



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKY ÚSPORNÁ BUDOVA KINA S GALERIÍ

ENERGY EFFICIENT BUILDING OF CINEMA AND GALLERY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Pavel Kučírek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR BLASINSKI, Ph.D.

BRNO 2022



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N0732A260018 Environmentálně vyspělé budovy
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Specializace	bez specializace
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Pavel Kučírek
Název	Energeticky úsporná budova kina s galerií
Vedoucí práce	Ing. Petr Blasinski, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2021
Datum odevzdání	14. 1. 2022

V Brně dne 31. 3. 2021

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
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

Práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony, vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb.

Osnova práce:

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran

B. Výpočtová část

- analýza objektu – rozdělení na funkční celky VZT, koncepční řešení celé budovy, vedoucí zadá

2-3 zařízení k dalšímu rozpracování

- tepelné bilance,
- průtoky vzduchu, tlakové poměry
- distribuce vzduchu,
- dimenzování potrubí a tlaková ztráta,
- úpravy vzduchu návrh VZT jednotek (hx diagramy),
- útlum hluku

C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: výkresy dvoučarově, půdorysy + řezy (řešené místnosti, strojovna) legenda prvků, 1:50 (1:100) – budou uloženy samostatně jako přílohy, technická zpráva (tabulka místností, tabulka zařízení), položková specifikace, funkční (regulační) schéma.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).

2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce je návrh nové budovy kina s galerií a jejího technického vybavení. Nepodsklepená budova tvaru L je z poloviny jednopodlažní a z poloviny dvoupodlažní. Nejdůležitější jsou místnosti v přízemí – galerie, kino, foyer a zázemí zaměstnanců. V druhém patře se nachází projekční místnost, místnost zvukaře, nahrávací studio a úpravný zvuku. Nosné i nenosné stěny tvoří plynosilikátové tvárnice, vodorovné nosné prvky jsou navrženy z monolitického železobetonu. Železobetonové schodiště vede do druhého podlaží. Izolace je řešena certifikovanou skladbou ETICS. V budově se nachází 4 vzduchotechnické jednotky řízené pomocí MaR. Na ploché střeše se nachází fotovoltaická elektrárna, je také navržen systém pro využití dešťové vody. Projekt a vizualizace byly zpracovány v software ArchiCAD, MS excel, DEK, Halton HIT, AeroCAD.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vzduchotechnika, kino, galerie, systémy TZB, MaR, koncentrace CO₂

ABSTRACT

The aim of the master project is to design a new building of the cinema with gallery and to design technical equipment. The building is „L“ shaped, the half of the building is single-storey and the other half is two-storey, there is no basement. The most important rooms are on the ground floor – gallery, cinema, foyer and staff rooms. On the second floor there is projector room, sound engineer room, recording room and other sound adjusting rooms. The vertical loadbearing and non-loadbearing walls are designed from aerated concrete blocks, horizontal structure are cast-in-place reinforced slabs, the roof is flat. There is a reinforced concrete staircase that leads to the second floor, the building is insulated by ETICS. There are 4 HVAC units designed in the building, units are controlled with monitoring and controlling unit, also there are photovoltaics and rainwater storage systems designed. The project and visualizations were made in the ArchiCAD, MS excel, DEK, Halton HIT, AeroCAD software.

Experiment validates measured data with mathematical analytics model that I used in 7 theoretical models of ventilator controlling possibilities to achieve energy savings. Results will be compared and assessed.

KEYWORDS

Aircoditioning, cinema, gallery, technical equipment systems, MaC, CO₂ concentration

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Pavel Kučírek *Energeticky úsporná budova kina s galerií*. Brno, 2022. 93s., 531s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov.

Vedoucí práce Ing. Petr Blasinski, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Energeticky úsporná budova kina s galerií* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 14. 1. 2022

Pavel Kučírek
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Energeticky úsporná budova kina s galerií* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 14. 1. 2022

Pavel Kučírek
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucímu diplomové i bakalářské práce Ing. Petrovi Blasinskému, Ph.D. za užitečné rady, věnovaný čas, obdivuhodnou ochotu při konzultacích, vstřícnost a přátelský přístup.

Dále bych chtěl poděkovat Ing. Petru Jelínkovi, Ph.D za čas vložený do konzultací i mimo výuku

a v neposlední řadě také kolegovi studentovi Bc. Milanu Bachmayerovi za morální podporu počas celého studia, vstřícnost a asistenci při měření.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKY ÚSPORNÁ BUDOVA KINA S GALERIÍ

ENERGY EFFICIENT BUILDING OF CINEMA AND GALLERY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Pavel Kučírek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR BLASINSKI, Ph.D.

BRNO 2022

OBSAH

A.	STAVEBNÍ ČÁST.....	17
A.1	PRŮVODNÍ ZPRÁVA	17
A.1.1	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE	17
A.1.2	ÚDAJE O STAVEBNÍKOVĚ.....	17
A.1.3	ÚDAJE O ZPRACOVATELI PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE	17
A.1.4	SEZNAM VSTUPNÍCH PODKLADŮ.....	17
A.1.5	ÚDAJE O ÚZEMÍ	18
A.1.5.1	ROZSAH ŘEŠENÉHO ÚZEMÍ	18
A.1.5.2	DOSAVADNÍ VYUŽITÍ A ZASTAVĚNOST ÚZEMÍ	18
A.1.5.3	ÚDAJE O OCHRANĚ ÚZEMÍ PODLE JINÝCH PRÁVNÍCH PŘEDPISŮ	18
A.1.5.4	ÚDAJE O ODTOKOVÝCH POMĚRECH.....	18
A.1.5.5	ÚDAJE O SOULADU S ÚZEMNĚ PLÁNOVACÍ DOKUMENTACÍ, S CÍLÍ A ÚKOLY ÚZEMNÍHO PLÁNOVÁNÍ.....	18
A.1.5.6	ÚDAJE O DODRŽENÍ OBECNÝCH POŽADAVKŮ NA VYUŽITÍ ÚZEMÍ	18
A.1.5.7	ÚDAJE O SPLNĚNÍ POŽADAVKŮ DOTČENÝCH ORGÁNŮ	18
A.1.5.8	SEZNAM VÝJIMEK A ÚLEVOVÝCH ŘEŠENÍ.....	19
A.1.6	SEZNAM SOUVISEJÍCÍCH A PODMIŇUJÍCÍCH INVESTIC.....	19
A.1.6.1	SEZNAM POZEMKŮ A STAVEB DOTČENÝCH PROVÁDĚNÍM STAVBY (PODLE KATASTRU NEMOVITOSTÍ).....	19
A.1.7	ÚDAJE O STAVBĚ	19
A.1.7.1	NOVÁ STAVBA NEBO ZMĚNA DOKONČENÉ STAVBY	19
A.1.7.2	ÚČEL UŽÍVÁNÍ STAVBY	19
A.1.7.3	TRVALÁ NEBO DOČASNÁ	19
A.1.7.4	ÚDAJE O OCHRANĚ STAVBY PODLE JINÝCH PŘEDPISŮ.....	19
A.1.7.5	ÚDAJE O DODRŽENÍ TECHNICKÝCH POŽADAVKŮ NA STAVBY A OBECNÝCH TECHNICKÝCH POŽADAVKŮ ZABEZPEČUJÍCÍCH BEZBARIÉROVÉ UŽÍVÁNÍ STAVEB	19
A.1.7.6	ÚDAJE O SPLNĚNÍ POŽADAVKŮ DOTČENÝCH ORGÁNŮ A POŽADAVKŮ VYPLÝVAJÍCÍCH Z JINÝCH PRÁVNÍCH PŘEDPISŮ	19
A.1.7.7	NAVRHOVANÉ KAPACITY STAVBY	20
A.1.7.8	ZÁKLADNÍ BILANCE STAVBY	20
A.1.7.9	ENERGETICKÁ BILANCE V DOKUMENTACI KE STAVEBNÍMU ŘÍZENÍ:	20
A.1.7.10	KOMUNÁLNÍ ODPAD	20
A.1.7.11	ZÁKLADNÍ PŘEDPOKLADY VÝSTAVBY	20
A.1.7.12	ORIENTAČNÍ NÁKLADY NA VÝSTAVBU	20
A.1.7.13	ČLENĚNÍ STAVBY NA OBJEKTY A TECHNICKÁ A TECHNOLOGICKÁ ZAŘÍZENÍ	21
A.2	SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA.....	21
A.2.1	POPIS ÚZEMÍ STAVBY	21
A.2.1.1	CHARAKTERISTIKA STAVEBNÍHO POZEMKU	21
A.2.1.2	VÝČET A ZÁVĚRY PROVEDENÝCH PRŮZKUMŮ A ROZBORŮ (GEOLOGICKÝ PRŮZKUM, HYDROGEOLOGICKÝ PRŮZKUM, STAVEBNĚ-HISTORICKÝ PRŮZKUM)	21
A.2.1.3	STÁVAJÍCÍ OCHRANNÁ A BEZPEČNOSTÍ PÁSMA	21
A.2.1.4	POLOHA VZHLEDEM K ZÁPLAVOVÉMU ÚZEMÍ, PODDOLOVANÉMU ÚZEMÍ	21

A.2.1.5	VLIV STAVBY NA OKOLNÍ STAVBY A POZEMKY, OCHRANA OKOLÍ, VLIV STAVBY NA ODTOKOVÉ POMĚRY V OKOLÍ.....	22
A.2.1.6	POŽADAVKY NA SANACE, DEMOLICE, KÁCENÍ DŘEVIN	22
A.2.1.7	POŽADAVKY NA MAXIMÁLNÍ ZÁBORY ZEMĚDĚLSKÉHO PŮDNÍHO FONDU NEBO POZEMKŮ URČENÝCH K PLNĚNÍ FUNKCE LESA (DOČASNÉ/ TRVALÉ).....	22
A.2.1.8	ÚZEMNĚ TECHNICKÉ PODMÍNKY (ZEJMÉNA MOŽNOST NAPOJENÍ NA STÁVAJÍCÍ DOPRAVNÍ A TECHNICKOU INFRASTRUKTURU).....	22
A.2.1.9	VĚCNÉ A ČASOVÉ VAZBY STAVBY, PODMIŇUJÍCÍ, VYVOLANÉ, SOUVISEJÍCÍ INVESTICE	22
A.3	CELKOVÝ POPIS STAVBY.....	23
A.3.1	ÚČEL UŽÍVÁNÍ STAVBY, ZÁKLADNÍ KAPACITY FUNKČNÍCH JEDNOTEK	23
A.3.2	CELKOVÉ URBANISTICKÉ A ARCHITEKTONICKÉ ŘEŠENÍ.....	23
A.3.2.1	URBANISMUS – ÚZEMNÍ REGULACE, KOMPOZICE PROSTOROVÉ ŘEŠENÍ	23
A.3.2.2	ARCHITEKTONICKÉ ŘEŠENÍ – KOMPOZICE TVAROVÉHO ŘEŠENÍ, MATERIÁLOVÉ A BAREVNÉ ŘEŠENÍ	23
A.3.3	CELKOVÉ PROVOZNÍ ŘEŠENÍ, TECHNOLOGIE VÝROBY	23
A.3.3.1	PROVOZNÍ ŘEŠENÍ	23
A.3.3.2	TECHNOLOGIE VÝROBY.....	23
A.3.4	BEZBARIÉROVÉ ŘEŠENÍ	24
A.3.5	BEZPEČNOST PŘI UŽÍVÁNÍ STAVBY	24
A.3.6	ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA OBJEKTU.....	24
A.3.6.1	STAVEBNÍ ŘEŠENÍ.....	24
A.3.6.2	KONSTRUKČNÍ A MATERIÁLOVÉ ŘEŠENÍ.....	24
A.3.6.3	MECHANICKÁ ODOLNOST A STABILITA	24
A.3.7	ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA TECHNICKÝCH A TECHNOLOGICKÝCH ZAŘÍZENÍ	24
A.3.7.1	TECHNICKÉ ŘEŠENÍ	24
A.3.7.2	BILANCE POTŘEB.....	25
A.3.7.3	KANALIZACE.....	25
A.3.7.4	VZDUCHOTECHNIKA	25
A.3.7.5	VYTÁPĚNÍ	25
A.3.7.6	CHLAZENÍ	25
A.3.7.7	FOTOVOLTAIKA.....	25
A.3.7.8	OSVĚTLENÍ.....	26
A.3.8	POŽÁRNĚ-BEZPEČNOSTNÍ ŘEŠENÍ	26
A.3.9	ZÁSADY HOSPODAŘENÍ S ENERGIEMI	26
A.3.9.1	KRITÉRIA TEPELNĚ TECHNICKÉHO POSOUZENÍ	26
A.3.9.2	ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY.....	26
A.3.10	HYGIENICKÉ POŽADAVKY NA STAVBY, POŽADAVKY NA PRACOVNÍ A KOMUNÁLNÍ PROSTŘEDÍ.....	26
A.3.11	OCHRANA STAVBY PŘED NEGATIVNÍMI ÚČINKY VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ	26
A.3.11.1	OCHRANA PŘED PRONIKÁNÍM RADONU Z PODLOŽÍ.....	26
A.3.11.2	OCHRANA PŘED BLUDNÝMI PROUDY	26
A.3.11.3	OCHRANA PŘED TECHNICKOU SEISMICITOU	26
A.3.11.4	OCHRANA PŘED HLUKEM	27
A.3.11.5	PROTIPOVODŇOVÁ OPATŘENÍ.....	27

A.4	PŘIPOJENÍ NA TECHNICKOU INFRASTRUKTURU	27
A.4.1	NAPOJOVACÍ MÍSTA TECHNICKÉ INFRASTRUKTURY	27
A.4.1.1	PŘIPOJOVACÍ ROZMĚRY, VÝKONOVÉ KAPACITY A DÉLKY.....	27
A.5	DOPRAVNÍ ŘEŠENÍ	28
A.5.1	POPIS DOPRAVNÍHO ŘEŠENÍ	28
A.5.2	NAPOJENÍ ÚZEMÍ NA STÁVAJÍCÍ DOPRAVNÍ INFRASTRUKTURU.....	28
A.5.2.1	DOPRAVA V KLIDU	28
A.5.2.2	PĚŠÍ A CYKLISTICKÉ STEZKY	28
A.6	ŘEŠENÍ VEGETACE A SOUVISEJÍCÍCH TERÉNNÍCH ÚPRAV.....	28
A.6.1.1	TERÉNNÍ ÚPRAVY	28
A.6.1.2	POUŽITÉ VEGETAČNÍ PRVKY.....	28
A.6.1.3	BIOTECHNICKÁ OPATŘENÍ.....	28
A.7	POPIS VLIVU STAVBY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ A JEHO OCHRANA.....	28
A.7.1.1	VLIV NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ – OVZDUŠÍ, HLUK, VODA, ODPADY A PŮDA	28
A.7.1.2	VLIV NA PŘÍRODU A KRAJINU, ZACHOVÁNÍ EKOLOGICKÝCH FUNKCÍ A VAZEB V KRAJINĚ	29
A.7.1.3	VLIV NA SOUSTAVU CHRÁNĚNÝCH ÚZEMÍ NATURA 2000.....	29
A.7.1.4	NÁVRH ZOHLEDNĚNÍ PODMÍNEK ZE ZÁVĚRU ZJIŠŤOVACÍCH ŘÍZENÍ NEBO STANOVISEK EIA.	29
A.7.1.5	NAVROVANÁ OCHRANA A BEZPEČNOSTNÍ PÁSMO, ROZSAH OMEZENÍ A PODMÍNKY OCHRANY PODLE JINÝCH PRÁVNÍCH PŘEDPISŮ.	29
A.8	OCHRANA OBYVATELSTVA.....	29
A.9	ZÁSADY ORGANIZACE VÝSTAVBY	29
A.9.1.1	POTŘEBY A SPOTŘEBY ROZHODUJÍCÍCH MEDIÍ A HMOT, JEJICH ZAJIŠTĚNÍ	29
A.9.1.2	ODVODNĚNÍ STAVENIŠTĚ	29
A.9.1.3	NAPOJENÍ STAVENIŠTĚ STÁVAJÍCÍ A DOPRAVNÍ TECHNICKOU INFRASTRUKTURU	29
A.9.1.4	VLIV PROVÁDĚNÍ STAVBY NA OKOLNÍ STAVBY A POZEMKY	29
A.9.1.5	OCHRANA OKOLÍ STAVENIŠTĚ A POŽADAVKY NA SOUVISEJÍCÍ SANACE, DEMOLICE, KÁCENÍ DŘEVIN	29
A.9.1.6	MAXIMÁLNÍ ZÁBORY PRO STAVENIŠTĚ (DOČASNÉ/TRVALÉ)	30
A.9.1.7	MAXIMÁLNÍ PRODUKOVANÁ MNOŽSTVÍ DRUHŮ ODPADŮ A EMISÍ PŘI VÝSTAVBĚ, JEJICH LIKVIDACE	30
A.9.1.8	BILANCE ZEMNÍCH PRACÍ, POŽADAVKY NA PŘESUN A DEPONII ZEMIN 30	
A.9.1.9	OCHRANA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ PŘI VÝSTAVBĚ.....	30
A.9.1.10	ZÁSADY BEZPEČNOSTI PRÁCE A OCHRANY ZDRAVÍ PŘI PRÁCI	30
A.9.1.11	ÚPRAVY PRO BEZBARIÉROVÉ UŽÍVÁNÍ VÝSTAVBOU DOTČENÝCH STAVEB	30
A.9.1.12	ZÁSADY PRO DOPRAVNĚ INŽENÝRSKÉ OPATŘENÍ	30
A.9.1.13	STANOVENÍ SPECIÁLNÍCH PODMÍNEK PRO PROVÁDĚNÍ (PROVÁDĚNÍ STAVBY ZA PROVOZU, OPATŘENÍ PROTI ÚČINKŮM VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ PŘI VÝSTAVBĚ APOD.)	30
A.9.1.14	POSTUP VÝSTAVBY	30
B.	NÁVRH TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV	31

B.1	NÁVRH UMĚLENÉHO OSVĚTLENÍ	31
B.1.1	TOKOVÁ METODA	31
B.1.1.1	SVĚTELNÝ TOK	31
B.1.1.2	ČINITEL PROSTORU	31
B.1.2	NÁVRH POČTU SVÍTIDEL V OSVĚTLOVANÉM PROSTORU	32
B.1.3	SPECIFIKACE NAVRŽENÝCH SVĚTEL	33
B.1.3.1	PODHLADOVÝ LED PANEL	33
B.1.3.2	PODHLADOVÝ LED PANEL	33
B.1.3.3	DIVADELNÍ REFLEKTOR	34
B.1.3.4	BODOVÉ SVĚTLO	34
B.2	PITNÁ A SRÁŽKOVÁ VODA	35
B.2.1	PRŮMĚRNÁ DENNÍ POTŘEBA VODY	35
B.2.2	MAXIMÁLNÍ DENNÍ POTŘEBA VODY	35
B.2.3	MAXIMÁLNÍ HODINOVÁ POTŘEBA VODY	35
B.2.4	ROČNÍ POTŘEBA VODY	35
B.2.5	ROČNÁ POTŘEBA NEPITNÉ VODY	36
B.2.6	ROČNÍ NÁTOK SRÁŽKOVÉ VODY	36
B.2.7	VELIKOST NÁDRŽE PRO ZADRŽENÍ SRÁŽKOVÉ VODY	38
B.2.7.1	DOBA PŘEKLENUTÍ SUCHÉHO OBDOBÍ	38
B.2.7.2	PROSTÁ DOBA NÁVRATNOSTI INVESTICE	38
B.3	NUCENÉ VĚTRÁNÍ	40
B.3.1	VSTUPNÍ PARAMETRY	40
B.3.2	NAVRŽENÉ JEDNOTKY A ZÓNY	40
B.3.3	GRAFICKÉ ROZDĚLENÍ ZÓN	41
B.3.4	NAVRŽENÉ VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY	44
B.4	VYTÁPĚNÍ	48
B.4.1	VÝPOČET ZDROJE TEPLA	48
B.4.1.1	TEPELNÁ ZTRÁTA BUDOVY	48
B.4.1.2	TEPELNÁ ZTRÁTA INFILTRACÍ	49
B.4.2	POTŘEBA TEPLÉ VODY	50
B.4.2.1	OBJEM ZÁSOBNÍKOVÉHO OHŘÍVAČE	50
B.4.2.2	VÝKON TOPNÉ VLOŽKY OHŘÍVAČE	51
B.4.2.3	ZTRÁTA NA STRANĚ VODOVODU	51
B.4.2.4	VELIKOST TEPLOSMĚNNÉ PLOCHY	51
B.4.2.5	AKUMULAČNÍ NÁDRŽ	52
B.4.3	NÁVRH ZDROJE TEPLA	52
B.4.3.1	PŘÍPOJNÝ VÝKON TEPELNÉHO ČERPADLA	52
B.5	CHLAZENÍ	53
B.5.1	UVAŽOVANÁ ZAŘÍZENÍ	53
B.5.1.1	VENKOVNÍ JEDNOTKA	53
B.5.1.2	VNITŘNÍ JEDNOTKY	54
B.5.2	STANOVENÍ TEPELNÉ ZÁTĚŽE	54
B.5.2.1	OSLUNĚNÁ ČÁST OKNA	55
B.5.2.2	TEPELNÝ ZISK SLUNEČNÍ RADIACÍ PRO JEDNO OKNO	55
B.5.2.3	TEPELNÝ ZISK KONVEKCE OKEN	56
B.5.2.4	CELKOVÁ ZÁTĚŽ OKNY	56
B.5.2.5	TEPELNÁ ZÁTĚŽ VNĚJŠÍCH STĚN	56
B.5.2.6	STĚNA STŘEDNĚ TĚŽKÁ	56
B.5.2.7	TEPELNÁ ZÁTĚŽ VNITŘNÍCH STĚN	56

B.5.2.8	PRODUKCE TEPLA OD LIDÍ A POKRMŮ	56
B.5.2.9	TEPELNÁ PRODUKCE SVÍTEL	57
B.5.3	ANALYTICKÝ VÝPOČET	58
B.5.4	NAVRŽENÍ JEDNOTKY ZDROJE	63
B.6	FOTOVOLTAIKA	65
B.6.1	KONKRETIZACE VÝROBKŮ	65
B.6.2	DATA PRO VÝPOČET	66
B.6.3	INTENZITA DOPADAJÍCÍ ENERGIE	67
B.6.4	DOBA SLUNEČNÍHO SVITU	69
B.6.5	ÚČINNOST PANELU	70
B.6.6	ODHADOVANÁ SPOTŘEBA ELEKTRICKÉ ENERGIE	71
B.6.7	PLOCHY STŘECHY A JEJICH VYUŽITÍ	73
B.6.8	CELKOVÁ PRODUKCE A SPOTŘEBA, UKLÁDÁNÍ	73
B.6.9	POKRYTÍ POTŘEB ELEKTRICKÉ ENERGIE	75
B.6.10	POKRYTÍ POTŘEB VÝROBOU	76
B.6.10.1	MĚSÍČNÍ PRODUKCE ELEKTRICKÉ ENERGIE	76
B.6.11	CELOROČNÍ BILANCE	77
C.	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	78
C.1	ÚVOD	78
C.2	VERIFIKACE MATEMATICKÉHO MODELU	79
C.2.1	VSTUPNÍ DATA PRO MĚŘENÍ	79
C.2.2	MĚŘÍCÍ PŘÍSTROJE POMŮCKY	80
C.3	PŘÍPRAVA A POSTUP MĚŘENÍ	81
C.3.1	PARAMETRY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ:	82
C.3.2	PARAMETRY VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ	82
C.4	VÝPOČETNÍ MODEL A POPIS VARIANT	84
C.4.1	VÝPOČETNÍ MODEL	84
C.4.2	VARIANTY REGULACE	85
C.5	TEORETICKÉ APLIKOVÁNÍ	87
C.5.1	VARIANTA 1	88
C.5.2	VARIANTA 2	88
C.5.3	VARIANTA 3	89
C.5.4	VARIANTA 4	89
C.5.5	VARIANTA 5	90
C.5.6	VARIANTA 6	91
C.5.7	VARIANTA 7	91
C.6	VYHODNOCENÍ	92
C.7	ZÁVĚR	93
D.	POUŽITÉ ZDROJE	95
E.	SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ	96
E.1	OBRÁZKY	96
E.2	TABULKY	96
E.3	GRAFY	97

Úvod

Cílem diplomové práce je návrh energeticky úsporné budovy kina s galerií spolu s technickým vybavením. Dokumentace je zpracovávána pro stavební povolení (DSP). Celý návrh se snaží využít moderní materiály, poznatky a technologie technických zařízení tak, aby se docílilo efektivního, ekologického a ekonomického provozu.

Celá práce je řešena v rámci aktuálních norem, nařízení a vyhlášek.

Budova kina s galerií využívá stěnový zděný systém, kde byl na svislé konstrukce využit materiál Ytong, na vodorovné nosné konstrukce monolitický železobeton. Zateplení celého objektu je provedeno pomocí certifikovaného systému ETICS od společnosti Knauf. Střechy jsou řešené jako ploché s klasickým pořadím vrstev na vaznicích nad galerií a kinosálem, a na železobetonové desce ve zbylé části objektu, opláštěné fólií lehkého typu. Základové konstrukce tvoří monolitické pasy z prostého betonu.

A.STAVEBNÍ ČÁST

A.1 Průvodní zpráva

A.1.1 Identifikační údaje

Název stavby: Energeticky úsporná budova kina s galerií

Místo stavby: třída generála Píky, par.č. 465/150,151,152, Brno

Katastrální území: Brno, Černá pole, 610771

Předmět projektové dokumentace: Novostavba pro kulturu.

Stupeň projektové dokumentace: Dokumentace pro stavební povolení (DSP).

A.1.2 Údaje o stavebníkovi

Investor: Magistrát města Brna

Malinovského náměstí 624/3

602 00 Brno-město

A.1.3 Údaje o zpracovateli projektové dokumentace

Projektoval: Pavel Kučírek

Kontroloval: Ing. Petr Jelínek, Ph.D.

Vedoucí práce Ing. Petr Blasinski, Ph.D.

A.1.4 Seznam vstupních podkladů

- Výpis z katastru nemovitostí
- Uzemní plán města Brna
- Plán technické infrastruktury
- Geologické informace o oblasti
- Radonová mapa
- Vizuální prohlídka

A.1.5 Údaje o území

A.1.5.1 Rozsah řešeného území

Budova kina s galerií se nachází na stavební parcele 465/150,151,152. Územní plán definuje určení pozemku jako: smíšené plochy výroby a služeb, kde jsou přípustné stavby pro kulturní účely. Pozemek je velmi mírně svažité, v majetku města. V blízkosti se nacházejí smíšené plochy.

A.1.5.2 Dosavadní využití a zastavěnost území

Podle územního plánu se jedná o zastavitelnou plochu. Aktuálně se na parcele, vedené jako orná půda, nachází pouze travní porost a menší keře. Přístup k pozemku vede místní komunikace z ulice třída generála Píky.

A.1.5.3 Údaje o ochraně území podle jiných právních předpisů

Stavba se nachází na pozemku určeném k zástavbě, v její lokalitě se nenachází žádná ochranná pásma, chráněné ani záplavové území okolních vodních toků.

A.1.5.4 Údaje o odtokových poměrech

V okolí stavby se nachází pouze jednotná kanalizace, na kterou bude budova napojena. Srážková voda ze střech a zpevněných ploch bude sbírána a akumulována v nádržích na to určených. Taková voda bude použita pro krytí potřeb nepitné vody a zálahu zelených ploch. Případné přebytky dešťové vody jsou napojeny na vsakovací zařízení.

A.1.5.5 Údaje o souladu s územně plánovací dokumentací, s cíli a úkoly územního plánování

Podle územního plánu města Brna má parcela druh plochy: stavební, funkce: smíšená plocha, funkční typ: smíšená plocha výroby a služeb. Projektová dokumentace kina s galerií vyhovuje cílům územního plánování města Brna ve všech bodech.

A.1.5.6 Údaje o dodržení obecných požadavků na využití území

Navrhovaná stavba je řešena v souladu s obecnými požadavky dané lokality a je v souladu s funkčním typem území – smíšená plocha výroby a služeb.

A.1.5.7 Údaje o splnění požadavků dotčených orgánů

Všechny dotčených orgánů vydaly k žádostem kladný souhlas. Provedení bude v souladu s požadavky dotčených orgánů.

A.1.5.8 Seznam výjimek a úlevových řešení

Nejsou řešeny žádná úlevová řešení ani výjimky.

A.1.6 Seznam souvisejících a podmiňujících investic

Podmíněné investice jsou tvořeny napojením stavby na stávající inženýrské sítě, tj. vodovod, elektrická síť NN, plyn, jednotná kanalizace. Hranice přípojek je stanovena na hranici pozemku.

A.1.6.1 Seznam pozemků a staveb dotčených prováděním stavby (podle katastru nemovitostí)

Sousedící pozemky nacházející se v katastrálním území města Brna

Č.p. 465/60 obec Brno Černá pole, 610771, orná půda

Č.p. 465/41 obec Brno Černá pole, 610771, orná půda

Č.p. 465/98 obec Brno Černá pole, 610771, pozemní komunikace

A.1.7 Údaje o stavbě

A.1.7.1 Nová stavba nebo změna dokončené stavby

Budova kina s galerií je nová stavba.

A.1.7.2 Účel užívání stavby

Stavba bude sloužit pro kulturní účely.

A.1.7.3 Trvalá nebo dočasná

Jedná se o trvalou stavbu.

A.1.7.4 Údaje o ochraně stavby podle jiných předpisů

Navržená stavba není žádným způsobem památkově ani kulturně chráněna.

A.1.7.5 Údaje o dodržení technických požadavků na stavby a obecných technických požadavků zabezpečujících bezbariérové užívání staveb

Stavba byla navržena v souladu s vyhláškou č.268/2009 Sb. o obecných technických požadavcích na výstavbu. Jedná se o dvoupodlažní budovu navrženou v souladu s vyhláškou 398/2009 Sb. o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb.

A.1.7.6 Údaje o splnění požadavků dotčených orgánů a požadavků vyplývajících z jiných právních předpisů

Požadavky dotčených orgánů a požadavky vyplývající z jiných právních předpisů jsou splněny.

A.1.7.7 Navrhované kapacity stavby

Zastavěná plocha:	1216 m ²
Užitná plocha:	1303,54 m ²
Navrhované kapacity:	78 míst v kině, 55 míst v galerii, 32 zaměstnanců
Zpevněná plocha:	1162 m ²
Počet podlaží:	2
Počet objektů:	SO01 Budova kina s galerií

A.1.7.8 Základní bilance stavby

Bilance potřeby vody:

Průměrná denní spotřeba vody:	748 l/den
Roční spotřeba vody:	189 m ³ /rok

Bilance množství odpadních vod

Průměrný denní odtok:	748 l/den
Roční odtok:	189 m ³ /rok

Je uvažováno využití srážkové vody.

A.1.7.9 Energetická bilance v dokumentaci ke stavebnímu řízení:

Třída energetické náročnosti: A

Více viz příloha A.1.5.

A.1.7.10 Komunální odpad

S odpadem vzniklým užíváním hotové stavby bude nakládáno v souladu s místním systémem komunálního odpadového hospodářství.

A.1.7.11 Základní předpoklady výstavby

Předpokládané zahájení výstavby: 6/2022

Předpokládané dokončení výstavby: 6/2024

A.1.7.12 Orientační náklady na výstavbu

Předpokládané vynaložené náklady: 50 mil. Kč bez DPH

A.1.7.13 Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení

SO01	Kino s galerií
SO02	Parkoviště
SO03	Přípojka NN
SO04	Plynová přípojka NTL
SO05	Přípojka vodovodu
SO06	Přípojka kanalizační, jednotná
SO07	Oplocení pozemku
SO08	Dešťové vedení to RN

A.2 Souhrnná technická zpráva

A.2.1 Popis území stavby

A.2.1.1 Charakteristika stavebního pozemku

Budova kina s galerií se nachází v katastru města Brna, Černá pole na parcelách 465/150,151,152. Rozloha pozemku činí 4551,84 m². Podle územního plánu je pozemek určen pro obchod a služby, je majetkem obce a mírně svažité.

A.2.1.2 Výčet a závěry provedených průzkumů a rozborů (geologický průzkum, hydrogeologický průzkum, stavebně-historický průzkum)

Výsledky hydrologického a geologického průzkumu:

Podle provedeného hydro-geologického průzkumu se v lokalitě nachází hlinito-písčité zemině pevné konzistence bez působení spodní vody s malým radonovým indexem. Není třeba provádět zvláštní protiradonová opatření. Úroveň spodní vody se nachází v hloubce 6 m.

A.2.1.3 Stávající ochranná a bezpečnostní pásma

Jsou stanovena správci sítí s dotčenými orgány.

A.2.1.4 Poloha vzhledem k záplavovému území, poddolovanému území

Pozemek neleží v záplavovém ani poddolovaném území.

A.2.1.5 Vliv stavby na okolní stavby a pozemky, ochrana okolí, vliv stavby na odtokové poměry v okolí

Během své životnosti stavba nebude mít negativní vliv na své okolí. V okolí nebudou narušeny současné odtokové poměry.

A.2.1.6 Požadavky na sanace, demolice, kácení dřevin

Kvůli nové stavbě nebudou prováděny žádné demolice. Z pozemku se odstraní keře a jiné náletové porosty, bude odstraněna svrchní část zeminy, která se uloží na deponii stavenišť, následně se užije pro terénní úpravy.

A.2.1.7 Požadavky na maximální zábory zemědělského půdního fondu nebo pozemků určených k plnění funkce lesa (dočasné/ trvalé)

Nejsou kladeny žádné požadavky z hlediska záboru zemědělského půdního fondu a pozemku k zalesnění.

A.2.1.8 Územně technické podmínky (zejména možnost napojení na stávající dopravní a technickou infrastrukturu)

Na severozápadě bude vytvořeno parkoviště, které se napojí na silniční komunikaci v ulici třídy generála Píky. K objektu je třeba dovést inženýrské sítě, ke kterým bude objekt připojen.

Přípojka NN

Plynová přípojka NTL

Přípojka vodovodu

Přípojka kanalizační, jednotná

Veškeré inženýrské sítě budou připojeny v souladu s požadavky správců dotčených sítí.

A.2.1.9 Věcné a časové vazby stavby, podmiňující, vyvolané, související investice

Plánovaný začátek výstavby je na 6/2022. Venkovní práce budou realizovány v teplých ročních obdobích, případně tak, aby neporušovaly technologické předpisy a postupy materiálů a výrobců.

A.3 Celkový popis stavby

A.3.1 Účel užívání stavby, základní kapacity funkčních jednotek

Jedná se o stavbu pro kulturu. Počítaná kapacita kinosálu je 78 osob, v galerii 55 osob.

A.3.2 Celkové urbanistické a architektonické řešení

A.3.2.1 Urbanismus – územní regulace, kompozice prostorové řešení

V lokalitě se nachází budovy různých využití, navrhovaný objekt nijak nenarušuje svou povahou zástavbu v okolí a splňuje požadavky územního plánu. Plochy okolo objektu, které jsou nezpevněné, budou osety a osázeny zelení. Tyto plochy budou spravovány vlastními zaměstnanci. U objektu leží parkoviště napojené příjezdovou komunikací na třídu generála Píky.

A.3.2.2 Architektonické řešení – kompozice tvarového řešení, mateirálové a barevné řešení

Jedná se o samostatně stojící zděný dvoupodlažní objekt s plochými střechami řešenými pomocí monolitických železobetonových střech a vazníky. Stropní konstrukce jsou železobetonové. Navržené ploché střechy s klasickým pořadím vrstev jsou opatřeny PVC folií. Zateplovací systém je ETICS s minerální vatou. Fasáda probarvená, jednobarevná RAL 1015. Okna a dveře plastová, bílé barvy.

A.3.3 Celkové provozní řešení, technologie výroby

A.3.3.1 Provozní řešení

Objekt byl rozdělen na 4 zóny z hlediska pokrytí vzduchotechnickými zařízeními. První zónou je galerie s přilehlými místnostmi – provozní a hygienické zázemí. Druhou zónou je zázemí provozu kina, které vyjma provozních a hygienických prostor řeší také sklad galerie, strojovnu, kotelnu a místnosti pro provoz budovy – kanceláře, šatny zaměstnanců, místnosti nahrávání a úpravy zvuku. Třetí zónu tvoří kinosál, promítárna a místnost zvukaře. Čtvrtou pak foyer s barem, vstupní hala, sklad baru a jiné provozní a hygienické zázemí.

A.3.3.2 Technologie výroby

Na střeše budovy je navržena fotovoltaická elektrárna, která které část potřeb navržené stavby. K systému není navržena baterie vzhledem k ke spotřebám a malým prostorům a také počítanému spíše večernímu vytížení.

A.3.4 Bezbariérové řešení

Stavba byla navržena v souladu s vyhláškou č.268/2009 Sb. o obecných technických požadavcích na výstavbu. Jedná se o dvoupodlažní budovu navrženou v souladu s vyhláškou 398/2009 Sb. o obecných technických požadavcích zabezpečující bezbariérové užívání staveb.

A.3.5 Bezpečnost při užívání stavby

Navržená stavba bude provedena tak, aby při jejím užívání a provozování nevznikalo nebezpečí nehod nebo poškození.

A.3.6 Základní charakteristika objektu

A.3.6.1 Stavební řešení

Objekt je navržený jako zděný stěnový systém z tvárnic pěnositilátových Ytong 300 mm s modulem 600 mm. Vodorovné konstrukce jsou navrženy jako železobetonové monolitické desky s vetknutými věnci. Nad kinosálem se nachází střecha na dřevěných vaznicích. Zastřešení budovy je řešeno pomocí plochých střech s klasickým pořadím vrstev.

A.3.6.2 Konstrukční a materiálové řešení

Nosný i nenosný systém je stěnový, řešený tvárnicemi Ytong s modulem 250 mm s modulem 600 mm. V provozech, které jsou akusticky namáhány byly navrženy opatření proti šíření do hluku do zbytku objektu. Stropní konstrukce jsou železobetonové monolitické s vetknutými věnci. Základy jsou z prostého betonu v pasech dosahující minimálně nezámrzné hloubky 800 mm. Zastřešení je pomocí plochých střech s klasickým pořadím vrstev s lehkou folií se spádovými klíny. Obvodové konstrukce jsou zatepleny certifikovaným systémem ETICS společnosti Knauf s minerální izolací tl. 140 mm. Zateplení základů pomocí XPS 100 mm. Povrchová úprava fasády je silikonovou probarvenou omítkou s odstínem RAL 1015. Výplně otvorů jsou plastové s izolačním trojskem, bílá barva.

A.3.6.3 Mechanická odolnost a stabilita

Pro stavbu byly použity certifikované materiály respektující české normy a vyhlášky. Statickou únosnost garantuje výrobce.

A.3.7 Základní charakteristika technických a technologických zařízení

A.3.7.1 Technické řešení

Objekt využije kromě pitné také nepitné dešťové vody, proto je nutno zhotovit dva okruhy. Pitná voda přivedena vodovodní přípojky.

Příprava teplé vody je řešena pomocí tepelného čerpadla s bivalentním zdrojem kondenzačním kotlem o teplotním spádu 50/30 – 80/60°C.

A.3.7.2 Bilance potřeb

Počet osob 78 diváků, 55 návštěvníků galerie, 32 zaměstnanců

Průměrná denní spotřeba vody: 748 l/den

Průměrná roční spotřeba vody: 189 m³/rok

Maximální teplota užitkové vody 55°C, studené vody 10°C.

Potřebu nepitné vody je primárně řešena zachycováním nepitné dešťové vody, v případě nedostatku se využije pitné vody.

A.3.7.3 Kanalizace

Objekt je napojen na městskou jednotnou kanalizační síť. Dešťová kanalizace je napojena do retenčních nádrží u objektu, využije se pro potřeby nepitné vody. V případě velkého přívalu vody se využije vsakovacích zařízení.

A.3.7.4 Vzduchotechnika

Celý objekt je větrán pomocí čtyř vzduchotechnických jednotek, každá z nich obsluhuje vlastní zónu. 1. zóna je galerie, 2. zóna zázemí, 3. zóna kinosál, 4. zóna foyer. Viz příslušný odstavce v části B.

A.3.7.5 Vytápění

Objekt je primárně vytápěn pomocí tepelného čerpadla vzduch/voda, sekundárně pomocí kondenzačního kotle. Voda je z tepelného čerpadla napojena přes akumulární zásobník do rozdělovače-sběrače a dále větvena na příslušné větve vzduchotechniky, otopných těles a ohřevu teplé užitkové vody.

A.3.7.6 Chlazení

Objekt je chlazen tepelným čerpadlem přes přímé výparníky vzduchotechnických jednotek s možností využít vnitřní splitové jednotky, jejich obsluhu má plně v rukou uživatel. Venkovní kondenzační jednotka je umístěna za objektem.

A.3.7.7 Fotovoltaika

Fotovoltaické panely na střeše budovy zajišťují částečné pokrytí potřeb elektrické energie navrženého objektu. Elektrárna je skládá z 308 panelů v horizontální poloze s celkovým výkonem 334 kWh/den.

A.3.7.8 Osvětlení

Osvětlení je navrženo tak, aby odpovídalo potřebám a normovým požadavkům. Viz popis v části B.

A.3.8 Požárně-bezpečnostní řešení

Požárně-bezpečnostní řešení je řešeno v příloze A.1.3.

A.3.9 Zásady hospodaření s energiemi

A.3.9.1 Kritéria tepelně technického posouzení

Řešená stavba splňuje aktuální požadavky na energetickou náročnost, konstrukce splňují požadavky normy 73 0540-2. Samostatné řešení v příloze A.1.4.

A.3.9.2 Energetická náročnost budovy

Měrná potřeba tepla na vytápění činí 74,2 kWh/m².rok, průměrný součinitel prostupu tepla 0,18 W/m².K.

Více viz příloha A.1.5

A.3.10 Hygienické požadavky na stavby, požadavky na pracovní a komunální prostředí

Blíže popsáno v části B. Navržený projekt odpovídá požadavkům norem, předpisů a vyhlášek. Odpady odváděny pomocí jednotné kanalizace, dešťová voda shromažďována na pozemku do retenčních nádrží a využívána pro nepitné účely. Odvoz odpadů zajistí obec. Na jihozápadní straně se v oknech do hygienických zázemí počítá s dostatečnou výškou a využitím záclon.

A.3.11 Ochrana stavby před negativními účinky vnějšího prostředí

A.3.11.1 Ochrana před pronikáním radonu z podloží

V oblasti je nízký radonový index, stavbu není potřeba chránit.

A.3.11.2 Ochrana před bludnými proudy

V lokalitě se nevyžaduje.

A.3.11.3 Ochrana před technickou seismicitou

V okolí se nenachází žádné zdroje technické seismicity.

A.3.11.4 Ochrana před hlukem

Obálka budovy splňuje požadovanou neprůzvučnost. U budovy stojící zdroj hluku - tepelné čerpadlo, bude akusticky odstíněno předstěnou.

A.3.11.5 Protipovodňová opatření

Objekt s nenachází v záplavové oblasti.

A.4 Připojení na technickou infrastrukturu

A.4.1 Napojovací místa technické infrastruktury

Objektu bude připojen k:

Přípojka NN

Plynová přípojka NTL

Přípojka vodovodu

Přípojka kanalizační, jednotná

Hranice napojení je rovna hranici pozemku.

A.4.1.1 Připojovací rozměry, výkonové kapacity a délky

Vodovodní přípojka

Vodovodní přípojka je řešena pomocí HDPE 100 SDR 11 $\varnothing$ 63x5,3. Napojení z ulice třída generála Píky.

Kanalizační přípojka

Napojení do jednotné kanalizace pomocí PVC KG DN 200. Dešťová voda akumulována v retenčních nádržích na pozemku.

Plynová přípojka

Přívod plynu z ulice třída generála Píky pomocí HDPE 100 SDR 11 $\varnothing$ 32x3.

Vedení NN

Budova bude připojena z ulice třída generála Píky na požadované napětí 230 a 400 V kabelovým vedením v zemi.

A.5 Dopravní řešení

A.5.1 Popis dopravního řešení

U objektu bude vybudováno parkoviště, které se pomocí komunikace napojí na třídu generála Píky, která je ve vlastnictví města Brna.

A.5.2 Napojení území na stávající dopravní infrastrukturu

Napojení objektu na dosavadní dopravní infrastrukturu je řešeno v jihozápadní části pozemku, kde se vytvoří silnice mezi vlastním parkovištěm a třídou generála Píky. U objektu je navrženo parkoviště pro 10 osobních automobilů.

A.5.2.1 Doprava v klidu

U objektu je navrženo parkoviště na 10 míst.

A.5.2.2 Pěší a cyklistické stezky

Nejsou v projektu řešeny.

A.6 Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav

A.6.1.1 Terénní úpravy

Před začátkem stavby bude na pozemku stržena část ornice o mocnosti 300mm, která se ponechá na deponii staveniště pro další terénní úpravy po dokončení objektu. Kolem objektu se vytvoří chodníky užitím zámkové dlažby o šířce 1500 mm.

A.6.1.2 Použité vegetační prvky

Na pozemku se nenachází žádná zeleň, vyjma křovin a náletů, které se odstraní před započítím stavby. Nová zeleň bude vysázena podle požadavků investora.

A.6.1.3 Biotechnická opatření

Projekt neřeší biotechnické opatření.

A.7 Popis vlivu stavby na životní prostředí a jeho ochrana

A.7.1.1 Vliv na životní prostředí – ovzduší, hluk, voda, odpady a půda

Navržená stavba žádným způsobem nenarušuje hygienické požadavky, požadavky na ochranu zdraví a životního prostředí. Při realizaci se přistoupí k opatřením tak, aby se maximálně zabránilo při stavebním procesu narušování okolí hlukem, znečištěním a pracností.

A.7.1.2 Vliv na přírodu a krajinu, zachování ekologických funkcí a vazeb v krajině

Nebudou narušeny ekologické funkce na pozemku a okolí, nenacházejí se zde chráněné druhy rostlin a živočichů.

A.7.1.3 Vliv na soustavu chráněných území Natura 2000

Není narušena.

A.7.1.4 Návrh zohlednění podmínek ze závěru zjišťovacích řízení nebo stanovisek EIA.

Není vyžadováno žádné stanovisko.

A.7.1.5 Navrhovaná ochrana a bezpečnostní pásma, rozsah omezení a podmínky ochrany podle jiných právních předpisů.

V blízkosti není žádné ochranné pásmo.

A.8 Ochrana obyvatelstva

Obyvatelstvo v okolí není stavbou nijak ohrožováno, není potřeba opatření.

A.9 Zásady organizace výstavby

A.9.1.1 Potřeby a spotřeby rozhodujících medií a hmot, jejich zajištění

Elektrina bude připojena přes vlastní elektroměr, voda přes vlastní přípojku.

A.9.1.2 Odvodnění staveniště

Nepředpokládá se potřeba odvodňovat, pozemek je mírně svažité. V případě potřeby se stavební jáma odvodní pomocí čerpadel do kanalizace.

A.9.1.3 Napojení staveniště stávající a dopravní technickou infrastrukturou

Komunikace v areálu se připojí přímo na třídu generála Píky.

A.9.1.4 Vliv provádění stavby na okolní stavby a pozemky

Bez negativního vlivu na okolní zástavbu.

A.9.1.5 Ochrana okolí staveniště a požadavky na související sanace, demolice, kácení dřevin

Na pozemku se nachází pouze malé množství menších dřevin, které budou před započítím odstraněny.

A.9.1.6 Maximální zábory pro staveniště (dočasné/trvalé)

Velikost ploch staveniště zajišťuje, že nebude potřeba zabírat sousední pozemky v důsledku výstavby.

A.9.1.7 Maximální produkovaná množství druhy odpadů a emisí při výstavbě, jejich likvidace

Odpady vzniklé na stavbě musí být tříděny a odvezeny k recyklaci, nerecyklovatelné materiály skládkovány. Během výstavby se počítá s běžným stavebním odpadem v podobě plastů, betonu, cihel, dlaždic, papírů, tepelných izolací, železa, směsným stavebním odpadem.

A.9.1.8 Bilance zemních prací, požadavky na přesun a deponii zemin

Rozměry pozemku dovolují zřízení deponie přímo na ploše v části, kde nebudou probíhat stavební práce – na severozápad.

A.9.1.9 Ochrana životního prostředí při výstavbě

Nutné zajistit dobrý technický stav strojů, aby se zamezilo nebo maximálně omezilo úniku ropných látek do půdy a podzemních vod. Stroje vyjíždějící mimo staveniště musí být čištěny, aby se zamezilo rozvozu zeminy po okolí. V areálu se nesmí spalovat žádný odpadový materiál, vše musí být vytríděno nebo odvezeno na skládku.

A.9.1.10 Zásady bezpečnosti práce a ochrany zdraví při práci

Pracovníci budou pravidelně proškolení a seznámeni s požadavky na BOZP dle nařízení vlády 591/2006 Sb. a také s nařízením vlády 362/2005 Sb. V případě zranění je nutné sepsat protokol a provést test na návykové a omamné látky.

A.9.1.11 Úpravy pro bezbariérové užívání výstavbou dotčených staveb

Po staveništi se mohou pohybovat jen osoby s povolením stavby, proto nebude bezbariérové užívání řešeno.

A.9.1.12 Zásady pro dopravně inženýrské opatření

Vyžaduje se označení vjezdu a výjezdu ze staveniště.

A.9.1.13 Stanovení speciálních podmínek pro provádění (provádění stavby za provozu, opatření proti účinkům vnějšího prostředí při výstavbě apod.)

Staveniště bude během stavebních procesů opatřeno plotem výšky min. 2 m a značkami informující o probíhající stavbě.

A.9.1.14 Postup výstavby

Předpokládané zahájení 6/2022

Předpokládané ukončení 6/2024

B.NÁVRH TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

B.1 NÁVRH UMĚLENÉHO OSVĚTLENÍ

K zajištění dostatečné osvětlenosti ve vybraných provozech – kinosál, galerie, kancelář.

B.1.1 Toková metoda

Množství světla bylo navrhováno na požadavky ČSN EN 12464-1. V objektu byly posuzovány prostory: kinosál, galerie, kancelář.

B.1.1.1 Světelný tok

$$\Phi = \frac{E \cdot A}{\eta \times z}$$

Φ	světelný tok	[lm]
E	udržovaná osvětlenost	[lux]
A	osvětlovaná plocha	[m ²]
η	účinnost, činitel využití	[-]
z	udržovací součinitel	[-] (0,5-0,7)

B.1.1.2 Činitel prostoru

$$k = \frac{a \times b}{h(a + b)}$$

k	prostorový index	[-]
a, b	rozměry místnosti	[m]
h	výška svítidla nad srovnávací rovinu	[m]

B.1.2 Návrh počtu svítidel v osvětlovaném prostoru

Svítidlo ->	CHLOE ART 111	E6060 40W		Eurolite Theatre	LED Panel PRO	CHLOE ART 111
	Kino	Divadlo - jeviště			Galerie	Kancelář
šířka a [m]	10,4	3,8	3,8	3,8	11,95	2,4
délka b [m]	12,5	12,5	12,5	12,5	18,15	4,4
výška h [m]	6	6	6	6	6	2,75
Strop	Černý	Černý	Černý	Černý	Bílý	Žlutý
Stěny	Černé	Černý	Černý	Černý	Bílé	Žluté
Podlaha	Černá	Dřevo	Dřevo	Dřevo	Dekor cihel	Dřevěná
Vybavení	Tmavé sedačky	Kulisy			výstavní kusy	Stůl
E [lux]	200	500	500	500	500	300
Světelný tok [lm]	850	3400	2000	2000	3400	850
Výkon [W]	12	40	108	108	37	6
η optické	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Prostorový index K	0,95	0,58	0,57	0,35	1,60	0,82
η prostoru	0,5	0,5	0,5	0,5	0,97	0,7
z udržovací souč.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7
Φ	109 474 lm	100 000 lm	28 600 lm	4 600 lm	235 369 lm	6 806 lm
Počet svítidel [ks]	128,8	29,4	14,3	2,3	69,2	8,0
Reálně svítidel [ks]	132 ks	21 ks	12 ks	10 ks	70 ks	8 ks
Příkon [W]	1584	3216,0 W			2590,0 W	48,0 W
Měrný příkon	69,17 W/m2	197,30 W/m2			11,94 W/m2	4,55 W/m2
		Potřeba osvětlení 100 000 lm				
Osvětlení reálně	112 200 lm	71 400 lm	24 000 lm	20 000 lm	238 000 lm	6 800 lm
		Řízení z promítárny				

Tab. 1 Stanovení a návrh množství světla

B.1.3 Specifikace navržených světel

B.1.3.1 Podhledový LED panel

Použité v místnosti 103 – kinosál.



Obr. 1 Světlo E6060 [4]

Parametry

- Název: E6060
- Rozměr: 600x600 mm
- Světelný tok: 3 400 lm
- Barva světla: 4 000 K
- Výkon: 40 W
- Napájení: 230 V
- CRI: >90

Ovládání: V kinosále pomocí režimů pro dané představení z promítárny.

B.1.3.2 Podhledový LED panel

Použité v místnosti: 143 – galerie



Obr. 2 Světlo E6060 [4]

Parametry

- Název: LED panel PRO
- Rozměr: 620x620 mm
- Světelný tok: 3 400 lm
- Barva světla: 4 000 K
- Výkon: 37 W
- Napájení: 230 V
- CRI: >90

Ovládání: V galerii ručním ovládáním z prodejny (č.m. 142).

B.1.3.3 Divadelní reflektor

Použité v místnosti 103 – kinosál



Obr. 3 Divadelní reflektor LED Theatre [5]

Parametry

- Název: Eurolite LED Theatre 36x3W CW/WW
- Rozměr: 180x305x340 mm
- Světelný tok: 3 000 – 7 000 lm
- Výkon: 108 W (36x3 W)
- Napájení: 230 V
- CRI: >80

Ovládání: Pomocí režimů pro dané představení z promítárny.

B.1.3.4 Bodové světlo

Použité v místnostech 103 – kinosál, 123 – kancelář.



Obr. 4 Bodové světlo AR111 [6]

Parametry

- Název: AR111
- Průměr: 111 mm
- Světelný tok: 850 lm
- Výkon: 12 W
- Napájení: 230 V
- CRI: >80

Ovládání: V kinosále pomocí režimů pro dané představení z promítárny, ručně v případě filmového představení. V kanceláři automaticky s čidlem denního světla pro konstantní udržení osvětlení.

B.2 Pitná a srážková voda

Podle vyhlášky 48/2014 Sb., kterou se mění vyhláška 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů, ve které se uvádí, že potřeba vody na jedno sedadlo či jedno představení denně činí 1 m³ vody za rok. Objekt však není celoročně plně vytížen, a proto bylo k návrhu vody přistoupeno odborným odhadem. Denní návštěvnost v průměru činí 249 osob a 32 stálých zaměstnanců.

B.2.1 Průměrná denní potřeba vody

$$Q_{dp} = q_s \times n$$

q_s specifická denní spotřeba vody [-]

n počet měrných jednotek [-]

B.2.2 Maximální denní potřeba vody

$$Q_{dmax} = Q_{dp} \times k_d$$

Q_{dp} průměrná spotřeba vody [l/den]

k_d souč. denní nerovnoměrnosti (=1,5) [-]

B.2.3 Maximální hodinová potřeba vody

$$Q_{max} = \frac{Q_{dmax}}{t} \times k_h$$

t doba provozu budovy během dne [h]

k_h souč. hod. nerovnoměrnosti (=1,8) [-]

B.2.4 Roční potřeba vody

$$Q_{rok} = q_{rok} \times n$$

n počet měř. jednotek (zaměstnanec,..) [ks]

B.2.5 Roční potřeba nepitné vody

$$D_{t,a} = D_{p,d} \times n \times d_a + D_{f,a} \times S$$

$D_{p,d}$	denní potřeba nepitné vody	[l/os.den]
n	počet osob v budově	[ks]
d_a	počet využívaných dnů	[den]
$D_{f,a}$	roční potřeba nepitné vody	[l/m ² .rok]
S	plocha k zalévání, kropení	[m ²]

B.2.6 Roční nátok srážkové vody

$$Y_r = \sum A \times h \times e \times \eta$$

A	půdorysný průmět odvodňované plochy	[m ²]
H	dlouhodobý srážkový normál	[mm]
e	součinitel sběrné plochy	[-]
η	hydr. účinnost mech. čištění srážk. vody	[-]
e	pro střechy s hladkým povrchem	0,9
η	běžně uvažovaná hodnota	0,9

Pozn.	Podrobnější výčet počítaných veličin		
n	Počet zaměstnanců	32	
q _s	Průměrná spotřeba pitné vody administrativy	60,0 l/den	
	Průměrná spotřeba nepitné vody administrativy	18,0 l/den	
	Druh provozu	Kino	Galerie
	Počet míst	78	55
	Délka provozu	13 h	12 h
	Délka cyklu návštěvy	2 h	1 h
	Počet cyklů návštěv	6	12
	Max. počet návštěvníků/den	468	660
	Průměrná návštěvnost (odhad)	25%	20%
	Průměrné návštěv	117	132
	Průměrné procento využití toalet	20%	20%
n	Osob využívajících hygienické zázemí	24	27
	Celkem	51 osob	
	Obsazení	Muži	Ženy
	Zastoupení	50%	50%
	z toho malé spláchnutí (3l/cyklus - pisoáry, WC)	90%	85%
	z toho velké spláchnutí (6 l/cyklus - WC)	10%	15%
	Spotřeba vody	84,2 l/den	88,0 l/den
q _s	Celkem	172,1 l/den	
	Počet pracovních dnů	252	
	Měsíce závlahy	4.	9.
	Počet dnů zkrápění zeleně v týdnu	3	
	Dny kropení zeleně	72	
	Plocha střech	1079,19 m ²	
	Plocha pozemku (zeleně)	1680	

Tab. 2 Stanovení průměrné denní potřeby vody

Pozn.	Pitná voda (vztaženo pouze na zaměstnance)			
	Typ spotřeby	MJ	Spotř. *MJ	Vypočtená spotřeba
Q _{dp}	Průmě. den. adm. spotřeba	32 osob	60,0 l/den	1920,0 l/den
	Prům. den. návštěv. spotřeba	51 osob	viz výše	172,1 l/den
k _d	Maximální denní (adm.+návš.)	2092,1	1,5 x	3138,2 l/den
Q _{h,max}	Maximální hodinová	$(1920/8,5 + (24/51) * 145,2/13 + (27/51) * 172,1/12) * 1,8$		431,5 l/h
Q _{rok}	Roční spotřeba (adm. + návš.)	2092,1 l/den	252 dnů	527,2 m ³ /rok

Tab. 3 Stanovení průměrné roční spotřeby vody

Nepitná voda			
Typ spotřeby	MJ	Spotř.*MJ	Vypočtená spotřeba
Splachování WC administrativa	32 osob	18,0 l/den	576,0 l/den
Splachování WC návštěvníci	51 osob	viz výše	172,1 l/den
Kropení zeleně	1680,00 m2	1 l/m2	1680,0 l/den
Splachování toalet	748,1 l/den	5 dny(ů)/týden	3740,6 l/týden
Kropení zeleně	1680,0 l/den	3 dny(ů)/týden	5040,0 l/týden
Spotřeba za týden	toalety+zeleň+rezerva 1,6 m3		10,4 m3
Velikost nádrže 21 dnů	10,4 m3	3 týdny	31,1 m3
Roční spotřeba	toalety*dny provozu+zeleň*kropené dny		309,49 m3/rok
Ušetřeno za pitnou vodu	309,49 m3/rok	40,0 Kč/m3	12379,50 Kč/rok

Tab. 4 Stanovení množství nepitné vody

Srážková voda			
Úhrn srážek	1079,19 m2	559 mm/m2.rok	603,27 m3/rok
S vlivem střech a filtrace	603,27 m3/rok	=0,8*0,7	0,56
Posouzení	337,83 m3/rok	>	309,49 m3/rok

Tab. 5 Stanovení množství dešťových srážek za rok

V průměrném roce je objekt schopen pokrýt potřebu nepitné vody pomocí vody srážkové.

B.2.7 Velikost nádrže pro zadržení srážkové vody

B.2.7.1 Doba překlenutí suchého období

Byly navrženy 2 podzemní nádrže o objemu 15 m³ k pokrytí potřeb nepitné vody objektu na dobu až 3 týdnů.

$$t = \frac{Q_{potřeba}}{Q_{navrženo}} = \frac{31,1}{30} = 0,96 \Rightarrow 31,1 * 0,96 = 20,23$$

Navržené nádrže vystačí na 20 dnů provozu bez srážek při předpokladu, že na počátku suchého období byly zcela zaplněny.

B.2.7.2 Prostá doba návratnosti investice

$$PDN = \frac{Investice}{Ušetřené prostředky} = \frac{2 \times 37\,790}{40 \frac{Kč}{m^3} \times 309,5} = 6,1 \text{ roku}$$

Za předpokladu, že 1 m³ pitné vody v ceně 40 Kč nahradíme srážkovou vodou, vyjde doba návratnosti 6,1 roku v letech s průměrným úhrnem srážek.

Navržená nádrž je samonosná nádrž RNSK z recyklovaného plastu.

Technické parametry a náčrtek - jímka samonosná kruhová					
Sortiment	Vnější průměr (mm)	Vnitřní průměr (mm)	Výška bez revizního komínu (mm)	Výška revizního komínu (mm)	Průměr revizního komínu (mm)
Jímka samonosná kruhová 1m ³	1160	960	1500	200	600
Jímka samonosná kruhová 2m ³	1500	1300	1500	200	600
Jímka samonosná kruhová 3m ³	1800	1600	1500	200	600
Jímka samonosná kruhová 4m ³	2050	1850	1500	200	600
Jímka samonosná kruhová 5m ³	2250	2050	1500	200	600
Jímka samonosná kruhová 6m ³	2450	2250	1500	200	600
Jímka samonosná kruhová 7m ³	2650	2450	1500	200	600
Jímka samonosná kruhová 8m ³	2850	2650	1500	200	600
Jímka samonosná kruhová 9m ³	2650	2450	2000	200	600
Jímka samonosná kruhová 10m ³	2750	2550	2000	200	600
Jímka samonosná kruhová 12m ³	3000	2800	2000	200	600
Jímka samonosná kruhová 15m ³	3300	3100	2000	200	600
Jímka samonosná kruhová 18m ³	3000	2800	3000	200	600
Jímka samonosná kruhová 20m ³	3150	2950	3000	200	600

Obr. 5 Technická specifikace nádrže [3]



Obr. 6 Navržená nádrž na dešťovou vodu [3]

V diplomové práci je řešeno pouze množství získané vody z plochých střech, velikost a materiál povrchů pro parkování a chodníků určí sám investor.

B.3 Nucené větrání

Objekt disponuje celkem čtyřmi vzduchotechnickými jednotkami, z nichž každá obsluhuje vlastní zónu. Návrh byl proveden v software AeroCAD společnosti Remak.

Všechny vzduchotechnické jednotky obsahují deskový rekuperátor, vodní ohřívač, přímý výparník, dvoustupňovou filtraci – M5 na přívodu, G4 na odvodu a zvlhčovač vzduchu vyjma jednotky Cake, která nemá zabudované zvlhčování v těle jednotky.

Samostatná příloha B.1.3.1 a B.1.3.2. obsahuje kromě jednočarového návrhu tras vzduchotechniky také výkresy jednotek pro kinosál, zázemí i galerii. [1]

B.3.1 Vstupní parametry

Místem stavby je město Brno.

Teplota v létě	33°C
Entalpie v létě	66,1 kJ/kg
Teplota v zimě	-14,8°C
Entalpie v zimě	-

B.3.2 Navržené jednotky a zóny

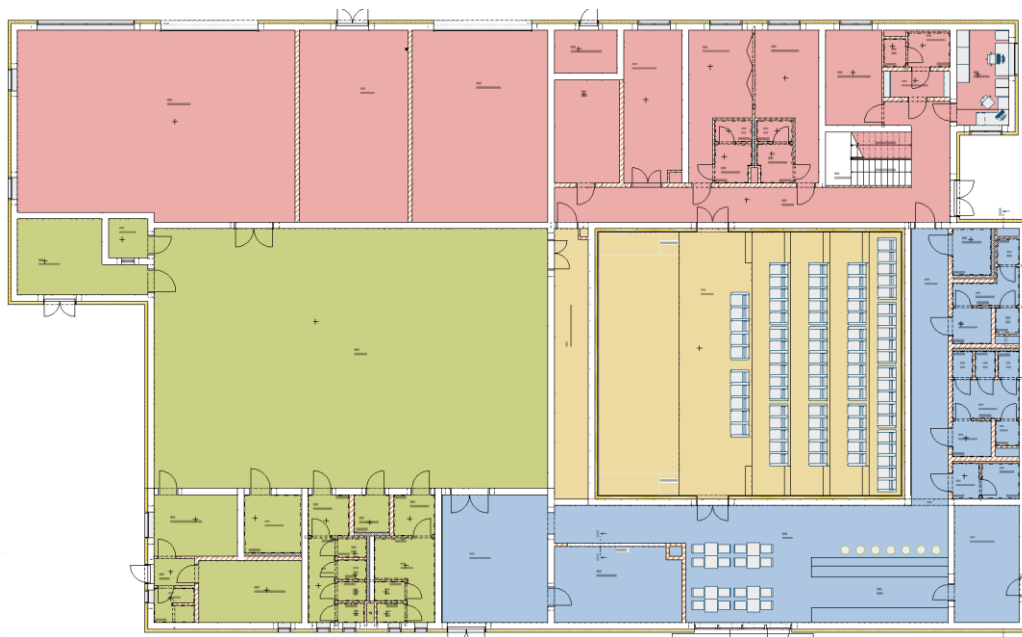
Zóna 1 - Kinosál AeroMaster XP10

Zóna 2 – Zázemí AeroMaster XP13

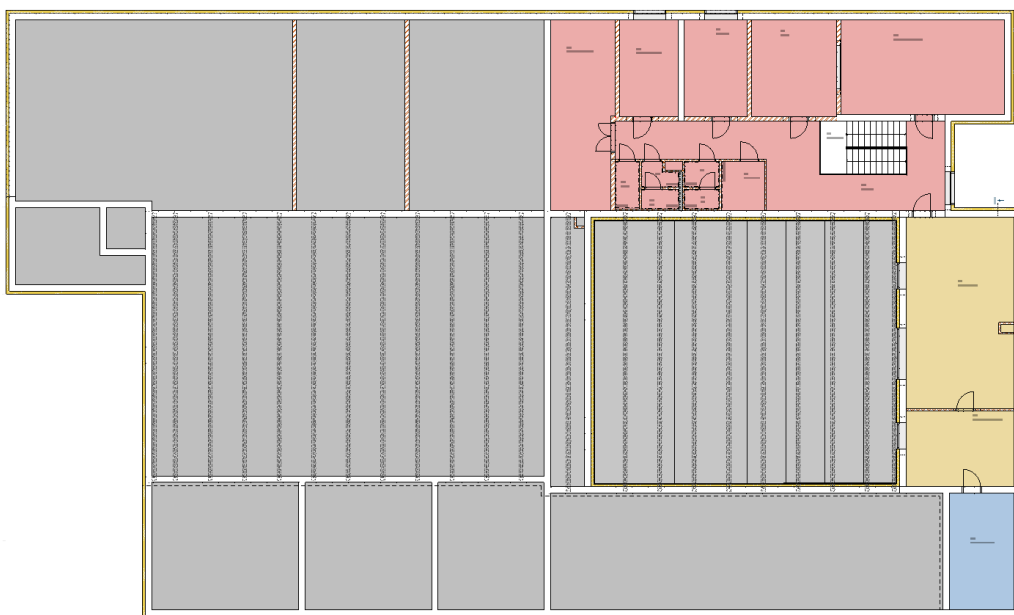
Zóna 3 – Galerie AeroMaster XP13

Zóna 4 – Foyer Cake VZ-7

B.3.3 Grafické rozdělení zón



Obr. 7 Rozdělení funkčních celků 1.NP



Obr. 8 Rozdělení funkčních celků 2.NP



Obr. 9 Legenda značení funkčních celků

Zařízení č.4 Foyer - přívod, odvod

ZADÁNÍ												VÝPOČET												
místnost								léto		zima		Q		přívod										odvod
č. místnosti	název	Plocha [m²]	Objem [m³]	Počet osob	Pož. Výměna vzduchu [m³/h]	VZD/osoba, zařízení [m³/h]	t [°C]	ϕ [%]	t [°C]	ϕ [%]	tep. Zisky [W]	tep. Ztráty [W]	HYG. VZD z výměny vzduchu[m³/h]	HYG. VZD. NA SPOTŘEBNÍ	VZD na krytí tep. zisků v létě [m³/h]	VZD na krytí tep. Ztrát v zimě [m³/h]	VZD [m³/h]	Přívod [m³/h]	léto t [°C]	zima t [°C]	Výměna [m³/h]	Odvod [m³/h]		
1.01	Vstupní hala	29,25	153,56	15	2	25	20,0	55	19,9	40	150	304	310	375	69	70	375	400	19	22	2,44	400		
1.02	Šatna	20,2	106,05	3	2	25	19,2		19,7		20	210	215	75	9	48	215	250	19	22	2,03	250		
1.04+1.05	Foyer+bar	75,93	398,63	53	2	25	20,8		20,5		1000	789	800	1325	462	182	1325	1500	19	22	3,32	1500		
1.06	Příruční sklad	16,33	47,357	0	2	0	23,2		17,3		150	170	95	0	69	39	95	100	19	22	2,01	100		
1.07	WC předsíň	2,06	5,974	0	2	50	20,1		20,8		20	21	15	0	9	5	15	50	19	22	2,51	50		
1.08	WC personál	2,89	8,381	0	2	50	20,1		20,3		20	30	20	0	9	7	20	50	19	22	2,39	50		
1.09	WC předsíň	2,97	8,613	0	2	25	20,1		20,3		20	31	20	0	9	7	20	50	19	22	2,32	50		
1.10	Úklid	5,58	16,182	0	2	0	20,1		18,8		20	58	35	0	9	13	35	50	19	22	2,16	50		
1.11	WC chodba	1,26	3,654	0	2	50	20,1		21,3		20	13	10	0	9	3	10	50	19	22	2,74	50		
1.12	WC	1,14	3,306	0	2	50	20,1		21,3		20	12	10	0	9	3	10	50	19	22	3,02	50		
1.13	WC	1,14	3,306	0	2	50	20,1		21,3		20	12	10	0	9	3	10	50	19	22	3,02	50		
1.14	WC	1,2	3,48	0	2	50	20,1		21,3		20	12	10	0	9	3	10	50	19	22	2,87	50		
1.15	WC předsíň	2,97	8,613	0	2	25	20,1		20,3		20	31	20	0	9	7	20	50	19	22	2,32	50		
1.16	WC chodba	4,04	11,716	0	2	50	20,1		19,7		20	42	25	0	9	10	25	50	19	22	2,13	50		
1.17	WC	1,32	3,828	0	2	50	20,1		21,2		20	14	10	0	9	3	10	50	19	22	2,61	50		
1.18	WC	1,26	3,654	0	2	50	20,1		21,3		20	13	10	0	9	3	10	50	19	22	2,74	50		
1.19	WC invalidé	4,17	12,093	0	2	50	20,1		19,6		20	43	25	0	9	10	25	50	19	22	2,07	50		
1.20	Chodba	21,68	62,872	0	2		19,3		18,9		20	225	130	0	9	52	130	200	19	22	2,07	200		
2.15	Strojovna VZT	16,2	56,7	0	2	0	21,1		19,7		150	168	115	0	69	39	115	200	19	22	2,03	200		
											1600	1895					2100	3300				3300		

Tab. 6 Návrh průtoků vzduchu jednotky CAKE VZ-7

Č. ZAŘÍZENÍ	Č.MÍSTNOSTI	NÁZEV	PLOCHA(m ²)	OBJEM(m ³)	PŘÍVOD/ ODVOD	OZNAČENÍ VÝUSTKY	POČET (ks)	PRŮTOK NA 1 ELEMENT(m ³ /h)
4	1.01	Vstupní hala	29,25	153,563	P,O	VVM 600 C/V/P/24/R TRM001/96	1	400
	1.02	Šatna	20,2	106,05	P	VVM 500 C/V/P/24/R TRM001/96	1	250
					O		2	350
	1.04+1.0 5	Foyer+bar	75,93	398,633	P	VVM 600 C/V/P/24/R TRM001/96	4	400
					O	VVM 600 C/V/P/48/R TRM001/96	2	525
	1.06	Příruční sklad	16,33	47,357	O	TVOM 125 TPM 028/05	1	100
	1.07	WC předsíň	2,06	5,974				
	1.08	WC personál	2,89	8,381	O	TVOM 125 TPM 028/05	1	100
	1.09	WC předsíň	2,97	8,613				
	1.10	Úklid	5,58	16,182				
	1.11	WC chodba	1,26	3,654	O	TVOM 100 TPM 028/05	1	75
	1.12	WC	1,14	3,306	O	TVOM 100 TPM 028/05	1	75
	1.13	WC	1,14	3,306	O	TVOM 100 TPM 028/05	1	75
	1.14	WC	1,2	3,48	O	TVOM 100 TPM 028/05	1	75
	1.15	WC předsíň	2,97	8,613				
	1.16	WC chodba	4,04	11,716				
	1.17	WC	1,32	3,828	O	TVOM 125 TPM 028/05	1	100
	1.18	WC	1,26	3,654	O	TVOM 125 TPM 028/05	1	100
	1.19	WC invalidé	4,17	12,093	O	TVOM 100 TPM 028/03	1	50
	1.20	Chodba	21,68	62,872	P	VVM 500 C/V/O/24/R TRM001/96	3	283
	2.15	Strojovna VZT	16,2	56,7	P,O	VAPM 250 C/D/V/P/R TPM 010/00	1	200

Tab. 7 Návrh elementů vzduchotechniky

B.3.4 Navržené vzduchotechnické jednotky

Vzduchotechnické jednotky navržené v [1] nesplňují požadavek na typ chladiva, proto byly znovu přepočítány.

ID
Projekt [1] Diplomová práce
Číslo / Název zařízení 01 / Kinosál
Určení jednotky Standardní prostředí



STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení		
Druh, rozměr	AeroMaster XP 10	
Řídicí jednotka VCS (Climatix)	Ne	
Hmotnost (+10%)	1 735 kg	
Umístění VZT jednotky	Vnitřní	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	
	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	6250 m³/h	6250 m³/h
Externí tlaková rezerva	413 Pa	403 Pa
Rychlost v průřezu	2.50 m/s	2.50 m/s
Výkon motoru nominální	3.00 kW	3.00 kW
Typ motoru ventilátoru	AC motor	AC motor
Frekv. měnič součást dodávky	Ano (IP21)	Ano (IP21)
1. stupeň filtrace	M5 / ISO ePM 10 >60%	G4 / ISO Coarse 60 %
2. stupeň filtrace	-	-
SFP _i	1868 W.m ³ .s	1693 W.m ³ .s
	Parametry pláště dle EN1886	
	Mechanická stabilita	D2(M)
	Netěsnost skříně	L1(R)
	Netěsnost skříně (reál. jednotka)	L3(R) @ -400Pa, L3(R) @ +400Pa
	Termická izolace	T4(M)
	Faktor tepelných mostů	TB3(M)
SFP _{PAHU}	3561 W.m ³ .s	Netěsnost mezi filtrem a rámem < 0,5 % (F9)

Model box AMXP3

Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

	Na straně vzduchu	Na straně média
Zpětný zisk tepla	-15.0 → 16.5 °C	87 %, 35.8 kW
Směšování	16.5 → 18.5 °C	44.6 %
Ohřev	18.5 → 22.0 °C	7.3 kW
Chlazení	28.9 → 18.1 °C	30.2 kW
Vlhčení	22.0 → 22.0 °C	17 → 33 %

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

** Napájení a jističení zvlhčovače není řešeno z ŘJ VCS

Hlukové parametry zařízení

	LwA _{okt} [dB(A)]								ΣLwA [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	52	65	67	62	58	51	46	40	70
Přívod - výtlak	58	75	79	78	76	74	71	64	84
Přívod - okolí	50	58	61	52	50	48	47	40	64
Odvod - sání	50	63	64	60	58	51	46	40	68
Odvod - výtlak	56	73	75	75	76	74	72	66	82
Odvod - okolí	48	56	57	49	48	46	45	40	61

KOMENTÁŘ K TECHNICKÉ SPECIFIKACI ZAŘÍZENÍ

Obr. 10 VZT jednotka – kinosál



EUROVENT
CERTIFIED
PERFORMANCE
 AHU No. 12.10.004
 Norga AeroMaster XP-C106
www.eurovent-certification.com

Základní parametry zařízení									
Druh, rozměr	AeroMaster XP 13								
Řídicí jednotka VCS (Climatix)	Ne								
Hmotnost (+10%)	1 723 kg								
Umístění VZT jednotky	Vnitřní								
Materiálové provedení									
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)								
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech								
	Přívod				Odvod				
Průtok vzduchu	8500 m³/h				8500 m³/h				
Externí tlaková rezerva	427 Pa				503 Pa				
Rychlost v průřezu	2.68 m/s				2.68 m/s				
Výkon motoru nominální	7.50 kW				5.50 kW				
Typ motoru ventilátoru	AC motor				AC motor				
Frekv. měnič součást dodávky	Ano (IP21)				Ano (IP21)				
1. stupeň filtrace	M5 / ISO ePM 10 >60%				G4 / ISO Coarse 60 %				
2. stupeň filtrace	-				-				
SFP _I	2964 W.m ⁻³ .s				2636 W.m ⁻³ .s				
					Parametry pláště dle EN1886				
					Mechanická stabilita D2(M)				
					Netěsnost skříně L1(R)				
					Netěsnost skříně (reál. jednotka) L3(R) @ -400Pa, L3(R) @ +400Pa				
					Termická izolace T4(M)				
SFP _{AHU}	5600 W.m ⁻³ .s				Faktor tepelných mostů TB3(M)				
					Netěsnost mezi filtrem a rámem < 0,5 % (F9)				
Nejdůležitější parametry vybraných komponentů									
	Na straně vzduchu				Na straně média				
Zpětný zisk tepla	-15,0 -> 14,9 °C				85 %, 83,7 kW				
Ohřev	14,9 -> 22,0 °C				20,3 kW				
Chlazení	32,0 -> 20,0 °C				45,2 kW				
Vlhčení	22,0 -> 22,0 °C				0 -> 35 %				
					70/44 °C, Voda, 0,4 kPa, 0,68 m³/h, 1 1/2 "				
					5 °C, Freon R32, 6,7 kPa, 701 kg/h				
					65,0 kg/h, 48,8 kW**				
<i>Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení</i>									
** Napájení a jistění zvlhčovače není řešeno z ŘJ VCS									
Hlukové parametry zařízení									
	LwA _{okt} [dB(A)]								ΣLwA [dB(A)]
Oktávkové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	54	64	69	63	59	52	48	40	72
Přívod - výtlak	61	77	84	82	80	79	76	69	88
Přívod - okolí	53	59	65	56	54	52	52	42	67
Odvod - sání	52	64	68	62	59	53	48	41	71
Odvod - výtlak	60	77	83	81	81	79	77	72	88
Odvod - okolí	51	59	63	54	53	51	50	40	66

Obr. 11 VZT jednotka - zázemí

ID
Projekt [1] Diplomová práce
Číslo / Název zařízení 01 / Galerie
Určení jednotky Standardní prostředí



STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	AeroMaster XP 13
Řídicí jednotka VCS (Climatix)	Ne

Model box AMXP3

Hmotnost (+/-10%)	1 669 kg
Umístění VZT jednotky	Vnitřní
Materiálové provedení	
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech



	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	8100 m³/h	8100 m³/h
Externí tlaková rezerva	492 Pa	495 Pa
Rychlost v průřezu	2,55 m/s	2,55 m/s
Výkon motoru nominální	5,50 kW	4,00 kW
Typ motoru ventilátoru	AC motor	AC motor
Frekv. měnič součást dodávky	Ano (IP21)	Ano (IP21)
1. stupeň filtrace	M5 / ISO ePM 10 >60%	G4 / ISO Coarse 60 %
2. stupeň filtrace	-	-
SFP _i	2308 W.m³.s	1887 W.m³.s

Parametry pláště dle EN1886

	Mechanická stabilita	D2(M)
	Netěsnost skříně	L1(R)
	Netěsnost skříně (reál. jednotka)	L3(R) @ -400Pa, L3(R) @ +400Pa
	Termická izolace	T4(M)
SFP _{AKU}	4196 W.m³.s	Faktor tepelných mostů TB3(M)
		Netěsnost mezi filtrem a rámem < 0,5 % (F9)

Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

	Na straně vzduchu	Na straně média
Zpětný zisk tepla	-15,0 → 16,6 °C	88 %, 43,3 kW
Směšování	16,6 → 18,7 °C	48,5 %
Ohřev	18,7 → 22,0 °C	8,8 kW
Chlazení	28,6 → 18,5 °C	36,2 kW
Vlhčení	22,0 → 22,0 °C	18 → 26 %
		70/50 °C, Voda, 0,2 kPa, 0,38 m³/h, 1 1/2 "
		5 °C, Freon R32, 4,4 kPa, 561 kg/h
		15,0 kg/h, 11,3 kW**

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

** Napájení a jistič zvlhčovače není řešeno z ŘJ VCS

Hlukové parametry zařízení

	LwAokt [dB(A)]								ΣLwA [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	51	63	66	60	56	50	45	40	69
Přívod - výtlak	58	75	80	79	77	76	73	66	85
Přívod - okolí	50	58	62	53	52	50	49	40	64
Odvod - sání	49	61	63	58	57	50	45	40	67
Odvod - výtlak	57	74	77	77	78	76	74	68	84
Odvod - okolí	48	56	58	50	50	48	47	40	61

Obr. 12 VZT jednotka – galerie

ID
Projekt [1] Diplomová práce
Číslo / Název zařízení 01 / Foyer
Určení jednotky Standardní prostředí

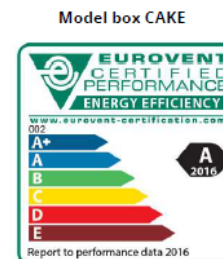


STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení		
Druh, rozměr	Cake VZ-7	
Řídicí jednotka VCS (Climatix)	Ano	
Umístění řídicí jednotky (prostředí)	Vnitřní	
	Webové ovládání + mobilní aplikace pro OS Android	
Hmotnost (+10%)	612 kg	
Umístění VZT jednotky	Vnitřní	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Pozinkovaný plech	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	
	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	3300 m³/h	3300 m³/h
Externí tlaková rezerva	350 Pa	350 Pa
Rychlost v průřezu	2.33 m/s	2.33 m/s
Výkon motoru nominální	2.50 kW	2.50 kW
Typ motoru ventilátoru	EC motor	EC motor
1. stupeň filtrace	M5 / ISO Coarse 80 %	G4 / ISO Coarse 60 %
2. stupeň filtrace	-	-
SFP _{pr}	1224 W.m³.s	1311 W.m³.s
Nominální příkon ŘJ VCS	5.00 kW*	Parametry pláště dle EN1886
Napájecí napětí ŘJ VCS	3×400V+N+PE 50Hz	Mechanická stabilita
Nominální proud ŘJ VCS I _{max}	9 A*	D1(M)
		Netěsnost skříně
		L1(M)
		Termická izolace
		T2(M)
		Faktor tepelných mostů
		TB2(M)
SFP _{max}	2535 W.m³.s	Netěsnost mezi filtrem a rámem
		< 0.5 % (F9)

Model box CAKE





* Nominální příkon a proud je uveden bez zahrnutí vyvíječe páry, případně bez externí kondenzační jednotky/tepelného čerpadla apod. Pokud dále ve specifikaci ŘJ není uvedeno jinak, tato zařízení musí být jistěna a napájena mimo ŘJ VCS. Řídicí signály pro jejich ovládání (v případě, že tyto zařízení jsou příslušenstvím VZT jednotky) mohou být řešeny z ŘJ VCS, viz dále konfigurace řídicího systému, kde je typ řídicích signálů specifikován.

Nejdůležitější parametry vybraných komponentů			
	Na straně vzduchu		Na straně média
Zpětný zisk tepla	-15,0 → 16,5 °C	87 %, 34,8 kW	
Ohřev	16,5 → 22,0 °C	6,0 kW	70/50 °C, Voda, 1,7 kPa, 0,26 m³/h, 1/2"
Chlazení	33,0 → 19,0 °C	20,5 kW	5 °C, Freon R32, 18,0 kPa, 318 kg/h

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

Hlukové parametry zařízení									
	LwA _{okt} [dB(A)]								ΣLwA [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	42	51	65	71	69	70	66	61	76
Přívod - výtlak	44	53	70	74	79	78	74	68	83
Přívod - okolí	40	40	49	47	44	40	40	40	53
Odvod - sání	42	51	65	71	69	70	66	61	76
Odvod - výtlak	44	54	70	74	79	79	74	68	83
Odvod - okolí	40	40	49	47	44	40	40	40	53

Obr. 13 VZT jednotka - Foyer

B.4 Vytápění

Hlavním zdrojem tepla je VRF jednotka PURY-EP1050YSNW-A společnosti Mitsubishi, která předává teplo kondenzátoru přes hydromodul Mitsubishi EHSD-MED, který není opatřen vlastním zásobníkem teplé vody ani elektrickou patronou pro dohřev. V případě nedostatečného výkonu VRF jednotky je objekt opatřen plynovým kondenzačním kotlem Thermona THERM 14 KD.A. Pro uložení tepla slouží zásobník LAMB PSM 1000 o objemu 930 l. Distribuci tepla do jednotlivých větví okruhů vytápění zajišťuje rozdělovač-sběrač. Všechny zmíněné prvky jsou umístěny v kotelně vyjma VRF jednotky nacházející se před objektem.

B.4.1 Výpočet zdroje tepla

B.4.1.1 Tepelná ztráta budovy

$$Q_{T,build} = H_{Ti} \times (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

$$H_{Ti} = A_i \times (U_i + \Delta U) \times b_i$$

Θ_i	= 21	[°C]
Θ_e	= -14,8	[°C]
$Q_{T, build}$	ztráta prostupem	[kW]
H_{Ti}	měrná ztráta prostupem	[W.K ⁻¹]
A_i	plocha posuzované konstrukce	[m ²]
U_i	Součinitel prostupu tepla	[W.m ⁻² .K ⁻¹]
ΔU	přirážka na vliv tepelných mostů	[W.m ⁻² .K ⁻¹]
b_i	činitel teplotní redukce	[-]

Ochlazovaná kce	Plocha [m ²]	Počet	Součinitel prostupu tepla	Činitel teplotní redukce [-]	Měrná tepelná ztráta [W/m ² .K]
Stěna SZ	355,557	1	0,15	1	53,51
Stěna SV	217,63	1	0,15	1	32,75
Stěna JV	372,5	1	0,15	1	56,06
Stěna JZ	218,81	1	0,15	1	32,93
O1	0,54	4	0,92	1,15	2,29
O2	4,5	1	0,92	1,15	4,76
O3	2,25	1	0,92	1,15	2,38
O4	2,7	7	0,92	1,15	20,00
O5	6,75	1	0,92	1,15	7,14
O6	1,5	1	0,92	1,15	1,59
O7	0,36	1	0,92	1,15	0,38
O8	1,8	1	0,92	1,15	1,90
D01	3,64	1	0,88	1,15	3,68
D06	2,25	3	0,88	1,15	6,83
D11	4,25	1	0,88	1,15	4,30
D17	3,03	2	0,88	1,15	6,13
D15	7,25	1	1,46	1,15	12,17
Podlaha	1286,25	1	0,21	0,66	181,84
Strop monolit	699,6	1	0,12	1	80,64
Strop vazníky	402,24	1	0,11	1	44,07
Suma	3593	3619	vazby	0,02	72,38

H_{Ti} 627,73

Tab. 8 Zjednodušený výpočet tepelné ztráty obálkou

$$Q_{T,build} = 627,73 \times (21 - (-14,8)) = 22\,473\,W$$

B.4.1.2 Tepelná ztráta infiltrací

$$q_{v,env,i} = V_i \times n_{50} \times \varepsilon \times e$$

V_i vzduchový objem budovy [m³]

n₅₀ násobnost výměny při tlakovém rozdílu 50 Pa [-]

ε činitel na počet oken a polohu budovy v krajině [-]

e výškový korekční činitel [-]

Zjednodušené stanovení $q_{v,env,i}$										
Objem budovy			9548,225		7638,58		= cca 80% objemu vč. Kcí			
V_i	7638,58	n50	1	ε	0,05	e	1	$\rho \cdot c \cdot q_{v,env,i} \cdot (t_i - t_e)$	$q_{v,env,i}$	381,93
Ob. stanoven z BIM (CADu) z výp. místností (a jejich objemů)								$0,5 \cdot V_i$	$q_{v,min,i}$	3819,29

Tab. 9 Stanovení infiltrace

VZT 1 - Kinosál	Přímý výpočet vzduchotechnických jednotek	Remak	7300
VZT 2 - Zázemí			20300
VZT 3 - Galerie			8800
VZT 4			6000
Suma VZT			42400 W

Tab. 10 Potřeba tepla vzduchotechniky

Infiltrace	Zjednodušená obálková metoda, infiltrace, VZT	$Q_{T, build}$	22473
$q_{v,env,i} = V_i \cdot n50 \cdot \varepsilon \cdot e$		$Q_{v,infiltrací}$	4603
$q_{v,min,i}$		$Q_{v,build,ATD}$	42400
		$\Sigma Q_{v,build}$	69476 W

Tab. 11 Potřeba tepla budovy

B.4.2 Potřeba teplé vody

B.4.2.1 Objem zásobníkového ohřivače

$$V_z = q_{TV,max} \times n \times k_{TV} \times \varphi$$

$q_{TV,max}$ max. specifická potř. teplé vody [l/spotř. jednotka/den]

n počet obyvatel, spotř. jednotek [ks]

k_{TV} součinitel nerovnoměrnosti [-]

φ součinitel mrtvého prostoru [-]

B.4.2.2 Výkon topné vložky ohřivače

$$Q_z = \frac{V_z \times \rho \times c \times (t_2 - t_1)}{z \times 3600} + Q_{cirk}$$

V_z	objem zásobníku	[l]
c	měrná tepelná kapacita vody 4 180	[J/kg.K]
ρ	hustota vody	[kg/l]
t_1	teplota vstupní vody (7°C)	[°C]
t_2	teplota výstupní vody	[°C]
z	doba ohřevu vody	[h]

B.4.2.3 Ztráta na straně vodovodu

$$Q_{cirk} = \sum_{i=1}^m q_i \times l_i$$

q_i	tepelná ztráta potrubí	[W/m]
l_i	délka potrubí	[m]

Teplá voda						
Cirkulace						
$l_{lež}$	85 m	$q_{lež}$	7 W/m	$Q_{cirk} = \sum_{i=1}^m q_i \times l_i$	Q_{cirk}	691,00 W
l_{svis}	12 m	q_{svis}	8 W/m			
Ohřev TV	adm.	návšt.	Pozn	$V_{z,adm} = q_{TV,max} * n * k_{TV} * \phi$	134,4	5663,90 W
$q_{TV,max,ADM}$	14	3	-tabulky/odhad	$V_{z,návš} = q_{TV,max} * n * k_{TV} * \phi$	68,85	
k_{TV}	0,2			$Q_z = \frac{V_z \times \rho \times c \times (t_2 - t_1)}{z \times 3600} + Q_{cirk}$	Q_z	6354,90 W
počet osob	32	76,5	-návš. WC + 50%			
ϕ	1,5					

Tab. 12 Stanovení potřeby tepla ohřevu vody

B.4.2.4 Velikost teplosměnné plochy

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = \frac{(60 - 55) - (40 - 7)}{\ln \frac{(60 - 55)}{(40 - 7)}} = 14,84 \text{ K}$$

$$A = \frac{Q_z}{U \times \Delta t} = \frac{6355}{420 \times 14,84} = 1,02 \text{ m}^2$$

Navržený nepřímotopný zásobník OKC NTR/Z s objemem 125 l disponuje trubkovým výměníkem o ploše 1,45 m².

B.4.2.5 Akumulační nádrž

Do systému vytápění byla zvolena akumulační nádrž LAMB PSM 1000 o objemu 930 l.

B.4.3 Návrh zdroje tepla

B.4.3.1 Přípojný výkon tepelného čerpadla

$$\theta_{SU} = f_{HL} \times \theta_{HL} + f_{HDW} \times \theta_{DHW} + f_{AS} \times \theta_{AS} \quad [\text{kW}]$$

$$f_{HL} \quad \text{návrhový činitel pro tepelnou ztrátu} \quad [-]$$

$$\theta_{HL} \quad \text{návrhová tepelná ztráta} \quad [\text{kW}]$$

$$f_{HDW} = 1 \quad [-]$$

$$\theta_{DHW} \quad \text{návrhový tepelný výkon pro TV} \quad [\text{kW}]$$

$$f_{AS} = 1 \quad [-]$$

$$\theta_{AS} \quad \text{návrhový tep. výkon příp. soustavy} \quad [\text{kW}]$$

$$\theta_{SU} = 0,95 \times 22,5 + 1 \times 6,4 + 1 \times 42,4 = 70,18 \text{ kW}$$

Do objektu byla navržena jednotka Mitsubishi VRF PURY-EP1050YSNW-A o nominálním topném výkonu 138 kW. Zvolená jednotka předá vyrobené teplo pomocí hydromodulu EHSD-MED, její použití se uvažuje také pro režim chlazení. Zmíněné tepelné čerpadlo je možné připojit do třítrubkového systému, což umožňuje zároveň topit i chladit zároveň – tato funkce se využije zejména v případě, kdy je potřeba objekt vytápět, ale některé provozy produkují velké množství odpadního tepla – např. místnosti promítárna, zvukař, AV dílna, UPS stanice.. Pro případ potřeb teplejší vody je navržen bivalentní zdroj – kondenzační kotel Thermona THERM KD.A 14 o výkonu 2,5 - 13,8 kW a teplotním spádu 45/55 – 80/60.

OUTDOOR UNITS		PURY-EP1050YSNW-A
CAPACITY (kW)	Heating (nominal)	132
	Cooling (nominal)	118
	High Performance Heating (UK)	118.8
	COP Priority Heating (UK)	113.5
	Cooling (UK)	105.6
POWER INPUT (kW)	Heating (nominal)	32.58
	Cooling (nominal)	29.13
	High Performance Heating (UK)	36.82
	COP Priority Heating (UK)	31.60
	Cooling (UK)	18.64
COP / EER (nominal)		4.05 / 4.05
SCOP / SEER*		-
MAX No. OF CONNECTABLE INDOOR UNITS		50

Obr. 14 Výkon Mitsubishi PURY-EP1050 [9]

B.5 Chlazení

Vzhledem k povaze objektu je nasnadě zajistit co nejpříjemnější prostředí pro návštěvníky i v teplých ročních obdobích.

Na tepelnou zátěž, která by mohla eventuelně nastat, byla zvolena VRF jednotka. Chlazení objektu většinou zajišťuje vlastní vzduchotechnické jednotky v daných zónách pomocí výparníků, avšak v místech většího výskytu osob, které nejsou hlavním zájmem pro vzduchotechnické jednotky a mohlo by v nich docházet k diskomfortu byly navrženy vnitřní jednotky typu SPLIT. Jedná se místnosti s větší tepelnou zátěží z hlediska sluneční energie, ale také z hlediska vnitřních zdrojů tepla.

B.5.1 Uvažovaná zařízení

B.5.1.1 Venkovní jednotka

Systém VRF zajišťuje plynulé využití celého výkonu. Konkrétní navržený výrobek, Mitsubishi - PURY-EP1050YSNW-A, tvoří dvě navzájem spojená tepelná čerpadla, každé o polovičním výkonu. V případě havárie jednoho z nich lze využít alespoň částečný chladicí výkon. Pro návrh byly převzaty potřeby chladu výparníků z navržených vzduchotechnických jednotek [1] a uvažovaná tepelná zátěž objektu v nejnepríznivějším stavu – lidmi zaplněný objekt, celodenní bezmračné počasí, okna bez exteriérových překážek se součinitelem stínění 0,7. Celkovou potřebu chladu ponížil součinitel současnosti stanoven technickým odhadem na hodnotu 0,7. Okruhem proudí chladivo R32.



Obr. 15 Mitsubishi PURY [8]

B.5.1.2 Vnitřní jednotky

V interiéru budovy se uvažuje s využitím splitových kazetových designových jednotek společnosti Daikin FXFQ-B v několika výkonových řadách – 2,2; 4,5; 5,6 kW. Řízení je zajištěno uživatelsky – pomocí infraovladače. Návrh konkrétních výrobků je stanoven níže, vypsán a vykreslen také v přílohách B.1.5.1 a B.1.5.2.



Obr. 16 Daikin FXFQ-B [10]

B.5.2 Stanovení tepelné zátěže

Tepelné zátěže pro zóny 1-3 byly stanoveny pomocí v programu Teruna, vybrané postupy výpočtů, výsledky a grafy jsou k nahlédnutí převzaty z [1]. Tepelný zisk poslední zóny byl stanoven ručním hodinovým výpočtem.

B.5.2.1 Osluněná část okna

$$S_{os} = [l_a - (e_1 - f)] \times [l_b - (e_2 - g)] \quad [\text{m}^2]$$

$$e_1 \quad \text{vodorovný stín} \quad [\text{m}]$$

$$e_2 \quad \text{svislý stín} \quad [\text{m}]$$

$$f \quad \text{odstup svislé překážky (šířka rámu)} \quad [\text{m}]$$

$$g \quad \text{odstup vodorovné překážky (šířka rámu)} \quad [\text{m}]$$

$$l_a \quad \text{výška zasklení} \quad [\text{m}]$$

$$l_b \quad \text{šířka zasklení} \quad [\text{m}]$$

Vodorovný stín

$$e_1 = c \times \tan|\alpha - \gamma|$$

Svislý stín

$$e_2 = d \times \frac{\tan h}{\cos|\alpha - \gamma|}$$

$$\alpha \quad \text{azimut slunce} \quad [^\circ]$$

$$\gamma \quad \text{azimut stěny} \quad [^\circ]$$

$$h \quad \text{výška slunce} \quad [^\circ]$$

B.5.2.2 Tepelný zisk sluneční radiací pro jedno okno

$$Q_{or} = [S_{os} \times I_o \times c_o + (S_o - S_{os}) \times I_{odif}] \times s$$

$$I_o \quad \text{veškerá radiace procházející oknem} \quad [\text{W.m}^{-2}]$$

$$c_o \quad \text{korekční součinitel na čistotu atmosféry} \quad [-]$$

$$S_o \quad \text{plocha zasklení jednoho okna} \quad [\text{m}^2]$$

$$I_{odif} \quad \text{intenzita difuzní radiace} \quad [\text{W.m}^{-2}]$$

$$s \quad \text{stínící součinitel} \quad [-]$$

B.5.2.3 Tepelný zisk konvekcí oken

$$Q_{ok} = S_{ok} \times U_o \times (t_e - t_i) \quad [W]$$

U_o součinitel prostupu tepla okna $[W.m^{-2}.K^{-1}]$

t_i teplota vnitřního vzduchu $[^{\circ}C]$

t_e teplota vnějšího vzduchu v hodinu $[^{\circ}C]$

B.5.2.4 Celková zátěž okny

$$Q_o = Q_{or} + Q_{ok} \quad [W]$$

B.5.2.5 Tepelná zátěž vnějších stěn

$$Q_s = U_s \times S \times (t_r - t_i)$$

U_s součinitel prostupu tepla stěny $[W.m^{-2}.K^{-1}]$

S plocha konstrukce bez oken $[m^2]$

t_r rovnocenná sluneční teplota $[^{\circ}C]$

B.5.2.6 Stěna středně těžká

$$Q_s = U_s \times S \times [(t_{rm} - t_i) + m \times (t_{r\psi} - t_{rm})] \quad [W]$$

t_{rm} průměrná rovnoc. sluneční teplota $[^{\circ}C]$

$t_{r\psi}$ rovnoc. slun. teplota o Ψ hodin dříve $[^{\circ}C]$

Součinitel zmenšení teplotního kolísání

$$m \cong \frac{1 + 7,6 \times \delta}{2500\delta}$$

m součinitel zmenšení teplotního kolísání $[-]$

δ tloušťka stěny $[m]$

Fázový posun

$$\Psi \doteq 32\delta - 0,5 \quad [h]$$

B.5.2.7 Tepelná zátěž vnitřních stěn

Teplota v interiéru se uvažuje stejná, zátěž vnitřních stěn nebyla počítána.

B.5.2.8 Produkce tepla od lidí a pokrmů

$$Q_l = n_l \times 6,2 \times (36 - t_i) \quad [W]$$

B.5.2.9 Tepelná produkce svítidel

$$Q_{sv} = S_s \times P_s \times c_1 \times c_2 \quad [\text{W}]$$

S_s Plocha podlahy bez plochy osvětlené okny $[\text{m}^2]$

P_s Výkon osvětlení $[\text{W} \cdot \text{m}^{-2}]$

c_1 součinitel současnosti používání svítidel $[-]$

c_2 zbytkový součinitel (=1) $[-]$

	H	JV	SV	te	t [h]
	18,0	18,0	18,0	18,0	1
	17,3	17,3	17,3	17,3	2
	17,1	17,1	17,1	17,1	3
	17,3	17,3	17,3	17,3	4
	20,4	20,4	22,3	18,0	5
	26,8	29,0	33,5	19,3	6
	35,0	38,2	39,3	20,8	7
	43,5	45,7	40,4	22,6	8
	51,6	50,6	38,4	24,5	9
	58,3	52,7	34,6	26,5	10
	63,3	51,9	35,2	28,3	11
	65,8	48,6	36,9	29,8	12
	65,9	43,3	38,0	31,0	13
	63,6	38,3	38,3	31,8	14
	59,1	37,9	37,9	32,0	15
	52,7	36,7	36,7	31,8	16
	45,1	34,9	35,1	31,0	17
	37,3	32,5	32,4	29,8	18
	30,6	29,4	29,4	28,3	19
	26,5	26,5	26,5	26,5	20
	24,5	24,5	24,5	24,5	21
	22,6	23,3	22,6	22,6	22
	20,8	20,8	20,8	20,8	23
	19,3	19,3	19,3	19,3	24

Tab. 13 Rovnocenné sluneční teploty

Rozměry oken převzaty v výkresu A.1.1.1

Azimut stěny převzat pro vyšší úhel, čímž uměle došlo ke zhoršení situace.

Součinitel prostupu tepla konstrukcí převzat z výpočtu přílohy A.1.4.2.

Produkce tepla lidí technicky odhadnuta na hodnotu 70 W/osoba.

Produkce tepla svítidel odhadnuta na 10 W.m⁻².

B.5.3 Analytický výpočet

Severovýchod													
Hodina	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h
lo	287	361	321	217	135	139	141	139	130	117	100	78	53
ldif	87	80	100	117	130	139	141	139	130	117	100	80	87
α	74	88	100	114	131	152	180	208	229	246	260	272	286
te	19,3	20,8	22,6	24,5	26,5	28,3	29,8	31,0	31,8	32,0	31,8	31,0	29,8
te max	32												
γ	45												
h	60												
co	0,85												
s	0,7												
e1	0,111	0,187	0,286	0,521	2,860	STÍN	STÍN	STÍN	STÍN	STÍN	STÍN	STÍN	STÍN
e2	0,625	0,371	0,243	0,133	0,024	STÍN	STÍN	STÍN	STÍN	STÍN	STÍN	STÍN	STÍN

Tab. 14 Množství dopadající energie na severovýchodní stěnu

Výplně	Šířka	Výška	Ostění	Rám	U	ks
Dveře D06	0,9	2,02	0,2	0,1	0,88	1
Světlík D06	0,9	0,38	0,2	0,1	0,92	1

Tab. 15 Specifikace navržených vlastností prvků fasády

Místnost	Účel	Sos - ozářená plocha [m²]													
		Hodina	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h
106	Přír. sklad	Světlík D06	0,14	0,18	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tab. 16 Výpočet ozářené plochy oken

Místnost	Účel	Qor - přímé zisky ze slunce [W]													
		Hodina	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h

106	Přír. sklad	Světlík D06	26	47	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-----	-------------	-------------	----	----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tab. 17 Přímé sluneční zisky oken

Místnost	Účel	Q _{ok} (dv) - zisky prostupem [W]													
		Hodina	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h
106	Přír. sklad	Dveře D06	0	0	0	0	2	5	8	10	11	11	11	10	8
106	Přír. sklad	Světlík D06	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	2	2	1

Tab. 18 Zisky prostupem tepla prvků fasády

Místnost	Účel	Stěny - zisky prostupem [W]													
		A stěny[m2]	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h
106	Přír. sklad	19,77	41	58	60	53	41	42	46	49	49	48	44	39	31
108	WC pers.	6,89	14	20	21	19	14	15	16	17	17	17	15	14	11
110	WC chod.	6,53	14	19	20	18	13	14	15	16	16	16	14	13	10
111	Úklid	7,07	15	21	22	19	15	15	17	18	18	17	16	14	11
114	WC	5,26	11	15	16	14	11	11	12	13	13	13	12	10	8
116	WC chod.	6,53	14	19	20	18	13	14	15	16	16	16	14	13	10
117	WC	7,07	15	21	22	19	15	15	17	18	18	17	16	14	11
118	WC	7,43	16	22	23	20	15	16	17	18	19	18	17	15	12
119	WC inv.	11,60	24	34	35	31	24	25	27	29	29	28	26	23	18
Zisk v dané hodině		78,13	164	229	239	211	162	166	184	194	195	188	174	154	123

Tab. 19 Zisky stěn prostupem tepla

Jihovýchod													
Hodina	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h
JV zisk	180	335	452	511	506	437	316	185	130	117	100	78	53
dif	87	80	100	117	130	139	141	139	130	117	100	80	87
α	74	88	100	114	131	152	180	208	229	246	260	272	286
γ	135												
h	60												
co	0,85												
s	0,7												
e1	0,361	0,214	0,140	0,077	0,014	0,061	0,200	0,654	STÍN	STÍN	STÍN	STÍN	STÍN
e2	0,192	0,323	0,495	0,902	4,954	1,133	0,346	0,106	STÍN	STÍN	STÍN	STÍN	STÍN

Tab. 20 Množství dopadající energie na jihovýchodní stěnu

Výplň	Šířka	Výška	Ostění	Rám	Uok	ks
Okno O2	4,5	3	0,2	0,1	0,92	1
D1 světl.	1,8	0,53	0,2	0,1	0,92	1
D1	1,8	2,02	0,2	0,1	0,88	1

Tab. 21 Specifikace navržených vlastností prvků fasády

Místnost	Účel	Sos - ozářená plocha [m2]													
		Hodina	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
101	Vstupní hala	D1 světl.	0,46	0,66	0,69	0,55	0,00	0,44	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
104 + 105	Bar + Foyer	O2	12,07	12,34	12,15	11,18	0,00	10,54	12,34	10,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tab. 22 Výpočet ozářené plochy oken

Místnost	Účel	Qor - přímé zisky ze slunce [W]													
		Hodina	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h
101	Vstupní hala	D1 světl.	43	151	217	195	1	120	114	1	1	1	1	1	1
104 + 105	Bar + Foyer	O2	1121	2833	3827	3949	9	2898	2105	668	9	9	9	9	9

Tab. 23 Přímé sluneční zisky oken

Místnost	Účel	Qok(dv) - zisky prostupem [W]													
		Hodina	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h
101	Vstupní hala	D1	0	0	0	0	5	10	15	19	22	22	22	19	15
101	Vstupní hala	D1 světl.	0	0	0	0	1	3	4	5	6	6	6	5	4
104 + 105	Bar + Foyer	O2	0	0	0	0	18	41	59	75	84	87	84	75	59

Tab. 24 Zisky prostupem tepla prvků fasády

Místnost	Účel	Stěny - zisky prostupem [W]																				
		tl. Stěny		0,462		U	0,15		Fázový posun = 32δ-0,5						14,284		m	0,121463		Plocha JV	123,81	
		A stěny[m2]	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h							
101	Vstupní hala	24,66	35	68	95	112	118	115	102	81	62	59	55	48	39							
102	Šatna diváci	30,40	43	84	117	138	146	141	125	100	76	73	67	59	48							
104 + 105	Bar + Foyer	56,25	80	156	216	255	270	261	232	185	141	136	125	109	90							
106	Přír. sklad	12,51	18	35	48	57	60	58	52	41	31	30	28	24	20							
Zisk v dané hodině		123,81	176	343	476	561	594	576	511	406	309	298	275	241	197							

Tab. 25 Zisky stěn prostupem tepla

Místnost	Účel	Q _k - zisk prostupem stropu [W]													
		A strop[m ²]	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h
101	Vstupní hala	28,44	31	56	81	105	124	139	147	146	138	123	101	76	51
102	Šatna diváci	19,98	22	39	57	74	87	98	103	103	97	86	71	54	36
104 + 105	Bar + Foyer	70,52	78	139	201	260	309	345	364	363	342	304	251	189	126
Zisk v dané hodině		118,94	131	234	339	439	521	581	614	612	577	514	424	319	212

Tab. 26 Zisky stropů (střech) prostupem tepla

Místnost	Účel	Q _{lidé} - zisk tepla od lidí [W]										zastopení osob 50/50 (m/ž)			70W/osoba
		Osob	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h
101	Vstupní hala	15	0	0	919	919	919	919	919	919	919	919	919	919	919
102	Šatna diváci	3	0	0	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184
104 + 105	Bar + Foyer	53	0	0	3246	3246	3246	3246	3246	3246	3246	3246	3246	3246	3246
Zisk v dané hodině		71	0	0	4349	4349	4349	4349	4349	4349	4349	4349	4349	4349	4349

Tab. 27 Zisky tepla od osob

Místnost	Účel	Q _{svítidel} - zisk tepla od svítidel [W]													
		Hodina	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h
101	Vstupní hala	Zisk v hod.	0	0	293	293	293	293	293	293	293	293	293	293	293
102	Šatna diváci	Zisk v hod.	0	0	202	202	202	202	202	202	202	202	202	202	202
104 + 105	Bar + Foyer	Zisk v hod.	0	0	453	453	453	453	453	453	453	453	453	453	453
120	Chodba	Zisk v hod.	0	0	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217
Zisk v dané hodině			0	0	1165	1165	1165	1165	1165	1165	1165	1165	1165	1165	1165

Tab. 28 Zisky tepla od svítidel

Č.m.	Účel	Hodina	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h
101	Vstupní hala		109	275	1604	1623	1461	1599	1593	1464	1439	1423	1396	1361	1321
102	Šatna diváci		65	123	560	597	619	625	614	588	559	545	524	498	470
104+105	Bar+Foyer		1291	3139	7957	8175	4305	7255	6472	5001	4276	4236	4170	4082	3983
106	Přír. sklad		85	139	139	110	104	107	107	102	94	91	85	75	61
107	WC předsíň		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
108	WC pers.		14	20	21	19	14	15	16	17	17	17	15	14	11
109	WC předsíň		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
110	WC chodba		14	19	20	18	13	14	15	16	16	16	14	13	10
111	Úklid		15	21	22	19	15	15	17	18	18	17	16	14	11
112	WC		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
113	WC		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
114	WC		11	15	16	14	11	11	12	13	13	13	12	10	8
115	WC předsíň		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
116	WC chodba		14	19	20	18	13	14	15	16	16	16	14	13	10
117	WC		15	21	22	19	15	15	17	18	18	17	16	14	11
118	WC		16	22	23	20	15	16	17	18	19	18	17	15	12
119	WC inv.		24	34	35	31	24	25	27	29	29	28	26	23	18
120	Chodba		0	0	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217
Celková suma zisků činí			1 673 W	3 851 W	10 661 W	10 889 W	6 838 W	9 941 W	9 159 W	7 538 W	6 754 W	6 680 W	6 551 W	6 382 W	6 180 W
Zisky pro důležité míst-nosti			1 466 W	3 537 W	10 121 W	10 395 W	6 385 W	9 478 W	8 680 W	7 054 W	6 274 W	6 204 W	6 090 W	5 942 W	5 775 W

Tab. 29 Stanovení doby s maximálním ziskem tepla

B.5.4 Navržení jednotky zdroje

Provozy, které bychom rádi chladili:		Zisk (cca)	Navržená jednotka	Výkon	Poznámka	hle- no na
101	Vstupní hala	1 700 W	Daikin FXXQ-B 20B	2200	Výpočet excel	

104+105	Bar+Foyer	8 200 W	2x Daikin FXFQ-B 40B	9000	Výpočet excel	
Provozy jiných zón, které bychom rádi chladili:		Zisk (cca)	Navržená jednotka	Výkon	Poznámka	
121	Kancelář	1500 W	Daikin FXFQ-B 20B	2200	Teruna	
126	Šatna divadla - ženy	1 200 W	Daikin FXFQ-B 20B	2200	Teruna	
129	Šatna divadla - muži	1 200 W	Daikin FXFQ-B 20B	2200	Teruna	
133	UPS stanice	8 000 W	Daikin FXFQ-B 80B	9000	Odb. odhad	
203	Režie	4 000 W	Daikin FXFQ-B 50B	5600	Odb. odhad	
204	AV dílna	4 000 W	Daikin FXFQ-B 50B	5600	Odb. odhad	
213	Promítárna	4 500 W	Daikin FXFQ-B 50B	5600	Odb. odhad	
214	Zvukař	2 000 W	Daikin FXFQ-B 20B	2200	Odb. odhad	

Tab. 30 Návrh kazetových jednotek

Potřeba chladu VZT jednotek	
VZT 1 - Kinosál	30 200 W
VZT 2 - Zázemí	45 200 W
VZT 3 - Galerie	36 200 W
VZT 4 - Foyer	20 500 W

Tab. 31 Potřeby chladu přímých výparníků

Celková potřeba chladu pro daný objekt:	166,9 kW
Současnost [-]	0,7
Hledáme zdroj o chladícím výkonu:	116,8 kW
Navržena jednotka VRF PURY EP1050 118 kW	

Tab. 32 Návrh venkovní jednotky VRF

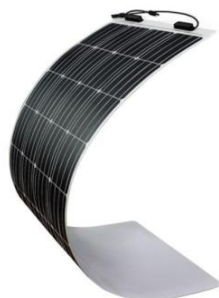
B.6 Fotovoltaika

Pro návrh fotovoltaického systému byl zvolen ohebný monokrystalický CIGS panel společnosti Renogy s maximálním výkonem 160 Wp s rozměry 1504x673 mm. Tenkovrstvý panel se přichycuje pouze lepením k podkladům, což se stává značnou výhodou zejména z pohledu statiky, kdy nad galerií i kinosálem z důvodu velkých světlostí byly navrženy dřevěné vazníky. Při navrhování fotovoltaické elektrárny bylo dbáno také na celkový vzhled budovy, aby elektrárna na střeše, byť v ideálním sklonu, nenarušovala celkový vzhled - proto i sklon panelů odpovídá sklonu střešních rovin – 3%.

Rozmístění fotovoltaických panelů se zabývá samostatný výkres viz B.1.6.1.

B.6.1 Konkretizace výrobků

FV panel Renogy 160Wp



Obr. 17 Zvolený panel, ukázka flexibility [11]

RNG-160DB-H

160W Flexible Monocrystalline Solar Panel

Electrical Data

Maximum Power at STC*	160 W
Optimum Operating Voltage (V_{mp})	19.1 V
Optimum Operating Current (I_{mp})	8.38 A
Open Circuit Voltage (V_{oc})	23.0V
Short Circuit Current (I_{sc})	8.88 A
Cell Efficiency	21.0%
Maximum System Voltage	600 VDC (IEC)
Maximum Series Fuse Rating	20 A

Thermal Characteristics

Operating Module Temperature	-40°C to +85°C
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.42%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.31%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.05%/°C

Junction Box

IP Rating	IP 68
Number of Diodes	2 Diode(s)
Output Cables	12 AWG (Negative length: 450mm, 17.7 in.) Positive length: 150mm, 5.9 in.)

Mechanical Data

Solar Cell Type	Monocrystalline (6.14 x 6.14 in)
Number of Cells	36 (4 x 9)
Dimensions	59.2 x 26.5 x 0.08 in (1504 x 673 x 2 mm)
Weight	6.2 lbs (2.8 kg)
Application Class	Class A
Frame	None
Connectors	MC4 Connectors
Fire Rating	Class C

MC4 Connectors

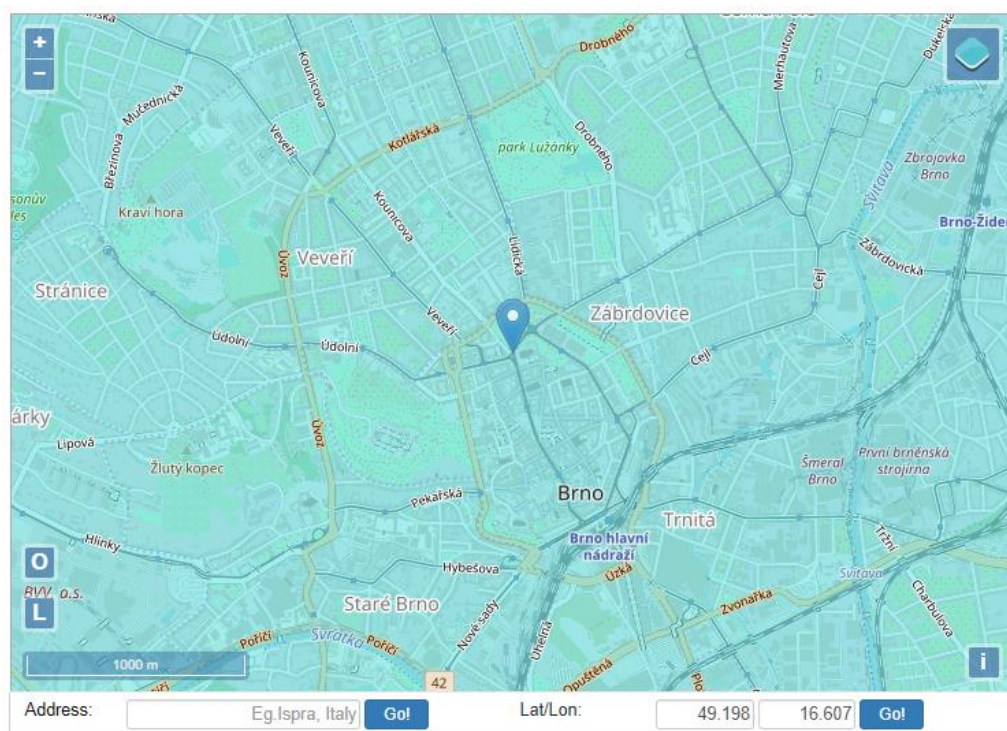
Rated Current	30A
Maximum Voltage	1000VDC
Maximum AWG Size Range	10 AWG
Temperature Range	-40°F to 194°F
IP Rating	IP 67

Certifications



Obr. 18 Specifikace zvoleného panelu [11]

B.6.2 Data pro výpočet



Obr. 19 Místo vztažených dat [12]

Cursor: Selected: 49.198, 16.607 Elevation (m): 229 Use terrain shadows: ☒ Calculated horizon ☐ Upload horizon file [Download CSV](#) [Download JSON](#) [Vybrat soubor](#) [Soubor nevybrán](#)

GRID CONNECTED

TRACKING PV

OFF-GRID

MONTHLY DATA

DAILY DATA

HOURLY DATA

TMY

AVERAGE DAILY IRRADIANCE DATA

Solar radiation database* PVGIS-SARAH

Month* January

☒ UTC time ☐ Local time

On fixed plane:

☒ Irradiance ☐ Clear-sky irradiance

Slope [°] 3

Azimuth [°] -22.13

On sun-tracking plane:

☐ Irradiance ☐ Clear-sky irradiance

Temperature:

☐ Daily temperature profile

[Visualize results](#) [Download CSV](#) [Download JSON](#)

Obr. 20 Vstupní požadavky výstupních dat [12]

t _{e,s}	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Ø
leden	1	-3,8	4,5	2,6	-2,1	-3	0	1,2	-0,2	1,5	2	0,34
únor	-1,6	-1	4,7	3,8	1,2	0,6	-0,1	-2,7	0,5	3,5	1,7	0,96
březen	3,3	3	7	5,2	5,2	4,9	5,8	6,6	2,1	8,3	5,6	5,18
duben	10,9	10,5	12,3	10,5	14,2	10,3	12,4	11,1	11,3	12,1	10,3	11,45
květen	15,1	14,7	17,1	16,1	15,8	14	15,7	16,7	14,7	14,9	15,3	15,46
červen	18,4	19	20,7	19,7	18	19,1	19,3	20,4	18,4	19,4	19,5	19,26
červenec	20,5	23,3	21,9	20,8	21	22	19,4	21,9	22,3	21,8	24	21,72
srpen	18,4	17,6	20,7	20,2	20,9	19,5	21	21,2	21,2	18,5	24,4	20,33
září	15,8	17,8	13,7	14,6	17	13,9	17,7	16,7	14,4	16,1	16,1	15,80
říjen	10,6	12,3	8,9	10,8	9,1	7,9	9,5	9,9	11,2	11,9	10,3	10,22
listopad	3,1	6,9	2,7	6,5	6,5	6,5	3,4	6,7	5,7	7,9	7,6	5,77
prosinec	-0,1	3,1	0	1,7	0,7	-3	3	-0,1	2,3	2,9	3,9	1,31

Latitude (decimal degrees): 49.198

Longitude (decimal degrees): 16.607

Radiation database: PVGIS-SARAH

Tab. 33 Průměr venkovních teplot v letech 2005-2015

B.6.3 Intenzita dopadající energie

t [h]	0:45	1:45	2:45	3:45	4:45	5:45	6:45	7:45	8:45	9:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45	ϕ	
Jan	0	0	0	0	0	0	0	13	78	120	131	132	117	81	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125,0
Feb	0	0	0	0	0	0	2	73	150	213	236	249	219	188	135	61	1	0	0	0	0	0	0	0	0	198,6
Mar	0	0	0	0	0	2	78	190	290	359	400	403	370	319	245	160	56	0	0	0	0	0	0	0	0	322,0
Apr	0	0	0	0	2	84	222	367	487	562	591	601	551	474	369	267	145	28	0	0	0	0	0	0	0	449,1
May	0	0	0	0	43	149	287	416	514	588	584	585	550	487	406	217	194	86	6	0	0	0	0	0	0	438,9

Jun	0	0	0	0	61	167	312	440	558	594	631	614	596	540	453	356	240	130	32	0	0	0	0	0	484,9
Jul	0	0	0	0	48	159	302	448	558	647	639	643	611	543	457	356	242	123	27	0	0	0	0	0	495,1
Aug	0	0	0	0	10	102	234	371	484	572	596	603	560	448	400	300	181	63	1	0	0	0	0	0	431,7
Sep	0	0	0	0	0	36	156	293	404	472	497	482	449	385	285	186	74	2	0	0	0	0	0	0	383,7
Oct	0	0	0	0	0	0	63	159	241	287	316	305	269	227	149	63	1	0	0	0	0	0	0	0	256,3
Nov	0	0	0	0	0	0	1	66	129	167	187	184	167	120	59	1	0	0	0	0	0	0	0	0	176,3
Dec	0	0	0	0	0	0	0	13	78	120	131	132	117	81	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125,0

Tab. 34 Dopadající sluneční energie - JV

	0:45	1:45	2:45	3:45	4:45	5:45	6:45	7:45	8:45	9:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45	ϕ	
Jan	0	0	0	0	0	0	0	10	72	119	141	155	142	115	60	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	134,4
Feb	0	0	0	0	0	0	1	59	132	193	218	2344	210	183	136	65	1	0	0	0	0	0	0	0	0	488,0
Mar	0	0	0	0	0	1	64	165	261	330	374	385	359	316	249	171	65	0	0	0	0	0	0	0	0	304,9
Apr	0	0	0	0	2	72	196	330	447	526	562	580	542	476	380	285	165	35	0	0	0	0	0	0	0	432,4
May	0	0	0	0	39	135	263	385	483	560	565	573	546	492	420	338	215	105	6	0	0	0	0	0	0	440,0
Jun	0	0	0	0	57	154	289	412	527	571	612	603	593	546	467	378	266	154	40	0	0	0	0	0	0	478,5
Jul	0	0	0	0	44	145	277	415	524	615	617	629	606	548	741	378	269	147	30	0	0	0	0	0	0	510,8
Aug	0	0	0	0	8	90	208	337	448	538	570	585	552	490	412	320	204	76	1	0	0	0	0	0	0	424,0
Sep	0	0	0	0	0	29	133	257	365	437	469	463	440	385	293	200	87	2	0	0	0	0	0	0	0	367,7
Oct	0	0	0	0	0	0	50	135	214	261	294	290	260	225	154	70	1	0	0	0	0	0	0	0	0	242,6
Nov	0	0	0	0	0	0	1	52	111	148	171	182	159	118	61	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	165,0
Dec	0	0	0	0	0	0	0	8	64	106	120	123	110	78	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	114,8

Tab. 35 Dopadající sluneční energie – SZ

B.6.4 Doba slunečního svitu

měsíc	počet dní	východ slunce	západ slunce	průměrná doba svitu	teoretická doba svitu	výpočtová doba svitu	JV W/m2	SZ	kWh/m²
leden	31	7:26:00	16:05:00	0,36	8,65	4,65	125,0	134,4	18,7
únor	28	7:00:00	17:13:00	0,43	10,22	6,22	198,6	488,0	59,8
březen	31	6:05:00	17:57:00	0,49	11,87	7,87	322,0	304,9	76,4
duben	30	5:02:00	18:42:00	0,57	13,67	9,67	449,1	432,4	127,8
květen	31	4:12:00	19:24:00	0,63	15,20	11,20	438,9	440,0	152,6
červen	30	3:51:00	19:53:00	0,67	16,03	12,03	484,9	478,5	173,9
červenec	31	4:07:00	19:47:00	0,65	15,67	11,67	495,1	510,8	181,9
srpen	31	4:46:00	19:05:00	0,60	14,32	10,32	431,7	424,0	136,8
září	30	5:28:00	18:04:00	0,53	12,60	8,60	383,7	367,7	96,9
říjen	31	6:11:00	17:03:00	0,45	10,87	6,87	256,3	242,6	53,1
listopad	30	6:59:00	16:14:00	0,39	9,25	5,25	176,3	165,0	26,9
prosinec	31	7:35:00	15:58:00	0,35	8,38	4,38	125,0	114,8	16,3

Tab. 36 Celkové množství dopadené sluneční energie

B.6.5 Účinnost panelu

$$\eta_{FV} = \eta_{ref} \times \left[1 + \frac{\gamma}{100} \times \left(t_{es} + \left(1 - \frac{\eta_{ref}/100}{0,95} \right) \times \frac{G_m}{800} \times (NOCT - 20) - 25 \right) \right] \left(1 + k \times \ln \frac{G_m}{1000} \right)$$

$$k = \frac{\Delta\eta_G/100}{\ln \left(\frac{G}{G_{ref}} \right)}$$

η_{ref}	účinnost při normových zkušebních podmínkách	[1000 W při t_{ef} 25°C]
γ	teplotní součinitel výkonu	[%/K]
NOCT	jmenovitá provozní teplota článku	[°C]
G_m	střední intenzita slunečního záření	[W.m ⁻²]
k	součinitel snížení výkonu, určen $\Delta\eta_G$ a $G_{min} = 200$ W.m ⁻²	[-]
G_{ref}	sluneční ozáření = 800 W.m ⁻²	[W.m ⁻²]

JV				SZ		
Měsíc	G	te	nFV	G	te	nFV
leden	125,0	0,34	22,87	134,4	0,34	22,85
únor	198,6	0,96	22,65	488,0	0,96	22,01
březen	322,0	5,18	22,02	304,9	5,18	22,06
duben	449,1	11,45	21,22	432,4	11,45	21,25
květen	438,9	15,46	20,90	440,0	15,46	20,90
červen	484,9	19,26	20,50	478,5	19,26	20,51
červenec	495,1	21,72	20,27	510,8	21,72	20,24
srpen	431,7	20,33	20,51	424,0	20,33	20,53
září	383,7	15,80	20,99	367,7	15,80	21,02
říjen	256,3	10,22	21,73	242,6	10,22	21,76
listopad	176,3	5,77	22,29	165,0	5,77	22,31
prosinec	125,0	1,31	22,78	114,8	1,31	22,81

Tab. 37 Výpočet vstupních hodnot

B.6.6 Odhadovaná spotřeba elektrické energie

KVĚTEN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Celk.
snd by, nouz., MaR	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	7
VZT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	5,8	5,8	5,8	7,7	9,6	11,5	11,5	15,4	15,4	23,0	30,7	34,6	34,6	26,9	23,0	11,5	7,7	282
osv. bez den.sv.	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	4,4	85
osv. s den.sv.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	149
Promítárna	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	72
Zvukař	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	32

Režie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	48
AV dílna	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	48
Chlad	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	4,1	4,1	4,1	5,4	6,8	8,2	8,2	10,9	10,9	16,3	21,7	24,5	24,5	19,0	16,3	8,2	5,4	200
Celkem	2,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	3,6	10,1	37,0	37,0	40,3	43,5	46,8	46,8	53,4	53,4	66,5	81,9	88,4	92,8	71,7	65,1	45,5	36,7	924

Tab. 38 Odhad spotřeby energie - květen

LEDEN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Celk.
snd by, nouz., MaR	0, 3	0, 3	0, 3	0, 3	0, 3	0, 3	0, 3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	6,9
VZT	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	1, 9	5,8	5,8	5,8	7,7	9,6	11, 5	11, 5	15, 4	15, 4	23, 0	30, 7	34, 6	34, 6	26, 9	23, 0	11, 5	7,7	282, 2
osv. bez den.sv.	1, 7	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0,0	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	4,4	80,9
osv. s den.sv.	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	12, 4	12, 4	12, 4	12, 4	12, 4	137, 1
Promítár- na	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0,0	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	72,0
Zvukař	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	32,0
Režie	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	48,0
AV dílna	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	48,0
TČ	6, 8	6, 8	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	6, 8	6,8	0,0	0,0	6,8	6,8	0,0	0,0	6,8	6,8	0,0	0,0	6,8	6,8	0,0	0,0	6,8	0,0	74,5
Celkem	8, 7	7, 1	0, 3	0, 3	0, 3	0, 3	9, 0	12, 8	32, 9	32, 9	41, 6	43, 5	38, 7	38, 7	49, 3	49, 3	50, 2	60, 1	70, 7	75, 1	52, 7	48, 8	44, 1	31, 2	781, 7

Tab. 39 Odhad spotřeby energie - leden

B.6.7 Plochy střechy a jejich využití

Léto											
JV		SZ		Uvažujeme-li využití celé ploché střechy..		Zbytek střechy je tvořen spádovými klíny. Jejich předěly komplikují instalaci panelů, proto je možné využít maximálně 65% plochy.					
Cca max. odběr	92806 W	Cca max. odběr	92806 W	Cca max. odběr	92806 W						
Max. ozáření	573 W/m2	Max. ozáření	612 W/m2	Max. ozáření	593 W/m2						
Účinnost květen JV	20,90 %	Účinnost květen SZ	20,90 %	Účinnost květen	20,90 %						
Plocha střechy JV	187,41	Plocha střechy JV	182,45	Plocha zbytku střechy	650,64						
Plocha panelu	1,012192	Plocha panelu	1,012192	Využitelná plocha	422,916						
Max. poč. panelů	185	Max. poč. panelů	180	Plocha panelu	1,012192						
Plocha panelů/spotř.	775	Plocha panelů	726	Max. poč. panelů	417						
Potřená plocha panelů na pokrytí spotřeby					749						

Tab. 40 Maximální množství panelů

Z důvodu prostorového řešení střechy (spády) není možné využít více než 65% celkové plochy střechy. Navržený počet panelů činí 308 ks.

B.6.8 Celková produkce a spotřeba, ukládání

KVĚTEN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Vyrobena	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	9,3	17,9	26,1	32,5	37,4	37,4	37,7	35,7	31,9	26,9	18,1	13,3	6,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	334
Spotřeba	2,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	3,6	10,1	37,0	37,0	40,3	43,5	46,8	46,8	53,4	53,4	66,5	81,9	88,4	92,8	71,7	65,1	45,5	36,7	924
Přím. Spot.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	3,6	10,1	32,5	37,0	37,4	37,7	35,7	31,9	26,9	18,1	13,3	6,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	292
do baterie	0,0																								0
z baterie	0,0																								0
zůst. Bat.	0,0																								0
Síť	2,0	0,3	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	0,0	2,8	5,8	11,1	14,9	26,5	35,3	53,2	75,6	88,0	92,8	71,7	65,1	45,5	36,7	632

Tab. 41 Celková produkce energie - květen

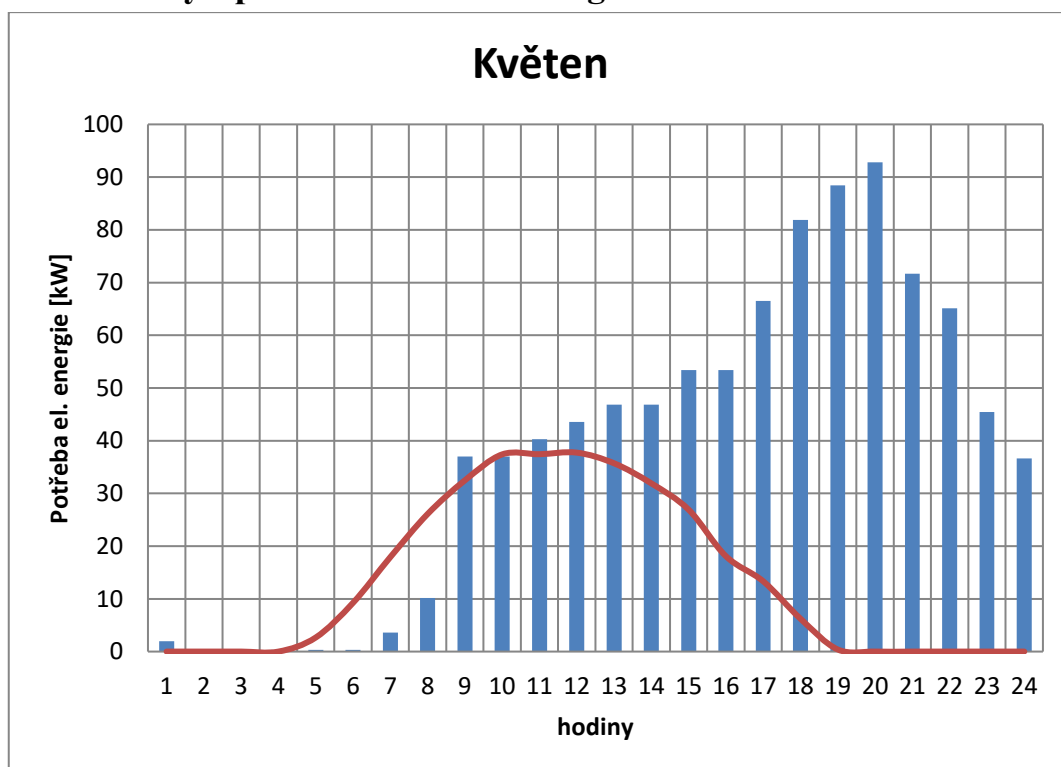
LEDEN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Vyrobena	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,7	4,9	7,8	8,9	9,4	8,4	6,4	2,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	49,

	0	0	0	0	0	0	0																		3
Spotřeba	8,7	7,1	0,3	0,3	0,3	0,3	9,0	12,8	32,9	32,9	41,6	43,5	38,7	38,7	49,3	49,3	50,2	60,1	70,7	75,1	52,7	48,8	44,1	31,2	799
Přím. Spot.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	4,9	7,8	8,9	9,4	8,4	6,4	2,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	49,3
do baterie	0,0																							0	
z baterie	0,0																							0	
zúst. Bat.	0,0																							0	
Síť	8,7	7,1	0,3	0,3	0,3	0,3	9,0	12,1	28,0	25,1	32,7	34,2	30,2	32,3	46,5	49,2	50,2	60,1	70,7	75,1	52,7	48,8	44,1	31,2	749

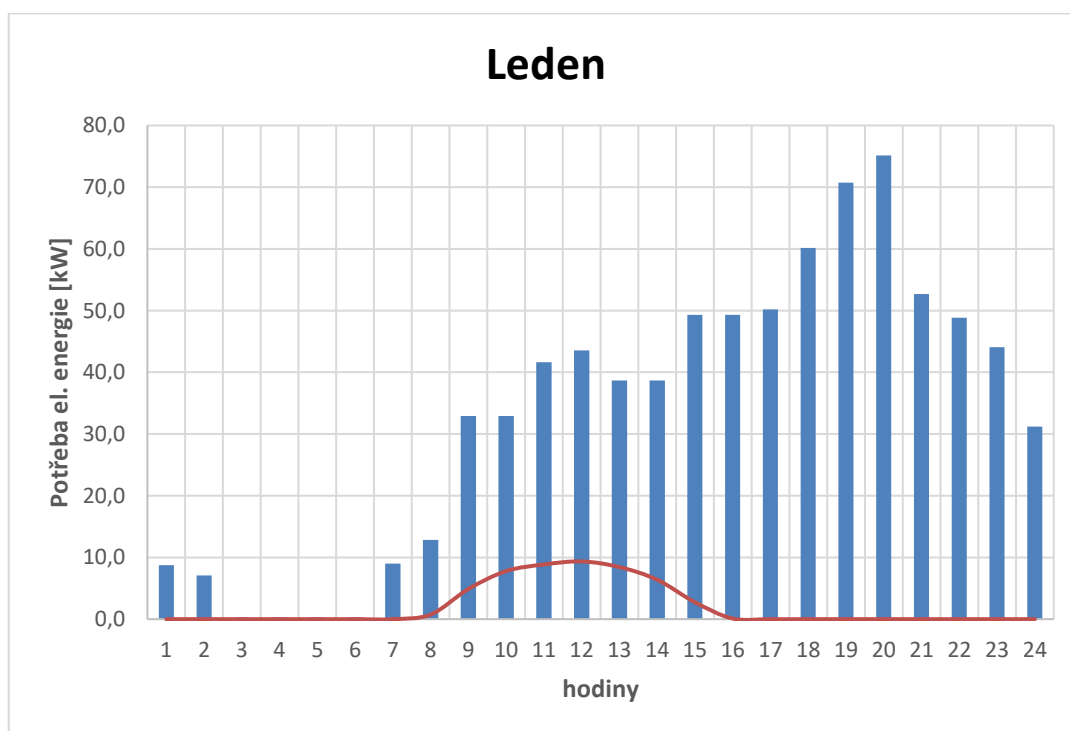
Tab. 42 Celková produkce energie - leden

Po návrhu baterie bylo rozhodnuto, že objekt bude fungovat pouze v režimu přímá výroba/spotřeba, neboť většina provozu a zatížení elektrické sítě se děje v pozdějších odpoledních a nočních hodinách, tedy bez přísunu sluneční energie. Nároky na baterie, ať už podlahová plocha, chlazení, požární bezpečnost a celková životnost článku, které by byly denně nabíjeny a vybíjeny v plné kapacitě jsou tak velké, že by toho řešení bylo značně nevýhodně ze všech ohledů, a proto z něj bylo nakonec odstoupeno.

B.6.9 Pokrytí potřeb elektrické energie



Graf 1 Pokrytí potřeb el. energie - květen



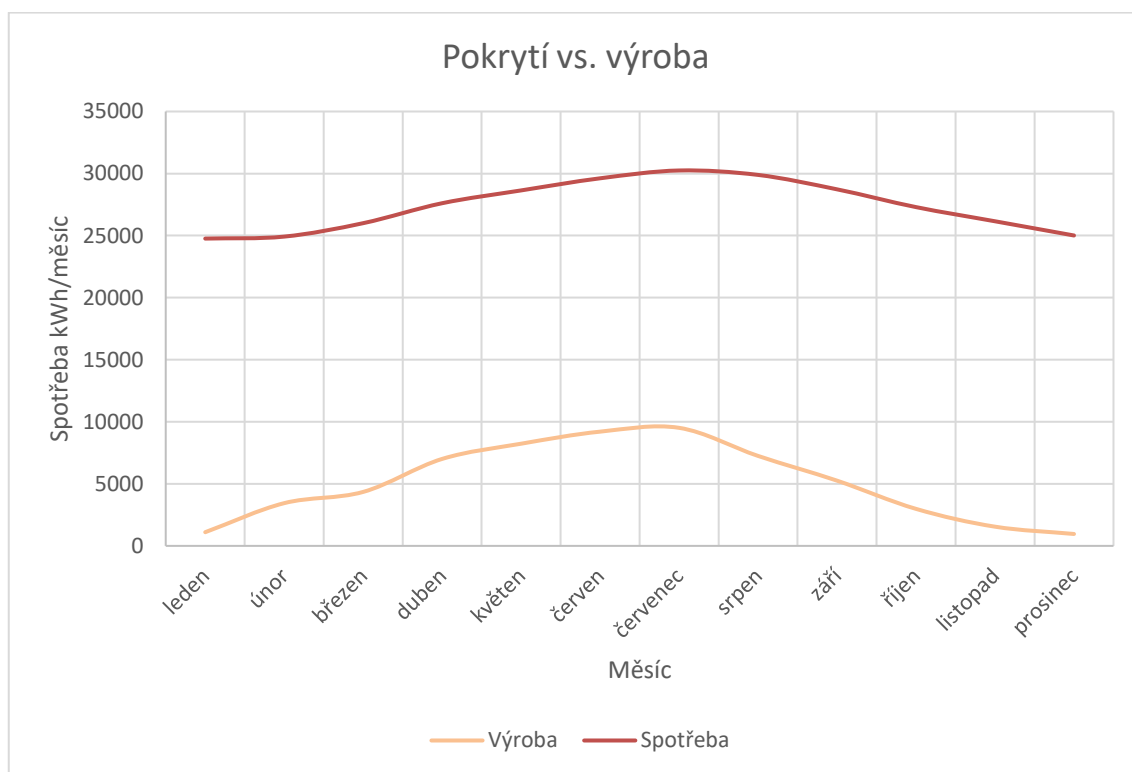
Graf 2 Pokrytí potřeb el. energie - leden

B.6.10 Pokrytí potřeb výrobou

B.6.10.1 Měsíční produkce elektrické energie

$$E_{FV} = 0,9 \times \eta_{FV} \times H_m \times A_{FV} \times (1 - p)$$

0,9	optické ztráty	[-]
η_{FV}	provozní účinnost FV článku	[%]
H_m	měsíční dodávka dopadající energie	[kWh.m ⁻² /měs.]
A_{FV}	účinná plocha panelů	[m ²]
p	orientační ztráty (měnič 2%, sledovač maximálního výkonu 5%, AC vedení 1%)	[%]



Graf 3 Pokrytí a spotřeba

B.6.11 Celoroční bilance

měsíc	dnů	kWh/m ²	η	Výroba	spotř./měs	pokrytí	dokoupit [kWh]
leden	31	18,7	22,86	1103	24760	4,46	23657
únor	28	59,8	22,33	3444	24920,76	13,82	21476
březen	31	76,4	22,04	4348	26003,39	16,72	21655
duben	30	127,8	21,24	7007	27611,01	25,38	20604
květen	31	152,6	20,90	8233	28642	28,74	20409
červen	30	173,9	20,50	9203	29617,62	31,07	20414
červenec	31	181,9	20,26	9512	30247,60	31,45	20736
srpen	31	136,8	20,52	7248	29890,61	24,25	22643
září	30	96,9	21,00	5255	28728,65	18,29	23473
říjen	31	53,1	21,75	2980	27296,02	10,92	24316
listopad	30	26,9	22,30	1547	26155,06	5,91	24608
prosinec	31	16,3	22,80	959	25009,42	3,83	24051
celkem		1121,1		60840	328882	18	268043

Tab. 43 Celoroční bilance potřeby el. energie

C.EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

C.1 Úvod

Třetí část diplomové práce se zaměřuje na regulaci akčních členů -ventilátorů, a porovnání vlivu logiky jejich řízení v návaznosti na koncentraci CO_2 s přihlédnutím na dobu chodu ventilátorů a jejich zatížení v přímé závislosti na provozní náklady dané varianty.

Obsahem práce je naměřit data v konkrétní místnosti se známými vstupními parametry, verifikovat analytický výpočetní model, následně teoreticky aplikovat, stanovit úsporu energie z vynaložených prostředků na provoz ventilátorů v kinosále z diplomové práce.

Spotřeba energie při provozu ventilace může být významně snížena díky návrhu účinných vzduchotechnických systémů s nízkým příkonem ventilátorů, a tím pádem i nízkou hlučností ventilátorů. Účinnost ventilačních systémů je zatím obecně poměrně nízká, nicméně potenciál úspory lze zvyšovat vhodným algoritmem řízení ventilátoru.

Spotřebu energie na činnost ventilátorů je možné významně snížit následujícím postupem ve třech krocích:

Prvním krokem je rozumné dimenzování intenzity výměny vzduchu, a sice co největším snížením požadovaného množství vzduchu (např. použitím stavebních materiálů s nízkými emisemi, návrhem pasivního chlazení) a použitím účinných rozvodů vzduchu. Účinné rozvody vzduchu snižují nepotřebné nadměrné větrání díky použití vzduchotěsných potrubí, respektování principů proudění vzduchu (např. omezení zkratového proudění) a díky ovládacím prvkům pro regulaci průtoku vzduchu.

Možná nejdůležitějším opatřením je snížení odporu proudění, a tudíž tlaku ventilátoru. To je dosažitelné aerodynamickým návrhem potrubních rozvodů (včetně optimálního umístění strojovny a stoupaček, aby se snížila délka potrubí), velkorysejším dimenzováním prvků v potrubních rozvodech a zvětšením velikosti VZT jednotky, ale bez celkového předimenzování VZT systému. [2]

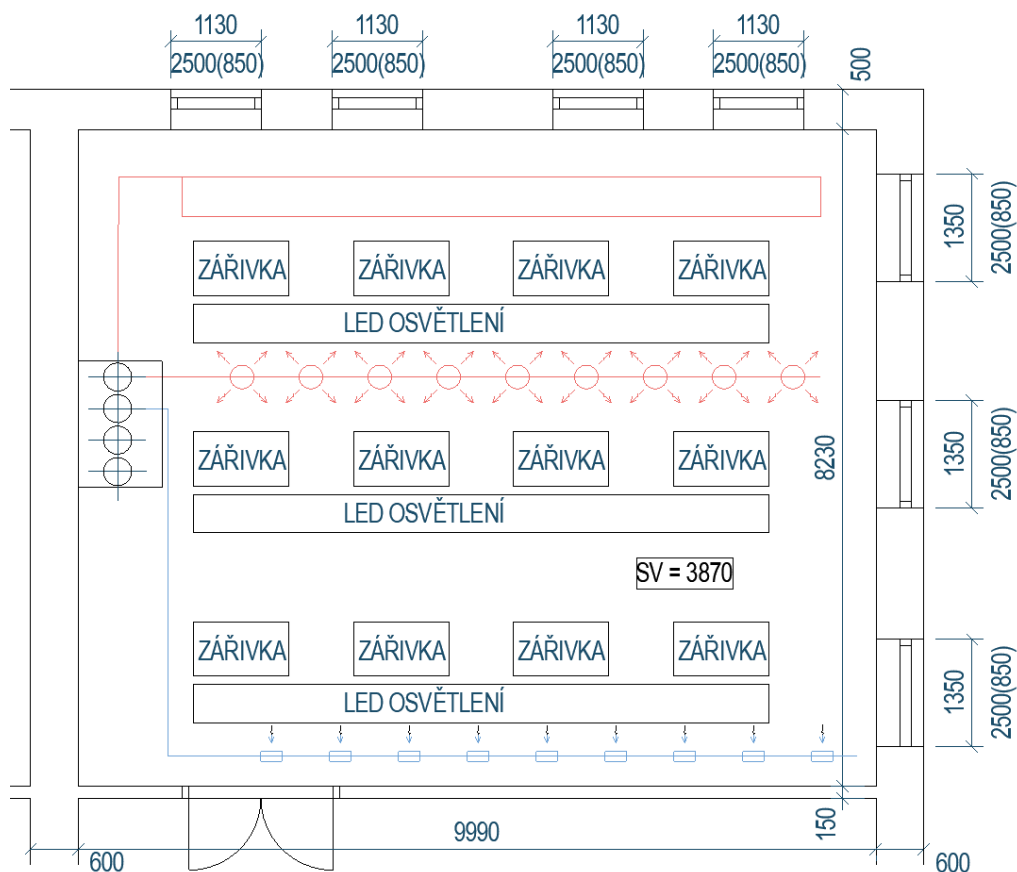
Je třeba optimalizovat účinnost VZT soustavy (včetně ventilátoru, pohonu, motoru a pohonu s proměnnými otáčkami; tj. minimalizovat celkové ztráty při zajišťování potřebného průtoku vzduchu a tlakových podmínek). Je potřeba zabránit předimenzování, protože účinnost ventilátoru může významně klesnout, pokud kombinace průtoku vzduchu a dopravního tlaku neleží blízko kombinace dosahující nejvyšší účinnosti. Účinnosti motoru a pohonu mohou výrazně poklesnout také při nízkém zatížení. Proto předimenzování a proměnné zatížení představují klíčové faktory ovlivňující účinnost systému.

Tato tři opatření jsou v klimatech, kde je potřeba topit nebo chladit, mnohem důležitější než nějaké využívání přirozených hnacích sil. Článek se zaměřuje na poslední z uvedených bodů a to zejména na řízení provozu ventilátoru. [2]

C.2 Verifikace matematického modelu

C.2.1 Vstupní data pro měření

Měření probíhalo v učebně D417, kterou bylo nutno nejprve zaměřit, a to včetně velikosti a počtu oken. Sběr potřebných dat probíhal při výuce, kdy byl zaznamenán počet osob na počátku výuky, ve stejný den bylo také nutné zjistit venkovní teplotu a rychlost větru.



Obr. 21 Rozměry místnosti D417

C.2.2 Měřící přístroje pomůcky

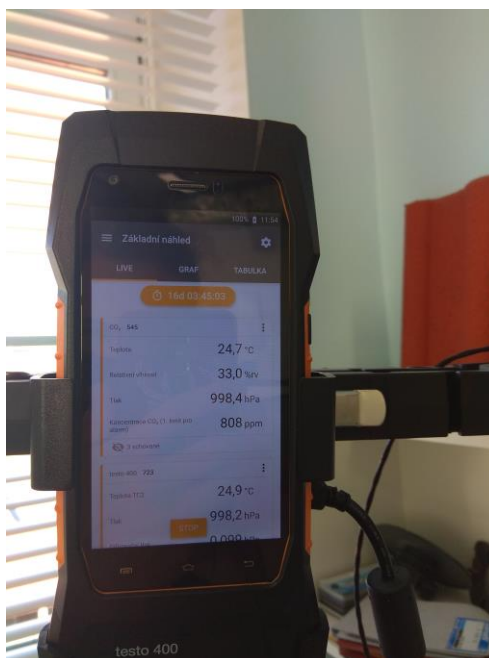
Comet Multilogger M1440



Obr. 22 Použité měřící přístroje Comet, Rotronic

Comet Multilogger M1440; Rotronic CL11

Pro kontrolu měřených dat a teploty byl použit také přístroj testo 400.



Obr. 23 Měřící přístroj testo 400



Obr. 24 Průběh měření

C.3 Příprava a postup měření

Na měření se připravilo vše potřebné 4.11.2021 v době od 15:15 do 16:15, kdy se prověřilo nastavení vzduchotechnické jednotky, rozestavily a spustily se měřicí přístroje, zkontrolovala jejich funkce.

Vlastní měření proběhlo v areálu VUT FAST v místnosti D417 dne 9.11.2021 v době od 10:00 do 11:40 minut.

Během vyučovací hodiny byly zaznamenávány počty osob, příchody i odchody.

Posléze se pomocí fyzického propojení pomocí kabelu, notebooku a software pro výše zmíněné měřicí přístroje získala naměřená data a zpracovala se spolu s počtem osob do analytického modelu v software Excel.

C.3.1 Parametry vnitřního prostředí:

Datum: 9. 11. 2021

Čas: 10:00-11:40

Teplota: 23,11-24,17 °C

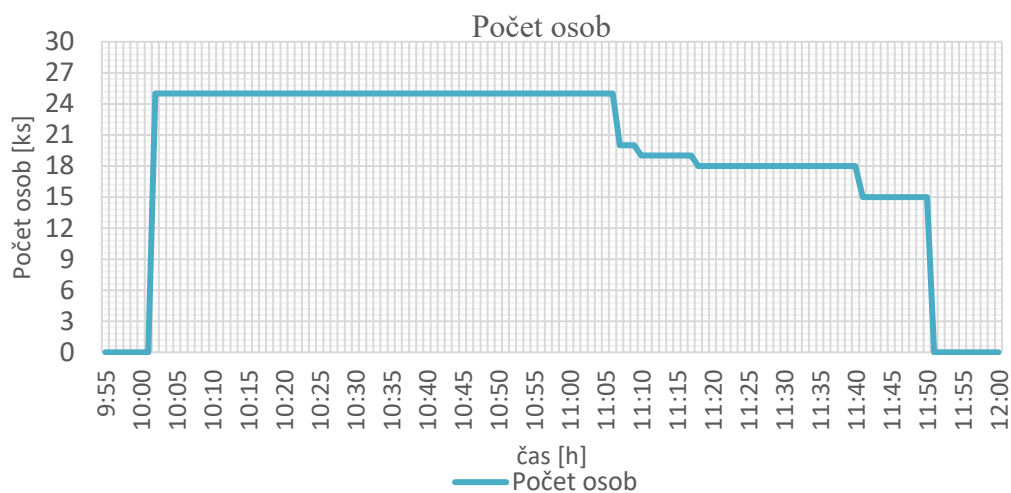
Relativní vlhkost: 28,7-33,9%

Tlak: 998,4 hPa

C.3.2 Parametry vnějšího prostředí

Teplota: 10,2°C v 10:00

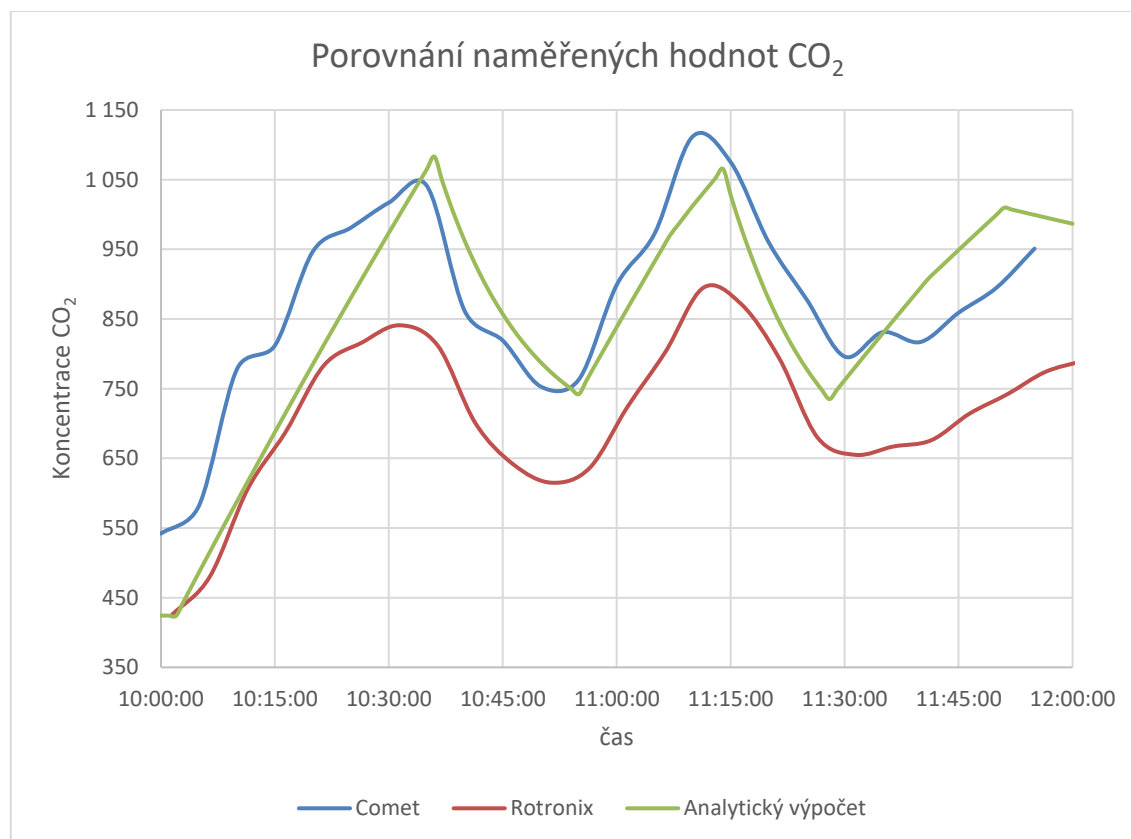
Rychlost větru: 1,5 m/s



Graf 4 Vývoj počtu osob v D417

šířka místnosti	$\bar{s} =$	9,99 m		
délka místnosti	$d =$	8,23 m		
výška místnosti	$v =$	3,87 m		
objem místnosti	$O =$	318 m ³		
počet osob	$n =$	25		
Maximální teplota v průběhu dne	$t_{e,max} =$	10,2 °C		
Amplituda kolísání venkovní teploty	$A_e =$	5 K		
Maximální teplota interiéru	$t_{i,max} =$	23 °C		
Dovolená amplituda kolísání vnitřní teplot	$A_i =$	1,5 K		
Výška okna	$v_o =$	2,1 m	$v_o =$	2,5 m
Šířka okna	$\bar{s}_o =$	1,8 m	$\bar{s}_o =$	1,35 m
Počet oken	$n_o =$	4 ks	$n_o =$	3 ks
Součinitel spárové průvzdušnosti oken	$i =$	0,0003 m ³ s ⁻¹ mPa ^{-0,67}		
návětrný tlakový součinitel	$A_v =$	0,6		
rychlost větru	$v_v =$	1,50 m/s		
Nucené větrání (odhad)	$n = 4,7 / h \Rightarrow$	$V_{n1} =$	1500 m ³ /h = 0,42 m ³ /s	60 m ³ /h.os
outdoor CO ₂ concentration	$k_{ext} =$	0,0004 m ³ /m ³ = 400 ppm =	720 mg/m ³ =	0,07 obj. %
maximum CO ₂ concentration	$k_{int} =$	0,0015 m ³ /m ³ = 1500 ppm =	2700 mg/m ³ =	0,27 obj. %
recommended CO ₂ concentration	$k_{dop} =$	0,0010 m ³ /m ³ = 1000 ppm =	1800 mg/m ³ =	0,18 obj. %
hmotnost škodlivin(CO ₂)	$M_{\bar{s}} =$	0,016 m ³ /h = 4,44E-06 m ³ /s =	8,0 mg/s	

Tab. 44 Postup zpracování dat



Graf 5 Porovnání výpočtu a naměřených hodnot

Z grafu si lze povšimnout, že hodnoty dvou naměřené hodnoty dvou čidel se liší o zhruba 200 ppm, to však může být způsobeno faktem, že měřicí přístroj Comet měří hůře, pokud nepracuje s plně nabitými bateriemi, a také různými čidly CO₂. Pro analytický model byla zvolena horní hranice spuštění 1050 ppm, dolní 750 ppm. Z výsledků lze vyčíst funkční závislosti použitého matematického modelu, ve smyslu reakce na změnu vstupních veličin. Zejména vstupních veličin průtok větraného vzduchu a zdroje škodliviny tzn. Koncentrace CO₂.

C.4 Výpočetní model a popis variant

C.4.1 Výpočetní model

Výpočetní model je uvažován jako matematický model:

$$\dot{V} \cdot k_e \delta_\tau + \dot{M}_s \cdot \delta_\tau - V \cdot k_i \delta_\tau = O \Delta k_i$$

$\dot{V} \cdot k_e \delta_\tau$ hmotnost škodliviny přivedené do místnosti vzduchem potřebným při větrání za čas δ_τ

$\dot{M}_s \cdot \delta_\tau$ hmotnost škodliviny ze zdroje v místnosti za čas δ_τ

$k_i \delta_\tau$ hmotnost škodliviny odvedené z místnosti vzduchem potřebným při větrání za čas δ_τ

$O \Delta k_i$ přírůstek hmotnosti škodliviny ve vzduchu v místnosti

$$k_{int,i} = k_{ext} + (k_{int,i-1} - k_{ext}) \cdot \exp\left(\frac{-V_{(i-1)} \cdot \Delta \tau_i}{O}\right) + \left(\frac{\dot{M}_{si}}{V_{(i-1)}}\right) \cdot \left(1 - \exp\left(\frac{-V_{(i-1)} \cdot \Delta \tau_i}{O}\right)\right)$$

k_{ext} koncentrace CO₂ venku

$k_{int,i}$ maximální CO₂ koncentrace

$\dot{M}_s$ hmotnost znečišťující látky (CO₂)

$V_{(i-1)}$ nucené větrání (odhad)

O objem místnosti

δ_τ výpočetní časový interval

C.4.2 Varianty regulace

Varianta 1 - minimální interval spuštění ventilátoru **5 min**, ventilátor se sepne při naměřené koncentraci CO₂ 900 ppm, **typ regulace: on/off**.

Varianta 2 - minimální interval spuštění ventilátoru **30 min**, ventilátor se sepne při naměřené koncentraci CO₂ 900 ppm, **typ regulace: on/off**

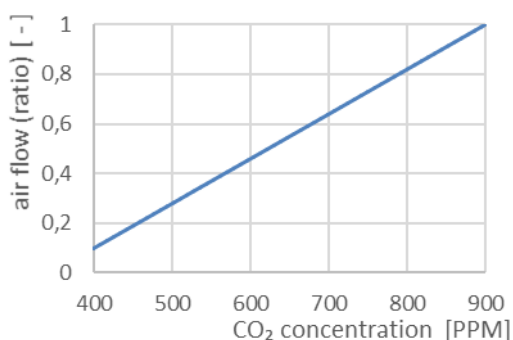
Varianta 3 - minimální interval spuštění ventilátoru **5 min**, ventilátor se sepne při naměřené koncentraci CO₂ 900 ppm a vypne až po dosažení koncentrace CO₂ 600 ppm, **typ regulace: on/off**

Varianta 4 - minimální interval spuštění ventilátoru **5 min**, ventilátor se sepne při naměřené koncentraci CO₂ 900 ppm a vypne až po dosažení koncentrace CO₂ 600 ppm, **typ regulace: skoková (2 ventilátory regulované on/off)**

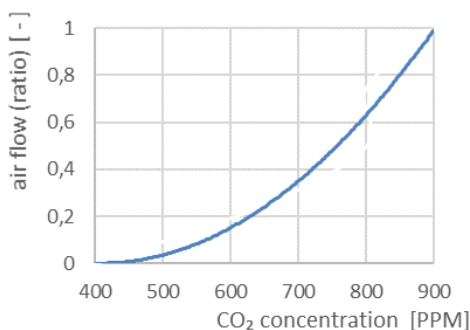
Varianta 5 - minimální interval spuštění ventilátoru 5 min, ventilátor se sepne při naměřené koncentraci CO₂ 900 ppm a vypne až po dosažení koncentrace CO₂ 600 ppm, **typ regulace: plynulá regulace** (průtok vzduchu se řídí **lineárně** podle koncentrace CO₂)

Varianta 6 - minimální interval spuštění ventilátoru 5 min, ventilátor se sepne při naměřené koncentraci CO₂ 900 ppm a vypne až po dosažení koncentrace CO₂ 600 ppm, **typ regulace: plynulá regulace** (průtok vzduchu se řídí **kvadraticky - konvexně** podle koncentrace CO₂)

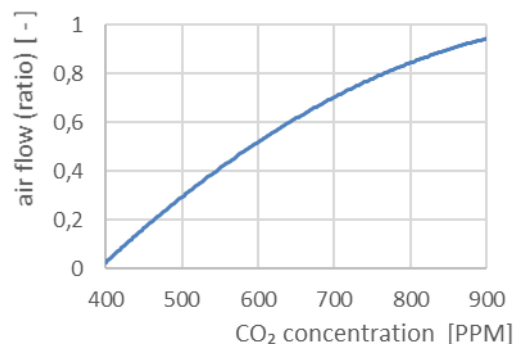
Varianta 7 - minimální interval spuštění ventilátoru 5 min, ventilátor se sepne při naměřené koncentraci CO₂ 900 ppm a vypne až po dosažení koncentrace CO₂ 600 ppm, **typ regulace: plynulá regulace** (průtok vzduchu se řídí **kvadraticky - konkávně** podle koncentrace CO₂)



Graf 6 Plynulá regulace - lineární



Graf 7 Plynulá regulace – konvexní



Graf 8 Plynulá regulace – konkávní

τ	τ	Δτ	ŠKODLIVINY		VĚTRÁNÍ PŘIROZENÉ / NUCENÉ																	do grafu	do grafu	NUC 1	NUC 2	NUC 3	NUC 4	NUC 5	KONCENTRACE ŠKODLIVINY	
			i _i	M _Σ	t _e	ρ _e	t _i	ρ _i	Δp	V _{inf}	NUC	NUC	NUC 1	NUC 2	NUC 3	NUC 4	NUC 5	NUC 0	V _{nuc}	V	NUC	NUC	P						P	P
Čas	Čas	Čas	number of persons	Produkce CO ₂	Venkovní teplota	Hustota venkovního vzduchu	Teplota interiéru	Hustota vnitřního vzduchu	Tlakový rozdíl vlivem rozdílu teplot a tlaku	Infiltrace okny	pomocná podmínka pro spuštění	pomocná podmínka pro spuštění	on/off regulace	skoková	plynulá regulace (lineární)	plynulá regulace (kvadratická - konvenční)	plynulá regulace (kvadratická - konkávní)	ventilation on	Nucené větrání	Objemový průtok vzduchu	Spuštěné nucené větrání	Spuštěné nucené větrání	příkon ventilátoru	příkon ventilátoru	příkon ventilátoru	příkon ventilátoru	příkon ventilátoru	CO ₂ concentration	CO ₂ concentration	
[h:mm]	[°]	[s]	[-]	[mg/s]	[°C]	[kg/m ³]	[°C]	[kg/m ³]	[Pa]	[m ³ /s]								[-]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[-]	[-]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[mg/m ³]	[ppm]	
0:00	0	0	0	0	16	1,204	23	1,175	1,633	0,00167	1	1	1	1,0	1,6	1,0	1,0	1	1,250	1,252	250	200	3014	980	3014	3014	3014	2503	1392	
0:05	1	300	0	0	16	1,204	23	1,175	1,636	0,00167	1	1	1	1,0	1,7	1,0	1,0	1	1,250	1,252	250	200	3014	980	3014	3014	3014	2066	1149	
0:10	3	300	0	0	16	1,205	23	1,175	1,640	0,00167	0	0	0	0,8	1,3	1,0	1,0	1	1,250	1,252	250	200	3014	735	3014	3014	3014	1735	965	
0:15	4	300	0	0	16	1,205	23	1,175	1,643	0,00167	0	0	0	0,5	1,1	0,7	1,0	1	1,250	1,252	250	200	3014	490	3014	3014	3014	1486	826	
0:20	5	300	0	0	16	1,206	23	1,176	1,646	0,00168	0	0	0	0,5	0,9	0,4	0,8	1	1,250	1,252	250	200	3014	490	3014	3014	3014	1298	722	
0:25	6	300	0	0	16	1,206	23	1,176	1,649	0,00168	0	0	0	0,3	0,8	0,2	0,7	1	1,250	1,252	250	200	3014	245	3014	3014	3014	1156	643	
0:30	7	300	0	0	16	1,207	23	1,176	1,652	0,00168	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,000	0,002	0	0	0	0	0	0	0	1049	583	
0:35	9	300	0	0	16	1,207	23	1,176	1,655	0,00168	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,000	0,002	0	0	0	0	0	0	0	1049	583	
0:40	10	300	0	0	15	1,208	23	1,176	1,658	0,00168	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,000	0,002	0	0	0	0	0	0	0	1049	583	
0:45	11	300	0	0	15	1,208	23	1,176	1,660	0,00169	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,000	0,002	0	0	0	0	0	0	0	1049	583	
0:50	13	300	0	0	15	1,209	23	1,176	1,663	0,00169	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,000	0,002	0	0	0	0	0	0	0	1049	583	
0:55	14	300	0	0	15	1,209	23	1,176	1,666	0,00169	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,000	0,002	0	0	0	0	0	0	0	1048	583	
1:00	15	300	0	0	15	1,209	23	1,176	1,668	0,00169	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,000	0,002	0	0	0	0	0	0	0	1048	583	
1:05	16	300	0	0	15	1,210	23	1,176	1,670	0,00169	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,000	0,002	0	0	0	0	0	0	0	1048	583	
1:10	18	300	0	0	15	1,210	23	1,176	1,673	0,00169	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,000	0,002	0	0	0	0	0	0	0	1048	583	
1:15	19	300	0	0	15	1,210	23	1,176	1,675	0,00170	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,000	0,002	0	0	0	0	0	0	0	1048	583	
1:20	20	300	0	0	15	1,211	23	1,176	1,677	0,00170	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,000	0,002	0	0	0	0	0	0	0	1048	583	
1:25	21	300	0	0	15	1,211	23	1,176	1,679	0,00170	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,000	0,002	0	0	0	0	0	0	0	1048	582	
1:30	23	300	0	0	15	1,211	23	1,176	1,681	0,00170	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,000	0,002	0	0	0	0	0	0	0	1048	582	

Tab. 45 Ukázka výpočetního Excelu

Pozn.: Vztaženo k variantě 1 následující podkapitoly

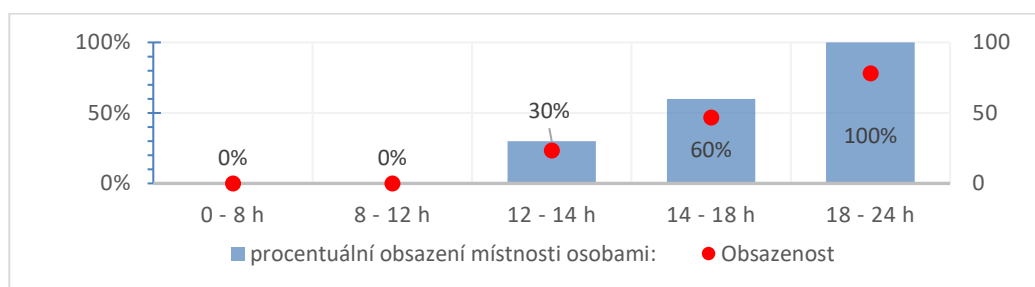
C.5 Teoretické aplikování

Tato část se zabývá využitím a porovnáním uvedených variant řízení ventilátoru v místnosti kinosál (103) z diplomové práce. Rozměry, objem a průtoky vzduchu byly převzaty z [1]. **Všechny níže uvedené varianty spínají při hranici 1 300 ppm, vypínají při hranici 700 ppm.**

Parametry místnosti

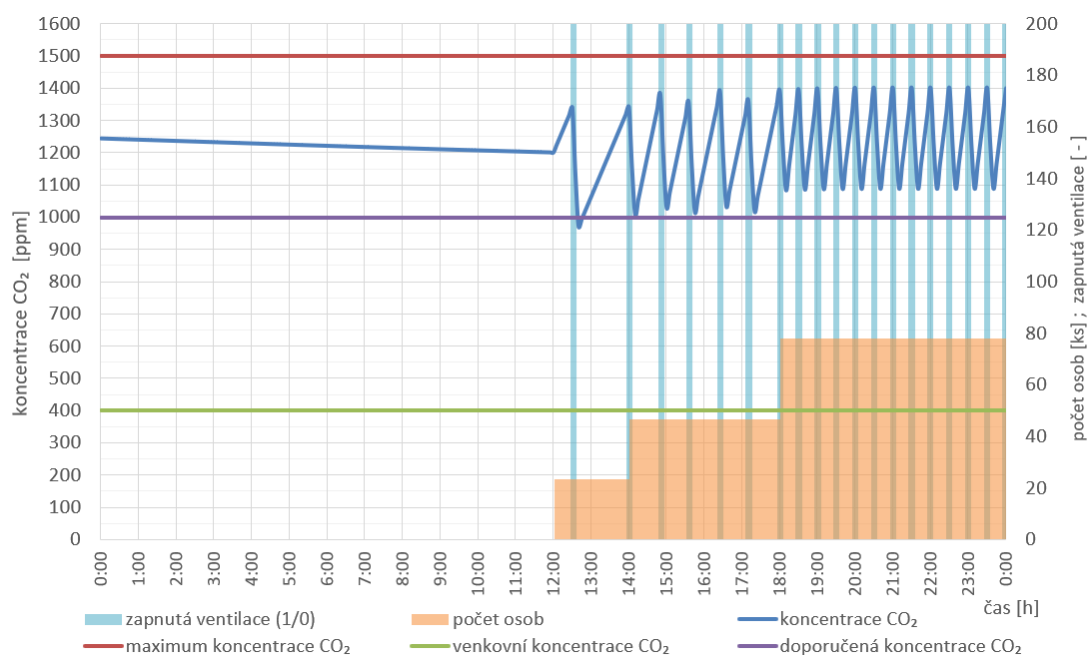
- Světla výška: 6,6 m
- Plocha: 202 m²
- Objem: 1333 m³

Místnost se nachází uprostřed dispozice, uvažuje se však infiltrace stavebními výplněmi zadána ekvivalentně technickým odhadem do již připravené tabulky viz tab. 44 str. 54.



Graf 9 Uvažovaná obsazenost

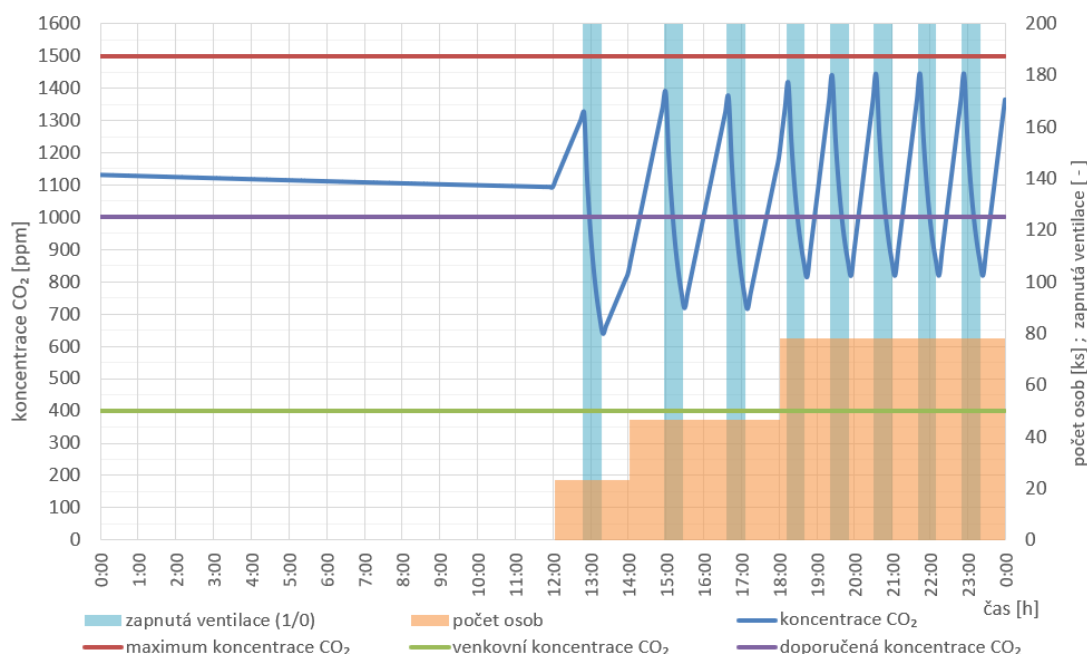
C.5.1 Varianta 1



Graf 10 Varianta 1 – výstup

Varianta 1 řídí ventilátor pomocí on/off regulace s dobou spuštění 5 minut. Celková doba chodu ventilátoru byla spočtena na 3,00 hodiny za den.

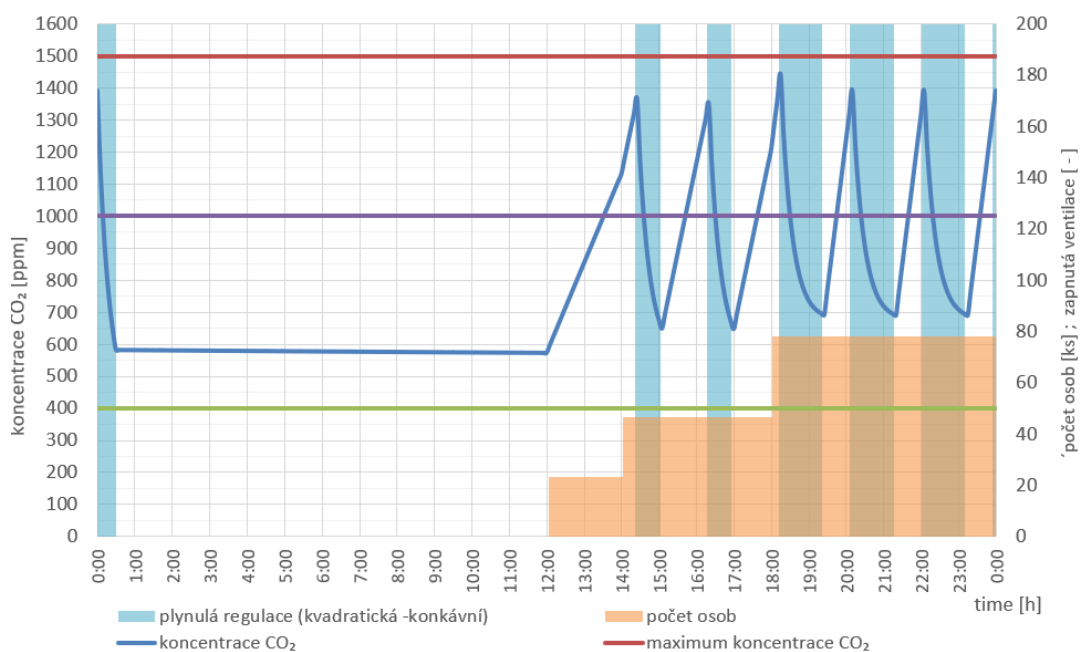
C.5.2 Varianta 2



Graf 11 Varianta 2 – výstup

Varianta 2 řídí ventilátor pomocí on/off regulace s dobou spuštění 30 minut. Celková doba chodu ventilátoru byla spočtena na 4,00 hodiny za den.

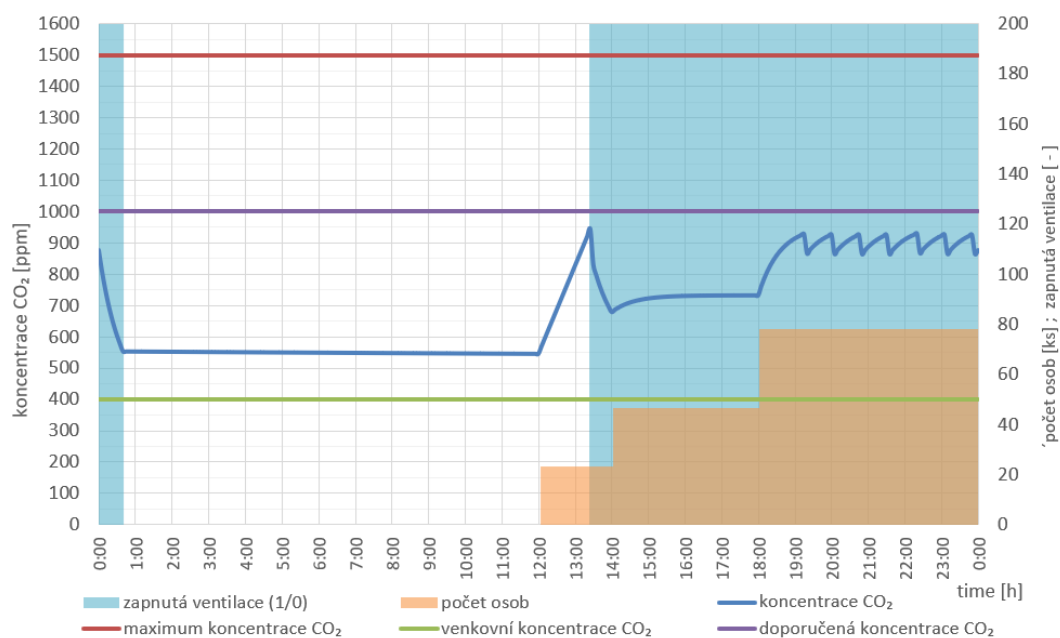
C.5.3 Varianta 3



Graf 12 Varianta 3 - výstup

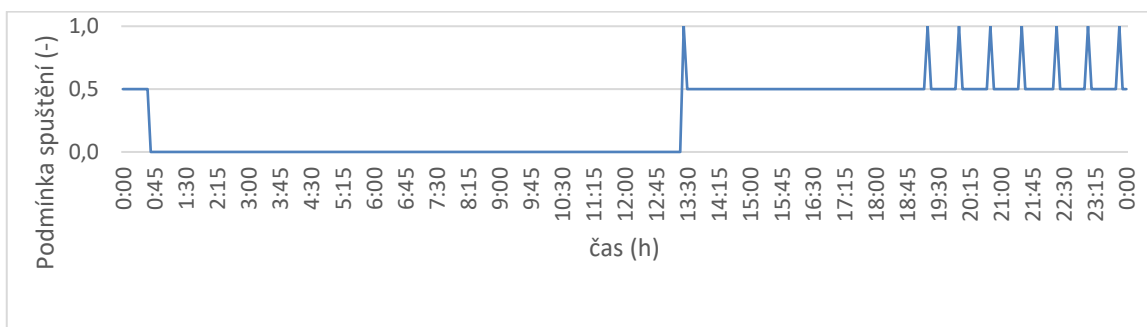
Varianta 3 řídí ventilátor pomocí on/off regulace. Vypíná se pouze při dosažení dolní meze. Celková doba chodu ventilátoru byla spočtena na 5,42 hodiny za den.

C.5.4 Varianta 4



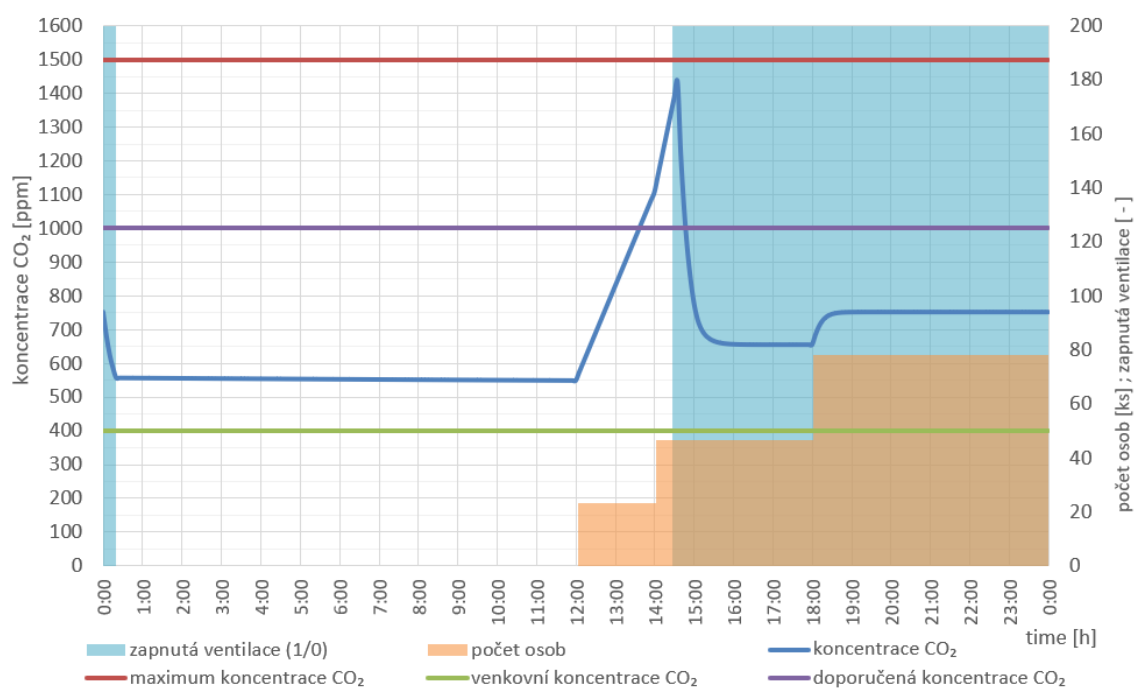
Graf 13 Varianta 4 - výstup

Varianta 4 řídí 2 ventilátory pomocí on/off skokové regulace s minimální dobou spuštění 5 minut. Vypíná se pouze při dosažení dolní meze. Celková doba chodu ventilátoru byla spočtena na 11,33 hodin za den.



Graf 14 Spouštění ventilátorů varianty 4

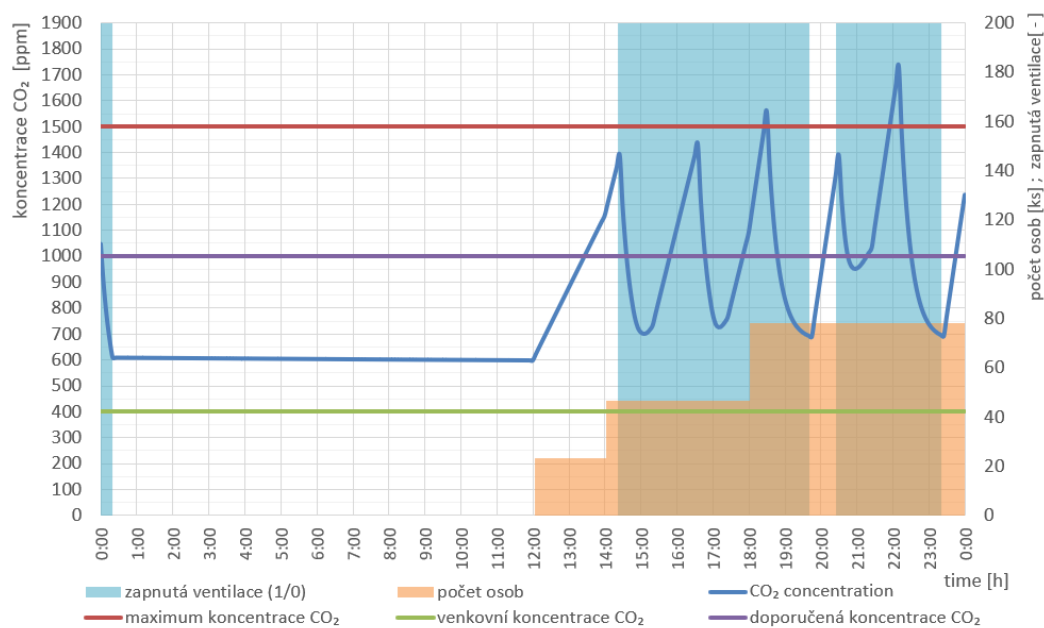
C.5.5 Varianta 5



Graf 15 Varianta 5 – výstup

Varianta 5 řídí ventilátor pomocí křivkové lineární regulace. Vypíná se pouze při dosažení dolní meze. Celková doba chodu ventilátoru byla spočtena na 9,92 hodiny za den.

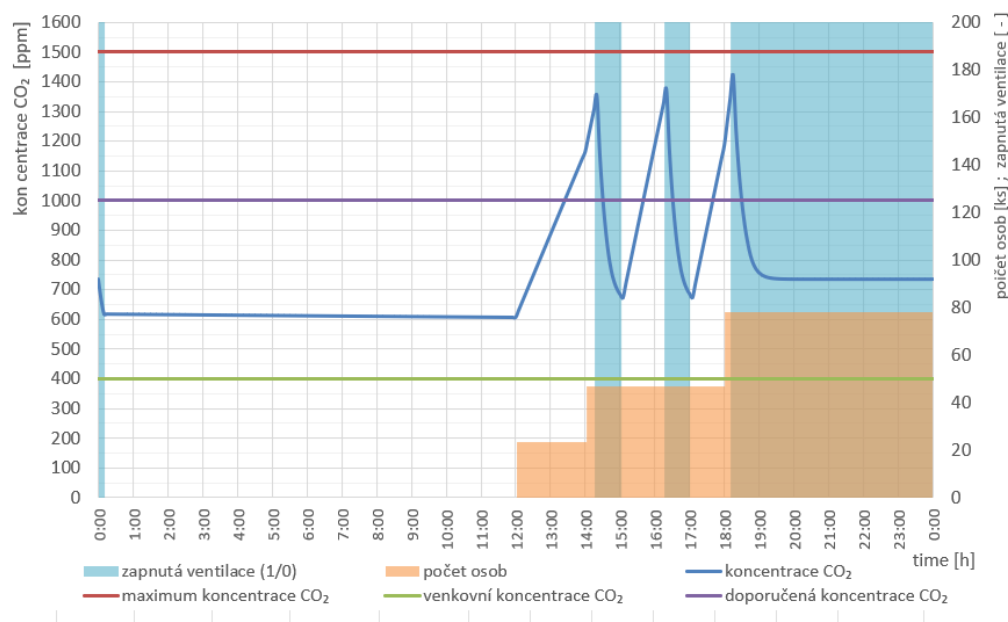
C.5.6 Varianta 6



Graf 16 Varianta 6 – výstup

Varianta 6 řídí ventilátor pomocí křivkové konvexní regulace. Vypíná se pouze při dosažení dolní meze. Celková doba chodu ventilátoru byla spočtena na 8,52 hodiny za den.

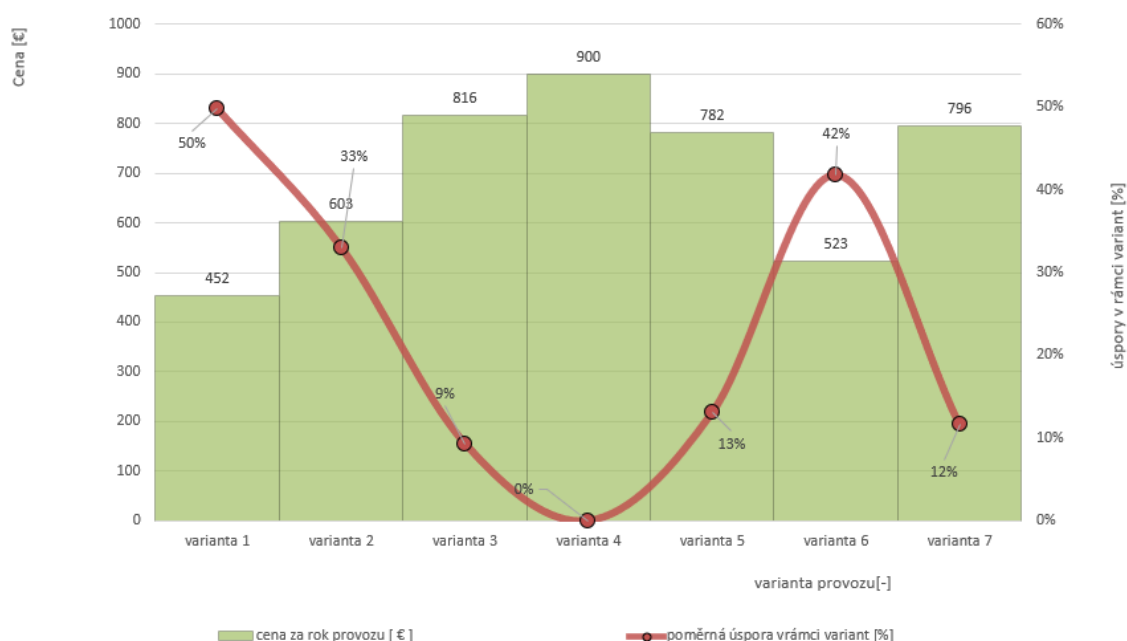
C.5.7 Varianta 7



Graf 17 Varianta 7 – výstup

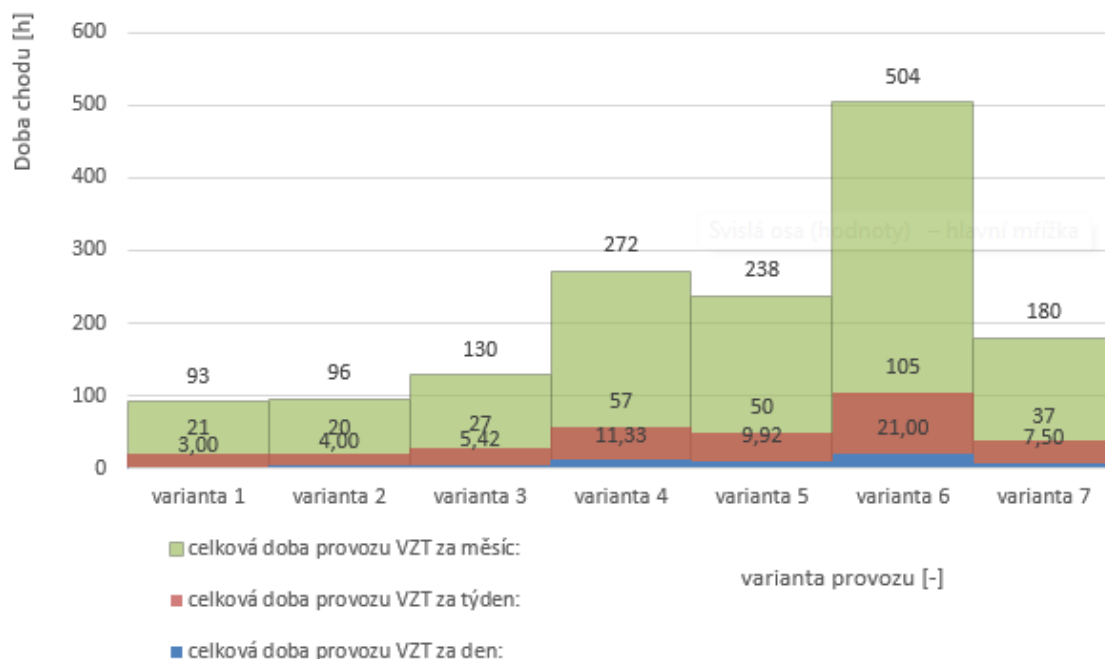
Varianta 7 řídí ventilátor pomocí křivkové konkávní regulace. Vypíná se pouze při dosažení dolní meze. Celková doba chodu ventilátoru byla spočtena na 7,50 hodiny za den.

C.6 Vyhodnocení



Graf 18 Porovnání jednotlivých variant

Z grafu lze vyčíst, že nejhůře si stojí varianta 4 – on/off spouštění s použitím dvou ventilátorů, protože většinu času pracuje jeden z nich na 100%. Varianta 6 spolu s variantou 2 vycházejí podobně, byť jejich řídicí přímky vypadají zcela jinak. Naopak nejlépe vychází varianta 1 – zcela jednoduchá on/off regulace v konkrétním řešení prostoru předčí všechny typy křivkových regulací. Vrátime-li se však k variantě 6 a přezkoumáme její vliv na koncentraci CO₂, zjistíme, že je sice úsporná, ovšem za cenu, že se chvilkově překročí povolená koncentrace CO₂. Ekonomická pak není ani konkávní varianta (7) řízení.



Doba chodu ventilátorů pak zdánlivě neodpovídá ceně za provoz. Nutno si však uvědomit, že varianty 5,6,7 jsou řízeny pomocí předepsaných křivek, které mají přímý vliv na procentuální zatížení motorů.

C.7 Závěr

V experimentální části bylo posuzováno celkem 7 variant řízení ventilátorů od prosté on/off regulace s/bez předepsané minimální doby chodu, přes využití více zařízení až po řízení pomocí křivek. Z hlediska doby chodu se zdají být nejvýhodnější varianty 1 a 2, obě s pracovním časem okolo do 100 hodin za měsíc, nejvíce nevýhodnou pak varianta 4 se zhruba 5násobkem doby předchozích variant. Podíváme-li se však na provozní cenu, zjistíme, že varianta 1 a 6 jsou nejvýhodnější, a to z několika důvodů:

- 1.) Varianta 1 vyvětrá zhruba tolik, kolik je přírůstek koncentrace krátkým intervalem na plný výkon.
- 2.) Varianta 6 je řízena pomocí konvexní křivky, neovládá jí pouze on/off regulace (0/100%) – přímý vliv na spotřebu elektrické energie.
- 3.) Varianta 1 udržuje průměrnou koncentraci CO₂ blízko maximální dovolené koncentraci.
- 4.) Varianta 6 chvilkově překračuje maximální dovolenou hranici koncentrace CO₂ 1500 ppm na, tím je i zkrácena doba chodu, což vede k další úspoře prostředků

Poměrně velký význam má pak stanovení horního a dolního limitu spouštění - čím výše se udržuje průměrná koncentrace CO₂ v dovolených limitech, tím více se dá ušetřit na době chodu. Ve variantách 6,7 hraje roli také tvar řídicí křivky, v neposlední

řadě nesmíme také zapomenout množství osob a čas strávený v posuzované místnosti, její objem a štedrosti při návrhu průtoků – množství vzduchu na osobu. Z uvedeného pak vyplývá přímá závislost na konkrétní řešenou situaci. V dané řešené problematice je pak z použitelných nejlépe využitelné řízení pomocí on/off regulace – varianta 1 v případě ekonomiky návrhu. Z pohledu zajištění komfortu, nízkého stavu CO₂ (1000 ppm) pak varianta 4, případně 5.

D. POUŽITÉ ZDROJE

Knihy a akademické práce

1. KUČÍREK, Pavel. Vzduchotechnika kina [online]. Brno, 2019 [cit. 2022-01-09]. Dostupné z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/128610>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Petr Blasinski.
2. BLASINSKI, Petr, Aleš RUBINA, Olga RUBINOVÁ a Štěpán JŮZA. Adaptive fan control [online]. 2021, , 7 [cit. 2022-01-13]. Dostupné z: doi:10.1088/1755-1315/642/1/012008

Elektronické zdroje

3. Nádrž RNSK. <https://eshop.destovka.eu/> [online]. [cit. 2022-01-09]. Dostupné z: <https://eshop.destovka.eu/nadrz-na-destovou-vodu-15-m3-samonosna/>
4. LED panel [online]. Praha [cit. 2022-01-09]. Dostupné z: <https://obchod.aulix.cz/Deko-Light-rastrove-svitidlo-LED-Panel-PRO-Office-35V-DC-37W-4000-K-3400-lm-620-mm-bila-LIGHT-IMPRESSIONS-p70026-c232>
5. LED Theatre [online]. Praha [cit. 2022-01-09]. Dostupné z: <http://www.maxistore.cz/divadelni-reflektor-eurolite-led-theatre-36x3w-cw-ww-41602000>
6. Chloe AR111 [online]. Blansko: Donoci [cit. 2022-01-09]. Dostupné z: <https://www.svet-svitidel.cz/bodove-svitidlo-chloe-1xgu10-12w-230v-cerna/>
7. ATW databook [online]. Tokyo: Mitsubishi electronic, 2019 [cit. 2022-01-09]. Dostupné z: https://www.mitsubishi-les.info/database/servicemanual/files/201803_ATW_DATABOOK.pdf
8. PURY YNW R2 [online]. Tokyo: Mitsubishi electronic [cit. 2022-01-09]. Dostupné z: <https://les.mitsubishielectric.co.uk/products/air-conditioning/city-multi-vrf/vrf-outdoor/heat-recovery-outdoor-unit/r2-series-high-efficiency-heat-recovery-ynw>
9. City Multi VRF [online]. Tokyo: Mitsubishi, 2018 [cit. 2022-01-09]. Dostupné z: https://library.mitsubishielectric.co.uk/pdf/download_full/2343
10. Katalog výrobků VRV [online]. Tokyo: Daikin, 2020 [cit. 2022-01-09]. Dostupné z: <https://www.daikin.cz/content/dam/dace-cz/Katalogy/Katalog%20v%C3%BDrobn%C5%AF%20VRV.pdf>
11. CIGS 160 Wp [online]. Ontario [cit. 2022-01-09]. Dostupné z: <https://www.renogy.com/renogy-160-watt-12-volt-monocrystalline-solar-panel/>
12. PVGIS: Ec Europa [online]. [cit. 2022-01-09]. Dostupné z: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#MR

E. SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

E.1 Obrázky

Obr. 1 Světlo E6060 [4]	33
Obr. 2 Světlo E6060 [4]	33
Obr. 3 Divadelní reflektor LED Theatre [5]	34
Obr. 4 Bodové světlo AR111 [6]	34
Obr. 5 Technická specifikace nádrže [3]	39
Obr. 6 Navržená nádrž na dešťovou vodu [3]	39
Obr. 7 Rozdělení funkčních celků 1.NP	41
Obr. 8 Rozdělení funkčních celků 2.NP	41
Obr. 9 Legenda značení funkčních celků	41
Obr. 10 VZT jednotka – kinosál	44
Obr. 11 VZT jednotka - zázemí	45
Obr. 12 VZT jednotka – galerie	46
Obr. 13 VZT jednotka - Foyer	47
Obr. 14 Výkon Mitsubishi PURY-EP1050 [9]	53
Obr. 15 Mitsubishi PURY [8]	54
Obr. 16 Daikin FXFQ-B [10]	54
Obr. 17 Zvolený panel, ukázka flexibility [11]	65
Obr. 18 Specifikace zvoleného panelu [11]	65
Obr. 19 Místo vztažených dat [12]	66
Obr. 20 Vstupní požadavky výstupních dat [12]	66
Obr. 21 Rozměry místnosti D417	79
Obr. 22 Použité měřicí přístroje Comet, Rotronic	80
Obr. 23 Měřicí přístroj testo 400	80
Obr. 24 Průběh měření	81

E.2 Tabulky

Tab. 1 Stanovení a návrh množství světla	32
Tab. 2 Stanovení průměrné denní potřeby vody	37
Tab. 3 Stanovení průměrné roční spotřeby vody	37
Tab. 4 Stanovení množství nepitné vody	38
Tab. 5 Stanovení množství dešťových srážek za rok	38
Tab. 6 Návrh průtoků vzduchu jednotky CAKE VZ-7	42
Tab. 7 Návrh elementů vzduchotechniky	43
Tab. 8 Zjednodušený výpočet tepelné ztráty obálkou	49
Tab. 9 Stanovení infiltrace	50
Tab. 10 Potřeba tepla vzduchotechniky	50
Tab. 11 Potřeba tepla budovy	50

Tab. 12 Stanovení potřeby tepla ohřevu vody	51
Tab. 13 Rovnocenné sluneční teploty	57
Tab. 14 Množství dopadající energie na severovýchodní stěnu	58
Tab. 15 Specifikace navržených vlastností prvků fasády	58
Tab. 16 Výpočet ozářené plochy oken.....	58
Tab. 17 Přímé sluneční zisky oken	59
Tab. 18 Zisky prostupem tepla prvků fasády.....	59
Tab. 19 Zisky stěn prostupem tepla	59
Tab. 20 Množství dopadající energie na jihovýchodní stěnu	60
Tab. 21 Specifikace navržených vlastností prvků fasády	60
Tab. 22 Výpočet ozářené plochy oken.....	60
Tab. 23 Přímé sluneční zisky oken	61
Tab. 24 Zisky prostupem tepla prvků fasády.....	61
Tab. 25 Zisky stěn prostupem tepla	61
Tab. 26 Zisky stropů (střech) prostupem tepla	62
Tab. 27 Zisky tepla od osob.....	62
Tab. 28 Zisky tepla od svítidel.....	62
Tab. 29 Stanovení doby s maximálním ziskem tepla	63
Tab. 30 Návrh kazetových jednotek	64
Tab. 31 Potřeby chladu přímých výparníků.....	64
Tab. 32 Návrh venkovní jednotky VRF.....	64
Tab. 33 Průměr venkovních teplot v letech 2005-2015.....	67
Tab. 34 Dopadající sluneční energie - JV	68
Tab. 35 Dopadající sluneční energie – SZ	68
Tab. 36 Celkové množství dopadené sluneční energie.....	69
Tab. 37 Výpočet vstupních hodnot	71
Tab. 38 Odhad spotřeby energie - květen	72
Tab. 39 Odhad spotřeby energie - leden	72
Tab. 40 Maximální množství panelů	73
Tab. 41 Celková produkce energie - květen	73
Tab. 42 Celková produkce energie - leden	74
Tab. 43 Celoroční bilance potřeby el. energie	77
Tab. 44 Postup zpracování dat.....	83
Tab. 45 Ukázka výpočetního Excelu	86

E.3 Grafy

Graf 1 Pokrytí potřeb el. energie - květen	75
Graf 2 Pokrytí potřeb el. energie - leden	75
Graf 3 Pokrytí a spotřeba	76
Graf 4 Vývoj počtu osob v D417	82
Graf 5 Porovnání výpočtu a naměřených hodnot	83

Graf 6 Plynulá regulace - lineární.....	85
Graf 7 Plynulá regulace – konvexní Graf 8 Plynulá regulace – konkávní.....	85
Graf 9 Uvažovaná obsazenost.....	87
Graf 10 Varianta 1 – výstup.....	88
Graf 11 Varianta 2 – výstup.....	88
Graf 12 Varianta 3 - výstup	89
Graf 13 Varianta 4 - výstup	89
Graf 14 Spouštění ventilátorů varianty 4	90
Graf 15 Varianta 5 – výstup.....	90
Graf 16 Varianta 6 – výstup.....	91
Graf 17 Varianta 7 – výstup.....	91
Graf 18 Porovnání jednotlivých variant.....	92