

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



PROJEKT VZDUCHOTECHNIKY VZDĚLÁVACÍHO CENTRA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Petra Horová

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

2017/2018



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Horová Jméno: Petra Osobní číslo: 409683
Zadávající katedra: Katedra technického zařízení budov
Studijní program: Budovy a prostředí
Studijní obor: Budovy a prostředí

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Projekt vzduchotechniky Vzdělávacího centra
Název diplomové práce anglicky: Ventilation system design in the building of Educational centre

Pokyny pro vypracování:

Projekt větrání zadané části budovy Vzdělávacího centra

- projektová dokumentace se základními výpočty, výkresy a technickou zprávou.

Studie na téma Vnitřní prostředí atria Vzdělávacího centra

Seznam doporučené literatury:

Gebauer, Gunter: Vzduchotechnika. Era 2007. ISBN 8073660918

Papež, Karel: Energetické a ekologické systémy budov 2 : vzduchotechnika, chlazení, elektroinstalace a osvětlení. ČVUT, Praha 2007.

Daniels, Klaus: Technika budov - Příručka pro architekty a projektanty. Jaga 2003. ISBN 80-88905-60-5.


Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 3.10.2017

Termín odevzdání diplomové práce: 7.1.2018

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


Podpis vedoucího práce



Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

3.10.2017

Datum převzetí zadání


Podpis studenta(ky)

SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Petra Horová

Název diplomové práce: Projekt vzduchotechniky Vzdělávacího centra

Základní část: TZB podíl: 100 %

Formulace úkolů: Projekt větrání zadané části budovy Vzdělávacího centra

Projekt: Textová část - technická zpráva, výpočet množství vzduchu, návrh trasy soustavy rozvodů, návrh dimenzí rozvodů, základní bilanční výpočty. Výkresová část - půdorysy, nezbytné detaily, řešení technické místnosti, funkční schéma.

Studie na téma Vnitřní prostředí atria Vzdělávacího centra - model atria v programu Designbuilder

Podpis vedoucího DP: 

Datum: 3.10.2017

Případné další části diplomové práce (části a jejich podíl určí vedoucí DP):

2. Část: _____ podíl: _____ %

Konzultant (jméno, katedra): _____

Formulace úkolů: _____

Podpis konzultanta: _____

Datum: _____

3. Část: _____ podíl: _____ %

Konzultant (jméno, katedra): _____

Formulace úkolů: _____

Podpis konzultanta: _____

Datum: _____

4. Část: _____ podíl: _____ %

Konzultant (jméno, katedra): _____

Formulace úkolů: _____

Podpis konzultanta: _____

Datum: _____

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze dne 7.1.2018

Bc. Petra Horová

Poděkování

Ráda bych poděkovala doc. Ing. M. Kabrhelovi, Ph.D. za vedení mé diplomové práce, za věcné připomínky a čas při konzultacích. Dále děkuji Vzdělávacímu centru Škoda Auto Na Karmeli v Mladé Boleslavi, za poskytnutí projekčních podkladů a vstřícný přístup při zpracování mé diplomové práce.

OBSAH ZÁVĚREČNÉ PRÁCE:

A. TEORETICKÁ ČÁST

1. ÚVOD	10
2. ZÁKLADNÍ INFORMACE O BUDOVĚ	11
2.1. Umístění budovy	12
2.2. Provoz a využívání budovy	13
3. ŘEŠENÁ ČÁST BUDOVY – BUDOVA A	13
3.1. Provozy řešené části a návrh vzduchotechniky v projektové části.....	13
3.1.1. Kanceláře a třídy	13
3.1.2. Posluchárny	14
3.1.3. Komunikace	15
3.1.4. Atrium	15
3.1.5. Stravování	16
3.1.6. Hygienické zázemí	16
3.2. Schéma rozdělení místností pro řešení vzduchotechniky v projektové části.....	17
4. STUDIE NA TÉMA VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ VZDĚLÁVACÍHO CENTRA	18
4.1. Úvod	18
4.2. Vnitřní prostředí atria	21
4.2.1. Vytápění	21
4.2.2. Větrání	22
4.2.3. Chlazení	22
4.2.4. Osvětlení a vybavení interiéru	23
4.3. Měření parametrů vnitřního prostředí	24
4.3.1. Způsob měření	24
4.3.2. Výsledky měření	25
4.3.2.1. Vnitřní prostředí	25
4.3.2.2. Venkovní prostředí	26
4.3.3. Závěr měření	28
4.4. Model atria v programu DesignBuilder	29
4.4.1. Použitá verze programu	29
4.4.2. Formulace simulační úlohy	29
4.4.2.1. Materiály a konstrukce	29
4.4.2.2. Prosklené plochy	30
4.4.2.3. Obsazenost a rozvrh místností	30
4.4.2.4. Exteriér atria	32
4.4.3. Vytvořený model	32
4.4.4. Uvažované varianty řešení	35
4.4.4.1. Současný stav	35
4.4.4.2. Noční chlazení	35
4.4.4.3. Vnější plachta nad střechou.....	36
4.5. Výsledky simulace	37
4.6. Závěr	38
5. SEZNAM ZDROJŮ A LITERATURY	39

B. PROJEKTOVÁ ČÁST - PROJEKT VĚTRÁNÍ BUDOVY A

1. TECHNICKÁ ZPRÁVA

2. VÝPOČTOVÁ ČÁST

1. Tabulka místností – výpočet množství vzduchu
2. Výpočet tlakových ztrát trasy kanceláří a tříd
3. Výpis prvků trasy kanceláří a tříd
4. Návrh vzduchotechnických jednotek
5. Návrh distribučních prvků
6. Návrh tlumičů
7. Výpočet tepelných ztrát
8. Výpočet tepelných zisků

3. VÝKRESOVÁ ČÁST

1. Funkční schéma
2. Půdorys VZT - 1PP M 1:75
3. Půdorys VZT - 1NP M 1:75
4. Půdorys VZT - 2NP M 1:75
5. Půdorys VZT - 3NP M 1:75
6. Půdorys VZT - 4NP M 1:75
7. Detail 1 – třídy M 1:30
8. Detail 2 – kanceláře M 1:30
9. Detail 3a – posluchárny M 1:50
10. Detail 3b – posluchárny M 1:50
11. Detail 4 – komunikace M 1:30
12. Detail 5a – jídelna M 1:30
13. Detail 5b – jídelna M 1:30
14. Detail 6 – vzduchová clona M 1:30
15. Detail 7 – WC M 1:30
16. Strojovna VZT 01.53.01 – komunikace M 1:50
17. Strojovna VZT 10.18.01 – posluchárna sever M 1:50
18. Strojovna VZT 10.18.03 – posluchárna jih M 1:50
19. Strojovna VZT střecha – kanceláře sever M 1:50
20. Strojovna VZT střecha – kanceláře jih M 1:50
21. Strojovna VZT střecha – atrium M 1:50
22. Strojovna VZT střecha – jídelna M 1:50
23. Strojovna VZT střecha – WC M 1:50

4. PŘÍLOHY

1. Technické listy

ANOTACE:

Projekt Vzduchotechniky Vzdělávacího centra

Diplomová práce řeší projekt vzduchotechniky objektu vzdělávacího centra Škoda Auto Na Karmeli v Mladé Boleslavi. Budova je multifunkční s převahou vzdělávací funkce díky Škoda Auto Vysoké škole, která zde sídlí. Tato práce je zpracována na část Vzdělávacího centra – budovu A.

Teoretická část se zabývá popisem objektu a základním informacím o provozu, dále obsahuje studii na téma Vnitřní prostředí atria Vzdělávacího centra s využitím modelování v programu DesignBuilder.

Studie vychází ze současného stavu vnitřního prostředí, které bylo zpřesněno reálným měřením teploty a relativní vlhkosti vnitřního vzduchu. Model atria posloužil k simulaci stavu vnitřního prostředí během letního období a k návrhu vhodných opatření na omezení solárních tepelných zisků prosklenou stěnou a střechou atria, jelikož zde v současnosti není řešeno účinné stínění z důvodu architektonických požadavků. Uvažovány byly dvě varianty řešení, které byly simulovány. Jedná se o použití nočního chlazení a instalaci stínící plachty nad prosklenou střechou. Zpracovaná studie by měla být inspirací na vylepšení vnitřního prostředí atria.

Projektová část řeší návrh větrání budovy A, v modelové situaci, kdy vzduchotechnika v objektu řešena není, například ve fázi teprve projektové přípravy objektu. Účelem projektu bylo přinést jiný pohled na řešení větrání, než je v současném stavu, který by zamezil některým současným problémům způsobeným vzduchotechnikou. Například diskomfort uživatelů v některých místnostech. Navrhované řešení bylo zvoleno s ohledem na vysoké architektonické požadavky.

ANNOTACION:

Ventilation system design in the building of Educational centre

This diploma thesis solves the project of ventilation of the Škoda Auto educational center at Karmeli in Mladá Boleslav. The building is multifunctional with predominant educational function thanks to the Škoda Auto High School, which is home to it. This work is processed on the part of the Educational Center - Building A.

The theoretical part deals with the description of the building and the basic information about the operation, and also contains a study on the Interior environment of the Atrium of the Educational Center using modeling in DesignBuilder.

The study is based on the current state of the indoor environment, which has been refined by real measurement of the temperature and relative humidity of the indoor air. The atrium model served to simulate the state of the indoor environment during the summer period and to propose appropriate measures to limit solar thermal gains through the glazed wall and the atrium roof, since effective shading is not currently solved due to architectural requirements. Two solutions were considered, which were simulated. It is the use of night cooling and the installation of the shading sail over the glass roof. The elaborated study should be an inspiration for improving the atrium's internal environment.

The project part solves the design of building A ventilation, in a model situation where the ventilation is not solved in the building for example in the stage of project preparation only. The purpose of the project was to provide a different view of the ventilation solution than in the current state, which would avoid some current problems caused by ventilation. For example, discomfort to users in some rooms. The proposed solution was designed with respect to the high architectural requirements.

CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE:

Výsledkem mé diplomové práce by měl být návrh řešení vzduchotechniky, které je odlišné od současného řešení a které je navrženo s ohledem na komfort uživatelů. Návrh by měl být takový, aby příliš nenarušoval architektonické řešení interiérů a objektu. Zcela nové řešení vzduchotechniky v objektu není z finančního hlediska reálné, předkládaný návrh slouží spíše jako alternativa k současnému řešení. Zpracovaná studie by měla obsahovat opatření na zlepšení vnitřního prostředí atria, jejichž realizace by se v budoucnu mohla uskutečnit.

Ráda bych, aby diplomová práce primárně posloužila jako inspirace pro Vzdělávací centrum při možných budoucích opravách vzduchotechniky a k úpravám vylepšení vnitřního prostředí atria.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

**PROJEKT VZDUCHOTECHNIKY VZDĚLÁVACÍHO CENTRA
DIPLOMOVÁ PRÁCE**

A. TEORETICKÁ ČÁST

ZPRACOVALA: **Bc. Petra Horová**
VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE: **doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.**

1. ÚVOD

Řešeným objektem v mé diplomové práci je Vzdělávací centrum Škoda Auto Na Karmeli v Mladé Boleslavi. Vzdělávací centrum spadá pod závod Škoda Auto, který byl také investorem výstavby. Objekt byl dokončen v září v roce 2007, v provozu je tedy již deset let.

Vzdělávací centrum se skládá ze tří částí, které jsou označeny písmeny A, B a C. Všechny zmíněné části Vzdělávacího centra jsou vzájemně propojeny spojovacími můstky nebo podzemními prostory. Tato práce je věnována vybrané části Vzdělávacího centra – **budově A**.



[1] *Hlavní vstup do Vzdělávacího centra – budova A*



[2] *Napojení budovy B (vlevo) spojovacím můstkem*



[3] Historická část vzdělávacího centra s klášterem a kostelem Sv. Bonaventury – budova C

2. ZÁKLADNÍ INFORMACE O BUDOVĚ

Jak již bylo zmíněno, Vzdělávací centrum tvoří tři budovy.

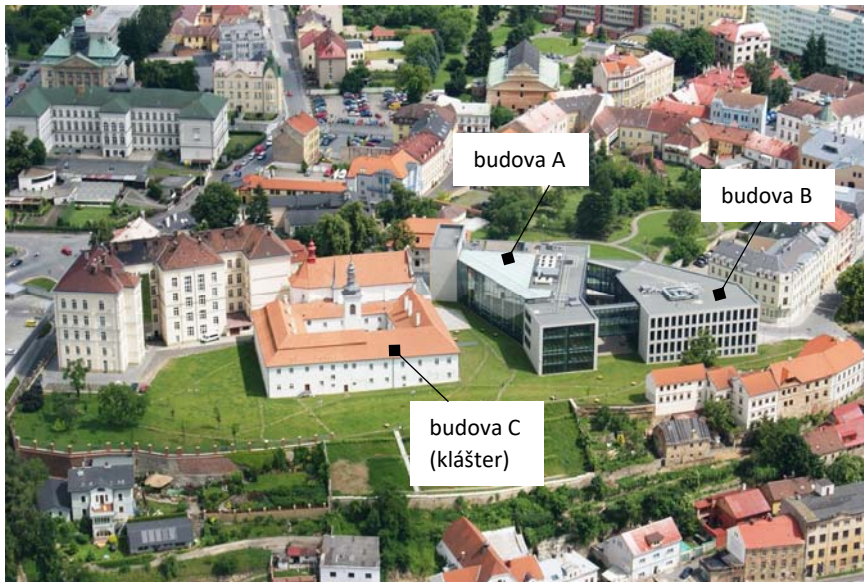
Budova A představuje reprezentativní hlavní vstup do Vzdělávacího centra, jehož vstupní hala je tvořena proskleným atriem. Sídlí zde Škoda Auto Vysoká škola, která má v budově A převažující funkci.

Část B je převážně administrativní a zahrnuje jednotlivé i openspace kanceláře. Kanceláře obývají nejčastěji zaměstnanci závodu Škoda Auto.

Budovu C tvoří historické budovy kostela a kláštera Sv. Bonaventury. V této části jsou také umístěny zasedací místnosti, kanceláře nebo studijní místnosti, například knihovna. Využití má také klášterní rajská zahrada, která se využívá v létě jako prostory letního kina.

Vzdělávací centrum je chápáno jako multifunkční budova. Vedle funkce vzdělávací nebo administrativní plní také funkci kulturní. Pravidelně se tu konají různé kulturní akce, jako například koncerty, výstavy, plesy, divadelní představení nebo promítání. Výjimkou není ani konání odborných konferencí, přednášek, školení nebo seminářů. K těmto účelům nejčastěji slouží prostory atria v budově A, nebo historické prostory kláštera a kostela.

Při výstavbě Vzdělávacího centra bylo velmi důležité architektonické zpracování jak interiéru budovy, tak exteriéru. Budova je vícepodlažní s podzemními garážemi v budově B. Většina interiéru, včetně komunikací a chodeb má reprezentativní charakter, často spojený s automobilkou Škoda Auto.



[4] Části Vzdělávacího centra

2.1. Umístění budovy

Mladá Boleslav je město ve střeďočeském kraji ve stejnojmenném okrese. Nadmořská výška je 235 m. n. m, udávaný počet obyvatel je přibližně 44 tisíc. Město leží na levém břehu řeky Jizery.

Mladá Boleslav se považuje za průmyslové město, které je známé hlavně výrobou automobilů Škoda Auto. Tato automobilka pokrývá významnou část města a má přesah i do běžného života obyvatel města. V Mladé Boleslavi je umístěn hlavní závod, další dvě pobočky bychom našli v Kvasinách a Vrchlabí. Závod Škoda Auto se řadí k nejstarším výrobcům automobilů na světě a je znám po celém světě.

Vzdělávací centrum je umístěno na kopci v historické části Mladé Boleslavi, která je nazvaná Staré město. Pod svahem se nachází část automobilky zvaná Česana, která se zabývá vývojem a výrobou prototypů.



[5] Česana pod svahem Vzdělávacího centra

Mezi uvažovanými parametry do diplomové práce, které vychází z lokality budovy, je teplota vzduchu v zimním a letním období. V zimním období je uvažována maximální teplota -12 °C, v letním období uvažují teplotu 32 °C. Tyto hodnoty byly použity do výpočtů v projektové části a do zadávaných parametrů při modelování v části studie.

Dále je významná orientace ke světovým stranám. Hlavní vstup je orientován jihovýchodně, prosklená stěna atria je orientována na sever. Orientace ke světovým stranám se využila především při tvorbě modelu atria, kde byla významným prvkem při hledání vhodného opatření na snížení solárních tepelných zisků prosklenými plochami.

2.2. Provoz a využívání budovy

Budova je využívána díky své multifunkčnosti celoročně. Během akademického roku je pravidelně obývána studenty prezenčního a kombinovaného studia, ale také zaměstnanci automobilky, kteří zde mají kanceláře a často také vyučují na vysoké škole. Několikrát do měsíce se zde konají kulturní akce, které jsou různorodé a mají různé požadavky na velikost prostoru a jeho vybavení. Častým prostorem, který se pro tyto účely využívá je atrium v budově A, které bylo navrženo a vybaveno s ohledem na tuto variabilitu. Jedná se například o vybavení projektory, umístění mobilních stěn a podobně.

3. ŘEŠENÁ ČÁST – BUDOVA A

3.1. Provozy řešené části a návrh vzduchotechniky v projektové části

Budova A zahrnuje několik druhů místností, které byly při řešení vzduchotechniky v projektové části rozděleny. Rozdělení na dílčí části je na základě stejných požadovaných vnitřních parametrů, nebo dle kapacity vzduchotechnické jednotky. Mezi hlavní řešené části patří kanceláře a třídy, posluchárny, komunikace, stravování a hygienické zázemí. V případě kanceláří a tříd, komunikací a zázemí zaměstnanců je další specifikace dle orientace na sever nebo jih.

Budova A má 4 nadzemní a 1 podzemní podlaží. V podzemním podlaží je propojena s klášterem spojovací chodbou. Zastřešení je řešeno plochou střechou, která je pochozí.

Provozní doba se předpokládá od 7 do 20 hodin během pracovního týdne. V sobotu je předpokládaná doba kombinovaného studia od 7 do 16 hodin. Další doba provozu se odvíjí od plánovaných akcí.

Větrání je navrženo pro všechny prostory v objektu. Při návrhu bylo vycházeno z modelové situace, kdy je samotná budova v projektové přípravě a zpracovává se profese větrání.

3.1.1. Kanceláře a třídy

Kanceláře, třídy a posluchárny patří mezi hlavní prostory v budově A, na jejichž vnitřní prostředí jsou kladeny nejvyšší nároky. Celkem se zde nachází 21 učeben pro 16 až 31 studentů. Každá učebna je vybavena projektorem a alespoň jedním stolním počítačem. Učebny se využívají pro výuku odborných předmětů, jazyků, nebo jako počítačové učebny.

Kanceláře v této části budovy jsou pouze jednotlivé pro 1 až 3 osoby. Celkově je zde umístěno 13 kanceláří, které slouží většinou zaměstnancům a pedagogům vysoké školy. Vybaveny jsou standardně stolními počítači, tiskárnami a kopírkami. Nejreprezentativnější jsou kanceláře vedení

školy, které jsou umístěny v nejvyšším podlaží nad hlavním vstupem do objektu. K těmto kancelářím patří také prostory terasy na střeše.

Nad posluchárnami je umístěna hlavní zasedací místnost, která má kapacitu 28 osob. Zasedací místnost je opět vybavena projektorem a stolním počítačem.

Navrhovaná vzduchotechnika v projektové části je řešena 2 vzduchotechnickými jednotkami s rozdělením na severní a jižní část budovy.



[6] Příklad učebny Škoda Auto Vysoké školy



[7] Hlavní zasedací místnost s výhledem do atria

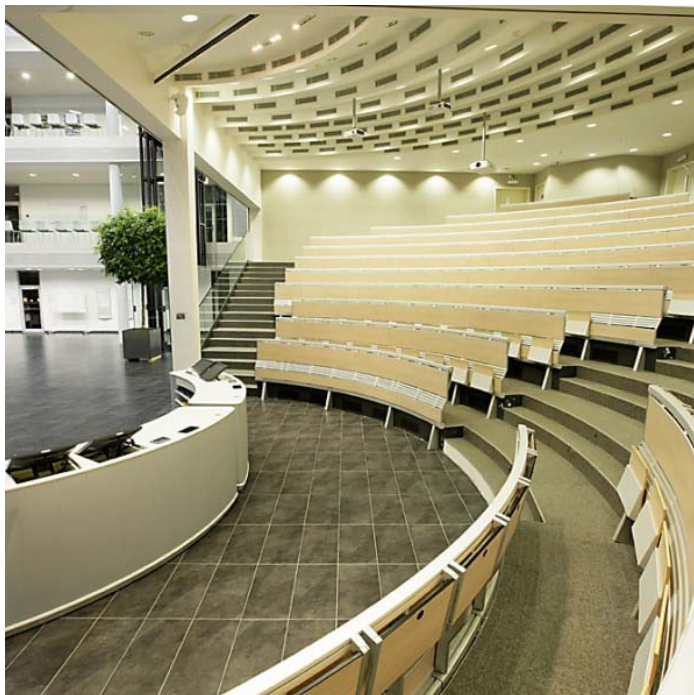
3.1.2. Posluchárny

V objektu se nacházejí celkem dvě přednáškové místnosti, které jsou přístupné z atria. Po odstranění mobilní stěny, která posluchárny předěluje, se dá vytvořit velká přednášková aula.

Kapacita jedné posluchárny je 143 sedících osob. Vybaveny jsou promítacím zařízením, stolním počítačem a několika promítacími obrazovkami. Osvětlení prostoru je v případě oddělení od atria pouze umělé.

Současné řešení vzduchotechniky způsobuje diskomfort studentů, kterým nevyhovuje přívod vzduchu v místech sezení. Z tohoto důvodu byly v projektové části navrženy přívodní velkoplošné výustě, které by byly umístěny u vchodu do poslucháren, za předpokladu, že by propojení atria a poslucháren mobilními stěnami bylo omezenější.

Navrhované řešení vzduchotechniky pokrývají 2 stejné jednotky, které náleží vždy jednomu přednáškovému sálu. Pro orientaci byly opět označeny dle severního a jižního umístění.



[8] Propojení poslucháren a atria po odstranění mobilních stěn

3.1.3. Komunikace

Komunikace zahrnují prostory všech chodeb, technických místností, skladů a šatny. Hlavní spojovací chodby, nebo chodby v blízkosti atria, jsou často vybaveny místy na sezení pro studenty. Spojovací podzemní komunikace, která propojuje budovu A s klášterem má trvale instalovanou výstavu historického vývoje automobilky.

Řešení vzduchotechniky je navrženo na 2 jednotky – komunikace sever, komunikace jih. Prostory schodišť jsou řešeny samostatně umístěním celkem 2 podstropních jednotek.

3.1.4. Atrium

Atrium trvale zahrnuje umístění recepce a odpočinkovou část, kde je zařízeno sezení. Zároveň slouží jako vstupní hala, kterou projde každý návštěvník Vzdělávacího centra. Provoz atria se řídí provozní dobou centra, nebo dle konaných kulturních a dalších akcí.

Návrh vzduchotechniky je řešen 1 vzduchotechnickou jednotkou.

Atrium je detailněji popsáno v části studie.

3.1.5. Stravování

Zóna stravování zahrnuje všechny místnosti, které jsou spojeny s přípravou a konzumací jídla. Servírování pokrmů je samoobslužné v části výdeje jídel. Výdej jídel je ve stejném prostoru jako samotná jídelna.

Dále jsou zde prostory přípravy jídel, mytí nádobí, skladovací a manipulační prostory, nebo likvidace odpadů.

Vzduchotechniku jídelny pokrývá 1 navržená jednotka.

3.1.6. Hygienické zázemí

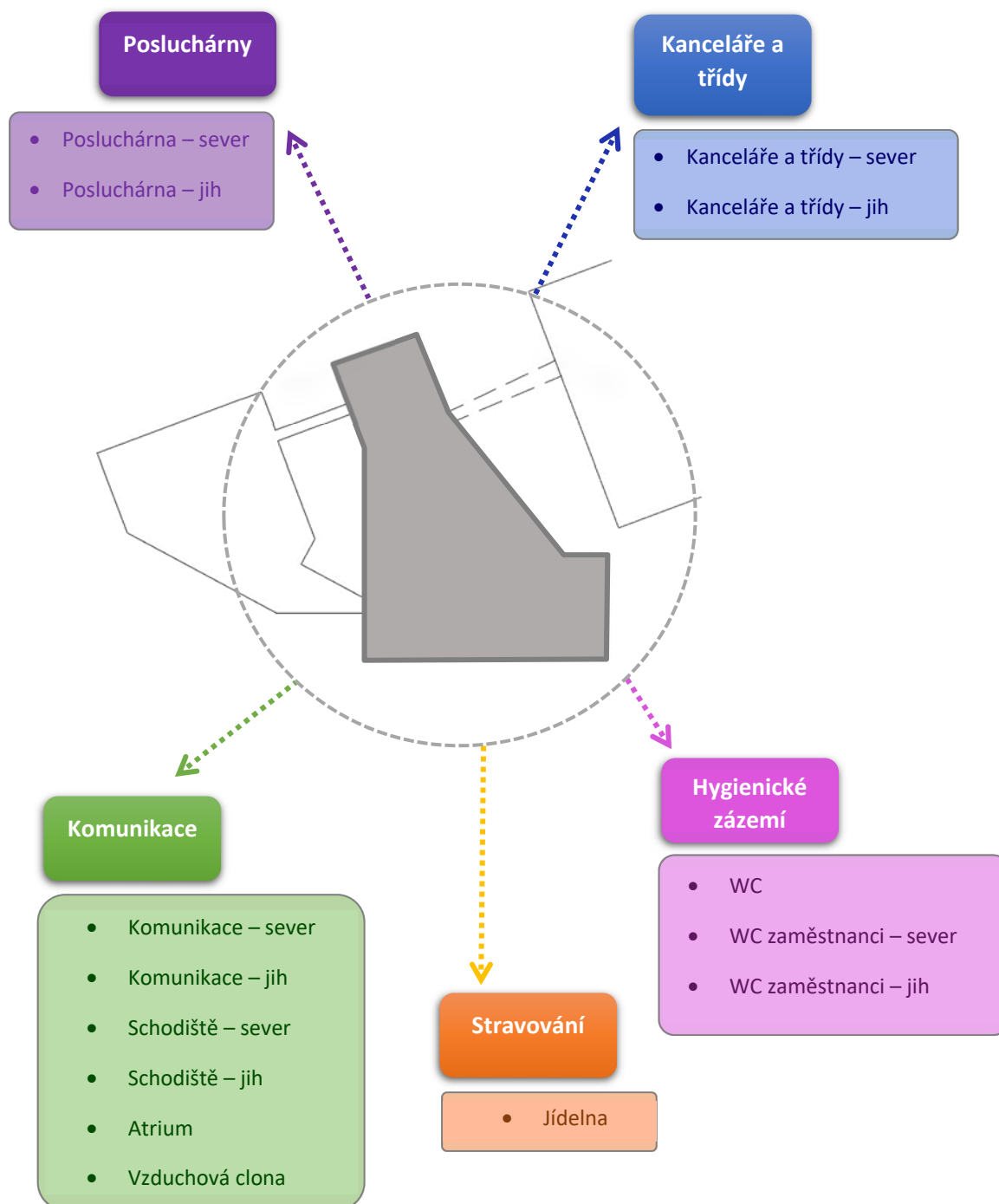
Hygienické zázemí je v budově řešeno pro veřejnost, zaměstnance i osoby s omezenou schopností pohybu.

Veřejné toalety jsou řešeny 1 navrženou vzduchotechnickou jednotkou. Toalety a šatny pro zaměstnance jsou řešeny zvlášť podstropními vzduchotechnickými jednotkami.

3.2. Schéma rozdělení místností pro řešení vzduchotechniky v projektové části

Schéma zobrazené níže, slouží k základní orientaci navrhovaného řešení. Detailní řešení je uvedeno v projektu vzduchotechniky v diplomové práci. Barevné označení ve výkresové dokumentaci zůstává zachováno.

Návrh vzduchotechniky zahrnuje celkem 13 vzduchotechnických jednotek, které jsou vnitřní, nástřešní nebo podstropní.



[9] Schéma rozdělení místností v projektové části diplomové práce

4. STUDIE NA TÉMA VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ ATRIA VZDĚLÁVACÍHO CENTRA

4.1. Úvod

Studie se zaměřuje na současný stav vnitřního prostředí atria. Budova se využívá především jako prostory pro Vysokou školu ŠKODA AUTO. Jsou zde kanceláře, učebny, přednáškové místnosti, laboratoře, zasedací místnosti, jídelna, hygienické zázemí a technické místnosti. Budova slouží také ke kulturním účelům, jako například výstavám, přednáškám, koncertům a podobným akcím.

Nejběžnější využití atria je během pracovních dnů, kdy je budova využívána studenty, zaměstnanci závodu Škoda Auto, nebo vyučujícími vysoké školy. Během víkendu je budova pravidelně obývána převážně studenty dálkového studia.

Zpracovaná studie je rozdělena na dvě části. První část je zpracována na základě měření parametrů vnitřního prostředí ve zvoleném časovém období.

Druhá část studie je věnována modelování atria v programu DesignBuilder. Důvodem modelování je problém s letním přehříváním atria, jehož severní stěna a střecha je prosklená. Stínící prvky jsou zde řešeny pouze instalovanou folií na prosklení střechy, která nemá příliš znatelný efekt. Střecha i stěna tvoří architektonický prvek, proto zde nebyly instalovány žádné pevné stínící prvky, jako například venkovní žaluzie. Řešení snížení tepelných zisků v atriu není na první pohled jasné, proto bylo atrium vybráno pro simulaci v programu DesignBuilder.



[10] Pohled z exteriéru na atrium



[11] Interiér atria

Podstatným prvkom atria je také prosklená střecha, jelikož zde byl architektonický požadavek, aby byla budova atraktivní i z leteckého pohledu.



[12] Pohled na prosklenou střechu atria



[13] *Detaily prosklené střechy - pohled z exteriéru, konstrukce v interiéru a detail dílce s folií*

Součástí Vzdělávacího centra je také historická budova kláštera, která se nachází naproti atria a je s budovou propojena podzemními prostory. Prosklená stěna atria odráží tuto historickou budovu a architektonicky tak propojuje obě budovy.



[14] *Okolí atria – klášter s kostelem sv. Bonaventury*

4.2. Vnitřní prostředí atria

Vzdělávací centrum je využíváno v pracovní dny i o víkendech. Jelikož se jedná také částečně o kancelářskou a kulturní budovu, tak je využíváno i o prázdninách studentů. Atrium se tedy využívá celoročně.

Nejčastěji je atrium využíváno studenty a zaměstnanci, kteří zde mají možnost i odpočinku na umístěném sezení u vchodu do budovy. Další využití je funkce komunikace, přesněji vstupní reprezentativní hala do Vzdělávacího centra. V návaznosti na atrium je vchod do stravovacího provozu, poslucháren, WC nebo prostor pro zaměstnance. Kulturní akce se zde konají několikrát do měsíce, většinou ve večerních hodinách a o víkendech.

Kapacita atria pro konání kulturních představení je minimálně 150 sedících diváků. V případě funkce komunikace, zde může projít až 280 osob. Tato hodnota odpovídá kapacitě 2 přednáškových sálů, které mají vstup právě z atria. Přednáškové sály jsou tvořeny mobilními stěnami, které se dají odstranit a vytvořit tak s atriem jeden velký prostor. V tomto případě pak může být v atriu až 430 osob.

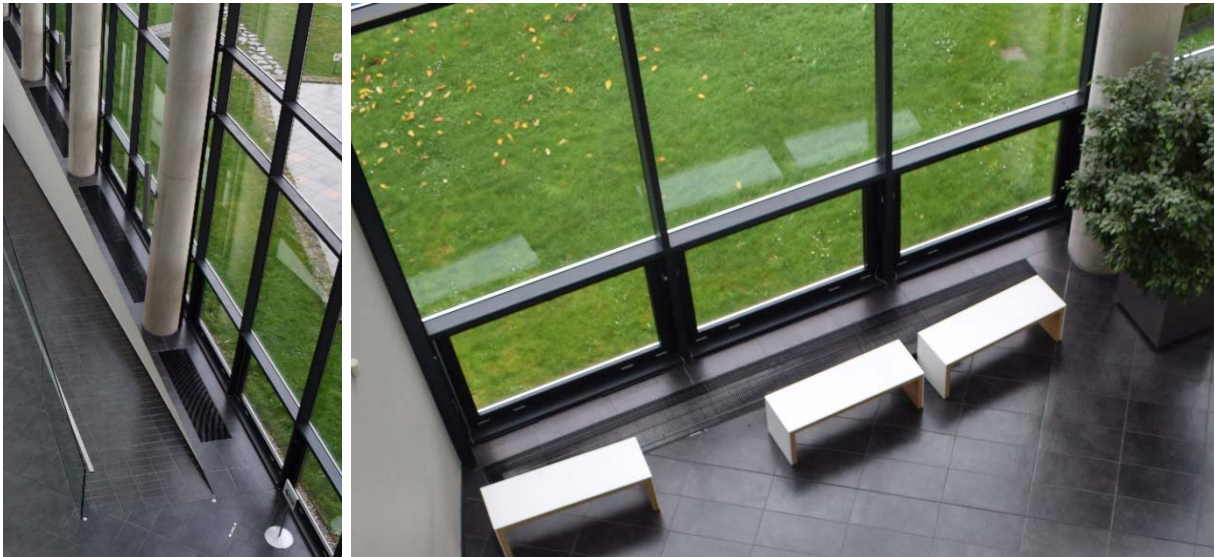


[15] Příklad kulturní akce v atriu nazvané „Kodiaq a 275 osob v jedné bublině“

4.2.1. Vytápění

Vytápění Vzdělávacího centra je řešeno jako dálkové s výměňkovou stanicí, která je umístěna v budově A v technické místnosti. Horkovod je do budovy přiveden ze závodu Škoda Auto, který se nachází pod kopcem, na kterém stojí Vzdělávací centrum. Atrium je vytápěno umístěnými podlahovými konvektory, které jsou umístěny u severní prosklené stěny atria. Teplotní spád teplovodu je 90/70 °C, teplotní spád otopné soustavy je 75/55 °C. Prostor atria je vytápěn dle poskytnuté projektové dokumentace na 20 °C.

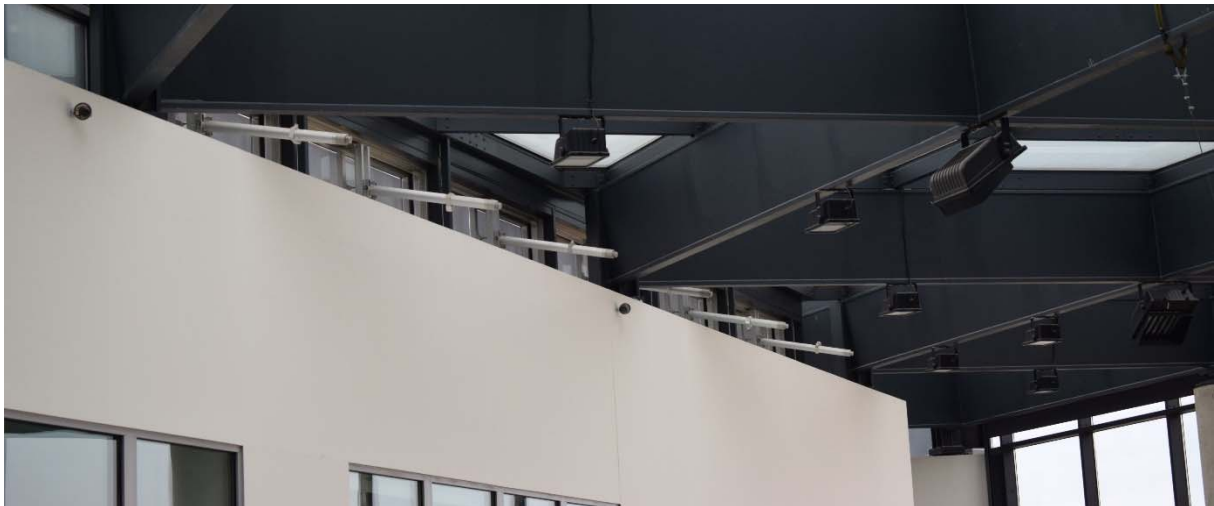
Dále je u vchodu do objektu umístěna vzduchová clona, která je využívána v otopném období.



[16] Podlahové konvektory podél severní stěny

4.2.2. Větrání

Vzduchotechnika Vzdělávacího centra je řešena ve vybraných prostorách, především v kancelářích, učebnách a posluchárnách. Prostor atria je dle projektové dokumentace řešen také. Větrání je rovnotlaké s množstvím přiváděného a odváděného vzduchu 5000 m³/h. Dále je v prostoru řešeno požární větrání umístěnými okny v bočních částech prosklené střechy.



[17] Požární větrání atria

4.2.3. Chlazení

Ve Vzdělávacím centru jsou chlazeny kanceláře, posluchárny a zasedací místnosti. Ve třídách jsou použity chladicí trámy, v kancelářích jsou nejčastěji použity fan coils. Samotné atrium chlazené není.

Prosklené konstrukce atria nejsou účinně stíněny, proto je zde v létě problém s přehříváním. Střecha je opatřena již zmíněnou folií. Samotné chlazení atria řešeno není. Letní teploty vnitřního vzduchu by bylo možné snížit pouze v případě propojení s posluchárnami.

4.2.4. Osvětlení a vybavení interiéru

Osvětlení atria je řešeno bodovými prvky instalovanými na konstrukci střechy. Jsou zde použity zářivky a reflektory, které jsou nastavitelné dle potřeby.

Jednou z forem kulturních akcí jsou také například projekce. V interiéru jsou umístěny čtyři projektory, které jsou instalovány na zavěšené příhradové konstrukci ukotvené ke střešní konstrukci. Promítání probíhá na stěnu nad posluchárnami. Zároveň je zde možnost zatemnění severní prosklené stěny tmavými závěsy, které jsou elektricky ovládané.

V atriu se dále nachází 4 plazmové obrazovky, které informují například o kulturních akcích ve Vzdělávacím centru. Na recepci atria jsou také umístěny dva stolní počítače pro zaměstnance. Další tepelné zisky od spotřebičů mohou pocházet z notebooků studentů, kteří se v atriu zpravidla vyskytují.

Samotný interiér atria působí na člověka příznivě. Jedná se o čistý větší prostor, který je díky proskleným konstrukcím dostatečně osvětlen denním světlem. Nepříznivé ohlasy jsou převážně v letním období, kdy jsou zde vysoké teploty vnitřního vzduchu, které se často pohybují za hranicí 30 °C. Další problémy souvisí s některými hůře řešenými stavebními detaily prosklené střechy, které způsobují například zatékání do interiéru.



[18] Projektory v atriu



[19] Řešení a detail osvětlení atria

4.3. Měření parametrů vnitřního prostředí

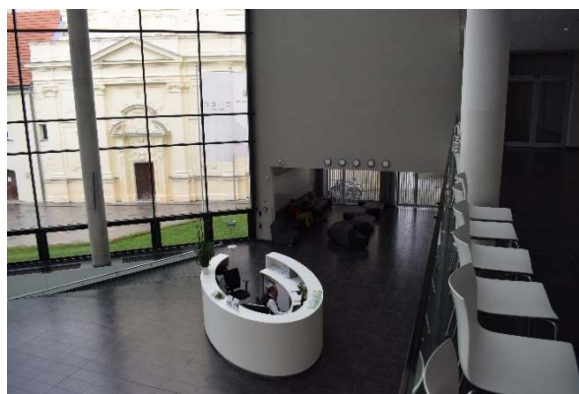
Pro lepší poznání vnitřního prostředí bylo využito reálné měření vybraných parametrů. Měřena byla teplota a vlhkost vnitřního vzduchu v období 3. - 12.11.2017. V měřeném období byly sledovány také stejné parametry venkovního vzduchu, které byly naměřeny meteostanicí v Mladé Boleslavi.

4.3.1. Způsob měření

V měřeném období byl v atriu umístěn datalogger Comet S3120 s čidlem teploty a vlhkosti. Přístroj byl umístěn po celou dobu na recepci atria, která se nachází uprostřed atria. Umístění bylo zvoleno tak, aby datalogger nebyl nepříznivě ovlivněn okolními vlivy, například blízkým umístěním PC, radiátoru a podobně.



[20] *Recepce v atriu Vzdělávacího centra*



[21] *Detail umístění dataloggeru Comet na recepci*



[22] *Použitý typ dataloggeru Comet*

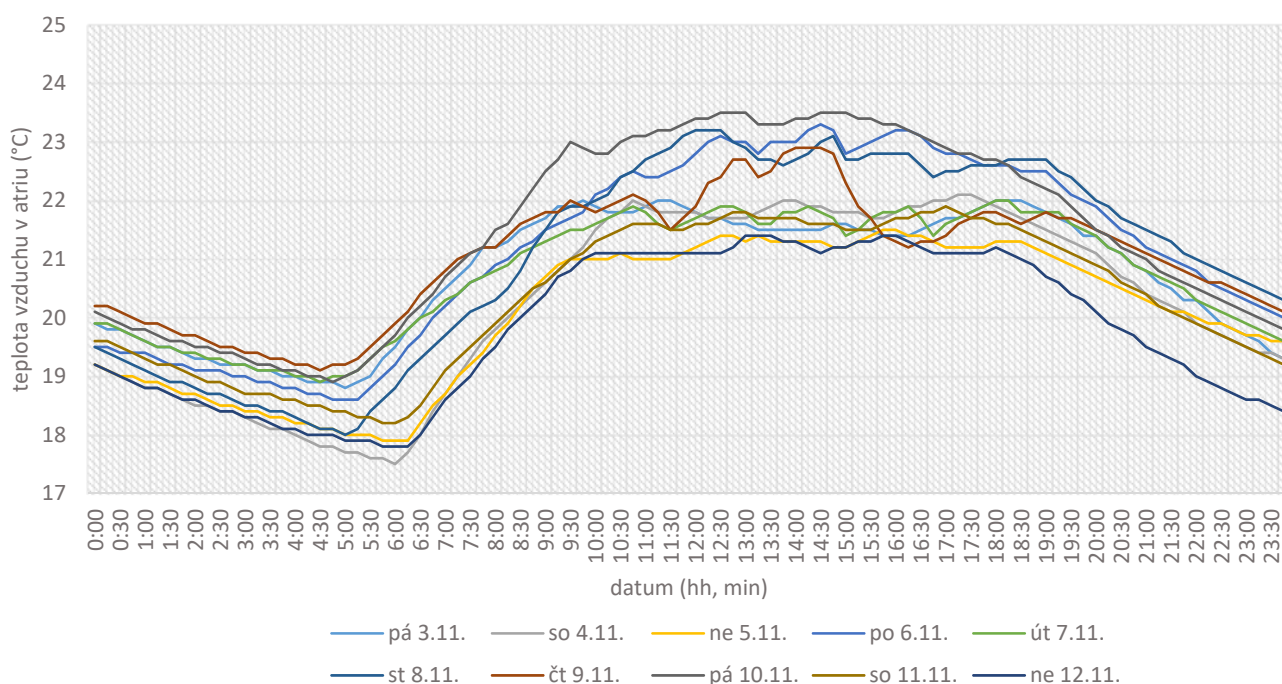
4.3.2. Výsledky měření

Vyhodnocení naměřených dat bylo graficky zpracováno zvlášť pro vnitřní a vnější prostředí. Naměřené hodnoty byly zvlášť graficky zpracovány pro vnitřní a vnější prostředí. Naměřená data byla vždy snímána v intervalu pěti minut. Menší interval snímání dat sloužil především pro kontrolu, pokud by se ve vyhodnocení například objevil nepřírozený výkyv teploty vzduchu a podobně.

Pro grafické vyobrazení byla použita naměřená data v intervalu patnácti minut. Patnáct minut je násobek běžné doby vyučovací hodiny. Jedná se tedy o časové období, kdy se mění obsazenost a provoz atria, tudíž i měřené hodnoty.

4.3.2.1. Vnitřní prostředí atria

Naměřené hodnoty jsou vyobrazeny v následujícím grafu, který zobrazuje průběh teploty vnitřního vzduchu v závislosti na čase.



[23] Průběh vnitřní teploty vzduchu

Z naměřených hodnot teploty vzduchu vyplívá, že nejnižší teplota byla v sobotu 4. 11. 2017 v 6 hodin, kdy byla naměřena hodnota 17,5 °C. Nejvyšší naměřená hodnota byla v pátek 10. 11. 2017 v 15 hodin, kdy byla teplota vzduchu 23,5 °C.

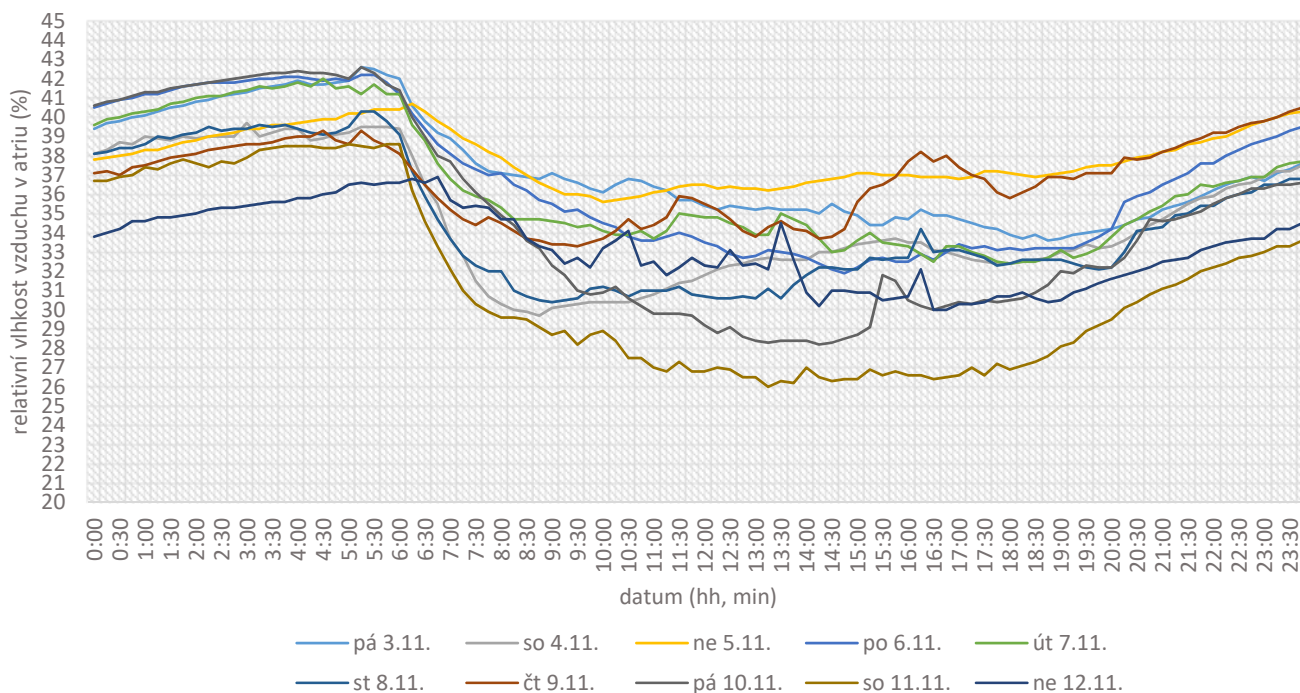
Z naměřených výsledků je patrný pokles teplot, který začíná v průměru mezi 17. a 18. hodinou. Tento pokles trvá v průměru do 5. až 6. hodiny ranní. V tomto čase budova není obývána a je vytápěna na menší teplotu než během dne.

Průběh teplot během dne kolísá podle různé obsazenosti atria. Převážně podle proměnlivého tepelného zisku od osob, osvětlení nebo spotřebičů. Z tohoto pohledu byl nejzatíženějším dnem pátek 10. 11. 2017, jelikož byla několikrát naměřena nejvyšší teplota vzduchu a to 23,5 °C. Dle kalendáře Vzdělávacího centra v tento den nebyla pořádána žádná kulturní akce, jedná se tedy pouze o vliv běžné obsazenosti. Nejnižší naměřená teplota byla zaznamenána v sobotu 11. 11. v 6 hodin, kdy byla teplota vzduchu 17,5 °C.

Z grafu je dále patrný rozdíl mezi provozem o víkendu a v pracovním týdnu. V pracovním týdnu jsou naměřené teploty vyšší než o víkendu, což koresponduje s prezenčním studiem přes týden a kombinovaným studiem přes víkend.

Dále je z grafu také patrná doba provozu atri, která souhlasí s pracovní dobou či rozvrhem studentů. Tato doba je v průměru od 6 do 20 hodin.

Dále byl zpracován průběh relativní vlhkosti vzduchu v atriu v měřeném období. Výsledky byly opět graficky vyobrazeny.



[24] Průběh vnitřní relativní vlhkosti vzduchu

Z průběhu relativní vlhkosti lze zaznamenat nepravidelné výkyvy, kdy relativní vlhkost náhle stoupla. Tento nárůst se pohybuje v měřeném období téměř denně. Nejpatrnější je v neděli 12. 11., kdy se opakovaně náhle zvýšila relativní vlhkost přibližně o 2 % během 15 až 10 minut. Pravděpodobně se jednalo o nárazové větrání otevřením oken, kdy do interiéru proudil venkovní vzduch o vyšší relativní vlhkosti. Nejvyšší relativní vlhkost během dne byla naměřena každý den mezi 5. a 6. hodinou ráno s hodnotou 36 až 42 %. Přes den se pohybovala maximální relativní vlhkost v rozmezí 26 až 38 %.

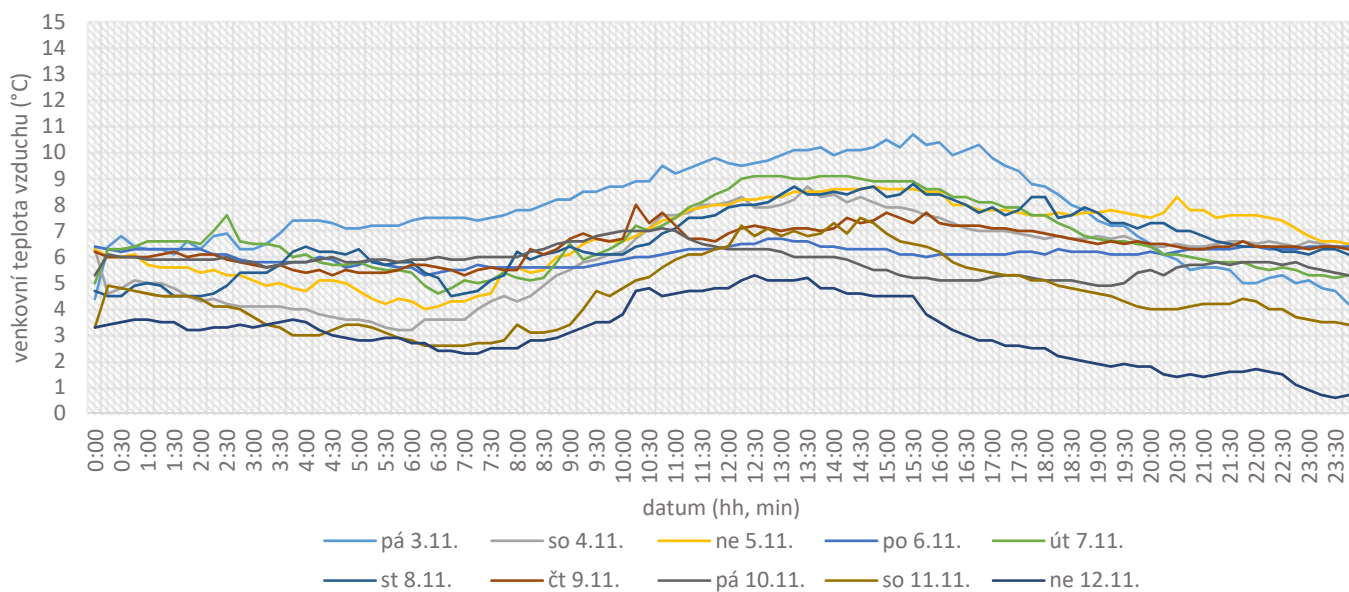
4.3.2.2. Venkovní prostředí

Pro porovnání naměřených hodnot v interiéru byly měřeny stejné parametry také venkovního prostředí. Hodnoty průběhu teplot a relativní vlhkosti vzduchu pocházejí z meteorostanice, která je umístěna v Mladé Boleslavi.



[25] *Meteostanice WarioWeather Compact*

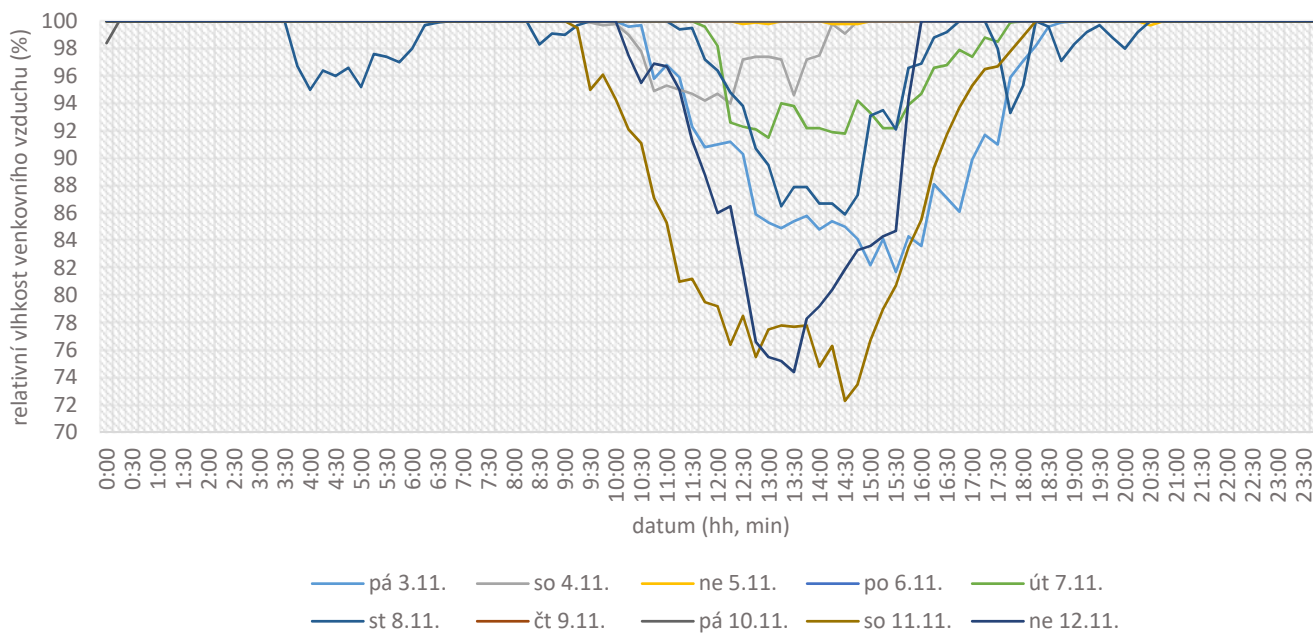
Data byla převzata z online naměřených hodnot, která byla dostupná na webu prodejce. Výsledný průběh byl zaznamenán do grafu.



[26] *Průběh venkovní teploty vzduchu*

Venkovní teploty vzduchu se v měřeném období pohybovaly v rozmezí 0,6 až 10,7 °C. Tyto hodnoty představují minimální a maximální naměřenou teplotu. Nejchladnějším dnem byla neděle 12. 11. 2017, kdy se teploty v nočních hodinách přibližovali 0 °C. Nejteplejším dnem byl pátek 3. 11. 2017, kdy byla v 15:30 hodin naměřena maximální teplota 10,7 °C.

Sledován byl opět také průběh relativní vlhkosti vzduchu vyobrazený na následujícím grafu.



[27] Průběh venkovní relativní vlhkosti vzduchu

V nočních hodinách se venkovní relativní vlhkost vzduchu pohybovala v rozmezí 95 a 100 %. V dopoledních hodinách vždy klesala, což je v souladu s rostoucí teplotou vzduchu. Minimální hodnoty byly naměřeny v průměru mezi 13. a 15. hodinou. Výjimku tvoří neděle 5. 11. 2017, kdy se relativní vlhkost blížila celý den hodnotě 100 %.

Nejnižší hodnota byla naměřena v sobotu 11. 11. 2017, kdy byla relativní vlhkost 72,3 %. Maximální hodnota relativní vlhkosti byla naměřena každý den v nočních hodinách, kdy byla relativní vlhkost 100 %.

4.3.3. Závěr měření

Z grafického zobrazení měřených parametrů je patrný podobný tvar průběhu pro vnitřní a venkovní prostředí. Z tohoto pohledu se zdají být naměřené hodnoty jako reálné.

Naměřené vnitřní parametry pocházejí z otopného období. Objekt se vytápí minimálně na 20 °C, v noci je teplota vytápění nižší a pohybuje se kolem 18 °C. Tyto hodnoty se dají vypočítat z průběhu teploty vzduchu během víkendu, kdy je obsazenost minimální a nemá tedy tak velký vliv na zvýšení teploty vzduchu jako během pracovních dnů.

V porovnání s informacemi z poskytnuté dokumentace Vzdělávacího centra je teplota vytápění shodná. Nucené větrání z grafů již tak patrné není, větrání se zde objevuje spíše ve formě nárazového větrání okny.

Z hlediska komfortu pro osoby, které se v atriu vyskytují, jsou naměřené teploty v interiéru příznivé. Problémem by mohla být nižší relativní vlhkost, například pro zaměstnance recepce, kteří zde tráví celou pracovní dobu. Případné zvýšení vlhkosti vzduchu by se dalo řešit lokálním zvlhčovačem, umístěným na recepci. Zároveň by se vnitřní prostředí dalo vylepšit doplněním rostlin, které jsou zde v současnosti umístěny spíše minimálně.

Realizované měření posloužilo také k přesnějšímu modelování v programu DesignBuilder, například k přesnějšímu modelování rozvrhu obsazenosti během pracovních dnů, o víkendu na základě průběhu vnitřní teploty vzduchu.

4.4. Model atrie v programu DesignBuilder

4.4.1. Použitá verze programu

K modelování byla použita třiceti denní licence verze V5.0.3.007, která je dostupná po registraci na oficiálním webu programu.

4.4.2. Formulace simulační úlohy

Cílem simulace v programu DesignBuilder bylo nalézt neoptimálnější řešení omezení solárních zisků, které by nebyly architektonicky rušivé. Sledovaným kritériem byla teplota vzduchu a množství solárních zisků v letním období, které je potřeba pokrýt chlazením a zajistit tak požadovanou teplotu vzduchu v atriu uvažovanou na 28 °C.

4.4.2.1. Materiály a konstrukce

K simulaci byl vytvořen model atrie včetně přilehlých prostor. Prostory, které nesousedí s atriem, či ho přímo neovlivňují, modelovány nebyly. V modelu jsou uvažovány původní parametry materiálů a konstrukcí, které jsou uvedeny v poskytnuté projektové dokumentaci. Projektová dokumentace byla vytvořena před deseti lety, proto se například uvažované hodnoty součinitele prostupu tepla konstrukcí mohou zdát z dnešního pohledu jako nevyhovující.

Uvedené skladby jsou uvažovány ve směru z interiéru do exteriéru.

- **Obvodová stěna:**
 - vnitřní omítka tl. 2 mm
 - ŽB tl. 200 mm
 - minerální vlákna Isover tl. 140 mm
 - vnější omítka 10 mm

- **Vnitřní nosná stěna**
 - omítka tl. 2 mm
 - ŽB tl. 200 mm
 - omítka tl. 2 mm

- **Příčka**
 - omítka tl. 2 mm
 - beton tl. 150 mm
 - omítka tl. 2 mm

- **Plochá střecha**
 - vnitřní omítka tl. 2 mm
 - ŽB deska tl. 250 mm
 - minerální vlna Isover tl. 120 mm
 - spodní asfaltový pás tl. 3,5 mm
 - minerální vlna Isover tl. 100 mm
 - vrchní asfaltový pás tl. 4 mm

- **Podlaha v přízemí**
 - keramická dlažba tl. 10 mm
 - betonová mazanina tl. 50 mm
 - tepelná izolace tl. 150 mm
 - asfaltový pás tl. 3,5 mm
 - základová betonová deska tl. 100 mm
 - násyp tl. 800 mm

- **Typická podlaha**
 - keramická dlažba tl. 10 mm
 - betonová mazanina tl. 50 mm
 - akustická izolace z minerálních vláken Isover tl.35 mm
 - ŽB deska tl. 200 mm
 - omítka tl. 2 mm

- **Typický strop**
 - omítka tl. 2 mm
 - ŽB deska tl. 200 mm
 - akustická izolace z minerálních vláken Isover tl.35 mm
 - betonová mazanina tl. 50 mm
 - keramická dlažba tl. 10 mm

4.4.2.2. Prosklené plochy

Stěžejním prvkem jsou prosklené plochy, které byly zadány tak, aby byl splněn součinitel prostupu tepla 1,8 W/m²K, který je dán v projektové dokumentaci a je přiřazen všem proskleným plochám v budově i v atriu.

Druhým daným parametrem je hodnota celkové propustnosti slunečního záření (tzv. SHGC), která má hodnotu 0,9. Tedy informace, že do interiéru atria projde z exteriéru 90 % slunečního záření přes prosklené plochy.

Posledním zadaným parametrem je propustnost světla (tzv. Light transmission) s hodnotou 0,8, která je uvažovaná jako 80 % propustnost světla z exteriéru do interiéru.

Zastínění oken a prosklených ploch v modelované části budovy uvažováno nebylo.

4.4.2.3. Obsazenost a rozvrh místností

V budově se nachází několik různých prostor, které se nachází kolem atria. Každý z nich má více či méně odlišný provoz. Jedná se o:

- **Kanceláře**
 - 8 m²/osoba
 - pracovní doba 7-18 hodin
 - vybaveno PC, kopírkami, tiskárnami (vnitřní zisky 10 W/m²)
 - vytápění na 20 °C
 - osvětlení (pracovní doba)

- **Zasedací místnosti**
 - 3 m²/osoba
 - zasedání každé pondělí a pátek od 8-11 hodin
 - vybaveno PC s projektorem (vnitřní zisky 3 W/m²)
 - vytápění na 20 °C
 - osvětlení (doba zasedání)

- **Učebny a spojovací chodby**
 - 1,7 m²/osoba
 - doba výuky 7-20 hodin pondělí-pátek, 7-16 hodin sobota
(přes akademický rok pro denní a kombinované studium, o prázdninách pronájem firmám)
 - vyučovací hodina trvá 1,5 hodiny
 - vybaveno PC s projektorem (vnitřní zisky 3 W/m²)
 - vytápění na 20 °C
 - osvětlení (doba výuky)

- **Přednášková místnost**
 - 1,2 m²/osoba
 - doba výuky 7-20 hodin pondělí-pátek, 7-16 hodin sobota
 - vyučovací hodina trvá 1,5 hodiny
 - vybaveno PC s projektorem (vnitřní zisky 3 W/m²)
 - vytápění na 20 °C
 - osvětlení (doba výuky)

- **Jídelna**
 - 1 m²/osoba
 - doba využití 7-18 hodin pondělí-pátek
 - příprava jídla 10 – 15 hodin pondělí – pátek (vnitřní zisky 5 W/m²)

- **Atrium**
 - 0,7 m²/osoba
 - doba využití atria
 - výměna vzduchu 0,25/h
(prezenční studium 7-20 hodin v pondělí-pátek, kombinované studium 7-16 hodin v sobotu, v neděli pořádání kulturních akcí 16-20 hodin)
 - chlazeno na 28 °C
 - vytápěno na 20 °C
 - osvětlení (v době využití)

- **WC**
 - 1,5 m²/osoba
 - doba využití (dle rozvrhu atria)
 - vytápěno na 18 °C
 - osvětlení (v době využití)

Všechny modelované prostory jsou vytápěny otopnými tělesy a konvektory. Osvětlení bylo uvažováno pouze v dobu provozu místností pomocí manuálního ovládání vypínačem. Po nastavení obsazenosti dle reálného měření bylo vytápění vypnuto, jelikož simulace probíhala pouze v letních měsících.

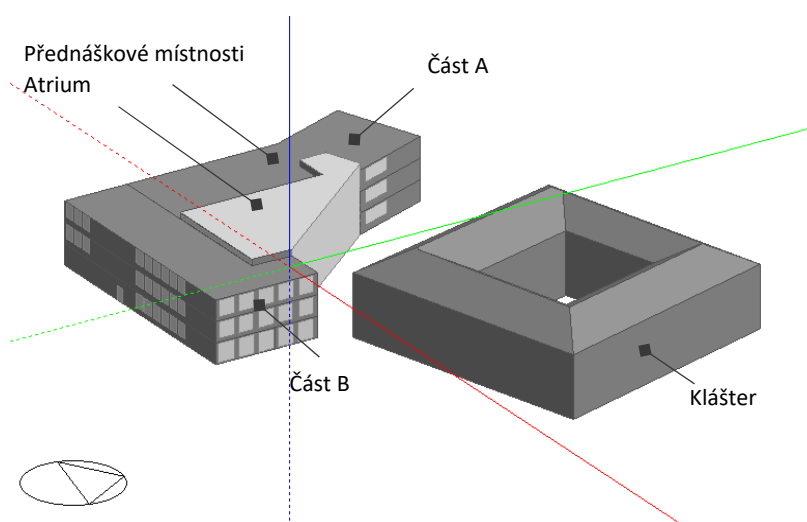
4.4.2.4. Exteriér atria

Pro správnou simulaci atria byl uvažován i vliv exteriéru, jelikož na prosklenou stěnu atria stíní protější budova kláštera. Z tohoto důvodu byl vytvořen také zjednodušený hmotový model kláštera. Parametry vnitřního prostředí a obsazenosti zde nastaveny nebyly, jelikož by nijak neovlivnily výslednou simulaci atria.

4.4.3. Vytvořený model

Byl vytvořen model budovy, který má co nejpodobnější parametry jako budova skutečná. Klimatické podmínky byly vybrány pro Prahu, tedy nejbližší možnou lokalitu.

Model řešené části Vzdělávacího centra se dá pro orientaci rozdělit na čtyři části. Část označená A se nachází na severozápadě, má 3 nadzemní podlaží a obsahuje učebny a komunikace. Část označená B je také třípodlažní a obsahuje prostory jídelny, kanceláře, učebny, komunikace a WC. Další součásti jsou přednáškové místnosti a samotné atrium. Samostatnou budovu tvoří klášter.



[28] Model vytvořený v programu DesignBuilder

Konstrukce byly vytvořeny dle dané skladby a použitých materiálů. Okna byla uvažována jako dvojskla a modelována jako nová konstrukce s hlavními zadanými parametry U (W/m^2K), celková propustnost slunečního záření SHGC (-) a propustnost světla (-).

Při tvorbě modelu došlo v rozumné míře i k několika zjednodušením. Kvůli četnosti přilehlých prostorů atria byly tyto prostory v modelu zjednodušeny dle stejného využití prostoru vždy na největší možný prostor se zachováním původní obsazenosti. Například 2 samostatné třídy pro 2 x 20 studentů byly zjednodušeny na 1 velkou učebnu pro 40 studentů. Druhým zjednodušením byl model kláštera. Vedle již zmíněného neuvažování provozu kláštera byl zjednodušen také jeho tvar. Míra tohoto zjednodušení je zobrazena níže, kde je srovnání vizualizace a skutečné fotografie pořízené ve stejný den jako nastavená vizualizace.



[29] Fotografie pořízená 6. března 2017



[30] Vizualizace s nastavením dne 6. března 2002

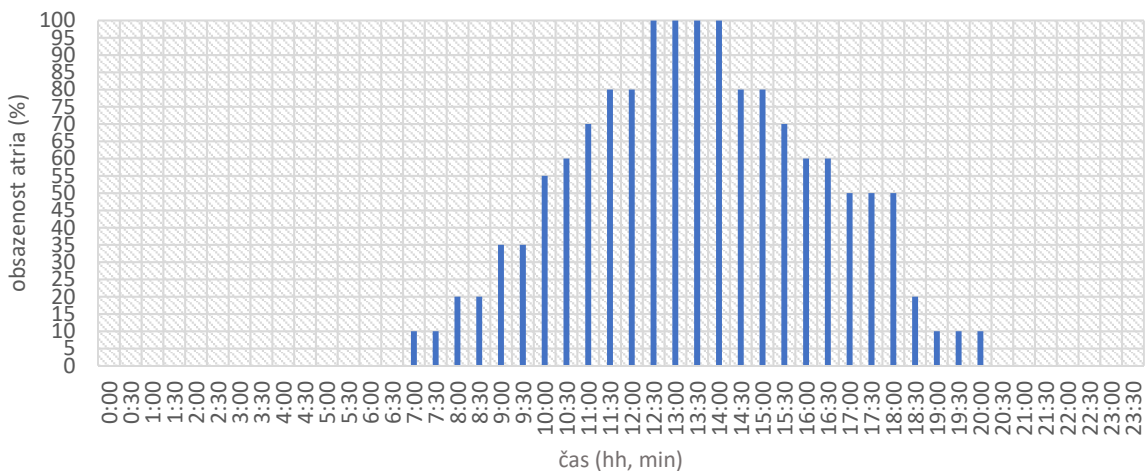
Dále byly vytvořené vizualizace s přiřazením optických vlastností povrchových materiálů budov.



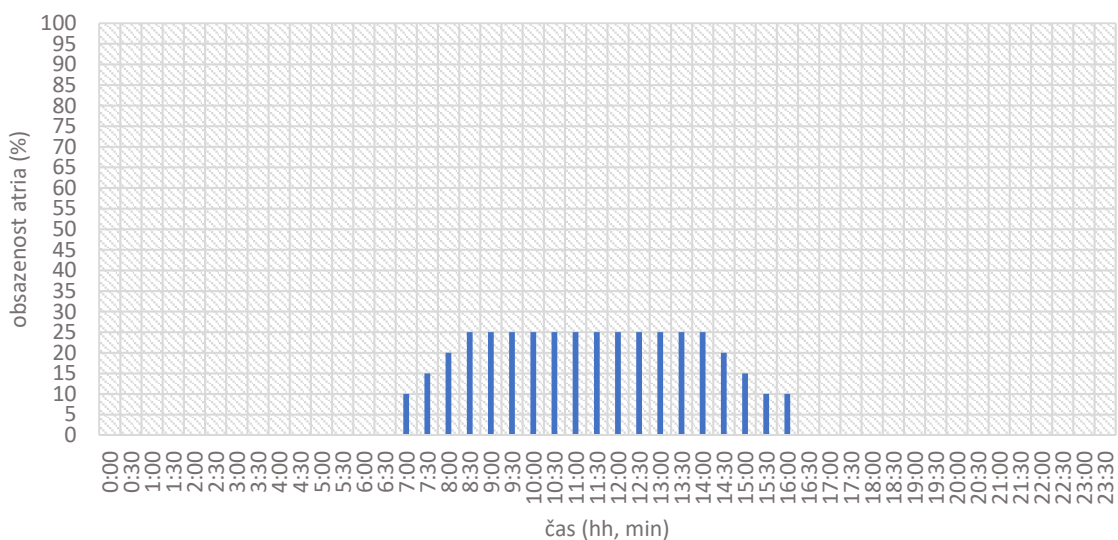
[31] Vizualizace modelu v programu DesignBuilder

Rozvrh obsazenosti atria byl zadáván ve třech variantách. První je varianta prezenčního studia, která probíhá od pondělí do pátku. Tato varianta koresponduje s naměřenými hodnotami v interiéru, kdy byla teplota vzduchu v odpoledních hodinách vždy nejvyšší. Druhá varianta vychází z kombinovaného studia, které probíhá každou sobotu, a které opět koresponduje s plynulejším průběhem teplot z reálného měření v interiéru.

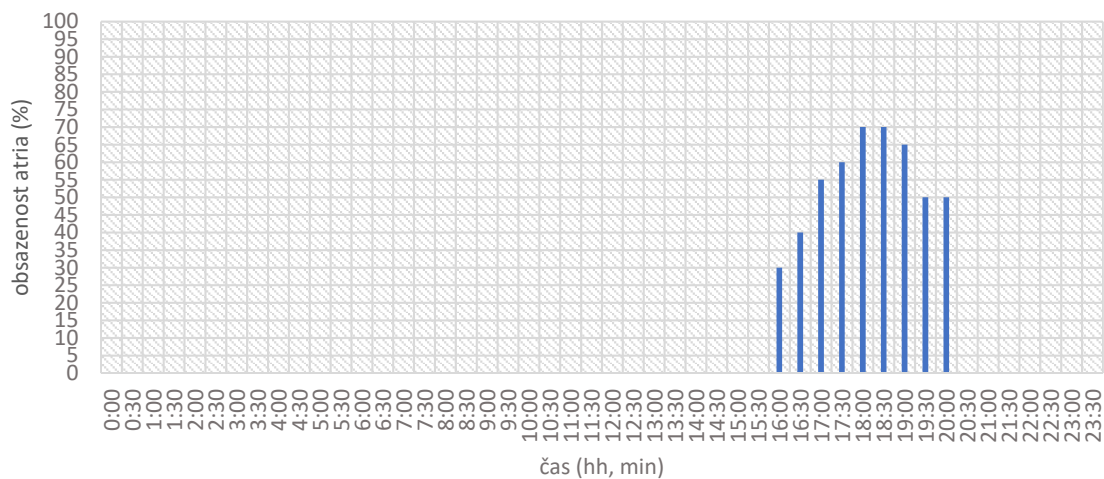
Poslední uvažovanou variantou jsou kulturní akce. Akce se konají nepravidelně, ale často, minimálně čtyřikrát do měsíce. Proto byla uvažována alespoň jedna akce týdně, což se nejvíce blíží skutečnosti. Pro konání akcí byla vybrána neděle večer.



[32] Rozvrh obsazenosti atria – prezenční studium (po – pá)



[33] Rozvrh obsazenosti atria – kombinované studium (so)



[34] Rozvrh obsazenosti atria – kulturní akce (ne)

4.4.4. Uvažované varianty řešení

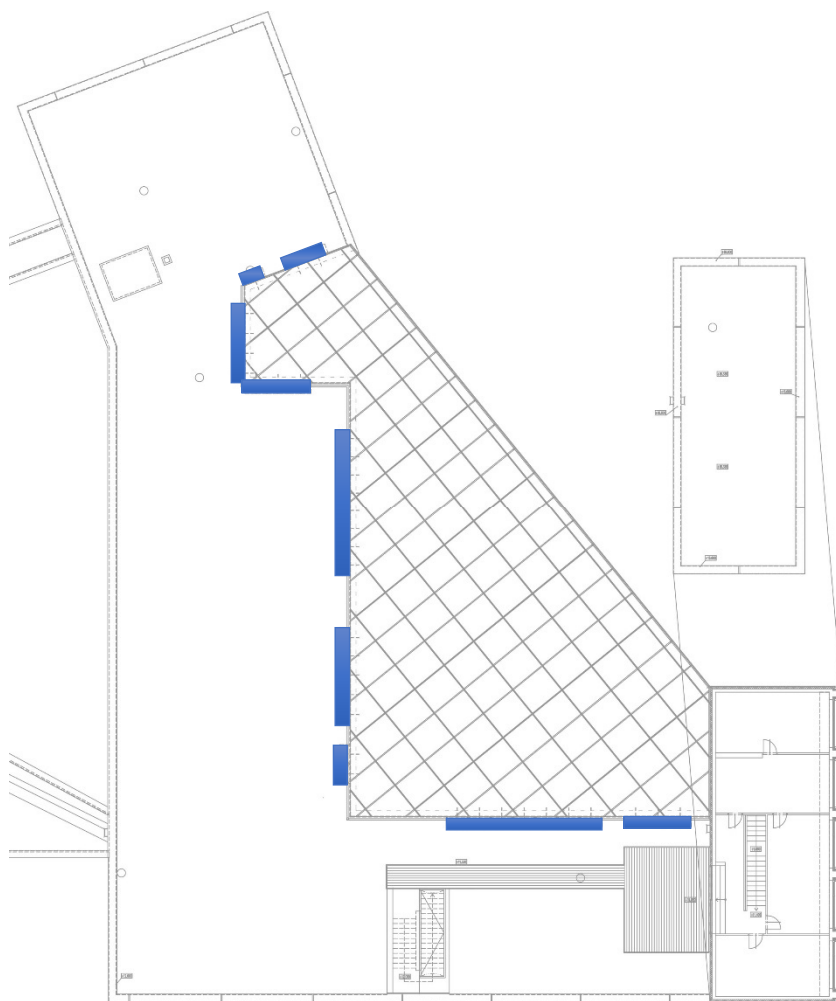
4.4.4.1. Současný stav

Současný stav vychází z výše definovaných parametrů, materiálů, konstrukcí a obsazenosti. Slouží jako výchozí podklad, jehož úpravou byly hledány vhodné varianty zastínění. V této variantě nebyly uvažovány stínící prvky.

4.4.4.2. Noční chlazení

První uvažovanou variantou je využití nočního chlazení. Noční chlazení bylo modelováno pomocí kombinace nuceného větrání přes den (6-20 hod s násobností výměny vzduchu 0,25/hod) a přirozeného větrání v noci (20 – 6 hod s násobností výměny vzduchu 1/hod). Toto chlazení by bylo zajištěno vyklopenými okny například z boku prosklené střechy.

Aby byla tato varianta účinná, musela by se uvažovat podmínka hranice maximální venkovní teploty, při které by se v noci větralo. Pokud by se větralo pravidelně nezávisle na teplotě, mohlo by dojít k tomu, že by se prostor místo ochlazování více ohříval. Omezení maximální teploty venkovního vzduchu bylo v simulaci nastaveno na 25 °C.

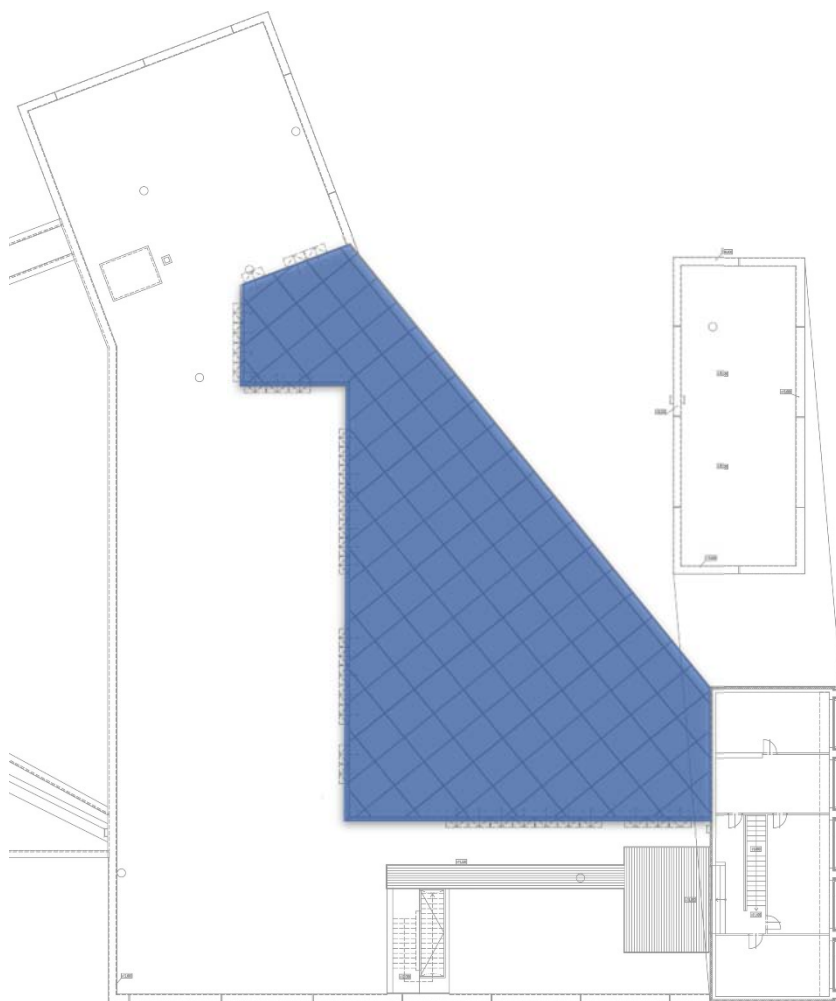


[35] Půdorys střechy s vyznačením rozmístění oken

4.4.4.3. Vnější plachta nad střechou

Druhou uvažovanou variantou je vnější zastínění prosklené střechy. Jednalo by se o konstrukci s plachtou ve výšce 1 m nad prosklenou střechou. Toto řešení by bylo permanentní, tedy částečně architektonicky omezující. Řešením by mohl být potisk plachty rastrem prosklené střechy a vhodně zvolený světlý odstín plachty. Tím by architektonický požadavek atraktivnosti z leteckého pohledu zůstal zachován. Toto řešení bylo modelováno pomocí vytvoření nového stínícího prvku okna, který byl oknu přiřazen. Materiálem plachty by mohly být akrylová nebo polyesterová vlákna.

Permanentně řešena by mohla být pouze konstrukce na plachtu, na kterou by se plachta navíjela. Na okraji kratšího rozměru střechy by byla umístěna kazeta, která by chránila plachtu v případě nepříznivého počasí nebo v případě její nepotřeby. Díky nepravidelnému tvaru střechy by plachta byla pravděpodobně rozdělena na několik částí. Navíjení nebo svíjení plachty by bylo řízeno pomocí čidel slunce a větru. Ovládání plachty by bylo na základě signálu z čidel případně tlačítkem, kdy by se pomocí elektromotoru plachta pohybovala. Plachta by neměla přesahovat přes obrys střechy kvůli zachování architektonických požadavků.



[36] Půdorys střechy s vyznačením uvažovaného umístění plachty



[37] Podobný princip uvažovaného stínění střechy, který se často používá například u zimních zahrad



[38] Podobný princip uvažovaného stínění střechy, který je použit u světlíku

4.4.5. Výsledky simulace

Simulováno bylo letní období v rozmezí 1.4. – 30.9. přednastaveného roku programu 2002. Byla získána hodinová data v tomto období.

Výsledky jednotlivých variant dopadly následovně:

a) Současný stav

- Nejvyšší simulovaná teplota vnitřního vzduchu: **37,31 °C** (8.8 v 17 hodin)
- Nejvyšší simulovaný chladicí výkon: **120,35 kW** (8.8. ve 14 hodin)

b) Noční chlazení

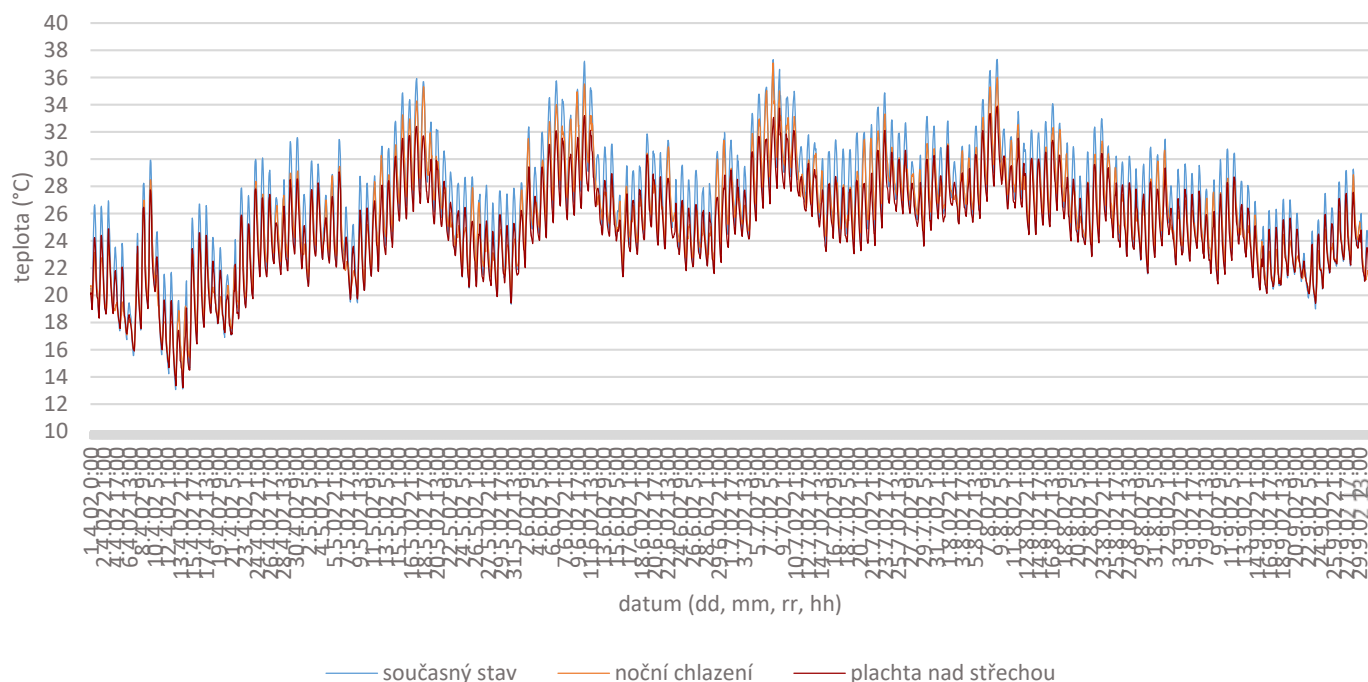
- Nejvyšší simulovaná teplota vnitřního vzduchu: **36 °C** (8.8. v 17 hodin)
- Nejvyšší simulovaný chladicí výkon: **119,48 kW** (8.8. ve 14 hodin)

c) Vnější plachta nad střechou

- Nejvyšší simulovaná teplota vnitřního vzduchu: **33,9 °C** (8.8. v 17 hodin)
- Nejvyšší simulovaný chladicí výkon: **85,73 kW** (8.8. ve 14 hodin)

Z uvedených výsledků je patrné, že nejzatíženějším dnem solárními zisky během letního období je 8. srpna ve 14 hodin. Návrhová hodnota chladicího výkonu byla tedy vybrána jako maximální hodnota simulovaného období.

Všechny uvažované varianty byly zakresleny do grafu, který popisuje průběh teploty vnitřního vzduchu v závislosti na čase. Pro porovnání je zde zakreslen také průběh teplot současného stavu.



[39] Teploty vnitřního vzduchu atria v období 1. 4. – 30. 9. 2002

4.5. Závěr

Výsledný průběh teplot ukazuje, že v případě nočního chlazení je vnitřní teplota vzduchu téměř srovnatelná s původním stavem. Teplota vnitřního vzduchu je zde přibližně 1 až 2 °C nižší. V případě instalace plachty jsou teploty vnitřního vzduchu přibližně o 2 až 6 °C nižší. Z tohoto hlediska vychází lépe varianta instalace plachty.

Vyhodnocení z hlediska nejnižší hodnoty tepelných zisků pro návrh chlazení je stejné jako dle teploty. V případě nočního chlazení, je zjištění návrhové hodnoty pro chladicí výkon v podstatě srovnatelné se současným stavem. Pro tuto uvažovanou variantu by byl významnější přístup z hlediska ušetřených financí, jelikož by se díky nočnímu předchlazení nemuselo atrium tak častěji chladit. Návrhový výkon pro chladicí zařízení by ale zůstal srovnatelný s původním stavem.

Nejlepším řešením pro uživatele i investora by byla **kombinace nočního chlazení a instalace vnější plachty** nad prosklenou střechou. Uživatelům by bylo v prostoru příjemněji a investor by zaplatil méně za energii potřebnou k chlazení atria.

SEZNAM ZDROJŮ A LITERATURY

Literatura:

- [A] GEBAUER, Gunter. *Vzduchotechnika*. Brno: Era, 2007. ISBN 8073660918.
- [B] PAPEŽ, Karel: *Energetické a ekologické systémy budov 2: vzduchotechnika, chlazení, elektroinstalace a osvětlení*. ČVUT, Praha 2007.
- [C] DANIELS, Klaus: *Technika budov – Příručka pro architekty a projektanty*. Jaga 2003. ISBN 80-88905-60-5.

Obrazové zdroje:

- [1 – 3; 5; 10 – 11; 13; 16 – 21; 29] Vlastní fotografie
- [4] Vzdělávací centrum Na Karmeli. In: *Mladá Boleslav: Oficiální web statutárního města* [online]. [cit. 2017-12-22]. Dostupné z: <http://www.mb-net.cz/vzdelavaci-centrum-na-karmeli/g-56454>.
- [6 – 7] Poskytnuté fotografie Vzdělávacím centrem Škoda Auto na Karmeli
- [8] Atrium. In: *Na Karmeli* [online]. [cit. 2017-12-22]. Dostupné z: <http://nakarmeli.cz/galerie/atrium/>.
- [9] Vlastní schéma
- [12] *Mapy Google* [online]. Česko, 2017 [cit. 2017-12-24]. Dostupné z: *Mapy Google* [online]. Česko, 2017 [cit. 2017-12-22]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/@50.4145629,14.903108,144m/data=!3m1!1e3>.
- [14] Vzdělávací centrum Na Karmeli v Mladé Boleslavi: Památky. In: *Kudy z nudy: CzechTourism* [online]. [cit. 2017-11-20]. Dostupné z: <http://www.kudyznudy.cz/aktivity-a-akce/aktivity/vzdelavaci-centrum-na-karmeli-v-mlade-boleslavi.aspx>.
- [15] Světový rekord: Kodiaq a 275 lidí v jedné bublině. In: *ŠKODA Storyboard* [online]. 10.2.2017 [cit. 2017-12-22]. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/spolecnost/svetovy-rekord-kodiaq-275-lidi-v-jedne-bubline/>.
- [22] S3120 Teploměr-vlhkoměr. In: *Comet* [online]. Rožnov pod Radhoštěm [cit. 2017-11-20]. Dostupné z: <http://www.cometsystem.cz/produkty/dataloggery/s3120-teplomer-vlhkomer/reg-S3120>.
- [25] Meteostanice WarioWeather Compact. In: *Meteo - počasí: profesionální meteostanice* [online]. [cit. 2017-11-20]. Dostupné z: <https://www.meteo-pocasi.cz/eshop/meteostanice/meteostanice-warioweather-compact/>.
- [28; 30 – 31] Vlastní obrázky a vizualizace z programu DesignBuilder
- [35 – 36] Projektová dokumentace poskytnutá Vzdělávacím centrem Škoda Auto Na Karmeli
- [37] Markýzy na zimní zahrady a pergoly: Univerzální venkovní markýza pro každou zimní zahradu. In: *Maxilux* [online]. 2017 [cit. 2017-12-23]. Dostupné z: <http://www.maxilux.cz/markyzy/venkovni-markyzy/markyzy-na-zimni-zahradu>.
- [38] Reference: Zastínění střechy proskleného atria knihovny Karla Dvořáčka ve Vyškově. In: *Pelz: technika stínění* [online]. 2008 [cit. 2017-12-23]. Dostupné z: <http://www.pelz.cz/old/?menu=reference&id=101>.

Zdroje grafů:

- [23 – 24] Vlastní grafy zpracovány na základě měření přístrojem Comet S3120
- [26 – 27] Počasí z meteostanice Mladá Boleslav. In: *Meteo-pocasi* [online]. 12.11.2007 [cit. 2017-11-12]. Dostupné z: <https://www.meteo-pocasi.cz/maps/cz/stredocesky/438-meteostanice-mlada-boleslav/>.
- [32 – 34; 39] Vlastní grafy zpracovány na základě programu DesignBuilder

Použité programy:

DesignBuilder v5: Free 30 day evaluation. *DesignBuilder* [online]. [cit. 2017-12-25]. Dostupné z: <https://designbuilder.co.uk/software/free-30-day-evaluation>.