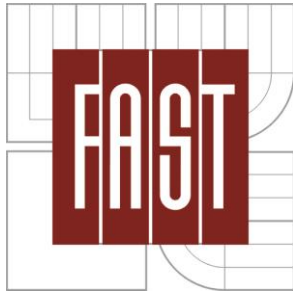


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

OPTIMALIZACE VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ HISTORICKÉ MÍSTNOSTI

OPTIMIZATION OF INDOOR CLIMATE IN A HISTORICAL ROOM

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

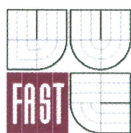
Bc. KLÁRA ČERMÁKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. LENKA MAUREROVÁ, Ph.D.

BRNO 2016



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. Klára Čermáková
Název	Optimalizace vnitřního prostředí historické místnosti
Vedoucí diplomové práce	Ing. Lenka Maurerová
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2015
Datum odevzdání diplomové práce	15. 1. 2016

V Brně dne 31. 3. 2015

.....
doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu



.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

A. Analýza tématu, cíle a metody řešení

- Analýza zadaného tématu, normové a legislativní podklady
- Cíl práce, zvolené metody řešení
- Aktuální technická řešení v praxi
- Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů)
- Experimentální řešení (popis metody a přístrojové techniky)
- Řešení využívající výpočetní techniku a modelování (popis v praxi používaných nástrojů)

B. Aplikace tématu na zadané budově - koncepční řešení

- Návrh technického řešení optimalizace vnitřního prostředí v historické místnosti ve 2 až 3 variantách (včetně doložených výpočtů) v rozpracovanosti projektu pro stavební povolení: půdorysy v měřítku 1:100, stručná technická zpráva
- Ideové řešení navazujících profesí TZB (ZTI, VZT, ÚT) v řešené historické místnosti
- Hodnocení navržených variant řešení z hlediska: zajištění požadovaných parametrů vnitřního prostředí pro uchovávané předměty, realizovatelnosti variant s ohledem na zásahy do historických konstrukcí, ekonomiky provozu.

C. Experimentální řešení a zpracování výsledků

- Experiment realizovaný na reálné budově postihující zadanou problematiku

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....


Ing. Lenka Maurerová
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

V diplomové práci je řešeno vnitřní prostředí se specializací na historické budovy. Experimentálně byly zjištěny hodnoty relativní vlhkosti a teploty a byl vyhodnocen jejich vliv na předměty s historickou a uměleckou hodnotou, které jsou uloženy ve zkoumaných místnostech zámku ve Slavkově u Brna. Výsledky experimentů jsou hodnoceny dle kritérií vyžadovanými zvolenou metodikou. Práce dále řeší úpravy mikroklimatu těchto historických místností. Dále jsou navrženy dvě varianty vytápění dle normových požadavků. Ty jsou hodnoceny podle různých kritérií a je vybrán nejvhodnější způsob vytápění – infrapanely.

PREFACE

Diploma thesis solves an indoor climate specializing to historical buildings.

The thesis is divided to three parts.

First part contains The experiment in historical rooms took place at Austerlitz chaetau. Humidity and temperature was mesuared and the impact of these two parametres was evaluated according to chosen methodic. Diploma thesis solves optimalization of internal microclimate of these two rooms. Two types of heating are designed in accordance with technical standards. These types are evaluated according to different criterions and the best type of heating is chosen – infraheating.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vnitřní prostředí, historická místnost, vlhkost, teplota, vytápění

KEY WORDS

Internal microclimate, historical room, humidity, temperature, heating

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Klára Čermáková *Optimalizace vnitřního prostředí historické místnosti*. Brno, 2016. 88 s., 52 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Lenka Maurerová, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 14. 1. 2016

.....
podpis autora

Děkuji své vedoucí diplomové práce Ing. Lence Maurerové Ph.D. za vedení a odborné rady v průběhu zpracování diplomové práce. Dále děkuji svým přátelům, spolužákům a rodině za podporu při studiu.

OBSAH

1 ANALÝZA TÉMATU A METODY ŘEŠENÍ	15
1.1 ANALÝZA TÉMATU	15
1.2 NORMOVÉ A LEGISLATIVNÍ PODKLADY	15
1.3 TEORETICKÉ ŘEŠENÍ A TECHNICKÁ ŘEŠENÍ V PRAXI	18
1.3.1 DEFINICE POUŽÍVANÝCH POJMŮ	18
1.3.2 SPECIFIKACE IM PRO HISTORICKÉ BUDOVY	20
1.3.3 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ INTERNÍ MIKROKLIMA.....	21
1.3.3.1 TEPLOTA A VLHKOST.....	21
1.3.3.2 VĚTRÁNÍ A ZNEČIŠTĚNÍ VZDUCHU	23
1.3.3.3 PROUDĚNÍ.....	25
1.3.3.4 KOMÍNOVÝ EFEKT.....	27
1.3.3.5 ZÁŘENÍ	29
1.3.3.6 BIOLOGIČTÍ ČINITELE.....	30
1.3.4 METODIKY ŘEŠENÍ IM V OBORU HISTORICKÝCH BUDOV ...	32
1.3.4.1 ASHREA.....	32
1.3.4.2 ICOM A ICCROM	33
1.3.4.3 ČSN EN 15757	35
1.3.4.4 PREVENTIVNÍ PÉČE O HISTORICKÉ OBJEKTY A SBÍRKY V NICH ULOŽENÉ	36
1.4 EXPERIMENTÁLNÍ ŘEŠENÍ A ŘEŠENÍ VYUŽÍVAJÍCÍ VÝPOČETNÍ TECHNIKU MODELOVÁNÍ	37
2 APLIKACE TÉMATU NA ZADANÉ BUDOVĚ – KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ	38
2.1 ANALÝZA ŘEŠENÉ BUDOVY	38
2.1.1 HISTORIE ZÁMKU VE SLAVKOVĚ U BRNA.....	38
2.1.2 STAVEBNÍ VÝVOJ A VZNIK BAROKNÍHO ZÁMKU VE SLAVKOVĚ U BRNA.....	39
2.1.3 POPIS ZÁMECKÉ BUDOVY Z ARCHITEKTONICKÉHO HLEDISKA.....	40
2.1.4 HISTORICKÉ SYSTÉMY TZB.....	41
2.1.4.1 VYTÁPĚNÍ.....	41
2.1.4.2 ZDRAVOTECHNIKA	43
2.1.4.3 VZDUCHOTECHNIKA	45
2.1.5 STÁVAJÍCÍ STAV VYTÁPĚNÍ V ŘEŠENÝCH MÍSTNOSTECH ..	46
2.2 NÁVRH TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ OPTIMALIZACE VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ V HISTORICKÉ MÍSTNOSTI.....	47
2.2.1 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT OBJEKTU.....	47
2.2.1.1 STANOVENÍ SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA KONSTRUKCÍ ...	47
2.2.1.2 TEPELNÉ ZTRÁTY JEDNOTLIVÝCH MÍSTNOSTÍ.....	48
2.2.2 NÁVRH ZPŮSOBU VYTÁPĚNÍ.....	49
2.2.2.1 VARIANTA 1 - AKUMULAČNÍ KAMNA.....	49

2.2.2.2	VARIANTA 2 - SÁLAVÉ INFRAPANELY	51
2.2.3	IDEOVÉ ŘEŠENÍ NAVAZUJÍCÍCH PROFESÍ	52
2.2.4	POROVNÁNÍ NAVRHOVANÝCH VARIANT	53
2.2.4.1	ZAJIŠTĚNÍ POŽADOVANÝCH PARAMETRŮ VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ.....	53
2.2.4.2	REALIZOVATELNOST VARIANT S OHLEDEM NA ZÁSAHY DO HISTORICKÝCH KONSTRUKCÍ.....	53
2.2.4.3	EKONOMIKA PROVOZU.....	54
2.2.4.4	CELKOVÉ HODNOCENÍ	54
2.2.5	TECHNICKÁ ZPRÁVA.....	55
2.2.5.1	ÚVOD	55
2.2.5.2	ZÁKLADNÍ INFORMACE O STAVBĚ.....	56
2.2.5.3	KONCEPCE VYTÁPĚNÉHO OBJEKTU.....	57
2.2.5.4	ZDROJE TEPLA	57
2.2.5.5	POŽADAVKY NA PROFESE	57
2.2.5.6	MĚŘENÍ A REGULACE	57
3	EXPERIMENTÁLNÍ ŘEŠENÍ A ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ	60
3.1	POPIS MĚŘENÍ	60
3.1.1	MĚŘENÉ MÍSTNOSTI	61
3.1.1.1	MÍSTNOST Č. 10101 – DÁMSKÝ SALONEK.....	61
3.1.1.2	MÍSTNOST Č. 10102 – RENESANČNÍ SALONEK	61
3.1.2	POSTUP MĚŘENÍ	62
3.1.3	MĚŘICÍ PŘÍSTROJE	67
3.2	VYHODNOCENÍ MÍSTNOSTÍ	69
3.2.1	MĚŘENÍ -ZIMA	69
3.2.1.1	VLIV VNĚJŠÍCH OKRAJOVÝCH PODMÍNEK V ZIMNÍM OBDOBÍ..	70
3.2.1.2	OBRAZY.....	72
3.2.2	MĚŘENÍ – LÉTO.....	74
3.2.2.1	OBRAZY.....	75
3.2.3	SROVNÁNÍ LETNÍHO A ZIMNÍHO MĚŘENÍ	77
3.2.3.1	SROVNÁNÍ HODNOT NAMĚŘENÝCH JEDNOTLIVÝMI ČIDLY	77
3.2.3.2	SROVNÁNÍ V RÁMCI MÍSTNOSTÍ.....	78
3.2.4	NÁVRH MOŽNÝCH ÚPRAV	79
	ZÁVĚR.....	81
	POUŽITÉ ZDROJE	82
	SEZNAM OBRÁZKŮ	85
	SEZNAM TABULEK.....	85
	SEZNAM GRAFŮ	86

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	86
SEZNAM PŘÍLOH.....	87

ÚVOD

Historické budovy mají pro společnost vysokou hodnotu, která nespočívá pouze v dokumentování vývoje stavebnictví, ale také jako doklad společenského zřízení a myšlení lidí. V České republice tradice památkové péče velmi silná. Tato diplomová práce řeší barokní zámek ve Slavkově u Brna z hlediska vnitřního prostředí.

Cílem této diplomové práce je vyhodnotit vnitřní prostředí historické místnosti na zámku a vyřešit úpravu tohoto vnitřního prostředí tak, aby vystavované sbírkové předměty nebyly působením tohoto prostředí nijak poškozovány.

Diplomová práce je rozdělena do tří částí. V první teoretické části bude popsána teorie vnitřního prostředí se specifikací pro historické místnosti. Budou charakterizovány jednotlivé faktory ovlivňující vnitřní prostředí a vliv těchto faktorů na sbírkové předměty. V teoretické části této práci jsou shrnuty současné metodiky a předpisy, dle kterých se postupuje při tvorbě interního mikroklimatu historických místností vhodného pro uložení sbírkových předmětů.

Druhá část této práce je praktická aplikace tématu na dvě vybrané historické místnosti. Nejprve bude provedena analýza celé budovy s důrazem na technická zařízení budov. Pro vybrané místnosti budou navrženy dva způsoby vytápění, které budou vyhodnoceny z hlediska zajištění požadovaných parametrů interního mikroklimatu, realizovatelnosti a z ekonomického hlediska. Při návrhu je třeba zohlednit specifickou budovy, kdy je třeba omezit zásahy do stavebních konstrukcí. Návrh zdrojů tepla bude proveden dle platných norem a předpisů výrobce.

Experimentální řešení bude zpracováno ve třetí části této práce. V rámci řešení bude provedeno měření ve dvou vytipovaných historických místnostech, ve kterých jsou očekávány extrémní hodnoty měřených veličin, tedy teploty a relativní vlhkosti. Měření proběhlo ve dvou etapách v zimním a v letním období. Naměřené hodnoty budou zpracovány a vyhodnoceny dle zvolené metodiky. Budou navrženy možné úpravy pro dosažení hodnot teploty a relativní vlhkosti dle zvolené metodiky.

1 ANALÝZA TÉMATU A METODY ŘEŠENÍ

1.1 Analýza tématu

Interní mikroklima historických místností je problematika, kterou se zabývají všichni pracující na památkových objektech, ve kterých jsou uloženy předměty velké historické a společenské hodnoty. Klimatické prostředí vhodné pro historické objekty a památky se zhoršuje se směrem k severu a do vnitrozemí – z toho vyplývá, že nejvhodnější prostředí je v oblasti Středního moře. V naší republice jsou podmínky nevyhovující vzhledem k tomu, že v budovách je často dosaženo vlhkosti až 80 % a velmi často také rosného bodu. Z tohoto důvodu by bylo nejvhodnější vytvořit depozitáře s ideálním klimatem. Toto není možné z ekonomických důvodů a také proto, že zařízené interiéry by nemohli navštívit běžní návštěvníci v hojném počtu. Proto je velmi důležité najít co nejlepší kompromis a upravit vnitřní prostředí tak, aby uloženým historickým movitým památkám co nejlépe vyhovovalo.

Problém udržování vnitřního prostředí lze vyřešit několika způsoby – vhodným temperováním místností, odvlhčováním vzduchu odvlhčovačem, úpravou vzduchu vzduchotechnickou jednotkou nebo změnou režimu užívání historického objektu.

1.2 Normové a legislativní podklady

Požadavky na úroveň mikroklimatu se liší dle způsobu využití budovy/místnosti. Kvalitu interního mikroklimatu ovlivňuje množství činitelů. Limitní hodnoty těchto činitelů ovlivňujících vnitřní prostředí jsou uvedeny v předpisech.

Zákony

- č. 183/2006 Sb., stavební zákon (nahrazuje zákon č. 50/1976 Sb.)
- č. 20/1966 Sb., o zdraví lidu v platném znění
- č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví v platném znění
- č. 262/2006 Sb., zákoník práce (nahrazuje zákon č. 155/2000 Sb.)
- č. 309/2007 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bez-

pečnosti a ochrany zdraví při činnostech nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy

Prováděcí předpisy

- nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací (prováděcí předpis k zákonu č. 258/2000 Sb.)
- nařízení vlády č. 1/2008 Sb., o ochraně zdraví před neionizujícím zářením (prováděcí předpis k zákonu č. 258/2000 Sb.)
- nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci (prováděcí předpis k zákonu č. 309/2007 Sb. a 262/2006 Sb.)
- vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj č. 137/1998 Sb., o obecných technických požadavcích na výstavbu (prováděcí předpis k zákonu č. 50/1976 Sb.) ve znění vyhlášky č. 502/2006 Sb. (změny v souladu s novým stavebním zákonem č. 183/2006 Sb.)
- vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých (prováděcí předpis k zákonu č. 258/2000 Sb.) - v současné době v novelizaci
- vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb (prováděcí předpis k zákonu č. 258/2000 Sb.)
- vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 137/2004 Sb., o hygienických požadavcích na stravovací služby a o zásadách osobní a provozní hygieny při činnostech epidemiologicky závažných (prováděcí předpis k zákonu č. 258/2000 Sb.) ve znění vyhlášky č. 602/2006 Sb.
- vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 135/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch (prováděcí předpis k zákonu č. 258/2000 Sb.)
- vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 255/2003 Sb., kterou se stanoví správná lékařská praxe, bližší podmínky přípravy a úpravy léčivých přípravků, výdeje a zacházení s léčivými přípravky ve zdravotnických za-

řízeních a bližší podmínky provozu lékáren a dalších provozovatelů vydávajících léčivé přípravky (prováděcí předpis k zákonu č. 258/2000 Sb.)

Normy

- ČSN EN 15758 Ochrana kulturního dědictví – Postupy a přístroje pro měření teploty vzduchu a teploty povrchů objektů
- ČSN EN 15757 Ochrana kulturního dědictví – Požadavky na teplotu a relativní vlhkost prostředí s cílem zamezit mechanickému poškození organických hygroskopických materiálů, k němuž dochází v důsledku klimatu

V případě nevyhovujících podmínek je třeba vnitřní prostředí upravit dle výše uvedených předpisů. [28]

1.3 Teoretické řešení a technická řešení v praxi

Vnitřní prostředí můžeme definovat jako prostředí oblasti malých rozměrů ohraničených stavební konstrukcí. [21] Mikroklima může být také definováno jako „omezená složka prostředí formovaná tepelnými a látkovými toky, které exponují subjekt a vytvářejí jeho celkový stav.“ [9]

Z hygienického hlediska je vnitřní prostředí definováno hodnotami fyzikálních, chemických a biologických ukazatelů. Na definici se můžeme podívat i z úhlu pohledu energetika – vnitřní prostředí je definováno návrhovými hodnotami teploty a relativní vlhkosti vzduchu a objemového toku výměny vzduchu, případně rychlostí jeho proudění nebo osvětleností. [22]

Všechny tyto výše uvedené vlastnosti a jejich procentuální zastoupení v objemu vzduchu ve vnitřním prostředí ovlivňují jeho kvalitu.

1.3.1 Definice používaných pojmů

Teplota vzduchu

Teplota odečtená na teploměru, který je vystaven vzduchu v poloze chráněné před přímým zářením – slunečním nebo zářením z jiného energetického zdroje

Rovnovážná vlhkost

Obsah vlhkosti, při které hygroskopický materiál za dané relativní vlhkosti a teploty žádnou vlhkost ani neztrácí, ani neabsorbuje z okolní atmosféry

Vytápění, větrání nebo klimatizační systémy

Aktivní systémy provozované pro řízení teploty vzduchu (vytápění), teploty vzduchu a vlhkosti (klimatizace) nebo větrání v budově

Historické klima

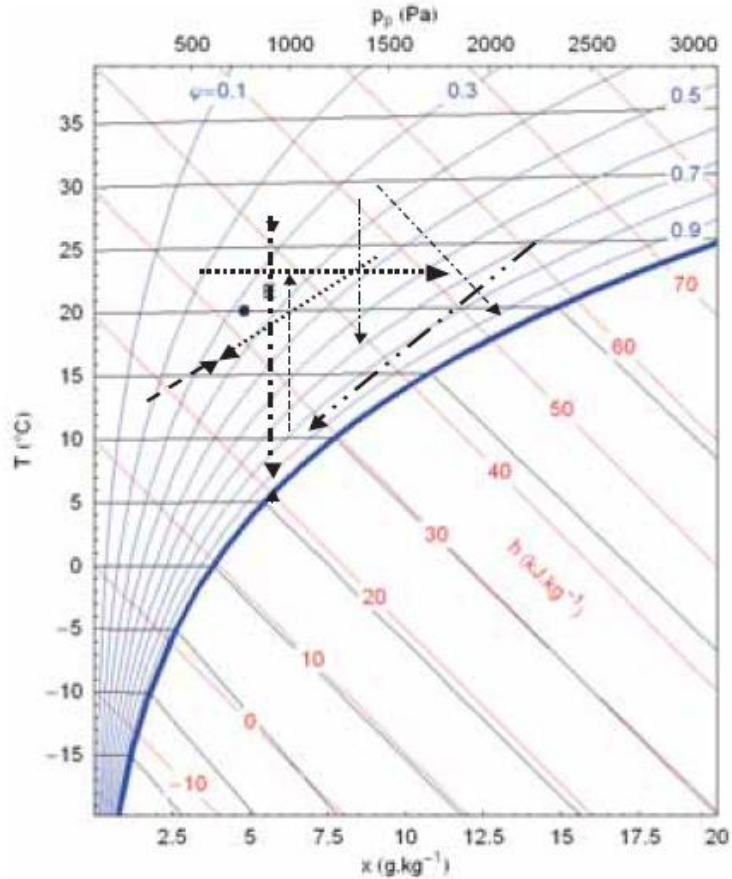
Klimatické podmínky prostředí, ve kterém byly objekty kulturního dědictví vždy drženy, nebo v něm byly ponechány delší dobu /minimálně po dobu jednoho roku) a jsou v něm aklimatizovány

Hygroskopický materiál

Materiál, který absorbuje vlhkost, jestliže relativní vlhkost okolního klimatu stoupá, a který naopak s poklesem relativní vlhkosti okolního klimatu vlhkost ztrácí

Mollierův diagram

Tzv. h-x diagram, který vyjadřuje teplotně vlhkosní poměry vzduchu při tlaku 110 kPa



Úpravy vzduchu:

- ohřev: -----
- chlazení bez odvlhčení: - - - - -
- chlazení s odvlhčením: . - - - -
- isoenthalpické vlhčení: - - - - -

- - - - - - ► dosažení vysoké relativní vlhkosti ϕ při nízké měrné vlhkosti x snížením teploty na $T = 7\text{ °C}$,
- a - - - - - ► směšování
 $M_a/M_b = b/a$
- rosný bod: ▲
- vlhčení parou: - - - - -

Obrázek 1 1: H-x diagram a úpravy vzduchu [10]

Rosný bod

Teplota, při které dosáhne vlhkost vzduchu nasycení vodní párou. Vodní pára se začne srážet a kapalnět. Chladné předměty se orosí vodou.

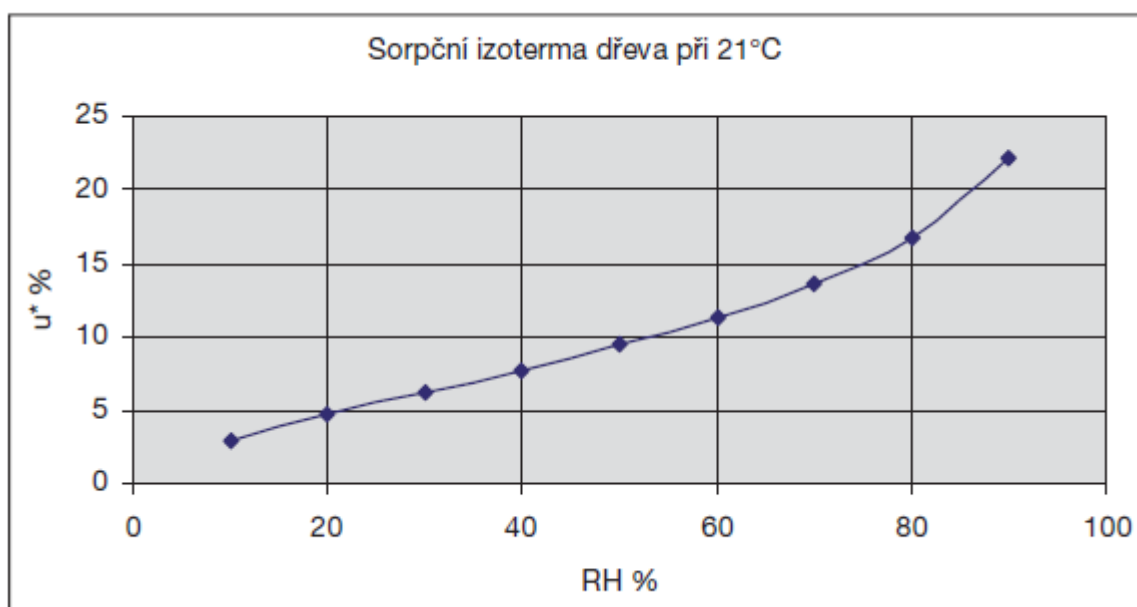
Vlhkostní rovnováha

Každé dvojici teplota + relativní vlhkost vzduchu odpovídá určitá rovnovážná měrná vlhkost materiálu. Různé materiály mají různé měrné vlhkosti odpovídající stejné teplotě + relativní vlhkosti vzduchu.

Souvisí s tvarovou stálostí materiálu.

Sorpční izoterma materiálu

Vyjadřuje vlhkostní rovnováhu. Její tvar se mění v závislosti na změně teploty.[10]



Obrázek 1 2: Sorpční izoterma lesního dřeva [10]

1.3.2 Specifikace IM pro historické budovy

Vnitřní prostředí historických budov je specifickým tématem. Požadavky na jeho úpravu se liší dle užívání budovy. Historické budovy se využívají jako depozitáře pro ukládání předmětů, jako výstavní prostory pro návštěvníky nebo jako kanceláře či jako jiný provoz (např. stravovací zařízení, knihovna, ...). Zároveň je specifikace ovlivněna materiálem konstrukcí, konstrukčním řešením budovy, se způsobem a režimem vytápěním, těsnosti oken a dveří a samozřejmě také slunečním zářením.

V souvislosti s ochranou historických památek a filozofií jejich uchování pro budoucí generace souvisí i možnosti úprav vnitřního prostředí. Vzhledem k poža-

dvakrát co nejmenšího zásahu do stavebních konstrukcí budovy se snažíme vyřešit úpravy vzduchu co nejpřirozenější cestou bez nákladné klimatizace.

1.3.3 Faktory ovlivňující interní mikroklima

Vnitřní prostředí ovlivňují nejen vlastnosti vzduchu v interiéru, ale i řada dalších faktorů. Za jeden z nejdůležitějších se považuje vliv vnějšího prostředí, tedy klimatické podmínky v exteriéru. Kromě teploty a vlhkosti vzduchu je to také proudění vzduchu a sluneční záření v závislosti na jejich proměnu v čase. Vnitřní prostředí ovlivňuje také konstrukce stavby. U staveb stávajících i novostaveb mají z hlediska konstrukčních řešení vliv vlastnosti stavebních konstrukcí a materiálů – prostup tepla, tepelná kapacita, infiltrace. Zároveň je tímto faktorem také vnitřní vybavení místnosti – povrchová úprava stěn, podlahy a stropu a její tepelně technické vlastnosti a vybavení místnosti mobiliárem. Mezi tyto faktory patří také provoz (druh provozu) a časové rozložení využití místnosti a její obsazenost lidmi. Lidé a zařízení, která používají, uvolňují do okolního prostředí například vlhkost, prach nebo nečistoty. [8]

1.3.3.1 Teplota a vlhkost

Teplota a vlhkost jsou na sobě přímo závislé a úzce spolu souvisejí. Když působí společně, ovlivňují procesy, které způsobují degradaci materiálů. *„Rychlost všech chemických reakcí, tedy i korozních procesů, prudce stoupá s rostoucí teplotou. Významnější reakce s oxidy síry jsou podmíněny přítomností vlhkosti, zvýšená vlhkost spolu s teplotou vytváří podmínky pro některé typy biologického poškození. Vlhkost ovlivňuje fyzikální parametry těch materiálů, jež jsou schopné ji pohlcovat (např. dřevo). V důsledku náhlých výkyvů vlhkosti tak může dojít zejména u masivnějších předmětů k vážnému strukturnímu poškození (deformace, praskání).“* [16, str. 9]

Vzduch obsahuje vodu ve formě vodní páry. Pokud je vzduch maximálně nasycen, znamená to, že obsahuje maximální množství vody v podobě plynu, tedy páry. Se zvyšující se teplotou vzduchu se také zvyšuje i obsah páry, který je vzduch schopný pojmout. Pokud je tedy vzduch nasycený vodní parou, přebytečná voda se vysráží na povrchu jako kapalina – ve formě kapek různých velikostí, např. jako film. Tento jev se nazývá kondenzací. Dochází k ní napří-

klad při ochlazování vzduchu nasyceného vodní parou nebo při styku vzduchu (teplého, studeného) s chladným povrchem.

Relativní vlhkost [RV] se udává v procentech [%]. Tato vlhkost se dle normy ČSN EN 15 757 dá vyjádřit poměrem aktuálního tlaku par vody ku tlaku par vody při nasycení za dané teploty. Pokud tedy uvažujeme místnost za uzavřený prostor, kde se nemění obsah vodní páry ve vzduchu, pak můžeme říct, že s vyšší teplotou bude relativní vlhkosti nižší a s nižší teplotou bude relativní vlhkost vyšší. Relativní vlhkost tedy přímo souvisí s teplotou.

V souvislosti s teplotou a vlhkostí je důležitým pojmem rosný bod. Ten je definován již v kapitole 1.3.1, ale zde bude popsán podrobněji. Norma ČSN EN 15758 definuje teplotu rosného bodu jako teplotu, „*při které vzduch dosáhne stavu nasycené vlhkosti, je-li na ni zchlazen za konstantního tlaku a konstantního obsahu vodní páry.* [1, str. 5] Teplota rosného bodu je tedy kritickou teplotou, při které voda mění skupenství z plynného na kapalné. Při teplotě nižší než teplota rosného bodu pára také kondenzuje. [1]

Většina metodik uvádí jako ideální podmínky pro uchovávání předmětů teplotu kolem 20°C a RV kolem 50%.

Důsledky dlouhodobého a stálého působení vysoké relativní vlhkosti (více než 70%) jsou pro uchovávané předměty negativní. Patří mezi ně například to, že prostředí se stává ideálním pro růst hub a plísní, dochází také ke korozi železných kovů a slitin mědi. Důsledkem také bývá devitrifikace, tedy „odskelnění“ skla (chemický proces zvětrávání struktury skla), některých typů skla. Při této vlhkosti také dochází ke kondenzaci vody na povrchu předmětů (pokud teplota v místnosti klesne pod teplotu rosného bodu).

Opakem dlouhodobě vysoké vlhkosti je stálá nízká vlhkost (nižší než 35 %). Důsledkem toho, že jsou předměty vystaveny vlhkosti o této hodnotě, je vysušení a zkřehnutí organických materiálů, což má za následek vnitřní pnutí materiálu a prackání laků, malby, kůže, atd. Makroskopicky viditelným následkem nízké vlhkosti může být sesychání a deformace (praskání, štěpení) dřeva nebo objemové změny předmětů, dále také praskání a degradace lepidel a pojiv.

Za nejnebezpečnější možnost působení vlhkosti na předmět jsou považovány náhlé změny vlhkosti a to v časovém horizontu několika hodin. Toleranční vý-

chylnka změn vlhkosti se pohybuje v rozmezí $\pm 5 \%$. Vyšší odchylka už ohrožuje stav předmětů.

Projevem tohoto střídání jsou například objemové změny materiálů a poškození jejich struktury – například prnutí uvnitř předmětu nebo bobtnání organických materiálů. Pokud dochází k rychlému střídání odpařování a kondenzace vody na povrchu kovových předmětů, vzniká koroze nebo dochází k degradaci nástěnných maleb.

Obecně tedy platí, že teplota nemá primární vliv na předměty uchovávané v historických místnostech, ale záleží na relativní vlhkosti. Zároveň však teplota nesmí klesnout na a pod teplotu rosného body, kdy dochází ke kondenzaci vodní páry. Na změnu relativní vlhkosti jsou nejcitlivější hygroskopické materiály, které pohlcují vlhkost ze vzduchu. Dále platí to, že i při velmi vysoké hodnotě relativní vlhkosti může být předmět uchován a nemusí být poškozen – pokud je vnitřní prostředí stabilní a předmět si na okolní prostředí „zvykne“, funguje vysoká relativní vlhkost jako konzervační prostředí. Typickým příkladem je mobiliář uložený v kostelech nebo jeskynní malby, např. Altamira. [8]

1.3.3.2 Větrání a znečištění vzduchu

Vnitřní prostředí historických místností je ovlivněno také větráním. Větrání, ať nucené nebo přirozené, upravuje vlhkost a teplotu v místnosti. Zároveň vzduch z exteriéru vnáší do místnosti chemické či biologické škodliviny.

Při správě historických budov a k jejich péči o ně je třeba se orientovat v H-x diagramu vlhkého vzduchu, je třeba znát podmínky a pravidla větrání, odhadnout vliv vzduchu z exteriéru na vnitřní prostředí, přesný či hrubý obraz proudění pronikajícího vzduchu, množství vzduchu pronikajícího do místnosti z vnějšího prostředí a z okolních místností a prostor. Větrání historických místností tak může být velmi komplikovanou záležitostí, často však pracovníci používají selský rozum a vycházejí ze zkušeností. [10]

Vlhkost a teplota vzduchu nejsou jediné parametry, které ovlivňují vnitřní prostředí. Vzduch totiž obsahuje prach a jiné činitele, které znečišťují vzduch. Patří mezi ně například aerosoly, což jsou pevné částice obsažené ve vzduchu. Mezi aerosoly se řadí zejména prach, saze a popílek. Vzduch obsahuje částice menší než 15 μm . Z exteriéru jsou aerosoly přinášeny zejména kvůli spalování fo-

silních paliv nebo spalovacích motorů. Jedná se zejména o saze a dehtové látky nebo stopy kovů.

Vzduch je však znečišťován i přímo z interiérů. Toto způsobují například návštěvníci nebo přístroje umístěné v místnosti. Za aerosoly jsou považovány i zbytky textilních vláken a kousků kůže, které sice nejsou nebezpečné, ale fungují jako potrava pro mikroorganismy. Jedním z nejvíce nebezpečných zdrojů znečištění pocházejícího z interiérů je kouření návštěvníků v prostorách např. propůjčených pro reprezentativní akci. Cigaretový dým obsahuje velké množství dehtových částic, které se usazují na historických předmětech.

Pokud chceme předměty ochránit před masivním působením prachu, je řešením uložení sbírkových předmětů do prachotěsné vitríny, pokud chceme předměty vystavovat, nebo využití skříní či obalů v případě jejich prostého uložení nebo filtrace vzduchu. Poslední uvedený způsob dokáže snížit obsah prachu ve vzduchu až na 5 %.

Plynné polutanty obsažené ve vzduchu pochází zejména ze spalování fosilních paliv, stejně jako aerosoly. Zejména oxidy síry způsobují masivní korozi většiny sbírkových předmětů. Oxidy síry se totiž velmi snadno vážou na stavební materiál, povrchy a nátěry zvnějšku i uvnitř budov. Z tohoto důvodu se tak hodnota znečištění uvnitř budovy pohybuje mezi 10 a 15 % hodnoty znečištění exteriéru. Oxidy síry tak díky svému nejčastějšímu projevu, kyselým dešťům, ovlivňuje fasády budov a sochy umístěné na nádvořích nebo v parcích či zahradách u historických budov.

Vzduch také obsahuje sulfan, který reaguje zejména na površích stříbrných a měděných předmětů. Důsledkem reakce se stříbrem povrch předmětu černá, při reakci s mědí vzniká sulfan měďnatý. Amoniak způsobuje matnění laků.

V oblastech s velkou intenzitou dopravy jsou interiéry ohroženy oxidy dusíku. Ty totiž při reakci s vodou dávají vzniknout kyselině dusičné, která přispívá ke koroznímu poškození kovů, hydroskopických materiálů obsahujících celulózu a rozpouští vápenaté materiály. Protože se oxidy dusíku na stavební materiály nevážou snadno, do interiérů proniká až 90 % oxidů dusíku z vnějšího prostředí.

Ozon ohrožuje interiéry i při nižší koncentraci, protože funguje jako silné oxidační činidlo. Ozon ohrožuje všechny organické materiály, oxiduje kovy a způsobuje jejich korozi.

Mezi polutanty, jež mají zdroje uvnitř budovy, patří organické kyseliny a aldehydy. Ty jsou produktem materiálů běžné přítomných v muzejním prostředí – mobiliář, lepidla, nátěry nebo čisticí prostředky. Koncentrace je většinou stopová ve větraných místnostech, v uzavřených depozitářích může být vyšší a předměty to ohrožovat.

Pro snížení koncentrace polutantů v historických místnostech lze využívat přirozenou cirkulaci vzduchu, filtry, volba vhodných povrchových úprav umístěného mobiliáře, atd. [16]

Vzduch obsahuje také plísně, které ovlivňují povrchy sbírkových předmětů.

Čištění vzduchu a zároveň úprava prostředí může být zajištěno díky klimatizační jednotce, která se automaticky stará o to, aby sledované hodnoty byly příznivé pro sbírkové předměty uložené v historické místnosti.

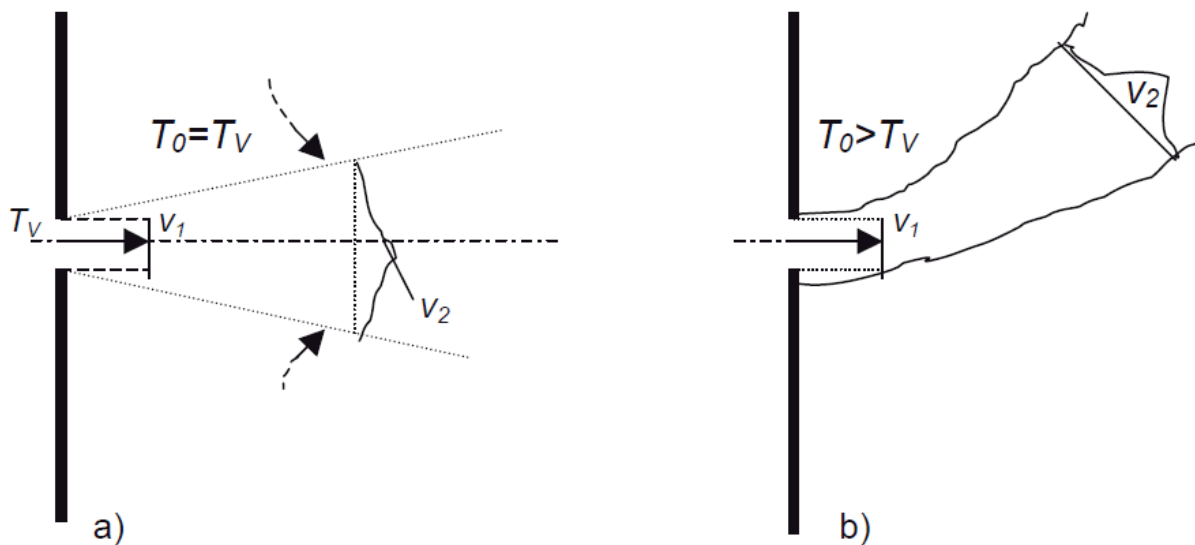
1.3.3.3 Proudění

Proudění vzduchu v interiéru i v exteriéru má velký vliv na interní mikroklima historických místností. Rozlišujeme proudění přirozené a vynucené. Proudění zajišťuje cirkulaci vzduchu mezi místy s vyšší a nižší vlhkostí. Výměnu tepla způsobuje jakýkoli pohyb vzduchu i s nepatrnou rychlostí. Prouděním vzduchu se tak eliminuje výskyt tzv. chladných koutů u podlah a chladných stěn. Pokud by nedocházelo k cirkulaci, vlhkost by se zde mohla držet v podstatě neustále, čímž by dala možnost vzniku plísní a jiných mikroorganismů. [10]

Pokud má být vzduch upravován a proudění má být zajištěno nuceně, je třeba využít vzduchotechnické jednotky. Volba této jednotky závisí na mnoha faktorech souvisejících s historickou budovou a vzduchem jako takovým. Mezi faktory patří: požadovaná teplota a vlhkost v místnosti a další upravované složky (prach, aerosoly, mikroorganismy, polutanty), předměty uložené v místnosti (jejich materiálová, technologická a rozměrová rozmanitost), závislost objemových změn chráněných předmětů na okamžité a rovnovážné vlhkosti, hmotnost stavební konstrukce, tepelně vlhkostní charakteristika venkovního vzduchu a způsob jeho proudění, započítává se i vliv okolní krajiny. Mezi faktory je třeba za-

počítat také úpravu všech povrchů v místnosti – stěn, stropů a podlah, ale také využitelné nebo nevhodné průduchy a šachty, okna a okenní výklenky s ohledem na jejich materiálové řešení a způsob možné ochrany. Důležitými faktory pro výběr jednotky je také způsob využití místnosti, výběr rozsahu úprav vzduchu, nároky na potřebu energie a její zdroje, hlučnost jednotky nebo také vhodné umístění jednotky v rámci budovy či místnosti. Důležitým předpokladem je také faktor zamýšleného režimu využití místnosti/budovy s přihlédnutím k její údržbě, úklidu a případně mimosezonních úprav. Nejdůležitější je množství a kvalita těchto vstupních informací pro návrh vzduchotechnické jednotky. [13]

Při návrhu vzduchotechnické jednotky je třeba vhodně zvolit rychlost proudění vzduchu a jeho teplotu. Způsob proudění vzduchu vytékajícího do prostoru a způsob nasávání vzduchu ovlivňuje celkové proudění vzduchu v místnosti. Vzduch vytékající ovlivňuje širší okolí, otvor pro nasávání ovlivňuje vzduch pouze v bezprostřední blízkosti. Proto může distribuční a odváděcí otvor spolu blízkce sousedit. [10]



Obrázek 1 3: Proud vzduchu a) izotermní; b) teplý. [10]

Vzduchotechnická jednotka kromě nuceného proudění vzduchu, a tudíž úpravy vzduchu z hlediska teploty a vlhkosti, upravuje díky filtru také čistotu vzduchu. Již při návrhu je třeba počítat s postupným zanášením filtru a tím pádem snížením jeho účinnosti a ovlivněním celkové funkce vzduchotechnické jednotky. Autoři článku „Úprava vzduchu v historických objektech“, kteří se zabývali úpravou vzduchu v Kapli Sv. Kříže, konstatovali, že ačkoli předpoklady zohledňují důleži-

tost fyzikálních zákonů, důležitější než tyto předpoklady nebo přesné výpočtové modely je fyzikálně správný a racionálně zajištěný výpočtový odhad. Jimi navržená vzduchotechnická jednotka vycházela z teplotní křivky dlouhodobého měření. Zvolili kompaktní jednotku a vlhčící jednotku. Pozornost věnovali algoritmu provozu jednotky a specifickému požadavku na rozměry a umístění jednotky v závislosti na zachování historických stavebních konstrukcí. [13]

1.3.3.4 Komínový efekt

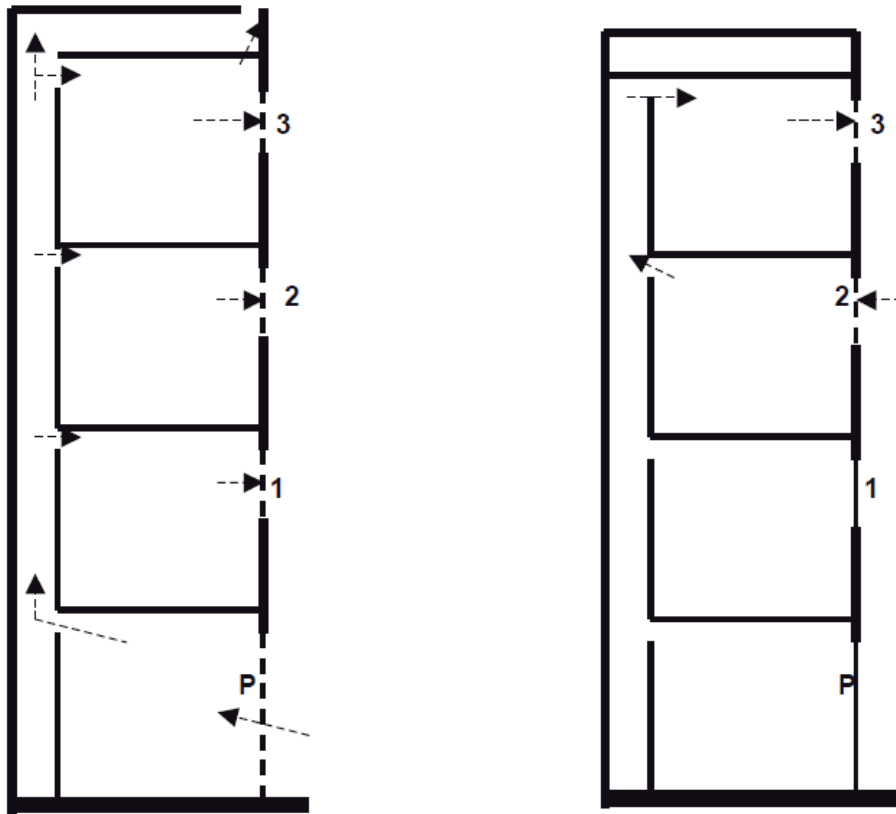
Komínový efekt vysvětluje pohyb vzduchu, který má vzlakem potřebu proudit vzhůru díky rozdílné teplotě dole a v koruně komínu. Přirozenou výměnu vzduchu v historických objektech lze připočíst na vrub především tzv. komínovému efektu.

„Ve výškových budovách (věžích) se proudění chová jinak než v nízkopodlažních budovách, což je dáno působením rozdílu teplot mezi interiérem a okolím budovy, kdy vzniká tzv. komínový efekt.

Komínový efekt se vyskytuje v podstatě ve všech typech objektů, ale nejvíce patrný je ve výškových stavbách – věžích. Komínový efekt je silné vertikální proudění vzduchu v interiéru budovy (schodišti nebo v komínovém tělese – odtud název) od paty ke střeše objektu a závisí na výšce budovy, těsnosti objektu (dveře, okna), vztlkové ztrátě mezi podlažími a na rozdílu teplot uvnitř a vně objektu. U vyšších staveb, jako je velká věž státního hradu Karlštejn, hraje i podstatnou roli rozdíl barometrického tlaku mezi patou a vyústěním tohoto komínu (výška je 47 metrů).

Fyzikální příčina komínového efektu je v rozdílných měrných hmotnostech vzduchu vně a uvnitř budovy, kterým odpovídají tlakové rozdíly mezi vnitřkem a vnějším prostředím budovy. Za předpokladu, že vzduch uvnitř budovy je teplejší než těžší vnější vzduch, vzniká tak ve spodní části budovy přetlak, který se přenáší do horních částí budovy.“ [17, str. 19]

V některých budovách může nastat i obrácený komínový jev – v případě, že uvnitř je vzduch chladnější než v exteriéru. Venkovní vzduch, který má vyšší teplotu, do budovy vstupuje v její horní části, uvnitř se ochladí a chladný vzduch z budovy odchází v její spodní části.



Obrázek 1 4: Budova s průběžným schodištěm v zimě – komínový efekt kvůli netěsným oknům [10]

Fyzikální podstatu komínového efektu můžeme aplikovat i na nádvoří nebo rajské zahrady církevních objektů. V tomto případě jsou teplotní rozdíly způsobeny tepelnými zisky a ztrátami díky slunečnímu záření. Dochází tedy k přirozené teplotní konvekci. Tato cirkulace tak vysvětluje například vznik destrukce fasády vlivem proudění na osluněné části nádvoří. Velkou roli zde hraje rozměr nádvoří. Tuto problematiku lze analogicky spatřit v případě velkých místností, kdy je šířka místností větší než jejich výška. Vznik a směr proudění víru tak závisí na poměru výšky a šířky místnosti a také na rozdílech teplot vzduchu a stěny.

3 typy negativního působení komínového efektu:

- sezonní komínového efektu – na začátku chladného období, interiér je prohřátý, dojde k rychlému ochlazení spodku věže za netěsnými či často otevřenými dveřmi,
- sezonní obrácený komínový efekt – na začátku teplého období, teplý venkovní vzduch proudí věží seshora dolů, dochází ke kondenzaci na površích prochladlých stěn, kondenzované kapky stékají dolů a vytváří louže

- rozhraní zimy a jara – střídání teplých dnů a chladných nocí s teplotou pod bodem mrazu způsobuje rychlé změny teploty a vlhkosti, nebezpečné pro kovové materiály, hygroskopické materiály a omítky interiéru [10]

1.3.3.5 Záření

Světlo se definuje jako elektromagnetické vlnění. Záření existuje několik druhů - viditelné, infračervené, radiové, kosmické, gama, ultrafialové a rentgenové.

„Jako viditelné světlo vnímáme záření v intervalu vlnových délek od 400 do 750 nm. Ve skutečnosti je to směs záření všech barev – všech vlnových délek od 400 do 750 nm. Pokud necháme světelný paprsek procházet světelným hranolem, rozkládá se na jednotlivé barevné části (obr. 2). Fialové a modré světlo má vlnové délky cca 400 – 500 nm, zelené cca 500 – 560 nm, žluté cca 560 – 600 nm, oranžové a červené okolo 600 – 750 nm.“ [16, str. 14]

Působení světla nad povolený limit poškozuje předměty nevratně. Citlivost materiálů závisí na materiálu, ze kterého je sbírkový předmět vyroben. Anorganické materiály jsou odolné (výjimkou jsou organické mohou být působením záření poškozeny až zničeny. Toto se děje z toho důvodu, že vazebná energie organických látek je podobná energii záření ve viditelné a ultrafialové oblasti záření. Mezi nejcitlivější organické materiály patří barvená kůže, textil, papír, barvou upravované dřevo nebo organická pojiva. Celkový rozsah degradace předmětu závisí na intenzitě osvětlení, vlnové délce dopadajícího světla (záření), úrovni intenzity osvětlení a času, po který je předmět vystaven světlu, charakteru materiálu a momentálním stavu materiálu.

„Doba expozice světlem

U předmětů, které jsou velmi citliví vůči světlu, nestačí pouze ochrana před UV zářením, neboť i záření ve viditelné oblasti je poškozuje. Jeho intenzita a doba působení musí být omezena na minimum. Obvyklou jednotkou pro měření intenzity osvětlení E je jeden lux [lx] a je definován jako:

$$E [\text{lux}] = \frac{\text{světelný tok } [lm]}{\text{osvětlená plocha } [m^2]}$$

Intenzita osvětlení je závislá na vzdálenosti od světelného zdroje a měří se luxmetrem.

Pro představu několik údajů: 100 W žárovka emituje ve vzdálenosti 1 m cca 120 luxů, ve 2 m jeto 30 luxů a ve 3 metrech pouze 13 luxů; denní světlo při zatažené obloze až 10 000 luxů, při modré obloze nebo bílých mracích cca 100 000 luxů a při letním slunci až 130 000 luxů.

Citlivost na světlo jednotlivých sbírkových materiálů je klasifikována jak z hlediska intenzity osvětlení, tak z hlediska expozice (ta se obvykle vztahuje na dobu 1 roku). V tabulce jsou pro jednotlivé kategorie předmětů uvedeny limity intervalu maximální roční světelné expozice. Rozdíly mezi nimi je nutno chápat jako rozdíly dané stářím a stupněm poškození materiálu.“ [16, str. 15]

Kategorie citlivosti	Stabilita materiálů vůči poškození světlem	Maximální roční expozice spodní hranice intervalu	Maximální roční expozice horní hranice intervalu
kategorie 1	zvláště citlivé	12.000 klx.h	12.500 klx.h
kategorie 2	dostí citlivé	42.000 klx.h	150.000 klx.h
kategorie 3	citlivé	84.000 klx.h	600.000 klx.h

Tab. 1. 1: Hodnoty světelné expozice [16]

Světelné zdroje použité pro osvětlení sbírkových předmětů by neměly být přímo ve vitríně. Zdroj by mohl tepelným působením zvýšit teplotu a změnit relativní vlhkost uvnitř vitríny.

Nejčastější a snadno použitelnou metodou ochrany předmětů před působením světla jsou různé typy stínících prostředků. Mezi tyto stínící prostředky patří například záclony, žaluzie, rolety nebo okenice. Ty by měly být použity nejen v depozitářích, ale i v expozicích. Nejcitlivější předměty by měly být uchovávány zcela ve tmě. Protože běžné okenní tabule neobsahují žádné UV filtry, měly by být na vitríny uchovávající světlo citlivé sbírkové předměty použity materiály s UV filtry chránící před tímto typem záření, které je v průběhu času třeba obnovovat.

Pro běžnou péči o historický mobiliář je třeba minimalizovat intenzitu a dobu osvětlení, zdroje UV záření, využívat stínící prostředky. [8]

1.3.3.6 Biologičtí činitelé

Mezi biologické činitele ohrožující sbírkové předměty a vnitřní prostředí patří hlodavci, ptáci, hmyz a plísňe a houby.

Hmyz, ptáci a hlodavci nepotřebují ke své existenci specifické podmínky vnitřního mikroklimatu, těží z chyby lidského faktoru.

Plísně vznikají při relativní vlhkosti vyšší než 70 % a teplotě vyšší než 15°C. Zvýšené nebezpečí výskytu typů bakterií a plísní nebezpečných pro člověka, je na archeologickém materiálu organické povahy, zejména na hrobových textiliích.

Houby a řasy potřebují ke svému vzniku vlhko až mokro a světlo. [9]

1.3.4 Metodiky řešení IM v oboru historických budov

V současné době se mění trend v péči o sbírkové předměty a historické budovy. Udržování relativní vlhkosti na hodnotě $50 \pm 5 \%$ a teploty na hodnotě $16 - 18^\circ\text{C}$ je spojené s vysokou energetickou náročností, což se stává pro většinu institucí finančně neúnosným. Navíc udržování těchto podmínek v historických budovách je téměř nereálné.

1.3.4.1 ASHREA

Standardy ASHREA patří mezi americké standardy. Jedná se o dlouhodobý projekt a shromažďování klimatických dat. Původní standardy z roku 1975 byly několikrát aktualizovány v souvislosti s vývojem technologií.

Dle sborníku ASHREA 2007 existuje klasifikace prostředí v muzeích, galeriích, archivech a knihovnách. Základní dělení je na několik skupin AA až D. Skupiny vytváří intervaly RV a T ve spojitosti s riziky. Tato metodika uvažuje i s typickou konstrukcí budovy, a tedy možnost regulace klimatu. Zároveň zavádí pojem historické klima – jedná se o stav vnitřního prostředí, na které je předmět dlouhodobě zvyklý. [5]

Skupina AA odpovídá precizní kontrole, bez možných sezónních výkyvů, se stálou celoroční hodnotou RV a s minimální fluktuací $\pm 5 \%$. Takovéto podmínky však vyžadují odpovídající konstrukci budovy s kvalitní izolací a řízeným vnitřním klimatem (funkční klimatizační jednotku). Energeticky výhodnější je skupina A, která připouští buď krátkodobé výkyvy, anebo sezónní změny $RV \pm 10 \%$, ale ne obojí zároveň. Většina historických budov nebo menších muzeí spadá dále do skupiny B s uvedenými gradienty teploty a vlhkosti. Nastavení klasifikace C odpovídá prevenci rizik spojených s mezními hodnotami RV a T a skupina D je pouze ochrannou proti vysoké vlhkosti. [14]

T [°C]	RV [%]	Změny RV, T		Rizika/Výhody
Roční průměr	Roční průměr nebo historický roční průměr	Sezónní nastavení	Krátkodobá fluktuace	
		±5 °C	±5%; ± 2 °C	AA – bez rizik mechanického poškození většiny hygroskopických materiálů (malba apod.), mimo nestabilní kovy a minerály
		+5 °C -10 °C	±10 %; ±2 °C	A – malá rizika mechanického poškození pro vysoce citlivé materiály, bez rizik pro většinu materiálů - malbu, knihy, fotografie
		+10 % - 10 %	±5 %; ±2 °C	B – střední rizika mechanického poškození pro vysoce citlivé materiály, malá rizika ro většinu materiálů, malbu, fotografie a knihy
		+ 10 % - 10 % + 10 % (pod 30 °C a dolní hranice tak, aby byla udržena požadovaná hodnota RV)	± 10 %; ±5 °C	C – vysoké riziko mechanického poškození pro vysoce citlivé materiály, střední rizika pro většinu materiálů
		25 – 75 % T zřídka přes 30 °C, většinou pod 25 °C		D – vysoké riziko náhlého/kumulativního mechanického poškození pro většinu materiálů
		pod 75 %		Suché prostředí – specifické podmínky pro ukládání kovů
	0 – 30 %			

Pozn.: Krátkodobá fluktuace je kterákoli fluktuace v čase kratším, než odpovídá změně sezónního nastavení.

Tab. 1. 2: Klasifikace muzejního klimatu [14]

1.3.4.2 ICOM a ICCROM

ICOM a ICCROM jsou 2 evropské instituce pečující o kulturní dědictví.

ICOM (International Council of Museums), v překladu Mezinárodní rada muzeí, funguje jako nevládní organizace sdružující profesionály a má statut konzultanta UNESCO.

ICCROM dříve *International Centre for Conservation and Restoration of Monuments*, dnes *International Centre for the Study of the Preservation and Restora-*

tion of Cultural Property) – Mezinárodní centrum pro studium ochrany a restaurování hmotného kulturního dědictví je mezivládní organizace věnující se péči o kulturní dědictví s celosvětovou působností. ICCROM je nezávislou organizací s deklarovanou vazbou na UNESCO. [27]

Podmínky pro sbírkové a mobiliární předměty dle kritérií pro jednotlivé materiály jsou uvedeny níže v tabulce.

Materiál	Teplota [°C] tolerance ± 1 °C	Vlhkost [%] tolerance ± 5 %	Max. osvětlení pro prezentaci v lx
papír	18	50	50 bez UV
textil	18	50	50 bez UV
dřevo	18	55	150
keramika	18	45	300
sklo	18	35	300
kámen	18	45	300
kov	18	30	300
obrazy	18	50	150
fotografie a diapozitivy	15	35	50 bez UV
fotografické desky	15	35	50 bez UV
filmy	12	30	50 bez UV

Tab. 1. 3: Podmínky pro uložení sbírkových a mobiliárních předmětů

Maximální intenzita osvětlení

- 50 lx (maximální přípustná doba osvětlení 0,05 Mlxhod/rok, tj. cca 3 měsíce (= 100 dní)/po 10 hod
Pro předměty velmi citlivé vůči světlu – kresby, akvarely, kvaše, koláže, miniatur, tisky a rytiny, rukopisy, tapety, známky, veškerý textil, gobelíny, prapory, různá etnografika, barevné kůže, přírodniny (peří, kožešiny, motýli), daguerrotypie a příbuzné techniky, klasické barevné fotografie, černobílá fotografie, diapozitivy.
- 150 lx
Pro předměty méně citlivé vůči světlu – oleje, tempéry, dřevo, nábytek, laky evropské a orientální, nebarvené kůže, rohovina, slonovina, kost.
- 300 lx
Kovy, kámen, neglazovaná keramika, předměty, u nichž změna barvy nemá žádný význam.

1.3.4.3 ČSN EN 15757

Česká verze evropské normy reaguje na nový trend v péči o hygroskopické sbírkové předměty a nejen je. Do této kategorie tak patří dřevěné předměty a stavební prvky (podlahy, stropy, obložení, ...), obrazy, knihy a grafické dokumenty, textil a koberce, slonovinové či kostěné předměty, předměty z kůže. Některé předměty mohou být vyrobeny z několika různých materiálů, které různě reagují na změnu RV. Materiály RV přijímají a zase uvolňují v závislosti na okolní RV. Vznikají tak objemové změny a mechanické namáhání. V důsledku toho namáhání pak vznikají nevratné deformace. Hygroskopické materiály se v dlouhodobém horizontu právě vznikem trhlin a prasklin přizpůsobují mikroklimatu, v němž jsou uloženy. Tyto deformace fungují jako „dilatační spáry“ a díky nim má materiál širší interval RV a teploty, ve kterém nepodléhá změnám. Toto však nejde vnímat ryze pozitivně, záleží na velikosti deformací. Norma neřeší nějaké obecné podmínky interního mikroklimatu, ale zabývá se přímo konkrétní místností/objektem a určující je nejvzácnější a/nebo nejcitlivější sbírkový předmět. Výsledkem tohoto postupu a také vyhodnocení vlivu (ne)škodlivosti vnitřního prostředí a stanovení intervalu RV a teploty, který je vyhovující. Tento přístup vede ke snížení finanční náročnosti péče o sbírky a náročnosti regulovatelnosti vnitřního prostředí. Cílem je nalezení cenově dostupného řešení.

Obecným doporučením tedy je uchovávat předměty v prostorách bez extrémních výkyvů RV a teploty. Pokud je předmět dlouhodobě uložen v nějakém prostředí, může v něm být uchováván i nadále, ačkoli toto prostředí může být nevyhovující. Pokud se má objekt přesunout, je ho třeba pečlivě sledovat kvůli možným destruktivním změnám. Důležité je také pečlivě posoudit sbírkové předměty tvořené více typy různě citlivých materiálů.

Při stanovování teploty a relativní vlhkosti je nejdůležitějším bodem stanovení priorit, tedy zda bude primárně udržována hodnota RV nebo teploty. Záleží tedy na tom, zda je sbírkový předmět ohrožen kolísáním teploty nebo RV.

V rámci metodiky lze stanovit průměrnou hodnotu RV, sezónní cyklus a krátkodobé výkyvy. Výsledkem je stanovení přijatelného rozmezí a spodní a horní hranici bezpečného rozsahu výkyvů RV. Ty lze vypočítat jako 7. a 93. percentil výkyvů RV zaznamenaných v měřeném období. [2]

1.3.4.4 Preventivní péče o historické objekty a sbírky v nich uložené

Státní ústav památkové péče vydal v roce 2002 knihu o Preventivní péči o historické objekty a sbírky v nich uložené. Tato metodika odkazuje na původní metodologii, která si za cíl kladla vytvoření ideálních podmínek pro uložení sbírkových předmětů.

Relativní vlhkost by měla být v limitu hodnot přijatelných pro typ materiálu, který je zde uložen. S tím souvisí i požadavek na monomateriálové depozitáře. Hodnoty přijatelných intervalů RV jsou uvedeny u každého materiálu samostatně. Univerzální orientační hodnota RV, obecně přijatelná pro většinu nepoškozených materiálů, je 50 – 55%. Určité kolísání RV nelze nikdy zcela vyloučit, zejména v historickém objektu nastávají v průběhu roku změny klimatu, ale nesmí se jednat o náhlé skokové změny. Dřevěný úložný mobiliář a zabalení předmětů do papíru s alkalickou rezervou pomáhá eliminovat drobné výkyvy RV. Pro historický objekt lze tolerovat plynulý pohyb RV v průběhu roku v intervalu 40 – 70%. Tento režim není optimální, ale dochází-li ke změnám plynule a ne skokem, je pro většinu materiálů (s výjimkou extrémně citlivých) únosný. V takovém případě je ovšem třeba sbírky častěji kontrolovat, především z hlediska biologického napadení a koroze kovů a v případě potřeby ihned reagovat (dezinfekce, dezinfekce, ošetření kovů, instalování odvlhčovače...). Při nižších teplotách je tedy daleko snazší zajistit relativně stálou RV.

Teplota urychluje veškeré chemické procesy, tedy i ty nežádoucí, způsobující korozi materiálů. To je další důvod, proč by teplota v depozitářích měla být co nejnižší a pokud možno stálá. Depozitáře je třeba temperovat proti promrzání a kondenzování vlhkosti. Teploty by neměly přesáhnout 20 °C. Pro uchování některých materiálů je dokonce naprosto nezbytná velmi nízká teplota (fotomateriály).

Světlo není v depozitáři nutné, protože obdobně jako teplota urychluje většinu procesů koroze. Čím nižší je hladina osvětlení v depozitáři, tím lépe – pro většinu materiálů je optimální tma. Zejména textil, přírodní barviva, inkousty, fotografie a pastely mohou být světlem poškozeny nebo poničeny. Důležité je stínění depozitáře vhodnými stínícími prostředky. Pro manipulaci se sbírkovými předměty musí být v depozitáři možnost dostatečného vhodného osvětlení a bezpečnostní osvětlení. [16]

1.4 Experimentální řešení a řešení využívající výpočetní techniku modelování

Nejčastějšími veličinami měřenými v historických interiérech je teplota a relativní vlhkost. Pro měření těchto veličin se využívají teploměry a vlhkoměry, které jsou často kombinované v jednom přístroji. Měření teploty vzduchu včetně příspěvku záření lze provádět černým kulovým teploměrem nebo pomocí černého páskové snímače. Dále se měří působení světla a jeho intenzita pomocí široké škály luxmetrů. Vzhledem k tomu, že interní mikroklima ovlivňuje i proudění vzduchu, lze měřit i vzduch pronikající do místnosti netěsnostmi. Přístroje měřící toto proudění jsou anemometry. [1]

Pro co největší přesnost je třeba hodnotit data měřená po dobu minimálně jednoho roku. Dlouhodobá měření jsou podkladem pro navržení nejvhodnějších úprav interního mikroklimatu.

Pro řešení úprav vnitřního prostředí lze využívat i výpočetní techniku. Používají se simulační programy nebo programy modelování. Díky programu CFD lze vymodelovat průběh proudění v místnosti za využití správných okrajových podmínek a vstupních dat. Program BSim modeluje úpravy vnitřního prostředí v závislosti na algoritmu provozu vzduchotechniky, vytápění, samotného objektu a zohledňuje přenos tepla v budově. Program CAIa umožňuje simulaci prostupu tepla a výpočet součinitele prostupu tepla.

Experimentální řešení je podrobně popsáno v části 3 této práce.

2 APLIKACE TÉMATU NA ZADANÉ BUDOVĚ – KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ

V této kapitole je řešena úprava vnitřního prostředí dvou zkoumaných historických místností na základě vyhodnocení z části 3 Experimentální řešení. Zvolenou úpravou je změna způsobu a režimu vytápění, tedy temperování místností. Jsou navrženy dvě varianty vytápění, které budou vhodné do historických interiérů. Tyto varianty budou vyhodnoceny na základě několika kritérií. Součástí této kapitoly je také stručná technická zpráva.

2.1 Analýza řešené budovy

2.1.1 Historie zámku ve Slavkově u Brna

Barokní zámek ve Slavkově u Brna se stal dějištěm mnoha evropsky významných situací. Nejvýznamnějšími rodem spjatým s tímto zámkem jsou Kounicové, kteří svou stopu zanechali v celé střední Evropě.

Na místě zámku stála původně gotická tvrz Řádu německých rytířů. Obdélníková komenda opevněná čtyřmi věžemi patřila k největším na celé Moravě, celkem ji obývalo 6 rytířů. Postavena byla na přelomu 12. a 13. století. Tato tvrz byla později renesančně přestavěna na zámek. Stalo se tak v 15. století a iniciátorem přestavby byl Oldřich V. z Kounic. V renesanci byl Slavkov znám jako město náboženské svobody. Byla zde silná komunita Jednoty bratrské, jejíž stoupenci byli i Kounicové. Z tohoto důvodu po bitvě na Bílé hoře přišli Kounicové téměř o všechny majetek. Slavkovský zámek zůstal ve vlastnictví nejmladšího člena rodu, kterému v době povstání byly pouhé 3 roky a dostalo se mu katolickému vychování. Pokračoval přestavbou renesančního zámku. Jeho syn Dominik Ondřej měl ambiciózní plány a pověřil italského stavitele a architekta Domenica Martinelliho stavbou velkolepého reprezentativního rodného sídla. Původní koncept byl obdélníkový zámek s okolní krajinnou úpravou a přestavba centra města a kostela. Součástí krajinné úpravy byly i menší barokní stavbičky v okolí zámku a města – oranžerie nebo kaple Sv. Urbana. Z nedostatku finančních prostředků bylo postaveno pouze západní křídlo na přelomu 17. a 18. století, syn Dominika Ondřeje, Maxmilián Oldřich postavil severní křídlo zámku a v polovině 18. století zámek dokončil vnuk Dominika

Václav Antonín Kounic. Václav Antonín byl také nejvýznamnějším mužem tohoto rodu, stal se kancléřem habsburské monarchie a byl nejvýznamnějším diplomatem své doby. Svou vnučku provdal za Václava Klemense Lotthara Metternicha, pozdějšího říšského kancléře a známého přítele kněžny z Babičky.

Zámek byl využíván zejména jako letní sídlo rodu Kouniců. Ti trávili většinu roku ve svém paláci ve Vídni, zámek sloužil jako rodové reprezentativní sídlo a byl součástí fideikomisu, tedy rodového nezcizitelného panství. V zimních měsících se zde panstvo příležitostně scházelo např. během honů či plesů. V tomto režimu zámek fungoval až do první světové války

Později přešel zámek z majetku moravské větve do majetku české větve. Z té byl nejdůležitější osobou JUDr. Václav Robert Kounic. Významný politik a mecenáš umění a studentů na zámku pobýval jenom někdy a obýval přízemí v západním křídle zámku. Mimo jiné věnoval brněnský Kounicův palác na Žerotínově náměstí studentům. Z výnosů z paláce byly postaveny Kounicovy studentské koleje v Brně – Žabovřeskách. Po JUDr. Kounicovi byla pojmenována také ulice paralelní s ulicí Veveří. Od roku 1919 přešel zámek do majetku uherského rodu Pálffy. Pálffyovi na zámku nikdy nebydleli a velmi často jej pronajímali – buď pro různé akce města či výstavy, nebo během II. světové války gestapu. Od 28. 6. do 19. 7. 1931 proběhla v severním křídle zámku velká napoleonská výstava.

Po II. světové válce se zámek stal majetkem Státního ústavu památkové péče a ochrany přírody (dnes Národní památkový ústav). SÚPPOP začal s postupnou rekonstrukcí zámku týkající se interiéru i exteriéru zámku v 60. letech. Proběhla rekonstrukce fasády, výmalba interiéru, restaurování freskové výzdoby, úprava a revitalizace parku atd. Poslední výraznou rekonstrukcí byla oprava fasády a zámeckého nádvoří na začátku 21. století.

2.1.2 Stavební vývoj a vznik barokního zámku ve Slavkově u Brna

Zámek je postaven na místě starého zámku v barokním slohu podle návrhů italského architekta Domenica Martinelliho. Stavba byla provedena v několika etapách od r. 1692 – 1770. Martinelli zvolil koncepci zámku, který tvoří dominantu města a zároveň je plně propojen s okolní přírodou. Na místě stavby tedy navrhnul vybudování umělého kopce, čímž docílil vyvýšení zámku nad okolní te-

rén. Díky této koncepci se v podzemí zámku dochovaly fragmenty původního renesančního zámku a gotické tvrze. Část podzemí pak byla vybudována nově dle plánů Martinelliho. Také horní parter zámeckého parku je zcela podsklepen. Se stavbou se započalo v zahradní části se sallou terrenou, na jejíž stavbu dohlížel ještě sám Martinelli a jež byla dokončena r. 1705.

V letech 1731 – 1740 bylo postaveno levé křídlo zámku s dvojramenným schodištěm. Plány k této části vyhotovil Valmaggini v r. 1731, stavbu prováděl Václav Petruzzi. Současně se stavbou v této části byly postaveny i stáje, které uzavírají půlkruhem dvůr. Celá stavba byla dokončena v roce 1770.

Výzdoby zámku se zúčastnil Ital Andrea Lanzani (fresky), Christoforo Bombelli a Jan Kohl (skulptury), Holanďan Petr Willieme (kašna), vídeňský malíř Josef Pichler (malby).

2.1.3 Popis zámecké budovy z architektonického hlediska

Parcela 432 (původní čísla 415, 418)

Trojkrídlá zámecká budova ve tvaru U. Fasáda bočních křídel členěna 4+3+7 okenními osami, okna pravoúhlá s profilovanou šambránou s ušima a parapetní návojevou římsou se zrcadly v parapetu, nad okny segmentově vypjatá nadokenní římsa, pod ní mušle s maskou. Nad okny probíhá kordonová římsa. Fasáda mezi okny členěna pilastry s kompozitní hlavicí, které jsou podloženy lesénami. Okna 1. Patra rovněž pravoúhlá se šambránou s ušima, kupkami, nad okny trojúhelníkové frontony. Nad nimi probíhá kordonová římsa. Na ní obdélníkové okenní otvory polopatra se šambránou s ušima, kapkami a klenákem ve vrcholu. Podstřešní profilovaná římsa spočívá na dvojicích žlábkových konzol, mezi okny zdobena zrcadly. Boční křídlo v přízemí prolomeno 7 arkádami s toskánskými polosloupky. Arkády mají profilovanou archivolt, cvikly jsou bosovány. Široké pilastry mezi arkádami jsou zdobené zrcadly. Přízemí od 1. Patra odděleno kordonovou římsou, okna pravoúhlá se šambránou, parapetní a nadokenní římsou, se zrcadly v parapetu a mezi okny. V parapetu kuželková balustráda z hranatých kuželek. Polopatro stejného členění. Hlavní průčelí konvexně tvarované, přízemí prolomeno jedním pravoúhlým vchodem. Nad přízemím probíhá kordonová římsa. V prvním patře 1 pravoúhlá a 3 půlkruhové a 1 pravoúhlá okenní osa. Střední okenní osy půlkruhově zaklenuté, flankovány

pilastry, nesoucí profilovanou archivoltu, nad okny segmentově vypjaté návojevé římsy, pod nimi lípaný vegetabilní dekor zdobený mušlí s maskou. Po stranách okna pravoúhlá se šambránou, parapetní a nadokenní římsou. Pod okny v parapetu kuželková balustráda. Druhé patro prolomeno 2 menšími a 3 většími okenními osami, okna pravoúhlá se šambránou, klenákem ve vrcholu a nadokenní návojevou římsou. Mezi okny dvojice pilastrů s kompozitní hlavicí. Nad střední částí průčelí na volutových konzolách spočívá kordonová profilovaná římsa, na kterou nasedá segmentově vypjatý štít, uprostřed s bohatým plastickým erbem. Místnosti zaklenuté a plochostropé. Hlavní průčelí zastřešeno střechou mansardovou, boční křídla střechou valbovou.

Materiál: kámen, cihla, omítka; krytina: taška, plech

Zámecké nádvoří je uzavřeno ze tří stran budovou zámku. Z východní strany dělí nádvoří od náměstí dvě půlkruhové budovy zámeckých koníren a jízdáren. Tyto budovy svým tvarem vytváří slavnostní čestný dvůr. Budovy jízdáren jsou dvoupodlažní, přičemž horní patro navazuje na úroveň terénu nádvoří, spodní podlaží je částečně zapuštěno. Ze západního křídla zámku se vstupuje do zámeckého parku o rozloze 14 ha.

Bývalé konírny – fasáda je členěna dvojicemi pilastrů s římsovou hlavicí, které nesou bohatě profilovanou kordonovou římsu. Nádvoří je zaobleno. Fasáda - 4 okenní osy, okna jsou pravoúhlá, vsazená do líce zdiva, s profilovanou šambránou s ušima. Asymetricky umístěný vchod je pravoúhlý s nadsvětlíkem, s profilovaným ostěním s ušima.

V boční fasádě je rovněž prolomen pravoúhlý vchod se šambránou s ušima.

Místnosti jsou plochostropé, nad hlavní římsou je balustrádová atika z hranolových kuželek s nízkými pilířky se zrcadly. Střecha je nízká, valbová. Mezi oběma budovami na osu zámku u zábradlí – menší kašna se žlábkováním. [35]

2.1.4 Historické systémy TZB

2.1.4.1 Vytápění

Vytápění zámku bylo dle původních návrhů řešeno krby nebo kachlovými kamny. V každé místnosti byl umístěn minimálně jeden zdroj tepla. Ve větších

místnostech se zdroje tepla nacházely naproti sobě u kratších stěn nebo na jedné nejdelší straně. S postupnými přestavbami a rekonstrukcemi interiérů docházelo ke změně umístění zdrojů tepla v rámci jednotlivých místností. Dle stavebně historického výzkumu bylo zjištěno, že například v 500 mm široké stěně byly historicky umístěny zdroje tepla z obou stran – je tedy logické, že se krby v těchto místech nenacházely současně.

V suterénu se mimo kuchyni nalézají pekařská pec a pec na uzení masa. V pol. 18. stol. byly zrušeny a nové pece byly vybudovány pod zákristií a zámeckou kaplí. Zde se dochovaly 4 kobky pekařských pecí s dýmníkem, která je na plánech suterénu zámku z 18. století. Kuchyňské pece pod kaplí sloužily pravděpodobně k zateplování kaple, protože jiný způsob vyhřívání nebyl zjištěn. Kaple tak v podstatě byla vytápěna podlahovým vytápěním ve stylu římských lázní.

Dalším nalezeným objektem byl krb v zákristii. Krb byl zazděn a celá místnost byla příčkou zmenšena asi o 120 cm. Po zrušení lázně v suterénu byla tato pravděpodobně vybudována na místě dnešního archivu v přízemí jižního křídla.

Čtyři zazděné krby byly objeveny v 1. patře západního a jižního křídla – dva v Sále předků pod obrazy. Oba krby byly vybudovány v 60. letech 18. století - v době, kdy byla jídelna upravena Václavem Antonínem Kounicem, který zámek stavebně dokončil roku 1752.

Další krb byl umístěn v místnosti severně od Sálu předků. V Historickém sále, který sloužil jako velký společenský a taneční sál, byly 2 protilehlé výklenky, na něž byla napojená kachlová kamna pro vytápění tohoto sálu.

Rubensův sál původně fungoval jako zámecká obrazárna, ve které bylo vystaveno více než 2000 obrazů a uměleckých artefaktů. Na počátku 20. století v místnosti vypukl požár a umělecké předměty shořely nebo byly poškozeny. V souvislosti s touto událostí bylo rozhodnuto o rekonstrukci této místnosti a přesunutí zdrojů tepla. Původně se zde nacházely dva krby. Po požáru byla místnost rozdělena na dvě menší (místnost o sedmi oknech byla rozdělena na 5 + 2 okna) a došlo ke snížení stropu. Po přestavbě se ve větší místnosti nachází jeden krb, v menší potom kachlová kamna.

V Divadelním sále se původně nacházely 2 krby na jižní a severní straně, které byly z důvodu požáru taktéž v pozdějších obdobích zrušeny. V současné době v této místnosti neexistuje žádný historický zdroj tepla.

Reprezentativní místnosti pro šlechtu, tedy současné první nadzemní podlaží, se vytápěly v zimních měsících během pobytu panstva u příležitosti honů. V letních měsících se v krbech a kamnech topilo občas během chladnějších dnů. Interiérová teplota se řídila osobními pocity osob obývajících tyto místnosti. Dalším, neméně podstatným hlediskem, byly ekonomické důvody, tedy množství topiva na panství.

Ložnice byla vytápěna kamny umístěnými ve vyzdřeném výklenku. Kolem postele byla vytvořena částečná nika, což spolu s otvory v horní části místnosti podporovalo lepší proudění teplého vzduchu v místnosti.

V 60. letech byla do interiérů umístěna akumulční kamna. Ta vytápí veškeré prostory na zámku včetně WC, restaurace, knihovny, archivu, depozitářů nebo kanceláří.

2.1.4.2 Zdravotechnika

Zámek je založen na nestabilním podloží. Z tohoto důvodu se již od svého založení potýkal se zásobováním pitnou vodou. Původní gotickou tvrz a renesanční zámek vodou zásobovala patrně studna umístěná na nádvoří. Po výstavbě barokního zámku a zvýšení terénu bylo zásobování vodou řešeno techničtěji. Již v 1706 - 1705 byl ve Slavkově vybudován první vodovod. Ten přiváděl pitnou vodu samospádem ze vzdálenějšího zdroje. V době, kdy byl zdroj dostatečně vydatný, voda stoupala až do 2. podlaží zámku. Vodovod vedl ze Studánky, původní dřevěné trouby byly v baroku nahrazeny litinovým potrubím z železáren hraběte Salma. Voda, která byla přivedena do vodárenské věže (umístěná v místě golfového hřiště, dnes přestavena na rozhlednu). Odsud potrubí rozvádělo vodu na zámek a do podzámčí. Před konírny, byl zřízen rezervoár, do něhož byla voda sváděna. V podzámčí ústil vodovod do kašny, ze které na povolení majitelů zámku mohli vodu občas čerpat i obyvatelé města. Na tento technický div své doby se jezdila dívat šlechta z celé habsburské monarchie. Vodovod projektoval Josef Emanuel Fischer z Erlachu.

V zámeckém parku se nachází celkem 4 bazény, 3 v horním parteru, největší ve spodním parteru. Tyto bazény sloužily jako okrasné a rekreační prvky zahrady. Přebytečná voda z vodovodu byla shromažďována v rezervoáru (velkém

bazénu) nad parkem, kde sloužila jako napájení vodotrysků. V současné době jsou napájeny z městského vodovodního řadu.

V suterénu západního křídla zámku, který byl vybudován v první etapě výstavby zámku podle původních Martinelliho plánu, byly během stavebně historického průzkumu nalezeny hospodářské objekty. Kromě kuchyňské pece v původní černé kuchyni to byla také cisterna na dešťovou vodu a lázeň. Cisterna na dešťovou vodu byla objevena pod podlahou. Cisterna sahá do hloubky 6 metrů a je elipsovitého tvaru. Voda sem byla přiváděna dřevěnými koryty ze střeš a sloužila pro praní, mytí nádobí nebo záložní zdroj vody. Při objevení byla zcela zasypana stavebním odpadem. Po průzkumu byla vyčištěna a v současné době je obnovena a není přístupná veřejnosti.

Lázeň byla vybudována v největší středové místnosti suterénu západního křídla zámku. Původně zde byly umístěny 2 mramorové vany. Vana na teplou vodu stála ve výklenku uprostřed místnosti. Vana na studenou vodu byla umístěna v jižní části místnosti, a to na příčné ose prostoru. V této místnosti se rovněž nacházel odtokový kanálek z kamene. V 1. pol. 30. let 18. století byla vana na teplou vodu zrušena a místnost přepůlena příčkou. Po úplném zrušení lázně vana na teplou vodu sloužila jako napajedlo pro koně na nádvoří, vana na studenou vodu byla přemístěna do suterénu severního křídla. Voda na koupání byla ohřívána na kamnech, která byla mimo vlastní lázeň v přilehlé chodbě v půlkruhovém výklenku a do vany přitékala samospádem. Kamna byla vybudována ve 30. letech a výklenek byl přizděn jedním ze čtyř podpěrných pilířů, které byly vybudovány ve spojovací chodbě, aby podpíraly západní okrajové zdivo vestibulu v přízemí a velkého společenského sálu v 1. patře. Z výstavby podpěrných pilířů lze usoudit, že původní Martinelliho projekt v těchto místech stavbu velkého sálu a obou reprezentačních schodišť nepředpokládal, a že tato vestavba byla výsledkem až projektu za 2. etapy výstavby zámku. V lázni byly v severním a jižním rohu východní stěny nalezeny za zazdívkou výklenky, které původně sloužily jako pec pro ohřívání tohoto prostoru. Lze předpokládat, že tato lázeň byla napodobeninou lázni z území Itálie. Po zrušení lázně v suterénu byla tato přesunuta do přízemí jižního křídla zámku, čemuž napovídá zmenšení zákristie.

Koupelny v obytných místnostech šlechty byly vybaveny vanami a umývacími sety, tzv. lavaby. Lavabo tvoří umyvadlo (např. z porcelánu, kovu, kameniny, ...) a konvice na vodu. Zajímavostí je dochovaný „záchod“. Jedná se o výklenek v místnosti sloužící jako ložnice, kam byl umisťován nočník. Tento výklenek má ve spodní části malá dvířka vedoucí do vedlejší místnosti, takže služebnictvo mohlo nočník vynést, aniž by rušilo panstvo při spánku či odpočinku. []

2.1.4.3 Vzduchotechnika

Zámek ve Slavkově u Brna není vybaven žádnou vzduchotechnickou jednotkou ani historickou, ani současnou. Větrání obytných prostor bylo řešeno přirozenou infiltrací a větráním okny.

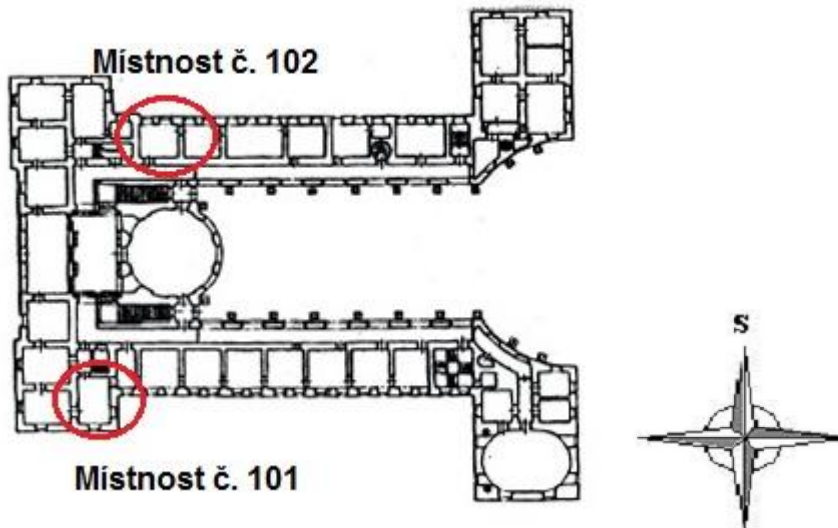
Velmi inteligentní systém odvětrání prvního podzemního podlaží umožnil v tomto podlaží skladovat seno a slámu pro koně. Seno a sláma mají náročné požadavky na nízkou vlhkost vzduchu. Průduchy ústily na nádvoří. Tento systém však nebyl blíže prozkoumán.

Černá kuchyně a pekárna byly odvětrány pomocí oken v zámeckém valu.

V současné době není na zámku žádný moderní vzduchotechnický systém.

2.1.5 Stávající stav vytápění v řešených místnostech

V současné době je v řešených místnostech řešeno vytápění pomocí akumulčních kamen. V místnosti č. 101 jsou to akumulční kamna Carmen 5 o výkonu 5 kW umístěná pod oknem vedoucím na jih. V místnosti č. 102 jsou to dvoje kamna Elka 6 o výkonu 6 kW, která jsou umístěna pod krajními okny.



Obrázek 2. 1: Půdorys zámku s vyznačením řešených místností



Obrázek 2. 2: Akumulční kamna, místnost č. 10102, původní stav

2.2 Návrh technického řešení optimalizace vnitřního prostředí v historické místnosti

2.2.1 Výpočet tepelných ztrát objektu

2.2.1.1 Stanovení součinitele prostupu tepla konstrukcí

Vzhledem k rozdílné tloušťce stěn zámku, obvodových i vnitřních, byl použit součinitel prostupu tepla pro průměrnou tloušťku zdiva. Složení zdiva je obdobné jako v případě zdiva státního zámku Kunštát. Podklady pro výpočet součinitele prostupu tepla poskytla vedoucí práce Ing. Lenka Maurerová Ph.D.

Zdivo kombinuje břidlici, pískovec, cihlu a opuka.

Materiál	λ [W/mK]	M [kg/m ²]	c [J/kgK]	ρ [kg/m ³]
břidlice	1,7	1000	750	2800
pískovec	1,40	40	840	2400
cihla	0,86	9	900	1800
opuka	2,30	250	1000	2600

Tab. 2. 1: Vlastnosti materiálů

SO tl. 1100 mm – smíšené zdivo cihla, pískovec, opuka, břidlice

$$U = 1,125 \text{ W/m}^2\text{K}$$

SV tl. 860 mm – smíšené zdivo cihla a pískovec

$$U = 1,004$$

Strop – cihlová klenba se zásypem, podlaha z dřevěných vlysů

$$U = 1,019 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Podlaha – dřevěné vlysy, cihlová klenba se zásypem

$$U = 1,019 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Okno zdvojené

$$U = 2,78 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Dveře vnitřní

$$U = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$$

2.2.1.2 Tepelné ztráty jednotlivých místností

Dle ČSN EN 12 831, ČSN 73 0540, STN 73 0540

Návrhová venkovní teplota $t_e = -12^\circ\text{C}$

Místnost č. 10101 – Dámský salonek

Podlaží a orientace místnosti – 1. Větrání - přirozené
nadzemní podlaží, JV Výměna vzduchu $n_{50} = 1/h$
Podlahová plocha – $37,44 \text{ m}^2$ Stínící součinitel $e_i = 0,002$
Objem vzduchu – $226,2 \text{ m}^3$ Korekční součinitel $\epsilon_i = 1$
Teplota – 15°C

Konstrukce	Plocha A [m^2]	U [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]	korekce	delta U	$H_{T,ii}$ [W/K]
SO tl. 1100 mm	30,96	1,125	$e_k = 1,0$	0,2	41,022
Pdl – dřevěné vlysy	37,44	1,019	$f_{ij} = -0,111$	0	-4,2348
SN tl. 860 mm	12,96	1,004	$f_{ij} = 0,185$	0	2,40719
SN tl. 860 mm	12	1,004	$f_{ij} = 0,111$	0	1,337328
Okno	6,6	2,78	$e_k = 1,0$	0	18,348
Str	40,23	1,019	$f_{ij} = -0,111$	0	-4,55038

Tab. 2. 2: Výpočet ztráty prostupem

Návrhová tepelná ztráta prostupem:

$$\Phi_{T,i} = H_{T,i} \times (\theta_{\text{int},i} - \theta_e) = 54,33 \times (15 - (-12)) = 1\,467 \text{ W}$$

Tepelná ztráta větráním:

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \times (\theta_{\text{int},i} - \theta_e) = 28,05 \times (15 - (-12)) = 1\,038 \text{ W}$$

$$H_{V,i} = V_i \times \rho \times c = \max(V_{\text{inf},i}; V_{\text{min},i}) \times \rho \times c = 28,05 \text{ W/K}$$

Ztráta celková

$$\Phi_{\text{HL},i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} = 1\,467 + 1\,038 = 2\,505 \text{ W}$$

Místnost č. 10102 – Renesanční salonek

Podlaží a orientace místnosti – 1. Větrání - přirozené
nadzemní podlaží, S Výměna vzduchu $n_{50} - 1/h$
Podlahová plocha – 47,32 m² Stínící součinitel $e_i = 0,002$
Objem vzduchu – 274,46 m³ Korekční součinitel $\varepsilon_i = 1$
Teplota – 15°C

Konstrukce	Plocha A [m ²]	U [W/m ² K]	korekce	delta U	H _{T,ji} [W/K]
SO tl. 1100 mm	28,32	1,125	ek = 1,0	0,2	37,524
SN tl. 860 mm	38,22	1,004	fij = 0,185	0	7,098983
Okno	9,9	2,78	ek = 1,0	0	27,522
Dveře vnitřní	4	1,8	fij = 0,185	0	1,332
SO tl. 1100 mm	28,32	1,125	ek = 1,0	0,2	37,524

Tab. 2. 3: Výpočet ztráty prostupem

Návrhová tepelná ztráta prostupem:

$$\Phi_{T,i} = H_{T,i} \times (\theta_{int,i} - \theta_e) = 111,33 \times (15 - (-12)) = 1\,984\text{ W}$$

Tepelná ztráta větráním

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \times (\theta_{int,i} - \theta_e) = 46,67 \times (15 - (-12)) = 1\,260\text{ W}$$

$$H_{V,i} = V_i \times \rho \times c = \max(V_{inf,i}; V_{min,i}) \times \rho \times c = 46,67\text{ W/K}$$

Ztráta celková

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} = 1\,985 + 1\,260 = 3\,244\text{ W}$$

2.2.2 Návrh způsobu vytápění

Vytápění historických prostor je specifickým oborem. Při návrhu způsobu a zdroje vytápění je třeba uvažovat s požadavky na estetickou a historickou hodnotu celé budovy a jejího okolí. Po konzultaci s historiky zámku ve Slavkově u Brna a konzervátory Biskupství brněnského byly zvoleny 2 varianty způsobu vytápění, které nevyžadují zásah do stavební konstrukce budovy. První variantou je opětovné využití akumulčních kamen a jejich výměna za novější, a tedy účinnější model. Existuje i možnost vložení akumulční vložky do stávajících keramických historických kamen, ale to nelze z hlediska právě jejich historické hodnoty. Proto je varianta 2 řešena jako návrh nových akumulčních kamen v historizujícím designu.

Druhá varianta využívá vysokoteplotní sálavé panely ECOSUN S+.

Z důvodu využití lokálních zdrojů tepla, a tedy elektřiny, lze za možný způsob výroby elektřiny považovat kogenerační jednotku, případně zvážení umístění fotovoltaických panelů na střechu koníren.

Kogenerační jednotka vyrábí jak teplo, tak elektrickou energii. Primárně však vyrábí teplo, proto by bylo třeba vyřešit odběratele tepla. Tím by mohl být městský skleník, který navazuje na zámecký park u jižní zdi parku.

2.2.2.1 Varianta 1 - akumulční kamna

Místnosti jsou v současné době vytápěny akumulčními kamny, která byla do interiéru nainstalována v 70. letech. Kamna nedostačují jak po stránce funkční (vytápění je drahé a neefektivní), tak po stránce estetické (nezapadají do historických interiérů, jejich vzhled je dlouhodobým používáním poznamenán).

Dle obecných zásad 1 kW výkonu akumulčních kamen vyhřeje 50 m³ prostoru.

Místnost č. 10101

Q_{hli} = 2 505 W

Návrh: akumulční kamna SD – 5

Skutečný výkon zdroje tepla: Q_{tskut} = 5 000 W

Počet instalovaných zdrojů tepla: 1 ks

Místnost č. 10102

Qhli = 3 244 W

Návrh: akumulční kamna SD - 3

Skutečný výkon zdroje tepla: Qtskut = 3 000 W

Počet instalovaných zdrojů tepla: 2 ks

Akumulační kamna akumulují teplo při odběru elektrické energie v časových intervalech podle dodávek energetického závodu za výhodnou noční sazbu, tak jak funkci kamen známe z akumulčních kamen s plechovým opláštěním, které jsou na našem trhu v různých variantách známé již řadu let.

Elektrická akumulční kamna jsou nejčastěji vyráběna a dodávána s výkony od 1,5 kW do 5 kW – viz technická data. Uvolňování naakumulované energie dle požadavku spotřebitele je umožněno pomocí vestavěného kovového ventilátoru. Dynamická funkce akumulčních kamen je ovládána pokojovým termostatem. Akumulační kamna jsou konstrukčně složena ze dvou částí. První je vnitřní část s topnými spirálami, akumulčními cihlami a ekologickou izolací belgické výroby. Druhá je část samostatného kachlového opláštění, které k akumulčním kamnům přiléhá. Teplo z kamen je v největší míře sálavým způsobem vyzařováno právě z povrchu kachlového opláštění. Pro dynamický způsob vytápění jsou v kachlovém opláštění umístěny větrací kachle a axiální ventilátor .



SD-1

SD-4, SD-5**

SD-3*

SD-2*

* model SD-2 a SD-3 lze při schodném výkonu vyrobit na výšku

** model SD-4 a SD-5 má schodné rozměry

- ✓ Krásný kachlový vzhled
- ✓ Snadná údržba
- ✓ Rozebiratelná konstrukce
- ✓ Vestavěný tichý ventilátor
- ✓ Větrací otvory ve spodní části

Technické parametry

Typ	Rozměry (LxBxH) mm	Výkon (kW)	Provozní napětí (V)
SD-1	730x580x280	1,5	230
SD-2	950x580x280	2,2	230
SD-3	1180x580x280	3,0	230, 400
SD-4	1180x810x280	4,0	400
SD-5	1180x810x280	5,0	400



Obrázek 2. 3: Akumulační kamna RETAP - technický list

2.2.2.2 Varianta 2 - sálavé infrapanely

Sálavé infrapanely neohřívají prioritně vzduch, ale povrch předmětů. Panely budou umístěny pod stropní římsu v náklonu do prostoru tak, aby byla dodržena montážní pravidla, úchytem, který se dá natočit. Použít lze buď klasické sálavé infrapanely s obyčejným designem nebo sálavé panely, jejichž základem je mramorová deska. Ty mají však dvojnásobnou pořizovací cenu, proto byly pro návrh zvoleny klasické sálavé infrapanely. Jejich umístění téměř pod stropem by nemělo nijak výrazně narušovat vzhled historické místnosti. K panelům je třeba připojit termostat kvůli maximálnímu využití jejich energetického potenciálu s ohledem na co nejekonomičtější provoz panelů.

Místnost č. 10101

$$Q_{hli} = 2\,505 \text{ W}$$

Tepelné ztráty zvýšené o 15 % pro návrh příkonu panelu: $P = 2\,881 \text{ W}$

Návrh: sálavý elektrický topný panel ECOSUN S18 s příkonem 1800 W, 3 ks

$$\begin{aligned} \text{Velikost zóny vytápění: } S &= (l + 0,6v) \cdot (\check{s} + 0,6v) = (1,5 + 0,6 \cdot 4,5) \cdot (0,25 + 0,6 \cdot 4,5) \\ &= 12,39 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Skutečný výkon zdroje tepla: $Q_{tskut} = 5400 \text{ W}$, celková sálavost 210 W/m^2

Místnost č. 10102

$$Q_{hli} = 3\,244 \text{ W}$$

Tepelné ztráty zvýšené o 15 % pro návrh příkonu panelu: $Q = 2\,881 \text{ W}$

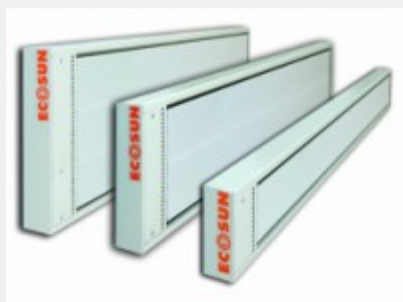
Návrh: sálavý elektrický topný panel ECOSUN S18 s příkonem 1800 W, 4 ks

$$\begin{aligned} \text{Velikost zóny vytápění: } S &= (l + 0,6v) \cdot (\check{s} + 0,6v) = (1,5 + 0,6 \cdot 4,5) \cdot (0,25 + 0,6 \cdot 4,5) \\ &= 12,39 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Návrh: sálavý elektrický topný panel ECOSUN S18 s příkonem 1800 W, 3 ks

Skutečný výkon zdroje tepla: $Q_{tskut} = 5400 \text{ W}$, celková sálavost 210 W/m^2

ECOSUN S 18, vysokoteplotní sálavý panel výkonu 1800 W průmysl



Kód zboží:	5401418
Cena vč. DPH:	5 311,00 Kč
Cena bez DPH:	4 389,01 Kč
Množství:	<input type="text" value="1"/>
Do košíku	

ECOSUN S 18, vysokoteplotní sálavý panel

ECOSUN S 18, vysokoteplotní sálavý panel výkonu 1800 W průmysl

Základem je topná tyč zalisovaná v hliníkové lamelle, dle typu jsou pak jedna, dvě nebo tři lamely umístěny do schránky z ocelového lakovaného plechu. Panel má svorkovnici pro připojení napájení, u typů S18-S36 (dvou a tří lamelové) možnost volby napětí 230/400V a s vhodnou regulací možnost postupného zapínání lamel. Povrchová teplota panelu je cca 300-350°C. Výška instalace je závislá na způsobu použití a s ohledem na předpokládanou provozní teplotu okolního prostoru - zónový ohřev 3,5 - 4,5m, celoplošné vytápění 5 - 8m.

Rozměry:	1500 x 250 x 50 (mm)
Hmotnost balení:	12,6 (kg)
Napájecí napětí:	230 V / 50 Hz
Krytí:	IP x4
Umístění:	celoplošně 5.0-8.0 m, zónálně 3.5-4.5 m
Příkon:	1800 W

Obrázek 2. 4: ECOSUN S 18 – technický list

2.2.3 Ideové řešení navazujících profesí

Obě řešené místnosti jsou součástí prohlídkové trasy a využívají se jako výstavní prostory pro historické předměty z depozitářů. Tyto prostory se využívají také jako reprezentativní prostory pro pořádání různých akcí, například oživených prohlídek nebo výstavy květin. Z tohoto důvodu pro tyto místnosti neexistují požadavky na řešení zdravotnických instalací. Úprava mikroklimatu místnosti pomocí VZT jednotky není nezbytně nutná a vzhledem k historickému prostředí není umístění VZT jednotky vhodné.

Projekt vyžaduje podrobné řešení elektroinstalace. To spočívá v posouzení současného stavu elektroinstalace a vyhodnocení možnosti zapojení navrhova-

ných zdrojů tepla do stávajícího systému elektrických rozvodů. Je také nutné navrhnout zapojení a případnou novou ochranu sítě v rámci budovy.

Oba způsoby vytápění vyžadují systém regulace elektrických zdrojů pomocí pokojových termostatů. Vhodný typ řídicího termoregulačního systému navrhne elektro odborník dle požadavků výrobce jednotlivých zdrojů tepla a závazných norem a bezpečnostních předpisů. Termostat bude navržen v souladu s požadavky na algoritmus provozu vytápění.

2.2.4 Porovnání navrhovaných variant

2.2.4.1 Zajištění požadovaných parametrů vnitřního prostředí

Akumulační kamna akumulují teplo během nízkého provozního tarifu, které pak distribuují do místnosti pomocí axiálního ventilátoru, který zajišťuje dynamické vytápění, nebo sáláním. Vzhledem k hloubce místnosti nelze předpokládat ohřev vzduchu po celé její ploše a lze očekávat vznik teplejších a studenějších zón. Skutečná teplota tak bude nižší než návrhová.

Vysokoteplotní infrapanely jsou typické vysokou hustotou tepelného toku. Jsou určeny do prostor pro temperování místností v podmínkách, kde konvenční topidla nejsou zcela vhodná, čemuž historické prostředí odpovídá. Umisťují se do výšek, tudíž „suplují“ přirozené záření sluncem. Vzhledem k tomu, že infrapanely ohřívají primárně stěny a vybavení místností, jsou vhodné pro použití do historických interiérů. Vzduch je ohříván až odrazem tepla od zahřátých předmětů a je tedy ohřátý rychleji, což je pro historické předměty vhodnější.

V případě potřeby lze pro obě varianty vytápění dočasně zvýšit požadovanou teplotu v interiéru pomocí termostatického ovládní.

2.2.4.2 Realizovatelnost variant s ohledem na zásahy do historických konstrukcí

Vytápění pomocí akumulčních kamen je z hlediska realizovatelnosti téměř ne-náročné. Jde v podstatě o výměnu stávajícího zdroje tepla za modernější verzi v historizujícím designu. Stavební zásah do konstrukce by byl nutný pouze v případě, že by revize elektroinstalace vyžadovala její renovaci. Historizující

design kamen by tak v podstatě doplnil vzhled interiéru a nijak výrazně by nenařušoval celkový dojem.

Infrapanely jsou umístěny na do výšky 4,5 m pod římsu, na kterou navazuje stropní klenba. Tyto panely se na zeď upevňují pomocí speciálního rámu. Zásahem do konstrukce by tak bylo nutné navrtání tohoto rámu do zdi.

Z tohoto hlediska se jako výhodnější jeví využití akumulčních kamen.

2.2.4.3 Ekonomika provozu

Varianta 1. – akumulční kamna

Pořizovací cena: 69 690,-

Nároky na energii ročně při provozu v NT (8 hod, 1,86 Kč/kWh): 29 870,-

Varianta 2. - infrapanely

Pořizovací cena: 37 177,-

Nároky na energii ročně (8 hod, 1,86 Kč/kWh): 26 859,-

Akumulční kamna mají dvojnásobnou pořizovací cenu než infrapanely. Provozní náklady jsou téměř stejné při předpokládaném provozu v nízkotarifním pásmu.

2.2.4.4 Celkové hodnocení

Každému kritériu bylo ohodnoceno (+, -), z čehož vychází závěrečné hodnocení a výběr vhodné varianty.

	Efektivita	Realizovatelnost	Ekonomika	Vyhodnocení
Varianta 1.	-	+	-	2.
Varianta 2.	+	-	+	1.

Tab. 2. 4: Vyhodnocení variant

Pro vytápění byla vybrána varianta 2 – sálavé panely. Ty jsou ekonomicky výhodnější z hlediska provozu i pořizovací ceny, díky umístění pod stropem neruší historický vzhled interiérů a efektivněji vytápí historické interiéry.

2.2.5 Technická zpráva

Technická zpráva je poplatná pro obě varianty. Tam, kde se informace liší, jsou varianty rozlišeny.

2.2.5.1 Úvod

Obsahem diplomové práce je vyřešení vytápění barokního zámku ve Slavkově u Brna. Objekt má tři nadzemní podlaží a jedno částečně podzemní a jedno podzemní. Celková zastavěná plocha je 6976 m². Diplomová práce navrhuje způsob vytápění ve dvou zkoumaných místnostech v druhém nadzemním podlaží. Vytápění je elektrické.

Větrání místností objektu je navrženo jako přirozené.

Objekt má tvar písmene U s nádvořím, které je na východní straně uzavřeno obloukovými budovami koníren. Jeho delší strany jsou orientovány na sever a jih.

V částečném suterénu jsou umístěna WC, zámecká restaurace, vinárna, výstavní prostory a expozice. V západním křídle v přízemí budovy jsou umístěny prostory výstavní, kavárna, pokladna a místnost pro průvodce. Do středu toho křídla je umístěna vstupní salla terrena, do které se vchází z východu z nádvoří a ze západu ze zahrady. V severním křídle je umístěna místní knihovna a zázemí technických pracovníků. V jižním křídle je kaple a její zázemí a dále archiv.

První nadzemní podlaží je vyhrazeno pro prohlídkové trasy a jsou zde reprezentační prostory zámku. V jižním křídle jsou pak čtyři místnosti pro příležitostné výstavy. Všechna tři křídla spojuje velký společenský sál. Druhé nadzemní podlaží patří depozitářům v západním a severním křídle a kancelářím pracovníků zámku v křídle jižním.

Konstrukční systém objektu je zděný s cihlovými klenbami. Veškeré nosné i nenosné zdivo je provedeno z kombinovaného zdiva – cihla, opuka, břidlice, pískovec. Okna a dveře jsou dřevěná.

Místnosti jsou větrány přirozeným větráním okny nebo přes vedlejší místnost. Koncepce vzduchotechniky není v této práci řešena.

Projekt řeší návrh způsobu vytápění v místnostech prohlídkové trasy.

2.2.5.2 Základní informace o stavbě

Klimatické podmínky místa stavby a provozní podmínky

Budova se nachází v obci Slavkov u Brna, okres Vyškov. Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období je $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$. Objekt se nachází v oblasti s normálním zatížením větrem. Budova je nechráněná, samostatně stojící. Délka otopného období je 180 dnů pro střední venkovní teplotu $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Průměrná venkovní teplota pro otopné období je $3,3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Přehled tepelně technických vlastností stavebních konstrukcí

Konstrukce	U [W/m ² K]	U _N [W/m ² K]
Stěna obvodová (SO 01)	0,23	0,30
Dveře vnější (DO)	1,20	1,50
Dveře vnitřní	2,00	3,50
Dveře k půdě (DN)	2,00	3,50

Přehled tepelných ztrát místností

Tepelné ztráty byly vypočteny dle normy ČSN EN 12 831. Návrhové vnitřní teploty a minimální výměny vzduchu byly stanoveny dle požadavků pro uchovávání historických předmětů. Podrobný výpočet tepelných ztrát byl proveden pouze v řešených místnostech. Ostatní místnosti nejsou předmětem této práce.

Vnitřní návrhové teploty

Účel místnosti	Návrhová vnitřní teplota ti [°C]
Historické místnosti	15
Chodba	10
Kancelář	18
WC	12

Celková tepelná ztráta prostupem: 43,0 kW

Celková tepelná ztráta větráním: 44,6 kW

Celková tepelná ztráta: 87,6 kW

2.2.5.3 Koncepce vytápěného objektu

Vzhledem k požadavku minimálních stavebních zásahů do konstrukce historického objektu je zvoleno vytápění elektřinou pomocí lokálních zdrojů tepla umístěných přímo do řešených místností.

2.2.5.4 Zdroje tepla

Varianta 1 - akumulční kamna

Do místností jsou navržena akumulční kamna Retap. Tato akumulční kamna mají povrchovou úpravu z kachlí hnědé barvy. Teplo je předáváno sáláním nebo dynamicky axiálním ventilátorem. Kamna jsou ovládána termostatem nastaveným na požadovanou teplotu. Teplo se akumuluje 8 hodin v rámci nízkého tarifního pásma. Kamna stojí na nožkách.

Varianta 2 - sálavé infrapanely

Do místností jsou navrženy vysokoteplotní sálavé infrapanely. Tyto panely jsou umístěny do výšky 4,5 pod stropní římsu. Jsou v naklonené pozici uchycené na speciálních rámech. Infrapanely jsou ovládány termostatem a v provozu vždy 8 hodin denně v rámci nízkého tarifního pásma.

2.2.5.5 Požadavky na profese

Elektroinstalace

Pro připojení jednotlivých zdrojů tepla je nutné zřídit samostatně jištěný okruh zásuvek 230 V.

2.2.5.6 Měření a regulace

Je třeba zajistit měření teploty a vlhkosti v místnostech. Teplota je pak regulována pomocí termostatu, na kterém je přednastaven algoritmus provozu vytápění.

Zkoušky zařízení

Po skončení montáže se u všech zařízení provedou zkoušky dle normy ČSN 06 0310 a ČSN 06 0312. Tomuto zkoušení bude přítomen dodavatel a investor a bude proveden zápis. Po skončení přezkoušení dodavatel provede poučení provozovatele o obsluze zařízení a předá veškerou technickou doku-

mentaci týkající se zařízení (například návody k montáži, obsluze a provozu). Dále bude předán protokol o provedených zkouškách.

Bude provedena zkouška těsnosti a provozní zkouška. Provozní zkouška se skládá z dilatační a topné. Veškeré součásti navržené soustavy se před zahájením provozu a napojením zdrojů propláchnou.

Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

Z důvodu dodržení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci bude kotelna vybavena havarijním zabezpečovacím zařízením s vaznou na odstavení kotelny, protipožární zařízení, předepsanými tabulkami, výstražnými nápisy a předpisy. Provozovatel ve smyslu daných předpisů a technických dokumentací vypracuje místní provozní řád včetně zajištění únikových cest dle ČSN 73 0802 a zajistí, že obsluha bude seznámena s provozním řádem a s chováním během požáru. Lze také zajistit přímé spojení s dispečinkem.

Obsluha zařízení musí být seznámena s pravidly provozu a pravidelně absolvovat školení související s provozem zařízení.

Samotné zařízení musí být v pravidelných intervalech zkoušeno a kontrolováno. Montáž, údržbu a opravy smí provádět pouze firma s náležitou odborností.

O všech školení a revizích musí být učiněn zápis.

Při provádění jakékoli činnosti musí být dodržen zákon 309/2006. Sb. ve znění pozdějších předpisů a předpisy BOZP ve stavebnictví.

Zpracováno dle norem a předpisů

Projekt je zpracován v souladu s následujícími normami a předpisy:

Nařízením vlády ČR č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnance při práci

Vyhláška ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy ČR 432/1992 - o střediscích pro volný čas dětí a mládeže

Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu, účinnost 1. 1. 2013

Vyhláška ČR č. 78/2013 Sb., kterou se stanoví energetická náročnost budov

ČSN 06 0830 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení

ČSN 73 0540-1 - Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie

ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky

ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Navrhované hodnoty veličin

Další navazující předpisy a normy ČSN

3 EXPERIMENTÁLNÍ ŘEŠENÍ A ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ

3.1 Popis měření

Měření probíhalo ve dvou časových intervalech - v zimě od 27. listopadu do 7. prosince 2014 a v létě po dobu prázdnin od 1. července 2015 do 31. srpna 2015. Měření bylo umístěno do prostor interiéru barokního zámku ve Slavkově u Brna. Zkoumané místnosti jsou součástí prohlídkové trasy ve 2. nadzemním podlaží. V expozici jsou vystaveny sbírkové předměty vyžadující speciální podmínky. Nejčastěji zastoupeným typem předmětu jsou obrazy. Ty jsou nejen vystaveny přímo v prohlídkové trase, ale jsou uloženy také v depozitářích v 3. podlaží zámku. Z tohoto důvodu je v této části podrobně vyhodnocen vliv teploty a relativní vlhkosti na obrazy.

Pro měření byly vybrány místnosti s očekávanými extrémními výkyvy, tedy místnost nejteplejší a naopak nejchladnější. V obou měřených místnostech se vyskytují sbírkové předměty různé materiální povahy. Místnosti jsou vybaveny dřevěným nábytkem, na stěnách jsou obrazy a jsou zde vystaveny skleněné a keramické artefakty. V obou místnostech se také nachází textilie, a to v podobě látkového čalounění a tapiserie.

Účelem měření bylo zjistit možné poškození sbírkových předmětů vlivem změny mikroklimatu místnosti způsobené vnějšími klimatickými podmínkami a režimem návštěvníckého provozu. Okna všech místností včetně testovaných jsou opatřeny okenicemi, které jsou otvírané během provozu zámku, tedy v zimě od 9 do 16 hodin všechny dny v týdnu kromě pondělí, v létě od 9 do 17 hodin během celého týdne. Provoz začíná posledním březnovým víkendem a končí druhý víkend v prosinci. V meziobdobí je expozice uzavřena pro veřejnost a nevytápí se. V únoru a březnu pak probíhá předsezonní úklid včetně mytí oken.

3.1.1 Měřené místnosti

3.1.1.1 Místnost č. 10101 – Dámský salonek.

Místnost je orientovaná jihovýchodně, slunce sem však svítí i v odpoledních hodinách díky dveřím vedoucím do místnosti ze západu. Místnost má 2 okna, jedno vedoucí na J, druhé na V. Okna jsou zdvojená Místnost je průchozí, celkem jsou zde dvoje dveře, jedněmi proniká sluneční svit ze Z. Okna i dveře mají ostění pokrytá dřevěným obložením. Na stěnách je vápenná štuková omítka bílé barvy, stejně tak na stropě, který zdobí jednoduché klasicistní štukové motivy. Strop je zaklenutý, místnost má světlou výšku 6 metrů. Podlahu pokrývají původní parkety, prahy mezi místnostmi jsou kamenné. Rozměry místnosti jsou 5,2 x 7,2 metrů. Vytápění místnosti obstarávají jedny akumulární kamna značky Carmen o výkonu 5 kW, která se nachází pod oknem orientovaným na jih.

Vybavení místnosti

Místnost je vybavená sedací soupravou z období biedermeier z pol. 19.století. Tato souprava je z březové kořenice a čalouněna látkou. V místnosti se dále nachází kovová mísa na ovoce z 19.století. Ve vitríně, tzv. skleníku, jsou vystaveny porcelánové figurky a skleněné drobnosti. Na stěnách visí benátské zrcadlo ze 17. století, velký obraz ze 17.století, zasklené kolorované fotografie z 19.století a obrazové hodiny z 19. Století. V rohu místnosti se nachází keramická kachlová kamna z 19. století.

3.1.1.2 Místnost č. 10102 – Renesanční salonek

Tato měřená místnost je orientována na S. Sluneční paprsky sem vůbec nepronikají. Místnost patří mezi nejchladnější i díky svým velkým rozměrům (9,1 x 5,2 metrů). Celkem jsou zde 3 okna, zdvojená Místnost je průchozí, celkem jsou zde troje dveře. Jedny vedou na chodbu, která je orientovaná na jih, ale tyto dveře se otevírají pouze při vstupu prohlídky. Okna i dveře mají ostění pokrytá dřevěným obložením. Na stěnách je vápenná štuková omítka bílé barvy, stejně tak na stropě, který je zaklenutý. Podlahu pokrývají původní parkety, prahy mezi místnostmi jsou kamenné. Místnost doplňují dvoje akumulární kamna Elka 6 (výkon 6 kW) umístěná pod krajními okny.

Vybavení místnosti

Zde se nachází soubor renesančního dřevěného vyřezávaného nábytku – jedná se o skříň, dvě židle a dvě lavice. Místnosti dominuje velký gobelín (nástěnný koberec) o rozměrech 4,5 x 6 metrů ze 17. století. Na stěnách je pověšen obraz, ukázky habánské keramiky ze 17. století a kovový reliéfní podnos. Mezi okny stojí velká porcelánová váza.

3.1.2 Postup měření

Do obou zkoumaných místností byla umístěna vždy dvě čidla do dvou výškových úrovní. Jedno čidlo bylo umístěno do exteriéru a zaznamenávalo venkovní teplotu a vlhkost. Čidla byla umístěna tak, aby měření nebylo ovlivněno blízkostí zdroje tepla nebo sluneční radiací.

Místnost č. 10101

Čidlo č. 1 bylo umístěno na pohovku do výšky cca 600 mm nad úrovní podlahy. Čidlo bylo připevněno na pohovce ve svislé poloze. Druhé čidlo, tedy čidlo č. 2, bylo umístěno do výšky 1350 mm nad úroveň podlahy. Toto čidlo bylo položeno na kachlových kamnech v rohu místnosti.

Místnost č. 10102

Čidlo č. 3 bylo umístěno do výšky 600 mm nad úroveň podlahy na zadní straně čela lavice ve svislé poloze. Čidlo č. 4 bylo položeno na skříni v úrovni 1750 mm nad podlahou.

Postup měření

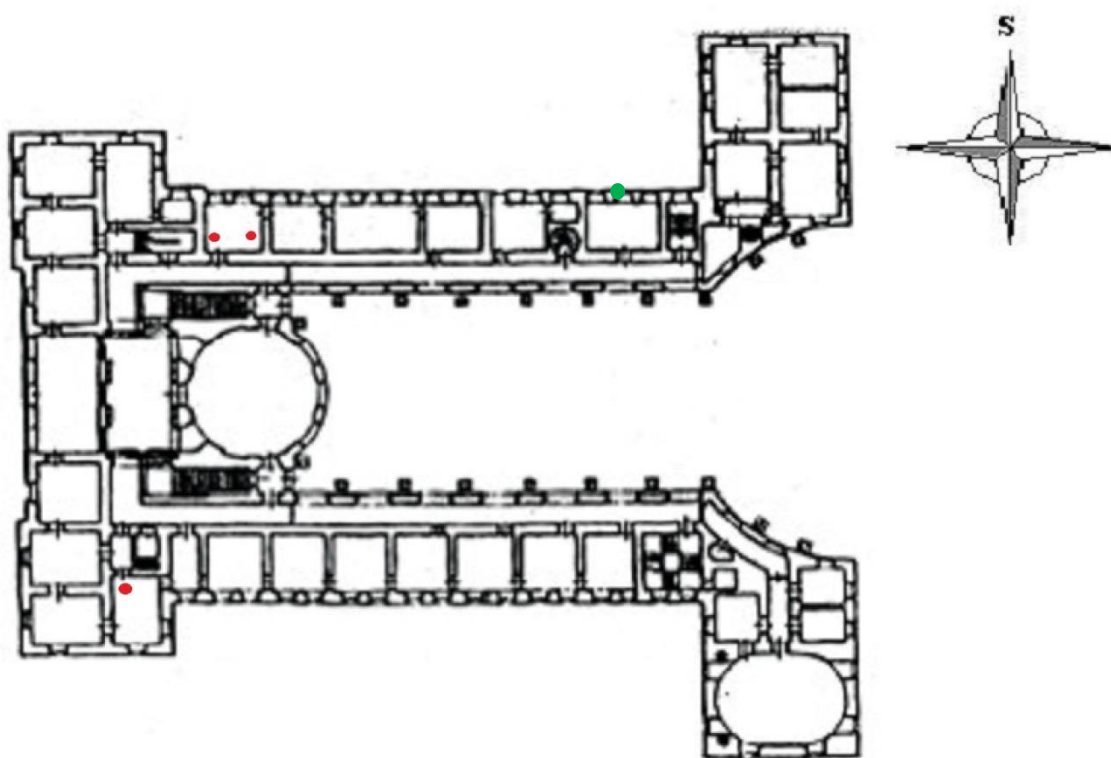
1. Byly vytipovány místnosti s extrémními hodnotami.
2. Čidla byla nastavena na zaznamenávání jednotlivých hodnot po 5 minutách. Sledována byla teplota, vlhkost a teplota rosného bodu.
3. Do místností byla umístěna čidla do dvou výškových úrovní. Čidlo č. 5 bylo umístěno do exteriéru pro sledování venkovní vlhkosti a teploty.

Zima

4. Po 10 dnech byla čidla vypnuta a naměřené hodnoty byly vyhodnoceny pomocí programu Excel a programu pro datalogger. Dále byly nejnižší naměřené hodnoty srovnány s minimálními povolenými hodnotami dle Metodické příručky [26]

Léto

5. Měření probíhalo po dobu dvou měsíců, a to července a srpna. Během měření byla data pravidelně stahována. Po uplynutí této doby byla čidla vypnuta a naměřené hodnoty byly vyhodnoceny pomocí programu Excel a programu pro datalogery. Dále byly naměřené hodnoty srovnány s minimálními povolenými hodnotami dle Metodické příručky [26]



Obrázek 3. 1: Půdorysné schéma zámku s určením umístění čidel v interiéru (červeně) a exteriéru (zeleně)

Umístění čidel



Obrázek 3. 2: Umístění čidel v salonku Biedermaier (čidla 1 a 2)



Obrázek 3. 3: Umístění čidla č. 3 v Renesančním salonku



Obrázek 3. 4: Umístění čidla č. 4 v Renesančním salonku



Obrázek 3. 5: Umístění čidla č. 5 v exteriéru

3.1.3 Měřicí přístroje

Pro měření teploty a vlhkosti byly použity datalogery firmy Comet. Pro interiér byla použita čidla typu S3120, pro exteriér čidlo R3120.

Datalogger S3120 – Teploměr - vlhkoměr

Měřená veličina	relativní vlhkost + teplota
Typ konstrukce	Prostorový
Rozsah teploty	-30 až +70°C
Lcd displej	Ano
Rozsah provozních teplot	-30 až +70°C
Přesnost měření teploty vnitřním čidlem	±0.4°C
Přesnost měření vlhkosti vzduchu	±2.5% RH od 5 do 95% při 23°C
Přesnost měření rosného bodu	1.5 °C při okolní teplotě T < 25°C a RH>30%; rozsah -60 do +70 °C
Rozlišení údaje o teplotě a vlhkosti	0.1°C, 0.1%RH
Hodiny reálného času	rok, přestupný rok, měsíc, den, hodina, minuta, sekunda
Interval záznamu	nastavitelný od 10s do 24hod (1min až 24hod v nízkopříkonovém režimu)
Obnovení displeje a stavu alarmů	každých 10s (každou minutu v nízkopříkonovém režimu)
Celková kapacita paměti	32000 hodnot teploty (v necyklickém záznamu)
Napájení	Lithiová baterie 3,6V, rozměr AA
Krytí	IP67
Rozměry bez konektorů	93x64x29mm

Obrázek 3. 6: Technický list datalogger S3210

Datalogger R3120 – Teploměr – vlhkoměr

Měřená veličina	relativní vlhkost + teplota
Typ konstrukce	Prostorový
Rozsah teploty	-30 až +80°C
Lcd displej	Ne
Rozsah provozních teplot	-30 to +80°C

Přesnost měření teploty vnitřním čidlem	±0.4°C
Přesnost měření vlhkosti vzduchu	±2.5% RH od 5 do 95% při 23°C
Přesnost měření rosného bodu	1.5 °C při okolní teplotě T < 25°C a RH>30%; rozsah -60 do +70 °C
Rozlišení údaje o teplotě a vlhkosti	0.1°C, 0.1%RH
Hodiny reálného času	rok, přestupný rok, měsíc, den, hodina, minuta, sekunda
Interval záznamu	nastavitelný od 10s do 24hod
Obnovení stavu alarmů	každých 10s
Celková kapacita paměti	32000 hodnot teploty (v necyklickém záznamu)
Rozměry bez konektorů	93x64x27mm
Napájení	Lithiová baterie 3,6V, rozměr AA
Krytí IP67	

Obrázek 3. 7: Technický list datalogger R3120

3.2 Vyhodnocení místností

V této kapitole následuje vyhodnocení jednotlivých místností během obou měřících etap. Do tabulek jsou vypsány hodnoty T a RV minimální, maximální a průměrné za celé měřené období. Kromě hodnot měřených jsou zde také podmínky z metodiky [26] pro předměty uložené ve zkoumaných místnostech. Tyto obecné podmínky jsou vykresleny v H-x diagramu (Příloha č. 22).

3.2.1 Měření -zima

Čidlo č. 1

	Průměrná	Minimální	Maximální	Středně citlivé	Mírně citlivé	Necitlivé
T _i [°C]	10,65	9,2	13,6	18 ± 2	18 ± 2	18 ± 2
RV [%]	47,14	40	56,8	50 ± 5	50 ± 5	45 ± 5
T _r [°C]	0,6	-1	4,5			

Čidlo č. 2

	Průměrná	Minimální	Maximální	Středně citlivé	Mírně citlivé	Necitlivé
T _i [°C]	10,90	9,6	13,9	18 ± 2	18 ± 2	18 ± 2
RV [%]	45,89	38,7	57	50 ± 5	50 ± 5	45 ± 5
T _r [°C]	-0,4	-2,3	4			

Čidlo č. 3

	Průměrná	Minimální	Maximální	Středně citlivé	Mírně citlivé	Necitlivé
T _i [°C]	7,58	6,6	13,1	18 ± 2	18 ± 2	18 ± 2
RV [%]	51,65	42,1	58,2	50 ± 5	50 ± 5	45 ± 5
T _r [°C]	-1,7	-3,5	0,9			

Čidlo č. 4

	Průměrná	Minimální	Maximální	Středně citlivé	Mírně citlivé	Necitlivé
T _i [°C]	7,63	6,8	12,6	18 ± 2	18 ± 2	18 ± 2
RV [%]	51,25	43,1	57,4	50 ± 5	50 ± 5	45 ± 5
T _r [°C]	-1,6	-3,2	0,8			

Čidlo č. 5 - Exteriér

	Průměrná	Minimální	Maximální
Teplota	1,89	-2	9,5
Vlhkost	83,19	43,8	97,8
Teplota rosného bodu	-0,5	-4,7	4,6

Předměty jsou rozděleny do jednotlivých kategorií dle citlivosti na světlo.

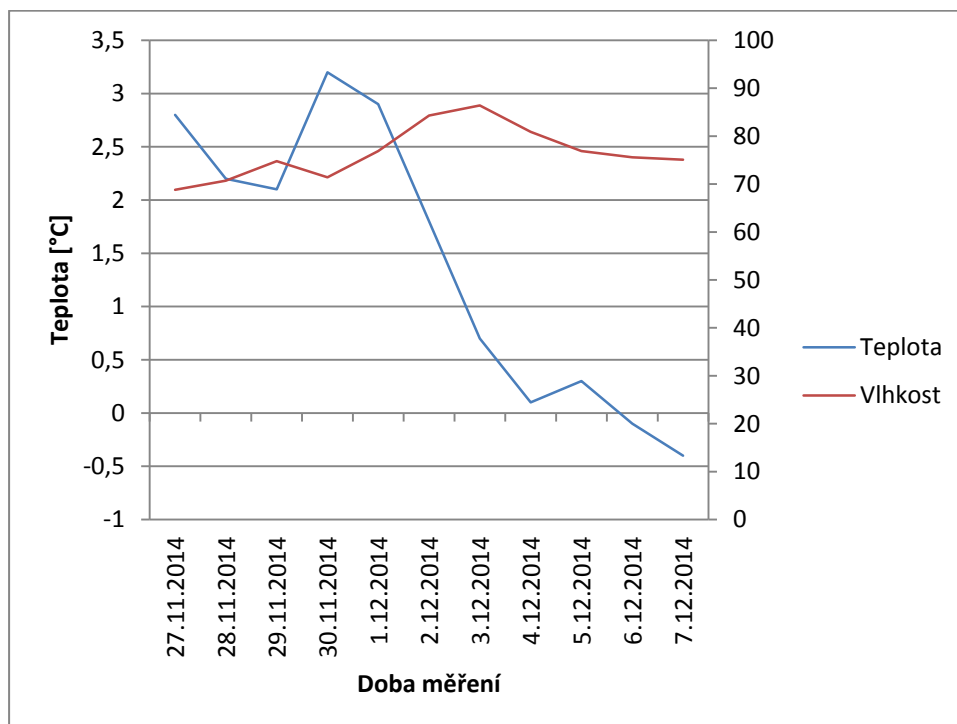
V zkoumaných místnostech jsou uloženy předměty středně citlivé (nábytek po-
tažený textilií, intarzované komody, gobelín, koberec), mírně citlivé (obrazy)
a necitlivé (kovové mísy, zrcadlo, keramické talíře, skleněné nádoby).

Pro dřevo a textil je požadována teplota 16 – 20°C a vlhkost 45 – 55 %. Mini-
mální hodnoty získané měřením z čidel č. 1, 2, 3 a 4 jsou nižší než podmínky
vhodné pro uložení sbírkových předmětů. Maximální hodnoty teplot jsou nižší
než požadované, vlhkosti naopak vyšší než jsou požadované maximální hodno-
ty vlhkosti.

Malba na plátně vyžaduje teplotu 16 – 20°C a vlhkost mezi 45 a 55 %. Minimál-
ní hodnoty naměřených výsledků tyto parametry nesplňují. Maximální teploty
jsou také nižší než požadované, hodnoty relativní vlhkosti jsou vyšší.

Teploty vhodné pro uložení kovových předmětů, skla a keramiky jsou mezi
16 a 20°C při vlhkosti 40 – 50 %. Požadovaného intervalu teploty nedosáhla
žádná naměřená hodnota, do ideální vlhkosti spadají hodnoty naměřené čidlem
č. 1, 3. a 4. Maximální teploty naměřené všemi čidly jsou nižší než požadované
a vlhkosti výrazně vyšší (o 6 – 8 %).

3.2.1.1 Vliv vnějších okrajových podmínek v zimním období



Graf 3. 1: Průběhu teploty a vlhkosti v exteriéru, čidlo č. 5

V grafech získaných z jednotlivých čidel je vidět zvýšení vlhkosti ve dnech 27. – 29. 11. 2014. V těchto dnech bylo měření ovlivněno vysokou návštěvností zámku a tedy i frekventovaným pohybem osob. V závislosti na venkovní teplotě a srážkách byla do interiéru vnášena vlhkost (např. z oblečení osob). Dále je vidět zvyšující se vlhkost ke konci měření. Po skončení návštěvnického provozu zámku jsou totiž vypnuta topení. Lze předpokládat, že tato relativní vlhkost rostla i nadále. To můžeme usuzovat na základě měření teploty a vlhkosti v depozitářích, které provedli pracovníci Historického a dokumentačního oddělení.

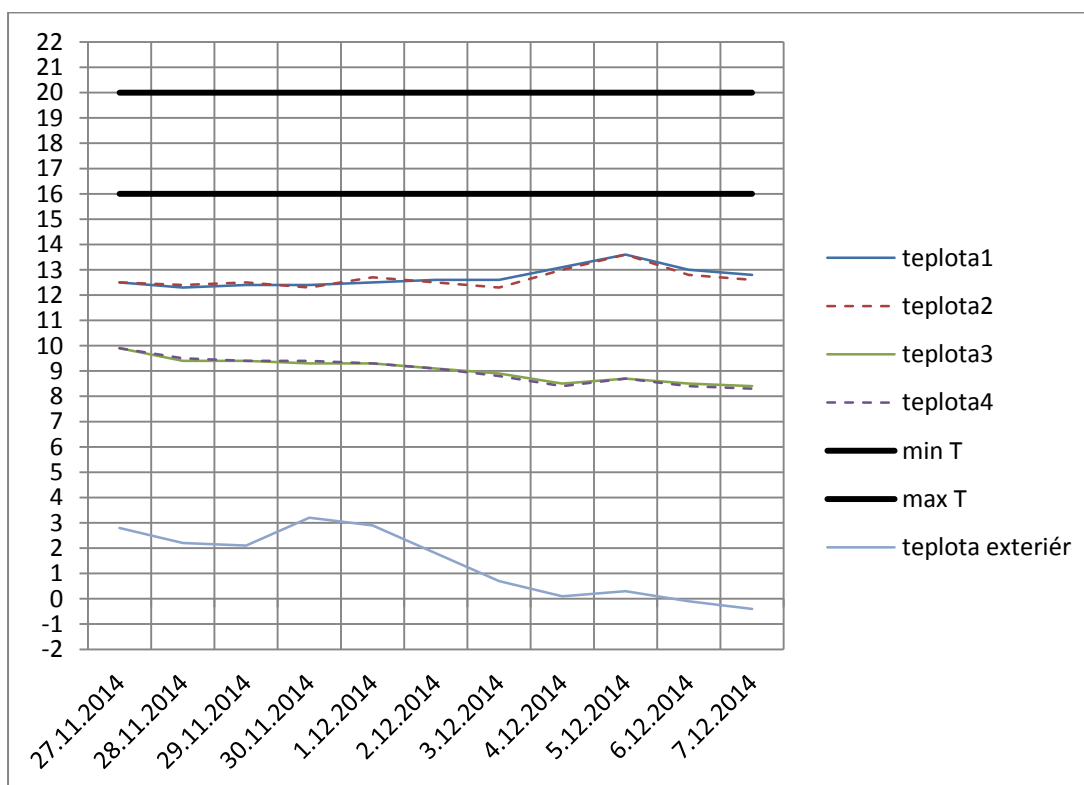
Toto měření proběhlo v depozitářích zámku v období od ledna do července. Depozitáře jsou umístěny ve 3. NP zámku v západním a severním křídle zámku pod střechou. V depozitářích jsou uloženy zbraně, obrazy, textilie, různé drobné předměty a nábytek. Relativní vlhkost a teplota byly zapisovány po určité době a čidlo vyhodnotilo minimální a maximální hodnoty těchto veličin, které byly zapsány spolu s aktuální hodnotou. V měsících lednu, únoru a březnu hodnoty relativní vlhkosti neklesly pod 59 %, přičemž nejvyšší vlhkost dosáhla 75 %. Nejnižší zaznamenanou teplotou bylo 0,9°C zapsaných 9. února 2015, nejvyšší 11,3°C 3. března 2015.

Podmínky v depozitářích tak vůbec nevyhovují podmínkám dle metodiky [25].

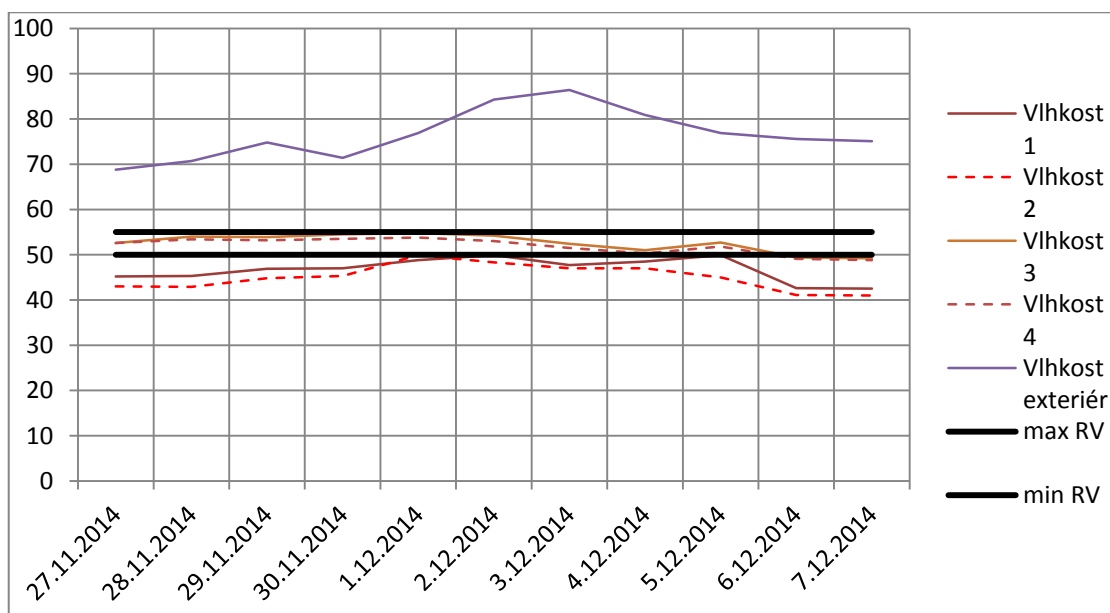
3.2.1.2 Obrazy

Obrazy jsou typem sbírkových předmětů, které vyžadují opravdu stálé mikroklíma a reagují citlivě na jeho změny. Jsou specifické tím, že jsou tvořeny dvěma druhy materiálů s různými sorpčními izotermami, tedy s různými reakcemi na změnu teploty a vlhkosti.

V níže vložených grafech je vykreslen průběh teplot a relativních vlhkostí ze všech čidel umístěných v interiéru a také hodnoty získané z čidla exteriérového. V grafu jsou vykresleny meze pro extrémní hodnoty teploty a vlhkosti. V místnosti č. 1 je vlhkost po celou dobu měření nižší než hodnota požadovaná metodickou příručkou [26]. Teploty jsou nižší než požadované v obou sledovaných místnostech.



Graf 3. 2: Průběh teplot z čidel 1, 2, 3, 4, 5 - exteriér



Graf 3. 3: Průběh vlhkostí z čidel 1, 2, 3, 4, 5

Vyhodnocení

Teploty nižší než minimální dovolené teploty ($18 \pm 2^\circ\text{C}$) nejsou pro předměty nijak zvlášť nevhodné, pokud neklesnou do záporných hodnot, což se v průběhu měření nestalo. Dlouhodobé vystavení sbírkových předmětů vlhkostem nižším nebo vyšším než $50\% \pm 5\%$ je pro ně rizikové a ohrožuje jejich stav. Se zhoršujícím se stavem sbírkových předmětů potom stoupají nároky na jejich renovaci a restaurování. Hodnoty obou veličin naměřené v interiérech jsou závislé na změně hodnot naměřených v exteriéru. Během zvýšení vlhkosti v exteriéru byly i vlhkosti v interiérech vyšší, stejně tak teplota v interiéru klesala v závislosti na teplotě naměřené čidlem umístěným v exteriéru.

Statistickým hodnocením četnosti výskytu bylo zjištěno, že do požadovaného intervalu vlhkosti u čidla č. 2 (místnost č. 101) spadá 70 % naměřených hodnot, u čidla č. 3 (místnost č. 102) 84 %. Vzhledem k tomu, že teplota neklesla pod 0°C nebo pod teplotu rosného bodu, lze považovat vnitřní prostředí po dobu experimentu za vhodné pro vystavení obrazů. Grafické vyhodnocení H-x diagramem pro čidlo č. 2 je uvedeno v příloze č. 22 a 23. Obě místnosti tak po dobu měření byly pro vystavení obrazů vhodné.

3.2.2 Měření – léto

V níže uvedených tabulkách jsou vypsány hodnoty měřených veličin pro letní období.

Čidlo č. 1

	Průměrná	Minimální	Maximální	Středně citlivé	Mírně citlivé	Necitlivé
T ₁ [°C]	25,98	21,9	32,1	18 ± 2	18 ± 2	18 ± 2
RV [%]	50,98	27,8	100	50 ± 5	50 ± 5	45 ± 5

Čidlo č. 2

	Průměrná	Minimální	Maximální	Středně citlivé	Mírně citlivé	Necitlivé
T ₁ [°C]	26,34	23,2	30,4	18 ± 2	18 ± 2	18 ± 2
RV [%]	46,55	29,0	60,8	50 ± 5	50 ± 5	45 ± 5

Čidlo č. 3

	Průměrná	Minimální	Maximální	Středně citlivé	Mírně citlivé	Necitlivé
T ₁ [°C]	24,26	20,5	27,8	18 ± 2	18 ± 2	18 ± 2
RV [%]	51,23	37,1	66,8	50 ± 5	50 ± 5	45 ± 5

Čidlo č. 4

	Průměrná	Minimální	Maximální	Středně citlivé	Mírně citlivé	Necitlivé
T ₁ [°C]	24,46	20,5	28,3	18 ± 2	18 ± 2	18 ± 2
RV [%]	50,1	35,9	60,5	50 ± 5	50 ± 5	45 ± 5

Čidlo č. 5 - Exteriér

	Průměrná	Minimální	Maximální
Teplota	23,58	13,7	41,1
Vlhkost	65,62	0	100

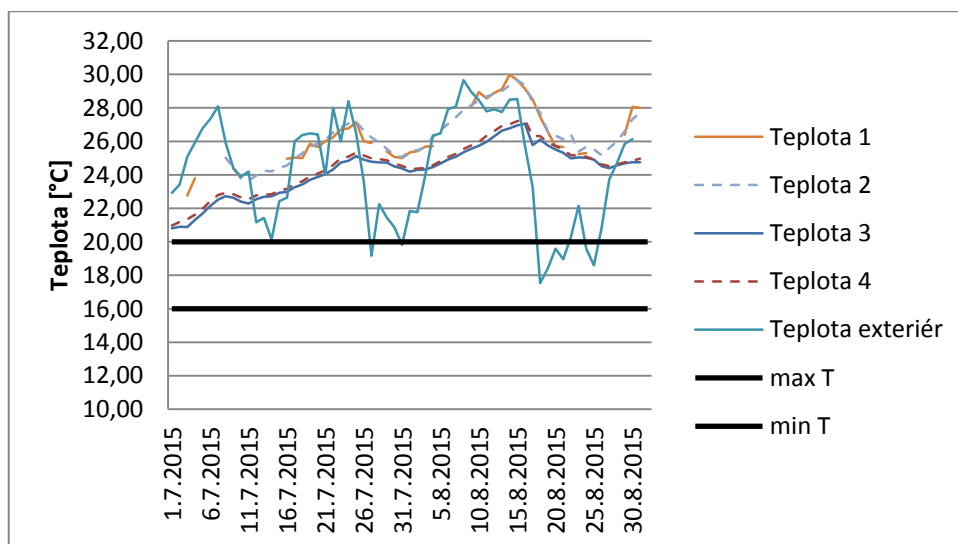
Pro dřevo a textil je požadována teplota 16 – 20°C a vlhkost 45 – 55 %. Minimální hodnoty získané měřením z čidel č. 1, 2, 3 a 4 jsou nižší než podmínky vhodné pro uložení sbírkových předmětů. Maximální hodnoty teplot jsou nižší než požadované, vlhkosti naopak vyšší než jsou požadované maximální hodnoty vlhkosti.

Malba na plátně vyžaduje teplotu 16 – 20°C a vlhkost mezi 45 a 55 %. Minimální hodnoty naměřených výsledků tyto parametry nesplňují. Maximální teploty jsou také nižší než požadované, hodnoty relativní vlhkosti jsou vyšší.

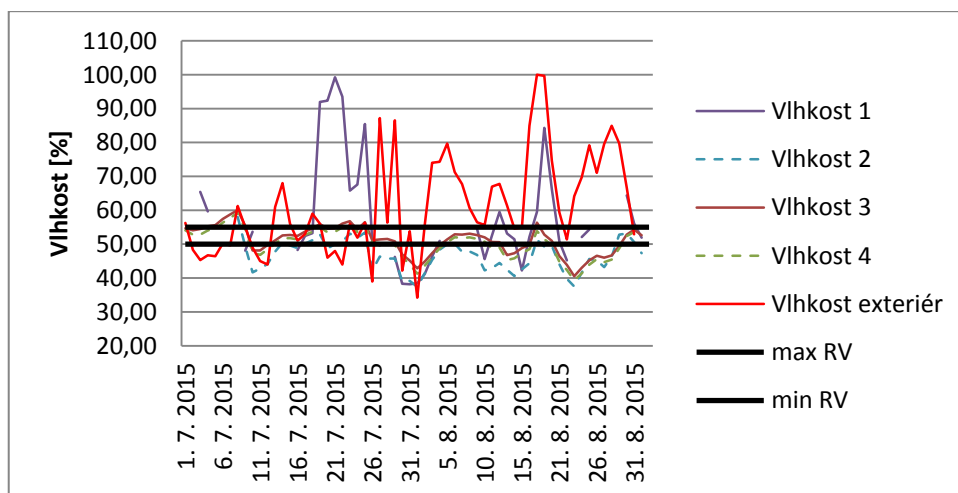
Teploty vhodné pro uložení kovových předmětů, skla a keramiky jsou mezi 16 a 20°C při vlhkosti 40 – 50 %. Požadovaného intervalu teploty nedosáhla žádná naměřená hodnota, do ideální vlhkosti spadají hodnoty naměřené čidlem č. 1, 3. a 4. Maximální teploty naměřené všemi čidly jsou nižší než požadované a vlhkosti výrazně vyšší (o 6 – 8 %).

3.2.2.1 Obrazy

V níže vložených grafech je vykreslen průběh teplot a relativních vlhkostí ze všech čidel umístěných v interiéru a také hodnoty získané z čidla exteriérového. V grafu jsou vykresleny meze pro extrémní hodnoty teploty a vlhkostí. Z grafu je také patrné, že čidlo č. 1 v některých dnech neměřilo a že čidlo č. 2 začalo měřit až 6. 7. 2015.



Graf 3. 4: Průběh teplot z čidel 1, 2, 3, 4, 5



Graf 3. 5: Průběh vlhkostí z čidel 1, 2, 3, 4, 5

Vyhodnocení

Teploty jsou vyšší u všech čidel než požadované v obou sledovaných místnostech. Teplota interiérová reaguje na změnu teploty v exteriéru s jistým zpožděním.

Čidlo č. 1 vykazovalo chybu v měření také u vlhkosti, která dosahovala až 100 %. Vzhledem k měření v zimním období lze předpokládat, že by vlhkost u čidla č. 1 měla podobný průběh jako vlhkost u čidla č. 2. Stejně jako u teploty se vlhkost v interiéru přizpůsobovala změně vlhkosti v exteriéru.

Teploty vyšší než minimální dovolené teploty ($18 \pm 2^\circ\text{C}$) nejsou pro předměty nijak zvlášť nevhodné, pokud nejsou dlouhodobé a neprovází je velmi nízká vlhkost. Statistickým hodnocením četnosti výskytu bylo zjištěno, že do požadovaného intervalu vlhkosti ($50 \pm 5\%$) u čidla č. 2, které je v místnosti č.101, spadá 62 % naměřených hodnot. V místnosti č. 1, a tedy čidlo č. 3 naměřilo 74 % hodnot spadajících do požadovaného intervalu vlhkosti. Vzhledem k tomu, že teplota neklesla pod 0°C nebo pod teplotu rosného bodu, lze považovat vnitřní prostředí po dobu experimentu za vhodné pro vystavení obrazů. Grafické vyhodnocení H-x diagramem pro čidlo č. 3 je uvedeno v příloze č. 24 a 25. Obě místnosti tak v letním období měly mikroklima vhodné pro uložení obrazů.

3.2.3 Srovnání letního a zimního měření

V níže uvedených tabulkách jsou srovnány extrémní hodnoty pro jednotlivá čidla a jsou také srovnána čidla v rámci jednotlivých místností.

3.2.3.1 Srovnání hodnot naměřených jednotlivými čidly

Čidlo č. 1

	Max RV	Min RV	Max T	Min T	Průměr. RV	Průměr T
Léto	100	27,8	32,1	21,9	50,98	25,98
Zima	47,14	40	13,6	9,2	47,14	10,65
Rozdíl	52,86	12,2	18,5	12,7	3,84	15,33

Čidlo č. 2

	Max RV	Min RV	Max T	Min T	Průměr. RV	Průměr T
Léto	60,8	29	30,4	23,2	46,55	26,34
Zima	57	38,7	13,9	9,6	45,89	10,9
Rozdíl	3,8	9,7	16,5	13,6	0,66	15,44

Čidlo č. 3

	Max RV	Min RV	Max T	Min T	Průměr. RV	Průměr T
Léto	66,8	37,1	27,8	20,57	51,23	24,26
Zima	58,2	42,1	13,1	6,6	51,65	7,58
Rozdíl	8,6	5	14,7	13,97	0,42	16,68

Čidlo č. 4

	Max RV	Min RV	Max T	Min T	Průměr. RV	Průměr T
Léto	60,5	35,9	12,6	20,5	50,1	24,46
Zima	57,4	43,1	28,3	6,8	51,25	7,63
Rozdíl	3,1	7,2	15,7	13,7	1,15	16,83

Čidlo č. 5 - Exteriér

	Max RV	Min RV	Max T	Min T	Průměr. RV	Průměr T
Léto	100	0	41,1	13,7	65,62	23,58
Zima	97,8	43,8	9,5	-2	83,9	1,89
Rozdíl	2,2	43,8	31,6	15,7	18,28	21,69

3.2.3.2 Srovnání v rámci místností

Dámský salonek

	Max RV	Min RV	Max T	Min T	Průměr. RV	Průměr T
Léto	60,8	29	30,4	23,2	46,55	26,34
Zima	57	38,7	13,9	9,6	45,89	10,90
Rozdíl	3,8	9,7	16,5	13,6	0,66	15,44

Renesanční salonek

	Max RV	Min RV	Max T	Min T	Průměr. RV	Průměr T
Léto	60,5	35,9	28,3	20,5	50,1	24,46
Zima	57,4	43,1	12,6	6,8	51,25	7,63
Rozdíl	3,1	7,2	15,7	13,7	1,15	16,83

Všechny grafy z jednotlivých měření získané z program pro dataloggery jsou uvedeny v příloze.

Ze srovnání hodnot, které byly získány měřeními, lze říci, že rozdíly extrémů relativních vlhkosti jsou do 10 %. Rozdíly teplot se pohybují v intervalu od 13 do 17°C. Průměrné hodnoty relativní vlhkosti se liší o 1 %. Průměrné teploty se liší o 1,5°C.

Dle metodiky [23] se relativní vlhkost nesmí změnit o více než 5 % během jednoho dne, což se během měření nestalo. Dále RV nesmí být vyšší než 75 % v dlouhodobém horizontu. Ačkoli tak vysoká vlhkost nebyla naměřena, vzhledem k měření prováděnému pracovníky zámku lze předpokládat, že v zimních měsících RV dosahuje vlhkosti vyšší než 65 %.

3.2.4 Návrh možných úprav

Interiéry nejsou během zimních měsíců vytápěny, což má za následek snížení teploty interiéru a také zvýšení relativní vlhkosti. V letních měsících naopak dochází ke zvýšení teploty. To vše ovlivňuje stav uměleckých sbírkových předmětů umístěných v interiérech.

Pro zlepšení interního mikroklimatu by bylo dobré zvýšit teplotu interiéru a interiéry během zimních měsíců temperovat. Temperování pomocí infrapanelů je řešeno v části 2. V zimních měsících, kdy zámek není v provozu, jsou také zavřené okenice, což eliminuje možné tepelné zisky ze slunečního záření.

Lokální snížení vlhkosti lze řešit pomocí lokálních odvlhčovačů umístěných přímo do řešených místností. Tento způsob odvlhčování se využívá i na jiných kulturních objektech. Ve Slavkově u Brna se lokálními odvlhčovači řeší problém vlhkosti v objektu koníren, jež uzavírají nádvoří zámku.

Ačkoli temperování interiérů souvisí se zvýšenou ekonomickou zátěží hospodaření zámku, v konečném důsledku je nutnost restaurování uměleckých předmětů ekonomicky mnohem náročnější. V současné době nastupuje trend zpřístupnění památkových objektů i v zimních měsících. V objektech vznikají speciální zimní trasy. Částky za vstupné by tak mohly částečně či zcela pokrýt náklady vzniklé potřebou temperování.

V letním období je vnitřní prostředí ovlivněno zejména sluneční radiací. Během letošního velmi horkého a suchého léta byly místnosti vystaveny slunečnímu záření téměř po celé dva měsíce. Český hydrometeorologický ústav uvádí průměrnou teplotu v červenci $t_e = 22,9^\circ\text{C}$ a počet slunečných hodin 295,4. Pro srpen uvádí průměrnou teplotu $t_e = 24,0^\circ\text{C}$ a 270,1 hodin trvání slunečního svitu. [29]

V letních měsících je třeba zvážit režim zavírání okenic v průběhu dne tak, aby se snížily tepelné zisky radiací a interiér nebyl zbytečně ohříván. Zároveň se tak sníží možnost poškození předmětu UV záření. Tato skutečnost by ovšem mohla zkomplikovat provoz prohlídkové trasy a bylo by nutné využívat umělé osvětlení.

ZÁVĚR

Řešení vnitřního prostředí historické místnosti je specifickým oborem spojujícím technická zařízení budov a stavební fyziku. Při návrhu je třeba zohlednit velké množství faktorů ovlivňujících toto vnitřní prostředí.

Experimentální řešení prokázalo, že vnitřní prostředí v místnostech zámku ve Slavkově u Brna bylo po dobu měření vhodné pro uložení sbírkových předmětů. V zimě však měření probíhalo po dobu 10 dnů. Předpokladem je, že relativní vlhkost by se zvyšovala nad rámec dovolené hodnoty. Pro přesnější výsledky by bylo dobré měření provést pro dobu minimálně 13 měsíců. V letním období byl interiér velmi zahříván. Ačkoli vyšší teploty nejsou primárně škodlivé, je vhodné interiér před přehříváním chránit využíváním okenic během dne.

Jako opatření pro zimní měsíce bylo navrženo vytápění řešených místností. Z důvodu zachování historického zdiva byla jediným vhodným energonositelem zvolena elektřina. Místnosti budou temperovány na 15°C. Vytápění bylo navrženo akumulacími kamny nebo vysokoteplotními sálavými infrapanely. Infrapanely byly vyhodnoceny jako nejlepší možnost z hlediska ekonomického a z hlediska zajištění požadovaných parametrů.

POUŽITÉ ZDROJE

Technické normy a vyhlášky

1. ČSN EN 15758 Ochrana kulturního dědictví – Postupy a přístroje pro měření teplot vzduchu a teploty povrchů objektů
2. ČSN EN 15757 Ochrana kulturního dědictví – Požadavky na teplotu a relativní vlhkost prostředí s cílem zamezit mechanickému poškození organických hygroskopických materiálů, k němuž dochází v důsledku klimatu
3. Směrnice pro vzdělávání a školení v oblasti ochrany památek, areálů a sídel (ICOMOS, Colombo, 1993)
4. Charta ICOMOS – zásady pro analyzování, ochranu a stavební obnovu architektonických památek (ICOMOS, Viktoriiny vodopády, 2003)
5. ASHRAE Handbook – the American Society of Heating, Refrigerating and Air - Conditioning, 2007
6. ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu
7. ČSN 73 0540 – 2 Tepelná ochrana budov. Část 2: Požadavky

Knihy a akademické práce

8. SELUCKÁ, Alena, Hana GROSSMANNOVÁ a Michal MAZÍK. *Preventivní konzervace: moderní postupy a technologie: Präventive Konservierung: moderne Verfahren und Technologien*. 1. vyd. Brno: Jihomoravský kraj, 2014, 57 s. ISBN 978-80-87896-05-1.
9. GEBAUER, Günter a Jiří HIRŠ. *TZB - VZDUCHOTECHNIKA: Základní problematika vzduchotechniky*. 2005 [cit. 2015-10-13].
10. POLÁKOVÁ, Jana (ed.). *Mezinárodní dokumenty o ochraně kulturního dědictví*. 1. vyd. Praha: Národní památkový ústav, ústřední pracoviště, 2007-, ^^^sv. ISBN 9788087104149.
11. ČERNÝ, Miroslav a Miloslav NĚMEČEK. *Mikroklima v historických interiérech*. 1. vyd. Praha: Národní památkový ústav, ústřední pracoviště, 2011, 68 s. Odborné a metodické publikace (Národní památkový ústav). ISBN 9788087104828.
12. *Fórum pro konzervátory-restaurátory: konference konzervátorů-restaurátorů*. Brno: Technické muzeum v Brně, Metodické centrum konzervace, 2014, ^^^svazků. ISSN 18050050. 1x ročně.
13. NĚMEČEK, Milan, Karel PAPEŽ a Karel HEMZAL (ed.). *Úprava vzduchu v historických objektech*. Větrání. 2001, 10.(4), 150 - 158. ISSN 1210-1389.
14. SELUCKÁ, Alena a Petr JAKUBEC. *Současné standardy mikroklimatu v muzejní praxi*. Forum: Pro konzervátory a restaurátory. 2014, 3.(1.), 70 - 76. ISSN 1805 - 0050.

15. SELUCKÁ, Alena. *Doporučené hodnoty relativní vlhkosti a teploty pro uložení sbírkových předmětů*. 2011.
16. KOPECKÁ, Ivana. *Preventivní péče o historické objekty a sbírky v nich uložené*. Praha: Státní ústav památkové péče, 2002, 109 s. Odborné a metodické publikace (Státní ústav památkové péče). ISBN 8086234282.
17. ČERNÝ, Miroslav. *Mikroklima památkových interiérů a jeho vazba na okolní ovzduší*. Praha, 2009.
18. MAUREROVÁ, L. *Systémy TZB v nemovitých památkách*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov, 2015. s. 1-161.
19. LOSOS, Ludvík. *Historický nábytek: konstrukce, údržba, restaurování*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 266 s. ISBN 978-80-247-3546-7.
20. BALÍK, Michael. *Odvlhčování staveb*. 2., přeprac. vyd. Praha: Grada, 2008, 307 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-2693-9.

Elektronické zdroje

21. Microclimate. In: *Collins English Dictionary - Complete & Unabridged 10th Edition* [online]. HarperCollins Publishers [cit. 2016-01-09]. Dostupné z: <http://dictionary.reference.com/browse/microclimate>
22. CAMUFFO, Dario. *Microclimate for cultural heritage: conservation, restoration, and maintenance of indoor and outdoor monuments* [online]. Second edition. xxx, 526 pages [cit. 2016-01-09]. ISBN 978-044-4632-968. Dostupné z: https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=gOufwprDtDUC&oi=fnd&pg=PP2&dq=internal+microclimate+definition&ots=qV_mf14FqN&sig=iHtGwEOtRHODLYX2wV7LirUNLI&redir_esc=y#v=onepage&q=internal%20microclimate%20definition&f=false
23. *TZB-info - stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov* [online]. [cit. 2016-01-09]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/>
24. *Teorie sálavého vytápění*. Fenix [online]. [cit. 2016-01-09]. Dostupné z: http://www.fenixgroup.cz/sites/default/files/07_cz_teorie_salaveho_vytapeni.pdf
25. SELUCKÁ, Alena. *Doporučené hodnoty relativní vlhkosti a teploty pro uložení sbírkových předmětů*. [online]. In: http://mck.technicalmuseum.cz/images/stories/MCK/Methodika/doporucene_hodnoty.pdf . s. 1 [cit. 2016-01-10].
26. SELUCKÁ, Alena. *Doporučené podmínky pro uložení sbírkových předmětů* [online]. In: http://mck.technicalmuseum.cz/images/stories/MCK/Methodika/doporucene_hodnoty2.pdf. s. 1 [cit. 2016-01-10].
27. ICCROM. In: *Národní památkový ústav* [online]. [cit. 2016-01-10]. Dostupné z: <http://www.npu.cz/terminologicky-slovník-pamatkove-pece/iccrom/>

28. Právní předpisy. In: *TZB - info* [online]. [cit. 2016-01-12]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/zakon-c-258-2000-sb-a-souvisejici-predpisy#p320>
29. Měsíční data. In: *Český hydrometeorologický ústav* [online]. [cit. 2016-01-13]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mesicni-data#>
30. Vysoušení zatopených historických objektů. In: *Národní památkový ústav: Odborníci a další zájemci* [online]. Praha [cit. 2016-01-13]. Dostupné z: <http://www.npu.cz/prurezove/pro-odkazovani/povodne/vysouseni-zatopenych-historickych-objektu/>
31. Historické budovy. In: *Solar Ventí Česká republika* [online]. [cit. 2016-01-13]. Dostupné z: <http://www.solarventi.cz/clanek/45-historicke-budovy.html>
32. Veřejné budovy. *SBM* [online]. [cit. 2016-01-13]. Dostupné z: <http://www.topeni-haly.cz/verejne.html>
33. CEJPOVÁ, Miroslava. Teplotně vzdušné vytápění. In: *Zřícena hradu Brandýs nad Orlicí* [online]. 2005 [cit. 2016-01-13]. Dostupné z: <http://www.hradbrandys.cz/historie/teplotnevzduzne-vytapeni/>
34. RYHL-SVENDSEN, Morten, Tim PADFIELD, Victoria A SMITH a Franco DE SANTIS. *The indoor climate in historic buildings without mechanical ventilation systems* [online]. [cit. 2016-01-13]. Dostupné z: <http://www.conservationphysics.org/ppubs/indclim.pdf>

Prameny

35. *Evidenční list nemovité kulturní památky 3825 a, b*. Brno, 1967.
36. *Sylaby průvodců zámku ve Slavkově u Brna*, Slavkov u Brna, 2008
37. ZICHOVÁ, Vladimíra. *Historie zámku ve Slavkově u Brna - Austerlitz*. Slavkov u Brna, 2015.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 1: H-x diagram a úpravy vzduchu [11]	19
Obrázek 1 2: Sorpční izoterma lesního dřeva [11]	20
Obrázek 1 3: Proud vzduchu a) izotermní; b) teplý. [11]	26
Obrázek 1 4: Budova s průběžným schodištěm v zimě – komínový efekt kvůli netěsným oknům [11]	28
Obrázek 2. 1: Půdorys zámku s vyznačením řešených místností	46
Obrázek 2. 2: Akumulační kamna, místnost č. 10102, původní stav	46
Obrázek 2. 3: Akumulační kamna RETAP - technický list	50
Obrázek 2. 4: ECOSUN S 18 – technický list	52
Obrázek 3. 1: Půdorysné schéma zámku s určením umístění čidel v interiéru (červeně) a exteriéru (zeleně)	63
Obrázek 3. 2: Umístění čidel v salonku Biedermaier (čidla 1 a 2)	64
Obrázek 3. 3: Umístění čidla č. 3 v Renesančním salonku	65
Obrázek 3. 4: Umístění čidla č. 4 v Renesančním salonku	65
Obrázek 3. 5: Umístění čidla č. 5 v exteriéru	66
Obrázek 3. 6: Technický list datalogger S3210	67
Obrázek 3. 7: Technický list datalogger R3120	68

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. 1: Hodnoty světelné expozice [16]	30
Tab. 1. 2: Klasifikace muzejního klimatu [14]	33
Tab. 1. 3: Podmínky pro uložení sbírkových a mobiliárních předmětů	34
Tab. 2. 1: Vlastnosti materiálů	47
Tab. 2. 2: Výpočet ztráty prostupem	48
Tab. 2. 3: Výpočet ztráty prostupem	48
Tab. 2. 4: Vyhodnocení variant	54

SEZNAM GRAFŮ

Graf 3. 1: Průběhu teploty a vlhkosti v exteriéru, čidlo č. 5.....	70
Graf 3. 2: Průběh teplot z čidel 1, 2, 3, 4, 5 - exteriér	72
Graf 3. 3: Průběh vlhkostí z čidel 1, 2, 3, 4, 5.....	73
Graf 3. 4: Průběh teplot z čidel 1, 2, 3, 4, 5	75
Graf 3. 5: Průběh vlhkostí z čidel 1, 2, 3, 4, 5.....	75

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

RV – relativní vlhkost

T – teplota

Použitý software

Autodesk AutoCAD 2012

Microsoft Word 2010

Microsoft Excel 2010

Program pro datalogery

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Průběh teplot a vlhkostí pro čidlo č. 1	91
Příloha 2: Průběh teplot a vlhkostí pro čidlo č. 2	92
Příloha 3: Průběh teplot a vlhkostí pro čidlo č. 3	93
Příloha 4: Průběh teplot a vlhkostí pro čidlo č. 4	94
Příloha 5: Průběh teplota a vlhkosti z čidla 1	95
Příloha 6: Průběh teplota a vlhkosti z čidla 1	96
Příloha 7: Průběh teplota a vlhkosti z čidla 1	97
Příloha 8: Průběh teplota a vlhkosti z čidla 2	98
Příloha 9: Průběh teplota a vlhkosti z čidla 2	99
Příloha 10: Průběh teplota a vlhkosti z čidla 2.....	100
Příloha 11: Průběh teplota a vlhkosti z čidla 3.....	101
Příloha 12: Průběh teplota a vlhkosti z čidla 3.....	102
Příloha 13: Průběh teplota a vlhkosti z čidla 3.....	103
Příloha 14: Průběh teplota a vlhkosti z čidla 4.....	104
Příloha 15: : Průběh teplota a vlhkosti z čidla 4.....	105
Příloha 16: : Průběh teplota a vlhkosti z čidla 4.....	106
Příloha 17: : Průběh teplota a vlhkosti z čidla 5.....	107
Příloha 18: Průběh teplota a vlhkosti z čidla 5.....	108
Příloha 19: Průběh teplota a vlhkosti z čidla 5.....	109
Příloha 20: Projektování sálavého topení ECOSUN dle výrobce	110
Příloha 21: H-x diagram – Doporučené podmínky pro teplotu a vlhkost [24] ..	111
Příloha 22: H-x diagram – čidlo č. 2	112
Příloha 23: H-x diagram – čidlo č. 3	113
Příloha 24: H-x diagram – čidlo č. 2	114
Příloha 25: H-x diagram – čidlo č. 3	115
Příloha 26: Hodnocení budovy dle metodiky dle Ing. Lenky Maurerové, Ph.D.	116
Příloha 27: Hodnocení místnosti č. 101 dle metodiky dle Ing. Lenky Maurerové, Ph.D.	119
Příloha 28: Hodnocení místnosti č. 102 dle metodiky dle Ing. Lenky Maurerové, Ph.D.	122

SITUACE 1:1000

PŮDORYS 1. SP 1:500

PŮDORYS 2. SP 1:500

PŮDORYS 1. NP 1:500

PŮDORYS 2. NP 1:500

PŮDORYS 3. NP 1:500

PŮDORYS KONSTRUKCE ZASTŘEŠENÍ 1:500

ŘEZ 1-1' 1:500

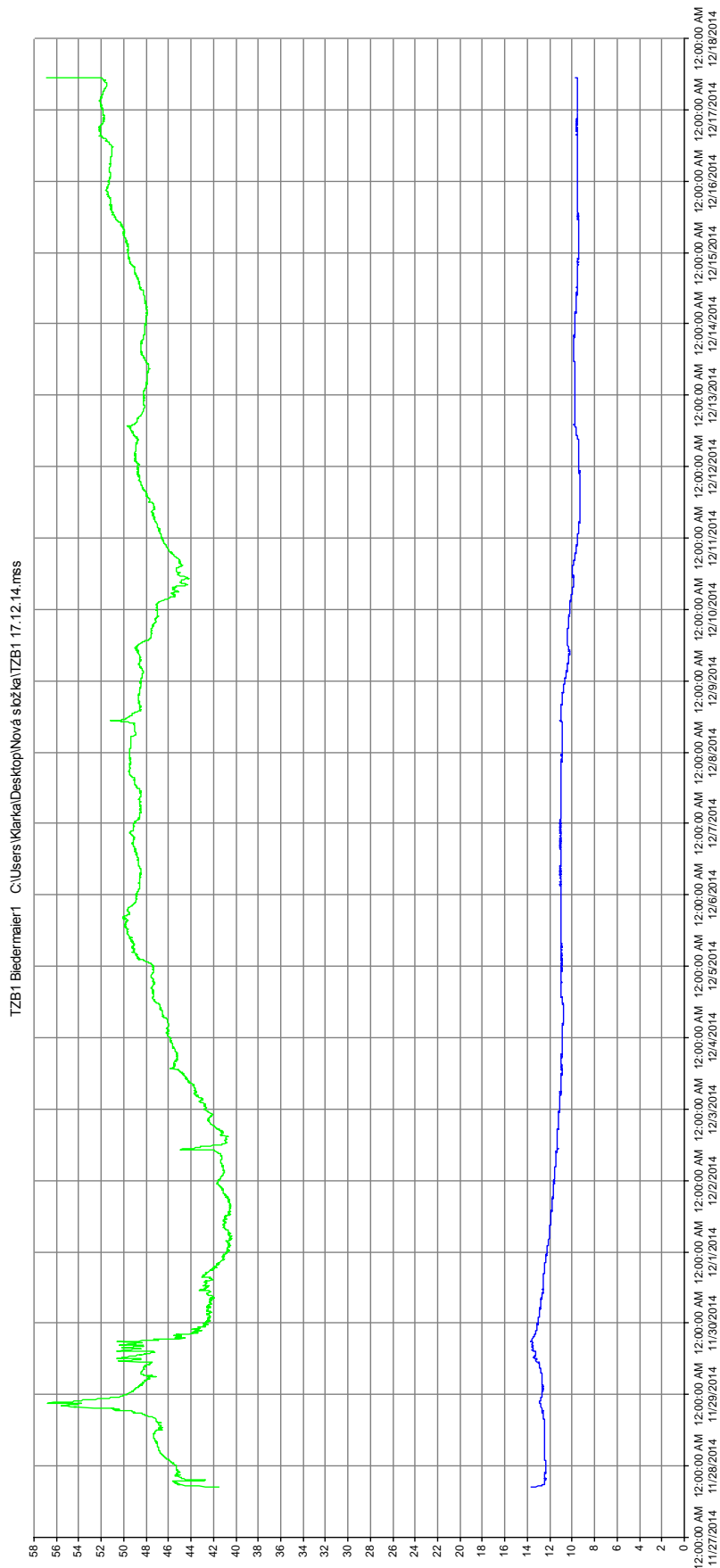
VYTÁPĚNÍ – VARIANTA 1

- PŮDORYS MÍSTNOSTI Č. 101 1:100
- PŮDORYS MÍSTNOSTI Č. 102 1:100

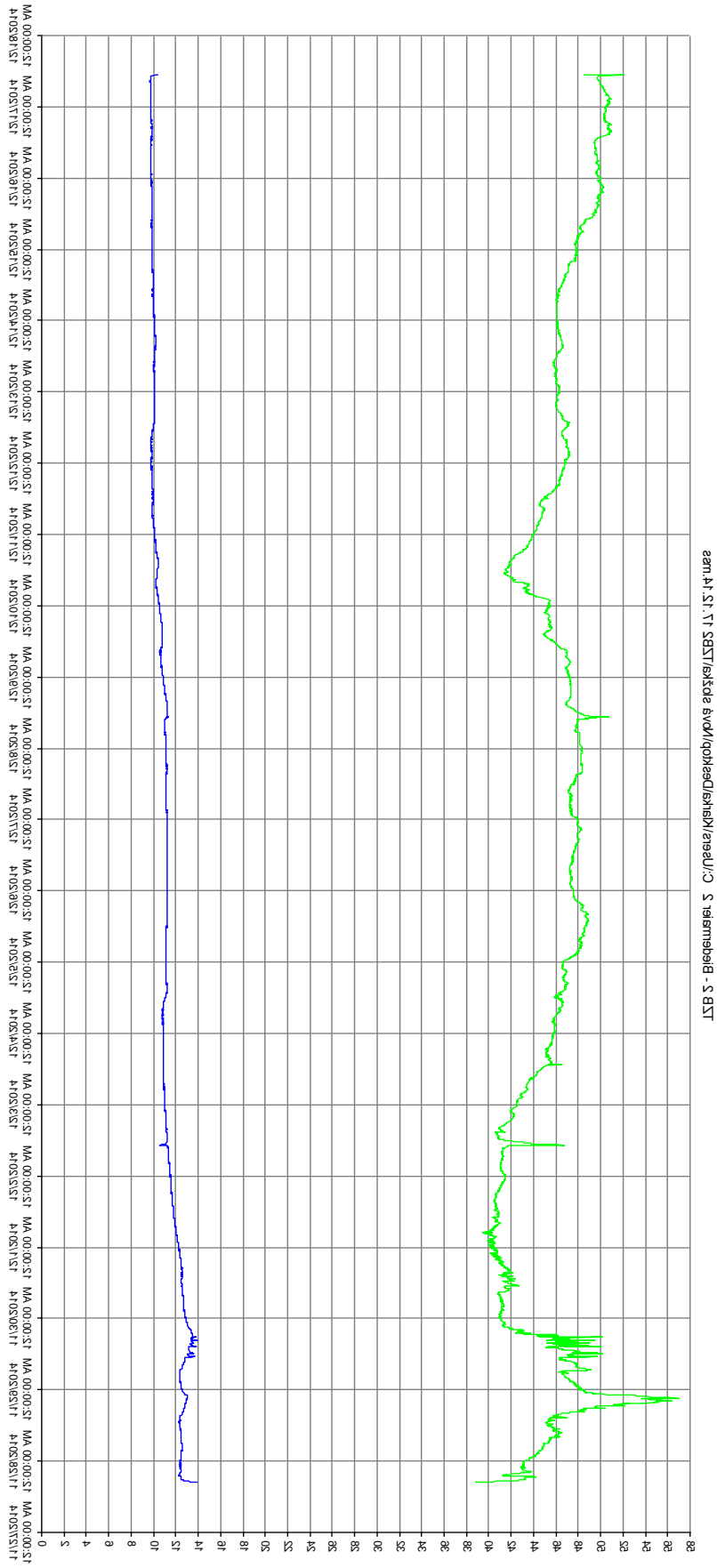
VYTÁPĚNÍ – VARIANTA 2

- PŮDORYS MÍSTNOSTI Č. 101 1:100
- PŮDORYS MÍSTNOSTI Č. 102 1:100

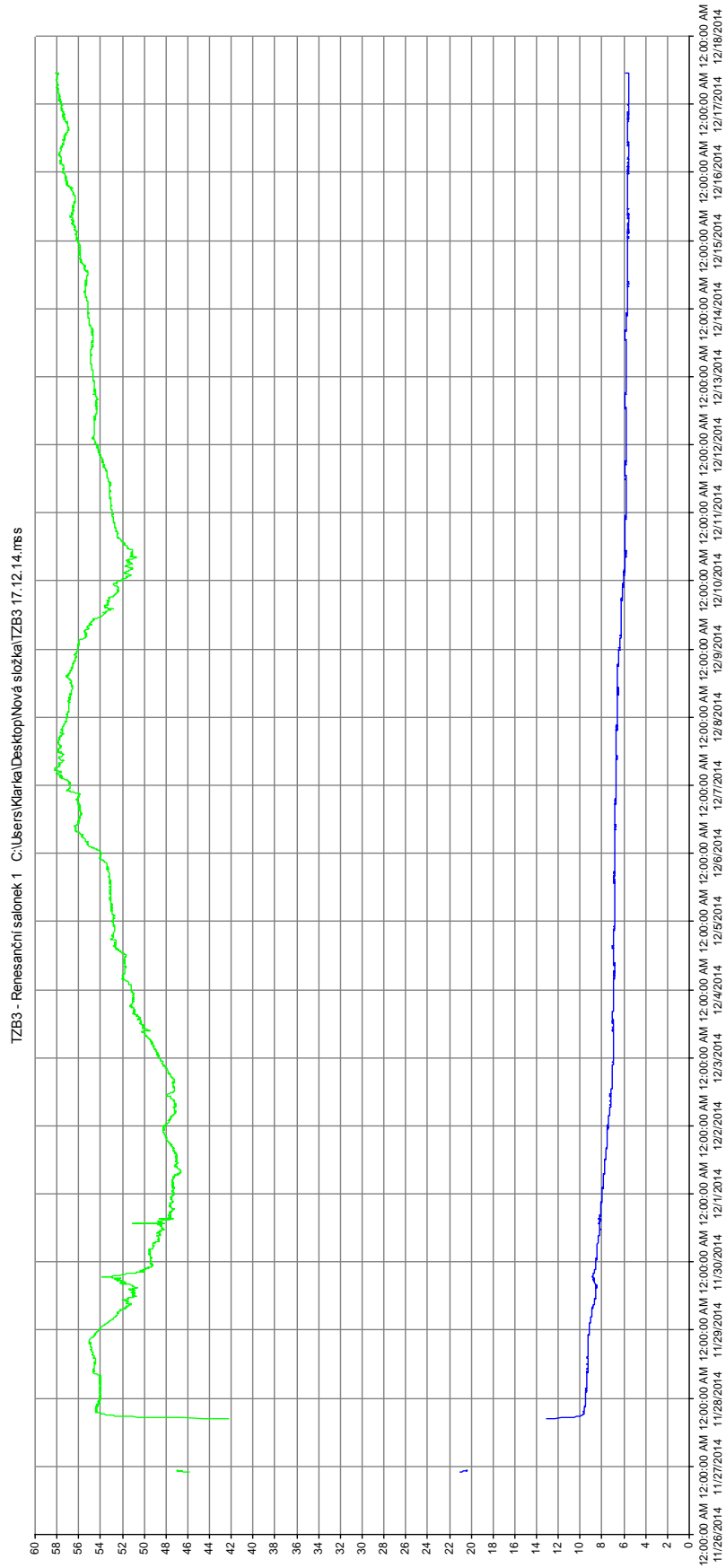
PŘÍLOHY



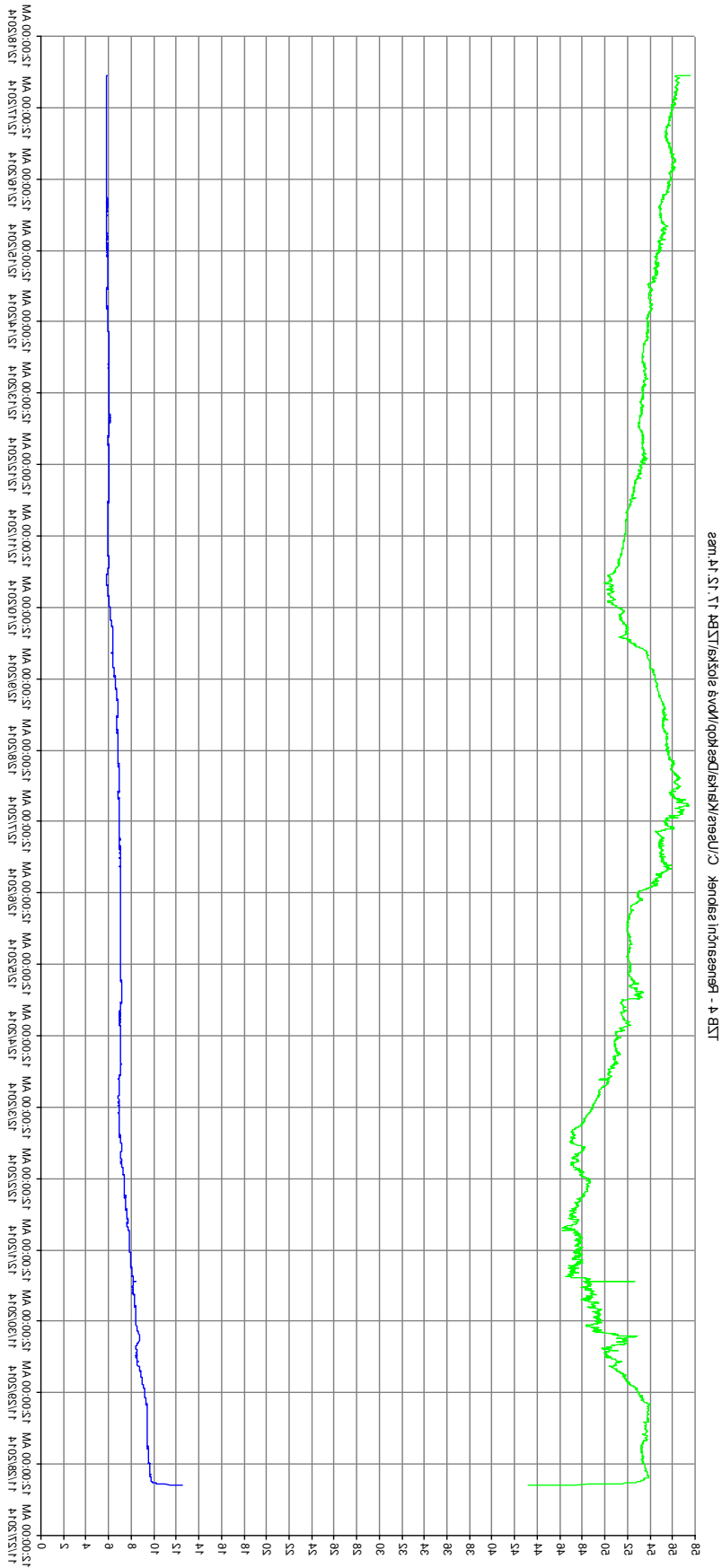
Příloha 1: Průběh teplot a vlhkostí pro čidlo č. 1



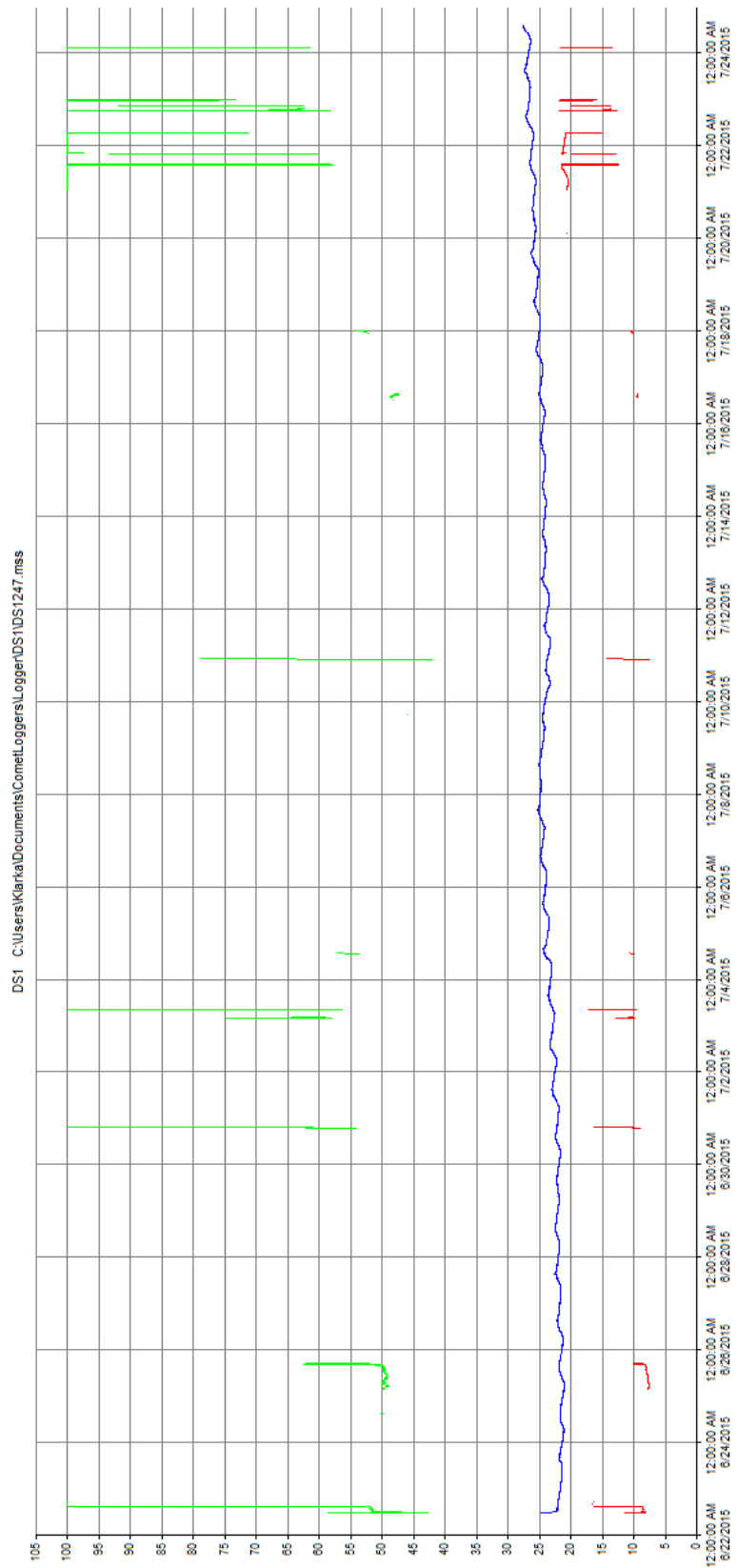
Příloha 2: Průběh teplot a vlhkostí pro čidlo č. 2



Příloha 3: Průběh teplot a vlhkostí pro čidlo č. 3



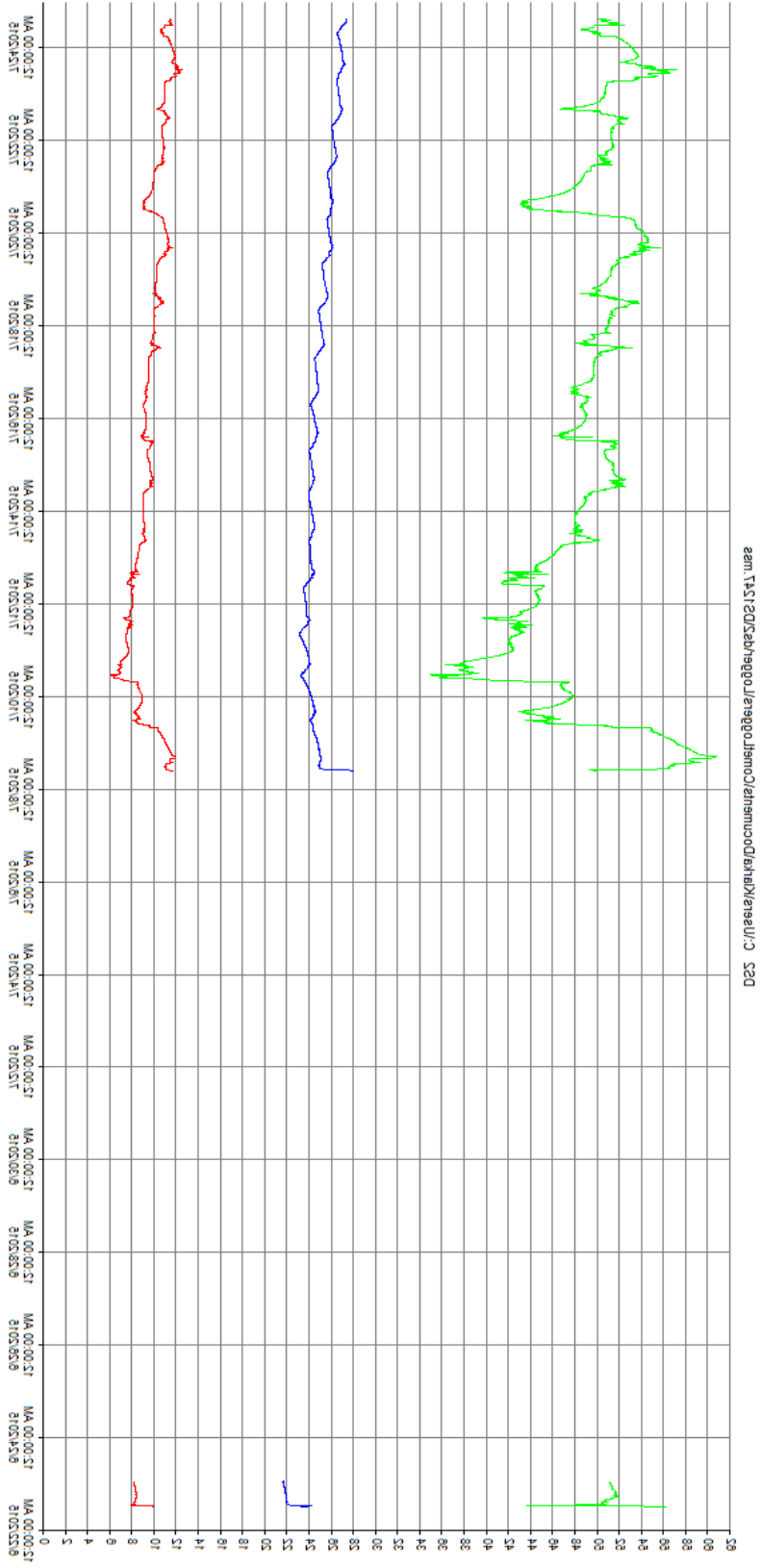
Příloha 4: Průběh teplot a vlhkostí pro čidlo č. 4

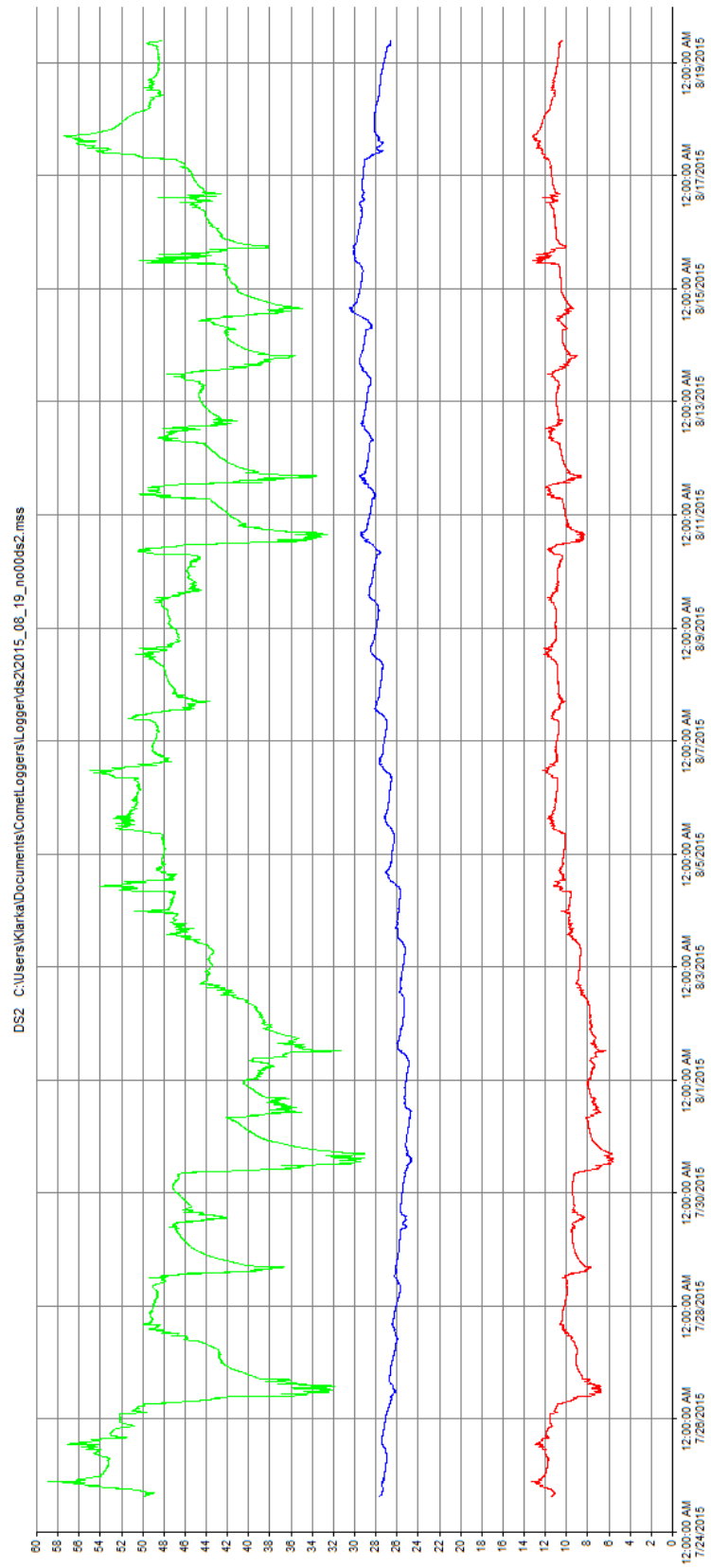


Příloha 5: Průběh teplota a vlhkosti z čidla 1

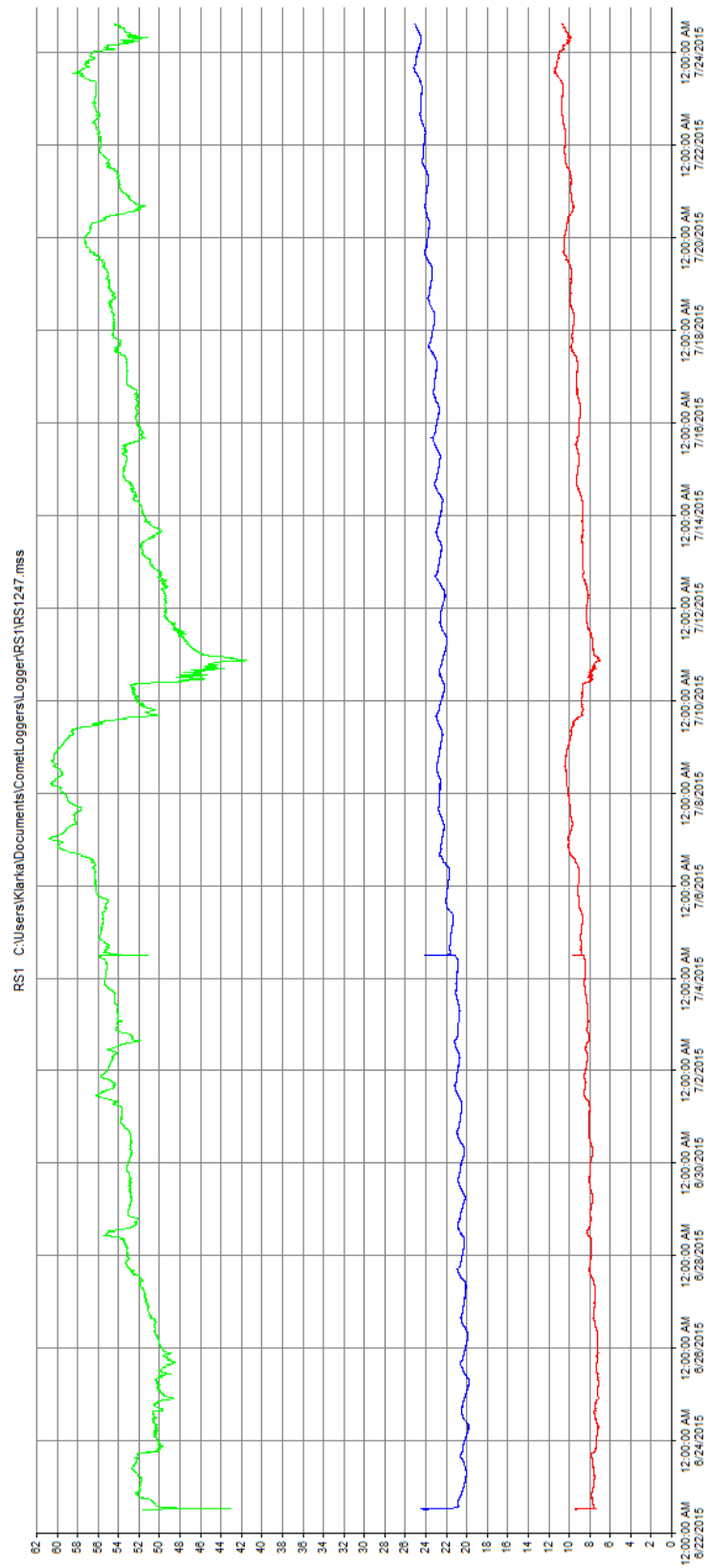


Příloha 7: Průběh teplota a vlhkosti z čidla 1

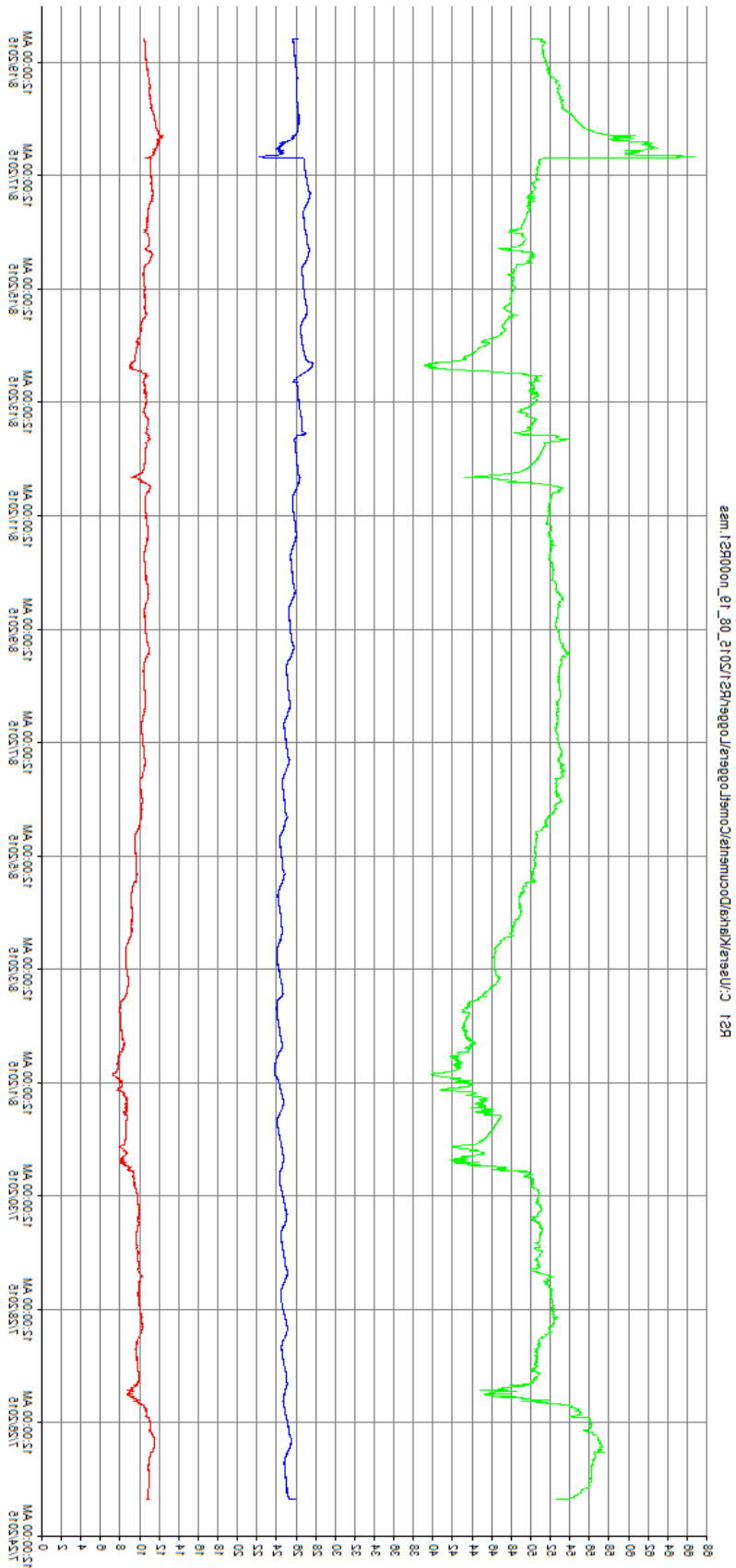




Příloha 9: Průběh teplota a vlhkosti z čidla 2

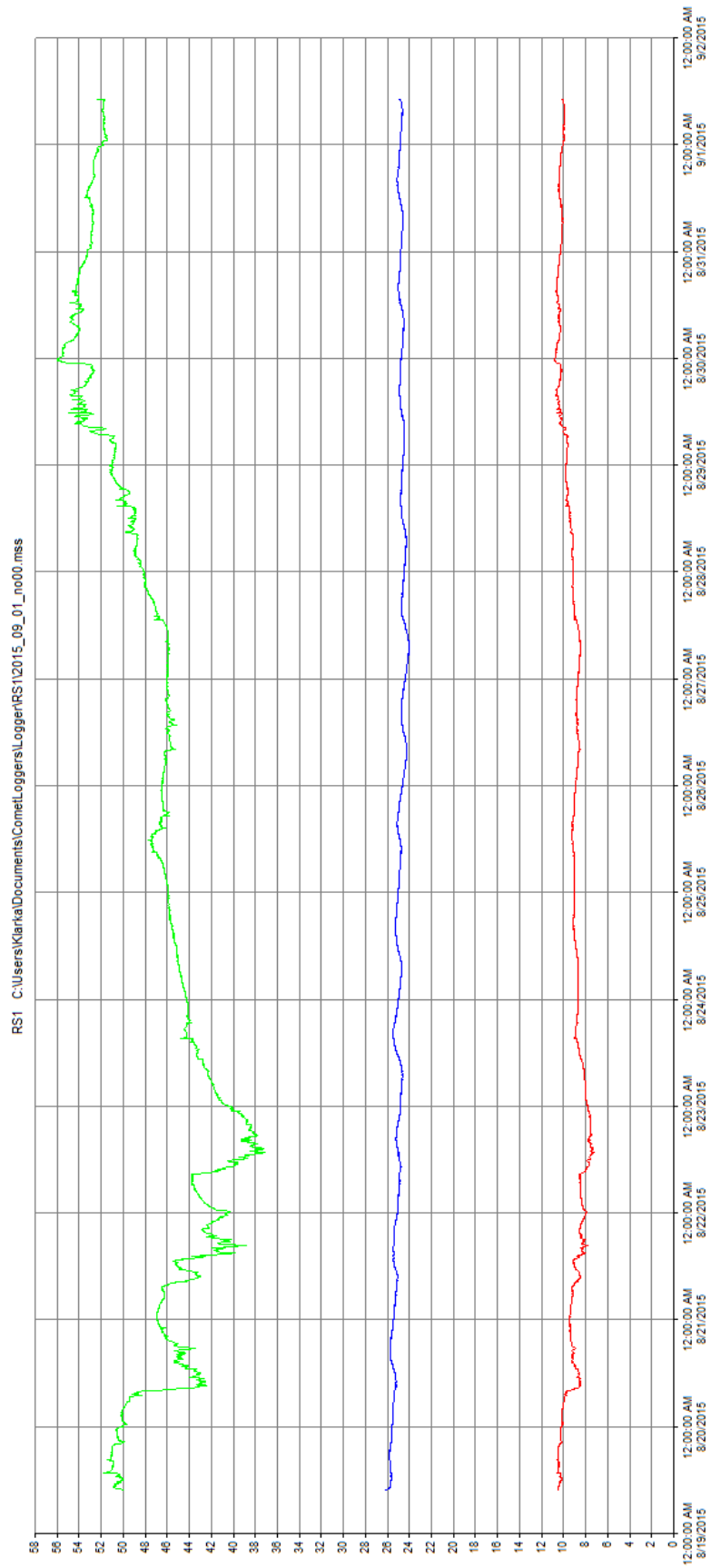


Příloha 11: Průběh teplota a vlhkosti z čidla 3

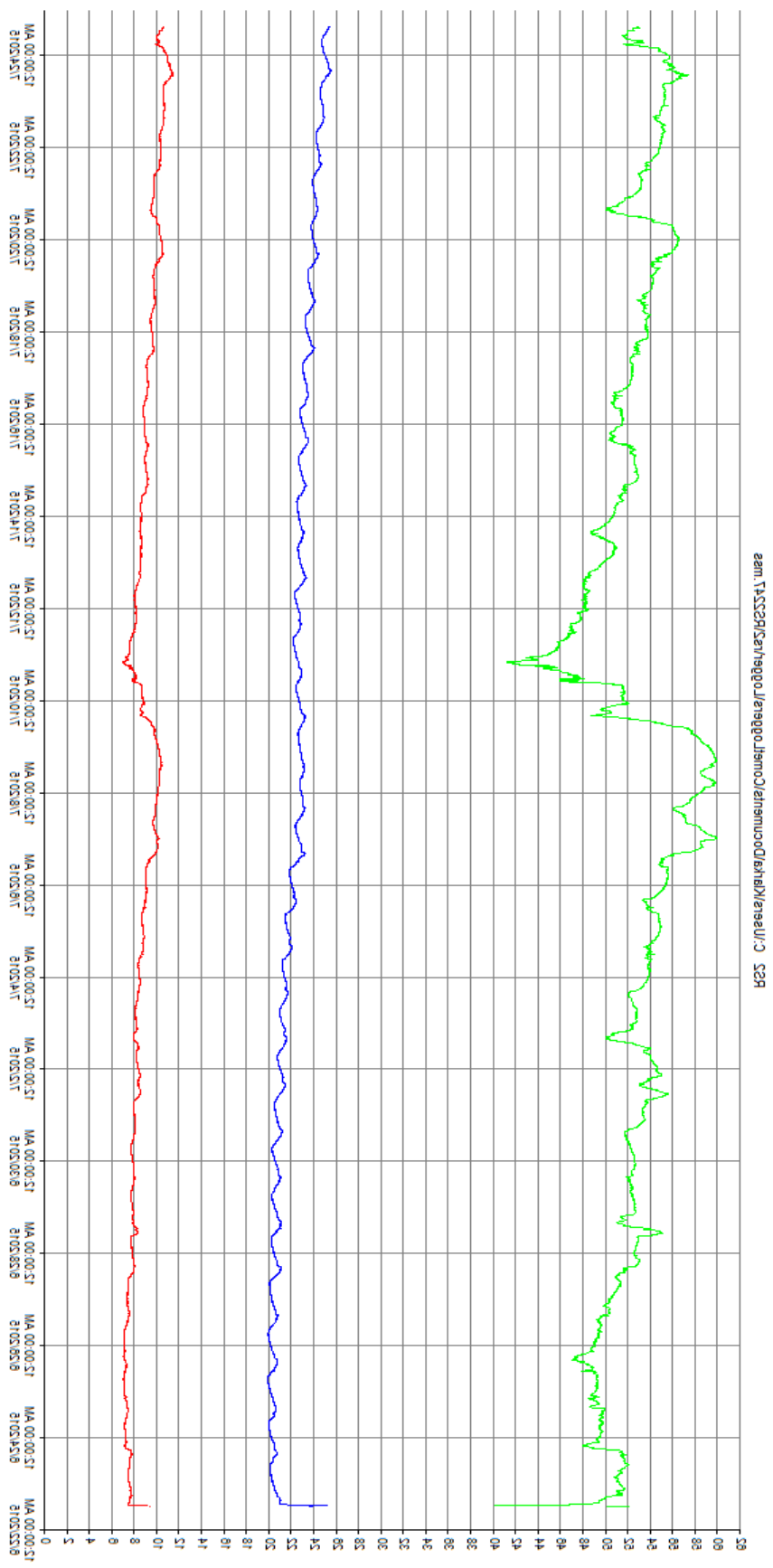


zem.12900on_0t_90_21051297heggoJrheggoJlmoCjrhenuocDlshhVkrseuU/C 129

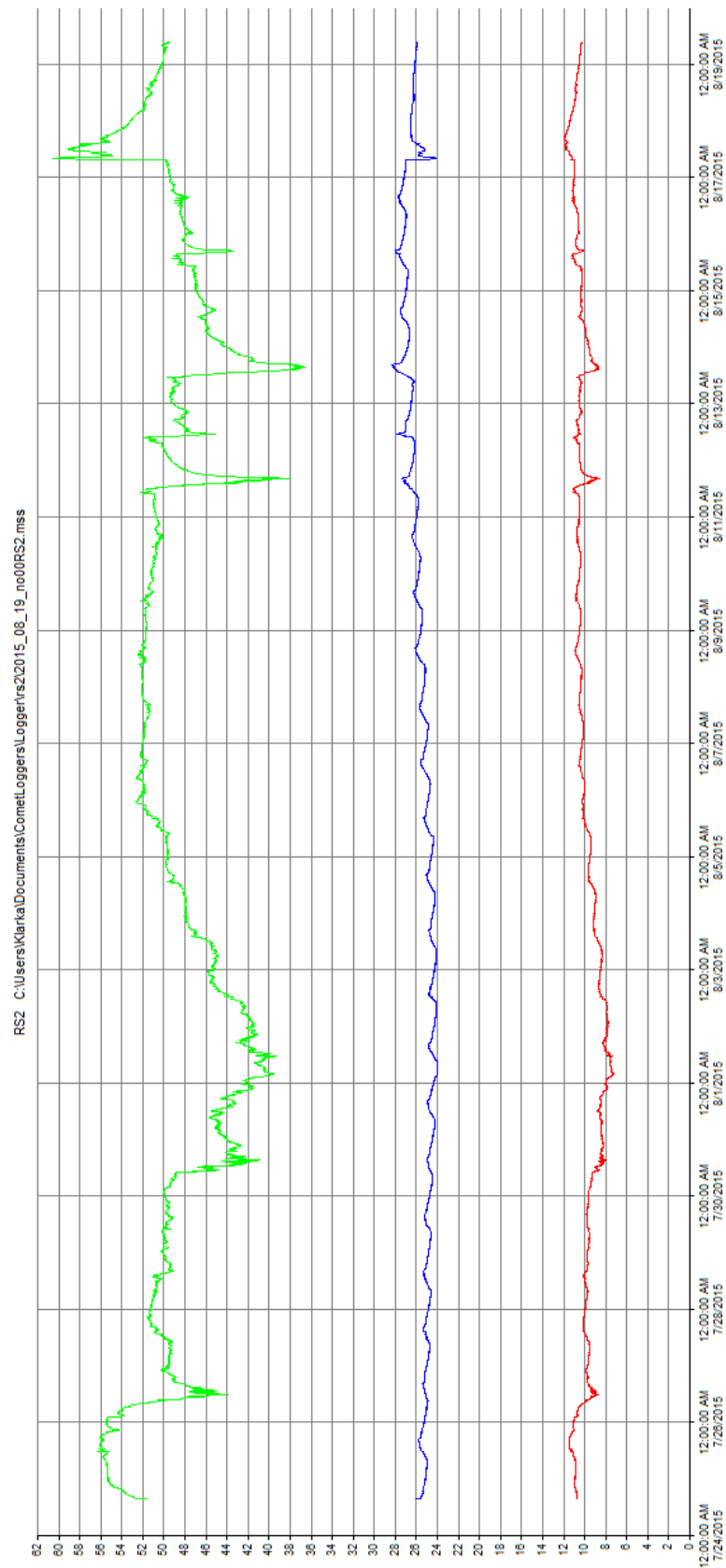
Příloha 12: Průběh teplota a vlhkosti z čidla 3



Příloha 13: Průběh teplota a vlhkosti z čidla 3

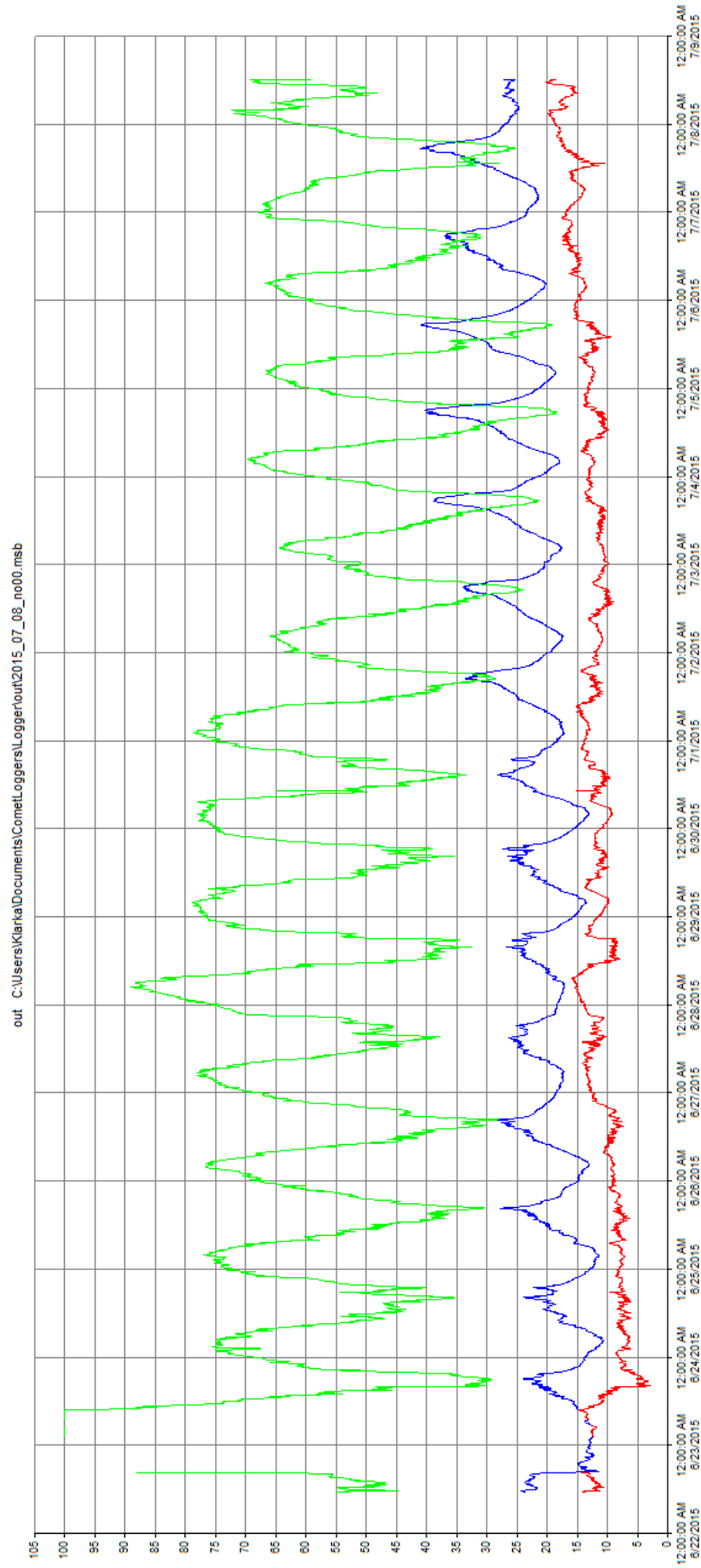


Příloha 14: Průběh teploty a vlhkosti z čidla 4

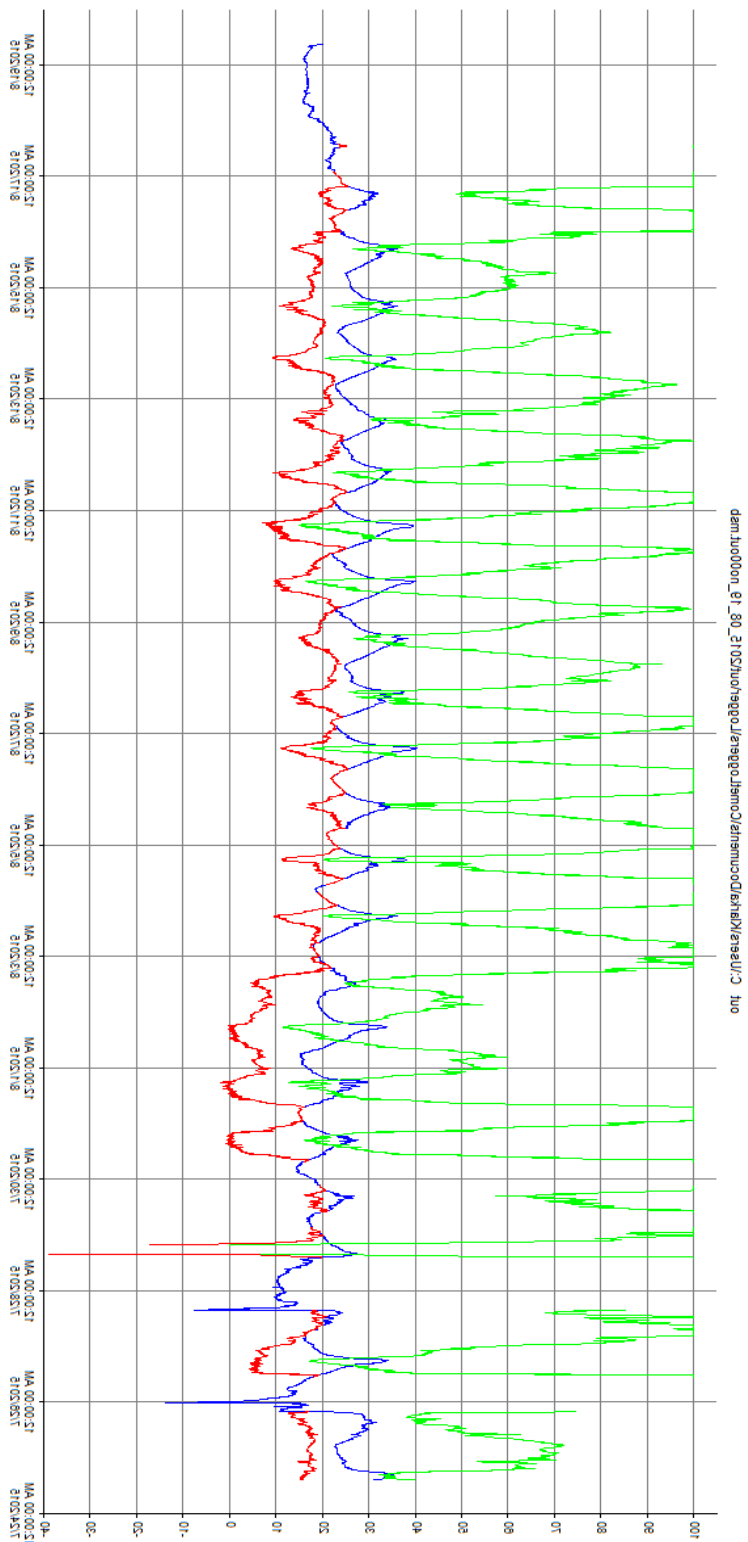


RS2 C:\Users\Klarka\Documents\CometLoggers\Loggers\rs2\2015_08_19_no0RS2.mss

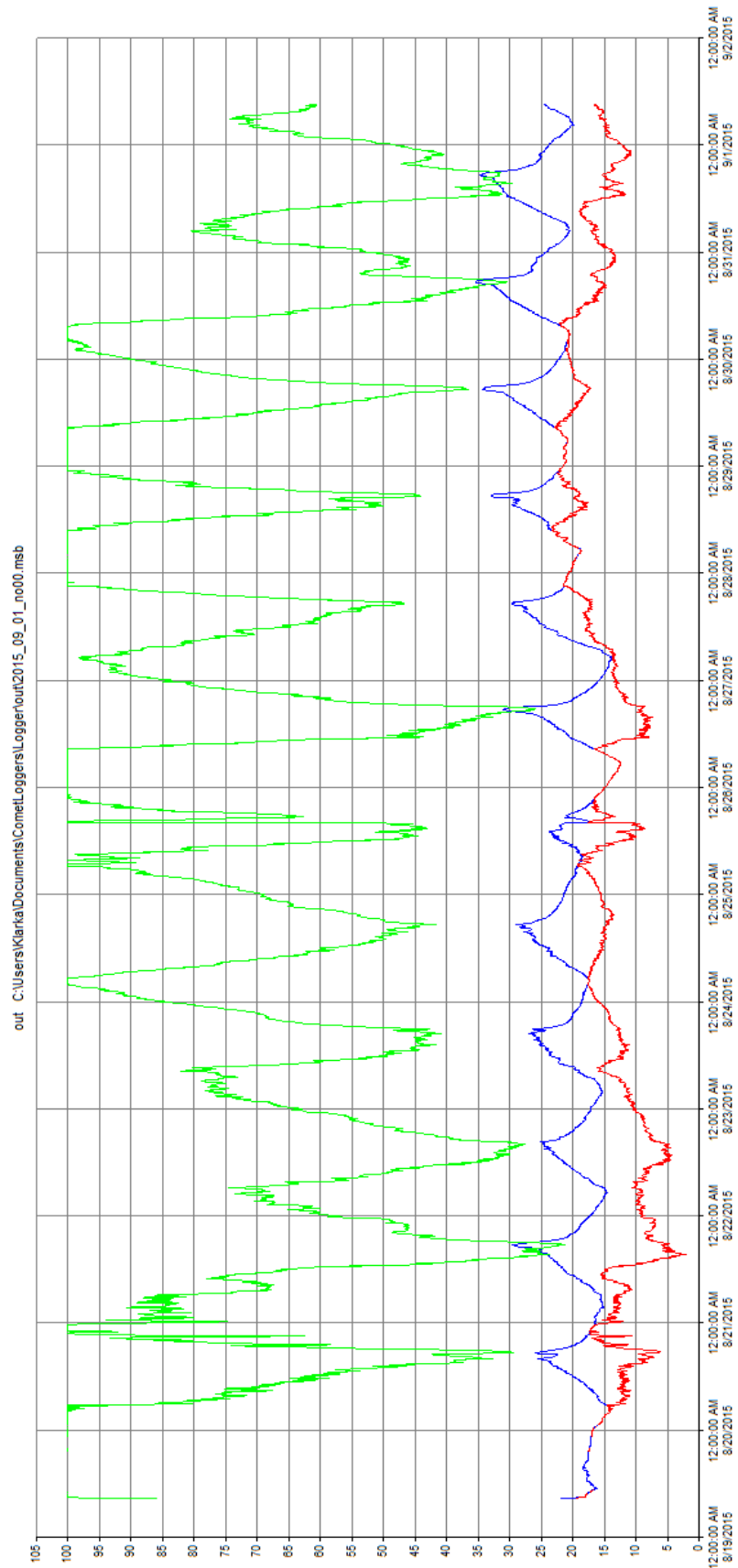
Příloha 15: : Průběh teplota a vlhkosti z čidla 4



Příloha 17: : Průběh teplota a vlhkosti z čidla 5



Příloha 18: Průběh teplota a vlhkosti z čidla 5



out C:\Users\Klarka\Documents\CometLoggers\Logger\out2015_09_01_no00.msb

Příloha 19: Průběh teplota a vlhkosti z čidla 5

Projektování sálavého vytápění

1. Dimenzování

Slouží-li sálavé panely jako hlavní zdroj vytápění, požadovaný výkon vychází ze standardního výpočtu tepelných ztrát jednotlivých prostor dle ČSN 06 0210 nebo ČSN EN 12831. Vzhledem ke specifickým vlastnostem, které sálavé vytápění nabízí, by teoreticky bylo možné při výpočtu snížit ztráty prosklenými plochami o cca 10% a normou doporučené teploty v místnostech až o 2°C. Ve skutečnosti se však naopak doporučuje zvýšit instalovaný příkon proti výpočtu tepelných ztrát o 15-20%, aby se zrychlila dynamika náběhu topného systému. Pro zónové (zonální) elektrické sálavé vytápění je možné aplikovat ČSN 06 0215, i když účinnost normy byla k 1.11.2000 bez náhrady zrušena. Přesto však lze z pravidel stanovených touto normou vycházet.

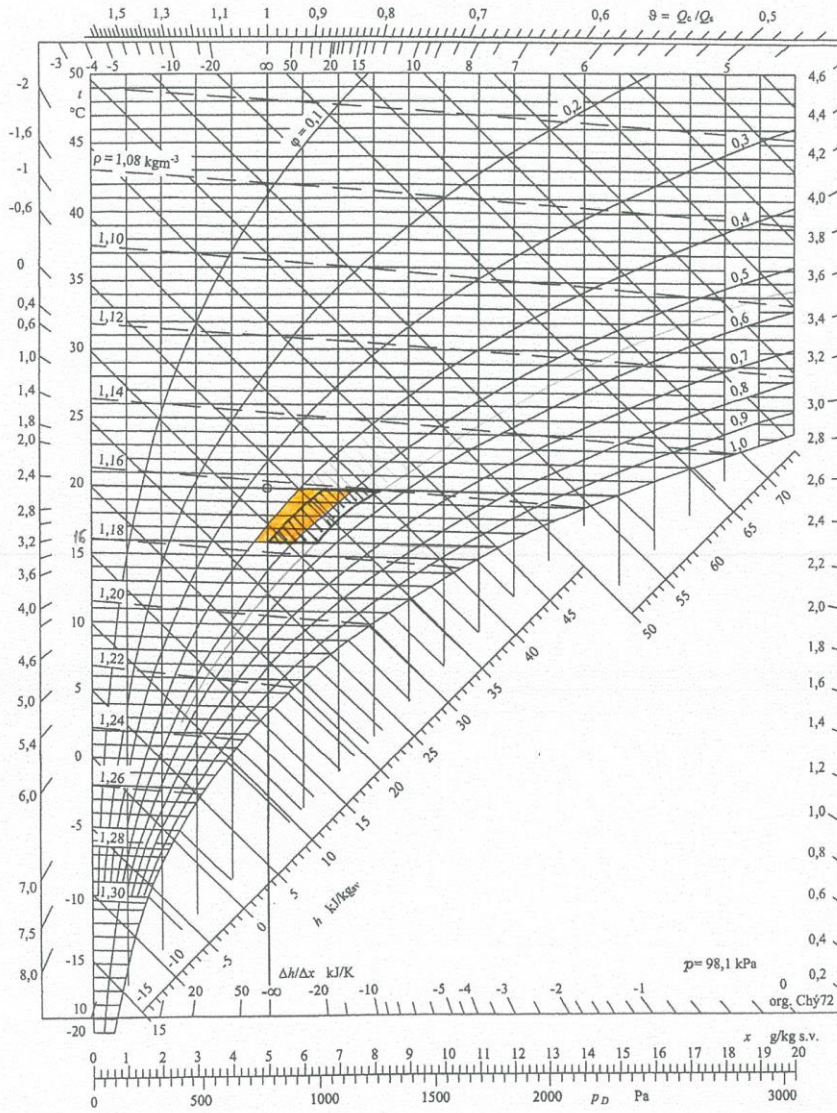
2. Umístění topných prvků

Sálavé topné panely se přednostně umísťují na stropní (případně do stropní) konstrukce a to vždy tak, aby jejich výkon vyrovnával bilanci jednotlivých ploch – čím větší podlahová plocha, tím větší plocha sálavých panelů – je výhodnější použít více panelů o menším výkonu a rovnoměrněji tak pokrýt vytápěný prostor, než soustředit výkon do menšího počtu výkonnějších topných panelů. Vzdálenost od vertikálních konstrukcí by neměla být menší než 0,6 - 1 m a je nutné dodržet minimální instalační výšku závislou na výkonu sálavého panelu.

Topné panely lze umísťovat také pod náklonem (směřovat tok sálání), nebo do svislé polohy na obvodovou stěnu. Ve svislé poloze se ale zvyšuje konvekční složka – množství předané energie nebo účinnost panelu se nemění, pouze se procentuálně snižuje předávání tepla formou sálání ve prospěch konvekce. Zvýšení konvekční složky se příznivě projeví v dynamice náběhu, nevýhodou je však zvýšení rozdílu teploty vzduchu u podlahy a pod stropem. Při instalaci do svislé polohy se nízkoteplotní sálavé panely umísťují podobně jako běžné radiátory, tj. spodní hrana cca 20 cm nad podlahou.

Příloha 2020: Projektování sálavého topení ECOSUN dle výrobce

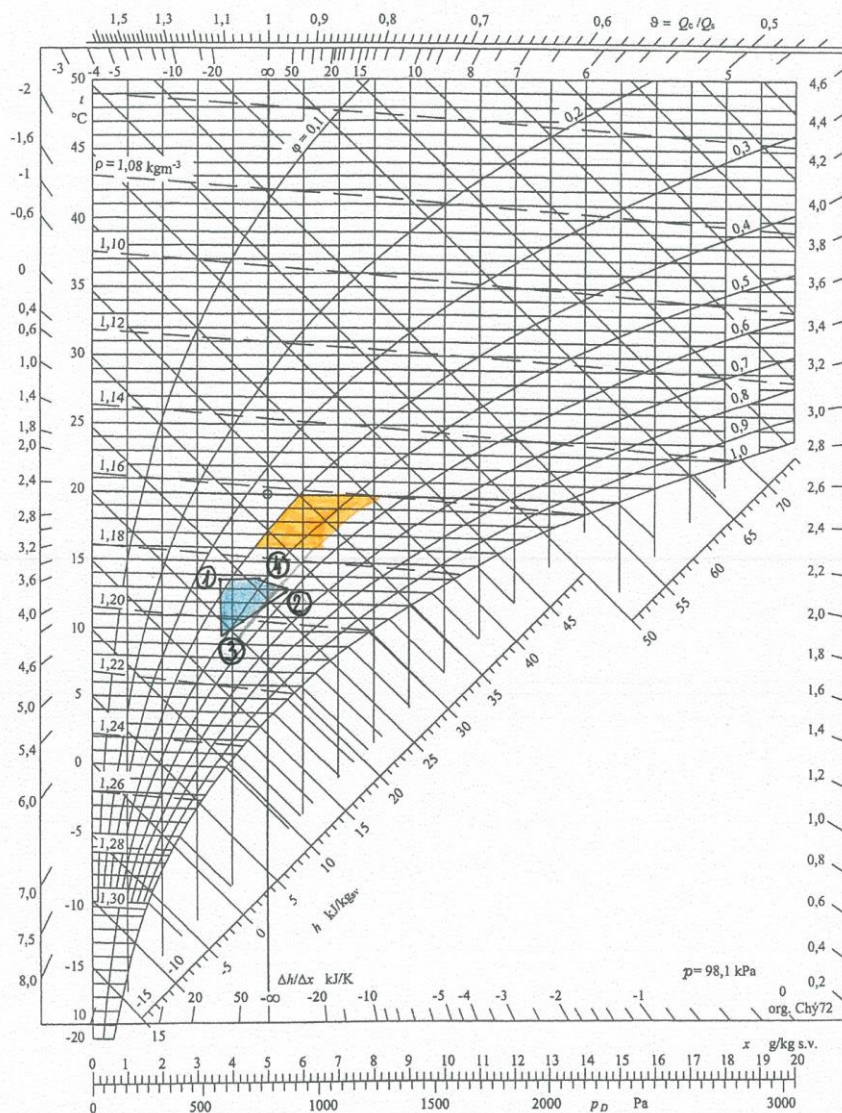
Mollierův $h - x$ ($i - x$) diagram



Oblast hodnot požadovaných metodikou [23]

Příloha 21: H-x diagram – Doporučené podmínky pro teplotu a vlhkost [26]

Mollierův $h-x$ ($i-x$) diagram



ČIDLO Č.2 - ZIMA



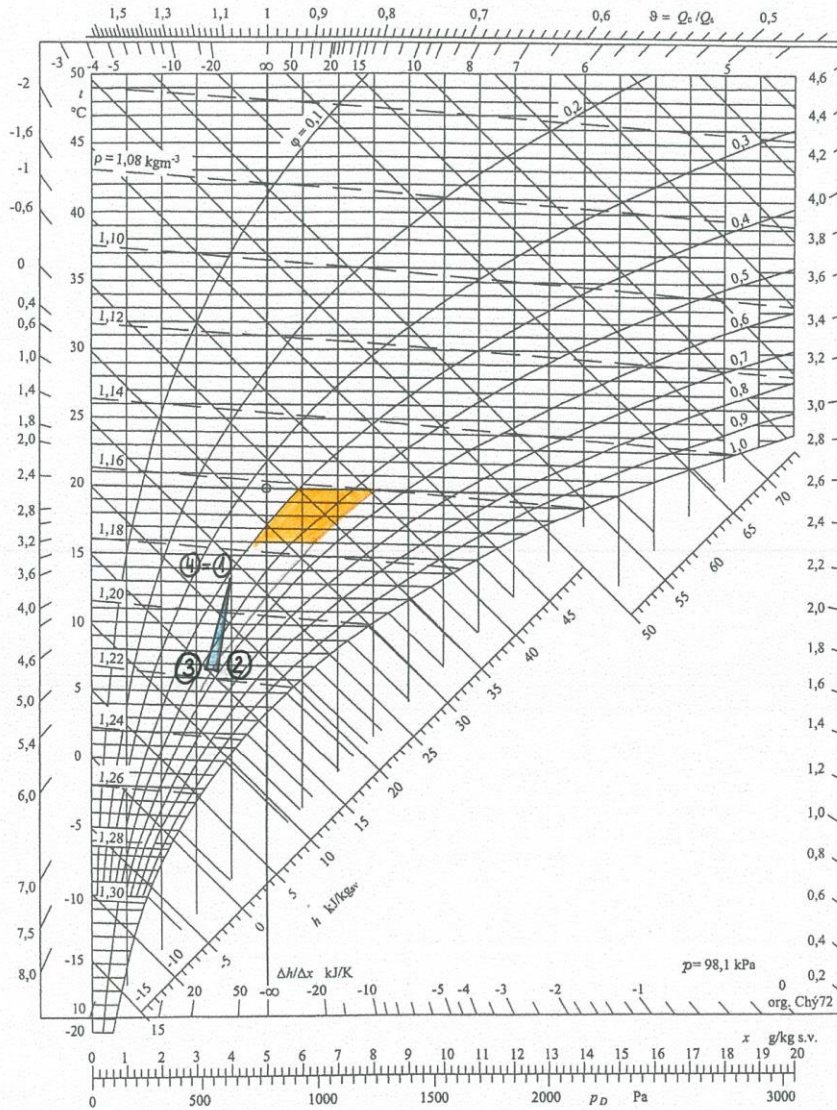
Oblast hodnot v požadovaném intervalu vlhkosti



Oblast hodnot požadovaných metodikou [23]

Příloha 22: H-x diagram – čidlo č. 2

Mollierův $h - x$ ($i - x$) diagram



ČÍSLLO Č. 3 - ZIMA



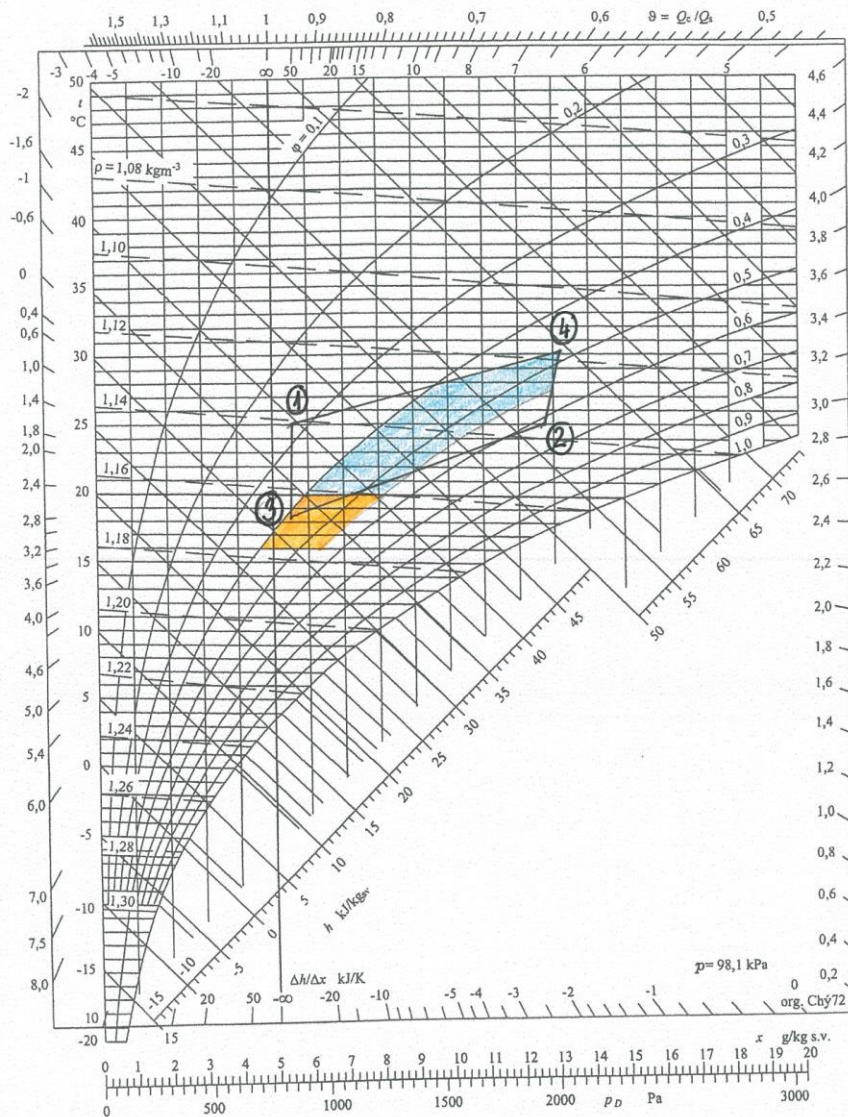
Oblast hodnot v požadovaném intervalu vlhkosti



Oblast hodnot požadovaných metodikou [23]

Příloha 23: H-x diagram – číslo č. 3

Mollierův $h - x$ ($i - x$) diagram



ČIDLO č.2 - LÉTO



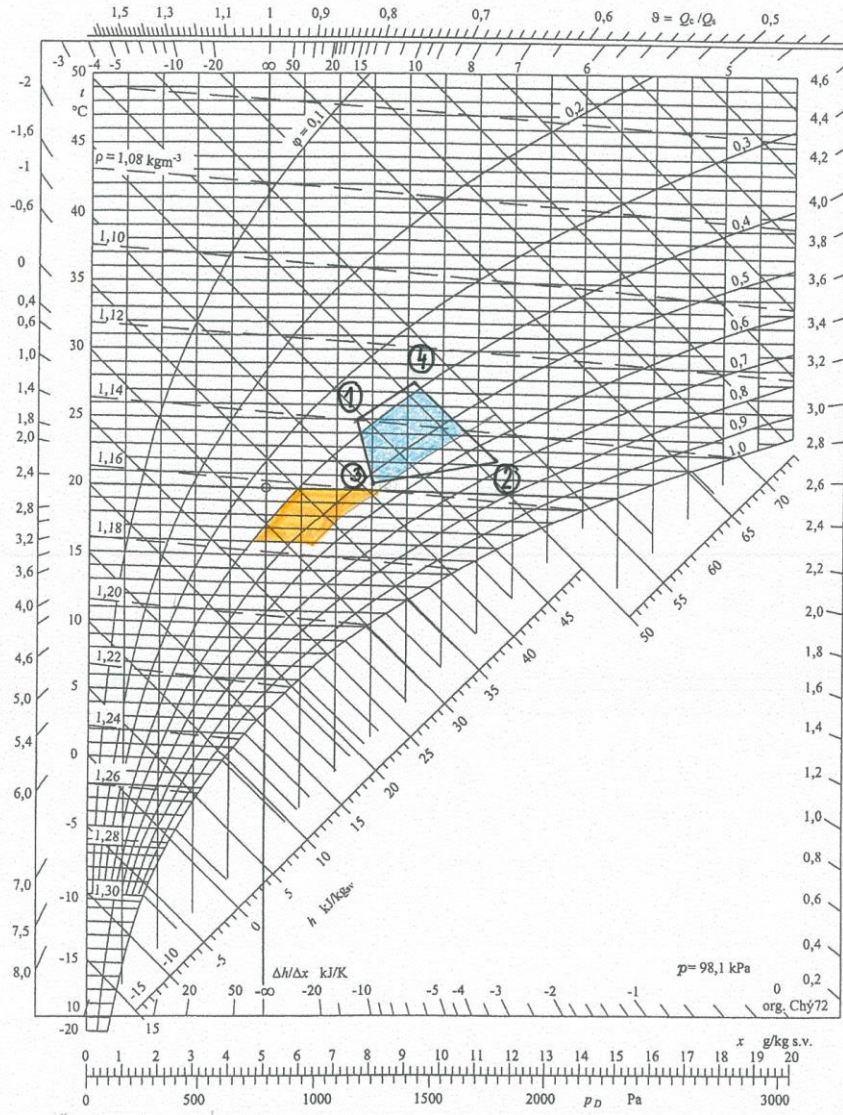
Oblast hodnot v požadovaném intervalu vlhkosti



Oblast hodnot požadovaných metodikou [23]

Příloha 24: H-x diagram – čidlo č. 2

Mollierův $h - x$ ($i - x$) diagram



ČIDLO Č.3 - LÉTO



Oblast hodnot v požadovaném intervalu vlhkosti



Oblast hodnot požadovaných metodikou [23]

Příloha 25: H-x diagram – čidlo č. 3

VYTÁPĚNÍ		SOUČASNĚ		PŮVODNĚ	
		(pozn. specifikace v rámci místnosti) (pozn. doplnění informací o systému níže)		(pozn. specifikace v rámci místnosti) (pozn. doplnění informací o systému níže)	
POUŽITÉ SYSTÉMY	<input checked="" type="checkbox"/> lokální <input type="checkbox"/> centrální	<input checked="" type="checkbox"/> lokální <input type="checkbox"/> centrální	<input type="checkbox"/> lokální <input checked="" type="checkbox"/> centrální	<input checked="" type="checkbox"/> lokální <input checked="" type="checkbox"/> centrální	<input type="checkbox"/> lokální <input checked="" type="checkbox"/> centrální
DLE TEPLONOSNÉ LÁTKY	<input type="checkbox"/> teplý vzduch <input type="checkbox"/> s přirozeným oběhem <input type="checkbox"/> s nuceným oběhem	<input type="checkbox"/> teplý vzduch <input type="checkbox"/> s přirozeným oběhem <input type="checkbox"/> s nuceným oběhem	<input type="checkbox"/> teplý vzduch <input type="checkbox"/> s přirozeným oběhem <input type="checkbox"/> s nuceným oběhem	<input checked="" type="checkbox"/> teplý vzduch <input type="checkbox"/> s přirozeným oběhem <input type="checkbox"/> s nuceným oběhem	<input type="checkbox"/> teplovodní/horkovodní <input type="checkbox"/> parní <input type="checkbox"/> teplovodní/horkovodní <input type="checkbox"/> s nuceným oběhem
TYP SOUSTAVY	<input type="checkbox"/> s akumulací kamná - instalována v 60. letech (ANP, ZNP) <input type="checkbox"/> kamná Elka, Carmon <input type="checkbox"/> ARCHIV 25-A	<input type="checkbox"/> s akumulací kamná - instalována v 60. letech (ANP, ZNP) <input type="checkbox"/> kamná Elka, Carmon <input type="checkbox"/> ARCHIV 25-A	<input type="checkbox"/> s akumulací kamná - instalována v 60. letech (ANP, ZNP) <input type="checkbox"/> kamná Elka, Carmon <input type="checkbox"/> ARCHIV 25-A	<input checked="" type="checkbox"/> s akumulací kamná - instalována v 60. letech (ANP, ZNP) <input type="checkbox"/> kamná Elka, Carmon <input type="checkbox"/> ARCHIV 25-A	<input type="checkbox"/> s akumulací kamná - instalována v 60. letech (ANP, ZNP) <input type="checkbox"/> kamná Elka, Carmon <input type="checkbox"/> ARCHIV 25-A
ZDROJ(E) TEPLA (pozn. odkazy na fotodokumentaci, náčrty atd.)	<input type="checkbox"/> dřívko	<input type="checkbox"/> dřívko	<input type="checkbox"/> dřívko	<input type="checkbox"/> dřívko	<input type="checkbox"/> dřívko
PALIVO					
ROZVODY					
IZOLACE ROZVODŮ					
DALŠÍ ZAŘÍZENÍ (pozn. čerpadla, expanzní nádoby, uložení potrubí atd.)					
REGULACE, OKRUHY					
TEPLOTA VYTÁPĚNÍ, TEPLITNÍ SPÁD					
PROVOZ VYTÁPĚNÍ	<input checked="" type="checkbox"/> funkční <input type="checkbox"/> nefunkční	<input checked="" type="checkbox"/> funkční <input type="checkbox"/> nefunkční	<input type="checkbox"/> funkční <input type="checkbox"/> nefunkční	<input checked="" type="checkbox"/> funkční <input type="checkbox"/> nefunkční	<input type="checkbox"/> funkční <input checked="" type="checkbox"/> nedochoval se
SYSTÉM VYTÁPĚNÍ					
PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ	SOUČASNĚ		SOUČASNĚ		PŮVODNĚ
TYPY	<input checked="" type="checkbox"/> infiltrace <input type="checkbox"/> šachtové	<input checked="" type="checkbox"/> infiltrace <input type="checkbox"/> šachtové	<input type="checkbox"/> infiltrace <input checked="" type="checkbox"/> šachtové	<input checked="" type="checkbox"/> infiltrace <input checked="" type="checkbox"/> šachtové	<input type="checkbox"/> infiltrace <input type="checkbox"/> šachtové
LOKALIZACE ŠACHET (pozn. odkazy na plány, náčrty, fotodok.)				<input checked="" type="checkbox"/> větrání podzemí, není zdokumentováno, šachty vedou na nádvoří	
FUNKČNOST ŠACHET	<input type="checkbox"/> funkční (průchodné) <input type="checkbox"/> nefunkční (zanesené, ucpané)	<input type="checkbox"/> funkční (průchodné) <input type="checkbox"/> nefunkční (zanesené, ucpané)	<input type="checkbox"/> funkční (průchodné) <input type="checkbox"/> nefunkční (zanesené, ucpané)	<input type="checkbox"/> funkční (průchodné) <input checked="" type="checkbox"/> nefunkční (zanesené, ucpané)	<input type="checkbox"/> funkční (průchodné) <input checked="" type="checkbox"/> nefunkční (zanesené, ucpané)

Označení místnosti: DAŇMŮSKÝ SALONEK		Název akce: ZÁMEK SLAVKOV U BRNA	
Základní informace o provozu MÍSTNOSTI a jejích systémech TZB-V (vytápění, větrání a klimatizace, stínění) datum:			
Současné systémy používané v místnosti:			
VYTÁPĚNÍ: <input checked="" type="checkbox"/> ano <input type="checkbox"/> ne	PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ: <input checked="" type="checkbox"/> ano <input type="checkbox"/> ne	NUCENÉ VĚTRÁNÍ: <input type="checkbox"/> ano <input checked="" type="checkbox"/> ne	STÍNĚNÍ: <input checked="" type="checkbox"/> ano <input type="checkbox"/> ne
Původní systémy používané v místnosti:			
VYTÁPĚNÍ: <input checked="" type="checkbox"/> ano <input type="checkbox"/> ne	PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ: <input checked="" type="checkbox"/> ano <input type="checkbox"/> ne	NUCENÉ VĚTRÁNÍ: <input type="checkbox"/> ano <input checked="" type="checkbox"/> ne	STÍNĚNÍ: <input checked="" type="checkbox"/> ano <input type="checkbox"/> ne
PROVOZ		SOUČASNÝ	
MÍSTNOST SOUČÁSTÍ	<input checked="" type="checkbox"/> letní trasy	<input checked="" type="checkbox"/> zimní trasy	PŮVODNÍ
SOUČÁST OKRUHU	HISTORICKÉ SÁLKY	HISTORICKÉ SÁLKY	(pozn. popsat původní účel místnosti; popsat režim užívání místnosti, je-li znám; orientační počet uživatelů, je-li znám; odkazy na zdroje informací)
PROVOZNÍ DOBA MÍSTNOSTI	po - pá: 9 ~ 17 so - ne: 9 ~ 17	9 ~ 16 9 ~ 16	18. STOLETÍ - SOUČÁST PÁNŮSKÝCH KOMNAT, MÍSTNOST PRO ODPOČINEK, OCA 8 ~ 10 0308
FREKVENCE PROHLÍDEK MAX. POČET NÁVŠTĚVNÍKŮ VE SKUPINĚ	8 ~ 10 45	6 ~ 8 45	19. STOLETÍ - REPREZENTATIVNÍ MÍSTNOST 20. STOLETÍ - EXPOZICE, PROHLÍDKY
DĚLKA POBYTU SKUPINY	3 ~ 5 min	-	ARCHIV ZS-A
TEPLOTA A RELATIVNÍ VLHKOST V MÍSTNOSTI	léto t = 26 °C (skutečná) φ = 46 % t = 20 °C (optimální) φ = 50 %	zima t = 11 °C (skutečná) φ = 47 % t = 14 °C (optimální) φ = 55 %	léto t = 23 °C (původní) φ = 45 % zima t = 18 °C (původní) φ = 50 %
MATERIÁL UCHOVÁVANÝCH PŘEDMĚTŮ	keramika, sklo, kov, dřev, látky, koberec (pozn. zařídění, odkazy)	MĚKTLIVÉ	(pozn. odhadem) keramika, obrázky dřev, sklo látky, koberec
PROVEDENÉ OBNOVY STAVEB. KONSTRUKCÍ			

	SOUČASNÉ			PŮVODNÍ		
NUCENÉ VĚTRÁNÍ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TLAKOVÉ POMĚRY PŘI VĚTRÁNÍ MÍSTNOSTI	rovnotlaké	přetlakové	podtlakové	rovnotlaké	přetlakové	podtlakové
TYP PŘÍVODNÍCH ELEMENTŮ (pozn. lokalizace, rozměry čejní plochy, velikost volného průřezu, regulace, obj. průtok - odhad, měření)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TYP ODVODNÍCH ELEMENTŮ (pozn. lokalizace, rozměry čejní plochy, velikost volného průřezu, regulace, obj. průtok - odhad, měření)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FUNKČNOST SYSTÉMU N. VĚTRÁNÍ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	funkční	nefunkční		funkční	nefunkční	
STÍNĚNÍ	SOUČASNÉ			PŮVODNÍ		
ORIENTACE STÍNĚNÝCH OTVORŮ	<i>J/V</i>			<i>J/V</i>		
ŽALUZIE (materiál, barva, popis)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	vnitřní	vnější	meziokenní	vnitřní	vnější	meziokenní
ROLETY (materiál, barva, popis)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	vnitřní	vnější	meziokenní	vnitřní	vnější	meziokenní
OKENICE (materiál, barva, popis)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	vnitřní	vnější		vnitřní	vnější	
VNĚJŠÍ MARKÝZY (materiál, popis)	<i>dřevěné, hnědé, dvoukřídlé</i>			<i>dřevěné, hnědé, dvoukřídlé</i>		
VNĚJŠÍ SLUNOLAMY (materiál, popis)						
JINÝ TYP STÍNĚNÍ						
OVLÁDÁNÍ STÍNÍCÍCH PRVKŮ	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ruční	automatické		ruční		
FUNKČNOST STÍNĚNÍ	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	funkční	nefunkční		funkční	nefunkční	

Základní informace o provozu MÍSTNOSTI a jejích systémech TZB-V

(vytápění, větrání a klimatizace, stínění)

datum: 3.9.2015

Označení: **RENEZANČNÍ**
místnosti: SALONK

Název akce: **ZÁMEK SLAVKOV V BRNA**

Současné systémy používané v místnosti:

VYTÁPĚNÍ:	<input checked="" type="checkbox"/> ano	PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ:	<input checked="" type="checkbox"/> ano	NUCENÉ VĚTRÁNÍ:	<input type="checkbox"/> ano	STÍNĚNÍ:	<input checked="" type="checkbox"/> ano
	<input type="checkbox"/> ne		<input type="checkbox"/> ne	/KIMATIZACE	<input checked="" type="checkbox"/> ano		<input type="checkbox"/> ne

Původní systémy používané v místnosti:

VYTÁPĚNÍ:	<input checked="" type="checkbox"/> ano	PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ:	<input checked="" type="checkbox"/> ano	NUCENÉ VĚTRÁNÍ:	<input type="checkbox"/> ano	STÍNĚNÍ:	<input checked="" type="checkbox"/> ano
	<input type="checkbox"/> ne		<input type="checkbox"/> ne	/KIMATIZACE	<input type="checkbox"/> ano		<input type="checkbox"/> ne

PROVOZ	SOUČASNÝ	PŮVODNÍ												
MÍSTNOST SOUČÁSTI	<input checked="" type="checkbox"/> letní trasy	<input checked="" type="checkbox"/> zimní trasy												
SOUČÁST OKRUHU	SALONKY SEVERNÍHO KŘÍDLA													
PROVOZNI DOBA	po - pá: 9~17 so - ne: 9~17	9~16 9~16												
MÍSTNOSTI	8~9	6~7												
FREKVENCE PROHLÍDEK	45	45												
MAX. POČET NÁŠTĚVNÍKŮ VE SKUPINĚ														
DĚLKA POBYTU SKUPINY	4~5 min	4~5 min												
TEPLOTA A RELATIVNÍ VLHKOST V MÍSTNOSTI	<table border="0"> <tr> <td>léto</td> <td>t = 24 °C (skutečná) φ = 51 %</td> <td>zimní</td> <td>t = 8 °C (skutečná) φ = 51 %</td> </tr> <tr> <td></td> <td>t = 20 °C (optimální) φ = 48 %</td> <td></td> <td>t = 16 °C (optimální) φ = 50 %</td> </tr> </table>	léto	t = 24 °C (skutečná) φ = 51 %	zimní	t = 8 °C (skutečná) φ = 51 %		t = 20 °C (optimální) φ = 48 %		t = 16 °C (optimální) φ = 50 %	<table border="0"> <tr> <td>léto</td> <td>t = 22 °C (původní) φ = 48 %</td> <td>zimní</td> <td>t = 15 °C (původní) φ = 51 %</td> </tr> </table>	léto	t = 22 °C (původní) φ = 48 %	zimní	t = 15 °C (původní) φ = 51 %
léto	t = 24 °C (skutečná) φ = 51 %	zimní	t = 8 °C (skutečná) φ = 51 %											
	t = 20 °C (optimální) φ = 48 %		t = 16 °C (optimální) φ = 50 %											
léto	t = 22 °C (původní) φ = 48 %	zimní	t = 15 °C (původní) φ = 51 %											
MATERIÁL UCHOVÁVANÝCH PŘEDMĚTŮ	keramika, kov, dřev, laticy, koberec (pozn. zařízení, odkazy) nechtive / interie chtive													
PROVEDENÉ OBNOVY STAVEB, KONSTRUKCI														

Příloha 28: Hodnocení místnosti č. 102 dle metodiky dle Ing. Lenky Maurerové, Ph.D.

FUNKČNOST SYSTÉMU <input type="checkbox"/> funkční <input type="checkbox"/> nefunkční	<input type="checkbox"/> funkční <input type="checkbox"/> nefunkční
LOKALIZACE OTVORŮ VELIKOST A TYPY	<input type="checkbox"/> funkční <input type="checkbox"/> nefunkční
VĚTRÁNÍ PŘIROZENÉ REGULACE KONC. ELEM. LOKALIZACE KONC. (vzdálenost) (při větrání teplo) KONCOVÉ ELEMENTY PLOCHA REGULACE TEPLOTM. PLOCHA LOKALIZACE TEPLOTM. PLOCHA TEPLOZMĚNNÝ	SOUČASNĚ <input type="checkbox"/> funkční <input type="checkbox"/> nefunkční <input type="checkbox"/> zachované <input type="checkbox"/> seřazené <input checked="" type="checkbox"/> infiltrace <input type="checkbox"/> provětrávání
CENTRÁLNÍ SYSTÉM VYĚPĚNÍ (nvaszije na kátru podova)	PŮVODNÍ <input type="checkbox"/> funkční <input type="checkbox"/> nefunkční <input type="checkbox"/> zachované <input type="checkbox"/> seřazené <input checked="" type="checkbox"/> infiltrace <input type="checkbox"/> provětrávání
REGULACE ÚTLUM (lokalizace vřavoty) ZVLÁŠTNÍ VZDUCH (lokalizace kouřovin) ODLIHN ZVĚTIN PAVLID (generační síť) (ukřezání, odřezání, sítě) fotokatalytická (pos. výkon, pob. s) ZDROJE TEPLO	LOKÁLNÍ SYSTÉM VYĚPĚNÍ <input type="checkbox"/> funkční <input type="checkbox"/> nefunkční <input checked="" type="checkbox"/> lokální <input type="checkbox"/> centrální <input type="checkbox"/> nevyčerpává <input type="checkbox"/> vyčerpává <input checked="" type="checkbox"/> temperovaně
VYĚPĚNÍ FUNKČNOST SYSTÉMU POUŽITÉ SYSTÉMY MÍSTNOSTI JE	SOUČASNĚ <input type="checkbox"/> funkční <input type="checkbox"/> nefunkční <input checked="" type="checkbox"/> lokální <input type="checkbox"/> centrální <input type="checkbox"/> nevyčerpává <input type="checkbox"/> vyčerpává <input checked="" type="checkbox"/> temperovaně
VYĚPĚNÍ FUNKČNOST SYSTÉMU POUŽITÉ SYSTÉMY MÍSTNOSTI JE	PŮVODNÍ <input type="checkbox"/> funkční <input type="checkbox"/> nefunkční <input checked="" type="checkbox"/> lokální <input type="checkbox"/> centrální <input type="checkbox"/> nevyčerpává <input checked="" type="checkbox"/> vyčerpává <input type="checkbox"/> temperovaně

Zpracování TZB v ZB v memorandech a součástíech - Detailní část

KVALITA MÍSTNOSTI - zajištění podle systému TZB-V

ing. Petr Mlýnský

NUCENÉ VĚTRÁNÍ	SOUČASNĚ			PŮVODNĚ				
	<input type="checkbox"/> rovnoloké	<input type="checkbox"/> přestlkové	<input type="checkbox"/> podtlakové	<input type="checkbox"/> ???	<input type="checkbox"/> rovnoloké	<input type="checkbox"/> přestlkové	<input type="checkbox"/> podtlakové	<input type="checkbox"/> ???
TLAKOVÉ POMĚRY PŘI VĚTRÁNÍ MÍSTNOSTI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TYP PŘÍVODNÍCH ELEMENTŮ (pozn., lokalizace, rozměry čelní plochy, velikost volného průřezu, regulace, obj, průtok - odhad, měření)								
TYP ODVODNÍCH ELEMENTŮ (pozn., lokalizace, rozměry čelní plochy, velikost volného průřezu, regulace, obj, průtok - odhad, měření)								
FUNKČNOST SYSTÉMU N. VĚTRÁNÍ	<input type="checkbox"/> funkční	<input type="checkbox"/> nefunkční		<input type="checkbox"/> funkční	<input type="checkbox"/> nefunkční			
STÍNĚNÍ	SOUČASNĚ			PŮVODNĚ				
ORIENTACE STÍNĚNÝCH OTVORŮ								
ŽALUZIE (materiál, barva, popis)	<input type="checkbox"/> vnitřní	<input type="checkbox"/> vnější	<input type="checkbox"/> mezilokenní	<input type="checkbox"/> vnitřní	<input type="checkbox"/> vnější	<input type="checkbox"/> mezilokenní		
ROLETY (materiál, barva, popis)	<input type="checkbox"/> vnitřní	<input type="checkbox"/> vnější	<input type="checkbox"/> mezilokenní	<input type="checkbox"/> vnitřní	<input type="checkbox"/> vnější	<input type="checkbox"/> mezilokenní		
OKENICE (materiál, barva, popis)	<input checked="" type="checkbox"/> vnitřní	<input type="checkbox"/> vnější		<input checked="" type="checkbox"/> vnitřní	<input type="checkbox"/> vnější			
VNEJŠÍ MARKÝZY (materiál, popis)	<i>okenní, hřizň nář, dvoutříde, se závorou</i>			<i>okenní, hřizň nář, dvoutříde, se závorou</i>				
VNEJŠÍ SLUNOCLANY (materiál, popis)								
JINÝ TYP STÍNĚNÍ								
OVĚDÁNÍ STÍNĚNÍCH PRVKŮ	<input checked="" type="checkbox"/> ruční	<input type="checkbox"/> automatické		<input checked="" type="checkbox"/> ruční				
FUNKČNOST STÍNĚNÍ	<input checked="" type="checkbox"/> funkční	<input type="checkbox"/> nefunkční	<i>váhal jsem k provozu se novou zřídkou</i>	<input checked="" type="checkbox"/> funkční	<input type="checkbox"/> nefunkční			