvážit požadavky na tepelnou pohodu, zachování kulturního dědictví, způsob užívání budovy a energickou účinnost objektu.

Nejběžnější strategie

Základní strategie:

- Bez vytápění – Vnitřní prostředí budovy je závislé na vnějším podnebí, ovlivňováno pláštěm budovy, výměnou vzduchu a činnostmi v budově. Relativní vlhkost se pohybuje převážně ve vyšších hodnotách.
- Vytápění pro uchování (konzervaci) kulturního dědictví – Pro zachování a eliminaci poškození kulturního dědictví je cílem udržovat stabilní relativní vlhkost nejlépe po celý rok. Pokud je relativní vlhkost ve správné hodnotě, je zabráněno růstu plísní, vzniku kondenzace. Toho lze dosáhnout vyhříváním místnosti.
- Vytápění pro tepelný komfort – Pomocí senzorů a termostatů je udržována teplota, která zajistí tepelný komfort uživatelů (návštěvníků).

Distribuce tepla v prostoru:

- Centrální vytápění
- Lokální vytápění

Centrální vytápění je řešení pro vytápění celé budovy, může být přerušované či plynulé. K vytápění se přistupuje jako k celku i z hlediska zachování kulturního dědictví a zároveň zajištění tepelné pohody lidí.

Lokální vytápění je umístěno pouze v částech budovy, vytápění pouze jedné zóny (místa). Každou zónu můžeme vytápět v závislosti na jiných parametrech, které se mohou lišit místnost od místnosti.

Distribuce tepla v čase:

- Nepřerušované (plynulé) vytápění
- Přerušované vytápění
- Kombinované vytápění

Plynulé vytápění je nepřetržité po celé otopné období. Většinou se navrhuje buď pro pohodlí návštěvníků nebo konzervaci kulturního dědictví.

Přerušované vytápění je určeno pro zajištění stanoveného vnitřního klimatu po omezenou dobu. Narušuje vnitřní klima dočasně. Pokud je správně navrženo a spravováno, zmírňuje dopad na vnitřní klima.

Regulační podmínky pro přerušované vytápění:

- Nastavení správné hodnoty teploty během provozu
- Spodní limit relativní vlhkosti během provozu
- Doba ohřevu
- Rychlost změny teploty během otopného období

Kombinované vytápění je jak plynulé, tak přerušované zároveň, resp. budova je trvale vytápěna na nízkou teplotu a pouze pokud je užívána, se teplota zvýší pro zajištění tepelného komfortu návštěvníků.

Systémy vytápění a jejich aplikace:

1. Teplovzdušné vytápění
2. Infračervené topné panely
3. Radiátory (otopná tělesa)
4. Plošné vytápění
5. Podlahové vytápění

6. Vytápění lavic

1. Teplovzdušné vytápění je vytápění teplým vzduchem, který je ohřátý na předem zvolenou teplotu.

Centralizovaný systém teplovzdušného vytápění – teplý vzduch je veden potrubím s otvory, přírodní otvory jsou obecně namontovány v podlaze, event. můžeme použít jednotku se zpětným získáváním tepla. Teplý vzduch je generován jakýmkoliv konvekčním zdrojem tepla.

Decentralizovaný systém teplovzdušného vytápění – používá se, pokud chceme minimalizovat dopad instalace vzduchovodu. Konvekční ohřivače mohou být naistalovány pod nebo nad podlahou, na stěnách, v lavicích. Jako médium se používá horká voda, elektřina nebo plyn.

Teplovzdušné vytápění je vhodné pro středně velké až velké budovy. Musí být správně navrženo pro zajištění rovnoměrného rozložení teploty v celém prostoru a pro správné uspořádání a počet otvorů či konvektorů.

Tepelný komfort je zajištěn v celé budově, ale je třeba dbát na to, aby se zabránilo pohybum vzduchu, které snižují tepelnou pohodu. Konvektory mohou být navrženy jako doplněk pro zabránění šíření nepříjemných proudů vzduchu od otvorů oken a chladných stěn.

Podlahové vyústě by se neměly instalovat na místa s vysokým provozem, aby se zabránilo šíření prachu a nečistot z bot. Teplovzdušné potrubí by mělo být osazeno filtry, které by měly procházet prohlídkou a údržbou podle doporučení poskytovatele. Pokud již existuje v budově potrubní systém, lze jej využít pro šíření vzduchu.

2. Infračervené topné panely pracují na principu předávání tepla přímo do „těla příjemce“, sáláním, bez toho, aby se zahříval vzduch mezi nimi. Běžnými zdroji energie jsou elektřina a plyn pro vysokoteplotní panely a horká voda nebo elektřina pro nízkoteplotní panely.

Infračervené topné panely, kde se používá jako zdroj energie plyn, mohou způsobovat problémy, jako je např. kondenzace při spalování, kdy vzniká CO₂ a vodní pára. Kvůli tomu je nutné zajistit dostatečné větrání či zvážit použití komínu nebo výfukového potrubí pro spaliny. Plynové zářiče způsobují hluk a červené světlo. Skladování a distribuce plynu představuje riziko požáru a výbuchu.

Trubková a halogenová topná tělesa se zdrojem elektrickým jsou zahřívány na vysoké teploty a vyzařují viditelné světlo. Instalace těchto zařízení je méně nebezpečná a invazivní než plynové ohřivače.

Infračervené topné panely lze použít v omezeném prostoru s malým vlivem na celkové vnitřní klima ve zbytku budovy. Musí se dbát na směr distribuce (záření) topných panelů a musí být instalovány s ohledem na historické hodnoty a estetiku.

Často se používají pro přerušované a lokální vytápění.

3. Radiátory přenášejí teplo do prostoru především sáláním. Jako médium se používá horká voda nebo elektřina. Mohou být nástěnné či podlahové, povrchové plochy radiátorů jsou obecně větší než topné panely, které mají vyšší povrchovou teplotu.

Používají se především na pokrytí chladného vzduchu proudícího z oken a stěn. Pro zajištění tepelné pohody je nutné správně navrhnout celý otopný systém, kde při větších prostorech může vycházet větší množství radiátorů.

Radiátory je třeba zapnout s dostatečným předstihem, aby zajistily správné vnitřní klima. Jelikož jsou navrženy plochy radiátorů převážně větší, působí v interiéru budov kulturního dědictví rušivě. A zásahy, které jsou nutné pro dobrý chod radiátorů, jako jsou rozvody teplé vody a elektrických kabelů, mohou způsobit značné škody v obvodových stěnách.

4. Plošné vytápění je založeno na proudění topného média uvnitř topných trubek nainstalovaných uvnitř stěn. Tento způsob vytápění zajišťuje větší pohodlí pro tepelný komfort na rozdíl od vytápění založeném na konvekčním vytápění (radiátory).

Topné prvky jsou instalovány uvnitř stěn, jde tedy o značný zásah do konstrukce budovy. Pomáhá zabránit růstu plísní a řas tím, že zahřívá plochy přímo v konstrukci. Používá se především pro nepřerušované (plynulé) vytápění, kvůli vysoké tepelné setrvačnosti.

5. Podlahové vytápění je také založeno na vysoké tepelné setrvačnosti, kde proudí v systému trubek uložených v podlaze nejčastěji teplá voda, nebo teplý vzduch či elektrická energie.

Teplá podlaha má příjemný vliv na tepelný komfort uživatelů, ale v kombinaci se studenými stěnami může dojít k pohybu vzduchu a následné nepohodě. Teplota povrchu podlahy je omezena na 25-29 °C, kvůli zamezení přehřátí nohou a pohybu vzduchu.

Tento systém je nenápadný, ale představuje také velký zásah do budovy. Pokud má podlaha historické, umělecké hodnoty či jsou zde umístěny hrobky a archeologické nálezy, nesmí zde být systém podlahového vytápění instalován.

Kvůli vysoké tepelné setrvačnosti podlahového vytápění je vhodné nepřerušované vytápění. Prvky, které jsou umístěné na podlaze jako jsou lavice apod., mohou snížit topný účinek podlahy.

6. Vytápění lavic zajišťuje cílený tepelný komfort pro uživatele lokálním umístěním topného prvku právě do lavice.

Jelikož tento zdroj zajišťuje pouze lokální vyzařování tepla do prostoru, nezajišťuje dostatečnou tepelnou pohodu pro horní části těla a stojící osoby, používá se jako doplňkový zdroj tepla v chladných oblastech.

Vytápění lavic se používá spíše při přerušovaném způsobu vytápění.

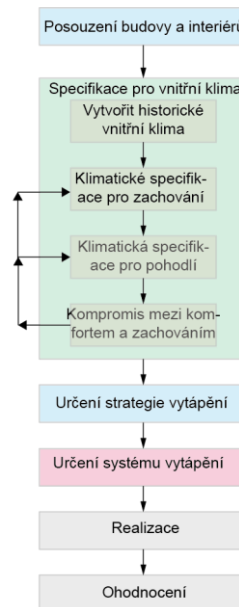
Různé systémy vytápění lavic:

- Jednotlivé vysokoteplotní elektrické ohřívače – jsou umístěné v lavicích a vyzařují infračervené záření, které ohřívá nohy uživatelů. Často poskytuje pouze omezený tepelný komfort dolní části těla. Při montáži do lavic je nutné dbát na správné technické provedení.
- Jednotlivé nízkoteplotní elektrické ohřívače – v lavicích jsou uloženy jako elektrické prvky nebo teplovodní potrubí. Vyzařují nízkoteplotní záření, které má lepší vliv na vnitřní prostředí budovy, ale může být těžší zajistit dostatečný tepelný komfort uživatele.
- Teplý vzduch – je veden potrubím, které je umístěno pod podlahou či zabudované v klekátku. Teplý vzduch proudí od podlahy vzhůru a zajišťuje tepelný komfort pro uživatele. Může docházet k nepříjemnému proudění vzduchu, které bude negativně ovlivňovat uživatele.
- Proud horkého vzduchu proudící po podlaze – v podlaze je uložen ventilátorový konvektor, který fouká teplý vzduch z výřezu štěrbin. Teplý vzduch proudí po podlaze, dokud nenarazí na překážku, která vzduch rozptýlí směrem vzhůru. Rušivý může být hluk z ventilátorů, usazování nečistot na stěnách vlivem proudění prachu, výtrusů či nečistot.
- Integrované lokální vytápění – je zajištěno topnými prvky integrovanými do sedáků a topných koberců. Používá se jako doplněk k jinému vytápění, protože dostatečně nepokryje tepelné ztráty místnosti samotné.
- Ergonomicky rozložené nízkoteplotní radiační vytápění – v lavicích je ergonomicky umístěno několik nízkoteplotních zářivých zdrojů, které poskytují co největší plochu, kterou zahřívají různé části těla.

Realizace systémů vytápění musí odpovídat příslušným normám a předpisům. Musí být zajištěna správná instalace systému a revize podle předpisů.

Hodnocení je po realizaci zajištěno nezávislou stranou odborníků, kteří provedou příslušná měření podle doporučených norem a předpisů.

Vývojový diagram poskytující přehled standardu



Obrázek 1 - Vývojový diagram [7]

2.2 ČSN EN 15759-2 Ochrana kulturního dědictví – Vnitřní prostředí – Část 2: Řízení větrání za účelem ochrany budovy a sbírek (pův. v anglickém znění) [8]

K jednotlivým budovám kulturního dědictví by se mělo přistupovat individuálně a správně identifikovat faktory, na která by se mělo i adekvátně reagovat, a vytvořit ty nejpříznivější podmínky z hlediska řízeného větrání.

Jsou dané postupy při hodnocení budov kulturního dědictví. Mezi, které patří analyzování současného větrání, definování požadavků na teplotu a vlhkost, vyhodnocení účinnosti navrženého větrání apod., tyto postupy jsou ve správném pořadí aplikovány na budovu kulturního dědictví.

Použitá ventilace by měla být správně prostudována, implementována, řízena a ověřena. Měli bychom zvážit, zda je nutné ji použít jako preventivní ochranné opatření.

Vysoká relativní vlhkost zvyšuje riziko kondenzace, růstu plísní, hydrataci solí apod. Toto může způsobit vlhký vzduch vstupující do budov z venkovního prostředí. Na rozdíl od nízké relativní vlhkosti, která ovlivňuje materiály jako je dřevo, papír, textil, kůže apod. a způsobuje jejich smršťování, tvorbu lomu a deformaci.

Na jaře do budovy vstupuje vlhký a teplý vzduch a může dojít ke kondenzaci. Ventilace musí být správně řízena, aby nedocházelo k nekontrolovatelnému přílivu znečišťujících látek a jejich špatnému působení na vnitřní povrchy.

V budově by měl být proveden také průzkum zaznamenávající míru poškození budovy. Budovu ovlivňují chemické reakce, které mohou vznikat přítomností některých plynů. Zde by měla být stanovena koncentrace znečišťujících látek v ovzduší v budově. Znečišťující látky se monitorují na reprezentativních místech po dobu nejméně jednoho roku.

Při návrhu větrání se snažíme chránit kulturní dědictví a současně vytvářet komfort pro uživatele. Také zásah musí být definován s ohledem na užívání budovy.

Požadavky na kvalitu ovzduší

Snažíme se zlepšit vnitřní klima a snížit dopad znečišťujících látek na budovu. Požadavky na vnitřní klima se specifikují pomocí metodiky popsané v EN 15759-1:2011. Když se snažíme snížit hladiny znečišťujících látek v ovzduší, zaměříme se na snižování vnitřních zdrojů, na ovládání větrání s ohledem na úroveň znečištění venkovního vzduchu apod.

Doporučení pro řízení větrání

Pro zajištění požadované kvality vnitřního vzduchu musí být připraveno správné doporučení pro řízení větrání. K nim patří návrh, uvedení do provozu, provoz a údržba ventilačních systémů. Aby bylo zajištěno co nejlepší vnitřní klima v budovách, je vhodné omezit používání žárovek, snížit infiltraci venkovního vzduchu zlepšením způsobu montáže oken, rolet a dveří, výměnu vzduchu snížit nebo zlepšit v závislosti na vnitřních požadavcích pomocí otevírání oken, nemělo by docházet k vrstvení a zastavování vzduchu. V budovách kulturního dědictví se snažíme eliminovat zásahy do struktury budov. Pokud jsou nezbytně nutné, je třeba postupovat na základě povolení příslušného orgánu.

Správně naprogramovaný kontrolní systém větrání vede ke snížení vlivu nepříznivých podmínek na vnitřní klima kulturního dědictví. K aktivaci systému větrání by mělo dojít ve správný čas v závislosti na venkovních podmínkách a také v závislosti na koncentraci oxidu uhličitého v ovzduší interiéru.

Pro řízení ventilace jsou nezbytná měření teploty vzduchu, relativní vlhkosti, teploty povrchu. Přístroje pro měření jsou umístěny na konkrétních místech a jejich polohy jsou specifikovány. Při vybírání míst pro umístění přístrojů je vhodné vybírat místa s nejhorsšími podmínkami.

Vysoká relativní vlhkost je pro citlivé objekty kulturního dědictví bezpečnější, a proto při vysušování budovy musíme hlídat limity relativní vlhkosti. Můžeme používat metody konzervačního vytápění, při kterém se chladná budova vysouší zvýšením tepelného příkonu, nebo krátkodobého zahřívání, při kterém je povrchová teplota objektů přímo zvyšována, aby se zabránilo kondenzaci.

Do budovy je možné navrhnout systém zvlhčování či odvlhčování, pokud navrhne správný koncept řízení větrání, máme citlivé předměty pod větší kontrolou.

Pro velmi významné předměty je možné navrhnout samostatné vitríny pro zajištění správných mikroklimatických podmínek pro jejich ochranu.

Realizace větrání

Systém větrání musí být navržen podle příslušných norem v souladu s technickými pravidly tak, aby nedocházelo k estetickým změnám a aby byl co nejmenší dopad na stavby kulturního dědictví.

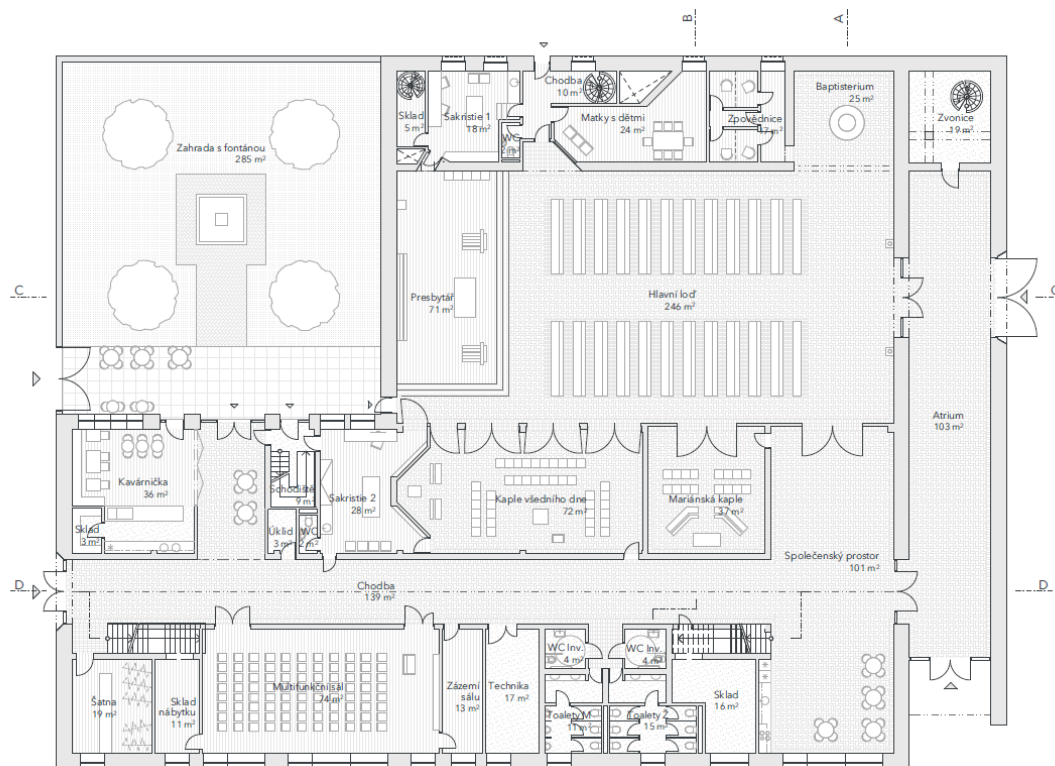
Návrh větracího systému je závislý na podmínkách, které byly objeveny při průzkumech. Jedná se zejména o obsah vody, který má špatný vliv na povrch stěny, kde může dojít k výkvětu soli či rozpadu zdiva.

Po realizaci systému je podle EN 15757:2010 a EN 15759-1:2011 navrženo sledování kvality ovzduší v interiéru a klimatických podmínek po dobu 13 měsíců. Podle naměřených hodnot příslušný orgán vyhodnotí dopad zásahu na budovu kulturního dědictví.

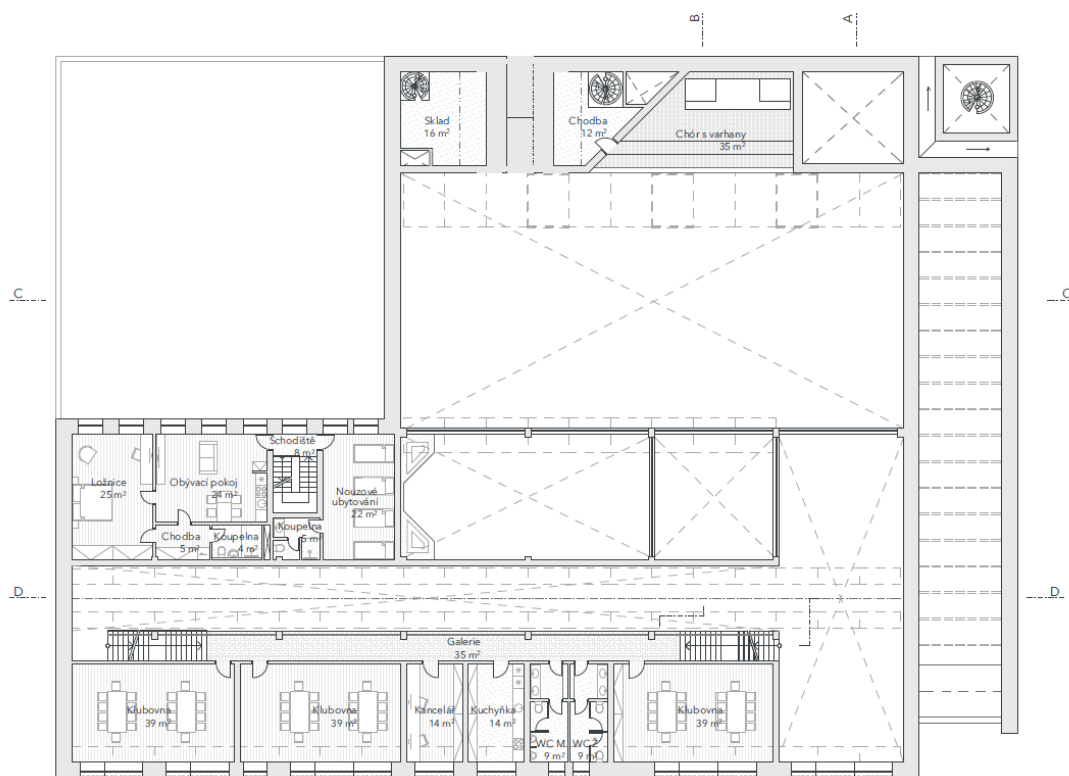
3. Stručný popis objektu

Kostel sv. Bernarda je novostavba sloužící primárně liturgickým účelům pro obyvatele Mladé Boleslavi. Nachází se poblíž třídy Václava Klementa u výrobních objektů závodů Škoda. Sekundárně slouží objekt jako komunitní centrum, nacházejí se v ní klubovny, multifunkční místnost, malou kavárničku a byt pro kněze. Objekt je dvoupodlažní.^[6]

Na nové kostely se vztahují současné normy, vyhlášky a zákony v souvislosti s výstavbou nových staveb. Legislativa zaměřená pouze na kostely není (v České republice) vytvořena. Při návrhu novostavby kostela sv. Bernarda byly použity platné předpisy a normy vztahující se k jakékoliv jiné novostavbě na území České republiky. Podrobný přehled norem je vypsán v technické zprávě.



Obrázek 2 - 1.NP^[6]



Obrázek 3 - 2.NP [6]



Obrázek 4 - Vizualizace [6]

4. Větrání a vytápění kostela sv. Bernarda

Po důkladném prostudování projektu diplomové práce kostela sv. Bernarda byl vytvořen koncept větrání a vytápění podle nejlepšího uvážení. Bylo postupováno podle platných norem, vyhlášek a zákonů.

Jelikož je větrání a vytápění úzce spjata i s požární bezpečností. Bylo zkontrolováno, zda již navržený koncept požární bezpečnosti odpovídá požadavkům normy ČSN 73 0802 a je použitelný i k návrhu větrání. Půdorysná plocha hlavní lodě spolu s presbytářem je větší než 300 m², tzn. že hlavní loď s presbytářem je samostatný požární úsek.

Resp. do požárních úseků patří:

- zvonice,
- hlavní loď sakristií a chórem,
- kaple,
- klubovny,
- byt pro kněze,
- nouzové ubytování,
- kavárnička,
- strojovna VZT,
- ústředna EPS (zařízení dálkového přenosu (ZDP), optická signalizace, klíčový trezor požární ochrany (KTPO), obslužné pole požární ochrany (OPPO))

V rámci požární bezpečnosti budou provedeny koordinační funkční zkoušky před započítáním užívání stavby. V dostatečném předstihu bude pozván územní odbor HZS (ve smyslu čl. 4. 8. 4. ČSN 73 0875: 2011).

4.1 Koncept vytápění

Pomocí správného návrhu vytápění se snažíme zajistit tepelnou pohodu pro uživatele i pro řešenou budovu. Z této úvahy vychází následný koncept.

Jako zdroj vytápění je navrženo tepelné čerpadlo země-voda od firmy Alpha Inotec, eventuálně v kombinaci s plynovým kotlem.

Pro jednotlivé prostory jsou navrženy koncové prvky vytápění zejména v závislosti na provozu, tyto koncové prvky jsou čitelné ve výkresu konceptu vytápění. Mezi koncové prvky patří otopná tělesa, podlahové vytápění.

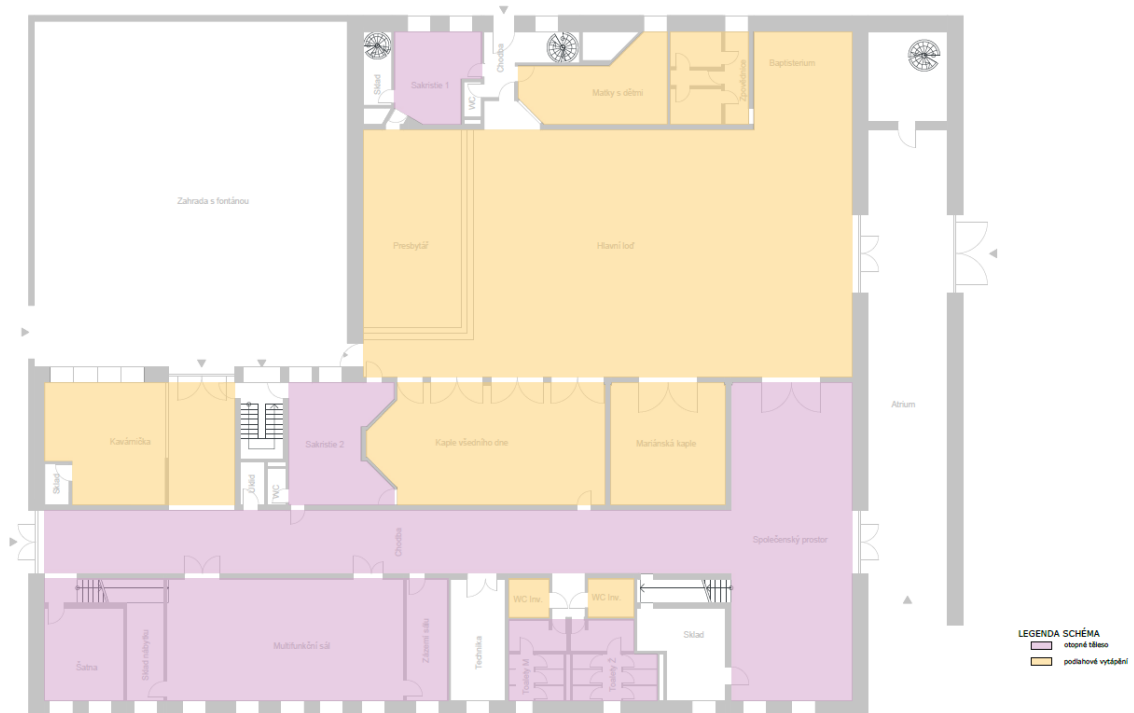
V rámci konceptu vytápění byly vypočítány tepelné ztráty objektu v programu *Protech – TV – norma ČSN EN 12831* viz. příloha technické zprávy. V programu *Protech – TV – norma ČSN EN 12831* byly také vypočítány tepelné zisky viz. příloha technické zprávy.

Na základě výsledků tepelných zisků jsou navrženy v místnosti hlavní lodi zastínění či skla s vhodnou propustností světelného záření u světlíků. Stínícím prvkem může být například venkovní roleta, *Stineni.cz*, která je namontovaná zvenčí s automatickým ovládáním.

Provoz objektu je předpokládán občasný. Objekt je rozdělen na část s místnostmi určenými k liturgickým účelům a část komunitního centra. V části kostela se předpokládá provozní doba na 1 hod denně, lidé zde budou oblečení, tedy teplota 18 °C je dostačující. Zde bude navrženo podlahové vytápění. V objektu se nacházejí 2 sakristie, jsou rozděleny na sakristie 1 a sakristie 2, kde se v sakristii 2 předpokládá provoz denní s možností využití této místnosti jako pracovny. Sakristie 1 slouží kromě převlékání a přípravy kněze k obřadu, také ke skladování a uchovávání předmětů. Oba prostory jsou vytápěny na teplotu 20 °C pomocí otopných těles umístěných pod okny. Komunitní část obsahuje místnosti kluboven a

multifunkčního sálu, kde se předpokládá pouze občasný provoz. Všechny tyto místnosti jsou vytápěny na 20 °C otopnými tělesy umístěnými pod oknem, kde dochází k největším únikům tepla. Další místnosti, kde se vytápí na 20 °C je místnost bytu pro kněze a nouzové ubytování, kde se také nacházejí otopná tělesa. Součástí objektu je také kavárnička, která má samostatný vstup a otevřeno každý den, tento prostor je vytápěn na 20 °C.

Vytápění je rozděleno na úseky, místnosti, které zahrnují otopná tělesa v 1. NP a 2. NP a místnosti s podlahovým vytápěním. Jednotlivé úseky jsou vyznačeny ve výkresu konceptu vytápění.



Obrázek 5 - 1.NP schéma vytápění



Obrázek 6 - 2.NP schéma vytápění

4.2 Koncept větrání

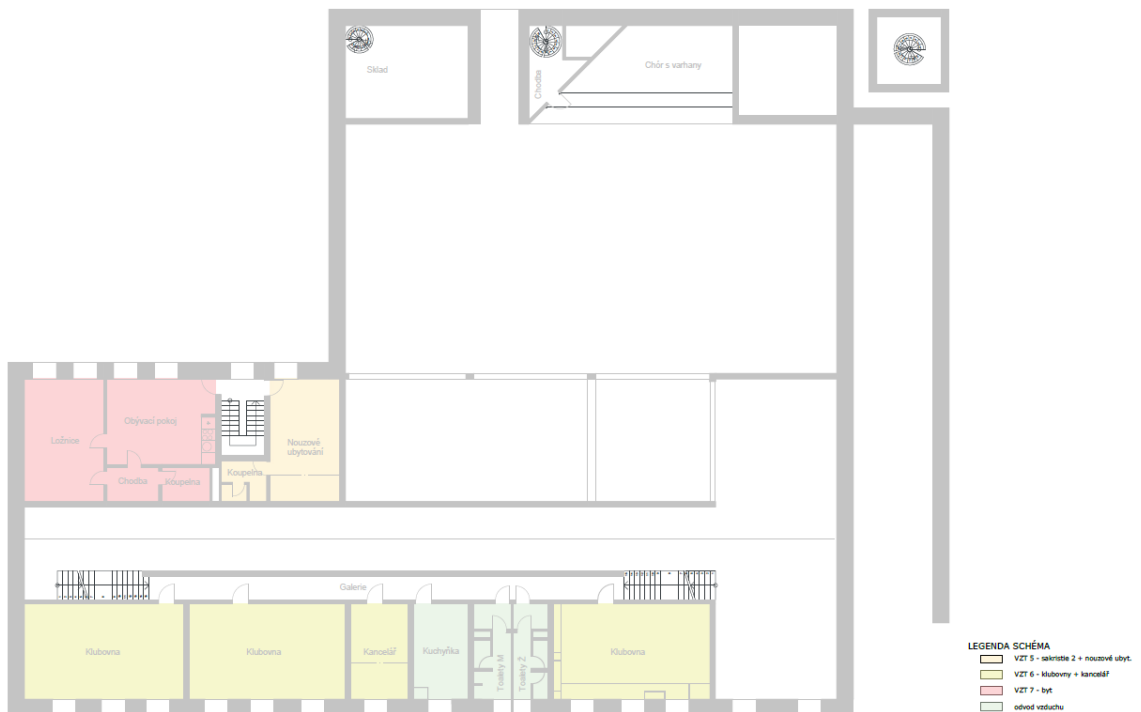
V letním období se snažíme zamezit přehřívání vnitřních prostor v objektu vhodným navržením způsobu větrání. Jelikož se jedná o objekt velké rozlohy a novostavbu, je nutné počítat s navržením nuceného větrání. V objektu je navrženo 7 vzduchotechnických jednotek se zpětným získáváním tepla, od firmy *Atrea*.

Částečný popis konceptu je uveden výše, viz. koncept vytápění. Je třeba připomenout, že se jedná o objekt rozdělený na různé provozování. Provozování jsou určena v liturgické části na 1 hod. denně, tedy jde o provoz pouze občasný. Provoz občasný se nachází také v části komunitní s klubovkami a multifunkčním sálem. Pravidelný provoz probíhá v bytě pro kněze, nouzovém ubytování a sakristii 2.

Výpočty a podrobnější zpracování je uvedeno v technické zprávě.



Obrázek 7 - 1.NP schéma větrání



Obrázek 8 - 2.NP schéma větrání

5. Problematika vlhčení varhan

Součástí diplomové práce je také zpracování problematiky vlhčení varhan. Měření teploty a vlhkosti jsem provedla ve třech kostelech. V kostele Stětí sv. Jana Křtitele v Ořechu, kostele sv. Petra a Pavla v Řeporyjích a v kostele Panny Marie Pomocné v Teplíčkách nad Metují. Tyto kostely jsem vybrala jednak s ohledem na dostupnost lokality, a také na informace od osob uvedených v poděkování této diplomové práce.

Do vnitřního prostředí kostelů byly umístěny měřicí přístroje Comet Logger S3120E 18932992, 18932991, 18932998. Byly nainstalovány do varhanní skříně u píšťal, kde je přímý vliv vlhkostních podmínek na chod varhan. Měření probíhalo v letním období, převážně v srpnu 2019. Bylo to období častých dešťů, objevoval se problém s vysoušením varhan.

Varhany ve všech uvedených kostelích jsou umístěny na kúru (kruchtě). Poslední dobou, resp. poslední dva roky, v závislosti na klimatických podmínkách, varhany přestávají fungovat. Přestávají fungovat zejména kvůli velmi suchým létům. Právě proto je tato problematika aktuální.

Varhanám vadí především výrazné změny relativní vlhkosti, ke kterým dochází na jaře shruba od května až do června, a pokračují díky naakumulovanému teplu až do prosince. Podle typu varhan (pneumatické a mechanické) rozlišujeme různé ovlivňování vysušování tohoto nástroje. Pneumatickým varhanám vadí především náhlé změny vlhkosti, které jsou největší v srpnu až říjnu. Mechanickým varhanám vadí suché období, tedy letní měsíce, červenec a srpen.^[14]

Optimálně by se měly hodnoty relativní vlhkosti pohybovat v rozmezí 60 – 80 %. Neměly by klesat pod 50 %, kdy hrozí vysoké vysušení varhan, ale také by se neměly dlouho vystavovat relativní vlhkosti kolem 100 %, kdy by mohlo docházet ke kondenzaci vlhkosti na stěnách a následným tvorbám plísní.^[13]

5.1 Kostel Stětí sv. Jana Křtitele v Ořechu

Přístroj Comet Logger: 18932992

Začátek měření: 2. 8. 2019, kolem 19:00

Konec měření: 6. 9. 2018, 19:50

Nejbližší meteostanice: Praha – Velká Chuchle



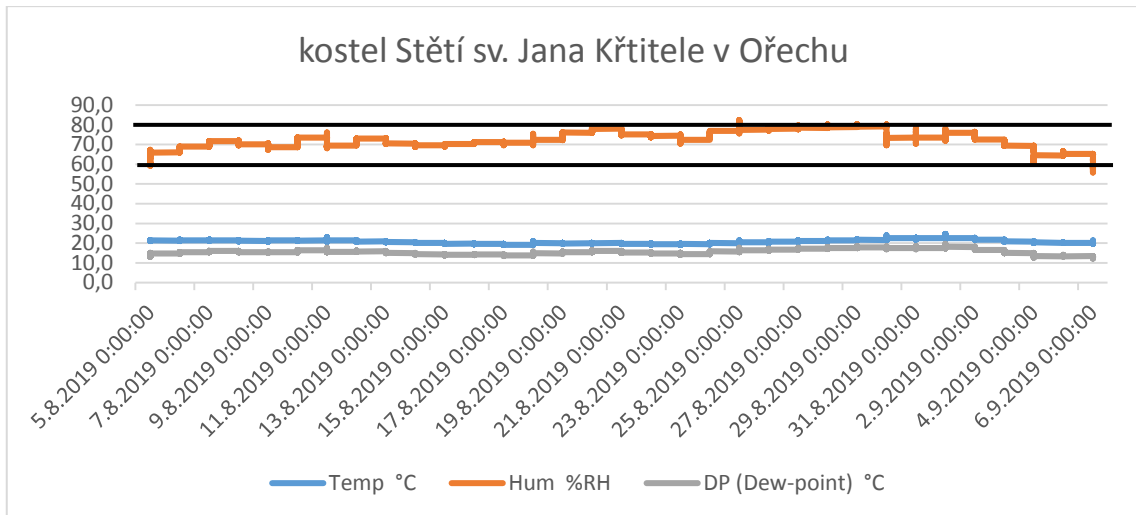
Obrázek 10 - Varhany kostel sv. Jana Stětí sv. Jana Křtitele v Ořechu



Obrázek 9 - Kostel Stětí sv. Jana Křtitele v Ořechu



Obrázek 11- Varhanní skříň kostela Stětí sv. Jana Křtitele v Ořechu



Obrázek 12 - Měření kostel Stětí sv. Jana Křtitele, Ořech

Výsledky měření: Výkyvy relativní vlhkosti jsou v mezích 60-80 %, tzn. varhany mají správné podmínky potřebné pro jejich správný chod. Bohoslužby probíhaly v pátek v 18:00 a v neděli v 9:30. Díky tomu v tento čas docházelo k provětrání prostor kostela.

5.2 Kostel sv. Petra a Pavla v Řeporyjích

Přístroj Comet Logger: 18932991

Začátek měření: 25. 7. 2019, 8:15

Konec měření: 6. 9. 2018, 9:00

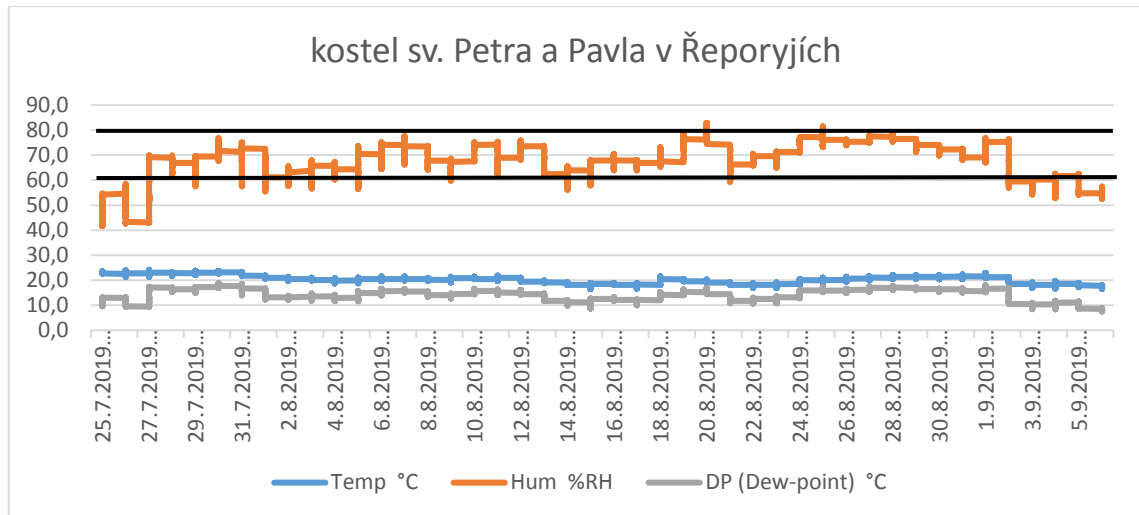
Nejbližší meteostanice: Praha – Velká Chuchle



Obrázek 13 - Píšťaly kostel sv. Petra a Pavla v Řeporyjích

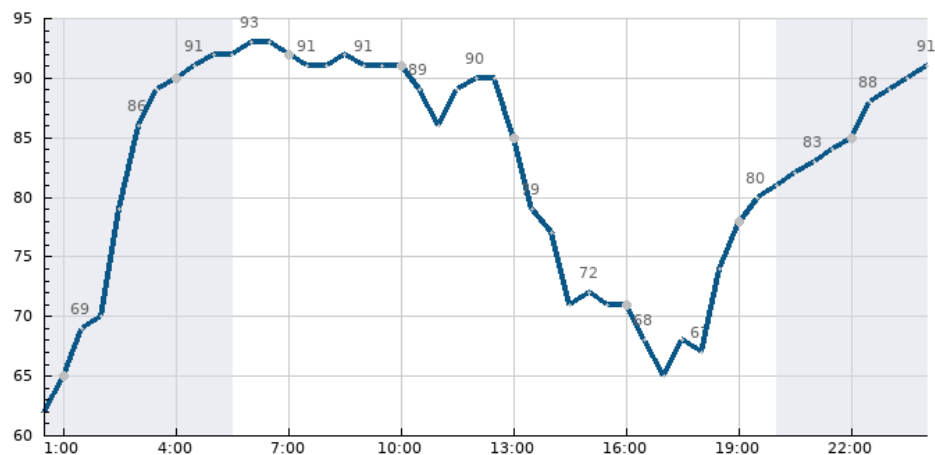
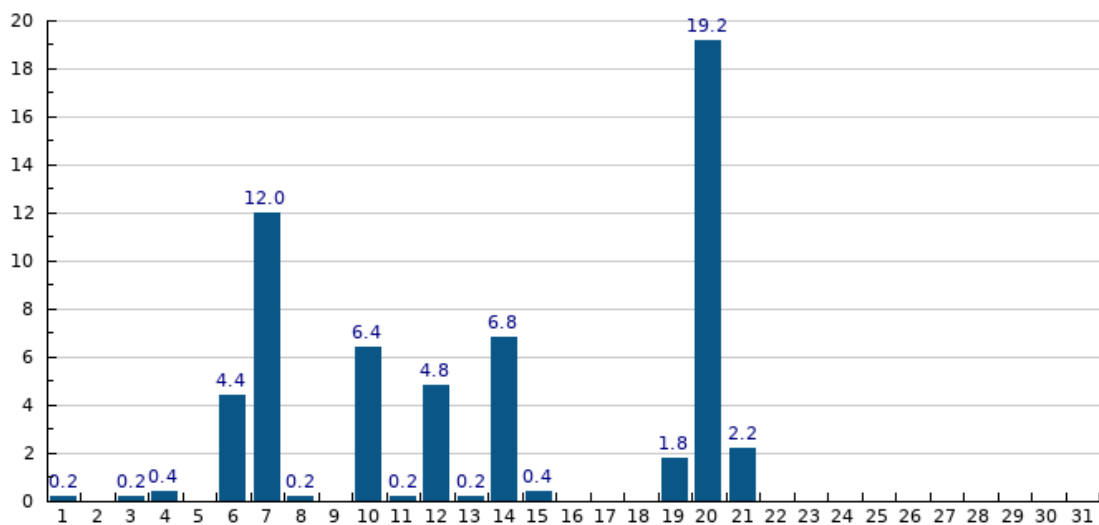


Obrázek 14 - Varhany kostel sv. Petra a Pavla v Řeporyjích



Obrázek 15 - Měření kostel sv. Petra a Pavla, Řeporyje

Výsledky měření: Výkyvy relativní vlhkosti jsou v tomto případě o něco větší, ale stále v mezích 60 – 80 %. Pouze je zde vidět, jak se v červenci kvůli vysokým teplotám a nízké relativní vlhkosti křivka pohybuje v nízkých hodnotách. Dále už je relativní vlhkost přijatelná, zajištění dostatečné vlhkosti není třeba. Bohoslužby se konají pouze v neděli v 11:00.

Obrázek 17 – průběh vlhkosti dne 19.8.2019 Velká Chuchle ^[9]Obrázek 16 – denní srážkové úhny v průběhu měsíce srpna 2019 Velká Chuchle ^[9]

5.3 Kostel Panny Marie Pomocné v Teplicích nad Metují

Přístroj Comet Logger: 18932998

Začátek měření: 28. 7. 2019, kolem 15:00

Konec měření: 7. 9. 2018, 10:15

Nejbližší meteostanice: Velké Svatoňovice



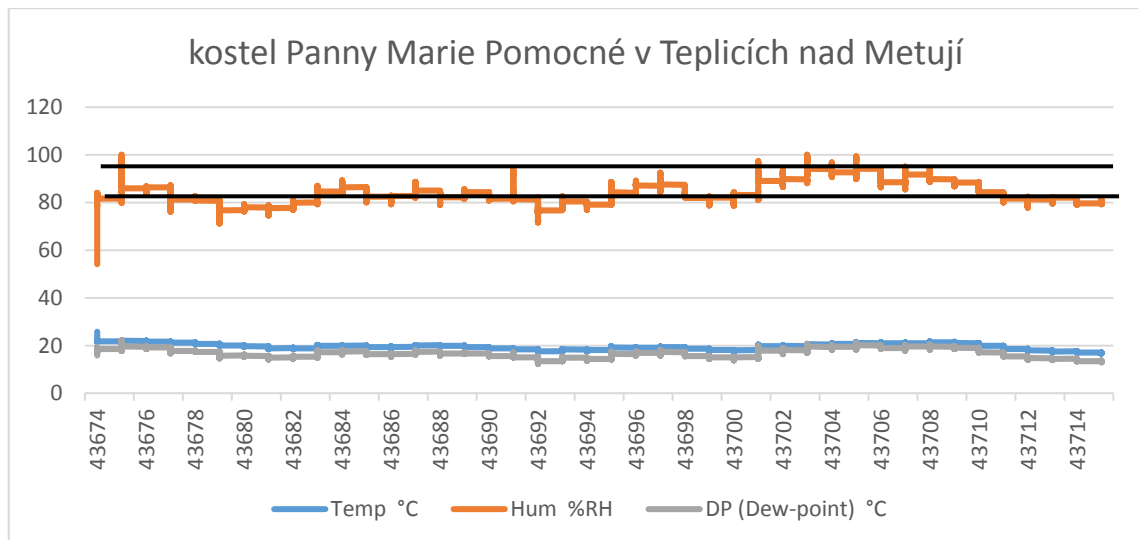
Obrázek 20 - Varhany skříň kostel Panny Marie Pomocné v Teplicích nad Metují



Obrázek 18 - Kostel Panny Marie Pomocné v Teplicích nad Metují



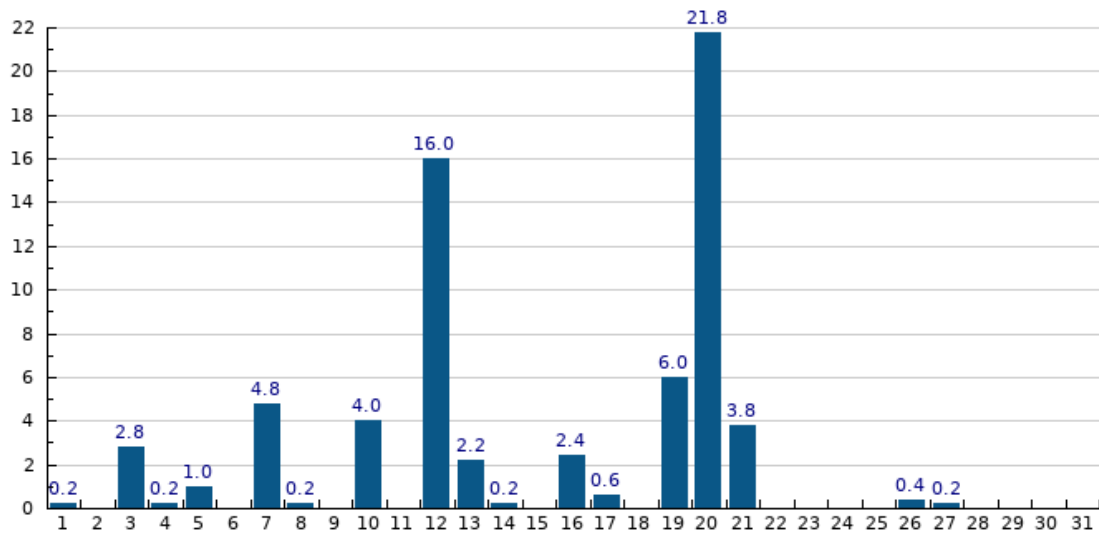
Obrázek 19 - Kostel Panny Marie Pomocné v Teplicích nad Metují



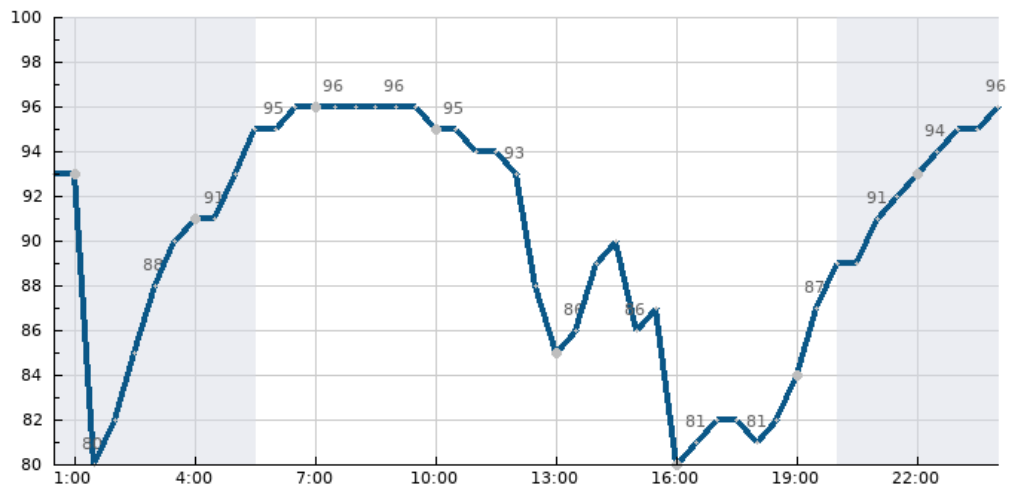
Obrázek 21 - Měření kostel Panny Marie Pomocné, Teplice nad Metují

Výsledky měření: Zde se hodnoty měření pohybují okolo horní hranice 80 % relativní vlhkosti. Tyto výsledky jsou pravděpodobně z důvodu častějšího větrání kostela a častějšího používání zvlhčovače. V okolí varhan jsou umístěny rostliny, které také pomáhají s produkcí vlhkosti v okolí varhan. Jelikož dříve byly tyto varhany vystaveny většímu suchu a teplu, došlo k celkovému vysušení. Dnes je tedy vhodné udržovat vyšší hodnoty relativní vlhkosti. Pouze by se mělo dávat pozor, aby nedošlo k přílišnému zvlhčení a následné tvorbě kondenzace na stěnách či plísní.

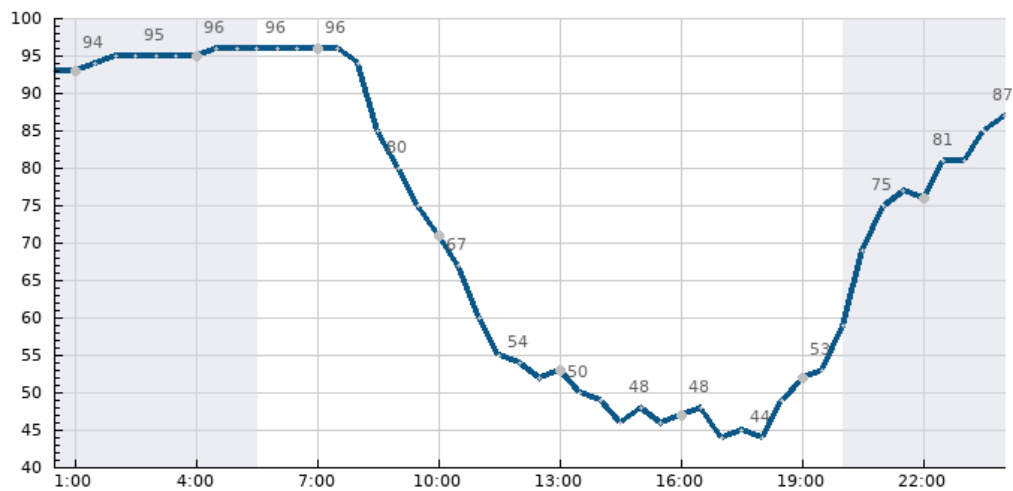
Zde probíhají prohlídky pro návštěvníky, v srpnu denně 9:30-12:00 a 14:00-17:45. Což mohlo mít na výsledky měření také vliv.



Obrázek 23 - denní srážkové úhrny v průběhu měsíce srpna 2019 Velké Svatoňovice ^[10]



Obrázek 22 - průběh vlhkosti dne 19.8.2019 Velké Svatoňovice ^[10]



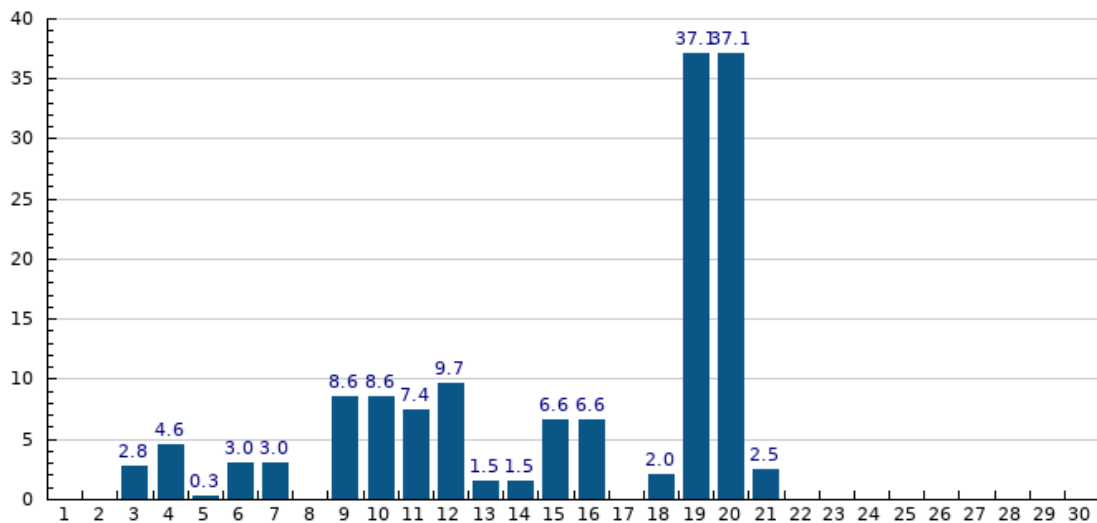
Obrázek 24 - průběh vlhkosti dne 9.8.2019 Velké Svatoňovice ^[10]

5.4 Chrám Nanebevzetí Panny Marie a sv. Jana Křtitele

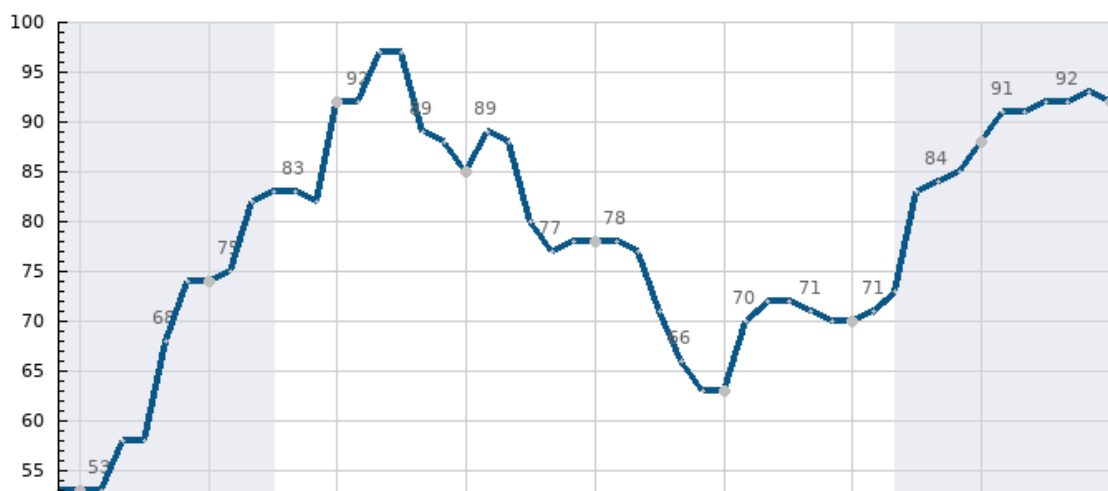
Díky vedoucí diplomové práce Ing. Zuzaně Veverkové, Ph. D. jsem se dostala k datům z chrámu Nanebevzetí Panny Marie a sv. Jana Křtitele v Kutné Hoře.

Zde můžu porovnat závislost vnitřní teploty a vlhkosti na venkovních podmínkách. (Červená křivka zobrazuje maximální teploty dne, modrá křivka zobrazuje minimální teploty dne.) Teplota exteriéru se celkem výrazně promítá do teploty interiéru kostela. Pouze je teplota v exteriéru přibližně o 2 stupně vyšší pravděpodobně kvůli akumulacím schopnostem zdiva.

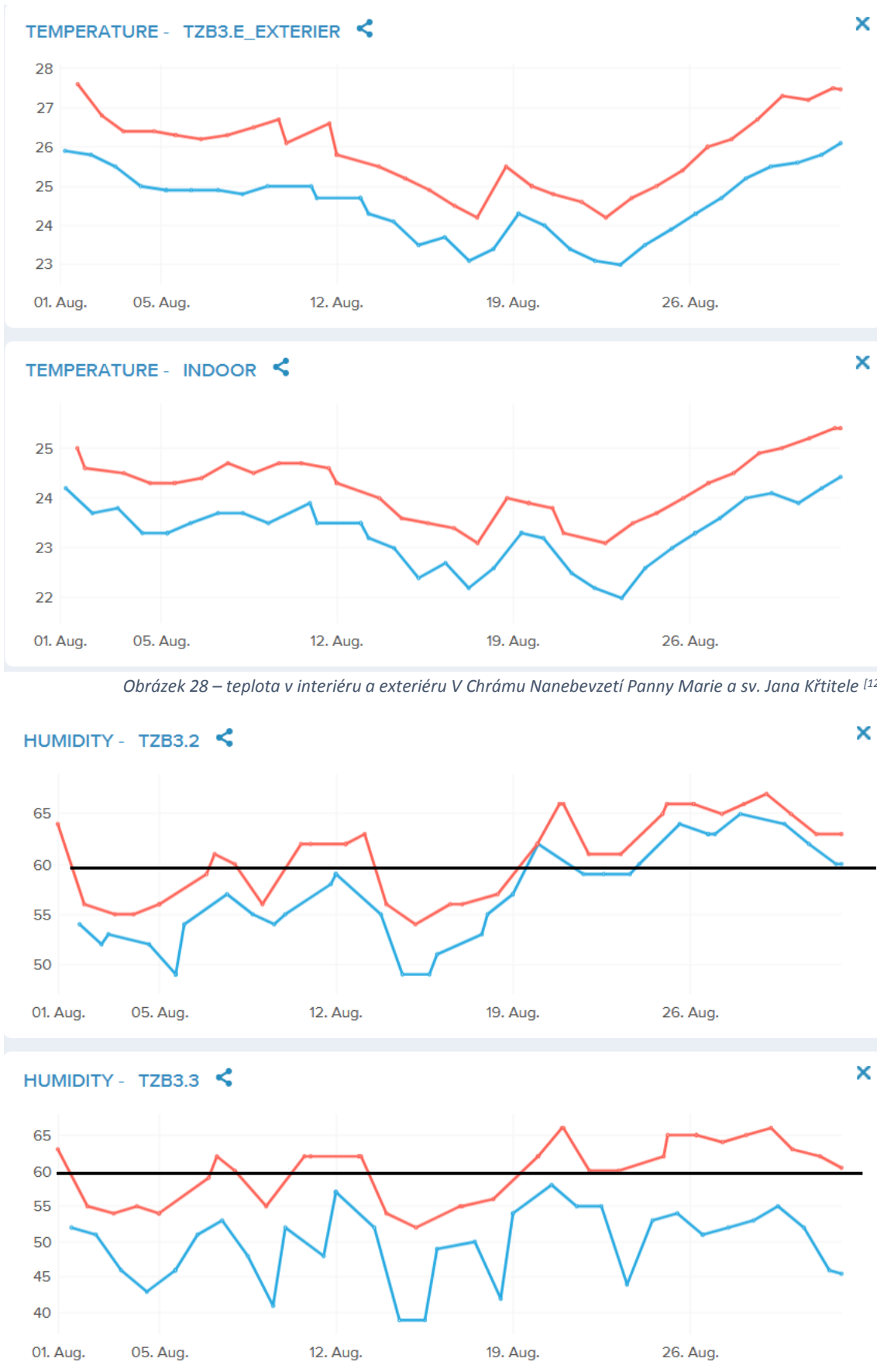
Relativní vlhkost se pravděpodobně váže k obsahu vlhkosti v exteriéru, resp. závisí na počasí a dešťových srážkách. Srpen 2019 byl na srážky bohatý. Pokud křivka TZB3.2 ukazuje relativní vlhkost v exteriéru a křivka TZB 3.3 v interiéru, je vidět, jak relativní vlhkost v interiéru ovlivňuje relativní vlhkost exteriéru, křivky se téměř shodují.



Obrázek 25 - denní srážkové úhrny v průběhu měsíce srpna 2019 Kutná Hora ^[11]



Obrázek 26 - průběh vlhkosti dne 19.8.2019 Kutná Hora ^[11]

Obrázek 28 – teplota v interiéru a exteriéru V Chrámu Nanebevzetí Panny Marie a sv. Jana Křtitele ^[12]Obrázek 27 - relativní vlhkost v interiéru v Chrámu Nanebevzetí Panny Marie a sv. Jana Křtitele ^[12]

Výsledky z měření bylo možné použít pro následné vyhodnocení a navržení vhodného způsobu vlhčení v konkrétním kostele. Naměřené hodnoty úzce souvisí s klimatickými podmínkami ve venkovním prostředí, a právě díky častým dešťům a celkově spíše vysoké relativní vlhkosti v srpnu, nebyl ani u jednoho z kostelů problém v tomto období s otázkou vlhčení varhan. Tedy, navržení konkrétního způsobu vlhčení na základě naměřených hodnot nebylo možné.

Doporučené způsoby zvýšení vlhkosti pro dobrý chod varhan, pokud dojde k vysychání:^[13]

- Větrání pomocí otevírání oken a dveří v závislosti na potřebě, nainstalovaný vlhkoměr může pomoci s frekvencí otevírání a zavírání oken a dveří.
- Misky s vodou by měly být standardní výbavou varhan. Při jejich používání, tedy naplněním vodou a jejich umístění do varhanní skříně k píšťalám dochází k následnému odpařování vody, a tím zlepšení chodu varhan.
- Zvlhčovač – pokud použijeme malý, ruční pro snadnou manipulaci, je nutné připojení na elektřinu.
- Polévání podlahy vodou je vhodné v těch kostelích, kde je dostatečná plocha a vhodný povrchový materiál podlahy, občas je ale zapotřebí i několika litrů denně.
- Rostliny mohou být umístěny v okolí varhan a tím mohou lokálně zvyšovat vlhkost.

Všechny tyto varianty jsou starostí pro správce či varhaníka, nutná je obsluha téměř každý den.

5.5 Zvlhčovače vzduchu

Pokud bychom chtěli použít variantu s automatickým provozem, pak je vhodné použít zvlhčovací zařízení.

Zvlhčovací zařízení:^[3]

- Odpařovací zvlhčovače
- Parní zvlhčovače
- Sprchové zvlhčovače
- Rozstříkovací zvlhčovače
- Pračky vzduchu
- Vysokovýkonné pračky vzduchu

Odpařovací zvlhčovače patří mezi nejjednodušší zvlhčovače. Ve skříně nebo v kanálu zařízení je nádrž s vodou s otopným tělesem, např. topná spirála nebo vložka, které ohřívá během provozu vodu. Odpařená část vody je následně odebrána proudícím vzduchem.^[3]

Parní zvlhčovač tvoří tlaková nádoba zásobníku páry, přívod vody, elektrické otopné vložky, které ohřívají napájecí vodu na páru potřebné teploty. Menší zařízení zvlhčují pouze přiváděný vzduch. Větší zařízení, které potřebují na zvlhčování větší množství páry, tvoří také speciální parní kotle nebo vyvíječe páry, pomocí potrubí je pára rozváděna, kondenzát se vrací zpátky. Tento druh zvlhčování patří mezi nejhygieničtější způsoby zvlhčování, ale naopak je spojen s vysokými náklady na údržbu a energii.^[3]

Sprchové zvlhčovače, resp. komorové zvlhčování, je založeno na principu rozprašované vody směrem dolů proti směru přiváděného vzduchu, tak nastane její odpařování, a tím i její zvlhčování. Při dostatečné údržbě je tento způsob zvlhčování velmi výhodný a hygienický, lze dosáhnout relativní vlhkosti 70-75 %, ale přesná regulace není zajištěna.^[3]

Rozstříkovací zvlhčovače, resp. deskové zvlhčovače, se dnes již moc nedělají. Jsou založeny na principu rotujícího disku, do kterého je přiváděna voda a následně po obvodu jemně rozprašována do okolí. Mezi výbavu patří i odlučovač vápníku (filtrace), kvůli eliminaci vápenatých solí, které se při používání rozprašují a odlučují do ovzduší.^[3]

Ultrazvukový rozprašovač, je tvořen membránou rozkmitanou ultrazvukovým měničem, na který kape voda. Tak se vytváří spektrum nejjemnějších kapek, které vystupují z rozprašovače jako pára. Patří mezi dražší zařízení, takže se používají spíše jako menší jednotky.^[3]

Pračky vzduchu obsahují více řad trubek, v závislosti na účinnosti zvlhčování. Obsahuje také odlučovač kapek, který odstraňuje kapky neodpařené vody.^[3]

Vysokovýkonné pračky vzduchu jsou tvořeny 17 řadami trubek, kterými dosahují intenzivního promísení vzduchu s vodou. Tyto pračky mohou, jak zvlhčovat, tak i odvlhčovat, když je přivedena velmi studená voda. Mohou se používat při zpracování tabáku či textilním průmyslu jako zvlhčovače s prosycením.^[3]

6. Závěr

Závěrem musím napsat, že mě probíraná tematika velmi bavila. Ráda jsem si obohatila znalosti v oblasti kostelů a jejich ochrany problematikou vlhčení varhan. Navržením vhodného systému větrání pro kostel sv. Bernarda jsem zjistila, jakou veškerou problematiku obnáší provoz kostela. Nabízí se řada otázek, např. zda je navržený systém právě ten nejlepší, každý může mít na provoz kostela jiný pohled. Tento kostel má velmi specifický provoz, je mimo jiné spojený i s komunitním centrem. Já jsem se ve své diplomové práci snažila navrhnout koncept systému vytápění a větrání dle svého nejlepšího uvážení.

Z měření, které jsem provedla v kostele Stětí sv. Jana Křtitele v Ořechu, kostele sv. Petra a Pavla v Řeporyjích, kostele Panny Marie Pomocné v Teplicích nad Metují, chrámu sv. Nanebevzetí Panny Marie a sv. Jana Křtitele jsem zjistila, že relativní vlhkost, která ovlivňuje chod varhan, opravdu souvisí s vlhkostními podmínkami ve venkovním prostředí. Pokud se varhaník či správce kostela stará o tento krásný hudební nástroj dle svého nejlepšího uvážení, nejlépe ještě s informacemi od původních správců či varhaníků, je tento nástroj v nejlepších rukách a bude sloužit dlouho. Je možné, že již dříve se varhaníci či správci potýkali s problémy vlhčením varhan, určitě si s nimi dobře poradili a varhany slouží dodnes.

7. Seznam použité literatury

1. VAVERKA, Jiří. *Nové kostely a kaple z konce 20. století v České republice*. Kostelní Vydří: Karmelitánské nakladatelství, 2001. ISBN 80-7192-539-x.
2. BĚLSKÝ, Vratislav. *Nauka o varhanách pro druhý a třetí ročník konzervatoří*. 3. vyd. Praha: Supraphon, 1988.
3. DANIELS, Klaus. *Technika budov: příručka pro architekty a projektanty*. Bratislava: Jaga group, 2003. ISBN 80-88905-63-X.
4. STAMPER, Eugene, Richard L. KORAL a Clifford STROCK. *Handbook of air conditioning, heating, and ventilating*. 3d ed. New York: Industrial Press, c1979. ISBN 0-8311-1124-0.
5. DĚDEK, Vojtěch. *Kostel – Mladá Boleslav*. Praha, 2019. Diplomová práce. ČVUT v Praze. Fakulta stavební. Vedoucí práce Prof. Ing. arch. Michal Hlaváček
6. ZMRHAL, Vladimír a Miloš LAIN. *Prvky větracích a klimatizačních zařízení (II) - 2. část: Distribuce vzduchu* [online]. 21.5.2007 [cit. 2019-11-04]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vzduchotechnicka-zarizeni/4139-prvky-vetracich-a-klimatizacnich-zarizeni-ii-2-cast>
7. ČSN EN 15759-1. *Ochrana kulturního dědictví – Vnitřní prostředí – Pokyny pro vytápění kostelů a kaplí*. 1. vyd. Praha: ÚNMZ, duben 2012

8. ČSN EN 15759-2. *Ochrana kulturního dědictví – Vnitřní prostředí – Část 2: Řízení větrání za účelem ochrany budovy a sbírek*. 1. vyd. Praha: ÚNMZ, červenec 2018
9. *In-počasi* [online]. 2019 [cit. 2019-12-23]. Dostupné z: https://www.in-pocasi.cz/aktualni-pocasi/praha_ch/?&typ=srazky&historie_bar_mesic=8&historie_bar_rok=2019#monthly_graph
10. *In-počasi* [online]. 2019 [cit. 2019-12-23]. Dostupné z: https://www.in-pocasi.cz/aktualni-pocasi/velke_svatonovice/?&typ=srazky&historie_bar_mesic=8&historie_bar_rok=2019#monthly_graph
11. *In-počasi* [online]. 2019 [cit. 2019-12-23]. Dostupné z: https://www.in-pocasi.cz/aktualni-pocasi/kutna_hora/?&typ=srazky&historie_bar_mesic=8&historie_bar_rok=2019#monthly_graph
12. ČVUT, FSv, Ing. Zuzana Veverková, Ph. D.
13. *"Dopis (mail): Jak udržet varhany ve funkci"*. OTCOVSKÝ, Jan. [cit. 2019-12-23].
14. RUBINOVÁ, Olga a Marcela POČINKOVÁ. *Vytápění kostela pomocí otopných registrů v lavicích* [online]. , 4 [cit. 2019-12-23]. Dostupné z: <https://www.energitech.cz/soubory/vytapeni-kostela-pomoci-otopnych-registru-v-lavicich--f142.pdf>
15. NAVRÁTILOVÁ, Olga. *Vnitřní prostředí církevních staveb* [online]. , 4 [cit. 2019-12-26]. Dostupné z: <https://www.fce.vutbr.cz/TZB/rubinova.o/nove%20kostely.pdf>

8. Seznam obrázků

Obrázek 1 - Vývojový diagram ^[7]	13
Obrázek 2 - 1.NP ^[6]	15
Obrázek 3 - 2.NP ^[6]	16
Obrázek 4 - Vizualizace ^[6]	16
Obrázek 5 - 1.NP schéma vytápění	18
Obrázek 6 - 2.NP schéma vytápění	19
Obrázek 7 - 1.NP schéma větrání	20
Obrázek 8 - 2.NP schéma větrání	20
Obrázek 10 - Kostel Stětí sv. Jana Křtitele v Ořechu	21
Obrázek 9 - Varhany kostel sv. Jana Stětí sv. Jana Křtitele v Ořechu	21
Obrázek 11 - Varhany skříň kostel Stětí sv. Jana Křtitele v Ořechu	21
Obrázek 12 - Měření kostel Ořech	22
Obrázek 13 - Píšťaly kostel sv. Petra a Pavla v Řeporyjích	22
Obrázek 14 - Varhany kostel sv. Petra a Pavla v Řeporyjích	22
Obrázek 15 - Měření kostel Řeporyje	23
Obrázek 16 – denní srážkové úhrny v průběhu měsíce srpna 2019 Velká Chuchle ^[9]	23
Obrázek 17 – průběh vlhkosti dne 19.8.2019 Velká Chuchle ^[9]	23
Obrázek 18 - Kostel Panny Marie Pomocné v Teplicích nad Metují	24
Obrázek 19 - Kostel Panny Marie Pomocné v Teplicích nad Metují	24
Obrázek 20 - Varhany skříň kostel Panny Marie Pomocné v Teplicích nad Metují	24
Obrázek 21 - Měření kostel Teplice nad Metují	24
Obrázek 22 - průběh vlhkosti dne 19.8.2019 Velké Svatoňovice ^[10]	25

Obrázek 23 - denní srážkové úhrny v průběhu měsíce srpna 2019 Velké Svatoňovice ^[10]	25
Obrázek 24 - průběh vlhkosti dne 9.8.2019 Velké Svatoňovice ^[10]	25
Obrázek 25 - denní srážkové úhrny v průběhu měsíce srpna 2019 Kutná Hora ^[11]	26
Obrázek 26 - průběh vlhkosti dne 19.8.2019 Kutná Hora ^[11]	26
Obrázek 27 - relativní vlhkost v interiéru v Chrámu Nanebevzetí Panny Marie a sv. Jana Křtitele ^[12]	27
Obrázek 28 – teplota v interiéru a exteriéru V Chrámu Nanebevzetí Panny Marie a sv. Jana Křtitele ^[12]	27