

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA RESTAURACE

AIR CONDITION OF THE RESTAURANT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

TOMÁŠ KRÁL

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. ONDŘEJ ŠIKULA, Ph.D.

BRNO 2014



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

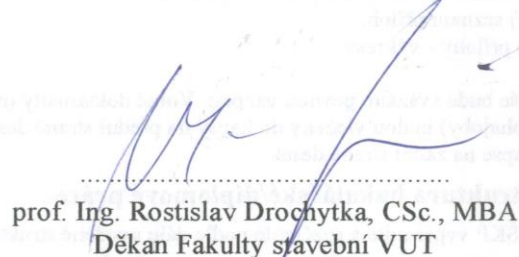
Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Tomáš Král
Název	Vzduchotechnika restaurace
Vedoucí bakalářské práce	doc. Ing. Ondřej Šíkula, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2013
Datum odevzdání bakalářské práce	30. 5. 2014

V Brně dne 30. 11. 2013


doc. Ing. Jiří Hirs, CSc.
Vedoucí ústavu


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



Podklady a literatura

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

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

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

- obsah a uspořádání práce dle směrnice FAST:

- a) titulní list,
- b) zadání VŠKP,
- c) abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce,
- d) bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690,
- e) prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora,
- f) poděkování (nepovinné),
- g) obsah,
- h) úvod,
- i) vlastní text práce s touto osnovou:
 - A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu
 - B. Výpočtová část
analýza objektu – rozdělení na funkční celky VZT, 2-3 zařízení zpracovaná v tématech:
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
- j) závěr,
- k) seznam použitých zdrojů,
- l) seznam použitých zkratk a symbolů,
- m) seznam příloh,
- n) přílohy - výkresy

Vše bude svázáno pevnou vazbou. Volné dokumenty (metadata, prohlášení o shodě, posudky, výsledky obhajoby) budou vloženy do kapsy na přední straně desek, výkresy budou poskládány a uloženy jako příloha v kapse na zadní straně desek.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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


.....
doc. Ing. Ondřej Šikula, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem vzduchotechnických systémů v zadaném objektu restaurace. Cílem práce bylo navrhnout systém klimatizace tak, aby bylo dosaženo optimálních mikroklimatických podmínek ve všech provozně rozdílných částech budovy, jako jsou kuchyně, restaurace, společenský sál nebo ubytovací apartmá. K tomu byly použity dostupné výpočetní programy a platné předpisy a normy. Pomocí počítačových simulací jsem posoudil stávající stav distribuce vzduchu části objektu a navrhnu její optimalizaci pro zkvalitnění vnitřního mikroklimatu.

ABSTRACT

This thesis describes the creation of ventilation systems in the specified restaurant. The purpose of this investigation is to design the air conditioning system so as to create the optimal microclimate conditions in all operating parts of the building; such as a kitchen, restaurant, social hall or an apartment. I will use available computer software and adhere to the applicable regulations and standards. Using computer simulations, I will assess the current status of the air distribution in respective parts of the building and propose its optimization, which in turn will provide an optimal internal microclimate.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vzduchotechnika, nucené větrání, úprava vzduchu, zpětné získávání tepla, restaurace, optimalizace distribuce vzduchu, PMV, PPD, CFD.

KEY WORDS

Air condition, forced ventilation, air treatment, heat recovery, restaurant, optimization of an air distribution, PMV, PPD, CFD.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KRÁL, Tomáš. *Vzduchotechnika restaurace*. Brno, 2014. 176 s., 91 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budob. Vedoucí práce doc. Ing. Ondřej Šíkula Ph.D.

PROHLÁŠENÍ:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 30. 5. 2014

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Tomáš Kalb', is written over a horizontal dotted line.

podpis autora

PODĚKOVÁNÍ:

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Ondřeji Šikulovi Ph.D. za velmi odborné vedení, trpělivost, motivaci a čas strávený při řešení zadaného problému.

OBSAH

ÚVOD	12
1 TEORETICKÁ ČÁST	13
1.1 MODELOVÁNÍ, APLIKACE VÝPOČETNÍ TECHNIKY	14
1.1.1 PROUDĚNÍ TEKUTIN.....	14
1.1.2 METODA CFD	15
1.1.3 PROGRAMY GAMBIT A FLUENT	15
1.1.4 ZÁKLADNÍ TYPY SIMULACÍ V CFD	16
1.1.4.1 ROZDĚLENÍ Z HLEDISKA ČASOVÉ ZÁVISLOSTI	16
1.1.4.2 ROZDĚLENÍ Z HLEDISKA PROSTORU	17
1.1.4.3 ROZDĚLENÍ Z HLEDISKA BILANCOVÁNÍ VELIČIN	17
1.1.4.4 ROZDĚLENÍ Z HLEDISKA STLAČITELNOSTI PROUDÍCÍ TEKUTINY	17
1.1.4.5 TURBULENTNÍ MODEL Y	18
1.1.5 OKRAJOVÉ PODMÍNKY	19
1.1.6 VÝPOČTOVÁ SÍŤ	20
1.1.7 POSTUP ŘEŠENÍ POMOCÍ METODY CFD.....	20
1.1.7.1 PRE-PROCESSING	20
1.1.7.2 PROCESSING.....	21
1.1.7.3 POST-PROCESSING	21
1.2 ERGONOMIE TEPELNÉHO PROSTŘEDÍ.....	22
1.2.1 TEPELNÝ KOMFORT	22
1.2.2 PŘEDPOVĚĎ STŘEDNÍHO TEPELNÉHO POCITU (PMV)	23
1.2.3 PŘEDPOVĚĎ PROCENTUÁLNÍHO PODÍLU NESPOKOJENÝCH (PPD).....	25
1.2.4 LOKÁLNÍ DISKOMFORT	26
1.2.5 NEUSTÁLENÝ STAV TEPELNÉHO PROSTŘEDÍ.....	29
1.2.6 KATEGORIE TEPELNÉHO PROSTŘEDÍ	29
1.2.7 NAVRHOVÁNÍ RŮZNÝCH DRUHŮ PROSTORU	30
2 VÝPOČTOVÁ ČÁST	31
2.1 ANALÝZA OBJEKTU	32
2.1.1 ÚVOD	32
2.1.2 DISLOKACE.....	32
2.1.3 CHARAKTERISTIKA OBJEKTU	33
2.1.4 KONCEPCE VZT.....	35
2.2 TEPELNĚ TECHNICKÉ VLATNOSTI KONSTRUKCÍ.....	36
2.2.1 VÝPOČET SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ.....	36
2.2.1.1 SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA PRO PODLAHOVÉ KONSTRUKCE.....	37
2.2.1.2 SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA PRO KONSTRUKCE STŘECH.....	38
2.2.1.3 SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA SVISLÝCH KONSTRUKCÍ	38
2.2.2 VÝPOČET SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA VÝPLNÍ OTVORŮ.....	39
2.2.2.1 SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA VÝPLNÍ OTVORŮ VNĚJŠÍCH KONSTRUKCÍ	40

2.2.2.2	SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA VÝPLNÍ OTVORŮ VNITŘNÍCH DĚLÍČÍCH KONSTRUKCÍ	40
2.3	TEPELNÁ BILANCE	41
2.3.1	TEPELNÉ ZTRÁTY	41
2.3.1.1	OKRAJOVÉ PODMÍNKY PRO VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT	41
2.3.1.2	VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT	41
2.3.1.3	TEPLOTA INTERIÉRU	43
2.3.2	VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT JEDNOTLIVÝCH MÍSTNOSTÍ	44
2.3.3	TEPELNÁ ZÁTĚŽ	60
2.3.3.1	OKRAJOVÉ PODMÍNKY PRO VÝPOČET TEPELNÉ ZÁTĚŽE	60
2.3.3.2	VÝPOČET TEPELNÝCH ZISKŮ Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ	61
2.3.3.3	VÝPOČET TEPELNÝCH ZISKŮ OD VNITŘNÍCH ZDROJŮ	63
2.3.3.4	TEPLOTA INTERIÉRU	64
2.3.4	VÝPOČET TEPELNÝCH ZISKŮ JEDNOTLIVÝCH MÍSTNOSTÍ	64
2.3.5	VÝPOČET TEPELNÝCH ZISKŮ OD ZAŘÍZENÍ KUCHYNĚ (PROGRAM ATREA – VĚTRÁNÍ KUCHYNÍ)	76
2.3.5.1	POSTUP VÝPOČTU	76
2.3.6	TEPELNÁ BILANCE - SOUHRN	78
2.4	KONCEPCE VĚTRÁNÍ	79
2.4.1	PRŮTOK VĚTRACÍHO VZDUCHU	79
2.4.2	PRŮTOK VĚTRACÍHO VZDUCHU PRO JEDNOTLIVÉ MÍSTNOSTI	80
2.4.3	PRŮTOK VZDUCHU PRO POKRYTÍ TEPELNÝCH ZTRÁT A TEPELNÉ ZÁTĚŽE	81
2.4.3.1	NÁVRHOVÉ PODMÍNKY VÝPOČTU	81
2.4.4	VZDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA VZT1	82
2.4.4.1	VZT 1 - H-X DIAGRAM- ZIMNÍ PROVOZ	86
2.4.4.3	VZT 1 - H-X DIAGRAM- LETNÍ PROVOZ	87
2.4.5	NÁVRH JEDNOTEK FANCOIL	88
2.4.5.1	H-X DIAGRAMY JEDNOTEK FANCOIL PRO VYBRANÉ MÍSTNOSTI	89
2.4.6	NÁVRH ELEKTRICKÝCH OHŘÍVAČŮ	95
2.4.7	VZDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA VZT2	95
2.4.7.1	VZT 2 - H-X DIAGRAM- ZIMNÍ PROVOZ	97
2.4.7.2	VZT 2 - H-X DIAGRAM- LETNÍ PROVOZ	98
2.4.8	VZDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA VZT3	99
2.4.8.1	VZT 3 - H-X DIAGRAM- ZIMNÍ PROVOZ	100
2.4.8.3	VZT 3 - H-X DIAGRAM- LETNÍ PROVOZ	101
2.4.9	KONCEPCE VĚTRÁNÍ – SHRNUTÍ	102
2.4.10	DISTRIBUČNÍ ELEMENTY – HOSPODA, KUCHYŇ	103
2.4.10.1	MÍSTNOST 1.04 – HOSPODA	103
2.4.10.2	MÍSTNOST 1.10 – KUCHYŇ	104
2.4.11	NÁVRH DISTRIBUCE VZDUCHU VE SPOLEČENSKÉM SÁLE METODOU CFD	105
2.4.11.1	POPOPIS MÍSTNOSTI – STÁVAJÍCÍ STAV	105
2.4.11.2	VYUŽITÍ SÁLU, PROBLEMATIKA VĚTRÁNÍ, MIKROKLIMA	106
2.4.11.3	MODELOVÁNÍ A SIMULACE – METODA CFD	107

2.4.11.4	DISTRIBUCE Č. 1 – STÁVAJÍCÍ STAV	108
2.4.11.5	DISTRIBUCE Č. 2 – NÁVRH HORIZONTÁLNÍCH VYÚSTEK	110
2.4.11.6	DISTRIBUCE Č. 3 – DÝZA.....	112
2.4.11.7	DISTRIBUCE Č. 4 – DÝZA – NASTAVENÍ DLE VÝROBCE.....	115
2.4.11.8	DISTRIBUCE Č. 5 – NADOKENNÍ DÝZA S HORIZONTÁLNÍ DISTRIBUCÍ.....	117
2.4.11.9	NÁVRH DISTRIBUCE VZDUCHU	119
2.4.12	POSOUZENÍ TEPELNÉ POHODY – UKAZATELE PMV A PPD	122
2.4.12.1	PODMÍNKY VÝPOČTU	122
2.4.12.2	VÝPOČET	123
2.4.12.3	VYHODNOCENÍ.....	124
2.4.12.4	ZÁVĚR.....	124
2.4.12.5	DISTRIBUČNÍ ELEMENTY – SÁL	126
2.5	POŽÁRNÍ BEZPEČNOST	127
2.5.1	POŽÁRNÍ KLAPKY	128
2.5.1.1	INSTALACE.....	128
2.5.1.2	TLAKOVÁ ZTRÁTA OTEVŘENÉ POŽÁRNÍ KLAPKY	128
2.6	TLAKOVÉ ZTRÁTY	129
2.6.1	ZAŘÍZENÍ VZT 1 - DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ.....	131
2.6.2	ZAŘÍZENÍ VZT 2 - DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ.....	136
2.6.3	ZAŘÍZENÍ VZT 3 - DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ.....	138
2.7	ÚTLUM HLUKU	140
2.7.1	ZAŘÍZENÍ VZT 1 – PŘÍVOD.....	140
2.7.2	ZAŘÍZENÍ VZT 1 – ODVOD	141
2.7.3	ZAŘÍZENÍ VZT 2 – PŘÍVOD.....	142
2.7.4	ZAŘÍZENÍ VZT 2 – ODVOD	143
2.7.5	ZAŘÍZENÍ VZT 3 – PŘÍVOD.....	144
2.7.6	ZAŘÍZENÍ VZT 3 – ODVOD	145
3	TECHNICKÁ ZPRÁVA	147
3.1	ÚVOD	148
3.1.1	PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ.....	148
3.1.2	VÝPOČTOVÉ HODNOTY KLIMATICKÝCH POMĚRŮ	148
3.1.3	VÝPOČTOVÉ HODNOTY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ	149
3.2	KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ.....	149
3.2.1	HYGIENICKÉ POŽADAVKY.....	149
3.2.2	VYTÁPĚNÍ.....	150
3.2.3	CHLAZENÍ	150
3.2.4	ENERGETICKÉ ZDROJE.....	150
3.2.5	VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY	150
3.2.5.1	VZT 1	150
3.2.5.2	VZT 2	151
3.2.5.3	VZT 3	151
3.3	NÁROKY NA ENERGIE	151

3.4	MĚŘENÍ A REGULACE	152
3.5	NAVAZUJÍCÍ PROFESE	152
3.5.1	STAVEBNÍ ÚPRAVY	152
3.5.2	SILOVÁ INSTALACE	153
3.5.3	ZDRAVOTECHNIKA	153
3.5.4	VYTÁPĚNÍ	153
3.5.5	CHLAZENÍ	153
3.5.6	PROTIHLUKOVÁ A PROTIOTŘESOVÁ OPATŘENÍ	154
3.5.7	IZOLACE A NÁTĚRY	154
3.5.8	PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ	154
3.5.9	MONTÁŽ, PROVOZ, ÚDRŽBA	154
3.5.10	ZÁVĚR	155
3.5.11	TABULKA MÍSTNOSTÍ	156
3.5.12	TABULKA ZAŘÍZENÍ	157
3.5.13	VÝPIS PRVKŮ	161
4	ZÁVĚR	163
5	POUŽITÉ ZDROJE	164
6	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ	167
7	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	169
	PŘÍLOHY	176

ÚVOD

V této práci jsem se zabýval návrhem nuceného větrání, distribuce a úpravou vzduchu v zadaném objektu konkrétní restaurace z místa mého bydliště. Řešený objekt je charakteristický svou členitostí a provozní rozmanitostí prostor, které obsahuje. Jedná se o restauraci s kuchyní, společenský sál a apartmány pro ubytování. Proto bylo nutné k tomuto přihlížet při návrhu koncepce větrání a zajistit uživatelský komfort v každé jednotlivé části.

Restaurační zařízení a společenské sály jsou místa shromažďování velkého množství osob. V uzavřených prostorech budov tak vznikají velké koncentrace škodlivin spojené s produkcí jídel a nápojů, kouřením, prostory jsou zatíženy velkými produkcemi CO_2 , vodní páry a vnitřních tepelných zisků. Z tohoto důvodu je nutný správný návrh výměny vzduchu, jeho distribuce a úprav tak, aby bylo interní mikroklima vhodné, aby nedocházelo ke stagnaci vzduchu v žádné části prostoru a škodliviny byly co nejefektivněji odváděny z interiéru pryč.

Dalšími problematickými prostory z hlediska tvorby vnitřního prostředí jsou kuchyně. Zde se jedná také o pracovní prostředí zaměstnanců, které se potýká zejména s velkými zátěži citelným teplem, kdy v letních obdobích může docházet k přehřívání prostoru a nesplnění legislativních požadavků na mikroklima pracoviště.

1 TEORETICKÁ ČÁST

1.1 MODELOVÁNÍ, APLIKACE VÝPOČETNÍ TECHNIKY

Při návrhu zařízení TZB nám modelování umožňuje nastínit problematiku proudění vzduchu řešeného prostoru ještě ve fázi přípravy projektu. Umožňuje tak průzkum různých řešení a výběr optimální varianty řešení a eliminaci problémů v zadaném projektu před samotnou realizací, která mnohdy komplikuje či dokonce znemožňuje nápravu případných nedostatků. Z hlediska úspory nákladů a efektivity výstavby je to tedy velmi užitečný nástroj.

Skutečnou situaci převádíme do výpočetního programu pomocí matematicko-fyzikálního modelu, který může být jakkoliv komplikovaný a umožňuje tak velmi precizní napodobení reálného stavu. Zároveň máme možnost aplikace nejrůznějších okrajových podmínek, které by modelovat na reálném modelu při experimentálním měření nebylo možné. Výpočet nám tak poskytuje přesné hodnoty jednotlivých parametrů řešeného problému.

V současné době se navíc zdokonaluje výpočetní technika, což nám umožňuje vytvářet modely komplikovanější bez výrazných zjednodušení a dosahujeme tak přesnějších výstupů v časově přijatelných mezích. Tuto skutečnost můžeme považovat za přínosnou hlavně u prostorů, které svou složitostí neumožňují geometrické zjednodušení a pro dosažení přesných výsledků je nutno tyto prostory vymodelovat celé. Máme tak možnost posuzovat i atypické situace, kdy není možné použít empirických zkušeností či standardních postupů daných výrobci. [4]

Mezi matematicko-fyzikální modelování patří i metoda CFD, kterou jsem použil při návrhu distribuce vzduchu ve společenském sále kapitole 2.4.11.

1.1.1 PROUDĚNÍ TEKUTIN

Tekutiny jsou látky, souhrnně kapaliny a plyny, jejichž společnou vlastností je tekutost. Tato vlastnost se vyznačuje zejména absencí schopnosti udržet stálý tvar. To je zapříčiněno slabými vazbami mezi částicemi tekutin, které se tak mohou velice snadno vzájemně pohybovat. [23]

Proudění tekutin je pohyb, při kterém se částice pohybují svým neuspořádaným pohybem, a zároveň se přemisťují ve směru proudění. To vždy probíhá z místa o vyšší tlaku do místa o nižší tlaku. Tedy ve směru poklesu tlakové potenciální energie. [23]

U vazkých tekutin rozlišujeme proudění podle jeho charakteru na laminární, kdy trajektorie jednotlivých částic jsou rovnoběžné, tvarem blížící se přímce a jednotlivé vrstvy tekutiny

se nemísí, nebo turbulentní, které je charakteristické neuspořádanými a vzájemně různoběžnými trajektoriemi, kdy dochází k mísení tekutiny v jejím objemu. [3]

Základními fyzikálními zákony, které popisují proudění tekutin, jsou zákon zachování hmotnosti, zákon zachování hybnosti a zákon zachování energie. Tyto zákony pak hrají hlavní roli při sestavování parciálních diferenciálních rovnic, na základě kterých probíhá modelování dynamiky tekutin CFD.[5]

1.1.2 METODA CFD

CFD neboli Computation Fluid Dynamics se dá přeložit jako výpočty v dynamice tekutin. Jedná se o metodu simulace procesů v mechanice tekutin a ve sdílení tepla použitím výpočetní techniky. Metoda se zakládá na řešení soustav parciálních diferenciálních a nelineárních rovnic pomocí numerické metody konečných objemů. Základní popis proudění kapalin je zprostředkován zákony zachování hybnosti (Navier-Stokesovy rovnice, rovnice hybnosti), zákonem zachování hmotnosti (rovnice kontinuity), rovnicí energie řešící vedení tepla. Připojením dalších jevů do řešené soustavy se připojují další rovnice, které tyto jevy popisují.

Řešený prostor je rozdělen na konečný počet geometrických segmentů (objemů), které se navzájem ovlivňují, a na které se pak aplikují řešené rovnice. Tím, že do výpočtu vstupuje konečný počet řešených oblastí, upravují se soustavy parciálních diferenciálních rovnic na soustavy rovnic lineárních (metoda konečných objemů), čímž se výpočet značně zjednodušuje.

Komplikovanost a časová náročnost výpočtu je přímo úměrná složitosti řešeného modelu, počtem zkoumaných jevů a kvalitou výpočetní sítě.

Pokud to tedy řešený prostor svou geometrií umožňuje, je vhodné aplikovat do výpočtu pouze část, která je charakteristická a periodicky se v místnosti opakuje. Dosáhneme tak zmenšení počtu segmentů řešeného modelu a možnosti zkvalitnění výpočetní sítě. Ušetřený počet buněk totiž můžeme použít pro zjemnění sítě v komplikovaných oblastech výpočtu, jako jsou rozhraní materiálu či distribuční elementy. Zároveň je nutné zvážit, které zkoumané veličiny nejsou pro zadaný výpočet rozhodující a tyto do výpočtu nezahrnovat. Takto lze dosáhnout zkrácení výpočetního času. [4]

1.1.3 PROGRAMY GAMBIT A FLUENT

Software Gambit je pre-processingový nástroj společnosti Ansys, Inc., který umožňuje vytváření geometrických modelů a následnou tvorbu diskretizační sítě. Výstupem z tohoto programu je základní model se stanovenými typy okrajových podmínek a výpočetní sítí, který

se importuje do processingových programů, kde je dále zpracováván. [3]

Fluent je processingový program, určený pro řešení úloh v CFD. Pracuje na základě metody konečných objemů. Pomocí tohoto softwaru je možné řešit a vyhodnocovat 2D či 3D simulace proudění tekutin, přenosu tepla, nebo spalovacích procesů. „*Je schopen simulovat laminární i turbulentní proudění, vícefázové proudění, chemické procesy a vzájemné kombinace uvedeného výčtu.*“([3], s. 9)

1.1.4 ZÁKLADNÍ TYPY SIMULACÍ V CFD

Následující text se bude vztahovat k řešení úloh z termomechaniky pomocí programu Fluent a k rozdělení typu řešených modelů CFD. [3]

1.1.4.1 ROZDĚLENÍ Z HLEDISKA ČASOVÉ ZÁVISLOSTI

Do této klasifikace spadají modely stacionární a nestacionární.

Stacionární model užíváme tehdy, zkoumáme-li děj, u kterého předpokládáme časovou neměnnost. V tomto případě model vůbec neuvažuje s časovým hlediskem a výsledku je dosaženo pomocí potřebného počtu iterací. Zadáváme pouze okrajové a inicializační podmínky.

Nestacionární model se naopak použije v případě, kdy potřebujeme znát vývoj děje v čase. Zadáváme okrajové podmínky a inicializační podmínky jsou považovány za počáteční. Každý časový krok se pak počítá zvlášť. Je zřejmé, že výpočet nestacionárního modelu klade významně náročnější nároky na výpočetní čas.

Úlohu zkoumající nestacionární děj lze řešit dvěma přístupy za použití různé diskretizace jednotlivých kroků výpočtu. Takto volíme mezi schématem explicitním a implicitním.

Explicitní schéma počítá hodnoty bilancovaných veličin vždy přímo z předcházejícího časového kroku. Výpočet je tak dosti rychlý, a při nastavení dostatečně jemného časového kroku výsledky snadno konvergují.

Implicitní schéma provádí výpočet pomocí rozsáhlých soustav lineárních rovnic a je časově náročnější. Volí se metoda řešení a počet iterací, který se odvíjí od požadovaného minimálního rezidua, jež má být při iteracích dosaženo. Pro správnou konvergenci výsledků je možné použít větší časový krok.

1.1.4.2 ROZDĚLENÍ Z HLEDISKA PROSTORU

Tato kategorie dělí modely na plošné 2D a prostorové 3D.

2D model se využívá v situacích, kdy je možné zanedbat vliv třetího směru. Jedná se například o osově symetrické model bez vlivu turbulence. Mnohdy je k tomuto modelu přistoupeno z důvodu časově menší náročnosti úlohy, přesnost výsledku je ovšem nižší oproti 3D modelu.

3D model se použije tam, kde nelze zkoumaný problém zjednodušit na 2D model, nebo při nutnosti dosáhnout přesných výsledků.

1.1.4.3 ROZDĚLENÍ Z HLEDISKA BILANCOVÁNÍ VELIČIN

Toto rozdělení dělí modely podle veličin dějů a vlastností tekutin vstupujících do výpočtu.

Izotermický model se používá tehdy, nemá-li na sledované parametry při výpočtu vliv změna teploty. Tento model neuvažuje energetickou rovnici.

Anizotermický model naopak popisuje situace, kdy potřebujeme znát vliv změny teploty, nebo se teplota podílí či jinak ovlivňuje na vlastnostech tekutin, jako jsou hustota, viskozita, atd.

Pokud má na proudění tekutin vliv silového pole, je nutné jej při výpočtu také uvažovat. **Model s uvažováním silového pole** tak zahrnuje účinky nejčastěji např. gravitačních sil.

Jestliže se zabýváme prouděním pouze jednoho druhu tekutiny, u kterého předpokládáme pouze jedno skupenství dané tekutiny, použijeme **model jednofázový**. Jestliže tekutina v simulaci sestává z více složek např. vodní pára ve vzduchu, nebo jedná-li se o směs jedné látky vyskytující se ve více skupenstvích, pak pro výpočet volíme **model vícefázový**.

Podílejí se změny materiálových charakteristik tekutiny na změnách proudových polí, umožňuje Fluent zadat tyto materiálové charakteristiky jako funkce charakteristik proudu. Většinou se však simulace provádějí za konstantních materiálových charakteristik zkoumané tekutiny.

1.1.4.4 ROZDĚLENÍ Z HLEDISKA STLAČITELNOSTI PROUDÍCÍ TEKUTINY

Podle toho dělení členíme modely proudění na model s vlivem stlačitelnosti a bez vlivu stlačitelnosti. To, jaký model bude pro daný výpočet vybrán, závisí na definování materiálových charakteristik proudící tekutiny. Pokud modelujeme proudění ideálního plynu, při nízkých rych-

lostech nedochází k relevantní změně hustoty. Proto se i takové proudění typicky stlačitelných tekutin modeluje bez vlivu stlačitelnosti, tedy s konstantní hustotou.

1.1.4.5 TURBULENTNÍ MODEL Y

Lineární charakter proudění je spíše idealizovaný stav, a při reálných situacích téměř nenastává. V CFD tak převážná většina úloh využívá turbulentních modelů.

Pro účely modelování pracuje program Fluent s několika modely, které umožňují přístup k tomuto složitému problému, který je charakterizován širokým spektrem rychle se měnících měřítek, díky kterým je často nemožné vlivem absence dostatečně jemné výpočetní sítě a krátkého časového kroku, provádět simulaci turbulentního proudění přímo. Univerzální model nemáme k dispozici, nicméně zohlednění turbulence je u většiny modelů zprostředkováno pomocí veličiny, kterou nazýváme turbulentní viskozita.

Neviskózní model (inviscid) – v rovnicích se nenachází informace o viskozitě, čímž je dosaženo zjednodušení a zrychlení výpočtu. Tento model se v současnosti nepoužívá.

Laminární proudění – simulace probíhá přímo. Používá se v případě, kdy předpokládáme, že simulované proudění bude laminární. Rovnice neobsahují člen turbulentní viskozity, ale pouze člen materiálové viskozity tekutiny. Používá se v kombinaci se stacionárním či nestacionárním modelem (kombinací s nestacionární simulací vzniká model DNS – Direct Numerical Simulation). Důležitým aspektem je dostatečně jemná výpočetní síť, která má za úkol zachytit i malé víry, které mají vliv na proudění.

Spalart-Allmaras (SA) – do rovnic vstupují členy jak materiálové tak i turbulentní viskozity. Ta je zadána pomocí jedné bilanční rovnice a konstitutivních vztahů. Pro zjištění vlivu turbulence se bilancují hodnoty tzv. modifikované turbulentní viskozity. Tato veličina se zadává jako okrajová podmínka a při inicializaci. Opět lze výpočet provádět jako stacionární či nestacionární. Ve srovnání s ostatními modely turbulence je SA poměrně rychlé.

k – ε model – jedná se o nejvhodnější model pro časově ustálený model proudění s vlivem přirozené a nucené konvekce. Člen turbulentní viskozity je bilancován pomocí veličin k a ϵ , kdy každá z těchto veličin je určená vlastní bilanční rovnicí. Veličina k značí turbulentní kinetickou energii a ϵ pak její disipaci. Model $k – \epsilon$ je vhodný pro velmi turbulentní proudění.

k – ω model – tento model je podobný modelu $k – \epsilon$. Místo ϵ se však bilancuje ω , která značí měrnou disipaci.

Reynolds Stress Model (RSM) – tento model zohledňuje neizotropní chování turbulentního proudění. Využívá se zejména pro stacionární podmínky. Výpočet je přesnější, avšak značně pomalejší.

Large Eddy Simulation (LES) – „jeho filozofie spočívá v tom, že malá turbulentní měřítko modeluje, velká přímo simuluje.“ ([3], s. 15). Uplatňuje se pro časově nestacionární podmínky a je vhodný pouze na přechodové proudění. Nastavení okrajových podmínek není vyžadováno.

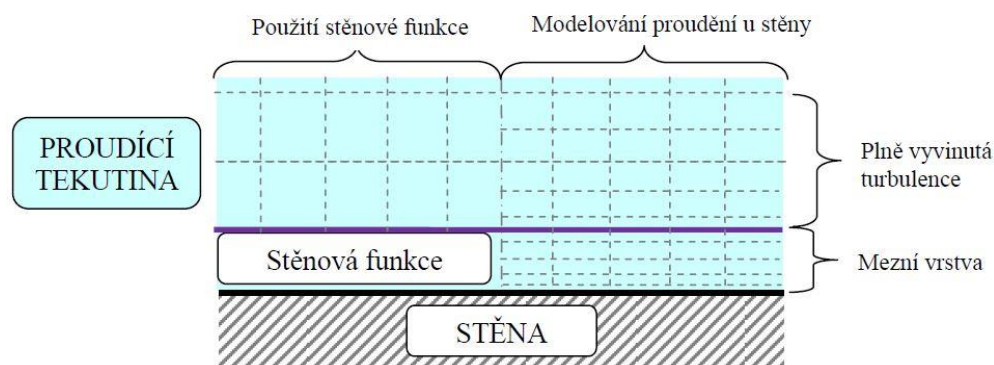
Detached Eddy Simulation (DES) – používá filozofii LES v oblastech volného proudění, v blízkosti stěn pak využívá modelů $k - \epsilon$, $k - \omega$, nebo SA. Využívá se obdobně jako LES, nicméně je pomocí tohoto modelu provádět výpočty s větší turbulentí.

1.1.5 OKRAJOVÉ PODMÍNKY

Okrajové podmínky výpočtu jsou popisovány prostřednictvím matematických funkcí. Každý parametr výpočtu je popisován charakteristickými funkcemi, jejichž základní výčet je uveden v následujícím textu [5]:

- proudící tekutina: hustota, měrná tepelná kapacita, součinitel tepelné vodivosti, viskozita
- přenos tepla: teplota, tepelný tok
- proudění: tlak, rychlost proudění, hmotnostní tok
- turbulentní proudění: intenzita turbulence, hydraulický průměr, intenzita k a ϵ popř. ω , charakteristický rozměr velikosti vírů

Pomocí okrajových podmínek zadáváme vlastnosti konstrukcí, jejich tepelnou vodivost, drsnost, nebo např. pohyblivost. Proudění tekutiny v oblasti stěny je složitý děj, který má velký vliv na přesnost řešení. Proudění v blízkosti stěn je modelováno pomocí stěnových funkcí, které umožňují postihnout oblast mezi stěnou a volným turbulentním prouděním v prostoru. Graficky je tato problematika zobrazena na Obr. 1.1.



Obr. 1.1: Modelování proudění v blízkosti stěny [5]

1.1.6 VÝPOČTOVÁ SÍŤ

Výpočtová síť dělí zkoumaný prostor na vzájemně propojené segmenty, jejichž počet volíme podle požadavků na přesnost výpočtu. Počet buněk v síti má vliv na výsledný počet rovnic výpočtu, a tedy i na časovou náročnost operací. Vytvoření kvalitní sítě má zásadní vliv na přesnost výpočtu. Mnohdy se čas investovaný do precizace výpočetní sítě vrátí v podobě rychlé konvergence výsledků. [5]

Typy výpočtových sítí pro účely modelování metodou CFD můžeme rozdělit podle následujících kritérií:

- podle pravidelnosti:
strukturované
nestrukturované
- podle rovnoběžnosti:
pravoúhlé
obecné
- podle rovnoměrnosti:
ekvidistantní
nerovnoměrné

1.1.7 POSTUP ŘEŠENÍ POMOCÍ METODY CFD

Počítačové modelování metodou CFD probíhá ve třech základních krocích [3] [4]:

- pre-processing
- processing
- postprocessing

1.1.7.1 PRE-PROCESSING

Pre-processing neboli předzpracování se zabývá analýzou zadaného problému, zkoumá výskyt jednotlivých jevů, které se v daném problému vyskytují, a se kterými bude následný výpočet probíhat. V této fázi vytváříme geometrický model, výpočetní síť a jednotlivé typy okrajových podmínek, které se pomocí exportního souboru převedou do formátu požadovaného softwarem provádějícím samotný výpočet.

Pro tvorbu geometrického modelu a stanovení okrajových podmínek se využívá software GAMBIT, který jsem také použil při modelování problematiky v kapitole 2.4.11.

1.1.7.2 PROCESSING

Importovaný mash soubor je dále zpracováván a připravován pro výpočet již v softwaru určeném pro výpočet, nicméně tato činnost spadá stále do fáze přípravné tedy pre-processingu. Stanovují se konkrétní okrajové podmínky, jako jsou hodnoty teplot, tlaku, množství a vlastnosti kapaliny vstupující do posuzovaného modelu, materiálové charakteristiky. Výpočetní síť může být dále upravována pro dosažení správné konvergence výsledků. Dále se volí vhodný matematický model.

Poté probíhá výpočet. Program provádí sérii iterací, jejichž výsledky postupně konvergují. Tato fáze může u některých složitějších výpočtů trvat i několik dnů. Výpočet je ukončen ve chvíli, kdy dojde k předem nastavenému požadovanému přiblížení výsledků. Pokud ke konvergenci výsledků nedošlo, je nutné se vrátit k fázi pre-processingu.

Pro tuto fázi jsem při výpočtu a návrhu distribuce vzduchu ve společenském sále v kapitole 2.4.11 použil výpočetní program FLUENT.

1.1.7.3 POST-PROCESSING

V této fázi vyhodnocujeme vypočítané výsledky. Program ANSYS FLUENT tyto výsledky umožňuje exportovat jak v podobě grafických výstupů, tak jako číselná data. Ty můžeme dále zpracovávat, vytvářet porovnání jednotlivých vstupních okrajových podmínek a z řešení vybírat pro zadaný problém ty neoptimálnější.

1.2 ERGONOMIE TEPELNÉHO PROSTŘEDÍ

Pro dosažení optimálního tepelného pocitu člověka je nutné zajistit tepelnou rovnováhu jeho těla jako celku. Na této skutečnosti se podílí několik faktorů, jako jsou teplota vzduchu, radiační teplota okolních povrchů, rychlost proudění vzduchu a relativní vlhkost vzduchu.

Při znalosti těchto veličin je možné předvídat, jaký tepelný pocit bude u osob v daném prostředí převládat. K tomuto slouží ukazatel středního tepelného pocitu PMV. Na jeho základě lze poté předpovědět procentuální podíl nespokojených PPD, kteří v daných podmínkách budou pociťovat nadměrný chlad, či nadměrné teplo.

Asymetrie okolních podmínek v podobě lokálního oteplování, ochlazování, nebo nadměrného průvanu se také podílí na tvorbě pocitově nepříjemného prostředí. Takto vzniklý diskomfort je nejčastěji způsobován radiací chladných či teplých povrchů (okna, podlaha), ochlazováním části těla vlivem proudění vzduchu, nebo vertikálním tepelným rozvrstvením vzduchu v pobytové oblasti.

Tato problematika je podrobně popsána v normě [16], na které je založen i následující text. Tato norma popisuje metody stanovení předpovědi celkového tepelného pocitu a stupně diskomfortu osob vystaveným mírnému tepelnému prostředí interpretované pomocí ukazatelů PMV a PPD. Zároveň stanovuje kritéria prostředí, které lze považovat za přijatelné pro dosažení optimálního celkového tepelného komfortu. [16]

1.2.1 TEPELNÝ KOMFORT

„Tepelný komfort je stav mysli vyjadřující uspokojení s tepelným prostředím“ ([16], s. 14). Tepelný pocit člověka je zcela individuální vlastností a je tedy nereálné specifikovat a vytvořit tepelné prostředí takové, které by vyhovovalo všem. Lze tak pouze předpovídat přijatelnost či nepřijatelnost podmínek pro dané procento osob.

K tomu nám slouží ukazatele tepelné pohody PMV a PPD.

Na základě národních priorit, nebo klimatických podmínek lze tepelnou pohodu prostředí posuzovat odlišně. Může být přijata vyšší či nižší tepelná kvalita. PMV, PPD a složky lokálního diskomfortu tak stanoví rozdílné kombinace vlivů tepelné pohody pro vytvoření optimálních tepelných podmínek. [16]

1.2.2 PŘEDPOVĚĎ STŘEDNÍHO TEPELNÉHO POCITU (PMV)

Střední tepelný pocit skupiny osob se analyzuje dotazníkem, ve kterém dotazovaní ohodnotí svůj momentální tepelný pocit podle stupnice, kterou uvádí Tabulka 1.1. Optimálního tepelného pocitu charakterizovaného na této stupnici hodnotou „0“ je dosaženo tehdy, je-li vnitřní produkce tepla těla rovna tepelné ztrátě v daném prostředí. [16]

Tabulka 1.1: Stupnice tepelných pocitů [16]

+3	HORKO
+2	TEPLO
+1	MÍRNĚ TEPLO
0	NEUTRÁLNÍ
-1	MÍRNĚ CHLADNO
-2	CHLADNO
-3	ZIMA

Výpočet PMV se provádí pomocí rovnic (1.4) až (1.3),

$$PMV = [0,303 \times \exp(-0,036 \times M) + 0,028] \times \quad (1.4)$$

$$\left\{ \begin{aligned} &(M - W) - 3,05 \times 10^{-3} [5733 - 6,99 (M - W) - p_a] - 0,42 [(M - W) - 58,15] \\ &- 1,7 \times 10^{-5} M (5867 - p_a) - 0,0014 M (34 - t_a) \\ &- 3,96 \times 10^{-8} f_{cl} [(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4] - f_{cl} h_c (t_{cl} - t_a) \end{aligned} \right\}$$

$$t_{cl} = 35,7 - 0,028(M - W) - I_{cl} \left\{ 3,96 \times 10^{-8} f_{cl} [(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4] + f_{cl} \cdot h_c (t_{cl} - t_a) \right\} \quad (1.1)$$

$$h_c = \begin{cases} 2,38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0,25} & \text{pro } 2,38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0,25} > 12,1 \cdot \sqrt{v_{ar}} \\ 12,1 \cdot \sqrt{v_{ar}} & \text{pro } 2,38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0,25} < 12,1 \cdot \sqrt{v_{ar}} \end{cases} \quad (1.2)$$

$$f_{cl} = \bar{f}_{cl} = \begin{cases} 1,00 + 1,290 I_{cl} & \text{pro } I_{cl} \leq 0,078 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / W \\ 1,05 + 0,645 I_{cl} & \text{pro } I_{cl} \geq 0,078 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / W \end{cases} \quad (1.3)$$

kde M je metabolismus [W/m^2]

W je užitečný mechanický výkon [W/m^2]

I_{cl} je tepelný odpor oděvu [$\text{m}^2 \cdot \text{K}/W$]

f_d je povrchový faktor oděvu (poměr povrchu oblečeného k povrchu nahého člověka)

t_a je teplota vzduchu [$^{\circ}\text{C}$]

$\bar{t}_r$ je střední radiační teplota [$^{\circ}\text{C}$]

v_{ar} je relativní rychlost proudění [m/s]

p_a je parciální tlak vodní páry [Pa]

h_c je součinitel přestupu tepla konvekci [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]

t_d je povrchová teplota oděvu (°C).

Kromě základních parametrů tepelné pohody tak do výpočtu vstupují i informace o činnosti vykonávané osobami ve zkoumaném prostředí a jejich oděvu.

Momentální činnost člověka ovlivňuje jeho tepelnou produkci. Produkce metabolického tepla se skládá ze dvou složek. První z nich je teplo produkované tzv. metabolismem bazálním, kdy je teplo produkováno spalováním energie z potravy. Hodnotu bazálního metabolismu vykazuje organismus, který je v klidu (např. při spánku). Druhou složkou produkce tepla je svalový metabolismus. Ten se odvíjí od druhu činnosti a je tedy dominantní při určování hodnoty

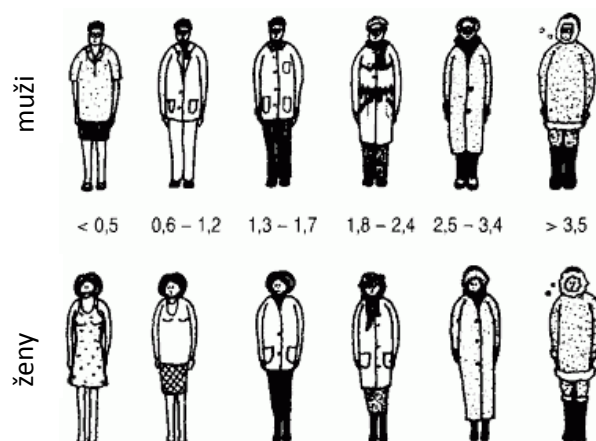
Tabulka 1.2: Hodnoty metabolismu podle činností [16]

Činnost	Metabolizmus	
	W/m ²	met
Ležení	46	0,8
Sezení, uvolněné	58	1,0
Činnost vsedě	70	1,2
Lehká činnost vstojе	93	1,6
Středně namáhaná činnost vstojе	116	2,0
Chůze po rovině:		
2 km/h	110	1,9
3 km/h	140	2,4
4 km/h	165	2,8
5 km/h	200	3,4

metabolizmu (met). Hodnoty metabolismu (pro různé činnosti viz Tabulka 1.2) mají pro výpočet PMV nabývat hodnot 0,8 met až 4 met (46 W/m² až 232 W/m²). Produkce metabolického tepla je také závislá na pohlaví (ženy produkují méně tepla než muži) a stáří (s věkem se metabolismus zpomaluje a vykazuje menší tepelnou produkci).

Tepelný odpor oděvu udává veličina I_{cl} . Hodnotu I_{cl} lze určit z tabulek pro typické kombinace a souvrství oděvu, nebo jako součet izolačních vlastností jednotlivých vrstev. Pro výpočet PMV má tepelný odpor oděvu nabývat hodnot 0 clo až 2 clo (0 m²·K/W až 0,31 m²·K/W). [16]

Hodnoty clo pro typické druhy oděvu jsou znázorněny na Obr. 1.2.



Obr. 1.2: Hodnoty clo pro typické druhy oděvu [22]

Vlhkost vzduchu se při určování tepelné pohody prostředí projevuje tak, že ovlivňuje tepelné ztráty těla odpařováním potu. Za mírných podmínek ($t_a < 26\text{ °C}$, $< 2\text{ met}$) má však jen malý vliv, a při určování ukazatele PMV se tedy může obvykle zanedbat. Větší význam má obsah vody ve vzduchu při intenzivnějších činnostech a vyšších teplotách.

Rychlost proudění vzduchu ovlivňuje přestup tepla konvencí mezi povrchem těla a prostředím. Tak je ovlivněna tepelná ztráta a celkový pocit tepelné pohody. Prouděním vzduchu lze eliminovat vlivy zvýšení teploty (podstropní ventilátor, otevřené okno v dopravním prostředku).

Ukazatel PMV se má používat v rozmezí hodnot -2 až +2. Odtud vyplývají výše zmíněná omezení metabolismu a clo. Omezení se vztahují také na další veličiny, jako jsou teplota vzduchu (10 °C až 30 °C), radiační teplota (10 °C až 40 °C), relativní rychlost proudění (0 m/s až 1 m/s) a velikost parciálního tlaku vodní páry (0 Pa až 2700 Pa). Pokud za PMV do výpočtu dosadíme 0, ze vzniklé rovnice je možné určit optimální kombinaci podmínek prostředí, oděvu a činnosti, které mají vyvolávat neutrální tepelný pocit.

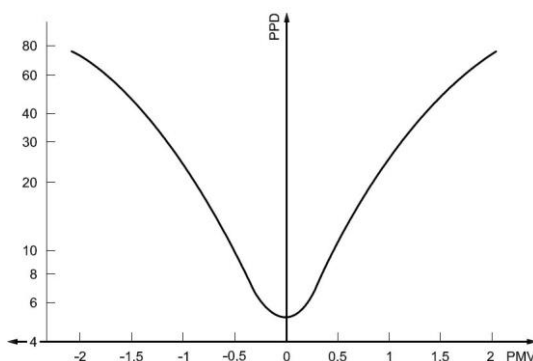
Hodnotu PMV lze získat výpočtem pomocí rovnic (1.1) až (1.4), norma [16].

1.2.3 PŘEDPOVĚĎ PROCENTUÁLNÍHO PODÍLU NESPOKOJENÝCH (PPD)

Na základě zjištěných hodnot PMV, kdy dotazovaní hodnotili svůj subjektivní pocit komfortu či diskomfortu, stanovuje PPD procentuální předpoklad výskytu nespokojených osob, které jsou obtěžovány nadměrným chladem, nebo naopak horkem. Jako nespokojené jsou považovány ty osoby, které zvolily při hodnocení podle Tabulka 1.1 čísla +3, +2, -2, nebo -3, tedy které v hodnoceném prostředí pociťovaly horko, teplo, chlad nebo zimu. [16]

Vztah mezi PMV a PPD charakterizuje rovnice (1.5) a graf na Obr. 1.3.

$$PPD = 100 - 95 \cdot \exp(-0,03353 \cdot PMV^4 - 0,2179 \cdot PMV^2) \quad (1.5)$$



Obr. 1.3: PPD jako funkce PMV [16]

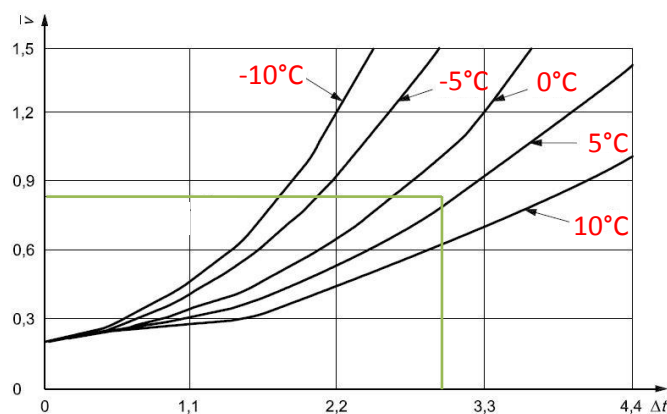
1.2.4 LOKÁLNÍ DISKOMFORT

Jak již bylo zmíněno výše, na tvorbě celkové tepelné pohody se podílí několik veličin charakterizujících podmínky prostředí. Snahou je, aby byly všechny tyto veličiny v požadovaných mezích a bylo tak docíleno optimálních tepelných podmínek. Tepelný diskomfort však může nastat i tehdy, vychýlí-li se byť jen jediná veličina z oněch mezí.

Nejčastěji vzniká lokální diskomfort v místě zvýšené rychlosti proudění vzduchu. Poté mluvíme o obtěžování průvanem, který popisuje stupeň obtěžování průvanem DR . DR je funkcí místní teploty vzduchu $t_{a,l}$, místní střední rychlosti proudění $\overline{v_{a,l}}$ a místní intenzity turbulence Tu .

$$DR = (34 - t_{a,l}) \cdot (\overline{v_{a,l}} - 0,05)^{0,62} (0,37 \cdot v_{a,l} \cdot Tu + 3,14) \quad (1.6)$$

Pocit průvanu obtěžuje převážně při práci vsedě a trpí jím hlavně osoby, které hodnotí pocit tepelné pohody kladnými hodnotami PMV. U sedících osob se hodnotí pocit průvanu pro oblast krku. Zvýšením rychlosti proudění lze však kompenzovat diskomfort způsobený vysokými teplotami vzduchu a radiační. Tato souvislost vyplývá z Obr. 1.4. Zde jsou na vodorovné ose přírůstky Δt v Kelvinech k počáteční hodnotě 26 °C a na svislé ose rychlost proudění vzduchu v metrech za sekundu. Hodnoty teplot, které jsou v grafu na Obr. 1.4 znázorněny červeně znamenají rozdíl střední radiační teploty a teploty vzduchu. Zelená křivka vytíná v grafu limity rychlosti proudění vzduchu a teploty vzduchu pro lehkou práci vykonávanou převážně vsedě (1,2 met) při typickém letním oděvu (0,5 clo). [16]

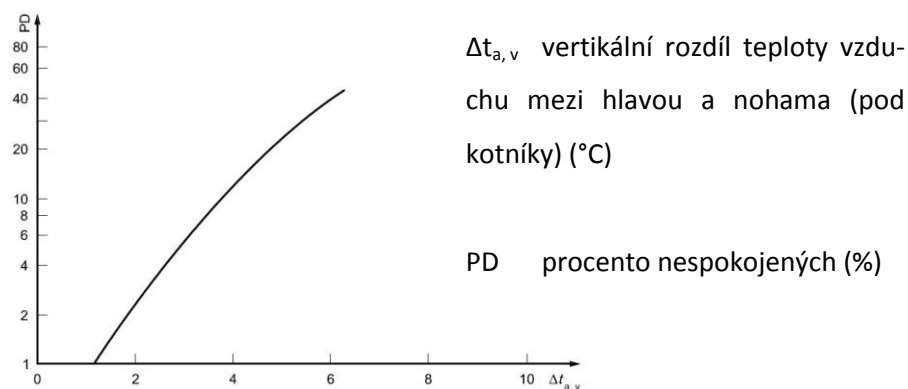


Obr. 1.4: Kompenzace zvýšené teploty rychlostí proudění vzduchu [16]

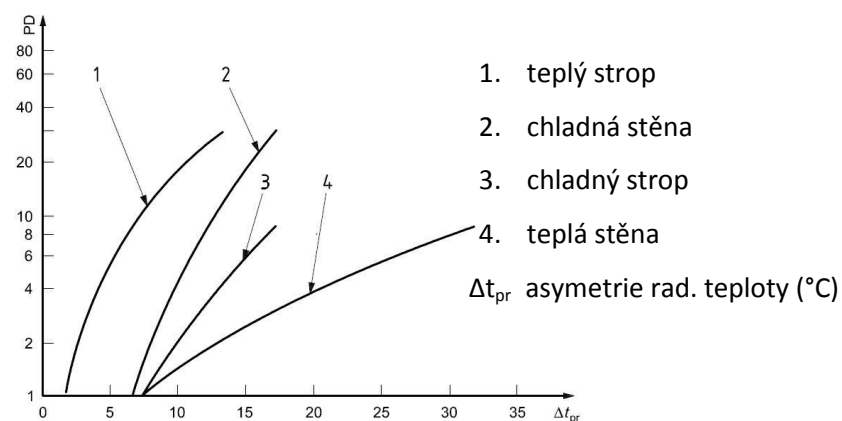
Další faktor, který výrazně ovlivňuje diskomfort a procento nespokojených PD je velký rozdíl teploty vzduchu mezi hlavou a kotníky. Rovnice (1.7) pro výpočet PD se použije pouze pro hodnoty rozdílu teplot mezi hlavou a nohama $\Delta t_{a,v} < 8^\circ\text{C}$. Graficky je tato závislost znázorněna na Obr. 1.5.

$$PD = \frac{100}{1 + \exp(5,76 - 0,856 \cdot \Delta t_{a,v})} \quad (1.7)$$

Chladné povrchy oken a zdí, v jejichž blízkosti se mnohdy nacházejí kvůli přítomnosti přímého denního osvětlení pracovní plochy, nebo při návrhu otopných a chladících soustav, které jsou řešeny například prostřednictvím stěnového vytápění, nebo chladících stropů způsobují, že je povrch těla z jedné strany (asymetricky) výrazně ohříván či ochlazován. Takto vzniká diskomfortní prostředí způsobené tzv. asymetrickou radiací. Nejcitlivější je lidské tělo v konfrontaci s teplým stropem či chladnou stěnou (oknem). „V případě horizontální radiační asymetrie platí Obr. 1.6 pro asymetrii z jedné strany na druhou (zleva doprava nebo zprava doleva) a zobrazované křivky poskytují střízlivý odhad diskomfortu; žádné jiné polohy těla, pokud jde o části jeho povrchu (například přední strana těla nebo záda), nezpůsobí vyšší diskomfort asymetrií.“ ([16], s. 12).

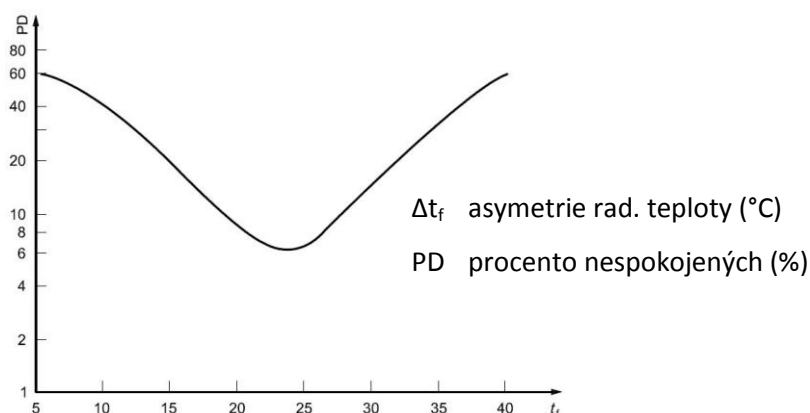


Obr. 1.5: Závislost PD na vertikálním rozdílu teplot [16]



Obr. 1.6: Lokální tepelný diskomfort způsobený vlivem asymetrické radiace [16]

Mezi povrchy, které ohraničují pobytovou zónu, patří také podlaha. Teplota podlahy se významně podílí na tepelném pocitu v oblasti nohou, a to zejména v prostorech, kde je předpoklad nošení pouze lehké domácí obuvi. Jestliže lidé v posuzovaném prostoru mají na nohách obuv, je pro pocit tepelné pohody důležitá spíše teplota podlahy, než materiál nášlapné vrstvy. Závislost procenta nespokojených PD na teplotě podlahy je patrná na Obr. 1.7. Tuto závislost je možné použít pro osoby, které na podlaze sedí či leží. [16]



1.2.5 NEUSTÁLENÝ STAV TEPELNÉHO PROSTŘEDÍ

Reálné podmínky tepelného prostředí se vyznačují svou proměnností v čase. Výše uvedené způsoby posuzování tepelné pohody však platí pro stav ustálený. Norma [16] stanovuje, za jakých podmínek lze posouzení pro ustálený stav aplikovat na stav neustálený.

V rámci této problematiky rozeznáváme tři druhy neustálených podmínek:

- teplotní cykly – pro rozkmit změn < 1 K lze použít doporučení pro ustálené podmínky, na tepelnou pohodu nemají vliv. Větší změny tepelnou pohodu zhoršují
- teplotní odchylky nebo spády – posouzení pro ustálené podmínky lze použít pro rychlost změny < 2 K/h
- přechodné stavy – skoková změna operativní teploty je citelná okamžitě. Při dosažení nových podmínek mohou být po jejich ustálení použity PMV a PPD pro předpověď tepelného komfortu. Při poklesu operativní teploty a snížení tepelného pocitu pod předpověď PMV, se při následném zvýšení a ustálení teploty po cca 30 minutách se použije předpověď PMV. „PMV a PPD předpovídá hodnoty, které jsou pro prvních 30 minut příliš vysoké“ ([16], s. 14)].

1.2.6 KATEGORIE TEPELNÉHO PROSTŘEDÍ

Podmínky komfortu jsou ověřovány dlouhodobým měřením a za pomoci počítačových simulací. Podle dlouhodobého hodnocení a rozsahů PMV a PPD mohou být specifikovány a hodnoceny různé kategorie celkového tepelného komfortu. Takto zařazuje norma [16] tepelné prostředí do tří kategorií (viz Tabulka 1.3). Zde jsou uvedeny maximální hodnoty procenta nespokojených pro celkový tělesný pocit i pro druhy lokálního diskomfortu. Kategorie prostředí, jak je uvádí Tabulka 1.3, se vztahují k prostorům, ve kterých jsou lidé vystaveni stejným teplotním podmínkám.

Pro výrazné snížení počtu nespokojených je účelné pro jednotlivé osoby v prostoru stanovit individuální kontrolu místní teploty vzduchu, střední radiační teploty, rychlosti proudění. K vyrovnaní individuálních pocitů lze také dospět pomocí úpravy oděvu.

Tabulka 1.3: Kategorie tepelného prostředí [16]

Kategorie	Tepelný stav těla jako celku		Místní diskomfort			
	PPD %	PMV	DR %	PD % způsobený		
				vertikálním rozdílem teploty vzduchu	teplou nebo chladnou podlahou/floor	asymetrií radiace
A	< 6	$-0,2 < PMV < +0,2$	< 10	< 3	< 10	< 5
B	< 10	$-0,5 < PMV < +0,5$	< 20	< 5	< 10	< 5
C	< 15	$-0,7 < PMV < +0,7$	< 30	< 10	< 15	< 10

1.2.7 NAVRHOVÁNÍ RŮZNÝCH DRUHŮ PROSTORU

Pro různé druhy prostor určuje norma [16] požadavky na tepelné prostředí (viz Tabulka 1.4). Zde jsou uvedena kritéria pro specifické hodnoty oděvu (0,5 clo pro letní období, 1,0 clo pro zimní období). Intenzita turbulence pro proudění vzduchu je požadována 40%.

Tabulka 1.4: Projektová kritéria pro prostory různých typů budov [16]

Typ budovy nebo prostoru	Činnost W/m ²	Kategorie	Operativní teplota °C		Maximální střední rychlost proudění vzduchu ^a m/s	
			Léto (období pro ochlazování)	Zima (topná sezóna)	Léto (období pro ochlazování)	Zima (topná sezóna)
Samostatná kancelář	70	A	24,5 ± 1,0	22,0 ± 1,0	0,12	0,10
Venkovní kancelář						
Zasedací místnost		B	24,5 ± 1,5	22,0 ± 2,0	0,19	0,16
Posluchárna						
Kavárna nebo restaurace		C	24,5 ± 2,5	22,0 ± 3,0	0,24	0,21 ^b
Učebna						
Mateřská školka	81	A	23,5 ± 1,0	20,0 ± 1,0	0,11	0,10 ^b
		B	23,5 ± 2,0	22,0 ± 2,5	0,18	0,15 ^b
		C	23,5 ± 2,5	22,0 ± 3,5	0,23	0,19 ^b
Obchodní středisko	93	A	23,0 ± 1,0	19,0 ± 1,5	0,16	0,13 ^b
		B	23,0 ± 2,0	19,0 ± 3,0	0,20	0,15 ^b
		C	23,0 ± 3,0	19,0 ± 4,0	0,23	0,18 ^b

^a Maximální střední rychlost proudění vzduchu je založena na 40% intenzitě turbulence a teplotě vzduchu rovné operativní teplotě podle 6.2 a obrázku A.2. Pro léto je použita 60% a pro zimu 40% relativní vlhkost. K určení maximální střední rychlosti proudění vzduchu je v létě i zimě použit nižší teplotní rozsah.

^b Dolní limit 20 °C (viz obrázek A.2).

2 VÝPOČTOVÁ ČÁST

2.1 ANALÝZA OBJEKTU

2.1.1 ÚVOD

Restauraci se společenským sálem v obci Malenovice jsem si vybral jako objekt zájmu pro téma bakalářské práce (návrh systému vzduchotechniky), jelikož v místě, kde stojí, trávím hodně času a měl jsem tak možnost pozorovat její výstavbu v průběhu celé její realizace. Jedná se o novostavbu, která byla zkolaudována v roce 2013. Její vybudování mělo přinést obci prostory pro společenské události a ceremonie, které zde doposud chyběly.

Od slavnostního otevření jsem měl možnost objekt několikrát navštívit v rámci různých příležitostí. O společenském sále a stávajícím způsobu distribuce vzduchu, která je v něm instalována můžu z vlastní zkušenosti říct, že při velké koncentraci osob, které zde nastává několikrát do roka v rámci plesů, oslav a kulturních akcí, nezajišťuje dostatečně příznivé mikroklimatické podmínky. Nedochází k dostatečnému odvětrání cigaretového kouře a vzduch v sále stárne. Tuto skutečnost mi potvrdilo více účastníků, kteří vyjádřili nespokojenost s podmínkami v sále nezávisle na sobě.

Použitím metody CFD se tedy pokusím analyzovat tento problém a na základě výsledků simulací navrhnout řešení distribuce vzduchu pro společenský sál.

2.1.2 DISLOKACE

Řešený objekt se nachází v obci Malenovice, která se nachází ve vzdálenosti 10 km od Frýdku-Místku. Jedná se o malou obec s 620 obyvateli, která je velice vyhledávanou turistickou destinací, jelikož se nachází na úpatí nejvyšší hory Beskyd Lysé hory. Obec má specifický urbanistický ráz, na který byl brán zřetel i při budování řešené restaurace. (viz Obr. 2.1.)



Obr. 2.1: Řešený objekt

2.1.3 CHARAKTERISTIKA OBJEKTU

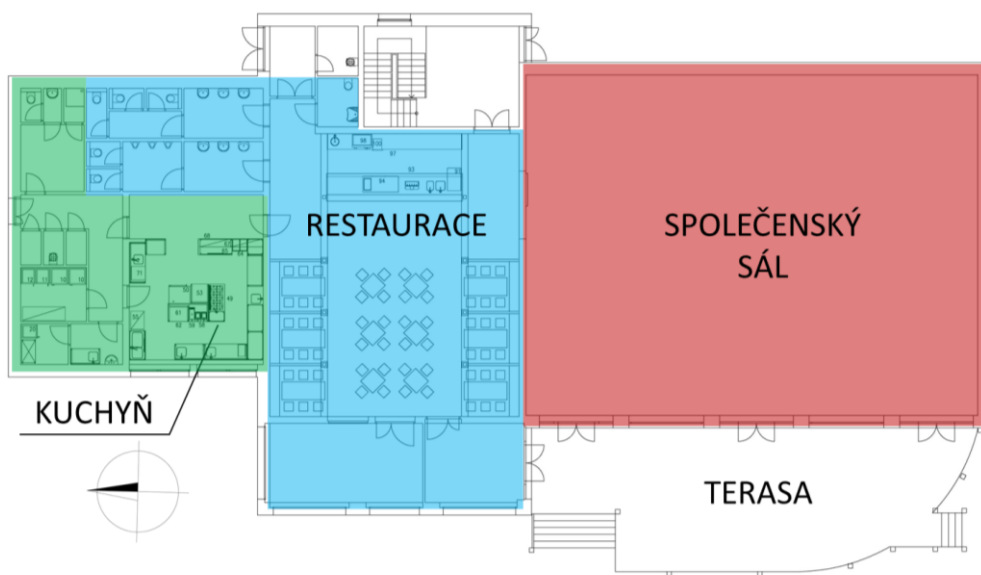
Restaurace leží ve výšce 460 metrů nad mořem. Jedná se o samostatně stojící, nepodsklepený dvoupodlažní objekt. Celková zastavěná plocha činí 897,4 m². Užitná plocha 1NP je 777,8 m², a 143,5 m² ve 2NP. Budova je orientována na západ. Na západní straně je umístěna terasa a hlavní vstup do objektu. Vstup do objektu je možný také z východní strany pomocí vedlejších dveří, vstup pro zaměstnance je situován ze severní strany.

Konstrukční systém je zděný keramickými tvárnicemi Porotherm, doplněný o železobetonové sloupy a průvlaky. Stropní nosné konstrukce jsou navrženy z panelů Spiroll a Echo. Sál je zastřešen pomocí dřevěných vazníků G-N. Zbytek střešní konstrukce je řešen pomocí dřevěného krovu. Střešní krytina je keramická střešní taška.

Objekt můžeme rozdělit na 4 základní provozní celky:

- hospoda (kapacita 68 míst k sezení)
- kuchyň
- společenský sál (kapacita 150 osob)
- ubytovací apartmány

V 1NP se nachází hlavní provozní části objektu. Je zde umístěna restaurace s kuchyní, zázemí zaměstnanců a společenský sál. (viz Obr. 2.2)



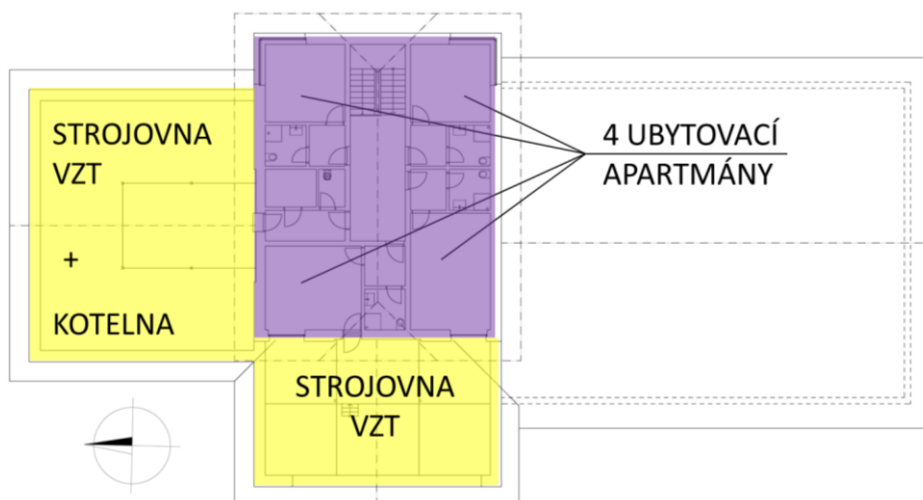
Obr. 2.2: Schématický půdorys 1NP

Tabulka 2.1: Místnosti 1NP

1.01	VENKOVNÍ TERASA	1.14	WC – MUŽI
1.02	ZÁDVEŘÍ	1.15	SPRCHA
1.03	SPOLEČENSKÁ MÍSTNOST	1.16	WC + UMÝVÁRNA PERSONÁL

1.04	HOSPODA	1.17	ŠATNA
1.05	SÁL	1.18	CHODBA
1.06	CHODBA	1.19	SKLAD OBALŮ
1.07	SCHODIŠTĚ	1.20	ÚKLID
1.08	WC INVALIDI	1.21	BIO
1.09	SKLAD	1.22	SKLAD POTRAVIN
1.10	KUCHYŇ	1.23	PŘÍPRAVA ZELENINY
1.11	UMÝVÁRNA – ŽENY	1.24	SKLAD ZELENINY
1.12	WC – ŽENY	1.25	VÝLEVKA
1.13	UMÝVÁRNA – MUŽI		

2. nadzemní podlaží zahrnuje 4 ubytovací apartmány pro celkem 8 osob a strojovny TZB. Apartmá se skládá ze zádveří, ložnice a koupelny. Půdorys 2NP je vyobrazen na Obr. 2.3.



Obr. 2.3: Schématický půdorys 2NP

Tabulka 2.2: Místnosti 2NP

2.01	SCHODIŠTĚ	B2.01	ZÁDVEŘÍ
2.02	CHODBA	B2.02	POKOJ
2.03	SKLAD	B2.03	KOUPELNA
2.04	VÝLEVKA	C2.01	ZÁDVEŘÍ
2.05	SKLAD PRÁDLA	C2.02	POKOJ
2.06	VZT, KOTELNA	C2.03	KOUPELNA
2.07	TECHNICKÁ MÍSTNOST VZT	D2.01	ZÁDVEŘÍ
A2.01	ZÁDVEŘÍ	D2.02	POKOJ
A2.02	POKOJ	D2.03	KOUPELNA
A2.03	KOUPELNA		

2.1.4 KONCEPCE VZT

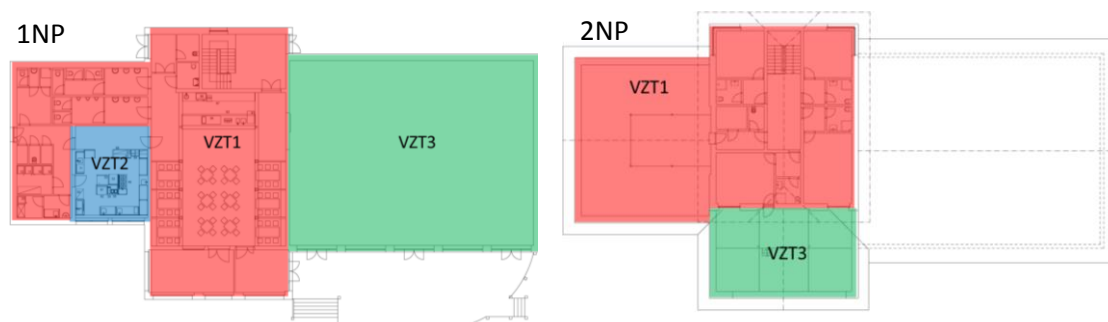
Tato práce je zaměřena na tvorbu vnitřního mikroklimatu pomocí vzduchotechniky. Pokrytí tepelných ztrát a tepelné zátěže tak bude realizováno pouze prostřednictvím klimatizace. Kvůli lepší možnosti regulace bude kombinovaná s vodním systémem Fancoil.

Pro výše zmiňované prostory jsem navrhnul 3 samostatné vzduchotechnické jednotky.

První z nich zajišťuje výměnu vzduchu a jeho úpravu pro prostory restaurace v 1NP a ubytování ve 2NP. Tato jednotka bude vybavena zpětným získáváním tepla a vlhkosti prostřednictvím rotačního výměníku. Pracovně jsem tuto vzduchotechnickou jednotku označil jako **VZT1**.

Další samostatnou jednotku jsem navrhnul pro potřeby kuchyně. Kvůli zanášení tukových filtrů, tlakové diferenci a problematické regulaci s tím spojené, je výhodné řešit jednotku pro kuchyň jako samostatnou. Tato jednotka bude v dalším textu značena jako **VZT2**.

Poslední jednotku jsem určil pro provoz společenského sálu. Ten je využíván pouze příležitostně, proto je opět výhodné, aby byl řešen prostřednictvím samostatné jednotky, která bude v době mimo provoz odstavena, nebo provozována pouze v útlumovém režimu. Pracovní označení této jednotky je **VZT3**.



Obr. 2.4: Schéma distribuce vzduchu v objektu jednotlivými zařízeními

Vzduchotechnické jednotky budou umístěny ve strojovnách ve druhém nadzemním podlaží. Přívody vzduchu budou situovány severním směrem a budou v dostatečné vzdálenosti od výfukových elementů.

VZT1 a VZT2 budou umístěny ve strojovně 2.06 v severní straně dispozice 2NP. Jednotka VZT3 určená pro společenský sál bude umístěna samostatně ve strojovně 2.07.

Zdrojem tepla budou plynové kotle typu C umístěné ve strojovně 2.06. Zdroj chladu v kompaktním provedení, se vzduchem chlazeným kondenzátorem a bude umístěn v exteriéru.

2.2 TEPELNĚ TECHNICKÉ VLATNOSTI KONSTRUKCÍ

2.2.1 VÝPOČET SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ

Uvedené rovnice pro výpočet tepelně technických vlastností stavebních konstrukcí vycházejí z [9].

Tepelný odpor vrstvy konstrukce R [$m^2 \cdot K/W$]

$$R = \frac{d}{\lambda}, \quad (2.1)$$

kde d je tloušťka konstrukce [m],

λ je součinitel tepelné vodivosti [$W/m \cdot K$].

(pozn. součinitel tepelné vodivosti λ získáme navýšením charakteristické hodnoty λ_D uvedené výrobcem o 10%)

Odpor konstrukce při prostupu tepla R_T [$m^2 \cdot K/W$]

$$R_T = R_{si} + \sum R + R_{se}, \quad (2.2)$$

kde R_{si} je odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [$m^2 \cdot K/W$],

R_{se} je odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce [$m^2 \cdot K/W$].

Hodnoty R_{si} a R_{se} uvádí Tabulka 2.3.

Tabulka 2.3: Smluvní odpory při přestupu tepla [15]

Odpor při přestupu tepla [$m^2 \cdot K/W$]	Směr tepelného toku		
	nahoru	vodorovně	dolů
R_{si}	0,10	0,13	0,17
R_{se}	0,04	0,04	0,04
POZNÁMKY 1 Hodnoty v tabulce 1 jsou návrhové hodnoty. Pro deklarování součinitele prostupu tepla konstrukce a další případy, kde se požadují hodnoty nezávislé na směru tepelného toku, nebo kdy se směr tepelného toku může měnit, je vhodné používat hodnoty pro vodorovný tepelný tok. 2 Odpory při přestupu tepla se používají pro povrchy přilehlé ke vzduchu. Odpor při přestupu tepla se nepoužije pro povrchy v kontaktu s jiným materiálem.			

Součinitel prostupu tepla U [$W/(m^2 \cdot K)$]

$$U = \frac{1}{R_T} \quad (2.3)$$

Výpočet pro jednotlivé konstrukce uvádí Tabulka 2.4 až Tabulka 2.7.

2.2.1.1 SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA PRO PODLAHOVÉ KONSTRUKCE

Tabulka 2.4: Součinitele prostupu tepla podlahových konstrukcí

OZN	NÁZEV VRSTVY	d [mm]	ρ [kg·m ⁻³]	λ ₀ [W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]	λ _N = λ ₀ · 1,1 [W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]	R = d/λ _N [m ² ·K·W ⁻¹]	TEPELNÝ TOK DOLŮ		TEPELNÝ TOK NAHORU	
P01 PODLAHA V INTERIÉRU	KERAMICKÁ DLAŽBA	10	2200	1,010	1,111	0,009	R _{si} =	0,170 m ² ·K·W ⁻¹	R _{se} =	0,100 m ² ·K·W ⁻¹
	HYDROIZOLAČNÍ STĚRKA	2			-	-	ΣR =	1,433 m ² ·K·W ⁻¹	ΣR =	1,433 m ² ·K·W ⁻¹
	ANHYDRITOVÝ POTĚR	50	2000	1,250	1,375	0,036	R _{si} =	0,170 m ² ·K·W ⁻¹	R _{se} =	0,100 m ² ·K·W ⁻¹
	SEPARAČNÍ PE FOLIE	0			-	-	R _t =	1,773 m ² ·K·W ⁻¹	R _t =	1,633 m ² ·K·W ⁻¹
	PODLAHOVÝ POLYSTYREN EPS 100 S	50	19	0,037	0,041	1,229	U _{P01} =	0,564 W·m ⁻² ·K ⁻¹	U _{P01} =	0,612 W·m ⁻² ·K ⁻¹
	STROPNÍ DUTINOVÝ PANEĽ (SPIROLL)	250	600	1,429	1,571	0,159				
P02-1 PODLAHA V INTERIÉRU	KERAMICKÁ DLAŽBA	10	2200	1,010	1,111	0,009	R _{si} =	0,170 m ² ·K·W ⁻¹	R _{se} =	0,100 m ² ·K·W ⁻¹
	HYDROIZOLAČNÍ STĚRKA	2			-	-	ΣR =	1,433 m ² ·K·W ⁻¹	ΣR =	1,433 m ² ·K·W ⁻¹
	ANHYDRITOVÝ POTĚR	50	2000	1,250	1,375	0,036	R _{si} =	0,170 m ² ·K·W ⁻¹	R _{se} =	0,100 m ² ·K·W ⁻¹
	SEPARAČNÍ PE FOLIE	0			-	-	R _t =	1,773 m ² ·K·W ⁻¹	R _t =	1,633 m ² ·K·W ⁻¹
	PODLAHOVÝ POLYSTYREN EPS 100 S	50	19	0,037	0,041	1,229	U _{P02-1} =	0,564 W·m ⁻² ·K ⁻¹	U _{P02-1} =	0,612 W·m ⁻² ·K ⁻¹
	STROPNÍ DUTINOVÝ PANEĽ (SPIROLL)	250	600	1,429	1,571	0,159				
P02-2 PODLAHA V INTERIÉRU	KOBEREC	10	160	0,065	0,072	0,140	R _{si} =	0,170 m ² ·K·W ⁻¹		
	MIRELON	2	23	0,038	0,042	0,048	ΣR =	1,612 m ² ·K·W ⁻¹		
	ANHYDRITOVÝ POTĚR	50	2000	1,250	1,375	0,036	R _{si} =	0,170 m ² ·K·W ⁻¹		
	SEPARAČNÍ PE FOLIE	0			-	-	R _t =	1,952 m ² ·K·W ⁻¹		
	PODLAHOVÝ POLYSTYREN EPS 100 S	50	19	0,037	0,041	1,229	U _{P02-2} =	0,512 W·m ⁻² ·K ⁻¹		
	STROPNÍ DUTINOVÝ PANEĽ (SPIROLL)	250	600	1,429	1,571	0,159				
P03 PODLAHA V INTERIÉRU	KERAMICKÁ DLAŽBA	10	2200	1,010	1,111	0,009	R _{si} =	0,170 m ² ·K·W ⁻¹	R _{se} =	0,100 m ² ·K·W ⁻¹
	HYDROIZOLAČNÍ STĚRKA	2			-	-	ΣR =	1,397 m ² ·K·W ⁻¹	ΣR =	1,397 m ² ·K·W ⁻¹
	ANHYDRITOVÝ POTĚR	50	2000	1,250	1,375	0,036	R _{si} =	0,170 m ² ·K·W ⁻¹	R _{se} =	0,100 m ² ·K·W ⁻¹
	SEPARAČNÍ PE FOLIE	0			-	-	R _t =	1,737 m ² ·K·W ⁻¹	R _t =	1,597 m ² ·K·W ⁻¹
	PODLAHOVÝ POLYSTYREN EPS 100 S	50	19	0,037	0,041	1,229	U _{P03} =	0,576 W·m ⁻² ·K ⁻¹	U _{P03} =	0,626 W·m ⁻² ·K ⁻¹
	STROPNÍ DESKY ECHO PANEĽY	150	1720	1,111	1,222	0,123				
P04 PODLAHA NA ZEMĚNĚ	KERAMICKÁ DLAŽBA	10	2200	1,010	1,111	0,009	R _{si} =	0,170 m ² ·K·W ⁻¹		
	HYDROIZOLAČNÍ STĚRKA	2			-	-	ΣR =	2,865 m ² ·K·W ⁻¹		
	ANHYDRITOVÝ POTĚR	80	2000	1,250	1,375	0,058	R _{se} =	0,0 m ² ·K·W ⁻¹		
	SEPARAČNÍ PE FOLIE	0			-	-	R _t =	3,035 m ² ·K·W ⁻¹		
	PODLAHOVÝ POLYSTYREN EPS 100 S	110	19	0,037	0,041	2,703	U _{P04} =	0,329 W·m ⁻² ·K ⁻¹		
	HYDROIZOLACE BITAGIT + ASF. NÁTĚR				-	-				
P05 PODLAHA NA ZEMĚNĚ	PODKLADNÍ BETON S KARI SÍTÍ	150	2300	1,430	1,573	0,095				
	DŘEVĚNÉ PARKETY P+D	22	600	0,220	0,242	0,091	R _{si} =	0,170 m ² ·K·W ⁻¹		
	MIRELON	2	23	0,038	0,042	0,048	ΣR =	3,710 m ² ·K·W ⁻¹		
	ANHYDRITOVÝ POTĚR	50	2000	1,250	1,375	0,036	R _{se} =	0,0 m ² ·K·W ⁻¹		
	SEPARAČNÍ PE FOLIE	0			-	-	R _t =	3,880 m ² ·K·W ⁻¹		
	PODLAHOVÝ POLYSTYREN EPS 100 S	140	19	0,037	0,041	3,440	U _{P05} =	0,258 W·m ⁻² ·K ⁻¹		
P06 PODLAHA NA ZEMĚNĚ	HYDROIZOLACE BITAGIT + ASF. NÁTĚR				-	-				
	PODKLADNÍ BETON S KARI SÍTÍ	150	2300	1,430	1,573	0,095				
	DŘEVĚNÉ PARKETY P+D	22	600	0,220	0,242	0,091	R _{si} =	0,170 m ² ·K·W ⁻¹		
	TRÁMKY S PRUŽNOU PODLOŽKOU	58			-	-	ΣR =	1,964 m ² ·K·W ⁻¹		
	ANHYDRITOVÝ POTĚR	80	2000	1,250	1,375	0,058	R _{se} =	0,0 m ² ·K·W ⁻¹		
	PODLAHOVÝ POLYSTYREN EPS 100 S	70	19	0,037	0,041	1,720	R _t =	2,134 m ² ·K·W ⁻¹		
P08 PODLAHA V INTERIÉRU	HYDROIZOLACE BITAGIT + ASF. NÁTĚR				-	-	U _{P06} =	0,469 W·m ⁻² ·K ⁻¹		
	PODKLADNÍ BETON S KARI SÍTÍ	150	2300	1,430	1,573	0,095				
	KERAMICKÁ DLAŽBA	10	2200	1,010	1,111	0,009	R _{si} =	0,170 m ² ·K·W ⁻¹		
	HYDROIZOLAČNÍ STĚRKA	2			-	-	ΣR =	3,854 m ² ·K·W ⁻¹		
	ANHYDRITOVÝ POTĚR	50	2000	1,250	1,375	0,036	R _{se} =	0,170 m ² ·K·W ⁻¹		
	SEPARAČNÍ PE FOLIE	0			-	-	R _t =	4,194 m ² ·K·W ⁻¹		
	PODLAHOVÝ POLYSTYREN EPS 100 S	150	19	0,037	0,041	3,686	U _{P08} =	0,238 W·m ⁻² ·K ⁻¹		
	STROPNÍ DESKY ECHO PANEĽY	150	1720	1,111	1,222	0,123				

2.2.1.2 SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA PRO KONSTRUKCE STŘECH

Tabulka 2.5: Součinitele prostupu tepla konstrukcí střech

OZN	NÁZEV VRSTVY	d [mm]	ρ [kg·m ⁻³]	λ _D [W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]	λ _N = λ _D · 1,1 [W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]	R = d/λ _N [m ² ·K·W ⁻¹]	TEPELNÝ TOK NAHORU		TEPELNÝ TOK DOLŮ	
ST1	KRYTINA - KERAMICKÁ TAŠKA	50			-	-	VLIV SYSTÉMOVÝCH TEPELNÝCH MOSTŮ			
	LAŽOVÁNÍ 30/50	30			-	-	R _s =	3,216 m ² ·K·W ⁻¹	R ₁ =	0,154 m ² ·K·W ⁻¹
	KONTRALATĚ 50/50	50			-	-	R ₀ =	6,720 m ² ·K·W ⁻¹	R ₂ =	2,020 m ² ·K·W ⁻¹
	KONTAKTNÍ DIF. FOLIE				-	-	f _a =	0,08	1/R ₃ =	0,279 W·m ⁻² ·K ⁻¹
	PRKENNÉ BEDNĚNÍ (MEZERY 1-2 cm)	20			-	-	f _b =	0,92	R ₃ =	3,582 m ² ·K·W ⁻¹
	MINERÁLNÍ VATA ISOVER-UNIROL PLUS	260	15,5	0,036	0,040	6,566	1/R' =	0,162 W·m ⁻² ·K ⁻¹	R'' =	5,756 m ² ·K·W ⁻¹
	BEDNĚNÍ OSB DESEK	22		0,130	0,143	0,154	R' =	6,181 m ² ·K·W ⁻¹	R'/R'' =	1,074 < 1,25
	PAROZÁBRANA				-	-	R _{4i} =	0,100 m ² ·K·W ⁻¹	R _{4i} =	0,170 m ² ·K·W ⁻¹
	SDK ROŠT NA TÁHLECH	38			-	-	R =	5,898 m ² ·K·W ⁻¹	R =	5,898 m ² ·K·W ⁻¹
	SDK PODHLED GKF	15	750	0,220	0,242	0,062	R _{se} =	0,040 m ² ·K·W ⁻¹	R _{se} =	0,040 m ² ·K·W ⁻¹
	DŘEVĚNÝ VAZNÍK	180	400	0,157	0,173	1,042	R _T =	6,038 m ² ·K·W ⁻¹	R _T =	6,108 m ² ·K·W ⁻¹
							U _{ST1} =	0,166 W·m ⁻² ·K ⁻¹	U _{ST1} =	0,164 W·m ⁻² ·K ⁻¹
ST2	KRYTINA - KERAMICKÁ TAŠKA	50			-	-	VLIV SYSTÉMOVÝCH TEPELNÝCH MOSTŮ			
	LAŽOVÁNÍ 30/50	30			-	-	R _s =	2,735 m ² ·K·W ⁻¹	R ₁ =	0,062 m ² ·K·W ⁻¹
	KONTRALATĚ 50/50	50			-	-	R ₀ =	6,628 m ² ·K·W ⁻¹	R ₂ =	1,515 m ² ·K·W ⁻¹
	BEZKONTAKTNÍ DIF. FOLIE				-	-	f _a =	0,13	1/R ₃ =	0,287 W·m ⁻² ·K ⁻¹
	KROKEV	100			-	-	f _b =	0,87	R ₃ =	3,488 m ² ·K·W ⁻¹
	POCHŮZÍ LÁVKA	40			-	-	1/R' =	0,18 W·m ⁻² ·K ⁻¹	R'' =	5,065 m ² ·K·W ⁻¹
	FOLIE JUTAFOL				-	-	R' =	5,571 m ² ·K·W ⁻¹	R'/R'' =	1,100 < 1,25
	STROP. FOŠNY 100/200	200	400	0,157	0,173	1,158	R _{4i} =	0,100 m ² ·K·W ⁻¹	R _{4i} =	0,170 m ² ·K·W ⁻¹
	MINERÁLNÍ VATA ISOVER-UNIROL PLUS	260	15,5	0,036	0,040	6,566	R =	5,233 m ² ·K·W ⁻¹	R =	5,233 m ² ·K·W ⁻¹
	SDK ROŠT NA TÁHLECH	38			-	-	R _{se} =	0,040 m ² ·K·W ⁻¹	R _{se} =	0,040 m ² ·K·W ⁻¹
	PAROZÁBRANA				-	-	R _T =	5,373 m ² ·K·W ⁻¹	R _T =	5,443 m ² ·K·W ⁻¹
SDK PODHLED GKF	15	750	0,220	0,242	0,062	U _{ST2} =	0,186 W·m ⁻² ·K ⁻¹	U _{ST2} =	0,184 W·m ⁻² ·K ⁻¹	
ST3	KRYTINA - KERAMICKÁ TAŠKA	50			-	-	VLIV SYSTÉMOVÝCH TEPELNÝCH MOSTŮ			
	LAŽOVÁNÍ 30/50	30			-	-	R _s =	3,124 m ² ·K·W ⁻¹	R ₁ =	0,062 m ² ·K·W ⁻¹
	KONTRALATĚ 50/50	50			-	-	R ₀ =	6,628 m ² ·K·W ⁻¹	R ₂ =	2,020 m ² ·K·W ⁻¹
	BEZKONTAKTNÍ DIF. FOLIE				-	-	f _a =	0,09	1/R ₃ =	0,286 W·m ⁻² ·K ⁻¹
	MINERÁLNÍ VATA ISOVER-UNIROL PLUS	260	15,5	0,036	0,040	6,566	f _b =	0,91	R ₃ =	3,500 m ² ·K·W ⁻¹
	KROKEV	180	400	0,157	0,173	1,042	1/R' =	0,166 W·m ⁻² ·K ⁻¹	R'' =	5,582 m ² ·K·W ⁻¹
	POMOCNÉ LAŽOVÁNÍ				-	-	R' =	6,027 m ² ·K·W ⁻¹	R'/R'' =	1,080 < 1,25
	SDK ROŠT NA TÁHLECH	38			-	-	R _{4i} =	0,100 m ² ·K·W ⁻¹	R _{4i} =	0,170 m ² ·K·W ⁻¹
	PAROZÁBRANA				-	-	R =	5,730 m ² ·K·W ⁻¹	R =	5,730 m ² ·K·W ⁻¹
	SDK PODHLED GKF	15	750	0,220	0,242	0,062	R _{se} =	0,040 m ² ·K·W ⁻¹	R _{se} =	0,040 m ² ·K·W ⁻¹
							R _T =	5,870 m ² ·K·W ⁻¹	R _T =	5,940 m ² ·K·W ⁻¹
						U _{ST3} =	0,170 W·m ⁻² ·K ⁻¹	U _{ST3} =	0,168 W·m ⁻² ·K ⁻¹	

2.2.1.3 SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA SVISLÝCH KONSTRUKCÍ

Tabulka 2.6: Součinitele prostupu tepla svislých konstrukcí

OZN	NÁZEV VRSTVY	d [mm]	ρ [kg·m ⁻³]	λ _D [W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]	λ _N = λ _D · 1,1 [W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]	R = d/λ _N [m ² ·K·W ⁻¹]	TEPELNÝ TOK VODOROVNĚ	
ZD1	SÁDROVÁ OMÍTKA	10	1700	0,600	0,660	0,015	R _{4i} =	0,130 m ² ·K·W ⁻¹
	ZDIVO PTH 30 P+D, MVC 5, P10	300	930	0,250	0,275	1,091	ZR =	4,685 m ² ·K·W ⁻¹
	MINERÁLNÍ VATA ISOVER	150	88	0,041	0,045	3,326	R _{se} =	0,040 m ² ·K·W ⁻¹
	ROUBENÝ OBKLAD SMRK	50	470	0,180	0,198	0,253	R _T =	4,855 m ² ·K·W ⁻¹
		510					U _{ZD1} =	0,206 W·m ⁻² ·K ⁻¹
ZD2	SÁDROVÁ OMÍTKA	10	1700	0,600	0,660	0,015	R _{4i} =	0,130 m ² ·K·W ⁻¹
	ZDIVO PTH 30 P+D, MVC 5, P10	300	930	0,250	0,275	1,091	ZR =	1,121 m ² ·K·W ⁻¹
	SÁDROVÁ OMÍTKA	10	1700	0,600	0,660	0,015	R _{si} =	0,130 m ² ·K·W ⁻¹
							R _T =	1,381 m ² ·K·W ⁻¹
							U _{ZD2} =	0,724 W·m ⁻² ·K ⁻¹
ZD3	SÁDROVÁ OMÍTKA	10	1700	0,600	0,660	0,015	R _{4i} =	0,130 m ² ·K·W ⁻¹
	ZDIVO PTH 14 P+D, MVC 5, P10	140	930	0,280	0,308	0,455	ZR =	0,485 m ² ·K·W ⁻¹
	SÁDROVÁ OMÍTKA	10	1700	0,600	0,660	0,015	R _{si} =	0,130 m ² ·K·W ⁻¹
							R _T =	0,745 m ² ·K·W ⁻¹
							U _{ZD3} =	1,343 W·m ⁻² ·K ⁻¹

Tabulka 2.7: Součinitele prostupu tepla svislých konstrukcí (pokračování)

ZD4	SÁDROVÁ OMÍTKA	10	1700	0,600	0,660	0,015	$R_{si} = 0,130 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
	ZDIVO YTONG, MVC 5, P10	100	600	0,137	0,151	0,664	$ZR = 0,694 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
	SÁDROVÁ OMÍTKA	10	1700	0,600	0,660	0,015	$R_{se} = 0,130 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
							$R_T = 0,954 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
							$U_{ZD4} = 1,048 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
ZD5	SÁDROVÁ OMÍTKA	10	1700	0,600	0,660	0,015	$R_{si} = 0,130 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
	ZDIVO PTH 24 P+D, MVC 5, P10	140	930	0,370	0,407	0,344	$ZR = 0,374 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
	SÁDROVÁ OMÍTKA	10	1700	0,600	0,660	0,015	$R_{se} = 0,130 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
							$R_T = 0,634 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
							$U_{ZD5} = 1,577 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
ŽBSL	SÁDROVÁ OMÍTKA	10	1700	0,600	0,660	0,015	$R_{si} = 0,130 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
	ŽB SLOUP	300	2500	1,740	1,914	0,157	$ZR = 2,642 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
	MINERÁLNÍ VATA ISOVER	100	88	0,041	0,045	2,217	$R_{se} = 0,040 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
	ROUBENÝ OBKLAD SMRK	50	470	0,180	0,198	0,253	$R_T = 2,812 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
							$U_{ŽBSL} = 0,356 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
ZD6	SÁDROVÁ OMÍTKA	10	1700	0,600	0,660	0,015	$R_{si} = 0,130 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
	ZDIVO PTH 30 AKU P+D, MVC 5, P10	300	1100	0,350	0,385	0,779	$ZR = 4,373 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
	MINERÁLNÍ VATA ISOVER	150	88	0,041	0,045	3,326	$R_{se} = 0,040 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
	ROUBENÝ OBKLAD SMRK	50	470	0,180	0,198	0,253	$R_T = 4,543 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
							$U_{ZD6} = 0,220 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
ZD7	SÁDROVÁ OMÍTKA	10	1700	0,600	0,66	0,015	$R_{si} = 0,130 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
	ZDIVO PTH 30 AKU P+D, MVC 5, P10	300	1100	0,350	0,385	0,779	$ZR = 4,120 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
	MINERÁLNÍ VATA ISOVER	150	88	0,041	0,045	3,326	$R_{se} = 0,130 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
							$R_T = 4,380 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
							$U_{ZD7} = 0,228 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
ZD8	SÁDROVÁ OMÍTKA	10	1700	0,600	0,66	0,015	$R_{si} = 0,130 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
	ZDIVO PTH 30 P+D, MVC 5, P10	300	930	0,250	0,275	1,091	$ZR = 1,121 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
	SÁDROVÁ OMÍTKA	10	1700	0,600	0,66	0,015	$R_{se} = 0,130 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
							$R_T = 1,381 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
							$U_{ZD8} = 0,724 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
ZD9	SÁDROVÁ OMÍTKA	10	1700	0,600	0,660	0,015	$R_{si} = 0,130 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
	ZDIVO PTH 25 AKU, MVC 5, P10	250	930	0,350	0,385	0,649	$ZR = 0,680 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
	SÁDROVÁ OMÍTKA	10	1700	0,600	0,660	0,015	$R_{se} = 0,130 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
							$R_T = 0,940 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
							$U_{ZD9} = 1,064 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

2.2.2 VÝPOČET SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA VÝPLNÍ OTVORŮ

Uvedená rovnice pro výpočet tepelně technických vlastností výplní otvorů vycházejí z [18].

Součinitel prostupu tepla výplní otvorů U_w [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]

$$U_w = \frac{\sum A_g \cdot U_g + \sum A_f \cdot U_f + \sum l_g \cdot \psi_g}{\sum A_g + \sum A_f}, \quad (2.4)$$

kde A_g , A_f je plocha zasklení, resp. plocha rámu [m^2],

U_g , U_f je součinitel prostupu tepla zasklení, resp. rámu [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$],

(pozn. součinitele prostupu tepla U_g a U_f získáme navýšením charakteristické hodnoty $U_{g,D}$ a $U_{f,D}$ uvedené výrobcem o 10%),

l_g je celkový viditelný obvod zasklení (nebo neprůsvitné výplně l_p) [m],

ψ_g je lineární činitel prostupu tepla způsobený kombinovanými tepelnými vlivy zasklení, distančního rámečku a rámu [$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$].

2.2.2.1 SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA VÝPLNÍ OTVORŮ VNĚJŠÍCH KONSTRUKCÍ

Tabulka 2.8: Součinitel prostupu tepla výplní otvorů v obvodových konstrukcích

Č.	OZN.	POPIS	b [m]	h [m]	A [m ²]	A _g [m ²]	A _f [m ²]	l _g [m]	U _{g,d} [W·m ⁻² ·K ⁻¹]	U _{g,N} [W·m ⁻² ·K ⁻¹]	U _{f,d} [W·m ⁻² ·K ⁻¹]	U _{f,N} [W·m ⁻² ·K ⁻¹]	ψ _g [W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]	U _w [W·m ⁻² ·K ⁻¹]
1	O1	Plastové okno REHAU Geneo	3,46	2,48	8,58	6,98	1,60	20,00	0,500	0,550	0,860	0,946	0,050	0,741
2	O2	Plastové okno REHAU Geneo	2,46	1,99	4,90	3,87	1,03	13,54	0,500	0,550	0,860	0,946	0,050	0,772
3	O3	Plastové okno REHAU Geneo	2,64	1,23	3,24	2,00	1,24	12,12	0,500	0,550	0,860	0,946	0,050	0,889
4	O4	Plastové okno REHAU Geneo	1,46	1,43	2,09	1,34	0,75	7,14	0,500	0,550	0,860	0,946	0,050	0,863
5	O5	Plastové okno REHAU Geneo	3,66	2,48	9,08	7,20	1,87	24,86	0,500	0,550	0,860	0,946	0,050	0,769
6	O6	Plastové okno REHAU Geneo	2,26	1,43	3,23	2,24	0,99	8,79	0,500	0,550	0,860	0,946	0,050	0,807
7	O7	Plastové okno REHAU Geneo	1,76	0,73	1,14	0,62	0,53	4,70	0,500	0,550	0,860	0,946	0,050	0,939
8	D1	Plastové okno dveře REHAU Geneo	3,61	2,51	9,06	6,86	2,21	27,08	0,500	0,550	0,860	0,946	0,050	1,035
9	D2	Plastové dveře VEKRA Design	1,10	2,45	2,70	0,97	1,73	5,20	0,600	0,660	0,900	0,990	0,060	1,086
10	D3	Plastové dveře VEKRA Design	1,85	2,45	4,53	2,58	1,95	11,00	0,600	0,660	0,900	0,990	0,060	1,043
11	D4	Plastové dveře VEKRA Design	1,45	2,45	3,55	1,72	1,83	10,20	0,600	0,660	0,900	0,990	0,060	1,103

2.2.2.2 SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA VÝPLNÍ OTVORŮ VNITŘNÍCH DĚLÍCÍCH KONSTRUKCÍ

Tabulka 2.9: Součinitel prostupu tepla výplní otvorů vnitřních dělících konstrukcí

Č.	OZN.	POPIS	b [m]	h [m]	A [m ²]	A _g [m ²]	A _f [m ²]	l _g [m]	U _{g,d} [W·m ⁻² ·K ⁻¹]	U _{g,N} [W·m ⁻² ·K ⁻¹]	U _{f,d} [W·m ⁻² ·K ⁻¹]	U _{f,N} [W·m ⁻² ·K ⁻¹]	ψ _g [W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]	U _w [W·m ⁻² ·K ⁻¹]
12	D15	Plastové dveře VEKRA Design	0,90	2,02	1,82	0,00	1,82	18,00	0,600	0,660	0,900	0,990	0,060	1,742
Č.	OZN.	POPIS	b [m]	h [m]	A [m ²]				d [m]	λ _D [W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]	λ _N = λ _D · 1,1 [W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]	R = d/λ _N [m ² ·K·W ⁻¹]	R _{si} + R _{se} [m ² ·K·W ⁻¹]	U [W·m ⁻² ·K ⁻¹]
13	D10 - D37	Dveře vnitřní dřevěné	0,800	1,970	1,576				0,040	0,220	0,242	0,165	0,260	2,351

2.3 TEPELNÁ BILANCE

2.3.1 TEPELNÉ ZTRÁTY

2.3.1.1 OKRAJOVÉ PODMÍNKY PRO VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT

Tabulka 2.10: Výpočtová venkovní teplota θ_e a roční průměrná venkovní teplota $\theta_{m,e}$ [13]

Místo	θ_e [°C]	$\theta_{m,e}$ [°C]
Malenovice (Frýdek - Místek)	-15,0	3,4
460 m n. m.		

2.3.1.2 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT

Výpočet tepelných ztrát je proveden v souladu s normou [13]. Pro výpočet se používají vnější rozměry konstrukcí, ve svislém směru je pak určující vzdálenost povrchů podlah.

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí – součinitel tepelné ztráty $H_{T,ie}$ [W/K]

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k , \quad (2.5)$$

kde A_k je plocha stavební části [m²],

U_k je součinitel prostupu tepla stavební části [W/(m²·K)],

e_k je korekční součinitel vystavení povětrnostním vlivům [-],

Tepelné ztráty do nebo z vytápěných prostorů při různých teplotách – součinitel tepelné ztráty $H_{T,ij}$ [W/K]

$$H_{T,ij} = \sum_k f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k , \quad (2.6)$$

kde A_k je plocha stavební části [m²],

U_k je součinitel prostupu tepla stavební části [W/(m²·K)],

f_{ij} je redukční teplotní činitel [-],

$$f_{ij} = \frac{\theta_{init,i} - \theta_{vytápěného\ sousedního\ prostoru}}{\theta_{init,i} - \theta_e} , \quad (2.7)$$

kde $\theta_{init,i}$ je teplota interiéru [°C].

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem – součinitel tepelné ztráty $H_{T,iue}$ [W/K]

$$H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u , \quad (2.8)$$

kde A_k je plocha stavební části [m²],
 U_k je součinitel prostupu tepla stavební části [W/(m²·K)],
 b_u je redukční teplotní činitel zahrnující rozdíl mezi teplotou nevytápěného prostoru θ_u
a venkovní návrhové teploty,

$$b_u = \frac{\theta_{init,i} - \theta_u}{\theta_{init,i} - \theta_e} \quad (2.9)$$

Tepelné ztráty do přilehlé zeminy – součinitel tepelné ztráty $H_{T,ig}$ [W/K]

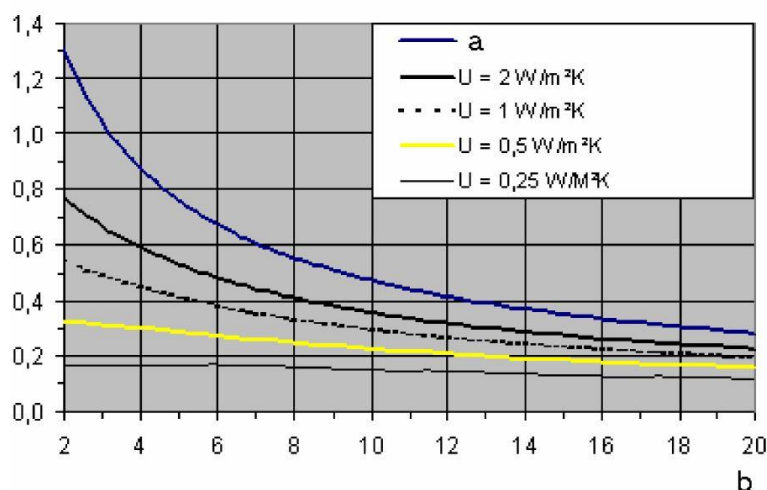
$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w \quad (2.10)$$

kde A_k je plocha stavební části [m²],
 f_{g1} je korekční činitel zohledňující vliv ročních změn venkovní teploty, základní hodnota
 $f_g = 1,45$
 f_{g2} teplotní redukční činitel zohledňující rozdíl mezi roční průměrnou venkovní teplotou
a výpočtovou venkovní teplotou,

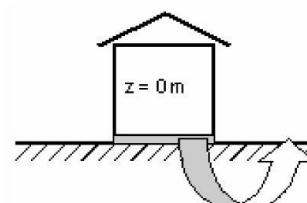
$$f_{g2} = \frac{\theta_{init,i} - \theta_{m,e}}{\theta_{init,i} - \theta_e} \quad (2.11)$$

G_w je korekční činitel zohledňující vliv spodní vody. $G_w = 1,15$, pokud vzdálenost mezi
hladinou spodní vody a úrovní podlahy je menší než 1 m. V ostatních případech
 $G_w = 1,0$.

$U_{equiv,k}$ je ekvivalentní součinitel prostupu tepla stavební části [W/(m²·K)], který se sta-
novuje na svislé ose podle Obr. 2.5, na základě typologie podlahy.



$$b = \frac{A_g}{0,5 \cdot P} \quad (2.12)$$



Obr. 2.5: Hodnota U_{equiv} pro podlahovou desku na zemině [13]

Charakteristický parametr b stanovuje rovnice (1.5), kde

A_g je plocha uvažované podlahové konstrukce [m²],

P je obvod uvažované podlahové konstrukce [m].

Součinitel tepelné vodivosti zeminy je uvažován hodnotou $\lambda_g = 2,0 \text{ W/m}\cdot\text{K}$.

Návrhová tepelná ztráta prostupem tepla $\Phi_{T,i} [\text{W}]$

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,ij} + H_{T,ij} + H_{T,ig}) \cdot (\theta_{init,i} - \theta_e) \quad (2.13)$$

Návrhová tepelná ztráta prostupem tepla $\Phi_{T,i} [\text{W}]$

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,ij} + H_{T,ij} + H_{T,ig}) \cdot (\theta_{init,i} - \theta_e) \quad (2.14)$$

Celková návrhová tepelná ztráta vytápěného prostoru $\Phi_i [\text{W}]$

$$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}, \quad (2.15)$$

kde $\Phi_{V,i}$ je návrhová tepelná ztráta větráním vytápěného prostoru ve wattech. Pro výpočet uvažuji ve většině prostor s otevíratelnými výplněmi otvorů, kde hrozí vliv infiltrace venkovního vzduchu s přetlakovým režimem větrání. Množství infiltrovaného vzduchu jsem zanedbal. Přírodní vzduch má větší teplotu vzhledem k jeho ohřevu ve vzduchotechnické jednotce, tudíž přírodní vzduch se na tepelných ztrátách nepodílí. Vliv tepelné ztráty větráním tedy neuvažuji a celková tepelná ztráta Φ_i je tak rovna návrhové tepelné ztrátě prostupem $\Phi_{T,i}$.

2.3.1.3 TEPLOTA INTERIÉRU

Výsledná hodnota teploty vzduchu (operativní teplota) je pro zimní období 20 °C, pro letní období 26 °C [21]. Teplotu vzduchu v jednotlivých místnostech uvádí Tabulka 2.11.

Tabulka 2.11: Tabulka místností

1NP						2NP					
ČÍSLO MÍSTNOSTI	NÁZEV MÍSTNOSTI	PLOCHA [m ²]	OBJEM [m ³]	t _{i,z} [°C]	t _{i,l} [°C]	ČÍSLO MÍSTNOSTI	NÁZEV MÍSTNOSTI	PLOCHA [m ²]	OBJEM [m ³]	t _{i,z} [°C]	t _{i,l} [°C]
1.02	ZÁDVEŘÍ	14,90	39,0	18	30	2.01	SCHODIŠTĚ	7,01	27,4	18	26
1.03	SPOLEČENSKÁ MÍSTNOST	24,40	60,2	21	26	2.02	CHODBA	16,32	34,3	18	26
1.04	HOSPODA	139,35	395,2	21	26	2.03	SKLAD	4,63	11,1	15	35
1.05	SÁL	299,25	1284,2	21	26	2.04	VÝLEVKA	2,12	5,4	15	35
1.06	CHODBA	18,70	48,0	18	26	2.05	CHODBA	5,85	14,0	15	35
1.07	SCHODIŠTĚ	13,56	27,4	18	26	2.06	VZT, KOTELNA	127,50	543,6	12	30
1.08	WC - INVALIDI	3,87	10,6	21	26	2.07	VZT	73,15	135,7	12	30
1.09	ZÁDVEŘÍ	6,20	18,6	15	26	A2.01	ZÁDVEŘÍ	3,50	8,4	21	26
1.10	KUCHYŇ	43,61	121,7	21	26	A2.02	POKOJ	14,80	35,6	21	26
1.11	UMÝVÁRNA - ŽENY	7,70	18,5	24	26	A2.03	KOUPELNA	4,00	9,6	21	26
1.12	WC - ŽENY	8,85	21,2	24	26	B2.01	ZÁDVEŘÍ	3,50	9,4	21	26
1.13	UMÝVÁRNA MUŽI	7,70	18,5	21	26	B2.02	POKOJ	19,30	46,2	21	26
1.14	WC - MUŽI	8,85	21,2	21	26	B2.03	KOUPELNA	4,00	9,6	21	26
1.15	SPRCHA	1,35	3,2	21	26	C2.01	ZÁDVEŘÍ	3,50	8,4	21	26
1.16	WC + UMÝVÁRNA	2,70	6,5	21	26	C2.02	POKOJ	14,80	53,4	21	26
1.17	ŠATNA	8,26	19,8	21	26	C2.03	KOUPELNA	4,00	9,6	21	26
1.18	CHODBA	12,96	32,4	21	26	D2.01	ZÁDVEŘÍ	3,50	8,4	21	26
1.19	SKLAD OBALŮ	1,35	3,4	21	26	D2.02	POKOJ	14,80	35,6	21	26
1.20	ÚKLID	1,35	3,4	21	26	D2.03	KOUPELNA	4,00	9,6	21	26
1.21	SKLAD	1,35	3,4	21	26						
1.22	SKLAD POTRAVIN	6,96	17,4	10	15						
1.23	PŘÍPRAVA	4,14	10,4	21	26						
1.24	SKLAD ZELENINY	3,78	9,5	10	15						
1.25	VÝLEVKA	1,62	4,5	15	26						

2.3.2 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT JEDNOTLIVÝCH MÍSTNOSTÍ

Místnosti 1NP

Tabulka 2.12: Výpočet tepelných ztrát - místnost 1.02

Ozn. místnosti	Název místnosti	Vnitřní výpočtová teplota $\theta_{int,i}$					
1.02	Zádvěří	15					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	e_k			$H_{T,ie}$
ZD1	vnější stěna	2,29	0,206	1,0			0,471
ŽBSL	ŽB vnější konstr.	6,74	0,356	1,0			2,395
O1	okno	8,58	0,741	1,0			6,355
D1	dveře venkovní	9,06	1,035	1,0			9,375
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	f_{ij}			$H_{T,ij}$
ZD4	stěna do 1.03	14,63	1,048	-0,167			-2,556
ZD2	stěna do 1.04	10,04	0,724	-0,167			-1,211
D5	dveře do 1.04	3,23	1,022	-0,167			-0,551
P03	podlaha pod 2.07	19,07	0,626	0,100			1,194
Tepelné ztráty zeminou							
Konstr.	Popis	A_k	$U_{ekviv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$H_{T,ig}$
P06	podlaha na zemině	19,07	0,315	1,45	0,4	1	3,483
B'	pro celou budovu	A_g	740,39	m^2			
		P	131	m			
		B'	3				
						$H_{T,i}$	18,955
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							
$\theta_{int,i} - \theta_e$	30,0	°C					
$\Phi_{T,i}$	568,7	W					

Tabulka 2.13: Výpočet tepelných ztrát - místnost 1.03

Ozn. místnosti	Název místnosti	Vnitřní výpočtová teplota $\theta_{int,i}$					
1.03	Společenská místnost	20					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	e_k			$H_{T,ie}$
ZD1	vnější stěna	2,29	0,206	1,0			0,47
ŽBSL	ŽB vnější konstr.	8,28	0,356	1,0			2,94
O1	okno	17,16	0,741	1,0			12,71
O2	okno	4,90	0,772	1,0			3,78
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	f_{ij}			$H_{T,ij}$
ZD4	stěna do 1.02	14,63	1,05	0,143			2,19
P03	podlaha pod 2.07	29,73	0,626	0,229			4,26
Tepelné ztráty zeminou							
Konstr.	Popis	A_k	$U_{ekviv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$H_{T,ig}$
P06	podlaha na zemině	29,73	0,315	1,45	0,486	1	6,59
						$H_{T,i}$	32,94
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							
$\theta_{int,i} - \theta_e$	35,0 °C						
$\Phi_{T,i}$	1153,0 W						

Tabulka 2.14: Výpočet tepelných ztrát - místnost 1.04

Ozn. místnosti		Název místnosti			Vnitřní výpočtová teplota $\theta_{int,i}$		
1.04		Hospoda			20		
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	e_k			$H_{T,ie}$
ZD1	vnější stěna	8,57	0,206	1,0			1,76
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	f_{ij}			$H_{T,ij}$
ZD2	stěna do 1.02	10,04	0,724	0,143			1,04
D5	dveře do 1.02	3,23	1,022	0,143			0,47
ZD2	stěna do 1.11	5,45	0,724	-0,114			-0,45
D14	dveře do 1.11	1,77	2,351	-0,114			-0,48
ZD2	stěna do 1.06	23,90	0,724	0,057			0,99
D9	dveře do 1.06	3,23	1,097	0,057			0,20
ZD2	stěna do 1.05	46,42	0,724	0,286			9,60
D10	dveře do 1.05	1,58	2,351	0,286			1,06
ZD4	stěna do 1.09	5,24	1,048	0,143			0,78
D9	dveře do 1.09	3,23	1,097	0,143			0,51
ZD2	stěna do 2.07	9,28	0,724	0,229			1,54
P02-1	podlaha pod 2.02	15,12	0,612	0,057			0,53
P02-1	podlaha pod 2.03-5	15,45	0,612	0,143			1,35
P02-1	podlaha pod míst. s 24°C	18,24	0,564	-0,114			-1,18
P02-1	podlaha pod 2.07	34,57	0,612	0,229			4,84
Tepelné ztráty zeminou							
Konstr.	Popis	A_k	$U_{ekviv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$H_{T,ig}$
P06	podlaha na zemině	148,50	0,315	1,45	0,486	1	32,94
						$H_{T,i}$	55,52
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							
$\theta_{int,i} - \theta_e$	35,0 °C						
$\Phi_{T,i}$	1943,0 W						

Tabulka 2.15: Výpočet tepelných ztrát - místnost 1.05 (útlumový režim)

Ozn. místnosti		Název místnosti			Vnitřní výpočtová teplota $\theta_{\text{int},i}$		
1.05		Sál			10		
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	e_k			$H_{T,ie}$
ZD1	vnější stěna	165,25	0,206	1,0			34,04
ŽBSL	ŽB vnější konstr.	10,63	0,356	1,0			3,78
ST1	střecha	349,88	0,166	1,0			57,95
D1	dveře venkovní	27,18	1,035	1,0			28,12
O5	okno	17,16	0,741	1,0			12,71
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	f_{ij}			$H_{T,ij}$
ZD2	stěna do 1.04	46,42	0,724	-0,400			-13,44
D10	dveře do 1.04	1,58	2,351	-0,400			-1,48
ZD2	stěna do 1.06	10,30	0,724	-0,320			-2,39
ZD8	stěna do C, D 2.02	16,24	0,724	-0,400			-4,70
ZD8	stěna do C, D 2.03	7,71	0,724	-0,560			-3,13
Tepelné ztráty zeminou							
Konstr.	Popis	A_k	$U_{\text{ekviv},k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$H_{T,ig}$
P05	podlaha na zemině	327,69	0,17	1,45	0,28	1	22,62
						$H_{T,i}$	134,08
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							
$\theta_{\text{int},i} - \theta_e$	25,0 °C						
$\Phi_{T,i,2}$	3351,9 W						

Tabulka 2.16: Výpočet tepelných ztrát - místnost 1.05 (provozní režim)

Ozn. místnosti		Název místnosti		Vnitřní výpočtová teplota $\theta_{int,i}$			
1.05		Sál		20			
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	e_k			$H_{T,ie}$
ZD1	vnější stěna	165,25	0,206	1,0			34,04
ŽBSL	ŽB vnější konstr.	10,63	0,356	1,0			3,78
ST1	střecha	349,88	0,166	1,0			57,95
D1	dveře venkovní	27,18	1,035	1,0			28,12
O5	okno	17,16	0,741	1,0			12,71
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	f_{ij}			$H_{T,ij}$
ZD2	stěna do 1.06	10,30	0,724	0,057			0,43
ZD8	stěna do C a D 2.03	7,71	0,724	-0,114			-0,64
Tepelné ztráty zeminou							
Konstr.	Popis	A_k	$U_{ekviv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$H_{T,ig}$
P05	podlaha na zemině	327,69	0,17	1,45	0,486	1	39,23
						$H_{T,i}$	175,62
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							
$\theta_{int,i} - \theta_e$	35,0 °C						
$\Phi_{T,i,2}$	6146,8 W						

Tabulka 2.17: Výpočet tepelných ztrát - místnosti 1.06, 1.07, 2.01, 2.02 1.08

Ozn. místnosti		Název místnosti		Vnitřní výpočtová teplota $\theta_{int,i}$			
1.06, 1.07, 2.01, 2.02		Chodba		18			
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	e_k			$H_{T,ie}$
ZD1	vnější stěna	41,32	0,206	1,0			8,51
D4	dveře venkovní	3,55	1,103	1,0			3,92
O4	okno	2,09	0,863	1,0			1,80
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	b_u			$H_{T,iue}$
ST2	střecha	30,02	0,186	0,9			5,08
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	f_{ij}			$H_{T,ij}$
ZD2	stěna do 1.04	23,90	0,724	-0,061			-1,05
D9	dveře do 1.04	3,23	1,097	-0,061			-0,21
ZD2	stěna do 1.05	10,30	0,724	0,242			1,81
ZD5	stěna do 1.08	9,05	1,577	-0,061			-0,86
ZD5	stěna do 1.25	10,40	1,577	0,091			1,49
ZD9	stěna do míst. 20°C	53,48	1,064	-0,061			-3,45
ZD9	stěna do míst. 15°C	9,41	1,064	0,091			0,91
P02-1	podlaha nad 1.04	15,11	0,612	-0,061			-0,56
P02-1	podlaha pod D2.03	1,61	0,564	-0,182			-0,17
P02-2	podlaha pod D2.01,2	20,12	0,512	-0,061			-0,62
D35	dveře vnitřní	7,88	2,351	-0,061			-1,12
Tepelné ztráty zeminou							
Konstr.	Popis	A_k	$U_{ekviv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$H_{T,ig}$
P04	podlaha na zemině	36,63	0,202	1,45	0,455	1	4,88
						$H_{T,i}$	20,34
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							
$\theta_{int,i} - \theta_e$	33,0°C						
$\Phi_{T,i}$	671,4 W						

Tabulka 2.18: Výpočet tepelných ztrát - místnost 1.08

Ozn. místnosti		Název místnosti		Vnitřní výpočtová teplota $\theta_{int,i}$			
1.08		WC		20			
Tepelné z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	f_{ij}			$H_{T,ij}$
ZD4	stěna do 1.09, 25	9,63	1,048	0,143			1,44
ZD5	stěna do 1.06	9,05	1,577	0,057			0,82
Tepelné ztráty zeminou							
Konstr.	Popis	A_k	$U_{ekviv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$H_{T,ig}$
P04	podlaha na zemině	4,64	0,202	1,45	0,486	1	0,66
						$H_{T,i}$	2,92
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							
$\theta_{int,i} - \theta_e$	35,0 °C						
$\Phi_{T,i}$	102,1 W						

Tabulka 2.19: Výpočet tepelných ztrát - místnosti 1.09, 1.25

Ozn. místnosti		Název místnosti			Vnitřní výpočtová teplota $\theta_{int,i}$		
1.09, 1.25		Sklad, výlevka			15		
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	e_k			$H_{T,ie}$
ZD1	vnější stěna	25,21	0,206	1,0			5,19
D3	dveře venkovní	4,53	1,043	1,0			4,73
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	f_{ij}			$H_{T,ij}$
ZD4	stěna do 1.04, 1.08	14,86	1,048	-0,167			-2,60
ZD5	stěna do 1.06	10,40	1,577	-0,100			-1,64
ZD2	stěna do 1.11	2,41	0,724	-0,300			-0,52
D9	dveře do 1.04	1,62	1,097	-0,167			-0,30
P02-2	podlaha pod A2.02	14,15	0,512	-0,167			-1,21
Tepelné ztráty zeminou							
Konstr.	Popis	A_k	$U_{ekviv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$H_{T,ig}$
P04	podlaha na zemině	14,15	0,202	1,45	0,400	1	1,66
						$H_{T,i}$	5,31
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							
$\theta_{int,i} - \theta_e$	30,0 °C						
$\Phi_{T,i}$	159,4 W						

Tabulka 2.20: Výpočet tepelných ztrát - místnost 1.10

Ozn. místnosti		Název místnosti			Vnitřní výpočtová teplota $\theta_{int,i}$		
1.10		Kuchyň			20		
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	e_k			$H_{T,ie}$
ZD1	vnější stěna	13,75	0,206	1,0			2,83
ŽBSL	ŽB vnější konstr.	1,23	0,356	1,0			0,44
O3	okno	6,48	0,889	1,0			5,76
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	f_{ij}			$H_{T,ij}$
P01	podlaha pod 2.06	49,69	0,612	0,229			6,96
Tepelné ztráty zeminou							
Konstr.	Popis	A_k	$U_{ekviv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$H_{T,ig}$
P04	podlaha na zemině	49,69	0,202	1,45	0,486	1	7,07
						$H_{T,i}$	23,05
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							
$\theta_{int,i} - \theta_e$	35,0 °C						
$\Phi_{T,i}$	806,9 W						

Tabulka 2.21: Výpočet tepelných ztrát - místnosti 1.11, 1.12

Ozn. místnosti		Název místnosti		Vnitřní výpočtová teplota $\theta_{int,i}$			
1.11, 1.12		Umývárna, WC		24			
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	e_k			$H_{T,ie}$
ZD1	vnější stěna	28,40	0,206	1,0			5,85
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	f_{ij}			$H_{T,ij}$
ZD2	stěna do 1.04	5,45	0,724	0,103			0,40
D14	dveře do 1.04	1,77	2,351	0,103			0,43
ZD2	stěna do 1.09	2,41	0,724	0,231			0,40
ZD3	stěna do 1.13, 1.14	28,40	1,343	0,103			3,91
ZD4	stěna do 1.15, 17	9,67	1,048	0,103			1,04
P01	podlaha pod 2.06	21,73	0,612	0,308			4,09
Tepelné ztráty zeminou							
Konstr.	Popis	A_k	$U_{ekviv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$H_{T,ig}$
P04	podlaha na zemině	21,73	0,202	1,45	0,538	1	3,43
						$H_{T,i}$	19,56
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							
$\theta_{int,i} - \theta_e$	39,0 °C						
$\Phi_{T,i}$	762,7 W						

Tabulka 2.22: Výpočet tepelných ztrát - místnosti 1.13, 1.14

Ozn. místnosti		Název místnosti		Vnitřní výpočtová teplota $\theta_{int,i}$			
1.13, 1.14		Umývárna, WC		20			
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	f_{ij}			$H_{T,ij}$
ZD3	stěna do 1.11, 1.12	28,40	1,343	-0,114			-4,36
P01	podlaha pod 2.06	18,80	0,612	0,229			2,63
Tepelné ztráty zeminou							
Konstr.	Popis	A_k	$U_{ekviv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$H_{T,ig}$
P04	podlaha na zemině	18,80	0,202	1,45	0,486	1	2,67
						$H_{T,i}$	0,95
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							
$\theta_{int,i} - \theta_e$	35,0 °C						
$\Phi_{T,i}$	33,2 W						

Tabulka 2.23: Výpočet tepelných ztrát - místnosti 1.15, 1.16, 1.17

Ozn. místnosti	Název místnosti	Vnitřní výpočtová teplota $\theta_{int,i}$					
1.15, 1.16, 1.17	Umývárna, WC, šatna	20					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	e_k			$H_{T,ie}$
ZD1	vnější stěna	26,54	0,206	1,0			5,47
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	f_{ij}			$H_{T,ij}$
ZD4	stěna do 1.12	9,67	1,048	-0,114			-1,16
P01	podlaha pod 2.06	16,75	0,612	0,229			2,34
Tepelné ztráty zeminou							
Konstr.	Popis	A_k	$U_{ekviv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$H_{T,ig}$
P04	podlaha na zemině	16,75	0,202	1,45	0,486	1	2,38
						$H_{T,i}$	9,03
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							
$\theta_{int,i} - \theta_e$	35,0 °C						
$\Phi_{T,i}$	316,2 W						

Tabulka 2.24: Výpočet tepelných ztrát - místnosti 1.18, 1.19, 1.20, 1.21

Ozn. místnosti		Název místnosti			Vnitřní výpočtová teplota $\theta_{int,i}$		
1.18, 1.19, 1.20, 1.21		Chodba, zařízení			20		
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	e_k			$H_{T,ie}$
ZD1	vnější stněna	8,75	0,206	1,0			1,80
D2	dveře venkovní	2,70	1,086	1,0			2,93
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	f_{ij}			$H_{T,ij}$
ZD4	stěna do 1.22	7,30	1,048	0,286			2,19
D35	dveře do 1.22	1,58	2,351	0,286			1,06
P01	podlaha pod 2.06	19,25	0,612	0,229			2,69
Tepelné ztráty zeminou							
Konstr.	Popis	A_k	$U_{ekviv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$H_{T,ig}$
P04	podlaha na zemině	19,25	0,202	1,45	0,486	1	2,74
						$H_{T,i}$	13,41
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							
$\theta_{int,i} - \theta_e$	35,0	°C					
$\Phi_{T,i}$	469,3	W					

Tabulka 2.25: Výpočet tepelných ztrát - místnost 1.22

Ozn. místnosti		Název místnosti			Vnitřní výpočtová teplota $\theta_{int,i}$		
1.22		Sklad			10		
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	e_k			$H_{T,ie}$
ZD1	vnější stěna	8,88	0,206	1,0			1,83
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	f_{ij}			$H_{T,ij}$
ZD4	stěna do 1.18 - 1.23	22,21	1,048	-0,400			-9,31
D35	dveře do 1.18	1,58	2,351	-0,400			-1,48
Tepelné ztráty zeminou							
Konstr.	Popis	A_k	$U_{ekviv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$H_{T,ig}$
P04	podlaha na zemině	8,5	0,202	1,45	0,486	1	1,21
						$H_{T,i}$	-7,76
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							
$\theta_{int,i} - \theta_e$	25,0 °C						
$\Phi_{T,i}$	-194,0 W						

Tabulka 2.26: Výpočet tepelných ztrát - místnost 1.23

Ozn. místnosti		Název místnosti			Vnitřní výpočtová teplota $\theta_{int,i}$		
1.23		Sklady			20		
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	e_k			$H_{T,ie}$
ZD1	vnější stěna	8,88	0,206	1,0			1,83
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	f_{ij}			$H_{T,ij}$
ZD4	stěna do 1.22, 1.24	9,43	1,048	0,286			2,82
D35	dveře do 1.24	1,58	2,351	0,286			1,06
P01	podlaha pod 2.06	5,75	0,612	0,229			0,80
Tepelné ztráty zeminou							
Konstr.	Popis	A_k	$U_{ekviv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$H_{T,ig}$
P04	podlaha na zemině	5,75	0,202	1,45	0,486	1	0,82
						$H_{T,i}$	7,33
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							
$\theta_{int,i} - \theta_e$	35,0 °C						
$\Phi_{T,i}$	256,7 W						

Tabulka 2.27: Výpočet tepelných ztrát - místnost 1.24

Ozn. místnosti		Název místnosti			Vnitřní výpočtová teplota $\theta_{\text{int},i}$		
1.24		Sklady			10		
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	e_k			$H_{T,ie}$
ZD1	vnější stěna	17,40	0,206	1,0			3,58
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	f_{ij}			$H_{T,ij}$
ZD4	stěna do 1.23	6,59	1,048	-0,400			-2,76
D35	dveře do 1.23	1,58	2,351	-0,400			-1,48
Tepelné ztráty zeminou							
Konstr.	Popis	A_k	$U_{\text{ekviv},k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$H_{T,ig}$
P04	podlaha na zemině	5,98	0,202	1,45	0,280	1	0,49
						$H_{T,i}$	-0,17
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							
$\theta_{\text{int},i} - \theta_e$	25,0 °C						
$\Phi_{T,i}$	-4,3 W						

Místnosti 2NP

Tabulka 2.28: Výpočet tepelných ztrát - místnost 2.03

Ozn. místnosti	Název místnosti	Vnitřní výpočtová teplota $\theta_{int,i}$					
2.03	Sklad	15					
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	b_u			$H_{T,iue}$
ST2	střecha	6,00	0,186	0,900			1,00
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	f_{ij}			$H_{T,ij}$
ZD3	stěna do A2.03	6,53	1,343	-0,300			-2,63
ZD3	stěna do A2.01	1,49	1,343	-0,167			-0,33
ZD7	stěna do 2.06	5,94	0,228	0,100			0,14
P02-1	podlaha nad 1.04	5,40	0,612	-0,167			-0,55
						$H_{T,i}$	-2,37
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							
$\theta_{int,i} - \theta_e$	30,0 °C						
$\Phi_{T,i}$	-71,2 W						

Tabulka 2.29: Výpočet tepelných ztrát - místnost 2.04

Ozn. místnosti	Název místnosti	Vnitřní výpočtová teplota $\theta_{int,i}$					
2.04	Výlevka	15					
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	b_u			$H_{T,iue}$
ST2	střecha	2,95	0,186	0,900			0,49
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	f_{ij}			$H_{T,ij}$
ZD3	stěna do A2.01	4,38	1,343	-0,600			-3,53
ZD9	stěna do 2.02	5,94	1,064	-0,100			-0,63
P02-1	podlaha nad 1.04	2,95	0,612	-0,167			-0,30
						$H_{T,i}$	-3,97
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							
$\theta_{int,i} - \theta_e$	30,0 °C						
$\Phi_{T,i}$	-119,0 W						

Tabulka 2.30: Výpočet tepelných ztrát - místnost 2.05

Ozn. místnosti		Název místnosti			Vnitřní výpočtová teplota $\theta_{int,i}$		
2.05		Sklad prádla			15		
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	b_u			$H_{T,iue}$
ST2	střecha	7,61	0,186	0,900			1,27
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	f_{ij}			$H_{T,ij}$
ZD9	stěna do B2.02	12,40	1,064	-0,167			-2,20
ZD7	stěna do 2.06	3,23	0,228	0,100			0,07
D15	dveře do 2.06	1,82	1,742	0,100			0,32
P02-1	podlaha nad 1.04	7,10	0,612	-0,167			-0,72
						$H_{T,i}$	-1,26
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							
$\theta_{int,i} - \theta_e$	30,0 °C						
$\Phi_{T,i}$	-37,8 W						

Tabulka 2.31: Výpočet tepelných ztrát - místnost 2.06

Ozn. místnosti	Název místnosti	Vnitřní výpočtová teplota $\theta_{int,i}$					
2.06	VZT, kotelna	12					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	e_k			$H_{T,ie}$
ZD1	vnější stěna	166,10	0,206	1,0			34,21
ST3	střecha	166,71	0,170	1,0			28,40
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	f_{ij}			$H_{T,ij}$
ZD7	stěna do A a B2.02	16,71	0,228	-0,296			-1,13
ZD7	stěna do A2.03	3,34	0,228	-0,444			-0,34
ZD7	stěna do 2.03, 2.05	9,17	0,228	-0,111			-0,23
P15	dveře do 2.05	1,82	1,742	-0,111			-0,35
P01	podlaha nad 1.11-12	21,73	0,612	-0,444			-5,91
P01	podlaha nad 1.10, 1.13-21, 1.23	110,24	0,612	-0,296			-20,00
						$H_{T,i}$	34,64
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							
$\theta_{int,i} - \theta_e$	27,0 °C						
$\Phi_{T,i}$	935,4 W						

Tabulka 2.32: Výpočet tepelných ztrát - místnost 2.07

Ozn. místnosti		Název místnosti		Vnitřní výpočtová teplota $\theta_{int,i}$			
2.07		Technická místnost VZT		12			
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	e_k			$H_{T,ie}$
ZD1	vnější stěna	46,21	0,206	1,0			9,52
ST3	střecha	114,38	0,170	1,0			19,48
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	f_{ij}			$H_{T,ij}$
ZD7	stěna do B a C2.02	12,63	0,228	-0,296			-0,85
ZD2	stěna do 1.04	9,28	0,724	-0,296			-1,99
ZD7	stěna do B2.03	5,04	0,228	-0,444			-0,51
D37	dveře do B2.02	1,44	2,351	-0,296			-1,00
P02-1	podlaha nad 1.04	34,57	0,612	-0,296			-6,27
P03	podlaha nad 1.02	19,07	0,626	-0,111			-1,33
P03	podlaha nad 1.03	29,73	0,626	-0,296			-5,52
						$H_{T,i}$	11,53
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							
$\theta_{int,i} - \theta_e$	27,0 °C						
$\Phi_{T,i}$	311,3 W						

abulka 2.33: Výpočet tepelných ztrát - místnost A2.01

Ozn. místnosti		Název místnosti			Vnitřní výpočtová teplota $\theta_{int,i}$	
A2.01		Zádveří			20	
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem						
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	b_u		$H_{T,ie}$
ST2	střecha	4,19	0,186	0,914		0,71
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty						
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	f_{ij}		$H_{T,ij}$
ZD3	stěna do 2.03-4	5,87	1,343	0,143		1,13
ZD3	stěna do A2.03	5,16	1,343	-0,114		-0,79
D36	dveře do A2.03	1,38	2,351	-0,114		-0,37
ZD9	stěna do 2.02	4,81	1,064	0,057		0,29
D35	dveře do 2.02	1,58	2,351	0,057		0,21
					$H_{T,i}$	1,18
Celková měrná tepelná ztráta prostupem						
$\theta_{int,i} - \theta_e$	35,0 °C					
$\Phi_{T,i}$	41,3 W					

Tabulka 2.34: Výpočet tepelných ztrát - místnost A2.02

Ozn. místnosti		Název místnosti			Vnitřní výpočtová teplota $\theta_{int,i}$		
A2.02		Pokoje			20		
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	e_k			$H_{T,ie}$
ZD1	vnější stěna	10,06	0,206	1,0			2,07
ZD6	vnější stěna	8,10	0,220	1,0			1,78
O6	okno	6,46	0,807	1,0			5,22
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	b_u			$H_{T,iue}$
ST2	střecha	19,35	0,186	0,914			3,29
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	f_{ij}			$H_{T,ij}$
ZD3	stěna do A2.03	7,43	1,343	-0,114			-1,14
ZD7	stěna do 2.06	3,34	0,228	0,229			0,17
ZD9	stěna do 2.02	12,85	1,064	0,057			0,78
P02-2	podlaha nad 1.09, 25	14,15	0,512	0,143			1,04
						$H_{T,i}$	13,22
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							
$\theta_{int,i} - \theta_e$	35,0 °C						
$\Phi_{T,i}$	462,6 W						

abulka 2.35: Výpočet tepelných ztrát - místnost A2.03

Ozn. místnosti		Název místnosti			Vnitřní výpočtová teplota $\theta_{int,i}$		
A2.03		Koupelna			24		
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	e_k			$H_{T,ie}$
ZD6	vnější stěna	3,05	0,220	1,0			0,67
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	b_u			$H_{T,iue}$
ST2	střecha	5,38	0,186	0,923			0,92
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	f_{ij}			$H_{T,ij}$
ZD3	stěna do A2.01, 2	12,58	1,343	0,103			1,73
ZD3	stěna do 2.03	6,53	1,343	0,231			2,02
ZD7	stěna do 2.06	3,34	0,228	0,308			0,23
D36	dveře do A2.01	1,38	2,35	0,103			0,33
P02-1	podlaha nad 1.04	4,73	0,564	0,103			0,27
						$H_{T,i}$	6,19
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							
$\theta_{int,i} - \theta_e$	39,0 °C						
$\Phi_{T,i}$	241,5 W						

Tabulka 2.36: Výpočet tepelných ztrát - místnost B2.01

Ozn. místnosti		Název místnosti				Vnitřní výpočtová teplota $\theta_{int,i}$	
B2.01		Zádveží				20	
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	b_u			$H_{T,ie}$
ST2	střecha	4,73	0,186	0,914			0,80
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	f_{ij}			$H_{T,ij}$
ZD9	stěna do 2.02	4,81	1,064	0,057			0,29
ZD3	stěna do B2.03	5,16	1,343	-0,114			-0,79
D35	dveře do 2.02	1,58	2,351	0,057			0,21
D36	dveře do B2.03	1,38	2,351	-0,114			-0,37
						$H_{T,i}$	0,15
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							
$\theta_{int,i} - \theta_e$	35,0 °C						
$\Phi_{T,i}$	5,2 W						

Tabulka 2.37: Výpočet tepelných ztrát - místnost B2.02

Ozn. místnosti		Název místnosti			Vnitřní výpočtová teplota $\theta_{int,i}$		
B2.02		Pokoj			20		
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	e_k			$H_{T,ie}$
ZD6	vnější stěna	11,59	0,220	1,0			2,55
O7	okno	1,14	0,939	1,0			1,07
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	b_u			$H_{T,iue}$
ST2	střecha	24,43	0,186	0,914			4,16
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	f_{ij}			$H_{T,ij}$
ZD3	stěna do B2.03	7,50	1,343	-0,114			-1,15
ZD7	stěna do 2.06, 7	21,70	0,228	0,229			1,13
D37	dveře do 2.07	1,44	2,35	0,229			0,77
						$H_{T,i}$	8,54
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							
$\theta_{int,i} - \theta_e$	35,0 °C						
$\Phi_{T,i}$	298,8 W						

Tabulka 2.38: Výpočet tepelných ztrát - místnost B2.03

Ozn. místnosti		Název místnosti			Vnitřní výpočtová teplota $\theta_{int,i}$		
B2.03		Koupelna			24		
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	e_k			$H_{T,ie}$
ZD6	vnější stěna	0,972	0,220	1,0			0,21
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	b_u			$H_{T,iue}$
ST2	střecha	5,43	0,186	0,923			0,93
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	f_{ij}			$H_{T,ij}$
ZD3	stěna do B2.01, 2	12,65	1,343	0,103			1,74
ZD9	stěna do C2.02	7,50	1,064	0,103			0,82
ZD7	stěna do 2.07	5,04	0,228	0,231			0,27
D36	dveře do B2.01	1,38	2,351	0,103			
P02-1	podlaha nad 1.04	5,56	0,564	0,103			0,32
						$H_{T,i}$	4,29
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							
$\theta_{int,i} - \theta_e$	39,0 °C						
$\Phi_{T,i}$	167,5 W						

Tabulka 2.39: Výpočet tepelných ztrát - místnost C2.01

Ozn. místnosti		Název místnosti			Vnitřní výpočtová teplota $\theta_{int,i}$		
C2.01		Zádveží			20		
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	b_u			$H_{T,ie}$
ST2	střecha	4,19	0,186	0,914			0,71
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	f_{ij}			$H_{T,ij}$
ZD9	stěna do 2.02	4,81	1,064	0,057			0,29
ZD3	stěna do C2.03	5,16	1,343	-0,114			-0,79
D35	dveře do 2.02	1,58	2,351	0,057			0,21
D36	dveře do C2.03	1,38	2,351	-0,114			-0,37
						$H_{T,i}$	0,06
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							
$\theta_{int,i} - \theta_e$	35,0 °C						
$\Phi_{T,i}$	2,0 W						

Tabulka 2.40: Výpočet tepelných ztrát - místnost C2.02

Ozn. místnosti		Název místnosti			Vnitřní výpočtová teplota $\theta_{int,i}$		
C2.02		Pokoj			20		
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	e_k			$H_{T,ie}$
ZD1	vnější stěna	2,96	0,206	1,0			0,61
ZD6	vnější stěna	5,76	0,220	1,0			1,27
O7	okno	1,14	0,939	1,0			1,07
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	b_u			$H_{T,iue}$
ST2	střecha	27,86	0,186	0,914			4,74
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	f_{ij}			$H_{T,ij}$
ZD3	stěna do C2.03	7,50	1,343	-0,114			-1,15
ZD9	stěna do B2.03	7,50	1,064	-0,114			-0,91
ZD8	stěna do 1.05	15,57	0,724	0,286			3,22
ZD7	stěna do 2.07	6,27	0,228	0,286			0,41
						$H_{T,i}$	9,26
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							
$\theta_{int,i} - \theta_e$	35,0 °C						
$\Phi_{T,i}$	324,0 W						

Tabulka 2.41: Výpočet tepelných ztrát - místnost C2.03

Ozn. místnosti		Název místnosti			Vnitřní výpočtová teplota $\theta_{int,i}$		
C2.03		Koupelna			24		
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	e_k			$H_{T,ie}$
ZD1	vnější stěna	1,45	0,206	1,0			0,30
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	b_u			$H_{T,iue}$
ST2	střecha	5,43	0,186	0,923			0,93
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	f_{ij}			$H_{T,ij}$
ZD3	stěna do C2.01, 2	12,65	1,343	0,103			1,74
ZD8	stěna do 1.05	4,94	0,724	0,359			1,28
D36	dveře do C2.01	1,38	2,351	0,103			0,33
P02-1	podlaha nad 1.04	4,78	0,564	0,103			0,28
						$H_{T,i}$	4,87
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							
$\theta_{int,i} - \theta_e$	39,0 °C						
$\Phi_{T,i}$	189,7 W						

Tabulka 2.42: Výpočet tepelných ztrát - místnost D2.01

Ozn. místnosti		Název místnosti			Vnitřní výpočtová teplota $\theta_{int,i}$		
D2.01		Zádveř			20		
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	b_u			$H_{T,ie}$
ST2	střecha	4,19	0,186	0,914			0,71
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	f_{ij}			$H_{T,ij}$
ZD9	stěna do 2.02	4,81	1,064	0,057			0,29
ZD3	stěna do D2.03	5,16	1,343	-0,114			-0,79
D35	dveře do 2.02	1,58	2,351	0,057			0,21
D36	dveře do C2.03	1,38	2,351	-0,114			-0,37
P02-2	podlaha nad 1.06	1,41	0,512	0,057			0,04
						$H_{T,i}$	0,10
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							
$\theta_{int,i} - \theta_e$	35,0 °C						
$\Phi_{T,i}$	3,4 W						

Tabulka 2.43: Výpočet tepelných ztrát - místnost D2.02

Ozn. místnosti		Název místnosti			Vnitřní výpočtová teplota $\theta_{int,i}$	
D2.02		Pokoje			20	
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí						
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	e_k		$H_{T,ie}$
ZD1	vnější stěna	18,84	0,130	1,0		2,45
O6	okno	6,46	0,807	1,0		5,22
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem						
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	b_u		$H_{T,iue}$
ST2	střecha	19,35	0,186	0,914		3,29
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty						
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	f_{ij}		$H_{T,ij}$
ZD8	stěna do 1.05	0,67	0,724	0,286		0,14
ZD9	stěna do 2.02	12,85	1,064	0,057		0,78
ZD3	stěna do D2.03	7,50	1,343	-0,114		-1,15
P02-2	podlaha nad 1.06	18,70	0,512	0,057		0,55
					$H_{T,i}$	11,28
Celková měrná tepelná ztráta prostupem						
$\theta_{int,i} - \theta_e$	35,0 °C					
$\Phi_{T,i}$	394,7 W					

Tabulka 2.44: Výpočet tepelných ztrát - místnost D2.02

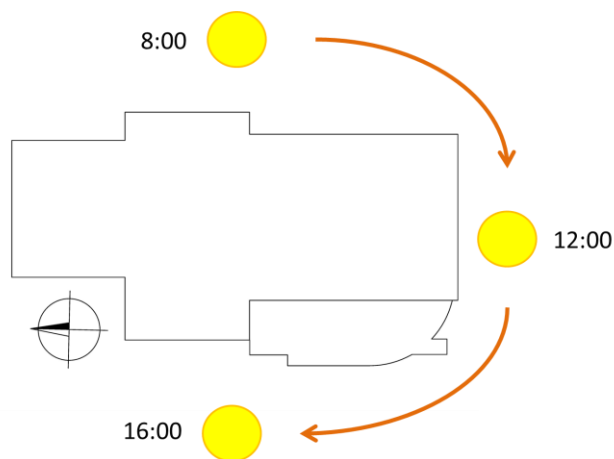
Ozn. místnosti		Název místnosti		Vnitřní výpočtová teplota $\theta_{int,i}$			
D2.03		Koupelna		24			
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	e_k			$H_{T,ie}$
ZD1	vnější stěna	3,61	0,206	1,0			0,74
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	b_u			$H_{T,iue}$
ST2	střecha	5,43	0,186	0,923			0,93
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Konstr.	Popis	A_k	U_{kc}	f_{ij}			$H_{T,ij}$
ZD3	stěna do D2.01, 2	12,65	1,343	0,103			1,74
ZD8	stěna do 1.05	2,78	0,724	0,359			0,72
D36	dveře do D2.01	1,38	2,351	0,103			0,33
P02-1	podlaha nad 1.04	3,17	0,564	0,103			0,18
P02-1	podlaha nad 1.06	1,61	0,564	0,154			0,14
						$H_{T,i}$	4,80
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							
$\theta_{int,i} - \theta_e$	39,0 °C						
$\Phi_{T,i}$	187,0 W						

2.3.3 TEPELNÁ ZÁTĚŽ

2.3.3.1 OKRAJOVÉ PODMÍNKY PRO VÝPOČET TEPELNÉ ZÁTĚŽE

Dobu výpočtů tepelných zisků a okrajové podmínky jsem na základě normy [11] stanovil pro slunný den 21. července. Vzhledem k orientaci budovy, kdy prosklené výplně výplně otvorů jsou vesměs situovány na západní straně, bude výpočet probíhat v 16 hodin. V té době nastává také maximum provozní vytíženosti (posezení po práci, večere, oslavy, večírky).

Na východ jsou orientovány 2 místnosti ve 2NP. Jedná se o ložnice ubytovacích apartmánů. Okrajové podmínky pro výpočet tepelných zisků tak uvádím pro 8 hodin ráno, kdy nastává extrém dopadající sluneční radiace na východě, a pro 16 hodin odpoledne, kdy tato situace nastává pro západně orientované místnosti.



Obr. 2.6: Oslunění objektu

Tabulka 2.45: Okrajové podmínky výpočtu tepelné zátěže

		VÝCHOD		ZÁPAD	
		21. 7.	8 HOD	21. 7.	16 HOD
DEKLINACE	δ	20,35 °		20,35 °	
VÝŠKA SLUNCE NAD HORIZONTEM	h	34 °		34 °	
AZIMUT SLUNCE	α	100 °		260 °	
AZIMUT STĚNY	γ	90 °		270 °	
INTENZITA SLUNEČNÍ RADIACE	I_0	539 W/m ²		539 W/m ²	
INTENZITA DIFÚZNÍ RADIACE	$I_{0,dif}$	100 W/m ²		100 W/m ²	
KOR. SOUČINITEL ČISTOTY ATM.	c_0	1,15		1,15	
TEPLOTA V EXT.	t_e	21,2 °C		29,8 °C	
PRŮMĚRNÁ ROVN. SLUN. TEPLOTA	t_{rm}	29,7 °C		29,7 °C	
TEPLOTA V INT.	t_i	26,0 °C		26,0 °C	

2.3.3.2 VÝPOČET TEPELNÝCH ZISKŮ Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ

Tepelné zisky okny – radiací Q_{or} [W]

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_o \cdot c_o + (S_o - S_{os}) \cdot I_{o,dif}] \cdot s, \quad (2.16)$$

kde S_{os} je plocha osluněného povrchu okna [m²],

s je stínící součinitel [-] (viz. Tabulka 2.46)

Tabulka 2.46: Hodnoty stínících součinitelů s pro různá provedení oken a druhy stínících prostředků [11]

Druh zasklení	s	Stínící prostředky	s
jednoduché sklo	1,00	vnitřní žaluzie lamely 45°, světlé	0,56
dvojitě sklo	0,90	vnitřní žaluzie, lamely 45°, střední barvy	0,65
jednoduché termální sklo	0,70	vnitřní žaluzie, lamely 45°, tmavé	0,75
vnější termální vnitřní obyčejné	0,60	vnější žaluzie lamely 45°, světlé	0,15
reflexní sklo jednoduché, průměrná jakost	0,70	vnější žaluzie, lamely 45°, ven jasné, dovnitř tmavé	0,13
reflexní sklo dvojitě, špičkové výrobky	0,24	vnější markýzy, meziprostor větrán	0,30
vnější reflexní sklo průměrné jakosti, vnitřní obyčejné	0,60	meziokení žaluzie, prostor nevětrán	0,50
zdvojené reflexní sklo, dobré jakosti	0,30	reflexní záclony světlé (vnější reflexní vrstva)	0,60
barevné vrstvy stříkané světlé	0,80	závěsy: bavlna, umělá vlákna	0,80
barevné vrstvy stříkané střední	0,70	reflexní záclony tmavé (vnější reflexní vrstva)	0,70
reflexní fólie tmavá	0,25		
reflexní fólie světlá	0,42		
sklo s drátěnou vložkou	0,80		

Stanovení osluněné plochy oken S_{os} [m²]

$$S_{os} = [l_A - (e_1 - f)] \cdot [l_B - (e_2 - g)], \quad (2.17)$$

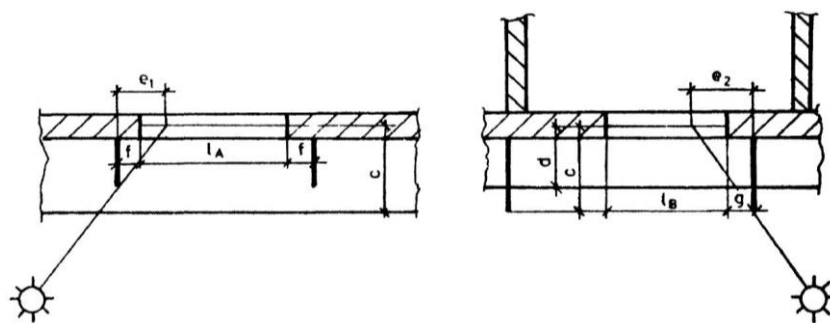
kde l_A, l_B jsou šířka a výška zasklené části okna [m],

f, g jsou svislý a vodorovný odstup od slunolamů [m],

e_1, e_2 jsou délky stínu v okenním otvoru od kraje slunolamů [m],

d je hloubka okna [m],

c je hloubka okna vzhledem k hornímu slunolamu [m] (viz. Obr. 2.7).



Obr. 2.7: Oslunění výplně otvoru [11]

Výpočet délky stínů e_1 a e_2 [m]

$$e_1 = d \cdot \tan(\alpha - \gamma) \quad (2.18)$$

$$e_2 = \frac{d \cdot \tan h}{\cos|\alpha - \gamma|} \quad (2.19)$$

Tepelné zisky okny – konvekcí Q_{ok} [W]

$$Q_{ok} = U_o \cdot S_o \cdot (t_e - t_i), \quad (2.20)$$

kde U_o je součinitel prostupu tepla okna [W/(m²·K)],

S_o je plocha okenní výplně [m²],

$(t_e - t_i)$ je rozdíl teplot exteriéru a interiéru [°C].

Celkové tepelné zisky okny Q_o [W]

$$Q_o = Q_{or} + Q_{ok} \quad (2.21)$$

Tepelná zisky lehkými stěnami Q_s [W]

$$Q_s = U_s \cdot S \cdot (t_r - t_i), \quad (2.22)$$

kde U_s je součinitel prostupu tepla stěny [W/(m²·K)],

S je plocha stěny [m²],

t_r je rovnocenná sluneční teplota venkovního vzduchu [°C].

Tepelná zisky středně těžkými stěnami Q_s [W]

$$Q_s = U_s \cdot S \cdot [(t_{rm} - t_i) + m \cdot (t_{r\psi} - t_{rm})], \quad (2.23)$$

kde $t_{r\psi}$ je rovnocenná sluneční teplota vzduchu v době o ψ dříve [°C],

m je zmenšení teplotního kolísání. Přibližný výpočet m a ψ uvádějí vztahy (2.24) a (2.25).

$$\psi = 32 \cdot \delta - 0,5 \quad (2.24)$$

$$m = \frac{1 + 7,6 \cdot \delta}{2500\delta} \quad (2.25)$$

kde δ je tloušťka stěny [m]. Stěny středně těžké mají $\delta \leq 0,45$ m.

2.3.3.3 VÝPOČET TEPELNÝCH ZISKŮ OD VNITŘNÍCH ZDROJŮ

Produkce tepla lidmi Q_L [W]

$$Q_L = i_1 \cdot Q_1 \cdot (36 - t_i), \quad (2.26)$$

kde i_1 je počet lidí [-] (viz (2.27)).

$$i_1 = 0,85 \cdot i_z + 0,75 \cdot i_d + i_m, \quad (2.27)$$

kde i_z, i_d, i_m jsou počty žen, dětí a mužů [-].

Tepelná zátěž od svítidel Q_{SV} [W]

$$Q_{SV} = P \cdot c_1 \cdot c_2, \quad (2.28)$$

kde c_1, c_2 jsou součinitel současnosti používání a zbytkový součinitel [-].

Tepelná zátěž od elektronických zařízení Q_E [W]

$$Q_E = c_1 \cdot c_3 \cdot \sum P, \quad (2.29)$$

kde c_3 je průměrné zatížení zdroje [-].

Tepelná zátěž od pokrmů Q_p [W]

Jelikož zadaný objekt je restaurace vyšší třídy, počítám s jedním jídlem na hodinu pro jedno místo u stolu. Produkce tepla od pokrmu je dle [11] 5Wh.

Vodní zisky Q_l [g/h]

$$M_w = n_1 \cdot m_1, \quad (2.30)$$

kde n_1 viz i_1 rovnice (2.27),

kde m_1 viz. Tabulka 2.47

Tabulka 2.47: Produkce tepla Q_1 a vodní páry m_1 lidí [11]

Činnost člověka	Místo činnosti	Hodnoty metabolického tepla (W)	Produkce tepla lidí Q_1 ve W pro teplotu vzduchu ve °C									
			21		24		25		26		28	
			teplo cítělné		teplo cítělné		teplo cítělné		teplo cítělné		teplo cítělné	
			W	g · h ⁻¹	W	g · h ⁻¹	W	g · h ⁻¹	W	g · h ⁻¹	W	g · h ⁻¹
Sedící, odpočívající	divadlo, kino	115	93	33	74	60	68	70	62	79	50	97
Sedící, mírně aktivní	kanceláře, byt	140	93	70	74	98	68	107	62	116	50	135
Stojící, lehká práce, vaření, mytí	obchody, sklady	150	90	89	72	116	66	125	60	134	48	152
Chodící, přecházející	obchodní domy, banky	160	96	95	77	124	70	134	64	143	51	162
Náročnější fyzická práce	dělní	240	99	203	79	226	73	234	66	244	53	262
Mírný tanec		260	116	215	92	250	85	261	77	273	62	296

2.3.3.4 TEPLOTA INTERIÉRU

Viz kapitola 2.3.1.3.

2.3.4 VÝPOČET TEPELNÝCH ZISKŮ JEDNOTLIVÝCH MÍSTNOSTÍ

Místnosti 1NP

Tabulka 2.48: Výpočet tepelných zisků - místnost 1.02

Tabulka 2.101 - Tepelné zisky z vnějšího prostředí										
1.02	TEPELNÉ ZISKY Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ				T. ZISKY Z VNITŘ. PROSTŘEDÍ			TEPELNÉ ZTRÁTY		
	VÝPLNĚ OTVORŮ				TEPELNÉ ZISKY STĚN		TEPELNÉ ZISKY Z JINÝCH MÍSTNOSTÍ		PODLAHA	
	ZISK RADIACÍ		ZISK KONVEKCEÍ							
26 °C	O1	POČET: 1	O1	POČET: 1	US,ZD1	0,206 W·m ⁻² ·K ⁻¹	STROP POD 2.07		UP	0,469 W·m ⁻² ·K ⁻¹
	f	0,10 m	UO	0,741 W·m ⁻² ·K ⁻¹	US,ŽBSL	0,356 W·m ⁻² ·K ⁻¹	S	15,3 m ²	SP	15 m ²
	g	0,10 m	Sok,1	8,58 m ²	SJ, ŽBSL	1,8 m ²	t2.07	35 °C	tZEM	10 °C
	la	3,06 m	Sok	8,58 m ²	SZ,ZD1	1,9 m ²	U	0,576 W·m ⁻² ·K ⁻¹		
	lb	2,28 m	Qok,1	24 W	SZ,ŽBSL	1,9 m ²				
	c	0,20 m	D1	POČET: 1	trψ,24	18,1 °C				
	d	0,20 m	UO	1,035 W·m ⁻² ·K ⁻¹	trm,Z	29,7 °C				
	e1	0,04 m	Sok,1	9,06 m ²	trm,J	29,6 °C				
	e2	0,14 m	Sok	9,06 m ²	QS,Z,ZD1	1,0 W				
	SOS,1	6,86 m ²	Qok,2	35 W	QS,Z,ŽBSL	1,8 W				
	SOS	6,86 m ²			QS,J	1,6 W				
	c0	1,15								
	SO	8,58 m ²								
	l0,dif	100 Wm-2								
	s	0,45								
	Qor	2008 W	Qok	59 W						
	QO		2067 W		QS	4 W	QSI	79 W	QZTR	-115 W

Tabulka 2.49: Výpočet tepelných zisků - místnost 1.03

1.03	TEPELNÉ ZISKY Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ						TEPELNÉ ZISKY Z VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ				VODNÍ ZISKY	TEPELNÉ ZTRÁTY							
	VÝPLNĚ OTVORŮ				TEPELNÉ ZISKY STĚN		TEPELNÉ ZISKY Z JINÝCH MÍSTNOSTÍ		TEPELNÁ PRODUKCE LIDÍ			PODLAHA							
	ZISK RADIACÍ		ZISK KONVEKCEÍ																
26 °C	O1+O2	POČET: 1	O1	POČET: 2	US,ZD1	0,206 W·m ⁻² ·K ⁻¹	US,ŽBSL	0,356 W·m ⁻² ·K ⁻¹	STROP POD 2.07	POČET OS.	10	OSOBY	UP	0,469 W·m ⁻² ·K ⁻¹					
	f	0,10 m	UO	0,741 W·m ⁻² ·K ⁻¹	SS,ŽBSL	1,8 m ²	S	23,6 m ²	MUŽI	5	POČET OS.	10	SP	23,6 m ²					
	g	0,10 m	Sok,1	8,58 m ²	SZ,ZD1	1,9 m ²	t2.07	35 °C	ŽENY	5	MUŽI	5	tZEM	10 °C					
	la	5,22 m	Sok	17,16 m ²	SZ,ŽBSL	2,6 m ²	U	0,576 W·m ⁻² ·K ⁻¹	i1	9,25	ŽENY	5							
	lb	2,28 m	Qok,1	48 W	trψ,24	18,1 °C			ČINNOST	STOJÍCÍ, LEHKÁ PR.	nl	9,25							
	c	0,20 m	O2	POČET: 1	trm,Z	29,7 °C			Q1	62 W	ČINNOST	STOJÍCÍ, LEHKÁ PR.							
	d	0,20 m	UO	0,772 W·m ⁻² ·K ⁻¹	trm,S	26,2 °C					ml	116 gh-1							
	e1	0,04 m	Sok,1	4,90 m ²	QS,Z,ZD1	1,0 W					QI,1	1073 gh-1							
	e2	0,14 m	Sok	4,90 m ²	QS,Z,ŽBSL	2,4 W					NÁPOJE	10 KS/hod							
	SOS,1	11,71 m ²	Qok,2	14 W	QS,J	-0,4 W					pára	10 g/KS							
	SOS	11,71 m ²									QI,2	100 gh-1							
	c0	1,15																	
	SO	13,48 m ²																	
	l0,dif	100 Wm-2																	
	s	0,45																	
	Qor	3372 W	Qok	62 W															
	QO		3434 W		QS	3 W		QSI	122 W		QL	574 W		QI	1173 gh-1		QZTR	-177 W	

Tabulka 2.50: Výpočet tepelných zisků - místnosti 1.06, 1.07, 2.01, 2.02

1.06, 1.07, 2.01, 2.02	TEPELNÉ ZISKY Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ						TEPELNÉ ZISKY Z VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ				TEPELNÉ ZTRÁTY				
	VÝPLNĚ OTVORŮ				TEPELNÉ ZISKY STĚN		TEPELNÉ ZISKY STŘECHY		TEPELNÉ ZISKY Z JINÝCH MÍSTNOSTÍ		TEPELNÁ PRODUKCE SVÍTEL		PODLAHA		
	ZISK RADIACÍ		ZISK KONVEKCEÍ												
26 °C	O1+O2	POČET: 1	O4	POČET: 1	US,ZD1	0,206 W·m ⁻² ·K ⁻¹	UST	0,184 W·m ⁻² ·K ⁻¹	STĚNA DO 1.05		PLOCHA:	56,4 m ²	UP	0,329 W·m ⁻² ·K ⁻¹	
	f	0,13 m	UO	0,863 W·m ⁻² ·K ⁻¹	SV,ZD1	30,4 m ²	SST	25,9 m ²	U	0,724 W·m ⁻² ·K ⁻¹	ZÁŘIVKY		SP	30,5 m ²	
	g	0,13 m	\$ok,1	2,09 m ²	SJ,ZD1	2,0 m ²	tPODKR	45 °C	S	8,1 m ²	P	8 W·m ⁻²	tZEM	10 °C	
	la	1,1 m	\$ok	2,09 m ²	trψ,24,V	34,4 °C			t1.05	35 °C	c1	0,8			
	lb	1,21 m	Qok	7 W	trψ,24,J	37,9 °C			QSI,1	52	c2	1			
	c	0,20 m	D4	POČET: 1	trm,V	29,7 °C			STĚNA DO 2.04, 2.05						
	d	0,20 m	UO	1,103 W·m ⁻² ·K ⁻¹	trm,J	29,6 °C			U	1,064 W·m ⁻² ·K ⁻¹					
	e1	0,04 m	\$ok,1	3,55 m ²	QS,V	26,0 W			S	7,7 m ²					
	e2	0,14 m	\$ok	3,55 m ²	QS,J	1,9 W			t2.04, 5	35 °C					
	SOS,1	1,32 m ²	Qok	15 W					QSI,2	74					
	SOS	1,32 m ²							DVEŘE DO 2.05						
	c0	1,15							U	2,351 W·m ⁻² ·K ⁻¹					
	SO	2,09 m ²							S	1,6 m ²					
	l0,dif	100 Wm-2							t2.04, 5	35 °C					
	s	0,65							QSI,3	33					
	Qor	581 W													
		QO		603 W		QS	28 W	QST	90 W	QSI	160 W	QL	361 W	QZTR	-161 W

Tabulka 2.51: Výpočet tepelných zisků - místnost 1.05

MÍSTNOST	TEPELNÉ ZISKY Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ						TEPELNÉ ZISKY Z VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ				VODNÍ ZISKY	TEPELNÉ ZTRÁTY				
	VÝPLNĚ OTVORŮ				TEPELNÉ ZISKY STĚN	TEPELNÉ ZISKY STŘECHY	TEPELNÁ PRODUKCE LIDÍ	TEPELNÁ PRODUKCE SVÍTEL	PODLAHA							
	ZISK RADIACÍ		ZISK KONVEKCI													
1.05	ZISK RADIACÍ		ZISK KONVEKCI													
26 °C	OS	POČET: 2	OS	POČET: 2	US,ZD1	0,206 W·m ⁻² ·K ⁻¹	UST1	0,164 W·m ⁻² ·K ⁻¹	POČET OS.	150	PLOCHA	200,0 m ²	POČET OS.	150	UP	0,258 W·m ⁻² ·K ⁻¹
	f	0,10 m	UO	0,769 W·m ⁻² ·K ⁻¹	US,ŽBSL	0,356 W·m ⁻² ·K ⁻¹	SV,ST1	166,18 m ²	TANČÍCÍ	50	ZÁŘIVKY		TANČÍCÍ	50	SP	300 m ²
	g	0,60 m	Sok,1	9,08 m ²	SV	70,0 m ²	SZ,ST1	166,18 m ²	MUŽI	25	P	8 W·m ⁻²	MUŽI	25	tZEM	10 °C
	la	3,16 m	Sok	18 m ²	SZ,ZD1	15,0 m ²	ε	0,8	ŽENY	25	c1	0,5	ŽENY	25		
	lb	2,28 m	Qok,1	52 W	SZ,ŽBSL	10,6 m ²	l	628 W	i1	46,25	c2	1	i1	46,25		
	c	1,20 m			SJ	80,3 m ²	ae	15 W·m ⁻² ·K ⁻¹	ČINNOST	MÍRNÝ TANEC	QSV	800 W	ČINNOST	MÍRNÝ TANEC		
	d	0,20 m			trψ,24	18,1 °C	tr,V	63,3 °C	Q1	77 W	TEPELNÁ PRODUKCE EL.		Q1	273 gh-1		
	e1	0,04 m			trm,V	29,7 °C	tr,Z	63,3 °C	QL1	3561 W	ZAŘÍZENÍ		QL1	12626 gh-1		
	e2	0,82 m			trm,Z	29,7 °C	QST1,V	1014 W	SEDÍČÍ	100	VÝKON ZAŘÍZENÍ KAPELY		SEDÍČÍ	100		
	SOS,1	6,50 m ²			trm,J	29,6 °C	QST2,V	1014 W	MUŽI	50	ΣP	1000 W	MUŽI	50		
	SOS	13,01 m ²			QS,V	37,3 W			ŽENY	50	c1	1	ŽENY	50		
	c0	1,15			QS,Z,ZD1	8,0 W			i1	92,5	c2	1	i1	92,5		
	SO	18,15 m ²			QS,Z,ŽBSL	9,8 W			ČINNOST	SEDÍČÍ	c3	1	ČINNOST	SEDÍČÍ		
	l0,dif	100 Wm-2			QS,J	41,3 W			Q1	62 W	QE	1000 W	Q1	116 gh-1		
	s	0,122							QL1	5735 W			QL1	10730 gh-1		
	Qor,1	1042 W														
	D1	POČET: 3	D1	POČET: 3												
	f	0,10 m	U	1,035 W·m ⁻² ·K ⁻¹												
	g	0,60 m	Sok,1	9,06 m ²												
	la	3,01 m	Sok	27 m ²												
	lb	2,28 m	Qok,2	106 W												
	c	1,20 m														
	d	0,20 m														
	e1	0,04 m														
	e2	0,82 m														
	SOS,1	6,19 m ²														
SOS	18,56 m ²															
c0	1,15															
SO	27,18 m ²															
l0,dif	100 Wm-2															
s	0,122															
Qor,1	1503 W															
Qor	2545 W	Qok	158 W													
QO		2703 W		QS	96 W	QST	2027 W	QL	9296 W	QE	1800 W	QI	23356 gh-1	QZTR	-1238 W	

Tabulka 2.52: Výpočet tepelných zisků - místnost 1.04

1.04	TEP. ZISKY Z VNĚJŠ. PROSTŘEDÍ		TEPELNÉ ZISKY Z VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ					VODNÍ ZISKY	TEPELNÉ ZTRÁTY	
	TEPELNÉ ZISKY STĚN		TEPELNÉ ZISKY Z JINÝCH MÍSTNOSTÍ	TEPELNÁ PRODUKCE LIDÍ	TEPELNÁ PRODUKCE SVÍTIDEL	TEPELNÁ PRODUKCE EL. ZAŘÍZENÍ	TEPELNÁ PRODUKCE Z JÍDEL		PODLAHA	
26 °C	US,ZD1	0,206 W·m ⁻² ·K ⁻¹	STROP POD 2.07	HOSTÉ	PLOCHA 140,6 m ²	ZAŘÍZENÍ BARU	JÍDLA	HOSTÉ	UP	0,329 W·m ⁻² ·K ⁻¹
	SS,ZD1	6,0 m ²	S	POČET OS. 68	ZAŘÍVKY		POČET J.: 68 jídel/hod	POČET OS. 68	SP	140,6 m ²
	trψ,24	18,1 °C	t2.07	MUŽI 34	P	8 W·m ⁻²	QJ	MUŽI 34	tZEM	10 °C
	trm,S	26,2 °C	U	ŽENY 34	c1	0,75	QE,1	ŽENY 34		
			QSI,1	i1 62,9	c2	1	NÁPOJE	nl 62,9		
			STĚNA DO 2.07	ČINNOST SEDÍCÍ, MÍRNĚ AKT.			POČET KS: 50 KS/hod	ČINNOST SEDÍCÍ, MÍRNĚ AKT.		
			S	Q1 62 W			QJ	ml 116 gh-1		
			t2.07	QL,1 3900 W			QE,1	QI,1 7296 gh-1		
			U	PERSONÁL				PERSONÁL		
			QSI,2	POČET OS. 6				POČET OS. 6		
			STROP POD 2.03 - 2.05	MUŽI 1,5				MUŽI 1,5		
			S	ŽENY 4,5				ŽENY 4,5		
			t2.03-5	i1 5,3				nl 5,3		
			U	ČINNOST FYZICKÁ PRÁCE				ČINNOST FYZICKÁ PRÁCE		
			QST1	Q1 66 W				ml 244 gh-1		
			STĚNA DO 1.05	QL,2 351 W				QI,2 1299 gh-1		
			S					ZAŘÍZENÍ BARU		
			t2.05					KÁVOVAR, MYČKA		
			U					2150 gh-1		
			QSI,3							
			DVEŘE DO 1.05							
			S					JÍDL., NÁP		
			t2.05					pára 10 g/KS		
			U					QI,3 1600 gh-1		
			QSI,4							
	QS	-1 W	QSI	577 W	QL	4251 W	QSV	844 W	QE	1284 W
							QJ	590 W	QI	12346 gh-1
									QZTR	-741 W

Tabulka 2.54: Výpočet tepelných zisků - místnost 1.08

1.08	TEP. ZISKY Z VNITŘNÍHO PROST.		TEPELNÉ ZTRÁTY	
	TEPELNÁ PRODUKCE SVÍTIDEL		PODLAHA	
26 °C	PLOCHA:	3,9 m ²	UP	0,329 W·m ⁻² ·K ⁻¹
	ŽÁROVKY		SP	3,9 m ²
	P	25 W·m ⁻²	tZEM	10 °C
	c1	1		
	c2	1		
	QL	97 W	QZTR	-20 W

Tabulka 2.53: Výpočet tepelných zisků - místnosti 1.09, 1.25

1.09, 1.25	TEPELNÉ ZISKY Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ		TEP. ZISKY Z VNITŘNÍHO PROST.	TEPELNÉ ZTRÁTY	
	VÝPLNÉ OTVORŮ	ZISK KONVEKCE		PODLAHA	
26 °C	D3	POČET: 1	US,ZD1	0,206 W·m ⁻² ·K ⁻¹	1.09
	UO	1,043 W·m ⁻² ·K ⁻¹	SS,ZD1	3,2 m ²	PLOCHA: 6,2 m ²
	Sok,1	4,53 m ²	SV,ZD1	13,7 m ²	ZAŘÍVKY
	Sok	4,53 m ²	trψ,24	18,1 °C	P
			trm,S	26,2 °C	c1
			trm,V	29,7 °C	c2
			QS,S	-0,4 W	QL1
			QS,V	7,3 W	
					1.25
					PLOCHA: 4,0 m ²
					ZAŘÍVKY
					P
					c1
					c2
					QL2
	QO	18 W	QS	7 W	QL
					71 W
					QZTR
					-54 W

Tabulka 2.55: Výpočet tepelných zisků - místnost 1.10

1.10	TEPELNÉ ZISKY Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ						TEPELNÉ ZISKY Z VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ						VODNÍ ZISKY	TEPELNÉ ZTRÁTY														
	VÝPLNĚ OTVORŮ				TEPELNÉ ZISKY STĚN	TEPELNÉ ZISKY Z JINÝCH MÍSTNOSTÍ		TEPELNÁ PRODUKCE LIDÍ		TEPELNÁ PRODUKCE SVÍTEL		PODLAHA																
	ZISK RADIACÍ		ZISK KONVEKCEÍ																									
26 °C	O3	POČET: 2	O3	POČET: 2	US,ZD1	0,206 W·m ⁻² ·K ⁻¹	STROP POD 2.06		POČET OS.	6	PLOCHA	44,3 m ²	POČET OS.	6	UP	0,329 W·m ⁻² ·K ⁻¹												
	f	0,13 m	UO	0,889 W·m ⁻² ·K ⁻¹	US,ŽBSL	0,356 W·m ⁻² ·K ⁻¹	S	44,3 m ²	MUŽI	4	ZÁŘIVKY		MUŽI	4	SP	44,3 m ²												
	g	0,13 m	Sok,1	3,24 m ²	SZ,ZD1	8,1 m ²	t2.06	35 °C	ŽENY	2	P	25 W·m ⁻²	ŽENY	2	tZEM	10 °C												
	la	4,08 m	Sok	6,48 m ²	SZ,ŽBSL	3,5 m ²	U	0,564 W·m ⁻² ·K ⁻¹	i1	5,7	c1	0,5	nl	5,7														
	lb	0,98 m	Qok	22 W	trψ,24	18,1 °C			ČINNOST FYZICKÁ PRÁCE		c2	1	ČINNOST FYZICKÁ PRÁCE															
	c	0,20 m			trm,Z	29,7 °C			Q1	66 W			ml	244 gh-1														
	d	0,20 m			QS,Z,ZD1	4,3 W							QI,1	1391 gh-1														
	e1	0,04 m			QS,Z,ŽBSL	3,2 W							VAŘENÍ, MYTÍ															
	e2	0,14 m												20184 gh-1														
	SOS,1	3,95 m ²																										
	SOS	3,95 m ²																										
	c0	1,15																										
	SO	6,48 m ²																										
	l0,dif	100 Wm-2																										
	s	0,45																										
	Qor	1225 W																										
	QO		1247 W		QS		8 W		QSI		225 W		QL		376 W		QSV		553 W		QI		21575 gh-1		TEPELNÉ ZTRÁTY			
																									QZTR		-233 W	

Tabulka 2.58: Výpočet tepelných zisků - místnosti 1.15, 1.16, 1.17

1.15, 1.16, 1.17	TEP. ZISKY Z VNĚJŠ. PROSTŘEDÍ		TEPELNÉ ZISKY Z VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ				VODNÍ ZISKY	TEPELNÉ ZTRÁTY				
	TEPELNÉ ZISKY STĚN		TEPELNÉ ZISKY Z JINÝCH MÍSTNOSTÍ	TEPELNÁ PRODUKCE LIDÍ		TEPELNÁ PRODUKCE SVÍTIDEL		PODLAHA				
26 °C	US,ZD1	0,206 W·m ⁻² ·K ⁻¹	STROP POD 2.06	POČET OS.	2	PLOCHA	12,7 m ²	POČET OS.	2	UP	0,329 W·m ⁻² ·K ⁻¹	
	SV,ZD1	9,0 m ²	S	MUŽI	2	ZÁŘIVKY		MUŽI	2	SP	12,7 m ²	
	SS,ZD1	14,56 m ²	t2.06	35 °C	ŽENY	0	P	8 W·m ⁻²	ŽENY	0	tZEM	10 °C
	trp,24	18,1 °C	U	0,564 W·m ⁻² ·K ⁻¹	i1	2	c1	0,3	i1	2		
	trm,S	26,2 °C			ČINNOST		c2	1	ČINNOST	0		
	trm,V	29,7 °C			Q1	W			ml	0 gh-1		
	QS,S	-1,7										
	QS,V	4,8										
	QS	3 W	QSI	65 W	QL	0 W	QSV	31 W	QI	0 gh-1	QZTR	-67 W

Tabulka 2.59: Výpočet tepelných zisků - místnosti 1.18, 1.19, 1.20, 1.21

1.18, 1.19, 1.20, 1.21	TEPELNÉ ZISKY Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ		TEPELNÉ ZISKY Z VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ					TEPELNÉ ZTRÁTY	
	VÝPLNĚ OTVORŮ	TEPELNÉ ZISKY STĚN	TEPELNÉ ZISKY Z JINÝCH MÍSTNOSTÍ	TEPELNÁ PRODUKCE LIDÍ	TEPELNÁ PRODUKCE SVÍTIDEL	TEPELNÁ PRODUKCE EL. ZAŘÍZENÍ		PODLAHA	
	ZISK KONVEKČÍ								
26 °C	D2 POČET: 1	US,ZD1 0,206 W·m ⁻² ·K ⁻¹	STROP POD 2.06	POČET OS. 0	PLOCHA 17,7 m ²	ZISKY CHLADÍCÍCH ZAŘÍZENÍ		UP	0,329 W·m ⁻² ·K ⁻¹
	UO 1,086 W·m ⁻² ·K ⁻¹	SS,ZD1 7,225 m ²	S 17,7 m ²	MUŽI 0	ZÁŘIVKY			SP	17,7 m ²
	Sok,1 2,70 m ²	trp,24 18,1 °C	t2.06 35 °C	ŽENY 0	P 8 W·m ⁻²			tZEM	10 °C
	Sok 2,70 m ²	trm,S 26,2 °C	U 0,564 W·m ⁻² ·K ⁻¹	i1 0	c1 1			QZTR,1	-93
			QSI,3 90 W	ČINNOST	c2 1			STĚNA DO 1.22	
				Q1 W				S	16,0 m ²
								t1.22	15 °C
								U	1,048 W·m ⁻² ·K ⁻¹
								QZTR,2	-185 W
								DVEŘE DO 1.22	
								S	1,6 m ²
								t1.22	15 °C
								U	2,351 W·m ⁻² ·K ⁻¹
								QZTR,3	-41 W
	QO 11 W	QS -1 W	QSI 90 W	QL 0 W	QSV 142 W	QE 126 W		QZTR	-319 W

Tabulka 2.60: Výpočet tepelných zisků - místnost 1.22

1.22	TEP. ZISKY Z VNĚJŠ. PROSTŘEDÍ		TEPELNÉ ZISKY Z VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ			TEPELNÉ ZTRÁTY		
	TEPELNÉ ZISKY STĚN		TEPELNÁ PRODUKCE EL. ZAŘÍZENÍ	TEPELNÁ PRODUKCE SVÍTIDEL		PODLAHA		
15 °C	US,ZD1	0,206 W·m ⁻² ·K ⁻¹	ZISKY CHLADÍCÍCH ZAŘÍZENÍ	PLOCHA	7,0 m ²	UP	0,329 W·m ⁻² ·K ⁻¹	
	SS,ZD1	7,7 m ²		ZÁŘÍVKY		SP	7,0 m ²	
	trp,24	18,1 °C		P	8 W·m ⁻²	tZEM	10 °C	
	trm,S	26,2 °C		c1	0,6	QZEM	-12 W	
				c2	1	DO MÍSTNOSTÍ S JINOU TEP.		
						Q1.18-21	226 W	
						Q1.23	26 W	
		QS		-15 W	QE	137 W	QSV	34 W

Tabulka 2.61: Výpočet tepelných zisků - místnost 1.23

1.23	TEP. ZISKY ZVNĚJŠ. PROSTŘEDÍ		TEPELNÉ ZISKY Z VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ				VODNÍ ZISKY	TEPELNÉ ZTRÁTY				
	TEPELNÉ ZISKY STĚN		TEPELNÉ ZISKY Z JINÝCH MÍSTNOSTÍ		TEPELNÁ PRODUKCE LIDÍ			TEPELNÁ PRODUKCE SVÍTEL		PODLAHA		
26 °C	US,ZD1	0,206 W·m ⁻² ·K ⁻¹	STROP POD 2.06		POČET OS.	1	PLOCHA	4,1 m ²	POČET OS.	1	UP	0,329 W·m ⁻² ·K ⁻¹
	SZ, ZD1	7,36 m ²	S	4,1 m ²	MUŽI	1	ZÁŘIVKY		MUŽI	1	SP	4,1 m ²
	trψ,24	18,1 °C	t2.06	35 °C	ŽENY	0	P	10 W·m ⁻²	ŽENY	0	tZEM	10 °C
	trm,Z	29,7 °C	U	0,564 W·m ⁻² ·K ⁻¹	i1	1	c1	1	i1	1	QZTR,1	-22 W
			QSI,3	21 W	ČINNOST LEHKÁ PRÁCE		c2	1	ČINNOST LEHKÁ PRÁCE		STĚNA DO 1.22, 1.24	
					Q1	48 W			ml	152 gh-1	S	6,4 m ²
											t1.24	15 °C
											U	1,048 W·m ⁻² ·K ⁻¹
											QZTR,2	-74 W
											DVERĚ DO 1.24	
											S	1,6 m ²
											t1.24	15 °C
											U	2,351 W·m ⁻² ·K ⁻¹
										QZTR,3	-41 W	
	QS	4 W	QSI	21 W	QL	48 W	QSV	41 W	QI	152 gh-1	QZTR	-137 W

Tabulka 2.62: Výpočet tepelných zisků - místnost 1.24

1.24	TEP. ZISKY Z VNĚJŠ. PROSTŘEDÍ		TEPELNÉ ZISKY Z VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ		TEPELNÉ ZTRÁTY	
	TEPELNÉ ZISKY STĚN		TEPELNÁ PRODUKCE EL. ZAŘÍZENÍ		PODLAHA	
15 °C	US,ZD1	0,206 W·m ⁻² ·K ⁻¹	ZISKY CHLADÍCÍCH ZAŘÍZENÍ		UP	0,329 W·m ⁻² ·K ⁻¹
	SS,ZD1	5,8 m ²			SP	3,8 m ²
	SZ, ZD1	6,72 m ²			tZEM	10 °C
	trψ,24	18,1 °C			QZEM	-6 W
	trm,S	26,2 °C			DO MÍSTNOSTÍ S JINOU TEP.	
	trm,Z	29,7 °C			Q1.23	89 W
	QS,S	-11 W				
	QS,Z	-9 W				
	QS	-20 W	QE	32 W	QSV	18 W
					QZTR	83 W

Místnosti 2NP

Tabulka 2.64: Výpočet tepelných zisků - místnost 2.03

2.03	TEPELNÉ ZISKY Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ		TEP. ZISKY Z VNITŘNÍHO PROST.		TEPELNÉ ZTRÁTY	
	TEPELNÉ ZISKY STĚN		TEPELNÁ PRODUKCE SVÍTIDEL		DO MÍSTNOSTÍ S JINOU TEP. STROP NAD 1.04	
30 °C	US,ZD6	0,220 W·m ⁻² ·K ⁻¹	UST	0,184 W·m ⁻² ·K ⁻¹	PLOCHA	4,6 m ²
	SS,ZD1	0,5 m ²	SST	4,6 m ²	ZÁŘIVKY	
	trψ,24	18,1 °C	tPODKR	45 °C	P	8 W·m ⁻²
	trm,S	26,2 °C			c1	0,3
					c2	1
					S	4,6 m ²
					U	0,564 W·m ⁻² ·K ⁻¹
					Q1.04	-10 W
					STĚNA DO A2.01, 3	
					S	6,6 m ²
					U	1,343 W·m ⁻² ·K ⁻¹
					Q2.01, 3	-36 W
	QS	-1 W	QST	13 W	QZTR	-46 W

Tabulka 2.63: Výpočet tepelných zisků - místnost 2.04

2.04	TEP. ZISKY Z VNĚJŠ. PROSTŘEDÍ		TEP. ZISKY Z VNITŘNÍHO PROST.		TEPELNÉ ZTRÁTY	
	TEPELNÉ ZISKY STŘECHY		TEPELNÁ PRODUKCE SVÍTIDEL		DO MÍSTNOSTÍ S JINOU TEP. STROP NAD 1.04	
30 °C	UST	0,184 W·m ⁻² ·K ⁻¹	PLOCHA	2,4 m ²	S	2,4 m ²
	SST	2,4 m ²	ZÁŘIVKY		U	0,564 W·m ⁻² ·K ⁻¹
	tPODKR	45 °C	P	8 W·m ⁻²	Q1.04	-5 W
			c1	0,3	STĚNA DO A2.01	
			c2	1	S	3,4 m ²
					U	1,343 W·m ⁻² ·K ⁻¹
					QA2.01	-19 W
					STĚNA DO 2.02	
					S	3,8 m ²
					U	1,064 W·m ⁻² ·K ⁻¹
					Q2.02	-16 W
	QST	7 W	QSV	6 W	QZTR	-40 W

Tabulka 2.66: Výpočet tepelných zisků - místnost 2.05

2.05	TEP. ZISKY Z VNĚJŠ. PROSTŘEDÍ		TEP. ZISKY Z VNITŘNÍHO PROST.		TEPELNÉ ZTRÁTY	
	TEPELNÉ ZISKY STŘECHY		TEPELNÁ PRODUKCE SVÍTIDEL		DO MÍSTNOSTÍ S JINOU TEP. STROP NAD 1.04	
30 °C	UST	0,184 W·m ⁻² ·K ⁻¹	PLOCHA	5,9 m ²	S	5,9 m ²
	SST	5,9 m ²	ZÁŘIVKY		U	0,564 W·m ⁻² ·K ⁻¹
	tPODKR	45 °C	P	8 W·m ⁻²	Q1.04	-13 W
			c1	0,3	STĚNA DO B2.02	
			c2	1	S	10,3 m ²
					U	1,064 W·m ⁻² ·K ⁻¹
					QB2.02	-44 W
					STĚNA DO 2.02	
					S	2,4 m ²
					U	1,064 W·m ⁻² ·K ⁻¹
					Q2.02	-10 W
					DVEŘE DO 2.02	
					S	1,6 m ²
					U	2,351 W·m ⁻² ·K ⁻¹
					Q2.02	-15 W
	QST	16 W	QSV	14 W	QZTR	-82 W

Tabulka 2.65: Výpočet tepelných zisků - místnost 2.06

2.06	TEPELNÉ ZISKY Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ		TEPELNÉ ZISKY Z VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ		TEPELNÉ ZTRÁTY	
	TEPELNÉ ZISKY STĚN		TEPELNÁ PRODUKCE SVÍTIDEL		DO MÍSTNOSTÍ S JINOU TEP. STROP NAD 1NP	
30 °C	US,ZD1	0,206 W·m ⁻² ·K ⁻¹	UST	0,168 W·m ⁻² ·K ⁻¹	PLOCHA	127,5 m ²
	SS,ZD1	52,0 m ²	SST	162,5 m ²	ZÁŘIVKY	
	SV,ZD1	31,9 m ²	tr	63,3 °C	P	8 W·m ⁻²
	SZ,ZD1	31,9 m ²			c1	0,3
	trψ,24	18,1 °C			c2	1
	trm,S	26,2 °C			ODHAD PŘÍKONU	1800 W
	trm,V	29,7 °C			c1	0,7
	trm,Z	29,7 °C			c3	0,8
	QS,S	-49 W			S	10,3 m ²
	QS,V	-9,3 W			U	0,228 W·m ⁻² ·K ⁻¹
	QS,Z	-9,3 W			Q2NP	-9 W
	QS	-68 W	QST	910 W	QSV	306 W
					QV	1008 W
					QZTR	-273 W

Tabulka 2.68: Výpočet tepelných zisků - místnost 2.07

2.07	TEPELNÉ ZISKY Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ				TEPELNÉ ZISKY Z VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ				TEPELNÉ ZTRÁTY	
	TEPELNÉ ZISKY STĚN		TEPELNÉ ZISKY STŘECHY		TEPELNÁ PRODUKCE SVÍTIDEL		TEPELNÁ PRODUKCE ZAŘÍZENÍ		DO MÍSTNOSTÍ S JINOU TEP.	
30 °C	US,ZD1	0,206 W·m ⁻² ·K ⁻¹	UST	0,168 W·m ⁻² ·K ⁻¹	PLOCHA	72,1 m ²			STROP NAD INP	
	SS,ZD1	4,7 m ²	SST	104,8 m ²	ZÁŘIVKY		ODHAD		SP02-1	33,0 m ²
	SJ,ZD1	4,7 m ²	tr	63,3 °C	P	8 W·m ⁻²	PŘÍKONU	800 W	SP03	38,5 m ²
	SZ,ZD1	24,8 m ²			c1	0,3	c1	0,7	UP02-1	0,564 W·m ⁻² ·K ⁻¹
	trψ,24	18,1 °C			c2	1	c3	0,8	UP03	0,576 W·m ⁻² ·K ⁻¹
	trm,S	26,2 °C							Q1NP	-163 W
	trm,J	29,6 °C							STĚNA DO 1.04	
	trm,Z	29,7 °C							S	5,0 m ²
	QS,S	-9 W							U	0,724 W·m ⁻² ·K ⁻¹
	QS,J	-1 W							Q1.04	-14 W
	QS,Z	-7 W							STĚNA DO B, C2.02, B2.03	
									S	14,6 m ²
									U	0,228 W·m ⁻² ·K ⁻¹
									Q2NP	-13 W
									DVEŘE DO B2.02	
									S	1,4 m ²
									U	2,351 W·m ⁻² ·K ⁻¹
									Q2NP	-14 W
	QS	-18 W	QST	587 W	QSV	173 W	QV	560 W	QZTR	-204 W

Tabulka 2.67: Výpočet tepelných zisků - místnost A2.01

A2.01	TEP. ZISKY Z VNĚJŠ. PROSTŘEDÍ		TEPELNÉ ZISKY Z VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ		
	TEPELNÉ ZISKY STŘECHY		TEPELNÉ ZISKY Z JINÝCH MÍSTNOSTÍ	TEPELNÁ PRODUKCE SVÍTIDEL	
26 °C	UST	0,184 W·m ⁻² ·K ⁻¹	STĚNA DO 2.03, 2.04	PLOCHA	3,5 m ²
	SST	3,5 m ²	S	7,7 m ²	ZÁŘIVKY
	tPODKR	45 °C	t2.03, 04	35 °C	P
			U	1,343 W·m ⁻² ·K ⁻¹	c1
					c2
	QST	12 W	QSI	93 W	QSV
					17 W

Tabulka 2.69: Výpočet tepelných zisků - místnost A2.02

A2.02	TEPELNÉ ZISKY Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ						TEPELNÉ ZISKY Z VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ						VODNÍ ZISKY		
	VÝPLNĚ OTVORŮ				TEPELNÉ ZISKY STĚN		TEPELNÉ ZISKY STŘECHY	TEPELNÉ ZISKY Z JINÝCH MÍSTNOSTÍ		TEPELNÁ PRODUKCE LIDÍ					
	ZISK RADIACÍ		ZISK KONVEKCEÍ												
26 °C	O6	POČET: 1	O6	POČET: 2	US,ZD1	0,206 W·m ⁻² ·K ⁻¹	UST	0,184 W·m ⁻² ·K ⁻¹	STĚNA DO 2.06	POČET OS.	2	POČET OS.	2		
	f	0,13 m	UO	0,807 W·m ⁻² ·K ⁻¹	US,ZD6	0,220 W·m ⁻² ·K ⁻¹	SST	14,8 m ²	S	1,3 m ²	MUŽI	1	MUŽI	1	
	g	0,13 m	Sok,1	3,23 m ²	SV,ZD1	7,5 m ²	tPODKR	45 °C	t2.06	35 °C	ŽENY	1	ŽENY	1	
	la	1,86 m	Sok	6,46 m ²	SS,ZD6	6,0 m ²			U	0,228 W·m ⁻² ·K ⁻¹	i1	1,85	i1	1,85	
	lb	1,21 m	Qok	20 W	trψ,16	34,4 °C					ČINNOST ODPOČÍVAJÍCÍ		ČINNOST ODPOČÍVAJÍCÍ		
	c	0,20 m			trm,V	29,7 °C					Q1	50 W	ml	97 gh-1	
	d	0,20 m			trm,S	26,2 °C									
	e1	0,04 m			QS,V	6 W									
	e2	0,14 m			QS,S	1 W									
	SOS,1	2,23 m ²													
	SOS	2,23 m ²													
	c0	1,15													
	SO	3,23 m ²													
	IO,dif	100 Wm-2													
	s	0,65													
	Qor	960 W													
	QO		979 W		QS	8 W	QST	52 W	QSI	3 W	QL	93 W	QI	179 gh-1	

Tabulka 2.71: Výpočet tepelných zisků - místnost A2.03

A2.03	TEPELNÉ ZISKY Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ				TEPELNÉ ZISKY Z VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ			
	TEPELNÉ ZISKY STĚN		TEPELNÉ ZISKY STŘECHY		TEPELNÉ ZISKY Z JINÝCH MÍSTNOSTÍ		TEPELNÁ PRODUKCE SVÍTEL	
26 °C	US,ZD6	0,220 W·m ⁻² ·K ⁻¹	UST	0,184 W·m ⁻² ·K ⁻¹	STĚNA DO 2.06		PLOCHA	4,0 m ²
	SS,ZD1	2,2 m ²	SST	4,0 m ²	S	2,5 m ²	ZÁŘIVKY	
	trψ,24	18,1 °C	tPODKR	45 °C	t2.06	35 °C	P	8 W·m ⁻²
	trm,S	26,2 °C			U	0,228 W·m ⁻² ·K ⁻¹	c1	0,6
					QSI,1	5 W	c2	1
					STĚNA DO 2.03			
					S	5,3 m ²		
					t2.03	35 °C		
					U	1,343 W·m ⁻² ·K ⁻¹		
					QSI,2	64 W		
	QS	0 W	QST	14 W	QSI	69 W	QSV	19 W

Tabulka 2.70: Výpočet tepelných zisků - místnost B2.01

B2.01	TEP. ZISKY Z VNĚJŠ. PROSTŘEDÍ		TEP. ZISKY Z VNITŘNÍHO PROST.	
	TEPELNÉ ZISKY STŘECHY		TEPELNÁ PRODUKCE SVÍTEL	
26 °C	UST	0,184 W·m ⁻² ·K ⁻¹	PLOCHA	3,9 m ²
	SST	3,9 m ²	ZÁŘIVKY	
	tPODKR	45 °C	P	8 W·m ⁻²
			c1	0,6
			c2	1
	QST	14 W	QSV	19 W

Tabulka 2.72: Výpočet tepelných zisků - místnost B2.02

B2.02	TEPELNÉ ZISKY Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ								TEPELNÉ ZISKY Z VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ								VODNÍ ZISKY
	VÝPLNĚ OTVORŮ						TEPELNÉ ZISKY STĚN		TEPELNÉ ZISKY STŘECHY		TEPELNÉ ZISKY Z JINÝCH MÍSTNOSTÍ		TEPELNÁ PRODUKCE LIDÍ				
	ZISK RADIACÍ			ZISK KONVEKCEÍ													
26 °C	O7	POČET: 1	O7	POČET: 1	US,ZD6	0,220 W·m ⁻² ·K ⁻¹	UST	0,184 W·m ⁻² ·K ⁻¹	STĚNA DO 2.06		POČET OS. 2		POČET OS. 2				
	f	0,13 m	UO	0,939 W·m ⁻² ·K ⁻¹	SS,ZD6	3,2 m ²	SST	19,3 m ²	S	6,5 m ²	MUŽI	1	MUŽI	1			
	g	0,13 m	Sok,1	1,14 m ²	SZ,ZD6	6,5 m ²	tPODKR	45 °C	t2.06	35 °C	ŽENY	1	ŽENY	1			
	la	1,41 m	Sok	1,14 m ²	trψ,24	18,1 °C			U	0,228 W·m ⁻² ·K ⁻¹	i1	1,85	i1	1,85			
	lb	0,48 m	Qok	4 W	trm,S	26,2 °C			QSI,1	13 W	ČINNOST ODPOČÍVAJÍCÍ		ČINNOST ODPOČÍVAJÍCÍ				
	c	0,20 m			trm,Z	29,7 °C			STĚNA DO 2.07		Q1	50 W	ml	97 gh-1			
	d	0,20 m			QS,S	0 W			S	6,1 m ²							
	e1	0,04 m			QS,Z	4 W			t2.07	35 °C							
	e2	0,14 m							U	0,228 W·m ⁻² ·K ⁻¹							
	SOS,1	0,60 m ²							QSI,2	13 W							
	SOS	0,60 m ²							DVEŘE DO 2.07								
	c0	1,15							S	1,4 m ²							
	SO	1,14 m ²							t2.07	35 °C							
	IO,dif	100 Wm-2							U	2,351 W·m ⁻² ·K ⁻¹							
	s	0,65							QSI,3	30 W							
	Qor	276 W															
	QO	280 W		QS	3 W		QST	67 W	QSI	56 W	QL	93 W	QI	179 gh-1			

Tabulka 2.73: Výpočet tepelných zisků - místnost B2.03

B2.03	TEPELNÉ ZISKY Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ				TEPELNÉ ZISKY Z VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ			
	TEPELNÉ ZISKY STĚN		TEPELNÉ ZISKY STŘECHY		TEPELNÉ ZISKY Z JINÝCH MÍSTNOSTÍ		TEPELNÁ PRODUKCE SVÍTEL	
26 °C	US,ZD6	0,220 W·m ⁻² ·K ⁻¹	UST	0,184 W·m ⁻² ·K ⁻¹	STĚNA DO 2.07		PLOCHA	4,0 m ²
	SZ,ZD6	0,2 m ²	SST	4,0 m ²	S	5,1 m ²	ZÁŘIVKY	
	trψ,24	18,1 °C	tPODKR	45 °C	t2.06	35 °C	P	8 W·m ⁻²
	trm,Z	29,7 °C			U	0,228 W·m ⁻² ·K ⁻¹	c1	0,6
							c2	1
	QS	0 W	QST	14 W	QSI	10 W	QSV	19 W

Tabulka 2.74: Výpočet tepelných zisků - místnost C2.01

C2.01	TEP. ZISKY Z VNĚJŠ. PROSTŘEDÍ		TEP. ZISKY Z VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ	
	TEPELNÉ ZISKY STŘECHY		TEPELNÁ PRODUKCE SVÍTIDEL	
26 °C	UST	0,184 W·m ⁻² ·K ⁻¹	PLOCHA	3,5 m ²
	SST	3,5 m ²	ZÁŘIVKY	
	tPODKR	45 °C	P	8 W·m ⁻²
			c1	0,6
			c2	1
	QST	12 W	QSV	17 W

Tabulka 2.75: Výpočet tepelných zisků - místnost C2.02

C2.02	TEPELNÉ ZISKY Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ						TEPELNÉ ZISKY Z VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ				VODNÍ ZISKY			
	VÝPLNĚ OTVORŮ		TEPELNÉ ZISKY STĚN	TEPELNÉ ZISKY STŘECHY	TEPELNÉ ZISKY Z JINÝCH MÍSTNOSTÍ	TEPELNÁ PRODUKCE LIDÍ								
	ZISK RADIACÍ	ZISK KONVEKCE												
26 °C	O7	POČET: 1	O7	POČET: 1	US,ZD6	0,220 W·m ⁻² ·K ⁻¹	UST	0,184 W·m ⁻² ·K ⁻¹	STĚNA DO 2.07	POČET OS.	2	POČET OS.	2	
	f	0,13 m	UO	0,939 W·m ⁻² ·K ⁻¹	US, ZD1	0,206 W·m ⁻² ·K ⁻¹	SST	22,2 m ²	S	5,7 m ²	MUŽI	1	MUŽI	1
	g	0,13 m	Sok,1	1,144 m ²	SJ,ZD1	1,3 m ²	tPODKR	45 °C	t2.06	35 °C	ŽENY	1	ŽENY	1
	la	1,41 m	Sok	1,14 m ²	SZ,ZD6	3,5 m ²			U	0,228 W·m ⁻² ·K ⁻¹	i1	1,85	i1	1,85
	lb	0,48 m	Qok	4 W	trψ,24	18,1 °C			QSI,1	12 W	ČINNOST ODPOČÍVAJÍCÍ		ČINNOST ODPOČÍVAJÍCÍ	
	c	0,20 m			trm,J	29,6 °C			STĚNA DO 1.05		Q1	50 W	ml	97 gh-1
	d	0,20 m			trm,Z	29,7 °C			S	13,8 m ²				
	e1	0,04 m			QS,J	1 W			t1.05	35 °C				
	e2	0,14 m			QS,Z	3 W			U	0,724 W·m ⁻² ·K ⁻¹				
	SOS,1	0,60 m ²							QSI,2	90 W				
	SOS	0,60 m ²												
	c0	1,15												
	SO	1,14 m ²												
	IO,dif	100 Wm-2												
	s	0,65												
	Qor	276 W												
		QO	280 W	QS	4 W	QST	78 W	QSI	101 W	QL	93 W	QI	179 gh-1	

Tabulka 2.76: Výpočet tepelných zisků - místnost C2.03

C2.03	TEPELNÉ ZISKY Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ		TEPELNÉ ZISKY Z VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ	
	TEPELNÉ ZISKY STĚN	TEPELNÉ ZISKY STŘECHY	TEPELNÉ ZISKY Z JINÝCH MÍSTNOSTÍ	TEPELNÁ PRODUKCE SVÍTIDEL
26 °C	UJ,ZD1 0,206 W·m ⁻² ·K ⁻¹	UST 0,184 W·m ⁻² ·K ⁻¹	STĚNA DO 1.05	PLOCHA 4,0 m ²
	SJ,ZD1 0,7 m ²	SST 4,0 m ²	S 4,6 m ²	ZÁŘIVKY
	trψ,24 18,1 °C	tPODKR 45 °C	t1.05 35 °C	P 8 W·m ⁻²
	trm,J 29,6 °C		U 0,724 W·m ⁻² ·K ⁻¹	c1 0,6
				c2 1
	QS 0 W	QST 14 W	QSI 30 W	QSV 19 W

Tabulka 2.77: Výpočet tepelných zisků - místnost D2.01

D2.01	TEP. ZISKY Z VNĚJŠ. PROSTŘEDÍ		TEP. ZISKY Z VNITŘNÍHO PROST.	
	TEPELNÉ ZISKY STŘECHY		TEPELNÁ PRODUKCE SVÍTIDEL	
26 °C	UST	0,184 W·m ⁻² ·K ⁻¹	PLOCHA	3,5 m ²
	SST	3,5 m ²	ZÁŘIVKY	
	tPODKR	45 °C	P	8 W·m ⁻²
			c1	0,6
			c2	1
	QST	12 W	QSV	17 W

Tabulka 2.78: Výpočet tepelných zisků - místnost D2.02

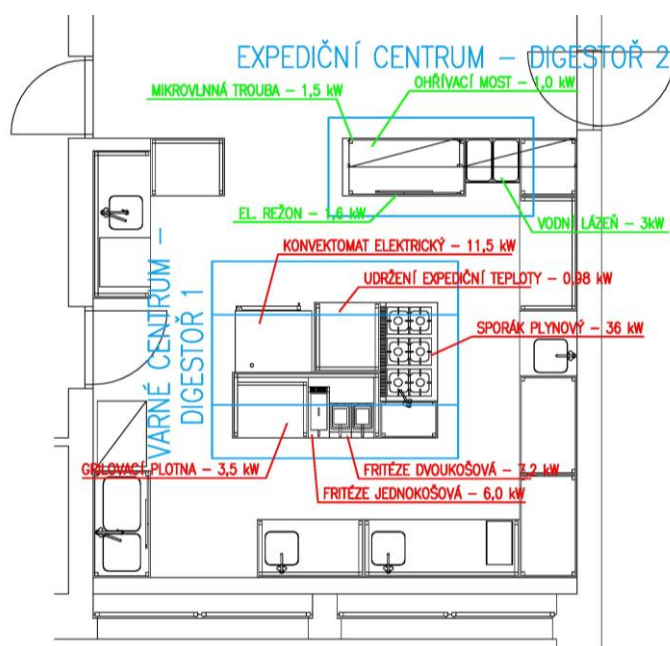
D2.02	TEPELNÉ ZISKY Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ					TEPELNÉ ZISKY Z VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ			VODNÍ ZISKY					
	VÝPLNĚ OTVORŮ		TEPELNÉ ZISKY STĚN	TEPELNÉ ZISKY STŘECHY	TEPELNÉ ZISKY Z JINÝCH MÍSTNOSTÍ	TEPELNÁ PRODUKCE LIDÍ								
	O6	POČET: 1					ZISK KONVEKČÍ							
26 °C	f	0,13 m	O6	POČET: 2	US,ZD1	0,206 W·m ⁻² ·K ⁻¹	UST	0,184 W·m ⁻² ·K ⁻¹	STĚNA DO 1.05	POČET OS.	2	POČET OS	2	
	g	0,13 m	UO	0,807 W·m ⁻² ·K ⁻¹	SV,ZD1	7,5 m ²	SST	14,8 m ²	S	0,6 m ²	MUŽI	1	MUŽI	1
	la	1,86 m	Sok,1	3,23 m ²	SJ,ZD1	6,7 m ²	tPODKR	45 °C	t1.05	35 °C	ŽENY	1	ŽENY	1
	lb	1,21 m	Sok	6,46 m ²	trψ,24,V	34,4 °C			U	0,724 W·m ⁻² ·K ⁻¹	i1	1,85	i1	1,85
	c	0,20 m	Qok	20 W	trψ,24,J	37,9 °C					ČINNOST ODPOČÍVAJÍCÍ		ČINNOST ODPOČÍVAJÍCÍ	
	d	0,20 m			trm,V	29,7 °C					Q1	50 W	ml	97 gh-1
	e1	0,04 m			trm,J	29,6 °C								
	e2	0,14 m			QS,V	6 W								
	SOS,1	2,18 m ²			QS,S	6 W								
	SOS	2,18 m ²												
	c0	1,15												
	SO	3,23 m ²												
	l0,dif	100 Wm-2												
	s	0,65												
	Qor	945 W												
		QO	965 W			QS	12 W	QST	52 W	QSI	4 W	QL	93 W	QI

Tabulka 2.79: Výpočet tepelných zisků - místnost D2.03

D2.03	TEPELNÉ ZISKY Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ		TEPELNÉ ZISKY Z VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ	
	TEPELNÉ ZISKY STĚN	TEPELNÉ ZISKY STŘECHY	TEPELNÉ ZISKY Z JINÝCH MÍSTNOSTÍ	TEPELNÁ PRODUKCE SVÍTIDEL
26 °C	US,ZD1 0,206 W·m ⁻² ·K ⁻¹	UST 0,184 W·m ⁻² ·K ⁻¹	STĚNA DO 1.05	PLOCHA 4,0 m ²
	SJ,ZD1 2,7 m ²	SST 4,0 m ²	S 2,6 m ²	ZÁŘIVKY
	trψ,24 18,1 °C	tPODKR 45 °C	t1.05 35 °C	P 8 W·m ⁻²
	trm,J 29,6 °C		U 0,724 W·m ⁻² ·K ⁻¹	c1 0,6
				c2 1
	QS 1 W	QST 14 W	QSI 17 W	QSV 19 W

2.3.5 VÝPOČET TEPELNÝCH ZISKŮ OD ZAŘÍZENÍ KUCHYNĚ (PROGRAM ATREA – VĚTRÁNÍ KUCHYNÍ)

V kuchyni (1.10) jsou varná zařízení soustředěna do 2 center, které jsou odsávány pomocí digestoří (viz Obr. 2.8). Umístění digestoří nad zdroje tepla napomáhá snížení emisí citelného tepla a vodní páry do prostoru kuchyně a tím snížení tepelné zátěže. Program Atrea – Větrání kuchyní, zohledňuje vliv odsávání vzduchu při výpočtu tepelné zátěže a pomáhá při návrhu odsávacího zařízení podle německé směrnice VDI 2052.

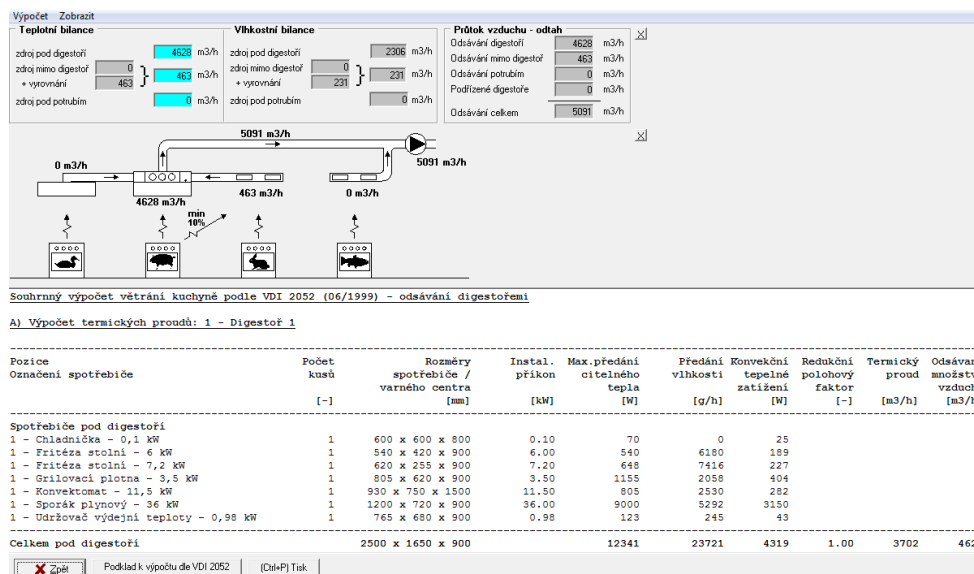


Obr. 2.8: Schéma zařízení kuchyně

2.3.5.1 POSTUP VÝPOČTU

Postup výpočtu podle směrnice VDI 2050 probíhá v následujících krocích[8]:

- zásady větrání kuchyně, intenzita větrání
- návrh rozměrů odsávací digestoře
- stanovení produkce citelného tepla a vlhkosti podle druhu zařízení a příkonu
- konvekční tepelné zatížení $Q_{s,k}$ pro každé zařízení
- výpočet termických proudů od zařízení
- výpočet množství odsávaného vzduchu
- kontrolní výpočet vlhkostní bilance
- tlakové ztráty digestoří
- plynová kontrola spotřebičů



Obr. 2.9: Prostředí programu Atrea Větrání kuchyní

Tabulka 2.80: Tepelný zisk od spotřebičů - místnost 1.10 - kuchyň

Pol. č.	Seznam strojů a zařízení Název	ks	EL. PŘÍKON [kW]		CELKOVÝ PŘÍKON [kW]	REDUKČNÍ SOUČINITELE			CITELNÉ TEPLLO [kW]		PRODUKCE PÁRY [g/h]
			1 ks	celk.		c1	c2	c3	BEZ VLVIVU ODSÁVÁNÍ	S VLVIVEM ODSÁVÁNÍ	
1.10 - KUCHYŇ											
49	sporák plynový, 6 hořáků, otevřená podestavba	1			36,00	Současnost zohledňuje program ATREA Větrání kuchyní hodnotou 0,7	1,0	1,0		9,000	5292
50	konvektomat elektrický, 6xGN 1/1, včetně podstavce	1	11,50	11,50	11,50		1,0	1,0		0,805	2530
53	zařízení na šetrné dohrotení a udržení pokrmů v bezpečné expediční teplotě	1	0,98	0,98	0,98		1,0	1,0		0,123	245
58	fritéza stolní, dvoukošová, objem 1 koše 7 - 8 l, elektrická	1	6,00	6,00	6,00		1,0	1,0		0,540	6180
59	fritéza stolní, jednokošová, profi, objem koše 7 - 10 l, elektrická	1	7,20	7,20	7,20		1,0	1,0		0,648	7416
61	grilovací plotna, pečící plocha 475x300 mm, stolní	1	3,50	3,50	3,50		1,0	1,0		1,155	2058
62	mraznička podstolová, jednodveřová, teplotní rozsah -9°/ -26°C, nerez, dveře plné, křídlové, nerez, uzamykatelné, teploměr, objem 133 l	1	0,10	0,10	0,10		1,0	1,0		0,070	0
64	vodní lázeň elektrická, 2 x GN 1/1, včetně podstavce	1	3,00	3,00	3,00		1,0	1,0		0,375	882
65	režon elektrický, dveře posuvné, ovládání vpravo, nerez	1	1,60	1,60	1,60		1,0	1,0		0,480	0
67	ohřívací most elektrický se stojanovou policí, dvoupodlažní, ovládání vlevo, nerez	1	1,00	1,00	1,00		1,0	1,0		0,125	250
68	mikrovlnná trouba profesionální, objem 18 l	1	1,50	1,50	1,50		1,0	1,0		0,075	23
55	chladicí skříň monoklimatická, jednodveřová, dveře plné, bílá, objem 174 l	2	0,10	0,20	0,20	0,70	1,0	1,0	0,140		
71	mycí stroj na bílé nádobí, podstolový, koš 500x500 mm, teoretický výkon 40/28/24 košů/hod, spotřeba vody na mycí cyklus 2.4 l, vestavěný zásobník mycího a oplachového prostředku	1	7,90	7,90	7,90		0,02	1,0	0,111		600

Tabulka 2.81: Tepelný zisk od spotřebičů - místnost 1.04 - hospoda

Pol. č.	Seznam strojů a zařízení Název	ks	EL. PŘÍKON [kW]		CELKOVÝ PŘÍKON [kW]	REDUKČNÍ SOUČINITELE			CITELNÉ TEPLO [kW]	PRODUKCE PÁRY [g/h]
			1 ks	celk.		c1	c2	c3		
	1.04 - HOSPODA									
91	mycí stroj na sklo a kávový porcelán, podstolový, koš 500x500 mm, teoretický výkon 40/28/24 košů/hod, spotřeba vody na mycí cyklus 2.4 l, vestavěný zásobník mycího a oplachového prostředku	1	7,90	7,90	7,90	0,7	0,02	1,0	0,1	600
93	výčepní zařízení - kompletní, pod pracovní plochou prodejního pultu - baru pol. č. 90 chladič část, nad pracovní plochou baru výčepní část	1	0,50	0,50	0,50		1,0	1,0	0,4	
94	chladič stůl nápojový - 2 sekce, sekce s uzamykatelnými nápojovými zásuvkami, nad agregátem chlazená vanička na lahve s nápoji, agregát vpravo, bez pracovní desky, nerez	1	0,35	0,35	0,35		1,0	1,0	0,2	
97	výrobník kostkového ledu, 45 kg/den, zásobník 18 kg, vzduchem chlazený	1	0,36	0,36	0,36		1,0	1,0	0,3	
98	kávovar automatický, dvoupákový	1	7,10	7,10	7,10		0,050	1,0	0,2	750
100	mlýnek kávy profesionální	1	0,30	0,30	0,11		1,0	1,0	0,1	800

2.3.6 TEPELNÁ BILANCE - SOUHRN

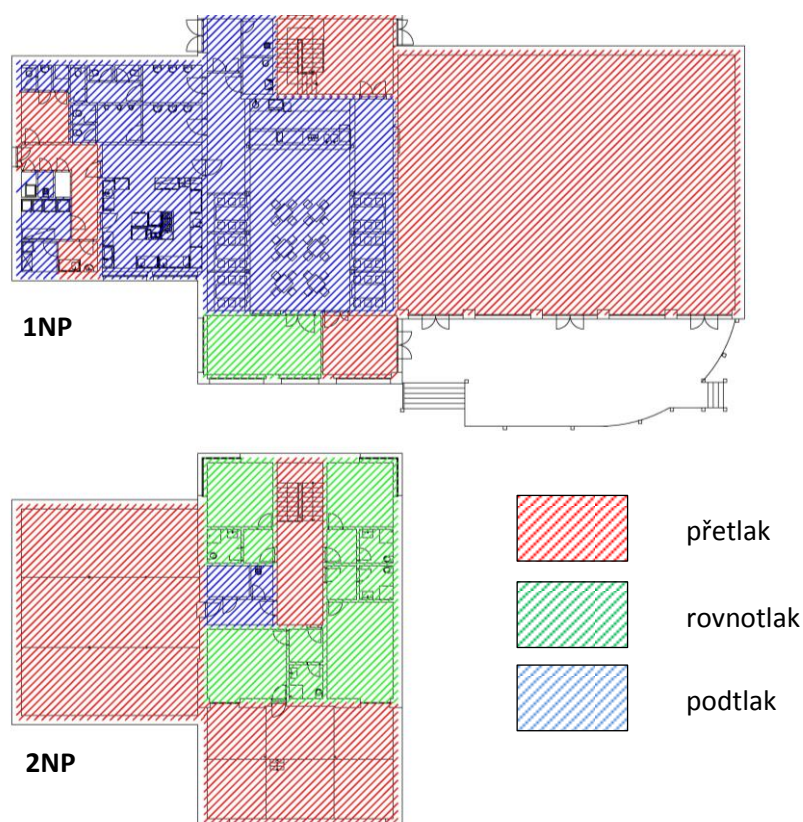
Tabulka 2.82: Souhrnná tabulka tepelné bilance

VZT 1					VZT 2					VZT 3				
č. m.	TEPELNÉ ZTRÁTY		TEPELNÉ ZISKY		č. m.	TEPELNÉ ZTRÁTY		TEPELNÉ ZISKY		č. m.	TEPELNÉ ZTRÁTY		TEPELNÉ ZISKY	
	$\theta_{\text{int},i}$ [°C]	$\Phi_{\text{T},i}$ [W]	$\theta_{\text{int},i}$ [°C]	$\Phi_{\text{T},i}$ [W]		$\theta_{\text{int},i}$ [°C]	$\Phi_{\text{T},i}$ [W]	$\theta_{\text{int},i}$ [°C]	$\Phi_{\text{T},i}$ [W]		$\theta_{\text{int},i}$ [°C]	$\Phi_{\text{T},i}$ [W]	$\theta_{\text{int},i}$ [°C]	$\Phi_{\text{T},i}$ [W]
1.02	18	569	30	1992	1.10	21	807	26	15059	1.05	21	6147	26	14685
1.03	21	1153	26	3888						2.07	12	311	30	538
1.04	21	1943	26	6655										
1.06														
1.07	18	671	26	1022										
2.01														
2.02														
1.08	21	102	26	76										
1.09	15	159	26	42										
1.25														
1.11	24	763	26	204										
1.12														
1.13	21	33	26	210										
1.14														
1.15														
1.16	21	316	26	-5										
1.17														
1.18														
1.19	21	469	26	-1										
1.20														
1.21														
1.22	10	-194	15	395										
1.23	21	257	26	-34										
1.24	10	-4	15	113										
2.06	12	935	30	1875										
A2.01	21	41	26	122										
A2.02	21	463	26	1134										
A2.03	21	241	26	102										
B2.01	21	5	26	32										
B2.02	21	299	26	499										
B2.03	21	167	26	44										
C2.01	21	2	26	29										
C2.02	21	324	26	555										
C2.03	21	190	26	63										
D2.01	21	3	26	29										
D2.02	21	395	26	1125										
D2.03	21	187	26	51										

	SOUHRN		
	VZT1	VZT2	VZT3
CELKOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA [kW]	9,26	0,81	6,46
CELKOVÁ TEPELNÁ ZÁTĚŽ [kW]	20,11	15,06	15,22

2.4 KONCEPCE VĚTRÁNÍ

Pro zabránění infiltrace venkovního vzduchu do budovy bude větrání místností (společenský sál, zádveří), přes které je realizován pohyb návštěvníků mezi interiérem a exteriérem, řešeno přetlakově. Aby se zabránilo šíření pachů z prostor restaurace dále do budovy, bude v této místnosti odváděno více vzduchu, než se přivede, navíc schodiště a chodba do 2NP budou větrány přetlakově. Odvod vzduchu bude také realizován prostory hygienických zařízení. Kuchyně, jejíž větrání je zabezpečeno samostatnou vzduchotechnickou jednotkou, bude větrána v rovnotlakém režimu, stejně tak ubytovací apartmány (viz Obr. 2.10).



Obr. 2.10: Schéma tlakových režimů

2.4.1 PRŮTOK VĚTRACÍHO VZDUCHU

Vzhledem k tomu, že systém vzduchotechniky má zabezpečovat pokrytí tepelných ztrát a zisků, bude se množství větracího vzduchu odvíjet od teplotně vlhkostní bilance jednotlivých místností. Dále je nutné stanovit množství větracího vzduchu podle hygienických požadavků pro potřeby osob či zařizovacích předmětů.

Tabulka 2.83: Množství odváděného vzduchu pro hygienická zařízení [21]

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY	
UMYVADLO	30 m ³ /h
PISOÁR	25 m ³ /h
WC	50 m ³ /h
SPRCHA	80 m ³ /h

Práce obsluhy restauračního zařízení můžeme začlenit podle [20] do kategorie IIb. Podle [20] má být minimální množství čerstvého vzduchu přiváděného na pracoviště pro tuto kategorii 70 m³/h·os. Shrnutí potřeby přívodního vzduchu pro osoby v objektu uvádí Tabulka 2.84.

Tabulka 2.84: Dávka vzduchu pro různé činnosti [20], [25]

PŘÍVOD ČERSTVÉHO VZDUCHU	
PRACOVNÍK	70 m ³ /h
SEDÍCÍ	30 m ³ /h
KUŘÁK	50 m ³ /h
TANČÍCÍ	100 m ³ /h
ODPOČÍVAJÍCÍ	25 m ³ /h

Prívod vzduchu pro potřeby spalování plynu V_j [m³/h] (pro plynový sporák) je dán vztahem (2.31). [24]

$$V_j = 1,1 \cdot \lambda \cdot Q_j, \quad (2.31)$$

kde 1,1 je konstanta pro plyn [m³/(kW·h)]

λ je součinitel přebytku vzduchu [-], pokud není hodnota známa, volíme $\lambda=1,8$

Q_j je jmenovitý výkon spotřebiče [kW]

2.4.2 PRŮTOK VĚTRACÍHO VZDUCHU PRO JEDNOTLIVÉ MÍSTNOSTI

Stanovení minimálního množství přívodního čerstvého vzduchu pro jednotlivé místnosti uvádí Tabulka 2.85.

Tabulka 2.85: Minimální množství čerstvého přívodního vzduchu pro jednotlivé místnosti

č. m.	LIDÉ			ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY					NÁSOBNOST			Σ (LIDÉ + ZP) [m³/h]	MAX {n; Σ (LIDÉ + ZP)} [m³/h]
	POČET	[m³/h.OS]	CELKEM [m³/h]	UMYVADLA [ks]	PISOÁRY [ks]	WC [ks]	SPRCHY [ks]	CELKEM [m³/h]	n [h ⁻¹]	OBJEM [m³]	CELKEM [m³/h]		
1.02									1	39	39	0	39
1.03	10	30											
	5	50	550						6	60	361	550	550
1.04	48	30											
	20	50											
	4	70	2720	2				60	6	395	2371	2780	2780
1.05	50	100											
	100	30	8000						6	1284	7704	8000	8000
1.06													
1.07													
2.01													
2.02									1	137	137	0	137
1.08				1		1		80	6	11	63,9	80,0	80
1.09													
1.25						1		50	0,5	28	14	50	50
1.11													
1.12				3		3		240	4	47	186	240	240
1.13													
1.14				3	3	2		265	5	47	233	265	265
1.15													
1.16													
1.17				1		1	1	160	3	33	100	160	160
1.18													
1.19													
1.20													
1.21						1		50	1	47	47	50	50
1.22			0						0,5	19	10		10
1.23	1	30	30	1				30	3	11	34	60	60
1.24									0,5	13	7	0	7
2.03									0,5	11	6	0	6
2.04						1		50	0,5	5	3	50	50
2.05									0,5	14	7	0	7
2.06									0,5	544	272	0	272
2.07									0,5	136	68	0	68
A2.01													
A2.02													
A2.03	2	25	50	1		1	1	160	0,5	54	27	210	210
B2.01													
B2.02													
B2.03	2	25	50	1		1	1	160	0,5	65	33	210	210
C2.01													
C2.02													
C2.03	2	25	50	1		1	1	160	0,5	71	36	210	210
D2.01													
D2.02													
D2.03	2	25	50	1		1	1	160	0,5	54	27	210	210
č. m.	LIDÉ			ZAŘÍZENÍ KUCHYNĚ				NÁSOBNOST			Σ (LIDÉ + ZP) [m³/h]	MAX {n; Σ (LIDÉ + ZP)} [m³/h]	
	POČET	[m³/h.OS]	CELKEM [m³/h]	UMYVADLA [ks]	PRŮTOK DIGEST. - ATREA VĚTRÁNÍ KUCHYNÍ [m³/h]	PLYNOVÝ SP. [m³/h]	CELKEM [m³/h]	n [h ⁻¹]	OBJEM [m³]	CELKEM [m³/h]			
1.10	4	70	280	5	6190	91,3	6430	15	122	1825	6710	6710	

2.4.3 PRŮTOK VZDUCHU PRO POKRYTÍ TEPELNÝCH ZTRÁT A TEPELNÉ ZÁTĚŽE

2.4.3.1 NÁVRHOVÉ PODMÍNKY VÝPOČTU

Výpočet jsem provedl podle [10] a [13].

- zimní období: $\theta_e = -15\text{ °C}$ $\theta_i = 21\text{ °C}$
 $\phi_e = 84\text{ %}$ $\phi_i = 50\text{ %}$

	$h_e = -13,1 \text{ kJ/kg}$	$h_i = 39 \text{ kJ/kg}$
• letní období:	$\theta_e = 29 \text{ °C}$	$\theta_i = 26 \text{ °C}$
	$\phi_e = 37 \text{ %}$	$\phi_i = 55 \text{ %}$
	$h_e = 53,2 \text{ kJ/kg}$	$h_i = 56,2 \text{ kJ/kg}$

Základní vztah pro stanovení výkonu Q [W]:

$$Q = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t, \quad (2.32)$$

Výměna vzduchu v objektu je zajišťována pomocí tří vzduchotechnických jednotek.

2.4.4 VZDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA VZT1

Převážná část budovy spadá pod zařízení VZT1. Při návrhu výkonu přívodního vzduchu je tedy nutné, aby pokrytí tepelných zisků a ztrát vyhovělo při konstantním průtoku letnímu i zimnímu režimu provozu v každé klimatizované místnosti. Pomocí aplikace excel jsem proto opakovaným výpočtem hledal optimální hodnotu Δt přívodního vzduchu a jeho objemový průtok pro jednotlivé místnosti, abych dosáhl požadovaného výsledku pro každou místnost.

Při výpočtu jsem vycházel z nutné výměny vzduchu pro splnění hygienické potřeby (viz kapitola 2.4.1). Pomocí těchto průtoků jsem stanovil Δt pro zimní a letní provoz. Tyto hodnoty sloužily pouze jako počáteční pro další úpravu průtoků vzduchu. Výsledná hodnota Δt přívodního vzduchu pro zimní a letní režim byla ve výsledku jiná.

$$\Delta t_z = \frac{\Phi_{T,i,z}}{V \cdot \rho \cdot c}, \quad (2.33)$$

$$\Delta t_l = \frac{\Phi_{T,i,l}}{V \cdot \rho \cdot c}, \quad (2.34)$$

kde $\Phi_{T,i,z}$, $\Phi_{T,i,l}$ je tepelná ztráta, tepelná zátěž místnosti [W],

V je objemový průtok vzduchu [m^3/h],

ρ je hustota vzduchu [kg/m^3],

c je měrná tepelná kapacita vzduchu [$\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$].

Výsledné hodnoty Δt :

- zimní období – $\Delta t_z = (t_p - t_i) = (22 - 21) = 1 \text{ K}$
- letní období – $\Delta t_l = (t_i - t_p) = (26 - 24) = 2 \text{ K}$

Červené hodnoty ve sloupci FCU (viz Tabulka 2.86) značí potřebu umístit do místnosti další zařízení pro zajištění dostatečného topného a chladicího výkonu. Pro potřebu řešeného objektu uvažuji s vodním systémem Fancoil. Zeleně v tomtéž sloupci jsou vyznačeny místnosti, kde chybí pouze topný výkon. Zde bude umístěn pouze elektrický ohřívač do potrubí příslušné větve.

Tabulka 2.86: Výkon a průtok přívodního vzduchu - VZT1

č. m.	TEPELNÉ ZTRÁTY		TEPELNÉ ZISKY		NUTNÁ VÝMĚNA [m ³ /h]	PRŮTOK ČERSTVÉHO VZDUCHU [m ³ /h]	ZIMA	LÉTO	FCU	
	$\theta_{int,i}$ [°C]	$\Phi_{T,i}$ [W]	$\theta_{int,i}$ [°C]	$\Phi_{T,i}$ [W]			VÝKON PŘÍV. VZDUCHU [W]	VÝKON PŘÍV. VZDUCHU [W]	TOPNÝ VÝKON [W]	CHLADÍCÍ VÝKON [W]
1.03	21	1153	26	3888	550	800	265	530	888	3358
1.02	18	569	30	1992	39	260	344	516	224	1475
1.04	21	1943	26	6655	2780	2780	920	1841	1023	6806
1.06	18	671	26	1022	137	300	397	199	274	823
1.07										
2.01										
2.02										
1.08	21	102	26	76	80	150	50	99	52	-23
1.09	15	159	26	42	50	60	139	40	20	3
1.25										
1.11	24	763	26	204	240	300	-199	199	961	6
1.12										
1.13	21	33	26	210	265	300	99	199	-66	11
1.14										
1.15	21	316	26	-5	160	160	53	106	263	-111
1.16										
1.17										
1.18										
1.19	21	469	26	-1	50	210	70	139	400	-140
1.20										
1.21										
1.22	10	-194	15	395	10	20		-60	-194	455
1.23	21	257	26	-34	60	110	36	73	220	-107
1.24	10	-4	15	113	7	20	79	-60	-84	173
2.06	12	935	30	1875	272	300	993	596	-58	1279
A2.01	21	41	26	122	210	100	33	66	712	1292
A2.02	21	463	26	1134						
A2.03	21	241	26	102						
B2.01	21	5	26	32	210	100	33	66	438	509
B2.02	21	299	26	499						
B2.03	21	167	26	44						
C2.01	21	2	26	29	210	100	33	66	483	581
C2.02	21	324	26	555						
C2.03	21	190	26	63						
D2.01	21	3	26	29	210	100	33	66	552	1139
D2.02	21	395	26	1125						
D2.03	21	187	26	51						

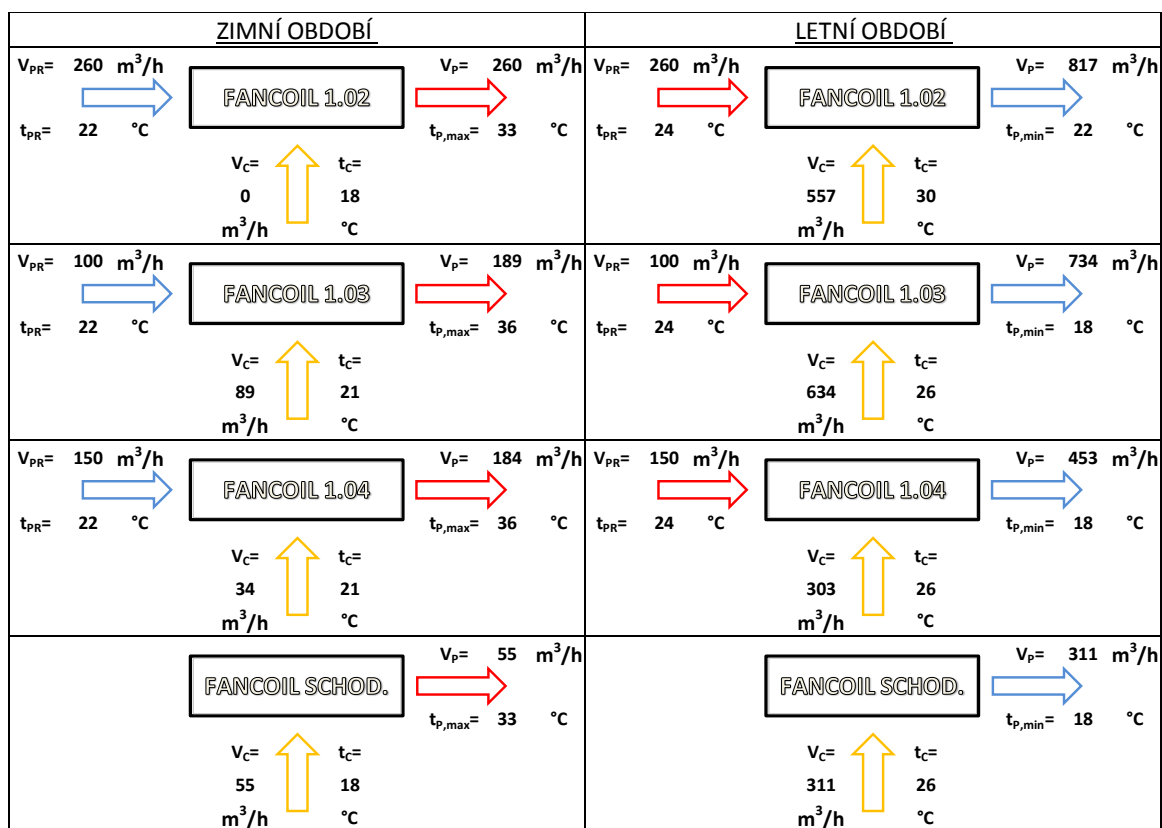
Hodnoty Δt pro vzuch po úpravě ve FCU:

- zimní období – $\Delta t_{fcu,z} = (t_p - t_i) = (36 - 21) = 15\ K$
- letní období – $\Delta t_{fcu,l} = (t_i - t_p) = (26 - 18) = 8\ K$

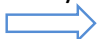
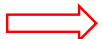
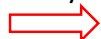
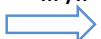
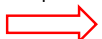
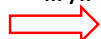
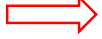
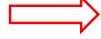
Pro takové Δt_{fcu} jsem stanovil výkon a průtok cirkulačního vzduchu fancoily v jednotlivých místnostech. Jednotky fancoil jsou voleny jako směšovací (ve směšovací komoře se mísí čerstvý vzduch se vzduchem cirkulačním), pouze pro účely chodby ve 2NP je zvolen fancoil cirkulační, bez napojení na přírodní vzduch.

Tabulka 2.87: Potřebný výkon a množství cirkulačního vzduchu pro jednotky Fancoil

č. m.	POČET FCU V MÍST.	TEPELNÉ ZTRÁTY		TEPELNÉ ZISKY		VODNÍ ZISKY	PRŮTOK VZDUCHU	VÝKON ČERSTVÉHO VZDUCHU		VÝKON FCU		CIRKULACE			
		$\theta_{int,i}$ [°C]	$\Sigma \Phi_{T,i}$ [W]	$\theta_{int,i}$ [°C]	$\Sigma \Phi_{T,i}$ [W]	M_w [g·h ⁻¹]	V_{PR} [m ³ ·h ⁻¹]	Q_z [W]	Q_c [W]	Q_{OHR} [W]	Q_{CHLAD} [W]	$V_{CIRK,Z}$ [m ³ ·h ⁻¹]	$V_{CIRK,L}$ [m ³ ·h ⁻¹]		
												CELKEM	1KS	CELKEM	1KS
1.02	1	18	569	30	1992	-	260	344	516	224	1475		0	557	557
1.03	2	21	1153	26	3888	1173	800	265	530	888	3358	179	89	1268	634
1.04	6	21	1943	26	6655	12346	2780	920	1841	1023	4814	206	34	1818	303
1.06															
1.07	1	18	671	26	1022	-	300	397	199	274	823	55	55	311	311
2.01															
2.02															
1.11,12	1	24	763	26	204	-	300	-199	199	961	6	194	194	2	2
A2.01	1	21		26											
A2.02		21	745	26	1358	179	100			712	1292	143	143	488	488
A2.03		21		26											
B2.01	1	21		26											
B2.02		21	471	26	575	179	100			438	509	88	88	192	192
B2.03		21		26											
C2.01	1	21		26				33	66						
C2.02		21	516	26	647	179	100			483	581	97	97	219	219
C2.03		21		26											
D2.01	1	21		26											
D2.02		21	585	26	1206	179	100			552	1139	111	111	430	430
D2.03		21		26											

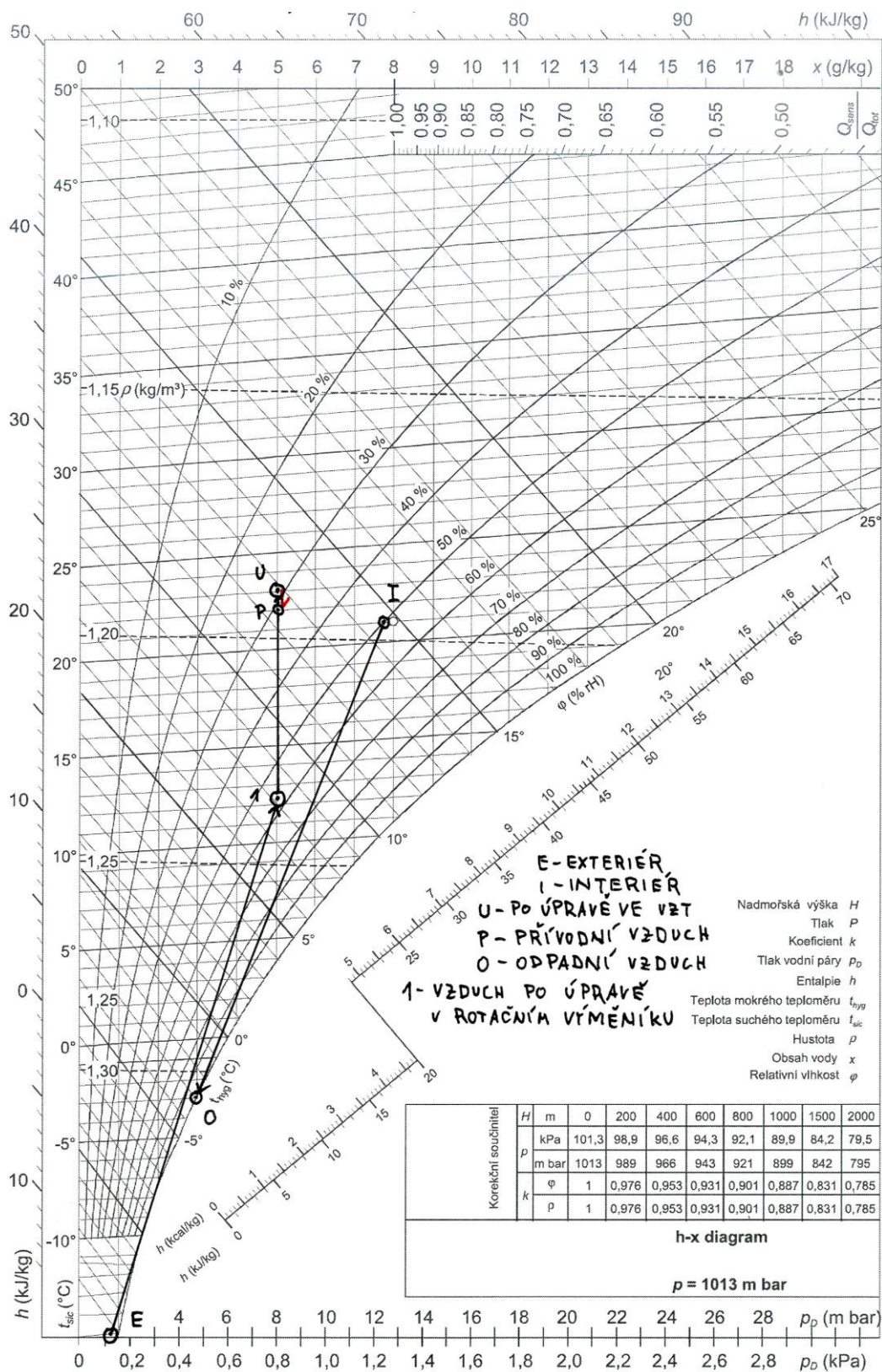


Obr. 2.11: Schéma cirkulace vzduchu jednotek fancoil

ZIMNÍ OBDOBÍ				LETNÍ OBDOBÍ			
$V_{PR}= 100 \text{ m}^3/\text{h}$  $t_{PR}= 22 \text{ }^{\circ}\text{C}$	FANCOIL AP. A $V_C= 143 \text{ m}^3/\text{h}$  $t_C= 21 \text{ }^{\circ}\text{C}$	 $V_P= 243 \text{ m}^3/\text{h}$ $t_{p,max}= 36 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$V_{PR}= 100 \text{ m}^3/\text{h}$  $t_{PR}= 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$	FANCOIL AP. A $V_C= 488 \text{ m}^3/\text{h}$  $t_C= 26 \text{ }^{\circ}\text{C}$	 $V_P= 588 \text{ m}^3/\text{h}$ $t_{p,min}= 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$		
$V_{PR}= 100 \text{ m}^3/\text{h}$  $t_{PR}= 22 \text{ }^{\circ}\text{C}$	FANCOIL AP. B $V_C= 88 \text{ m}^3/\text{h}$  $t_C= 21 \text{ }^{\circ}\text{C}$	 $V_P= 188 \text{ m}^3/\text{h}$ $t_{p,max}= 36 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$V_{PR}= 100 \text{ m}^3/\text{h}$  $t_{PR}= 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$	FANCOIL AP. B $V_C= 192 \text{ m}^3/\text{h}$  $t_C= 26 \text{ }^{\circ}\text{C}$	 $V_P= 292 \text{ m}^3/\text{h}$ $t_{p,min}= 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$		
$V_{PR}= 100 \text{ m}^3/\text{h}$  $t_{PR}= 22 \text{ }^{\circ}\text{C}$	FANCOIL AP. C $V_C= 97 \text{ m}^3/\text{h}$  $t_C= 21 \text{ }^{\circ}\text{C}$	 $V_P= 197 \text{ m}^3/\text{h}$ $t_{p,max}= 36 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$V_{PR}= 100 \text{ m}^3/\text{h}$  $t_{PR}= 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$	FANCOIL AP. C $V_C= 219 \text{ m}^3/\text{h}$  $t_C= 26 \text{ }^{\circ}\text{C}$	 $V_P= 319 \text{ m}^3/\text{h}$ $t_{p,min}= 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$		
$V_{PR}= 100 \text{ m}^3/\text{h}$  $t_{PR}= 22 \text{ }^{\circ}\text{C}$	FANCOIL AP. D $V_C= 111 \text{ m}^3/\text{h}$  $t_C= 21 \text{ }^{\circ}\text{C}$	 $V_P= 211 \text{ m}^3/\text{h}$ $t_{p,max}= 36 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$V_{PR}= 100 \text{ m}^3/\text{h}$  $t_{PR}= 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$	FANCOIL AP. D $V_C= 430 \text{ m}^3/\text{h}$  $t_C= 26 \text{ }^{\circ}\text{C}$	 $V_P= 530 \text{ m}^3/\text{h}$ $t_{p,min}= 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$		

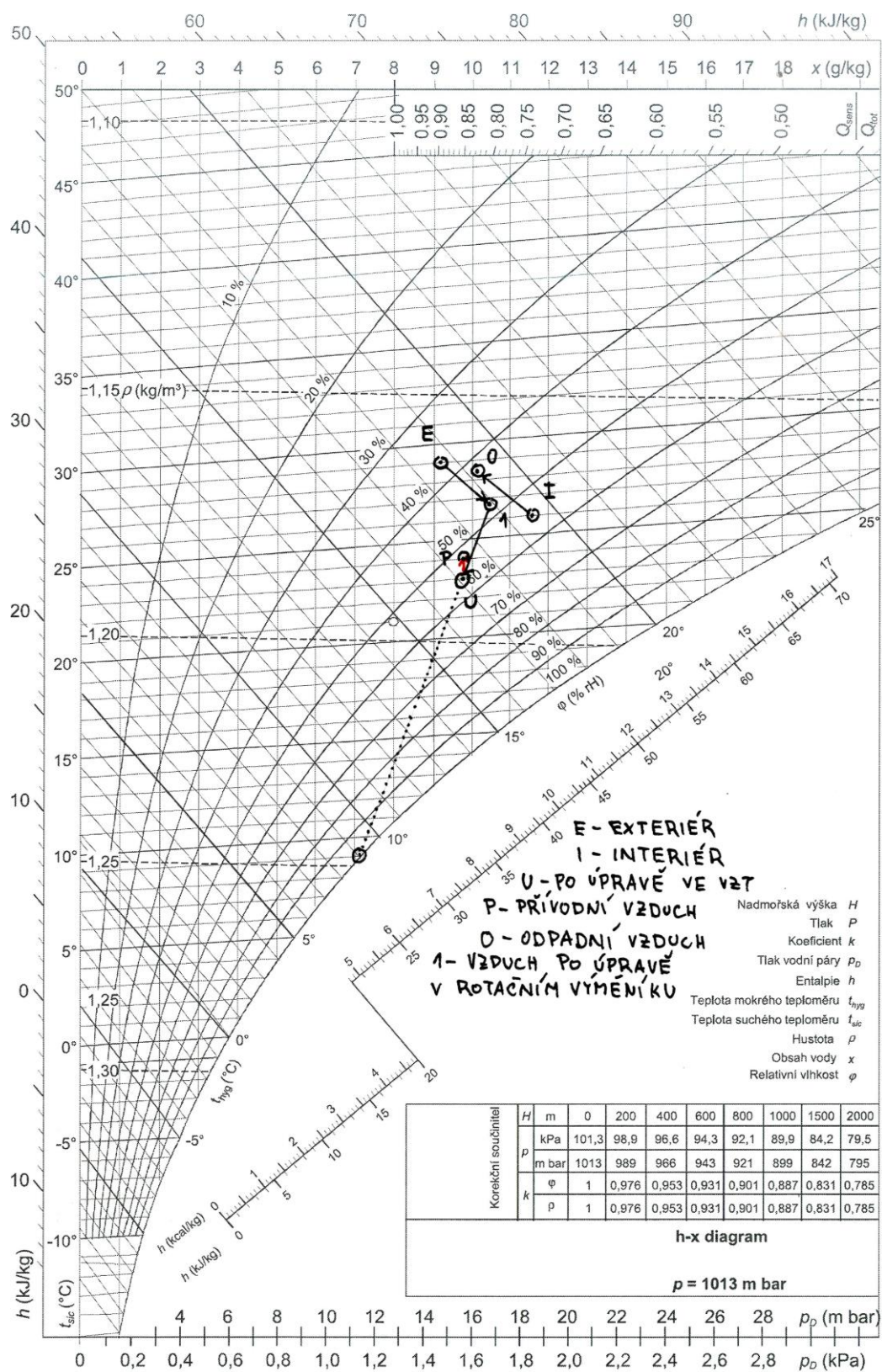
Obr. 2.12: Schéma cirkulace vzduchu jednotek fancoil (pokračování)

2.4.4.1 VZT 1 - H-X DIAGRAM- ZIMNÍ PROVOZ



Obr. 2.13: H-X diagram - VZT 1 - zimní provoz

2.4.4.3 VZT 1 - H-X DIAGRAM- LETNÍ PROVOZ



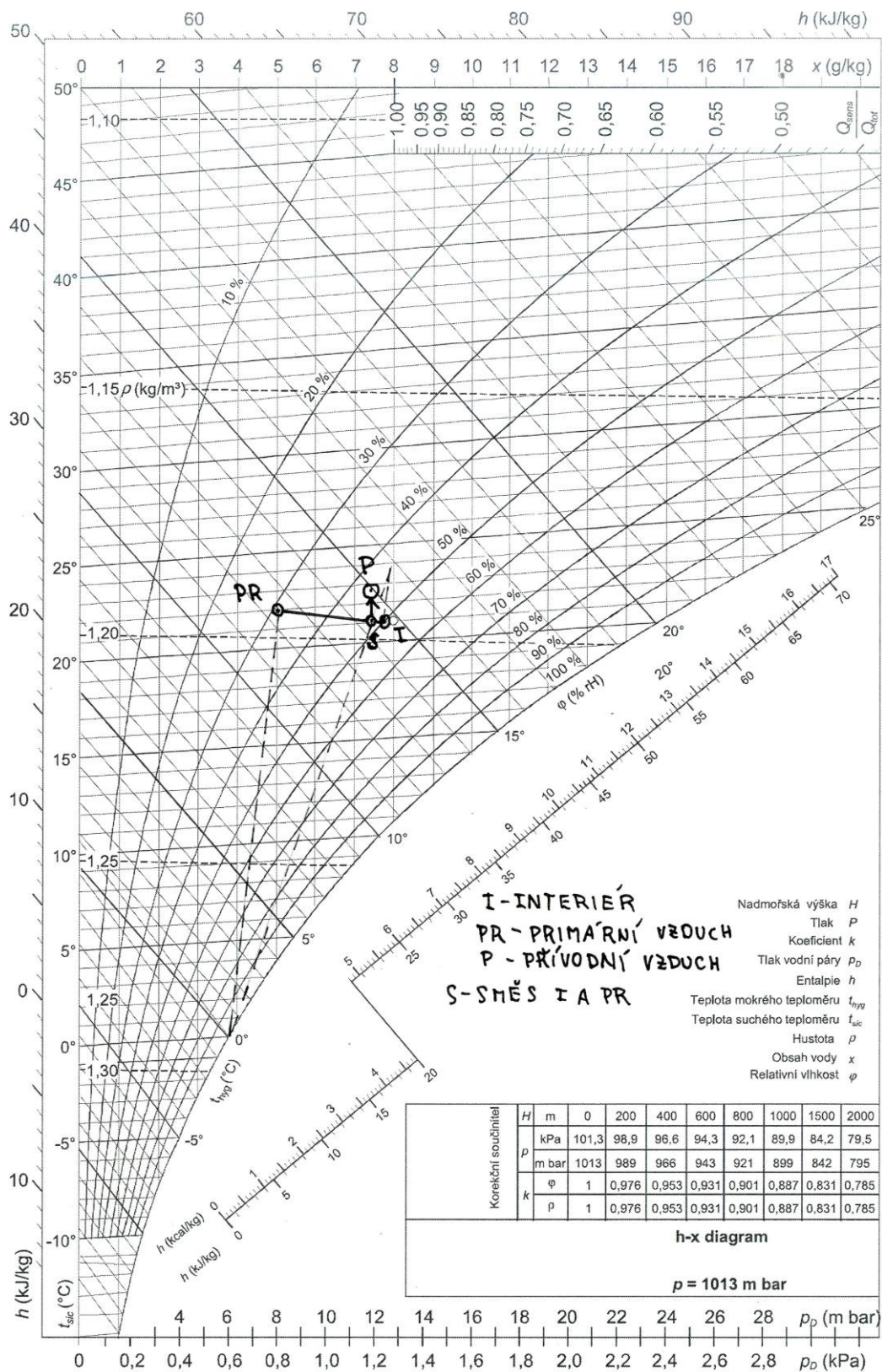
Obr. 2.14: H-X diagram - VZT 1 - letní provoz

2.4.5 NÁVRH JEDNOTEK FANCOIL

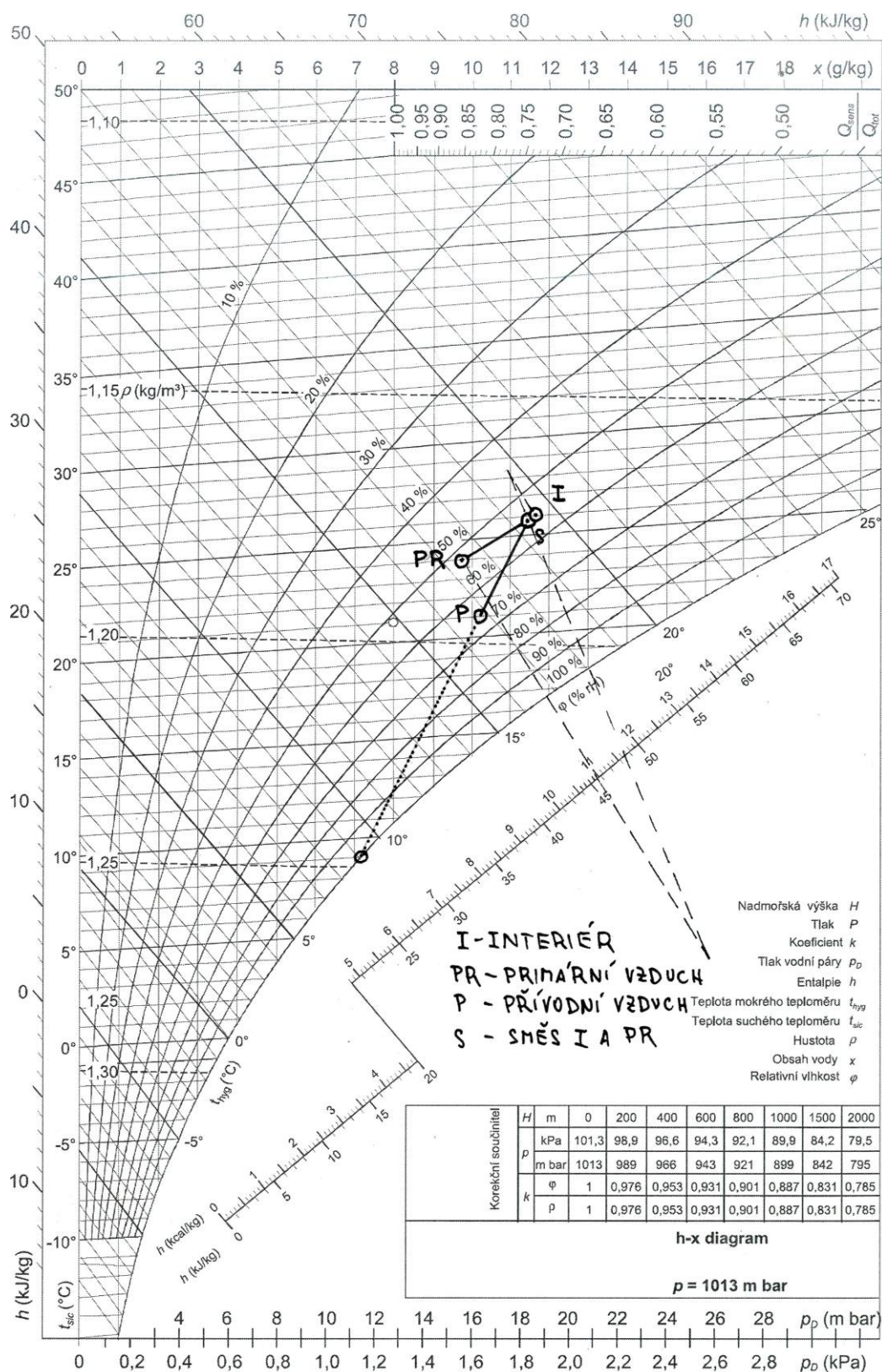
Tabulka 2.88: Návrh jednotek fancoil

č. m.	POČET FCU V MÍST.	TEPELNÉ ZTRÁTY		TEPELNÉ ZISKY		PRIMÁRNÍ VZDUCH	VÝKON ČERSTVÉHO VZDUCHU		VÝKON PŘÍPADAJÍCÍ NA		NÁVRH FANCOILU	Speed	Air volume	CIRKULACE	Heating cap.	Pressure drop H	Cooling cap.	Sens. cooling	Pressure drop C	Sound power	Sound pressure	Discharg e temp.	Discharg e temp.	TEPLOTA PŘÍVODNÍHO VZDUCHU - ZIMNÍ PROVOZ		
		θ _{int,i} [°C]	ΣΦ _{T,i} [W]	θ _{int,i} [°C]	ΣΦ _{T,i} [W]	V _{PR} [m³·h ⁻¹]	Q _Z [W]	Q _L [W]	Q _{OHŘ} [W]	Q _{CHLAD} [W]	TYP	stage	[m³/h]	[m³/h]	[kW]	[kPa]	[kW]	cap. [kW]	[kPa]	[dB(A)]	[dB(A)]	[°C]	[°C]	[°C]		
									1KS	1KS																
1.02	1	18	569	30	1992	260	344	516	224	1475	GF81.UWC1.H00A1	stage3	970	710	9,6	3,3	1,8	1,8	1,6	46	37	49	21	19,8		
1.03	2	21	1153	26	3888	800	265	530	444	1679	GF81.UWC1.H00A1	stage3	970	870	9,6	3,3	1,8	1,8	1,6	46	37	49	21	22,8		
1.04	6	21	1943	26	6655	2780	920	1841	170	802	GC33.UWC1.H00A1	stage2	330	180	4,6	1,3	0,9	0,9	0,7	35	27	62	18	24,0		
1.06	1	18	671	26	1022	300	397	199	274	823	GC33.UWC1.H00A1	stage2	330	330	4,6	1,3	0,9	0,9	0,7	35	27	62	18	24,1		
1.07																										
2.01																										
2.02																										
A2.01	1	21	745	26	1358	100	33	66	712	1292	GF43.UWC1.H00A1	stage3	475	375	6,5	1,5	1,3	1,3	0,8	41	32	61	18	25,7		
A2.02																										
A2.03																										
B2.01																										
B2.02	1	21	471	26	575	100			438	509	GF13.UWC1.H00A1	stage2	215	115	2,9	1,1	0,6	0,6	0,6	0,6	36	28	60	18	27,6	
B2.03																										
C2.01																										
C2.02																										
C2.03	1	21	516	26	647	100			483	581	GF13.UWC1.H00A1	stage2	215	115	2,9	1,1	0,6	0,6	0,6	0,6	36	28	60	18	28,2	
D2.01																										
D2.02																										
D2.03																										
D2.03	1	21	585	26	1206	100			552	1139	GF43.UWC1.H00A1	stage3	475	375	6,5	1,5	1,3	1,3	0,8	1,3	0,8	41	32	61	18	24,7

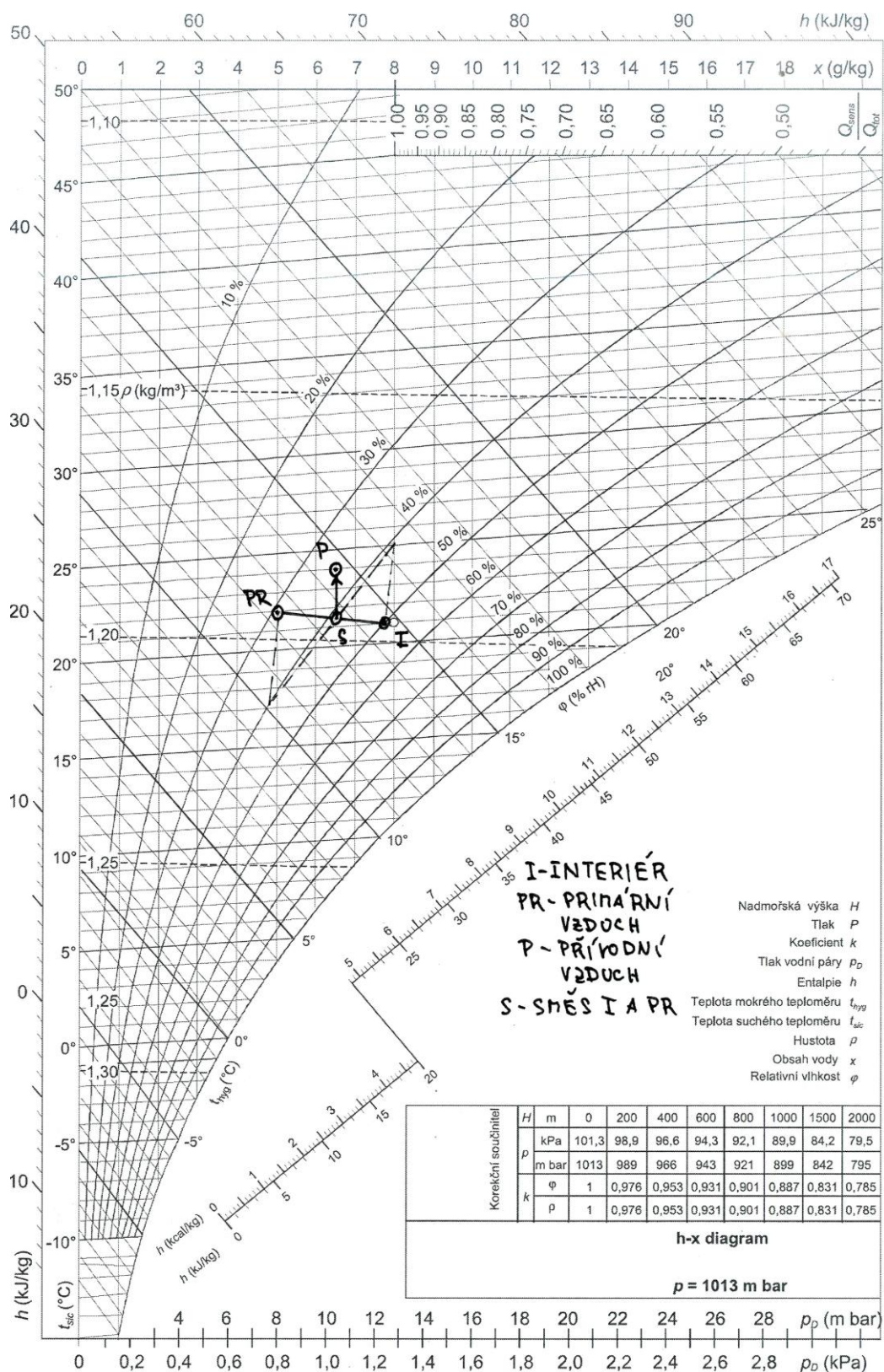
2.4.5.1 H-X DIAGRAMY JEDNOTEK FANCOIL PRO VYBRANÉ MÍSTNOSTI



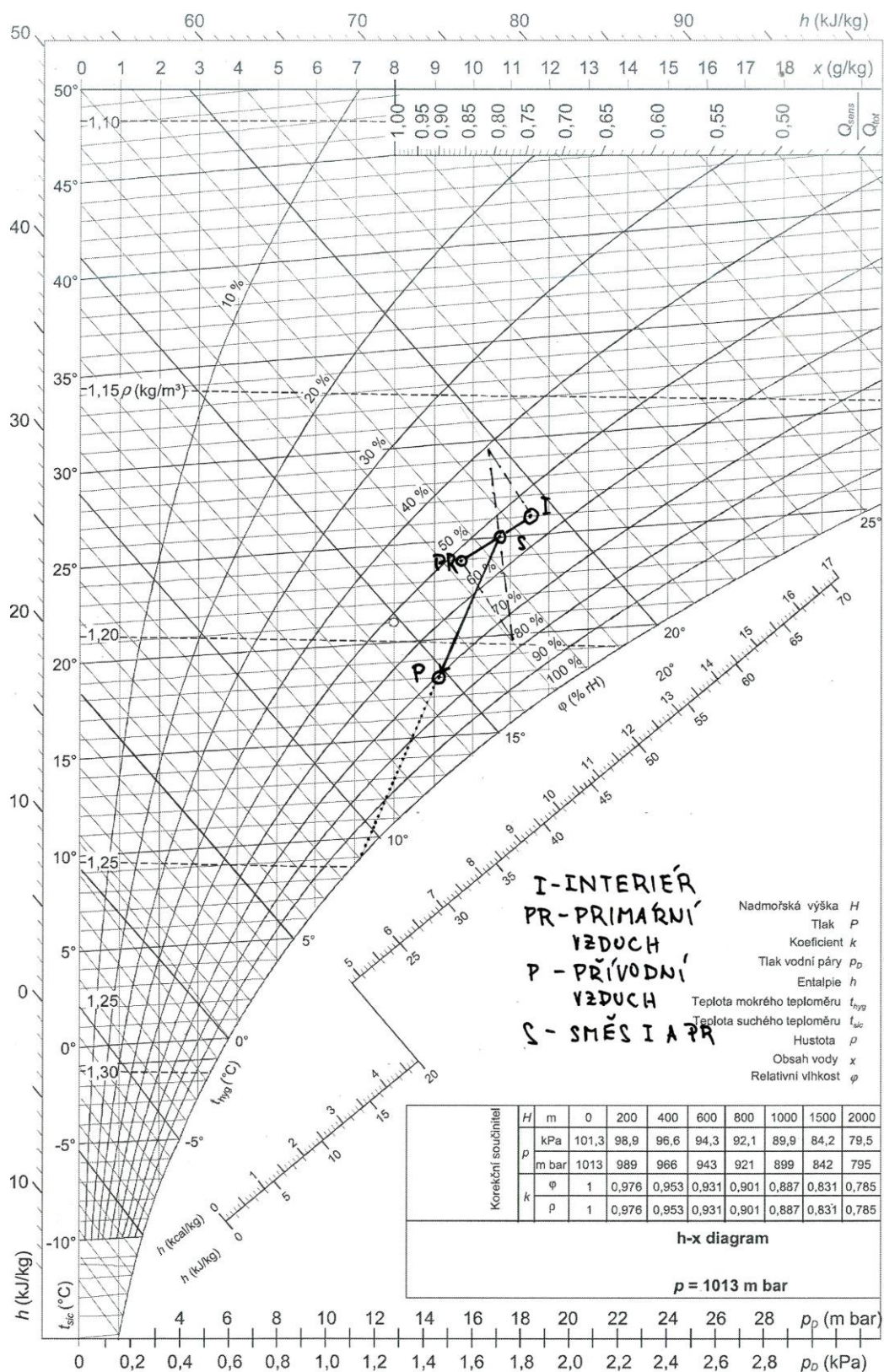
Obr. 2.15: H-X diagram -FCU - místnost 1.03 - zimní provoz



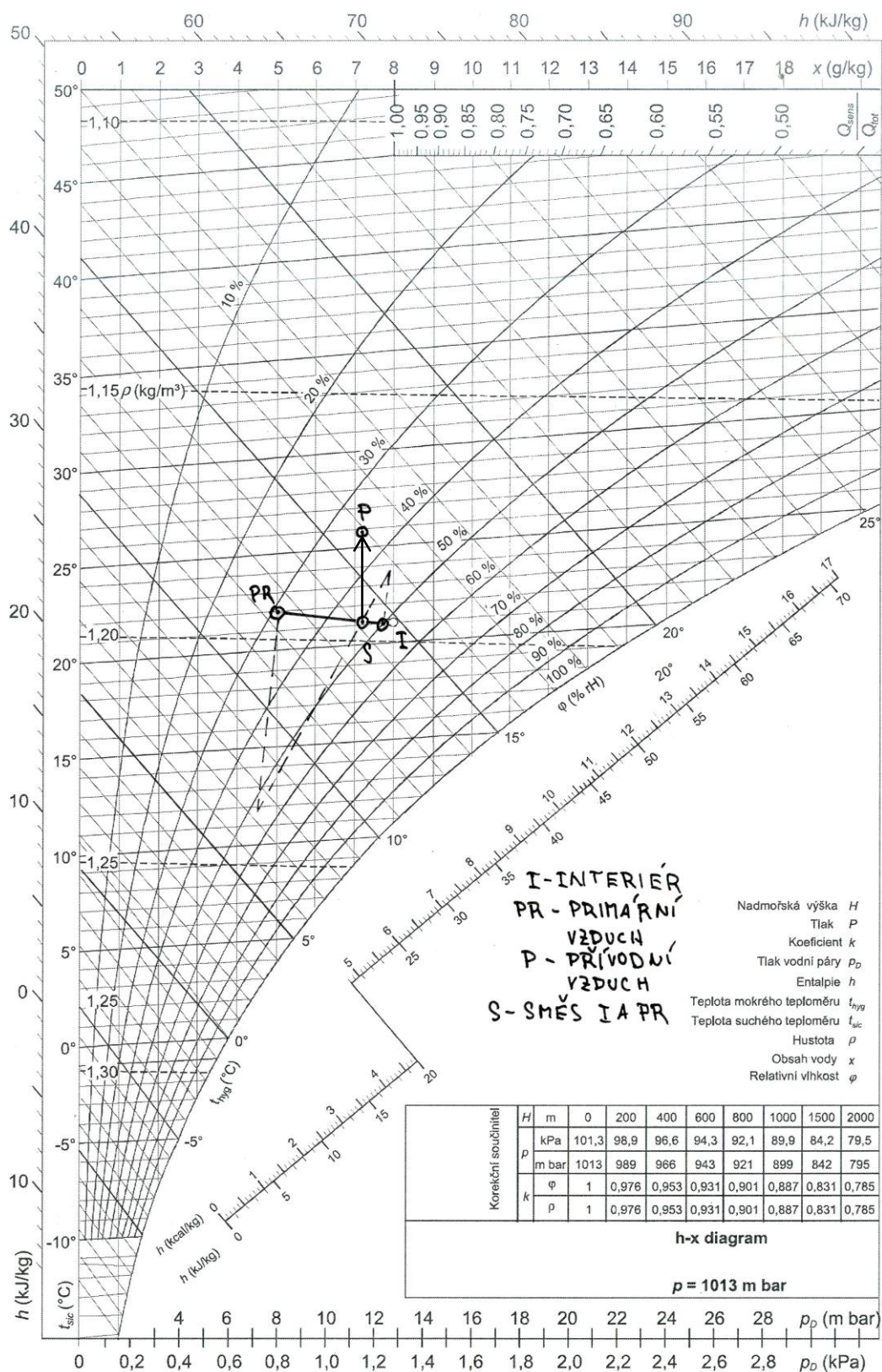
Obr. 2.16: H-X diagram -FCU - místnost 1.03 - letní provoz



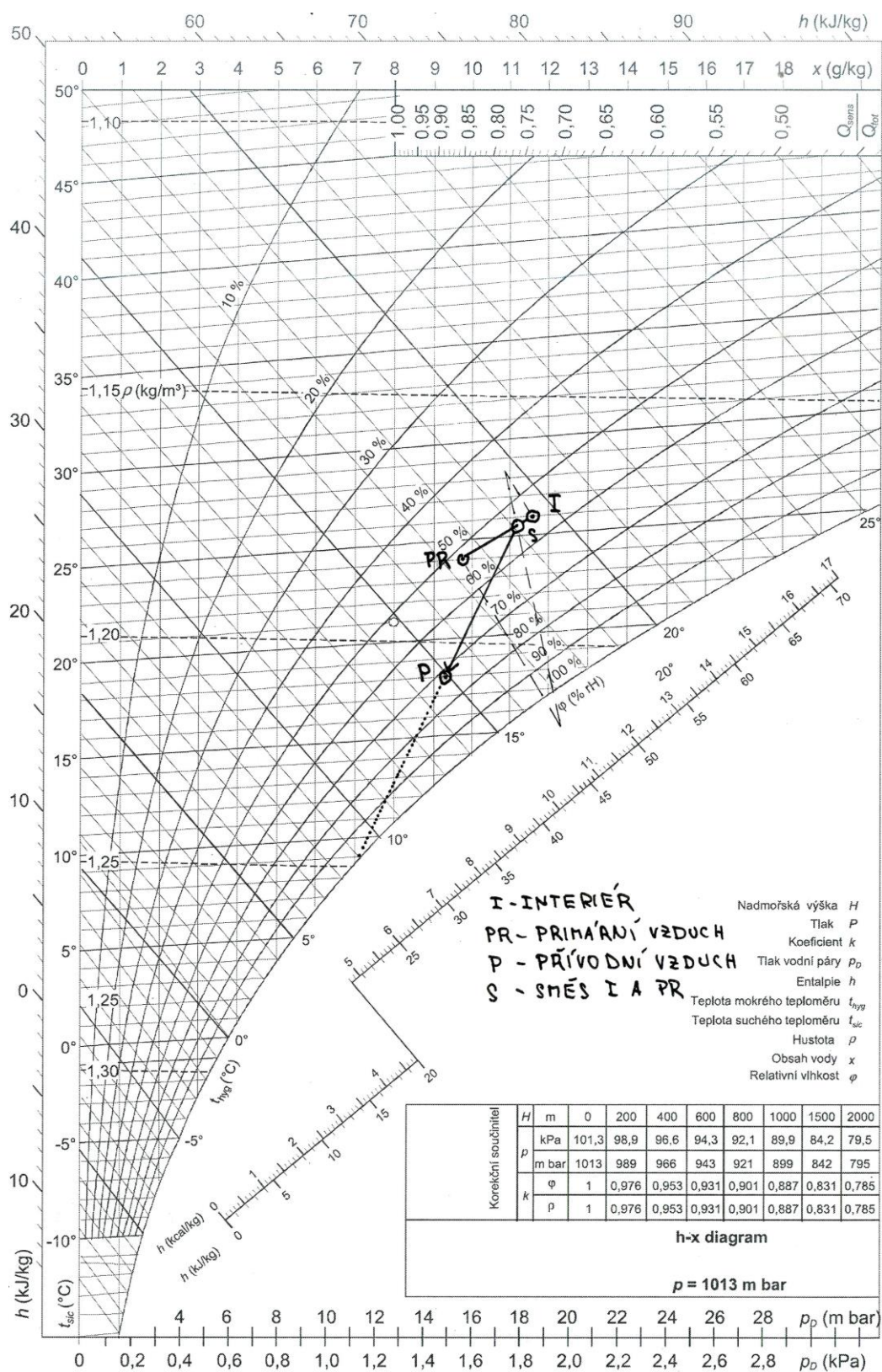
Obr. 2.17: H-X diagram -FCU - místnost 1.04 - zimní provoz



Obr. 2.18: H-X diagram -FCU - místnost 1.04 - letní provoz



Obr. 2.19: H-X diagram -FCU - apartmá A - zimní provoz



Obr. 2.20: H-X diagram -FCU - apartmá A - letní provoz

2.4.6 NÁVRH ELEKTRICKÝCH OHŘÍVAČŮ

Tabulka 2.89: Návrh elektrických ohřivačů

č. m.	TEPELNÉ ZTRÁTY		PRŮTOK VZDUCH U	VÝKON ČERSTVÉ HO	VÝKON PŘIPADAJÍCÍ NA OHŘÍVAČ	VÝPOČET Δt		VÝKON OHŘÍVAČE	NÁVRH OHŘÍVAČE	
	$\theta_{\text{int},i}$ [°C]	$\Phi_{T,i}$ [W]	V_{PR} [m ³ ·h ⁻¹]	Q_z [W]	$Q_{\text{OHŘ}}$ [W]	Δt [°C]		$Q_{\text{OHŘ}}$ [W]	NÁZEV	$Q_{\text{OHŘ}}$ [W]
1.11	24	763	300	-199	961	10		961	MBE 160/1,4- elektrický ohřivač	1400
1.15	21	469	160	53	416	8	7	637	MBE 250/1,0 - elektrický ohřivač	1000
1.16										
1.17										
1.23		257	110	36	220	6				

2.4.7 VZDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA VZT2

Tabulka 2.90: Tepelně vlhkostní bilance kuchyně

VZT2							
č. m.	V [m ³]	Počet osob	TEPELNÉ ZTRÁTY		TEPELNÉ ZISKY		VODNÍ ZISKY
			$\theta_{\text{int},i}$ [°C]	$\Phi_{T,i}$ [W]	$\theta_{\text{int},i}$ [°C]	$\Phi_{T,i}$ [W]	M_w [g·h ⁻¹]
1.10	122	4	21	807	26	15059	15520

Tato jednotka zajišťuje interní mikroklima pro samostatnou místnost kuchyně. Pro stanovení průtoku vzduchu na pokrytí tepelných ztrát a tepelné zátěže jsem si zvolil Δt přívodního vzduchu:

- zimní období – $\Delta t = 10 \text{ K}$
- letní období – $\Delta t = 7 \text{ K}$.

Odtud:

$$V_{P,z} = \frac{\Phi_{T,i,z}}{\rho \cdot c \cdot \Delta t} = \frac{807 \cdot 3600}{1,18 \cdot 1010 \cdot 10} = 244 \text{ m}^3/\text{h} , \quad (2.35)$$

$$V_{P,l} = \frac{\Phi_{T,i,l}}{\rho \cdot c \cdot \Delta t} = \frac{15059 \cdot 3600}{1,18 \cdot 1010 \cdot 7} = 6498 \text{ m}^3/\text{h} . \quad (2.36)$$

Obě tyto hodnoty jsou menší než potřebný průtok stanovený pro kuchyň v kapitole 2.4.2., který činí 6710 m³/h. Z tohoto průtoku jsem tak dále určoval Δt pro zimní a letní režim (viz výpočet (2.37) a (2.38)).

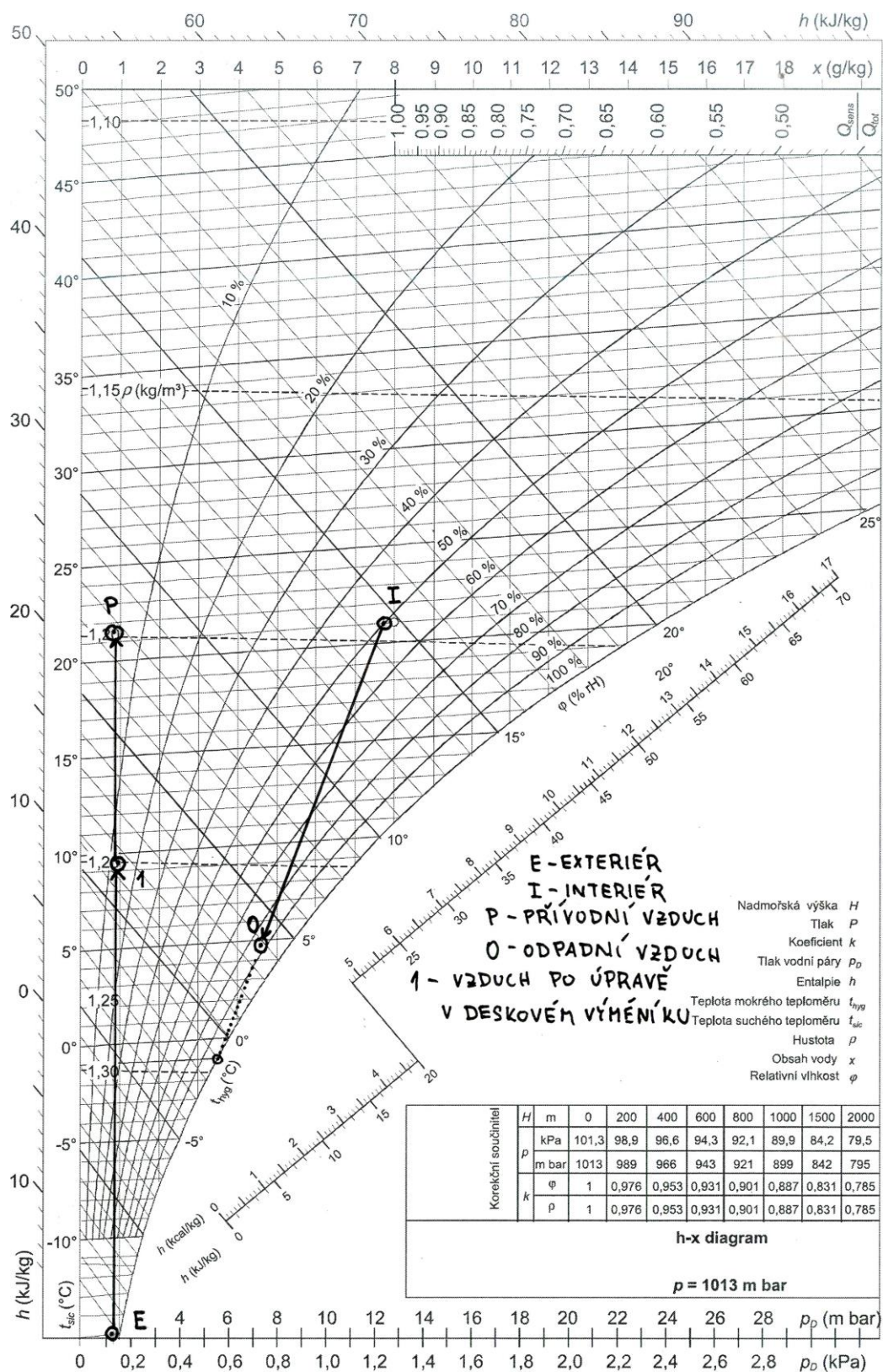
$$\Delta t_z = \frac{\Phi_{T,i,z}}{V \cdot \rho \cdot c} = \frac{807}{\frac{6710}{3600} \cdot 1,18 \cdot 1010} = 0,4 \text{ K} , \quad (2.37)$$

$$\Delta t_l = \frac{\Phi_{T,i,l}}{V \cdot \rho \cdot c} = \frac{15059}{\frac{6710}{3600} \cdot 1,18 \cdot 1010} = 6,8 \text{ K} . \quad (2.38)$$

Odvedení vlhkostní zátěže pro zajištění požadované vlhkosti vzduchu:

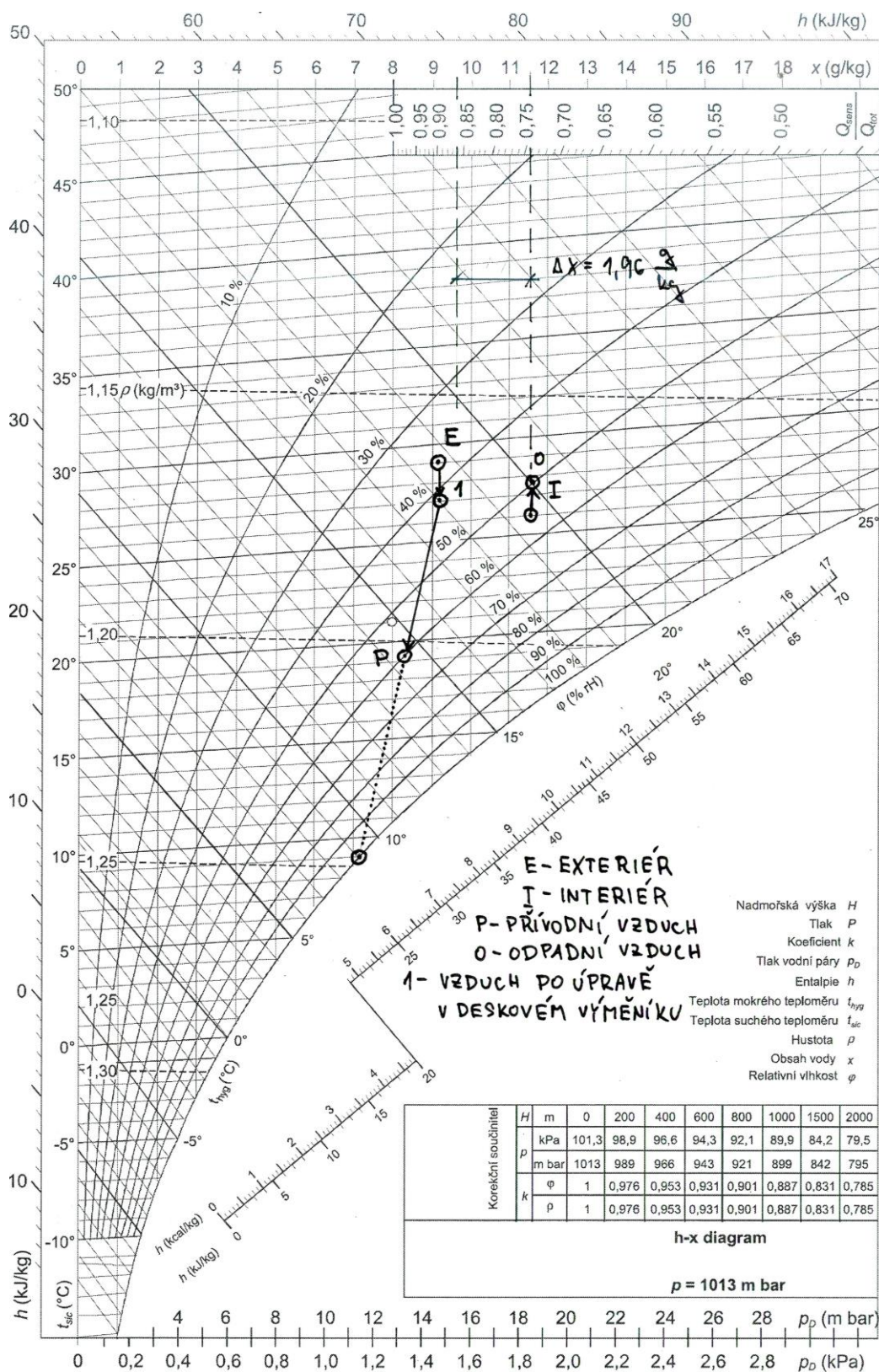
$$\Delta x = \frac{M_w}{V \cdot \rho} = \frac{15520}{6710 \cdot 1,18} = 1,96 \text{ g/kg.} \quad (2.39)$$

2.4.7.1 VZT 2 - H-X DIAGRAM- ZIMNÍ PROVOZ



Obr. 2.21: H-X diagram - VZT 2 - zimní provoz

2.4.7.2 VZT 2 - H-X DIAGRAM- LETNÍ PROVOZ



Obr. 2.22: : H-X diagram - VZT 2 - letní provoz

2.4.8 VZDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA VZT3

Tabulka 2.91: Tepelně vlhkostní bilance společenského sálu

VZT3							
č. m.	V [m ³]	Počet osob	TEPELNÉ ZTRÁTY		TEPELNÉ ZISKY		VODNÍ ZISKY
			$\theta_{\text{int},i}$ [°C]	$\Phi_{T,i}$ [W]	$\theta_{\text{int},i}$ [°C]	$\Phi_{T,i}$ [W]	M_w [g·h ⁻¹]
1.05	1284	150	21	6147	26	14685	23356
2.07	136	0	12	311	30	538	

Tato jednotka zajišťuje interní mikroklima pro samostatnou místnost společenského sálu. Pro stanovení průtoku vzduchu na pokrytí tepelných ztrát a tepelné zátěže jsem si zvolil Δt přívodního vzduchu:

- zimní období – $\Delta t = 10 \text{ K}$
- letní období – $\Delta t = 7 \text{ K}$.

Odtud:

$$V_{P,z} = \frac{\Phi_{T,i,z}}{\rho \cdot c \cdot \Delta t} = \frac{6147 \cdot 3600}{1,18 \cdot 1010 \cdot 10} = 1857 \text{ m}^3/\text{h}, \quad (2.40)$$

$$V_{P,l} = \frac{\Phi_{T,i,l}}{\rho \cdot c \cdot \Delta t} = \frac{14685 \cdot 3600}{1,18 \cdot 1010 \cdot 7} = 6337 \text{ m}^3/\text{h}. \quad (2.41)$$

Obě tyto hodnoty jsou menší než potřebný průtok stanovený pro společenský sál v kapitole 2.4.2., který činí 8000 m³/h. Z tohoto průtoku jsem tak dále určoval Δt pro zimní a letní režim (viz výpočet (2.42) a (2.43)).

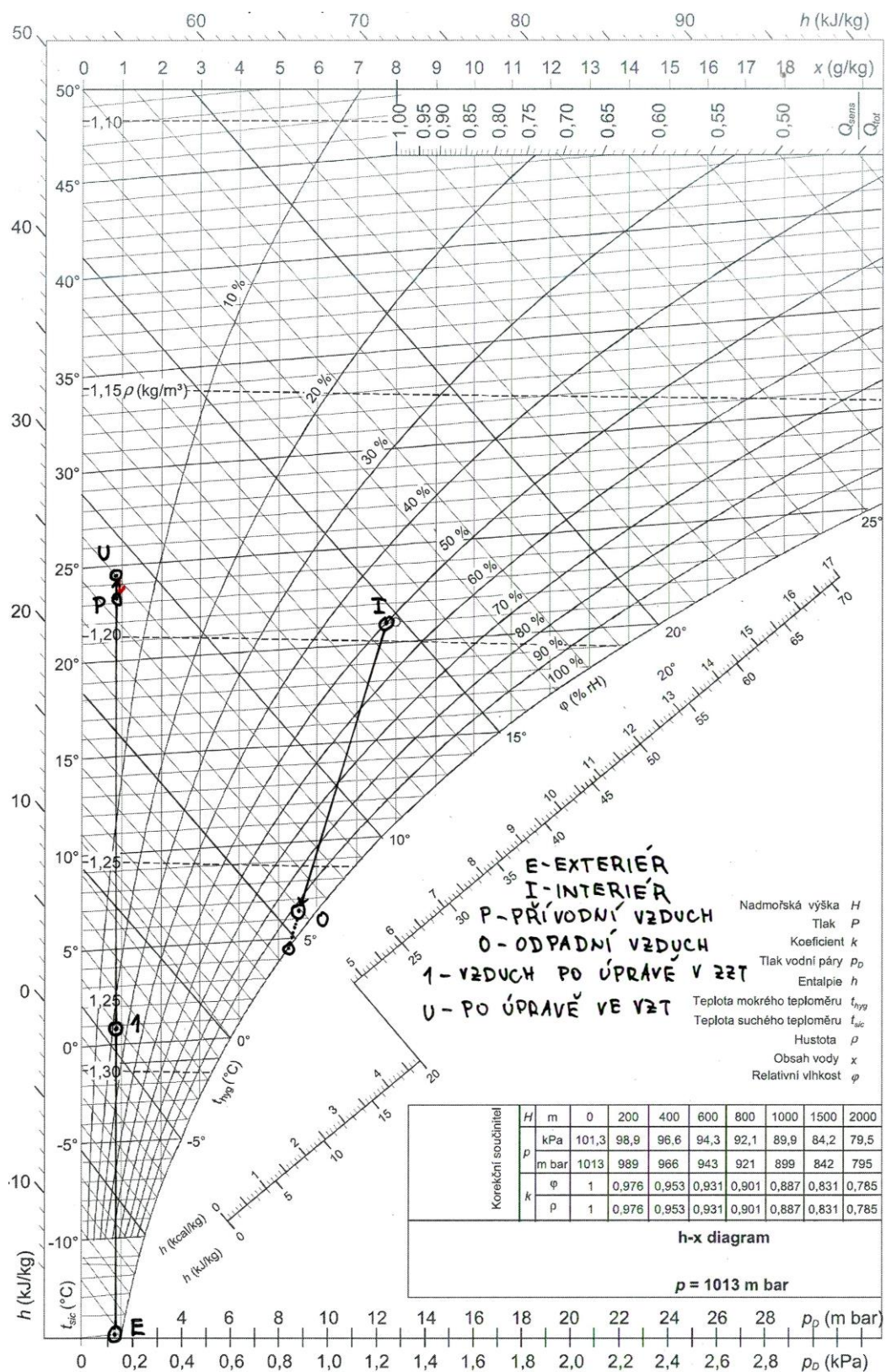
$$\Delta t_z = \frac{\Phi_{T,i,z}}{V \cdot \rho \cdot c} = \frac{6147}{\frac{8000}{3600} \cdot 1,18 \cdot 1010} = 2,3 \text{ K}, \quad (2.42)$$

$$\Delta t_l = \frac{\Phi_{T,i,l}}{V \cdot \rho \cdot c} = \frac{14685}{\frac{8000}{3600} \cdot 1,18 \cdot 1010} = 5,5 \text{ K}. \quad (2.43)$$

Odvedení vlhkostní zátěže pro zajištění požadované vlhkosti vzduchu:

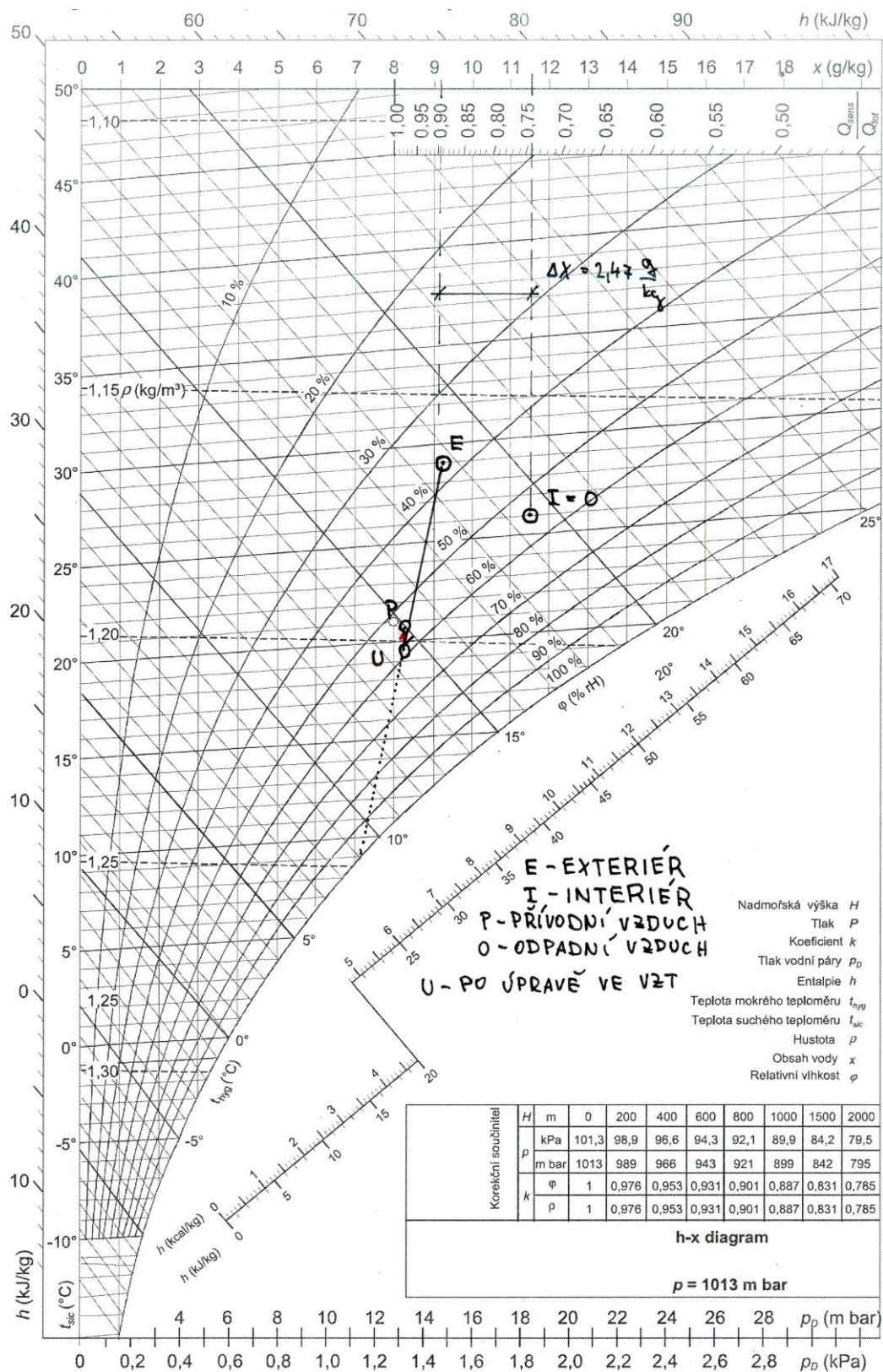
$$\Delta x = \frac{M_w}{V \cdot \rho} = \frac{23356}{8000 \cdot 1,18} = 2,47 \text{ g/kg}. \quad (2.44)$$

2.4.8.1 VZT 3 - H-X DIAGRAM- ZIMNÍ PROVOZ



Obr. 2.23: H-X diagram - VZT 3 - zimní provoz

2.4.8.3 VZT 3 - H-X DIAGRAM- LETNÍ PROVOZ



Obr. 2.24: H-X diagram - VZT 3 - letní provoz

2.4.9 KONCEPCE VĚTRÁNÍ – SHRNUÍ

Tabulka 2.92: Průtok a teplota přívodního vzduchu

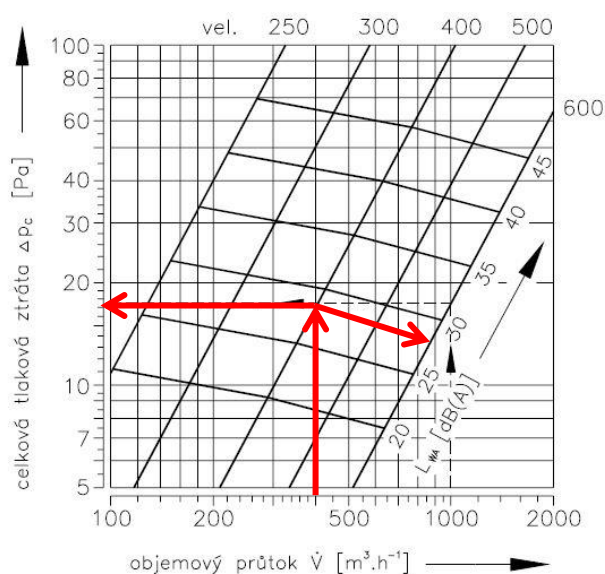
JEDNOTKA	$V_{\text{PŘÍVOD}}$ [m ³ /h]	V_{ODVOD} [m ³ /h]	Δt_z [K]	Δt_l [K]	$t_{p,z}$ [°C]	$t_{p,l}$ [°C]
VZT 1	6054	6316	1,0	2,0	22,0	24,0
VZT 2	6100	6710	0,4	6,8	21,4	19,2
VZT 3	8090	7300	2,3	5,5	23,3	20,5

2.4.10 DISTRIBUČNÍ ELEMENTY – HOSPODA, KUCHYŇ

Hlavní podíl distribučních elementů použitých v restauraci jsou anemostaty vybavené regulací [28], a to jak pro přívod, tak i pro odvod vzduchu. V místnostech hygienických zařízení a tam, kde jsou malé průtoky vzduchu jsem navrhnul talířové ventily [30]. Ostatní distribuční a odvodní elementy jsou nejčastěji obdélníkové dvouřadé (přívod) či jednořadé (odvod) vyústky [29]. Návrh vybraných distribučních elementů uvádí následující kapitola **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů..**

2.4.10.1 MÍSTNOST 1.04 – HOSPODA

PŘÍVOD: Anemostat kruhový ALKM 400 – průtok $400 \text{ m}^3/\text{h}$

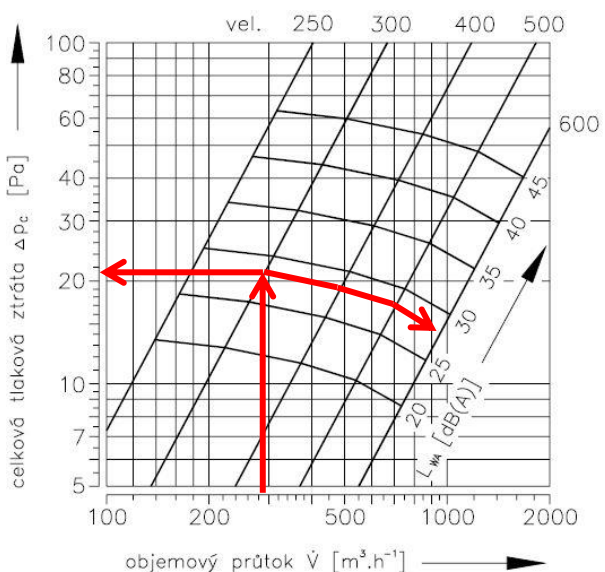


tlaková ztráta - 17 Pa

hladina akustického tlaku - 28 dB

Obr. 2.25: Anemostat kruhový - přívod [28]

ODVOD: Anemostat kruhový ALKM 300 – průtok $288 \text{ m}^3/\text{h}$



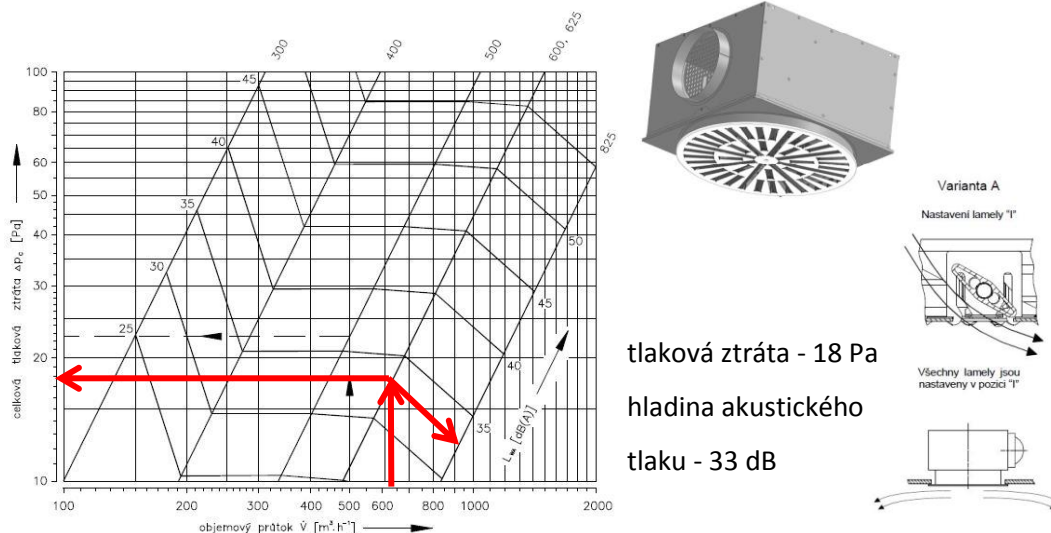
tlaková ztráta - 21 Pa

hladina akustického tlaku - 28 dB

Obr. 2.26: Anemostat kruhový - odvod [21]

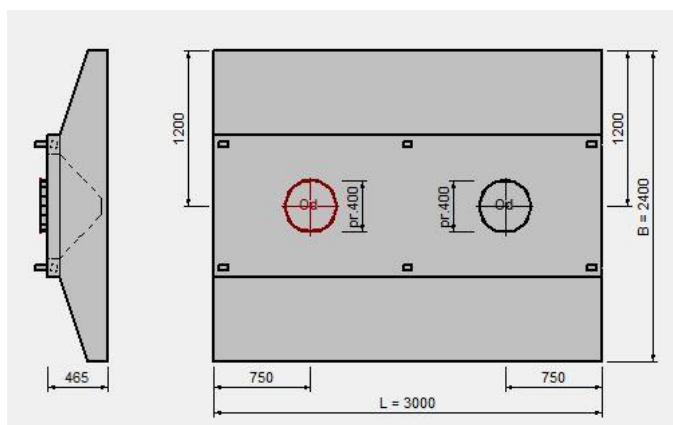
2.4.10.2 MÍSTNOST 1.10 – KUCHYŇ

PŘÍVOD: Vířivá vyúst' VVDM K 625 – průtok 625 m³/h



Obr. 2.27: Vířivá vyúst' – přívod [33]

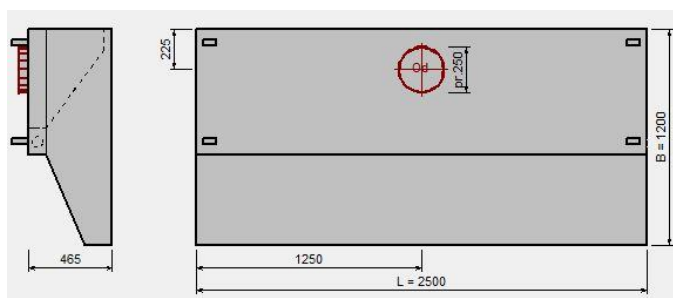
ODVOD: Digestoř STANDARD-S, 3000 x 2400 mm – průtok 5091 m³/h



tlaková ztráta – 70 Pa
připojení kruhovými hrdly Ø400 mm

Obr. 2.28: Digestoř - varné centrum

Digestoř STANDARD-S, 2500 x 1200 mm – průtok 1099 m³/h



tlaková ztráta – 65 Pa
připojení kruhovými hrdly Ø250 mm

Obr. 2.29: Digestoř expediční centrum

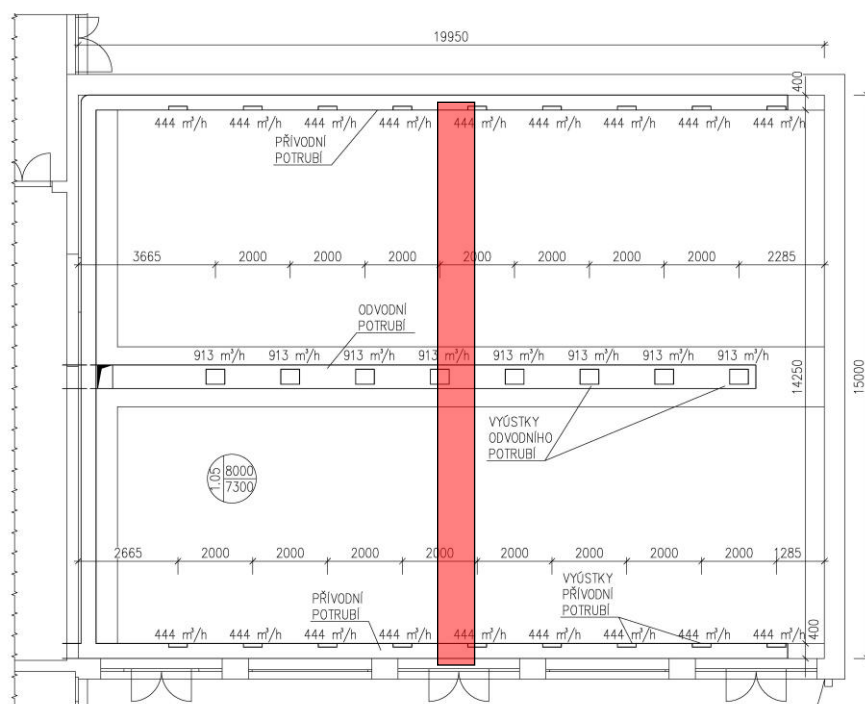
2.4.11 NÁVRH DISTRIBUCE VZDUCHU VE SPOLEČENSKÉM SÁLE METODOU CFD

2.4.11.1 POPOPIS MÍSTNOSTI – STÁVAJÍCÍ STAV

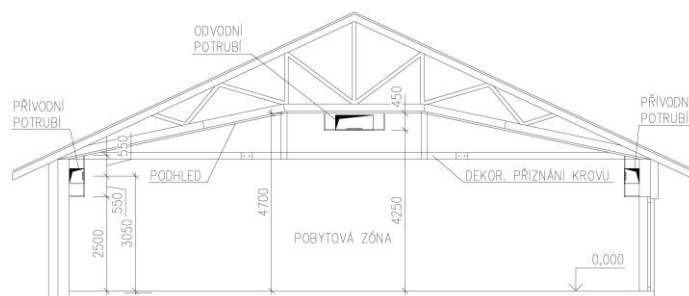
Celková podlahová plocha sálu činí 301,25 m², objem je pak 1284 m³. Světlá výška místnosti se zvyšuje směrem od delších stěn ke středu z 3,5 na 4,7 metru. Sál je kapacitně dimenzován pro 150 osob.

Západní stěnu sálu tvoří velké okenní a dveřní výplně vložené mezi železobetonové sloupy a průvlak. K zastínění takto velkých ploch slouží venkovní žaluzie. Zbytek obvodových konstrukcí je zděný bez prosklených ploch.

Společenský sál je největší místností v objektu. Vzduch je do místnosti přiváděn po stranách sálu pod stropem obdélníkovými vyústkami o rozměrech 500x200 mm, které jsou ve dvou-metrových rozstupech umístěny po celé délce sálu. Odvod vzduchu je realizován v nejvyšší části stropu v jeho střední části (viz Obr. 2.30 a Obr. 2.31).



Obr. 2.30: Půdorys sálu (červeně vyznačen segment sálu pro modelování)



Obr. 2.31: Příčný řez

Větrání probíhá v režimu přetlaku (odvod je roven cca 90% přívodu) kvůli zabránění infiltrace venkovního vzduchu velkými okny a šíření pachů z místnosti restaurace.

Z tepelně vlhkostní bilance a hygienické potřeby výměny vzduchu byl průtok vzduchu stanoven na 8000 m³/h. Pro tuto hodnotu průtoku jsem stanovil parametry přírodního vzduchu (viz kapitola 2.3 a 2.4

2.4.11.2 VYUŽITÍ SÁLU, PROBLEMATIKA VĚTRÁNÍ, MIKROKLIMA

Pro názornost a možnost modelování problému jsem vybral 3 nepoužívanější varianty využití sálu. Místnost má sloužit hlavně pro potřeby obce a to zejména pro pořádání plesů, oslav, svateb či kulturních akcí, jako jsou divadlo a koncerty. (schématická zobrazení využití sálu viz Obr. 2.32).

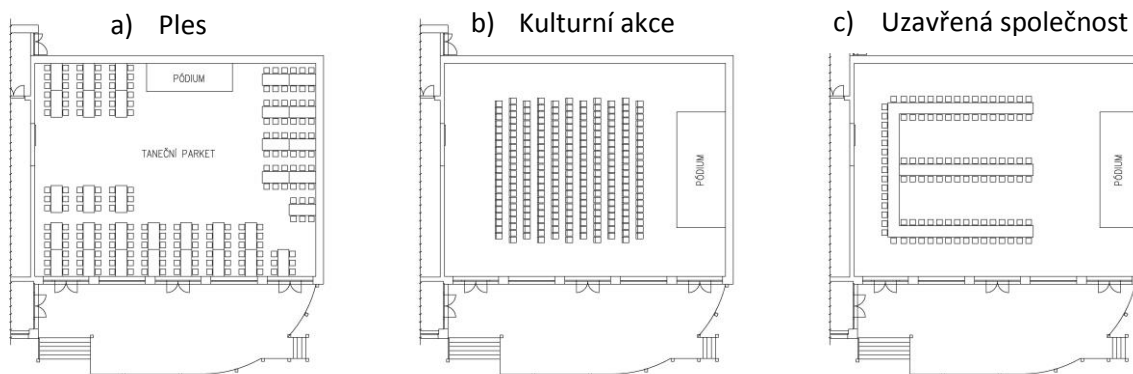
Z těchto rozložení je patrné, že hlavní centrum dění je situováno do středu sálu. Proto je nutné tento prostor efektivně větrat, a dopravovat zde vzduch požadovaných vlastností.

Pro distribuci vzduchu do této části místnosti bude nutné na distribučním elementu zajistit dostatečnou rychlost přiváděného vzduchu tak, aby se vytvořila dostatečná energie pro jeho dopravu na relativně dosti velkou vzdálenost. To však může mít za následek tvorbu nepříjemného průvanu v blízkosti zóny distribuce. Rychlost proudění vzduchu v místnosti bude tedy jedna z hlavních zkoumaných veličin.

Dalším parametrem podílejícím se na tvorbě tepelné pohody jsou radiální teploty okolních povrchů. Západní stěna místnosti je tvořena téměř výhradně prosklenými plochami s malým tepelným odporem. Zejména v zimním období tak mohou lidé v blízkosti těchto povrchů pociťovat vlivem sálání nízkých teplot tepelný diskomfort. Nehledě na riziko tvorby kondenzátu, které na chladných plochách při vysoké vlhkosti vzduchu vzniká. A to hlavně v prostorách, kde vysoká koncentrace osob a jejich aktivní činnost jsou nezanedbatelnými producenty vodní páry. Z tohoto důvodu bude nutné posoudit také relativní vlhkost vzduchu.

2.4.11.3 MODELOVÁNÍ A SIMULACE – METODA CFD

Co se týče nároků na tvorbu vnitřního mikroklimatu a velikosti tepelné a vlhkostní zátěže, je z výše zmíněných variant užívání nejnáročnější varianta plesová (viz Obr. 2.32 a)). Proto se při simulacích budu zabývat právě rozložením sálu pro tento účel a to pro variantu zimního provozu a provozu v létě.



Obr. 2.32: Využití sálu - a) Ples, b) Kulturní akce, c) Uzavřená společnost

Pro výpočet a posouzení stávajícího stavu a návrh optimálního řešení distribuce vzduchu jsem použil software *Ansys Fluent*. Ze sálu jsem vybral po délce se periodicky opakující řez o šířce 1 m (viz Obr. 2.30) a jeho geometrii jsem vymodeloval pro potřeby výpočtu v preprocessoru *Gambit*. Zde jsem také vytvořil strukturovanou výpočetní síť, která daný prostor dělí na kvádrové segmenty velikosti cca 5x5 cm. Celkem jich je přes 440 tisíc.

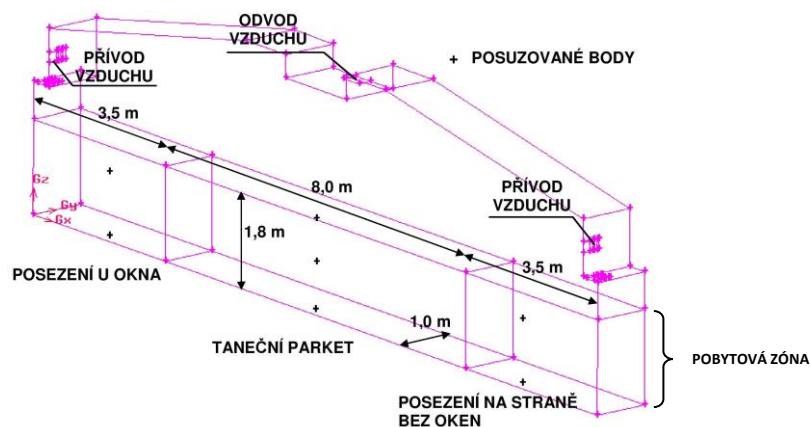
Výpočet proběhl s použitím modelu „RNG k-epsilon“ pro časově ustálený stav. Pro určení radiačních teplot v zadaném prostoru jsem prováděl výpočet s vlivem radiace za použití modelu „DO“ (discrete ordinates) s šesti směrnou úhlovou diskretizací - $\theta = 6$, $\varphi = 6$. Více v [1], [3] a [7].

V posuzovaném prostoru se budu zabývat třemi typickými oblastmi (Obr. 2.33):

- oblast posezení na straně oken
- oblast posezení na straně bez oken
- taneční parket

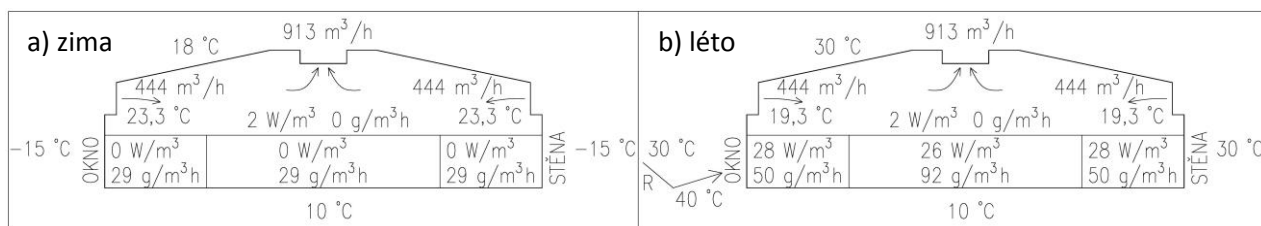
V těchto oblastech jsem si určil body charakterizující typickou oblast pobytu. Body jsou umístěny ve výškách 0,1 m a 1,3 m pro oblasti, kde lidé sedí a 0,1 m, 1 m a 1,8 m pro taneční parket (viz Obr. 2.33).

Z výpočtu teploty vzduchu, radiační teploty, rychlosti proudění a relativní vlhkosti budu v těchto bodech následně počítat indexy tepelné pohody PPD a PMV.



Obr. 2.33: Výpočtový model sálu (Gambit)

Okrajové podmínky výpočtu jsou vyobrazeny na Obr. 2.34. Zde jsou také vyobrazeny vnitřní zisky tepla a vodní páry pro jednotlivé zóny, jak jsem je použil při výpočtu. Turbulence na přívodních vyústkách byla zadána nepřímo, a to hydraulickým průměrem vyústky a desetiprocentní



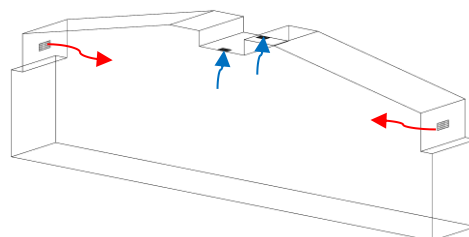
Obr. 2.34: Okrajové podmínky výpočtu

2.4.11.4 DISTRIBUCE Č. 1 – STÁVAJÍCÍ STAV

Jako první jsem se zabýval stavem při stávajícím způsobu distribuce vzduchu. Pracovně jej nazvu *distribuce č. 1*.

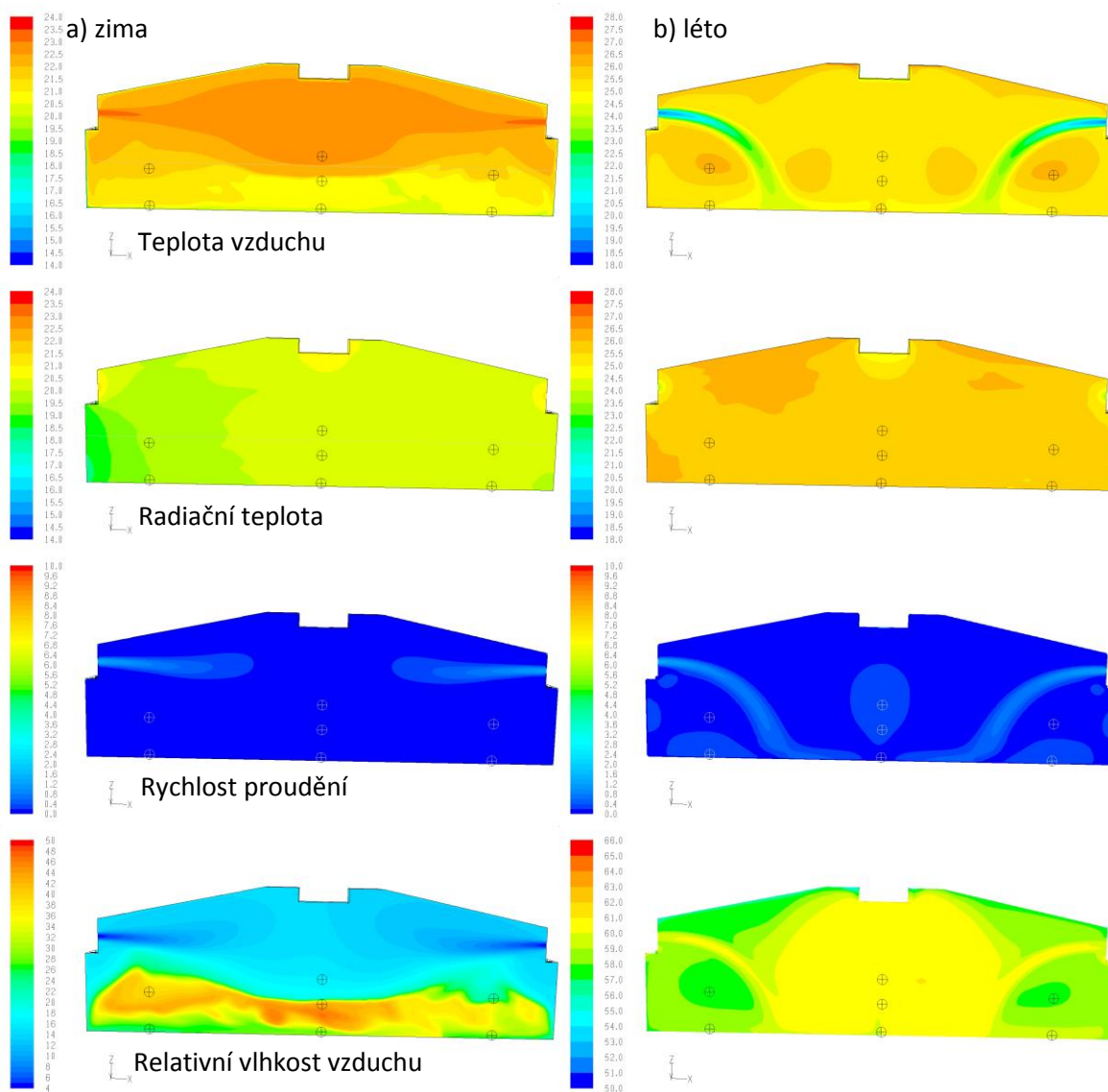
Podmínky distribuce č. 1 byly následující (Obr. 2.35):

- přívod – 444 m³/h - nastavitelná obdélníková vyústka 520x200 mm [29] – orientace vertikálně
- odvod – 913 m³/h – obdélníková vyústka 520x320 mm [29]
- okrajové podmínky podle Obr. 2.34.



Obr. 2.35: Distribuce č. 1

Grafický výstup výpočtu



Obr. 2.36: Distribuce č. 1 a) zimní provoz, b) letní provoz

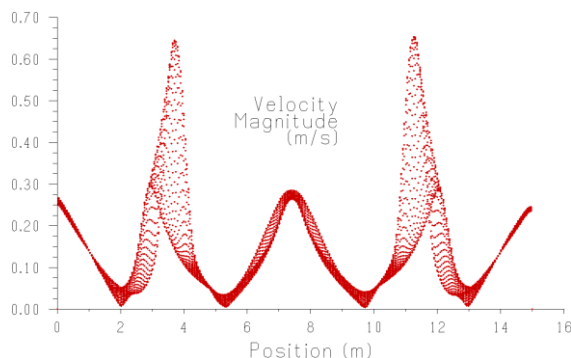
Vyhodnocení

Zima:

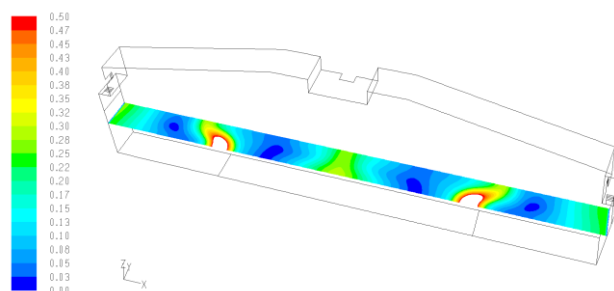
- špatné promíchání přívodního vzduchu se vzduchem v místnosti a jeho malé rychlosti, s tím spojený nedostatečný přísun čerstvého vzduchu do všech oblastí pobytové zóny a jeho stagnace
- nerovnoměrné rozložení teplot (viz Obr. 2.36)
- velký vliv sálání chladných povrchů oken a zdí (viz Obr. 2.36)
- riziko vzniku kondenzátu na chladných površích při zvýšení vlhkosti vzduchu

Léto:

- při malé vstupní rychlosti chladný vzduch „padá“ z výústky prudce dolů, vznik průvanu v pobytové zóně v oblasti pod výústkou (viz Obr. 2.36 a Obr. 2.38– bílé oblasti vyznačují oblasti s rychlostí proudění nad 0,5 m/s)
- nerovnoměrné rozložení teplot



Obr. 2.37: Rozložení rychlosti proudění po délce sálu - letní provoz



Obr. 2.38: Rozložení rychlosti proudění vzruchu 1,3 m nad podlahou

Návrh řešení

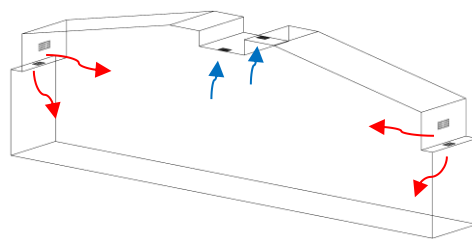
Pro zlepšení vlivu sálání chladných povrchů a zabránění kondenzace jsem navrhnul přidat ke stávajícím vyústkám ještě další orientované horizontálně, které budou inkriminované konstrukce ofukovat. Měly by také pomoci rovnoměrnějšímu rozložení teplot v sále.

2.4.11.5 DISTRIBUCE Č. 2 – NÁVRH HORIZONTÁLNÍCH VYÚSTEK

Na spodní stranu stávajícího potrubí jsem přidal vyústku 320x200 mm [29]. Průtok vzduchu jsem neměnil, pouze jsem stávající množství přiváděného vzduchu 444 m³/h na jednu vyústku rozdělil mezi vyústky dvě – 70% jsem přiřadil vyústce vertikální (311 m³/h), 30% vyústce horizontální (133 m³/h).

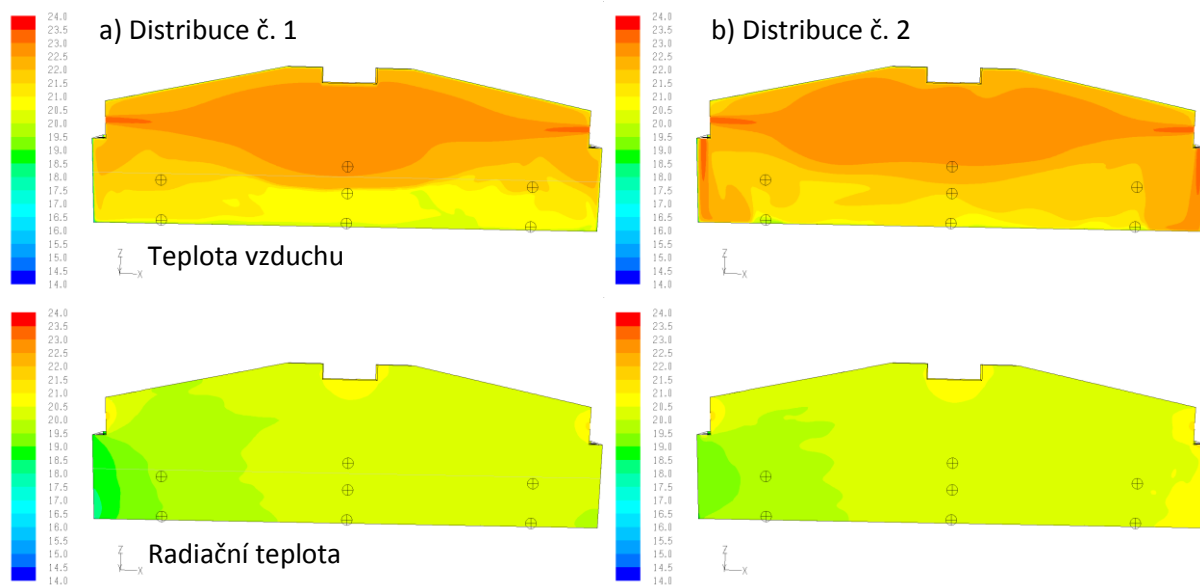
Distribuce č. 2 (Obr. 2.39):

- přívod – 311 m³/h – nastavitelná obdélníková vyústka 520x200 mm [29] – orientace vertikálně, 133 m³/h – nastavitelná obdélníková vyústka 320x200 mm [29] – orientace horizontálně
- odvod – 913 m³/h obdélníková vyústka 520x320 mm [29]
- okrajové podmínky podle Obr. 2.34.

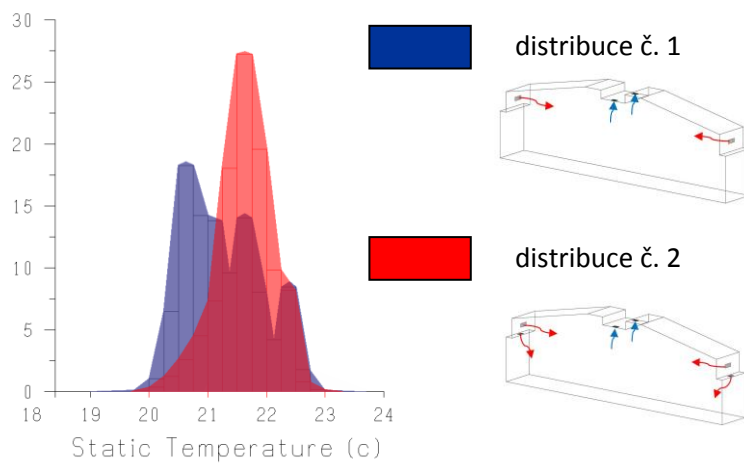


Obr. 2.39: Distribuce č. 2

Grafický výstup výpočtů - teploty



Obr. 2.40: Srovnání teplot vzduchu a radiálních při provozu v zimě



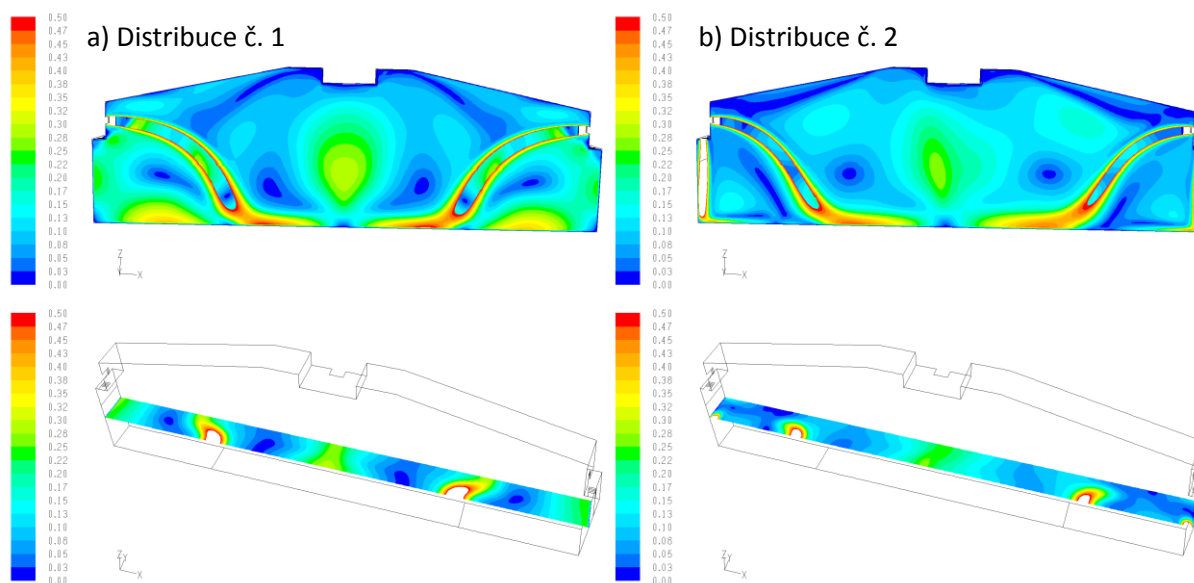
Obr. 2.41: Histogram teplot vzduchu pro zimní provoz

Vyhodnocení - teploty

Varianta distribuce č. 2 napomohla k většímu sjednocení teplot v pobytové oblasti. To je patrné hlavně z grafu četnosti výskytu jednotlivých teplot vzduchu Obr. 2.41. Radiální teplota

chladných povrchů rovněž dospěla k příznivějším hodnotám. Teplota povrchu okna v rohu u země stoupla z 16,3 na 19,1°C. Nicméně i za těchto podmínek je rozptyl teplot v pobytové oblasti větší než 3 K.

Grafický výstup výpočtu - rychlosti



Obr. 2.42: Rychlost proudění vzduchu – letní provoz

Vyhodnocení - rychlosti

Rozdělení přívodního vzduchu do dvou výústek způsobilo menší rychlost na výstupu. To má opět za následek rychlý pokles výšky proudu vlivem rozdílné hustoty vzduchu na přívodu a v místnosti. Navíc se proud ještě více přiblížil oblasti sedících osob. Opět hrozí vznik oblastí, ve kterých nebude vzduch dostatečně obměňován. A to zejména v zimním období, kdy je do místnosti dopravován lehčí teplejší vzduch. Pokusil jsem se tedy navrhnout způsob distribuce vzduchu, který by zajistil jeho dopravu až doprostřed místnosti, do oblasti tanečního parketu, a obstaral tak bezpečně dostatečnou výměnu celého objemu sálu.

Pro velké dosahy proudu vzduchu je nejvhodnější distribuční element dýza.

2.4.11.6 DISTRIBUCE Č. 3 – DÝZA

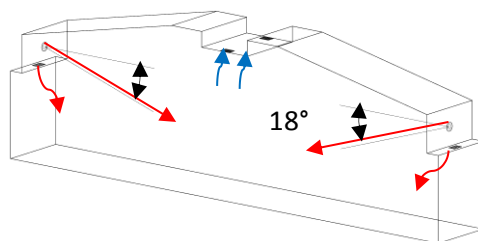
V tomto návrhu jsem se zaměřil zejména na problematiku co nejlepšího provětrání středu místnosti, a zamezení rychlého poklesu proudu vzduchu při letním provozu.

Na základě návrhového podkladu výrobce distribučních elementů [31] jsem navrhnul pro posuzovanou místnost nastavitelnou dýzu DDM II 250. Průměr výfukového otvoru má tato dýza

140 mm. Dýza má také oproti obdélníkové vyústce tu výhodu, že lze velmi snadno směřovat proud vzduchu požadovaným směrem. A to ve velkém rozsahu, a to bez zvýšení tlakové ztráty. V předchozích případech distribuce byl zimním období problém se stratifikací vzduchu po výšce místnosti. Dýzu jsem proto nejprve nastavil ve větším sklonu směrem do střední části sálu, abych tak docíлил dopravení vzduchu i do nižších poloh pobytové oblasti.

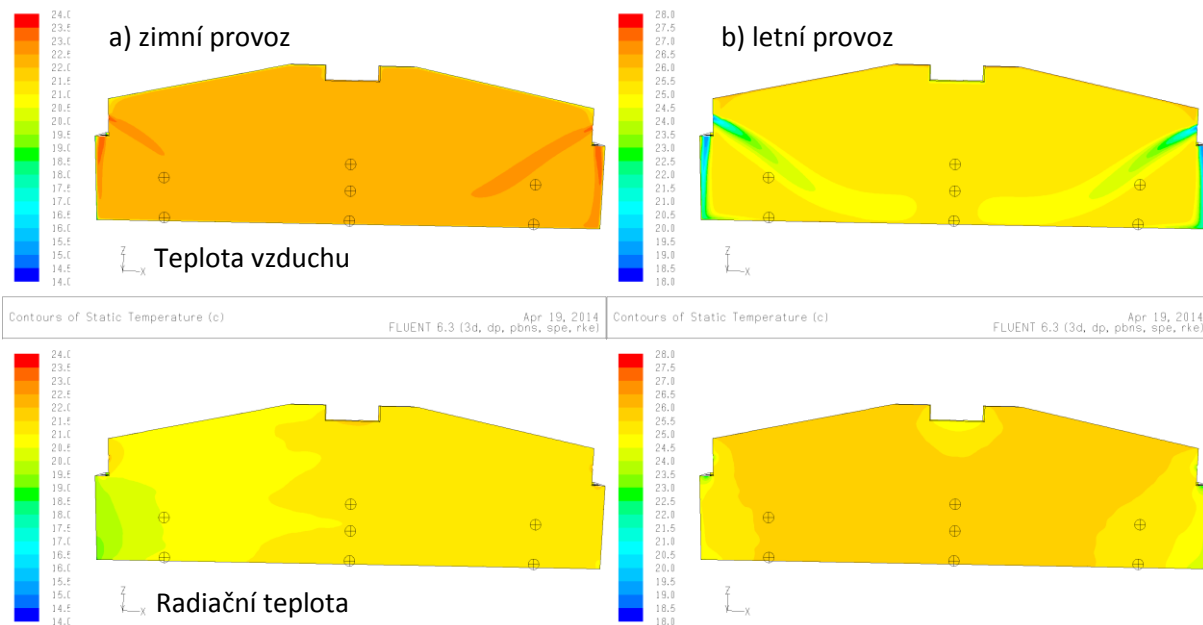
Distribuce č. 3 (Obr. 2.43):

- přívod – 311 m³/h dýza Ø140 mm [31] orientace vertikálně, sklon 18°, 133 m³/h - nastavitelná obdélníková vyústka 320x200 mm [29] – orientace horizontálně
- odvod – 913 m³/h obdélníková vyústka 520x320 mm [29]
- okrajové podmínky dle Obr. 2.34.

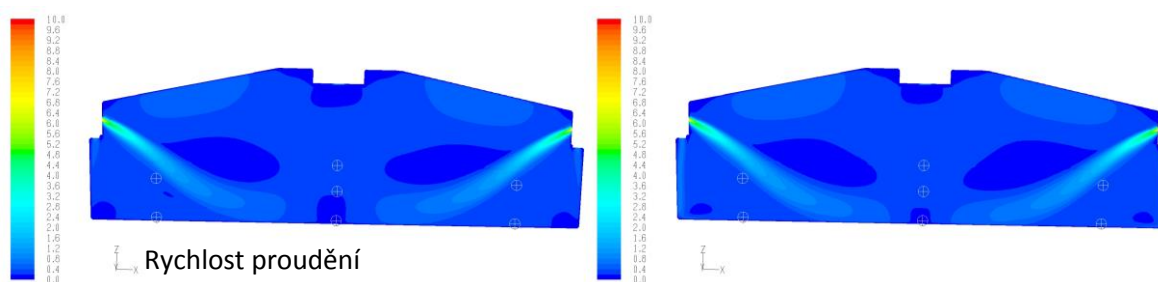


Obr. 2.43: Distribuce č. 3

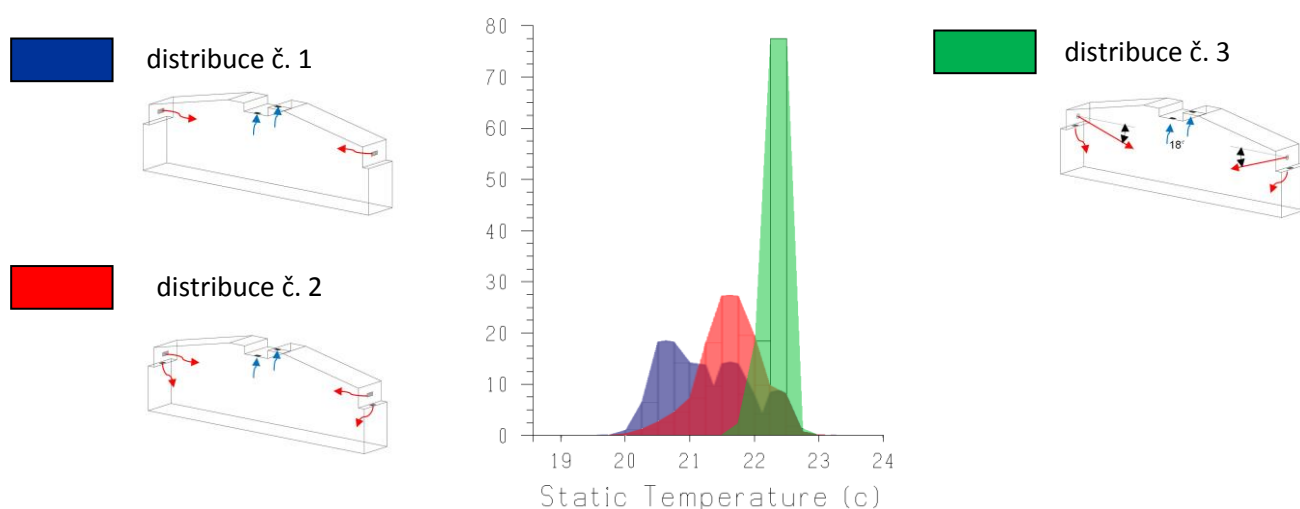
Grafický výstup výpočtu



Obr. 2.44: Distribuce č. 3 - výsledky



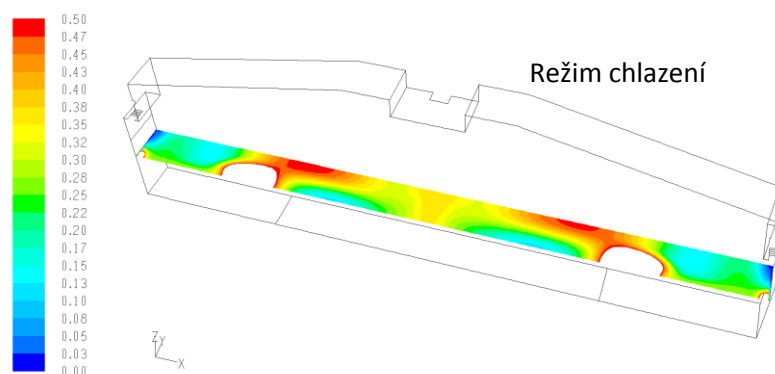
Obr. 2.45: Distribuce č. 3 - výsledky (pokračování)



Obr. 2.46: Histogram teplot vzduchu – zimní provoz

Vyhodnocení

Dýza zajistila velmi dobré promísení přírodního vzduchu se vzduchem v místnosti. Teplota je ve všech místech pobytové zóny téměř konstantní (viz histogram na Obr. 2.46). Při kombinaci s horizontálními výstřky se tak tato distribuce vzduchu pro daný prostor dá s výhodou použít. Nicméně z rychlostního pole na Obr. 2.45 je patrné, že takto zvolený sklon dýzy nebyl vhodný. Vysoká rychlost na výstupu vzduchu z potrubí sice udržuje proud v téměř neměnném směru, proud však zasahuje do oblasti posezení, kde způsobuje ve výšce 1,3 m proudění o rychlosti okolo 1 m/s (viz Obr. 2.47). Zejména v letním období, kdy se do místnosti dopravuje chladný vzduch, by tak způsoboval velice nepříjemný pocit průvanu.



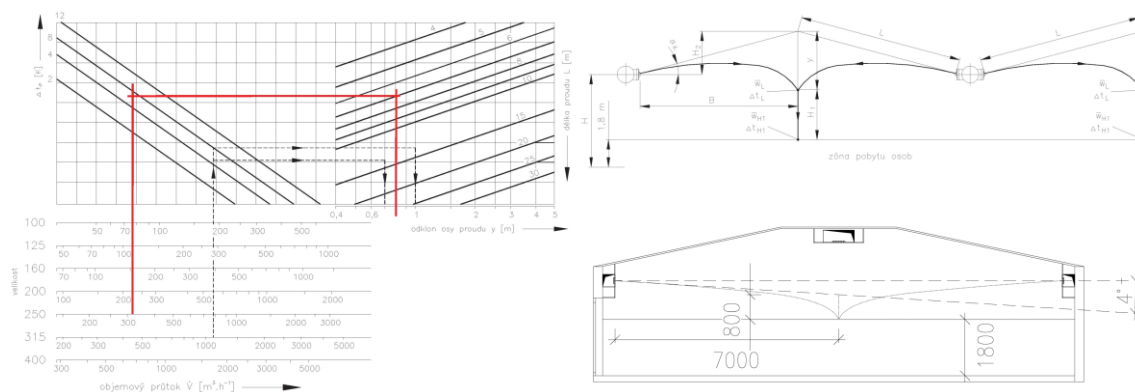
Obr. 2.47: Rozložení rychlosti proudění vzduchu 1,3 m nad podlahou – distribuce č. 3

V dalším návrhu jsem tedy upravoval vektor přívodu, což simulovalo různé úhly sklonu nastavení dýzy.

2.4.11.7 DISTRIBUCE Č. 4 – DÝZA – NASTAVENÍ DLE VÝROBCE

Při předchozím návrhu jsem z podkladu výrobce [31] pouze vybral konkrétní typ dýzy. Výrobce však uvádí také způsob návrhu optimálního úhlu nastavení dýzy pro požadovaný dosah proudu vzduchu. Zanedbání této skutečnosti při návrhu distribuce č. 3 vzalo za své, a předchozí varianta se ukázala jako v praxi nepoužitelná.

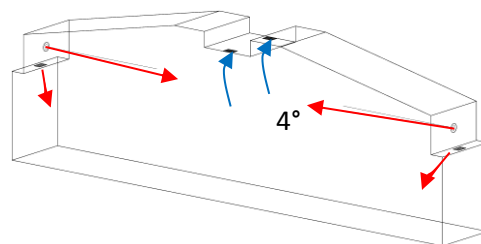
Určení úhlu sklonu dýzy dle výrobce



Obr. 2.48: Volba úhlu sklonu dýzy podle [31]

Distribuce č. 4 (Obr. 2.49):

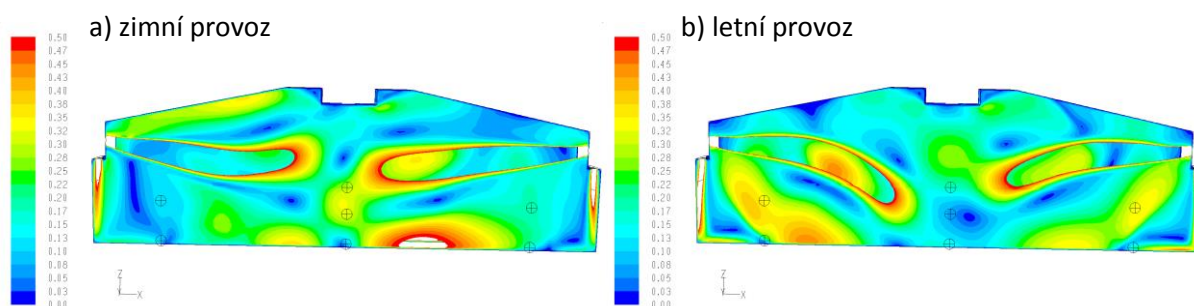
- přívod – 311 m³/h dýza Ø140 mm [31] orientace vertikálně, sklon 4° (viz Obr. 2.48), 133 m³/h - nastavitelná obdélníková vyústka 320x200 mm [29] – orientace horizontálně
- odvod – 913 m³/h obdélníková vyústka 520x320 mm [29]
- okrajové podmínky podle Obr. 2.34.



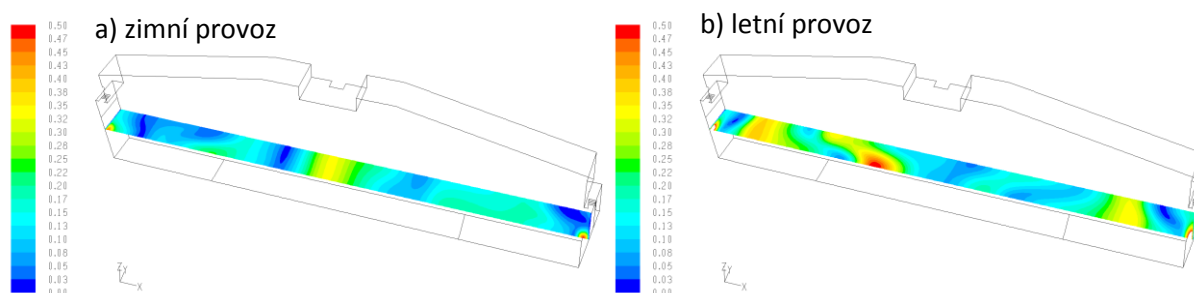
Obr. 2.49: Distribuce č. 4

Grafický výstup výpočtu

Jelikož teplotní a vlhkostní poměry tato změna nepřinesla, uvádím zde pouze její vliv na rychlost v proudění v oblasti pobytové zóny sálu.



Obr. 2.50: Rychlostní pole proudění vzduchu - distribuce č. 4



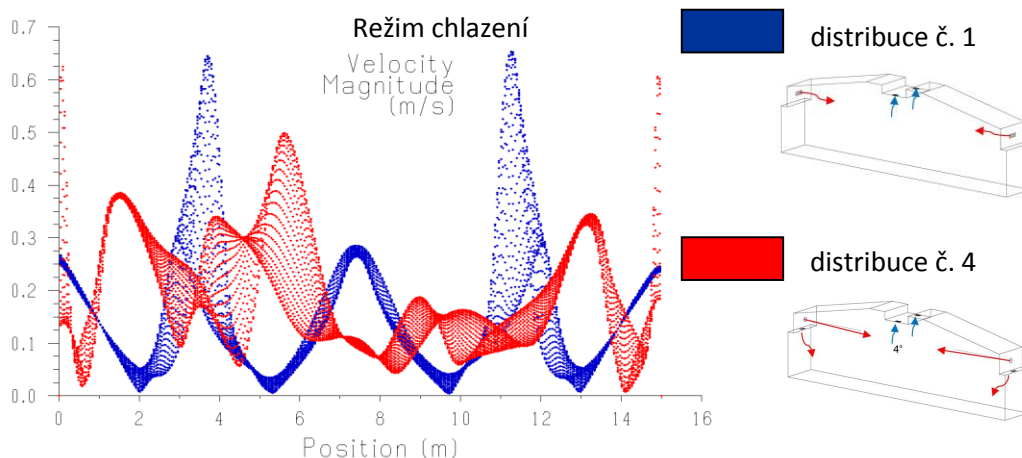
Obr. 2.51: Rychlostní pole proudění vzduchu ve výšce 1,3 m – distribuce č. 4

Z Obr. 2.50 a Obr. 2.51 je patrné, že se rychlost proudění v pobytové zóně ve výšce 1,3 m nad podlahou pohybuje v maximech kolem 0,45 m/s. Tímto jsem dospěl k lepším hodnotám, než jaké byly vypočteny u distribuce vzduchu ve stávajícím stavu. Graficky lze tyto 2 stavy porovnat také v grafu na Obr. 2.52. Extrém, který vznikl u podlahy na Obr. 2.51 a) se nachází mimo oblast sedících osob. Jedná se také o proud teplého vzduchu, který není tak obtěžující v zimním období, oproti opačné situaci v létě.

Vyhodnocení

Takto navržená distribuce vzduchu zajišťuje rovnoměrné rozložení teplot. Použitím pří-
 davné vyústky orientované směrem na z exteriéru oteplované či ochlazované konstrukce jsem
 dosáhl i zmírnění vlivu radiace povrchů v pobytové zóně. A to vše při maximálních rychlostech

proudění vzduchu v pobytové zóně do 0,5 m/s (viz Obr. 2.52), kdy maxima nebudou obtěžovat návštěvníky sedící po stranách sálu.



Obr. 2.52: Rozložení rychlostí proudění po délce sálu v rovině 1,3 m nad podlahou

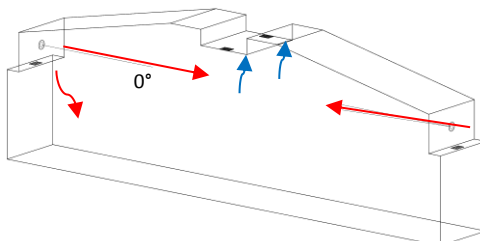
Pokusil jsem se však trochu precizněji vyladit nastavení úhlu sklonu dýzy, která je umístěna nad oknem. Prouděním vzduchu z této dýzy vzniká pole s onou největší rychlostí proudění 0,5 m/s.

2.4.11.8 DISTRIBUCE Č. 5 – NADOKENNÍ DÝZA S HORIZONTÁLNÍ DISTRIBUCÍ

Tato varianta se od té předchozí liší pouze v úhlu sklonu dýzy umístěné nad oknem. Směr výfuku této dýzy jsem zadal vodorovně (úhel sklonu 0°). Snahou bylo pokusit se touto cestou zajistit rychlost proudění v pobytové zóně v rozmezí 0,3 – 0,35 m/s.

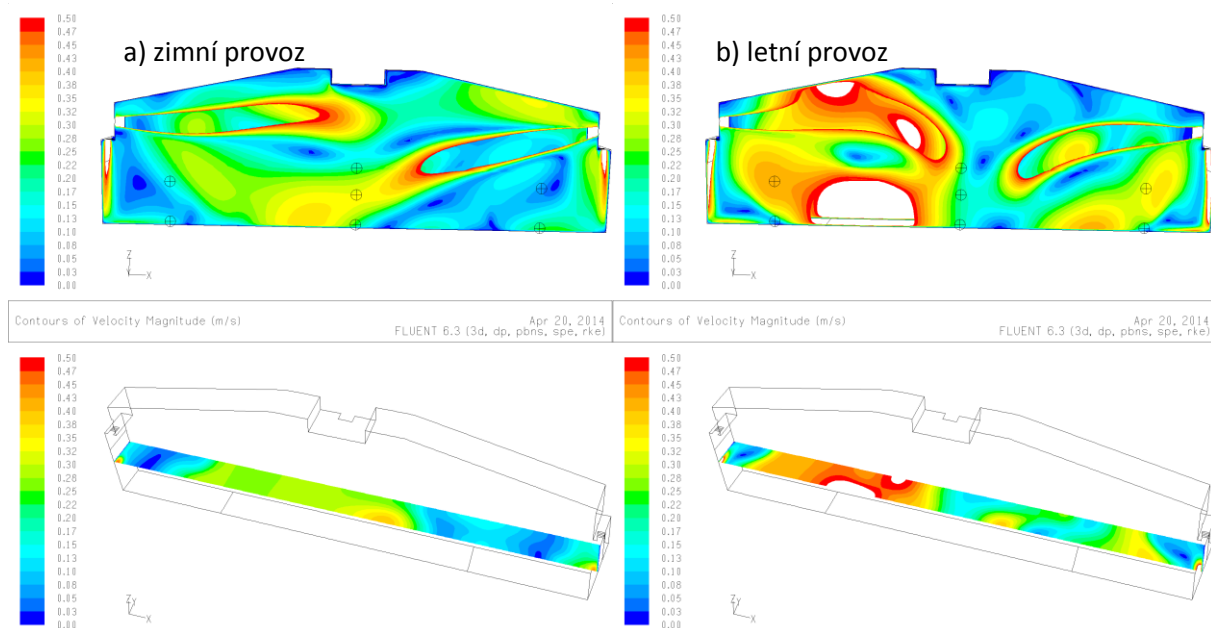
Distribuce č. 5 (Obr. 2.53):

- přívod – 311 m³/h – dýza Ø140 mm [31] orientace vertikálně, sklon 0° a 4°, 113 m³/h – nastavitelná obdélníková vyústka 320x200 mm [29] – orientace horizontálně
- odvod – 913 m³/h – obdélníková mřížka 520x320 mm [29]
- okrajové podmínky podle Obr. 2.34.

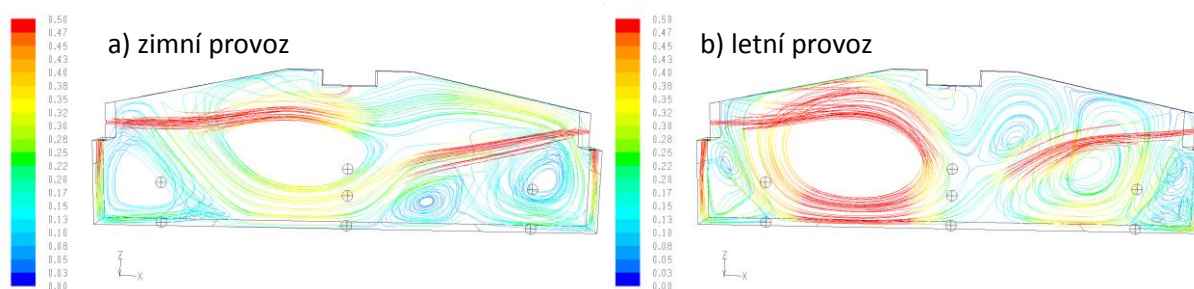


Obr. 2.53: Distribuce č. 5

Grafický výstup výpočtu



Obr. 2.54: Rychlostní pole proudění vzduchu – distribuce č. 5



Obr. 2.55: Trajektorie vzdušných proudů – distribuce č. 5

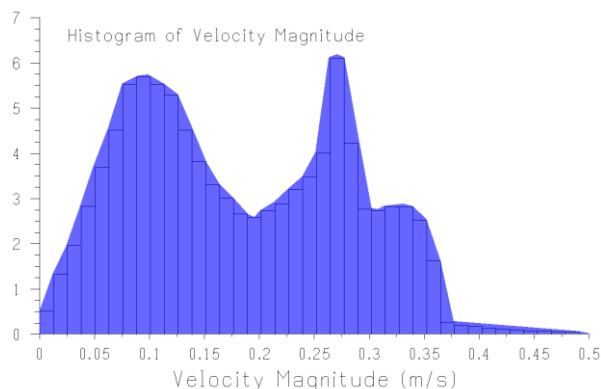
Vyhodnocení

Po všech provedených výpočtech mohu o této variantě distribuce vzduchu říci, že je pro daný prostor nejvhodnější, ale pouze v zimním režimu užívání. Pobytová zóna vykazovala malé teplotní rozdíly, ale čeho jsem v této variantě chtěl hlavně dosáhnout, bylo snížení rychlosti proudění v pobytové zóně pro dosažení požadavků stanovených v [21]. Tyto požadavky byly překročeny pouze minimálně (viz Obr. 2.56), a to v místech, kde lidé tančí a jsou v pohybu, tudíž by je průvan neměl tolik obtěžovat.

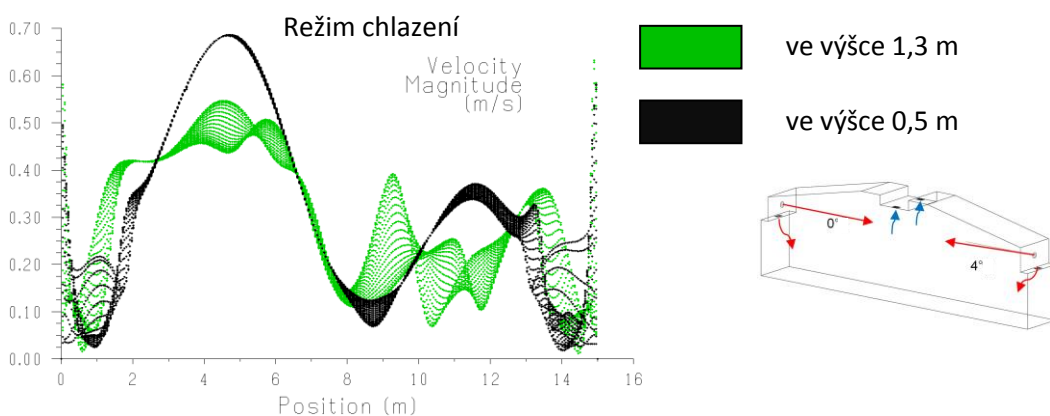
Teplý proud vzduchu vycházející z levé dýzy se totiž minul s pravým proudem a v oblasti poblíž stropu ztratil rychlost. Levý proud se tak ve velkém prostoru měl možnost rozptýlit, a do pobytové oblasti dorazil již přijatelně pomalými rychlostmi (viz Obr. 2.55 a)).

Jako nevyhovující se však tato varianta stala pro použití distribuce chladnějšího vzduchu, než je teplota v interiéru. Vzduch z levé nadokenní dýzy po uražení požadované vzdálenosti ztratil kinetickou energii a vlivem tíhových sil klesl dolů k podlaze, kde se setkal s proudem vzduchu

z protější dýzy. Zvětšením objemového průtoku na omezeném prostoru došlo opět k urychlení proudění až na hodnoty rychlosti kolem 0,7 m/s (viz Obr. 2.55 b) a Obr. 2.57).



Obr. 2.56: Histogram rychlosti proudění po délce sálu - distribuce č. 5



Obr. 2.57: Rozložení rychlostí proudění po délce sálu – distribuce č. 5

2.4.11.9 NÁVRH DISTRIBUCE VZDUCHU

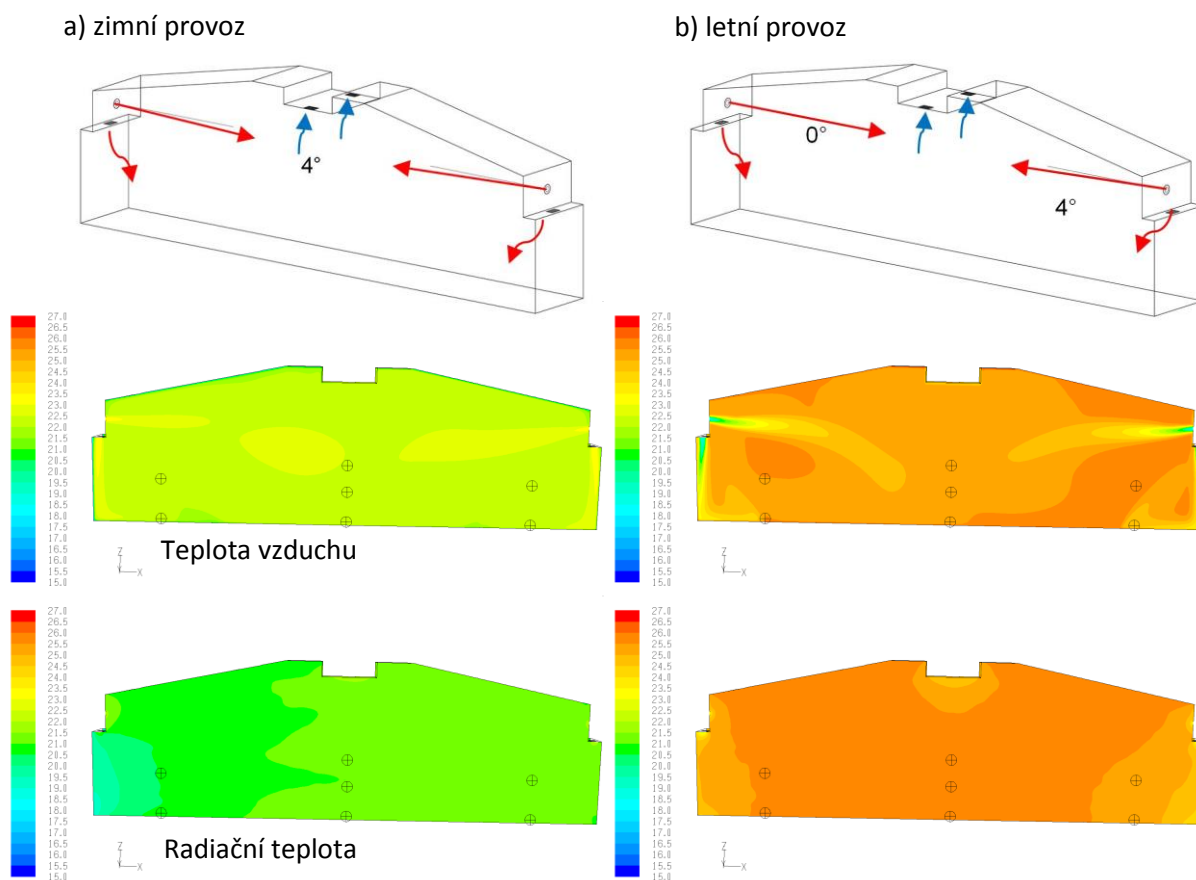
Z výše provedených výpočtů vyplývá, že distribuce vzduchu v sále za stávajícího stavu není zcela ideální. Lépe dopadly výpočty pro návrhy distribuce s dýzami. Proto pro zadaný prostor společenského sálu navrhuji kombinaci dvou počítaných distribucí. Jsou to:

Vytápění (zima) – *distribuce č. 5* – kombinace dýz DDM II 250 (viz [31]) směřovaných směrem do prostoru sálu a obdélníkových vyústek, přičemž dýza situovaná nad oknem bude vyfukovat vzduch horizontálně a protější dýza ve sklonu 4° směrem dolů. Obdélníkové nastavitelné vyústky VNM 2A 200x320 R1 (viz [29]) budou umístěny na spodní straně přívodního potrubí a budou eliminovat vlivy sálání povrchů obvodových konstrukcí.

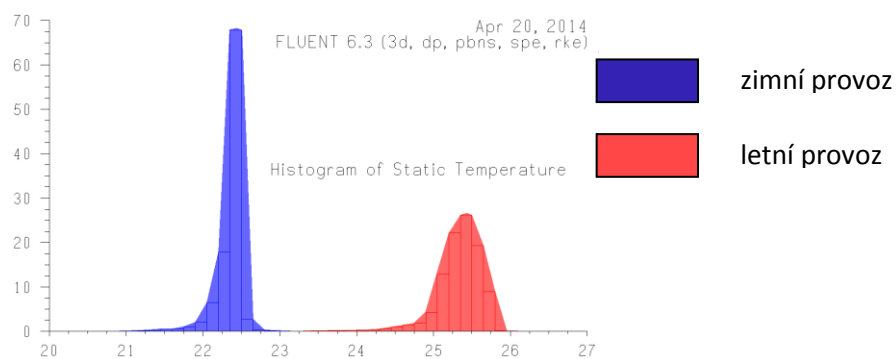
Chlazení (léto) – *distribuce č. 4* – jedná se o totožný způsob distribuce vzduchu pomocí dýz a obdélníkových vyústek. Z výpočtu, který je uveden v kapitole 2.4.11.8, však vyplývá nutnost jiného nastavení nadokenní dýzy. Ta by měla být nastavena na stejný úhel výfuku jako dýza protilehlá, a to na 4° směrem dolů.

Rozdílné nastavení distribučních elementů při vytápění a chlazení může být řešeno automaticky použitím servopohonů. Ty tak můžou reagovat plynule na změnu teploty přívodního vzduchu a celoročně tak zajišťovat ideální podmínky větrání. Tato vlastnost je pro distribuci pomocí dýz typická.

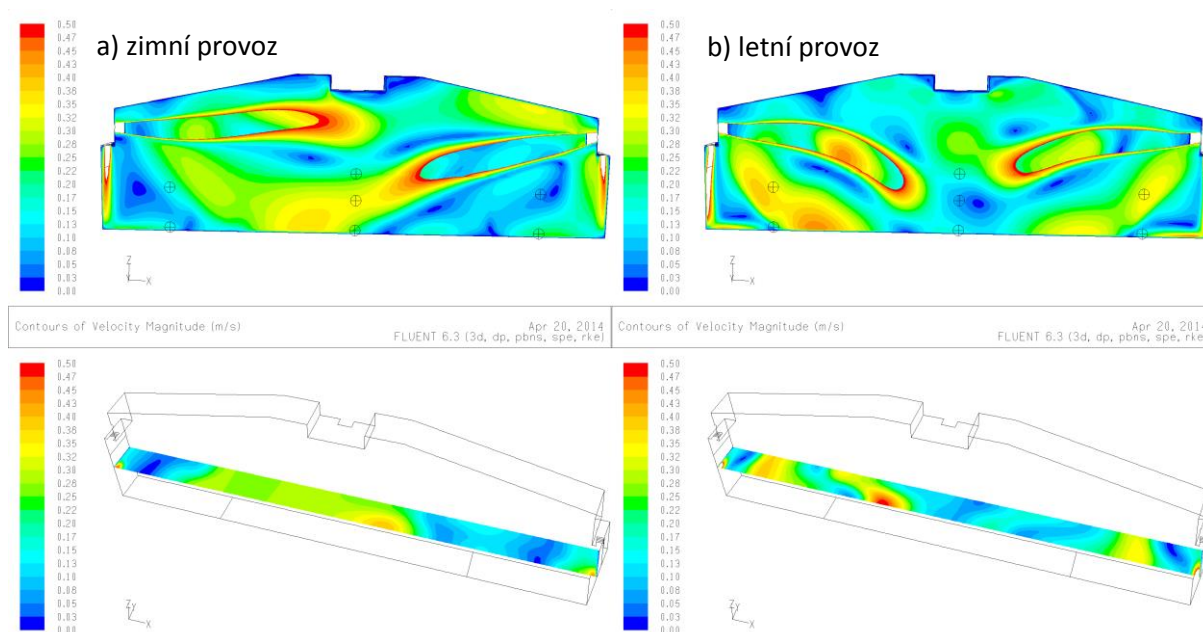
Grafické výstupy výpočtů výsledného návrhu znázorňují teplotní pole (Obr. 2.58).



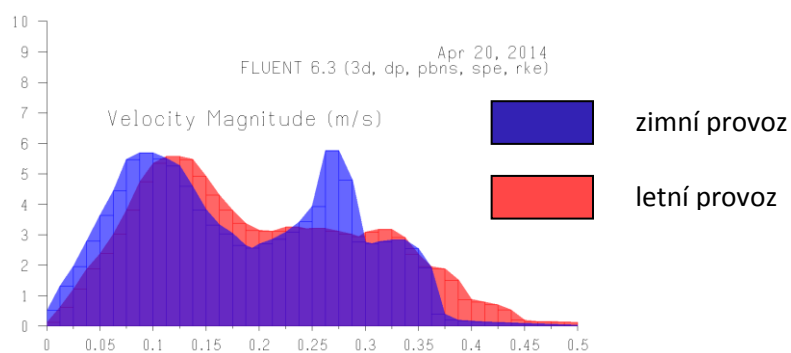
Obr. 2.58: Teplotní pole - výsledný návrh - a) zimní provoz, b) letní provoz



Obr. 2.59: Histogram teplot v pobytové zóně - výsledný návrh



Obr. 2.60: Rychlost proudění - výsledný návrh - a) zimní provoz, b) letní provoz



Obr. 2.61: Histogram rychlosti proudění v pobytové zóně - výsledný návrh

Histogram teplot v pobytové zóně pro zimní a letní podmínky je znázorněn na Obr. 2.61. Histogram znázorňuje, že se teploty interiéru pro režim vytápění i chlazení pohybují ve velmi malých intervalech, čehož jsem chtěl dosáhnout. Stejně tak histogram rychlostí na Obr. 2.61 ukazuje, že se v pobytové zóně nejvíce vyskytují rychlosti proudění do 0,3 m/s.

2.4.12 POSOUZENÍ TEPELNÉ POHODY – UKAZATELE PMV A PPD

Při výpočtech uvedených v kapitole 2.4.11 jsem si v posuzované místnosti společenského sálu stanovil několik bodů (viz Obr. 2.33) pro určování tepelné pohody. Body jsem volil tak, aby charakterizovaly typickou polohu osoby v sále. Data získaná z těchto bodů proto mnohdy nekorespondují s problematikou řešenou v kapitole 2.4.11, ze které jsem vycházel při postupném návrhu distribuce.

Výpočet a posouzení tepelné pohody v prostředí sálu jsem prováděl na základě stanovení ukazatelů PMV a PPD (vice kapitola 1.2). Předpověď středního tepelného pocitu PMV stanovuje, jak se blíží vnitřní tepelná produkce těla jeho tepelné ztrátě v daném prostředí. Funkcí PMV je pak předpověď procentuálního podílu nespokojených PPD.

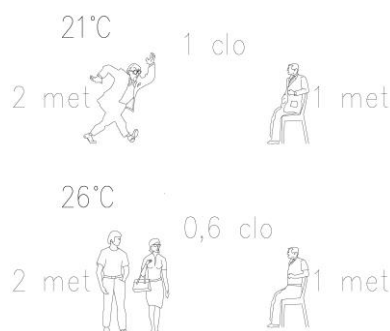
Výpočet se zakládá na znalosti teploty vzduchu a radiační teploty, rychlosti proudění vzduchu a vlhkosti vzduchu. Dále ve výpočtu figurují údaje o momentální činnosti osob v zóně, která je charakterizovaná produkcí metabolického tepla ve W/m^2 . Další hodnotou vstupující do výpočtu je hodnota tepelného odporu oděvu I_{cl} . Jako ideální kritérium komfortu považujeme PMV rovno 0.

2.4.12.1 PODMÍNKY VÝPOČTU

Stejně tak, jako jsem posuzoval způsoby distribuce vzduchu zvláště pro režim vytápění v zimě a chlazení v létě, uvažoval jsem také rozdíly ve způsobu oblékání pro tyto 2 období. Z toho vyplývající tepelný odpor oděvu byl (viz Obr. 2.62):

- pro zimní oděv – 1 clo = $0,155 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
- pro letní oděv – 0,6 clo = $0,09 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

V místnosti jsem uvažoval 2 skupiny osob. První skupina lidí je ta, která sedí u stolů po okrajích sálu a nevykazuje tak velké produkce metabolického tepla (1 met = 58 W/m^2) oproti osobám věnujícím se tanci ve středu sálu (2 met = 116 W/m^2). Stanovené hodnoty metabolismu použité ve výpočtu jsou uvedeny na Obr. 2.62.



Obr. 2.62: Hodnoty metabolismu a tepelného odporu oděvů

2.4.12.2 VÝPOČET

Výpočet jsem prováděl v tabulkovém editoru Excel podle normy [16]. Data jsem zpracoval pro typické body v jednotlivých oblastech sálu. Byly to body (viz. Obr. 2.33):

- oblast kotníků – 100 mm nad podlahou
- výška sedící osoby – 1300 mm nad podlahou
- oblast trupu stojící osoby – 1000 mm nad podlahou
- výška stojící osoby – 1800 mm nad podlahou

Body jsou znázorněny také ve všech grafických výstupech výpočtů provedených v kapitole 2.4.11.3. Z výsledků, které program Fluent v těchto bodech spočítal, jsem sestavil následující tabulky s výslednými ukazateli tepelného komfortu PMV a PPD:

Tabulka 2.93: PMV a PPD pro charakteristické body 2m od zdi

ČINNOST / POZICE	OKRAJOVÉ PODMÍNKY	UKAZATEL	PMV	PPD	ČINNOST / POZICE	OKRAJOVÉ PODMÍNKY	UKAZATEL	PMV	PPD
		[JEDNOTKY]	[-]	[%]			[JEDNOTKY]	[-]	[%]
		OKRAJ. PODM.					OKRAJ. PODM.		
OSOBY SEDÍCÍ / U ZDI, VÝPOČET PRO OBLAST NOHOU 100 mm NAD PODLAHOU	ZIMNÍ OBDOBÍ	Dist. 1	-0,87	20,9	OSOBY SEDÍCÍ / U ZDI, VÝPOČET PRO POBYTOVOU OBLAST 1300 mm NAD PODLAHOU	ZIMNÍ OBDOBÍ	Dist. 1	-0,74	16,5
		Dist. 2	-0,86	20,7			Dist. 2	-0,72	16,0
		Dist. 3	-1,03	27,3			Dist. 3	-0,95	24,2
		Dist. 4	-0,77	17,5			Dist. 4	-0,74	16,7
		Dist. 5	-0,85	20,5			Dist. 5	-0,55	11,4
	LETNÍ OBDOBÍ	Dist. 1	-0,60	12,5		LETNÍ OBDOBÍ	Dist. 1	0,25	6,3
		Dist. 2	-0,18	5,7			Dist. 2	0,04	5,0
		Dist. 3	-0,52	10,7			Dist. 3	-0,50	10,3
		Dist. 4	-0,26	6,4			Dist. 4	-0,26	6,5
		Dist. 5	-0,03	5,0			Dist. 5	-0,37	7,9

Tabulka 2.94: PMV a PPD pro charakteristické body 2m od okna

ČINNOST / POZICE	OKRAJOVÉ PODMÍNKY	UKAZATEL	PMV	PPD	ČINNOST / POZICE	OKRAJOVÉ PODMÍNKY	UKAZATEL	PMV	PPD
		[JEDNOTKY]	[-]	[%]			[JEDNOTKY]	[-]	[%]
		OKRAJ. PODM.					OKRAJ. PODM.		
OSOBY SEDÍCÍ / U OKNA, VÝPOČET PRO OBLAST NOHOU 100 mm NAD PODLAHOU	ZIMNÍ OBDOBÍ	Dist. 1	-1,06	29,0	OSOBY SEDÍCÍ / U OKNA, VÝPOČET PRO POBYTOVOU OBLAST 1300 mm NAD PODLAHOU	ZIMNÍ OBDOBÍ	Dist. 1	-0,73	16,3
		Dist. 2	-0,96	24,4			Dist. 2	-0,76	17,4
		Dist. 3	-1,12	31,5			Dist. 3	-1,04	28,0
		Dist. 4	-0,76	17,2			Dist. 4	-0,74	16,5
		Dist. 5	-0,86	20,9			Dist. 5	-0,84	19,8
	LETNÍ OBDOBÍ	Dist. 1	-0,56	11,5		LETNÍ OBDOBÍ	Dist. 1	0,29	6,8
		Dist. 2	-0,03	5,0			Dist. 2	0,11	5,3
		Dist. 3	-0,45	9,2			Dist. 3	-0,47	9,6
		Dist. 4	0,16	5,5			Dist. 4	-0,32	7,2
		Dist. 5	0,14	5,4			Dist. 5	-0,45	9,2

Tabulka 2.95: PMV a PPD pro charakteristické body ve středu sálu

ČINNOST / POZICE	OKRAJOVÉ PODMÍNKY	UKAZATEL	PMV	PPD	ČINNOST / POZICE	OKRAJOVÉ PODMÍNKY	UKAZATEL	PMV	PPD
		[JEDNOTKY]	[-]	[%]			[JEDNOTKY]	[-]	[%]
		OKRAJ. PODM.					OKRAJ. PODM.		
OSOBY V POHYBU / VE STŘEDU MÍSTNOSTI, VÝPOČET PRO OBLAST NOHOU 100 mm NAD PODLAHOU	ZIMNÍ OBDOBÍ	Dist. 1	0,69	15,1	OSOBY V POHYBU / VE STŘEDU MÍSTNOSTI, VÝPOČET PRO POBYTOVOU OBLAST 1000 mm NAD PODLAHOU	ZIMNÍ OBDOBÍ	Dist. 1	0,77	17,6
		Dist. 2	0,77	17,5			Dist. 2	0,78	18,0
		Dist. 3	0,82	19,2			Dist. 3	0,71	15,6
		Dist. 4	0,89	21,8			Dist. 4	0,71	15,8
		Dist. 5	0,74	16,6			Dist. 5	0,70	15,2
	LETNÍ OBDOBÍ	Dist. 1	1,34	42,7		LETNÍ OBDOBÍ	Dist. 1	1,12	31,7
		Dist. 2	1,32	41,5			Dist. 2	1,15	33,0
		Dist. 3	1,31	40,9			Dist. 3	1,07	29,3
		Dist. 4	1,29	39,7			Dist. 4	1,40	45,7
		Dist. 5	1,20	35,2			Dist. 5	1,21	35,8

Tabulka 2.96: PMV a PPD pro charakteristické body ve středu sálu (pokračování)

ČINNOST / POZICE	OKRAJOVÉ PODMÍNKY	UKAZATEL	PMV	PPD
		[JEDNOTKY]		
		OKRAJ. PODM.	[-]	[%]
OSOBY V POHYBU / VE STŘEDU MÍSTNOSTI, VÝPOČET PRO POBYTOVOU OBLAST 1800 mm NAD PODLAHOU	ZIMNÍ OBDOBÍ	Dist. 1	0,80	18,7
		Dist. 2	0,81	18,9
		Dist. 3	0,66	14,3
		Dist. 4	0,72	16,0
		Dist. 5	0,75	17,0
	LETNÍ OBDOBÍ	Dist. 1	1,10	30,6
		Dist. 2	1,14	32,4
		Dist. 3	1,02	27,3
		Dist. 4	1,25	38,1
		Dist. 5	1,16	33,5

pozn.: červeně zvýrazněné hodnoty v tabulkách znázorňují původní způsob distribuce č. 1, zeleně pak nově navrženou distribuci č. 4 pro režim chlazení a č. 5 pro režim vytápění

2.4.12.3 VYHODNOCENÍ

Za optimální mikroklimatické podmínky můžeme považovat ty, které zajistí podíl nespokojených osob do 20%. Z výsledků, které uvádí Tabulka 2.93 až Tabulka 2.96 je patrné, že oblasti po stranách sálu poskytují návštěvníkům relativně příjemné podmínky s malým procentem nespokojených osob. Pro zimní provoz se to týká také střední části sálu.

Jak však tyto tabulky ukázaly, žádná z variant, kterou jsem podrobil výpočtu, nezajistila dostatečně komfortní podmínky v oblasti tanečního parketu při letních podmínkách užívání. Při letním večírku budou muset návštěvníci v této oblasti buď zredukovat množství oděvu, nebo zpomalit činnost metabolismu méně aktivní zábavou.

2.4.12.4 ZÁVĚR

Využitím metody CFD jsem analyzoval stavy mikroklimatu při pěti variantách distribuce vzduchu. Počítačovým modelováním jsem tak poukázal na problematiku větrání společenských prostor zatížených velkým počtem shromážděných osob. V řešeném sále jsem byl omezen stávajícím vedením vzduchovodů a dispozičním řešením z čehož plynuly jednotlivé varianty distribuce vzduchu.

Výsledky ukázaly, že stávající varianta distribuce vzduchu prostřednictvím obdélníkových výústek nezajistí dokonalé provětrání všech oblastí sálu a v místech s téměř nulovou rychlostí proudění vzduchu hrozí jeho stagnace. Navíc v režimu chlazení způsobuje lokální zvýšení rychlosti proudění s rizikem vzniku pocitu průvanu. I přes dobré výsledky, které jsem v charakteristických bodech stanovil pomocí výpočtu indexů PMV a PPD, je tedy varianta distribuce vzduchu pomocí obdélníkových výústek nevhodná (viz kapitola 2.4.11.4).

Proto jsem přistoupil k řešení distribuce pomocí nastavitelných dýz. Rozborem problematiky týkající se těchto distribučních elementů jsem dospěl k závěru, který po-

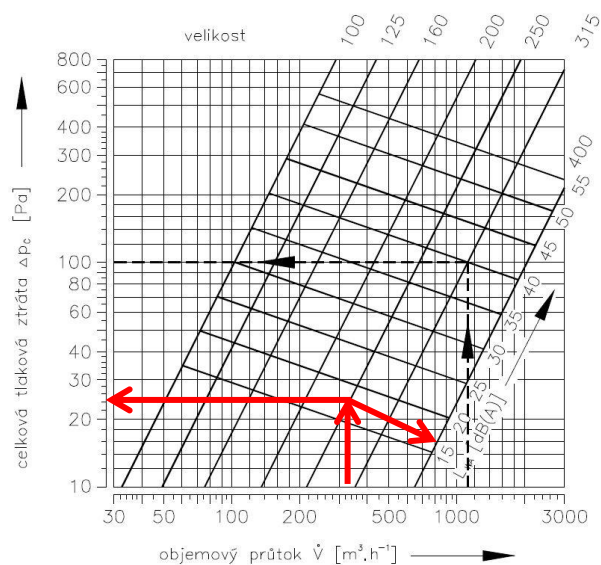
tvrdí správnost návrhu dýz uvedený v podkladu výrobce. Ten je pro dýzy s velkým dosahem proudu vzduchu charakteristický tím, že pro režimy vytápění a chlazení (rozdílné Δt) doporučuje jiný úhel sklonu dýzy. Tento postup jsem dále upravoval pro konkrétní potřeby řešeného sálu. Docílil jsem lepšího provětrání sálu a sjednocení teplot v pobytové oblasti.

Vhodným řešením také bylo doplnit distribuční elementy směřované do sálu dalšími, které jsou umístěny tak, aby ofukovaly sálavé povrchy obvodových konstrukcí. Toto řešení by se mělo projevit nejen na eliminaci vzniku kondenzace vodní páry na prosklených plochách při provozu sálu, ale zároveň tak zlepšit i podmínky tepelné pohody hlavně v oblasti u okna. Zvýšením rychlosti proudění se však tato změna nijak zvlášť na ukazateli PMV neprojevila.

Toto téma jsem rozebral pouze na popud vlastní zkušenosti a zkušeností známých. Za pomoci metody CFD a desítkami výpočetních hodin jsem dokázal, že co se týče větrání, je v tomto sále co zlepšovat. Jakožto student technických zařízení budov si z tohoto mohu odnést ponaučení pro svou budoucí praxi. Pro obdobné prostory jako je tento společenský sál se mnohem lépe hodí využití směrově nastavitelných dýz s velkým dosahem proudu, na místo zde použitých obdélníkových vyústí.

2.4.12.5 DISTRIBUČNÍ ELEMENTY – SÁL

PŘÍVOD: *Dýza DDM II/N 250 – průtok 311 m³/h*



Obr. 2.63: Dýza nastavitelná [31]

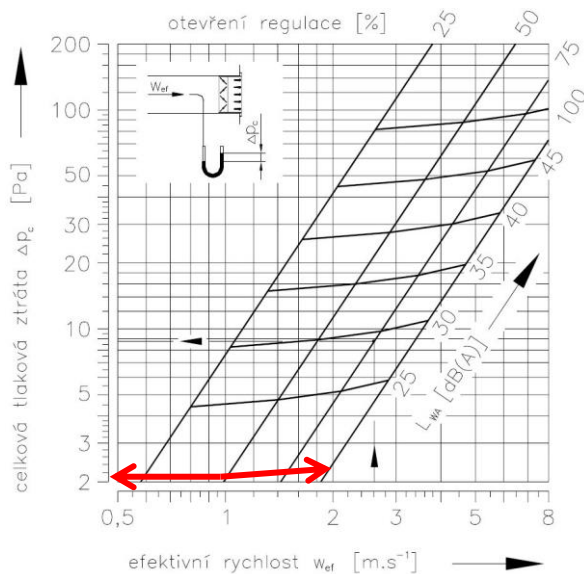
přívod vzduchu horizontálně



tlaková ztráta - 25 Pa

hladina akustického tlaku - 17 dB

PŘÍVOD: *Dvouřadá obdélníková vyústka VNM 2A 320x200 R1 – průtok 133 m³/h*



přívod vzduchu vertikálně



$$S_{ef} = 0,0357 \text{ m}^2$$

$$w_{ef} = 1,04 \text{ m/s}$$

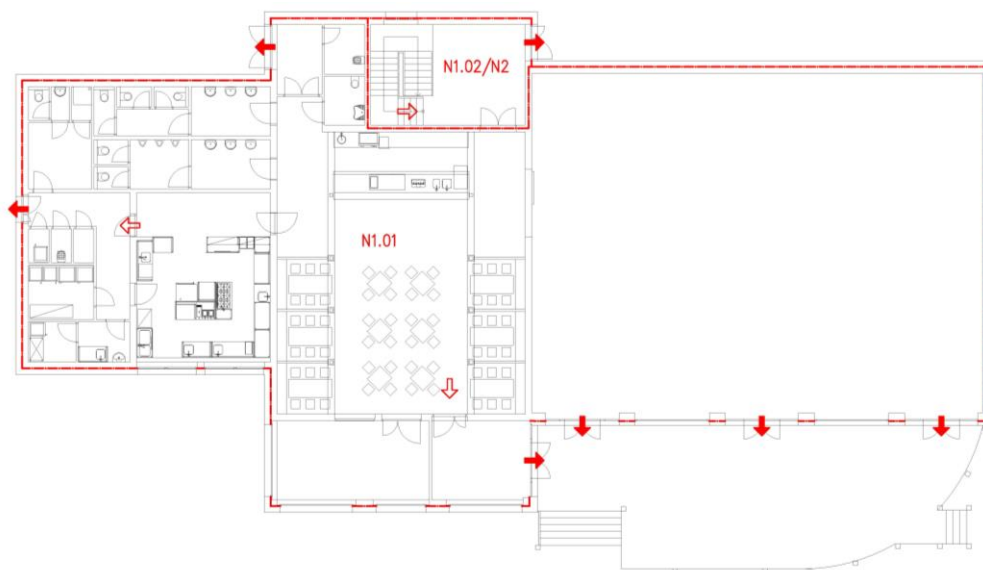
tlaková ztráta – 2,1 Pa

hladina akustického tlaku - 18 dB

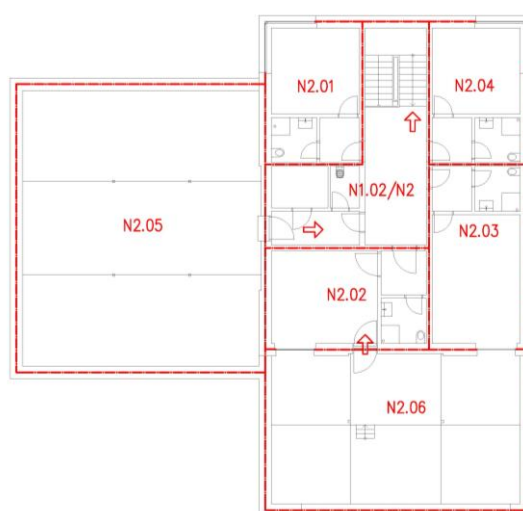
2.5 POŽÁRNÍ BEZPEČNOST

Podle základních zásad požární bezpečnosti musí být jako samostatný požární úsek navržena strojovna vzduchotechniky, obytná buňka a chráněná úniková cesta. [12]

Konstrukce, které oddělují tyto místnosti od okolních, jsou proto požárně dělící a do vzduchodů musejí být instalovány požární klapky. Schéma požárních úseků a dělících konstrukcí je vyobrazeno na Obr. 2.64 a Obr. 2.65.



Obr. 2.64: Požární úseky 1NP



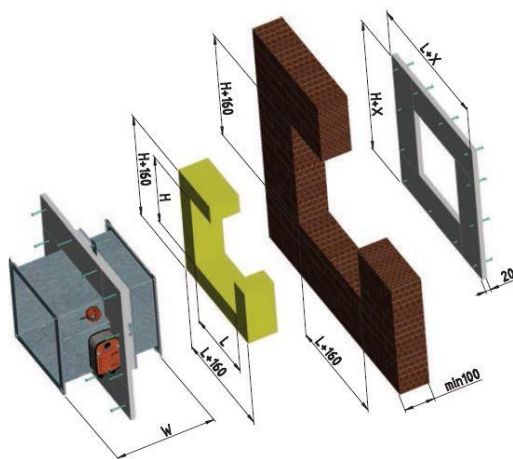
Obr. 2.65: Požární úseky 2NP

2.5.1 POŽÁRNÍ KLAPKY

Do požárně dělících konstrukcí jsem navrhnul požární klapky s ručním mechanismem a spouštěcí pružinou. Pružina klapku uzavře při překročení $72\text{ °C} \pm 1,5\text{ °C}$. [35] Klapky mají požární odolnost EI 90, což je vyhovující odolnost pro požární uzávěry otvorů v požárních stěnách a stopech v nadzemních podlažích [12].

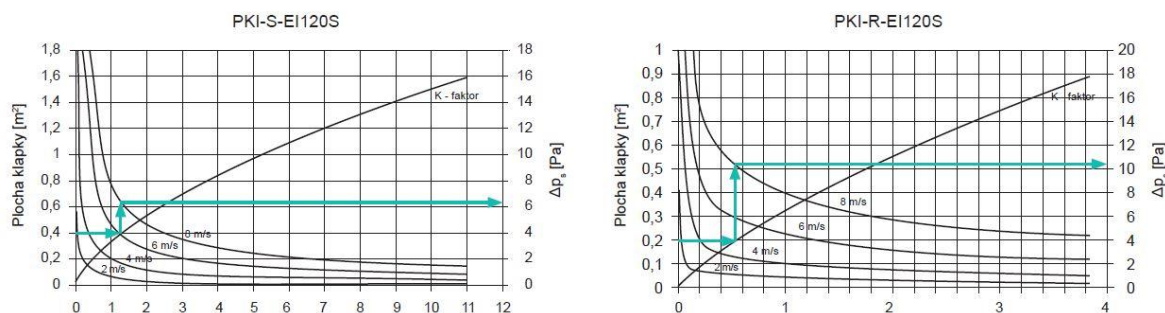
2.5.1.1 INSTALACE

Zabudování požární klapky se provádí do otvoru, který je o 160 mm větší v každém směru, než je velikost klapky pro klapky hranaté. Kulaté klapky se instalují do otvoru $\varnothing d+60\text{ mm}$, kde d je průměr požární klapky. Prostor mezi klapkou a stěnou (stropem) je dále vyplněn sádrovou směsí nebo betonem. Schéma pro zabudování je na Obr. 2.66.



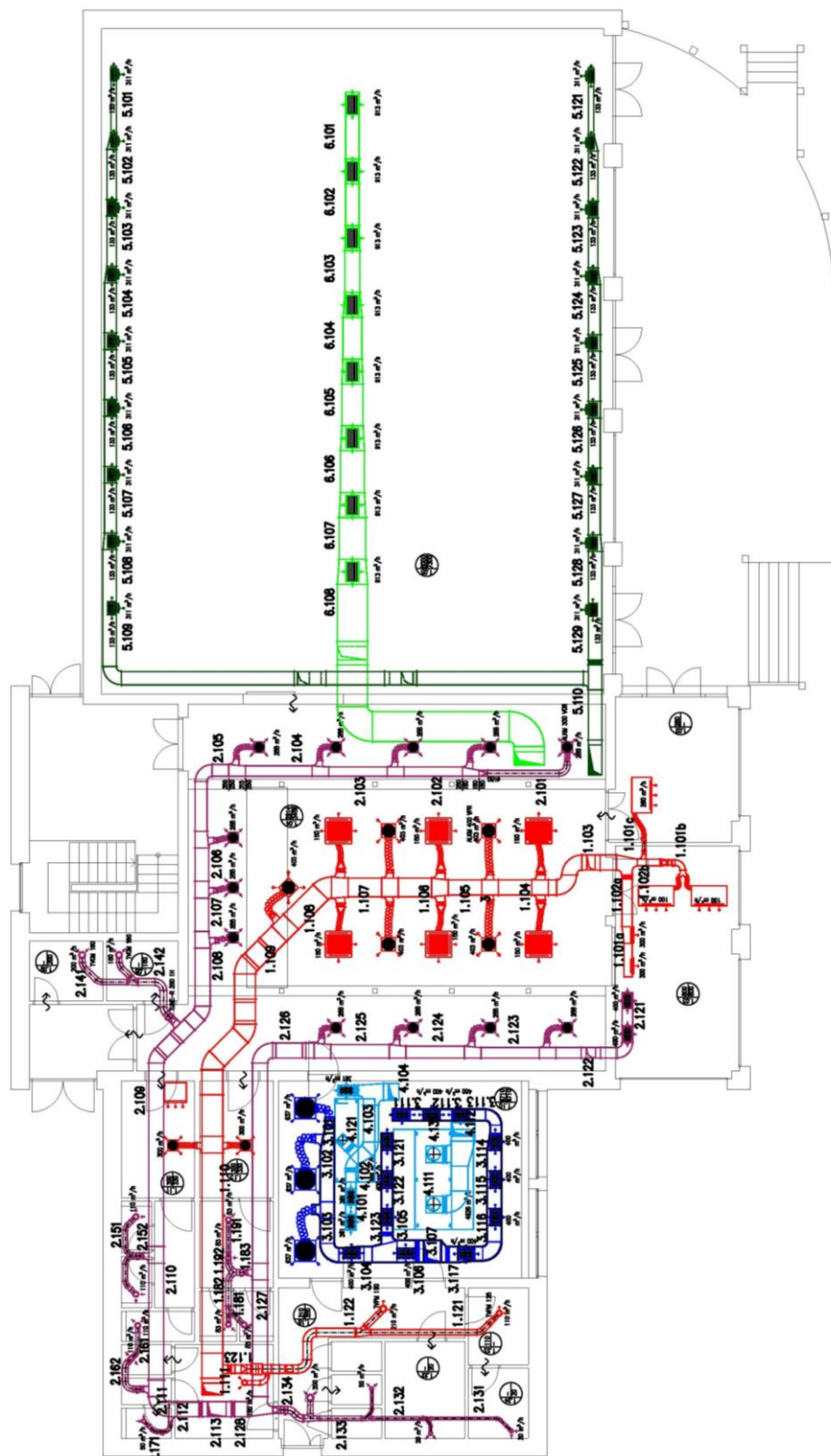
Obr. 2.66: Instalace požární klapky [35]

2.5.1.2 TLAKOVÁ ZTRÁTA OTEVŘENÉ POŽÁRNÍ KLAPKY

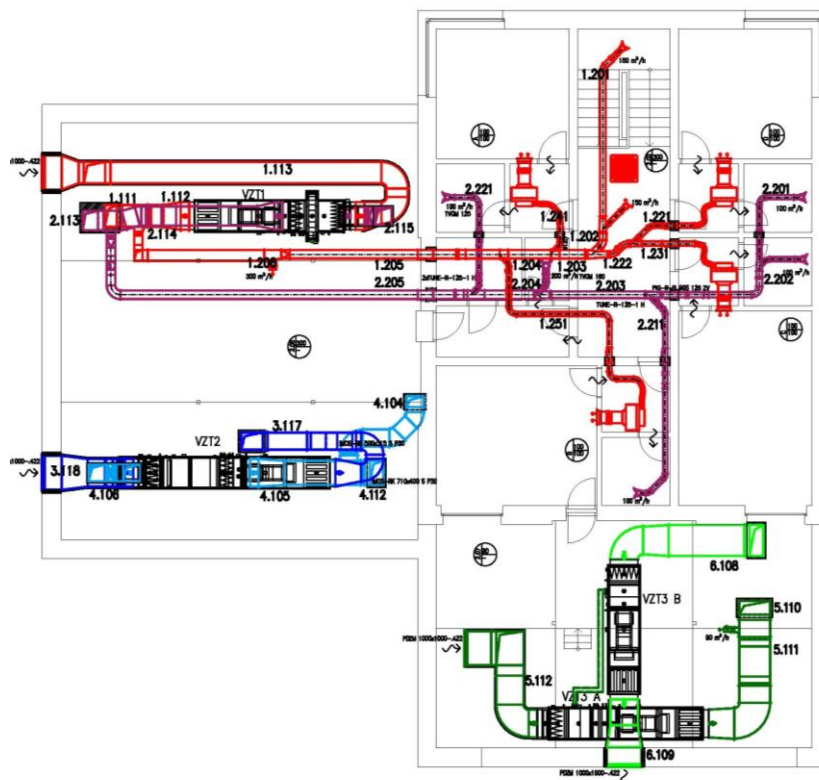


Obr. 2.67: Diagram pro určení tlakové ztráty požárních klapky [35]

2.6 TLAKOVÉ ZTRÁTY



Obr. 2.68: Dimenzační schéma 1NP



Obr. 2.69: Dimenzační schéma 2NP

2.6.1 ZAŘÍZENÍ VZT 1 - DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ

Tabulka 2.97: Tlaková ztráta potrubí – větev 1

Č. Ú.	V [m³/h]	V [m³/s]	L [m]	v' [m/s]	S [m²]	d' [m]	ŠÍŘKA A [m]	VÝŠKA B [m]	A x B [m²]	d [m]	v [m/s]	R [Pa/m]	ξ [-]	Z [Pa]	Z + R · L [Pa]	Ztráta konc. el. [Pa]	Σ [Pa]	POZN.	
Přívodní potrubí 1a. větev																			
1.101a	300	0,083	1,0	2,0	0,042	0,230	0,250	0,250	0,063	0,250	1,33	0,21	0,00	0,00	0,21	4	4,2	75%	
1.102a	600	0,167	1,6	2,2	0,076	0,311	0,315	0,250	0,079	0,279	2,12	0,45	0,5	1,32	2,02		6,2	20dB	
TLAKOVÁ ZTRÁTA REGULAČNÍ Klapky					1,5	Pa												5,3	
Přívodní potrubí 1b. větev																			
1.101b	200	0,056	1,5	2,0	0,028	0,188	∅	0,160	0,020	0,160	2,76	0,67	1,62	7,30	8,30		8,3		
1.102b	460	0,128	0,3	2,2	0,058	0,272	0,200	0,250	0,050	0,222	2,56	0,67	0,8	3,08	3,27		11,6		
POTŘEBNÁ TLAKOVÁ ZTRÁTA REGULAČNÍ Klapky																	3,6		
Přívodní potrubí 1c. větev																			
1.101c	260	0,072	1,3	2,2	0,033	0,204	∅	0,160	0,020	0,160	3,59	1,00	1,00	7,61	8,89		8,9		
TLAKOVÁ ZTRÁTA REGULAČNÍ Klapky					3,0	Pa													
1.103	1060	0,294	4,1	2,5	0,118	0,387	0,450	0,250	0,113	0,277	2,62	1,00	3,70	14,95	19,01		30,6		
1.104	1360	0,378	1,5	2,9	0,130	0,407	0,450	0,250	0,113	0,321	3,36	1,00	0,28	1,86	3,36		33,9		
1.105	2166	0,602	1,5	3,3	0,182	0,482	0,450	0,355	0,160	0,397	3,77	0,67	0,35	2,93	3,93		37,9		
1.106	2466	0,685	1,5	3,7	0,185	0,485	0,500	0,355	0,178	0,415	3,86	1,00	0,30	2,64	4,14		42,0		
1.107	3271	0,909	1,5	4,1	0,222	0,531	0,560	0,355	0,199	0,435	4,57	1,40	0,43	5,30	7,40		49,4		
1.108	3571	0,992	1,6	4,5	0,220	0,530	0,560	0,355	0,199	0,435	4,99	1,40	0,32	4,70	6,94		56,4		
1.109	3974	1,104	7,1	4,9	0,225	0,536	0,630	0,355	0,224	0,454	4,94	1,00	1,84	26,45	33,55		89,9		
1.110	4574	1,271	6,5	5,3	0,240	0,552	0,630	0,355	0,224	0,454	5,68	1,40	0,13	2,48	11,58		101,5		
1.111	5054	1,404	3,5	5,7	0,246	0,560	0,630	0,355	0,224	0,454	6,28	1,40	1,24	28,83	33,73		135,2		
1.112	6054	1,682	1,2	6,0	0,280	0,597	0,630	0,400	0,252	0,489	6,67	1,40	0,80	21,02	22,70		157,9		
1.113	6054	1,682	12,0	6,0	0,280	0,597	0,630	0,630	0,397	0,630	4,24	0,45	1,48	15,68	21,08		179,0		
POŽÁRNÍ Klapka PKI-S-EI 90S 630x355 ZV					6 Pa													6,0	
ŽALUZIE 1000x1000		Plocha pro proud. vzd.:			0,681 m²													45,0	
Přívodní potrubí 2. větev																			
1.121	110	0,031	4,0	1,5	0,020	0,161	∅	0,160	0,020	0,160	1,52	0,31	0,37	0,50	1,74	30	31,7	NAST 8	
1.122	320	0,089	4,3	2,0	0,044	0,238	∅	0,250	0,049	0,250	1,81	0,21	1,80	3,48	4,39		36,1	20 dB	
1.123	480	0,133	1,5	2,5	0,053	0,261	∅	0,250	0,049	0,250	2,72	0,45	2,70	11,75	12,43		48,6		
VODNÍ OHŘÍVAČ MBV 250																	18,0		
POTŘEBNÁ TLAKOVÁ ZTRÁTA REGULAČNÍ Klapky																	23,3		

Tabulka 2.98: Tlaková ztráta potrubí – větev 1 a 2

1.201	150	0,042	5,1	2,0	0,021	0,163	∅	0,160	0,020	0,160	2,07	0,45	3,70	9,38	11,67	40	51,7	NAST 11 27 dB
1.202	300	0,083	0,8	2,5	0,033	0,206	∅	0,200	0,031	0,200	2,65	0,67	0,71	2,95	3,48		55,2	
1.203	500	0,139	1,3	3,0	0,046	0,243	∅	0,250	0,049	0,250	2,83	0,45	0,45	2,13	2,69		57,8	
1.204	600	0,167	1,5	3,5	0,048	0,246	∅	0,250	0,049	0,250	3,40	0,67	0,04	0,27	1,28		59,1	
1.205	700	0,194	7,0	4,0	0,049	0,249	∅	0,250	0,049	0,250	3,96	1,00	0,46	4,26	11,26		70,4	
1.206	1000	0,278	6,5	4,5	0,062	0,280	0,315	0,250	0,079	0,279	3,53	1,00	0,56	4,11	10,61		68,5	
POŽÁRNÍ KLAPKA PKI-S-EI 90S 250x250 ZV																	4,0	
POTŘEBNÁ TLAKOVÁ ZTRÁTA REGULAČNÍ KLAPKY																	68,8	
<i>Přívodní potrubí 4. větev</i>																		
1.221	100	0,028	2,4	2,0	0,014	0,133	∅	0,125	0,012	0,125	2,26	0,67	1,02	3,08	4,69		4,7	
1.222	200	0,056	0,9	2,5	0,022	0,168	∅	0,160	0,020	0,160	2,76	0,67	2,70	12,16	12,77		17,5	
POŽÁRNÍ KLAPKA PKI-R-EI 90S 125 ZV																	1,0	
POTŘEBNÁ TLAKOVÁ ZTRÁTA REGULAČNÍ KLAPKY																	36,7	
<i>Přívodní potrubí 5. větev</i>																		
1.251	100	0,028	6,8	2,0	0,014	0,133	∅	0,125	0,012	0,125	2,26	0,67	0,88	2,65	7,20		7,2	
POŽÁRNÍ KLAPKA PKI-R-EI 90S 125 ZV																	1,0	
POTŘEBNÁ TLAKOVÁ ZTRÁTA REGULAČNÍ KLAPKY																	50,9	
<i>Přívodní potrubí 6. větev</i>																		
1.231	100	0,028	2,0	2,0	0,014	0,133	∅	0,125	0,012	0,125	2,26	0,67	0,30	0,91	2,25		2,2	
POŽÁRNÍ KLAPKA PKI-R-EI 90S 125 ZV																	1,0	
<i>Přívodní potrubí 7. větev</i>																		
1.241	100	0,028	2,0	2,0	0,014	0,133	∅	0,125	0,012	0,125	2,26	0,67	0,30	0,91	2,25		2,2	
POŽÁRNÍ KLAPKA PKI-R-EI 90S 125 ZV																	1,0	
POTŘEBNÁ TLAKOVÁ ZTRÁTA REGULAČNÍ KLAPKY																	54,6	

Tabulka 2.99: Tlaková ztráta potrubí – větev 2

Č. Ú.	V [m³/h]	V [m³/s]	L [m]	v' [m/s]	S [m²]	d' [m]	ŠÍŘKA A [m]	VÝŠKA B [m]	A x B [m²]	d [m]	v [m/s]	R [Pa/m]	ξ [-]	Z [Pa]	Z + R · L [Pa]	Ztráta konc. el. [Pa]	Σ [Pa]	POZN.					
Odvodní potrubí 1. větev																							
2.101	288	0,08	3,2	2,0	0,040	0,226	∅	0,180	0,025	0,180	3,14	1,00	0,35	2,04	5,24	20	25,2	27dB					
2.102	576	0,16	2,3	2,4	0,068	0,294	0,280	0,180	0,050	0,219	3,17	1,00	0,38	2,26	4,51		29,8						
2.103	864	0,24	2,3	2,7	0,089	0,336	0,280	0,250	0,070	0,264	3,43	1,40	0,20	1,39	4,54		34,3						
2.104	1152	0,32	2,5	3,1	0,105	0,365	0,315	0,250	0,079	0,279	4,06	1,00	0,08	0,78	3,28		37,6						
2.105	1440	0,40	3,0	3,4	0,118	0,387	0,355	0,250	0,089	0,293	4,51	1,40	0,33	3,96	8,16		45,7						
2.106	1728	0,48	1,5	3,8	0,128	0,404	0,400	0,250	0,100	0,308	4,80	1,40	0,14	1,90	4,00		49,7						
2.107	2016	0,56	1,5	4,1	0,137	0,417	0,400	0,280	0,112	0,329	5,00	2,10	0,08	1,18	4,33		54,1						
2.108	2304	0,64	2,5	4,5	0,144	0,428	0,450	0,280	0,126	0,345	5,08	1,40	0,29	4,41	7,91		62,0						
2.109	2654	0,74	6,6	4,8	0,154	0,442	0,450	0,315	0,142	0,371	5,20	2,10	0,54	8,62	22,48		84,4						
2.110	2874	0,80	4,0	5,2	0,155	0,444	0,450	0,315	0,142	0,371	5,63	2,10	0,03	0,56	8,96		93,4						
2.111	3094	0,86	1,6	5,5	0,156	0,446	0,450	0,315	0,142	0,371	6,06	2,10	0,27	5,75	9,11		102,5						
2.112	3144	0,87	1,0	5,9	0,149	0,436	0,450	0,315	0,142	0,371	6,16	3,10	0,00	0,00	3,13		105,7						
2.113	5716	1,59	2,6	6,2	0,256	0,571	0,450	0,560	0,252	0,499	6,30	2,10	2,74	64,18	69,64		175,3						
2.114	6316	1,75	5,0	6,6	0,268	0,584	0,560	0,450	0,252	0,499	6,96	2,10	1,88	53,76	64,26		239,6						
2.115	6316	1,75	4,0	6,6	0,268	0,584	0,500	0,500	0,250	0,500	7,02	2,10	1,46	42,42	50,82		290,4						
POŽÁRNÍ Klapka PKI-S-EI 90S 560x450 ZV																	6 Pa		5,5				
VÝFUKOVÁ HLAVICE IMOS VHH-2 500x500 S-NR																					40,0		
TLAKOVÁ ZTRÁTA REGULAČNÍ Klapky																						9,0	
Odvodní potrubí 2. větev																							
2.121	400	0,11	1,0	2,0	0,056	0,266	0,315	0,180	0,057	0,229	1,96	0,45	0,00	0,00	0,45	3	3,5	REG 60% 20dB					
2.122	800	0,22	3,6	2,4	0,095	0,347	0,315	0,280	0,088	0,296	2,52	0,67	0,75	2,81	5,22		8,7						
2.123	1088	0,30	2,3	2,7	0,112	0,378	0,315	0,315	0,099	0,315	3,05	0,67	0,09	0,49	2,00		10,7						
2.124	1376	0,38	2,5	3,1	0,125	0,399	0,355	0,315	0,112	0,334	3,42	0,45	0,08	0,55	1,68		12,3						
2.125	1664	0,46	2,3	3,4	0,136	0,416	0,400	0,315	0,126	0,352	3,67	0,67	0,08	0,64	2,14		14,5						
2.126	1952	0,54	7,6	3,8	0,145	0,429	0,450	0,315	0,142	0,371	3,83	1,00	0,73	6,32	13,92		28,4						
2.127	2282	0,63	4,0	4,1	0,155	0,444	0,450	0,315	0,142	0,371	4,47	1,40	0,04	0,47	6,07		34,5						
2.128	2572	0,71	1,1	4,5	0,161	0,452	0,450	0,315	0,142	0,371	5,04	1,40	2,00	29,98	31,52		66,0						
POTŘEBNÁ TLAKOVÁ ZTRÁTA REGULAČNÍ Klapky																						48,7	

Tabulka 2.100: Tlaková ztráta potrubí – větev 2

<i>Odvodní potrubí 3. větev</i>																		
2.131	20	0,01	2,6	1,0	0,006	0,084	∅	0,080	0,005	0,080	1,11	0,39	0,53	0,38	1,37	20	21,4	NAST -6 20dB
2.132	40	0,01	1,8	1,5	0,007	0,097	∅	0,100	0,008	0,100	1,41	0,49	0,50	0,59	1,45		22,8	
2.133	90	0,03	1,6	2,0	0,013	0,126	∅	0,125	0,012	0,125	2,04	0,71	0,48	1,16	2,30		25,1	
2.134	290	0,08	1,5	2,5	0,032	0,203	∅	0,200	0,031	0,200	2,56	0,57	1,25	4,85	5,70		30,8	
POTŘEBNÁ TLAKOVÁ ZTRÁTA REGULAČNÍ KLAPKY																	3,7	
<i>Odvodní potrubí 4. větev</i>																		
2.141	200	0,06	1,8	2,0	0,028	0,188	∅	0,160	0,020	0,160	2,76	0,67	0,60	2,70	3,91	48	51,9	NAST 5 26dB
2.142	350	0,10	2,3	2,5	0,039	0,223	∅	0,200	0,031	0,200	3,09	0,67	1,12	6,30	7,84		59,7	
POTŘEBNÁ TLAKOVÁ ZTRÁTA REGULAČNÍ KLAPKY																	2,2	
<i>Odvodní potrubí 5. větev</i>																		
2.151	110	0,03	1,4	2,0	0,015	0,139	∅	0,125	0,012	0,125	2,49	1,00	0,41	1,49	2,89	55	57,9	NAST 0 23dB
2.152	220	0,06	0,6	2,5	0,024	0,176	∅	0,160	0,020	0,160	3,04	1,00	2,00	10,90	11,50		69,4	
POTŘEBNÁ TLAKOVÁ ZTRÁTA REGULAČNÍ KLAPKY																	15,1	
<i>Odvodní potrubí 6. větev</i>																		
2.161	110	0,03	0,9	2,0	0,015	0,139	∅	0,125	0,012	0,125	2,49	1,00	0,37	1,35	2,25	55	57,3	NAST 0 23dB
2.162	220	0,06	1,8	2,5	0,024	0,176	∅	0,160	0,020	0,160	3,04	1,00	0,99	5,40	7,20		64,4	
POTŘEBNÁ TLAKOVÁ ZTRÁTA REGULAČNÍ KLAPKY																	29,0	
<i>Odvodní potrubí 7. větev</i>																		
2.171	50	0,01	1,3	2,0	0,007	0,094	∅	0,100	0,008	0,100	1,77	0,67	0,56	1,04	1,91	58	59,9	NAST 0 20dB
POTŘEBNÁ TLAKOVÁ ZTRÁTA REGULAČNÍ KLAPKY																	42,6	
<i>Odvodní potrubí 8. větev</i>																		
2.181	83	0,02	0,7	2,0	0,011	0,121	∅	0,125	0,012	0,125	1,87	0,67	0,46	0,94	1,41	5	6,4	NAST 3 18dB
2.182	165	0,05	1,1	2,3	0,020	0,159	∅	0,160	0,020	0,160	2,28	0,67	0,46	1,41	2,15		8,6	
2.183	330	0,09	0,6	2,6	0,035	0,212	∅	0,160	0,020	0,160	4,56	1,40	0,75	9,20	10,04		18,6	
2.191	83	0,02	1,0	2,0	0,011	0,121	∅	0,125	0,012	0,125	1,87	0,67	0,35	0,72	1,39	20	21,4	NAST 3 18dB
2.192	165	0,05	0,7	2,3	0,020	0,159	∅	0,160	0,020	0,160	2,28	0,67	0,84	2,58	3,04		24,4	
POTŘEBNÁ TLAKOVÁ ZTRÁTA REGULAČNÍ KLAPKY																	9,8	

Tabulka 2.101: Tlaková ztráta potrubí – větev 1

Odvodní potrubí 9. větev																		
2.201	100	0,03	2,9	2,0	0,014	0,133	Ø	0,125	0,012	0,125	2,26	0,67	0,24	0,73	2,64	43	45,6	NAST 0 20dB
2.202	200	0,06	4,0	2,5	0,022	0,168	Ø	0,160	0,020	0,160	2,76	0,67	0,74	3,35	6,03		51,7	
2.203	300	0,08	3,3	3,0	0,028	0,188	Ø	0,200	0,031	0,200	2,65	0,67	0,64	2,66	4,83		56,5	
2.204	500	0,14	2,0	3,5	0,040	0,225	Ø	0,250	0,049	0,250	2,83	0,45	0,59	2,79	3,66		60,2	
2.205	600	0,17	14,0	4,0	0,042	0,230	Ø	0,250	0,049	0,250	3,40	0,67	1,22	8,30	17,68		77,8	
POŽÁRNÍ KLAPKY: PKI-R-EI 90S 125 ZV 1 Pa PKI-R-EI 90S 160 ZV 3 Pa PKI-R-EI 90S 250 ZV 4 Pa																	8,0	
POTŘEBNÁ TLAKOVÁ ZTRÁTA REGULAČNÍ KLAPKY																	94,9	
Odvodní potrubí 10. větev																		
2.211	100	0,03	6,5	2,0	0,014	0,133	Ø	0,125	0,012	0,125	2,26	0,67	0,36	1,09	5,44	43	48,4	NAST 0 20dB
POŽÁRNÍ KLAPKA PKI-R-EI 90S 125 ZV 1 Pa																	1,0	
POTŘEBNÁ TLAKOVÁ ZTRÁTA REGULAČNÍ KLAPKY																	6,2	
Odvodní potrubí 10. větev																		
2.221	100	0,03	3,8	2,0	0,014	0,133	Ø	0,125	0,012	0,125	2,26	0,67	0,43	1,31	3,85	43	46,9	NAST 0 20dB
POŽÁRNÍ KLAPKA PKI-R-EI 90S 125 ZV 1 Pa																	1,0	
POTŘEBNÁ TLAKOVÁ ZTRÁTA REGULAČNÍ KLAPKY																	16,3	

Tabulka 2.102: Celková tlakový ztráta pro dimenzování zařízení VZT 1

Přívod	Odvod
Celková tlaková ztráta potrubí: 179,0 Pa	Celková tlaková ztráta potrubí: 290,4 Pa
Ztráta vložených komponent: 51,0 Pa	Ztráta vložených komponent: 54,5 Pa
Celková tlaková ztráta: 230,0 Pa	Celková tlaková ztráta: 344,9 Pa

2.6.2 ZAŘÍZENÍ VZT 2 - DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ

Tabulka 2.103: Tlaková ztráta potrubí – větev 3

Č. Ú.	V [m³/h]	V [m³/s]	L [m]	v' [m/s]	S [m²]	d' [m]	ŠÍŘKA A [m]	VÝŠKA B [m]	A x B [m²]	d [m]	v [m/s]	R [Pa/m]	ξ [-]	Z [Pa]	Z + R · L [Pa]	Ztráta konc. el. [Pa]	Σ [Pa]	POZN.
Přívodní potrubí 1. větev																		
3.101	637	0,177	0,8	2,0	0,088	0,336	∅	0,250	0,049	0,250	3,60	0,67	0,25	1,91	2,45	18,0	20,5	33 dB
3.102	1273	0,354	2,3	2,6	0,136	0,416	0,400	0,355	0,142	0,376	2,49	0,45	0,39	1,43	2,44		22,9	
3.103	1910	0,531	1,8	3,2	0,166	0,459	0,400	0,400	0,160	0,400	3,32	0,67	0,07	0,45	1,66		24,6	
3.104	2310	0,642	1,0	3,8	0,169	0,464	0,450	0,400	0,180	0,424	3,56	0,67	0,02	0,15	0,82		25,4	
3.105	3510	0,975	0,8	4,4	0,222	0,531	0,630	0,400	0,252	0,489	3,87	1,00	0,04	0,35	1,10		26,5	
3.106	3910	1,086	1,0	5,0	0,217	0,526	0,630	0,400	0,252	0,489	4,31	1,00	0,00	0,00	1,00		27,5	
3.107	6100	1,694	5,6	5,6	0,303	0,621	0,630	0,500	0,315	0,558	5,38	1,00	3,09	52,72	58,32		85,8	
3.108	6100	1,694	1,0	5,6	0,303	0,621	0,630	0,500	0,315	0,558	5,38	1,00		0,00	1,00		86,8	
POŽÁRNÍ Klapka PKI-S-EI 90S 630x500 ZV																	3,0	
ŽALUZIE 1000x1000		Plocha pro proud. vzd.:			0,681 m²													50,0
TLAKOVÁ ZTRÁTA REGULAČNÍ Klapky																	5,0	
Přívodní potrubí 2. větev																		
3.111	400	0,111	0,9	2,4	0,046	0,243	0,315	0,160	0,050	0,212	2,20	1,00		0,00	0,90	4,3	5,2	NAST 100% 23 dB
3.112	800	0,222	0,9	2,8	0,079	0,318	0,315	0,250	0,079	0,279	2,82	0,67	0,04	0,19	0,77		6,0	
3.113	1200	0,333	1,8	3,2	0,104	0,364	0,315	0,315	0,099	0,315	3,36	0,67	0,23	1,53	2,70		8,7	
3.114	1600	0,444	1,1	3,6	0,123	0,396	0,400	0,315	0,126	0,352	3,53	0,67	0,02	0,15	0,90		9,6	
3.115	2000	0,556	1,1	4,0	0,139	0,421	0,400	0,355	0,142	0,376	3,91	1,00	0,02	0,18	1,31		10,9	
3.116	2400	0,667	1,8	4,4	0,152	0,439	0,400	0,400	0,160	0,400	4,17	1,00	0,39	3,99	5,79		16,7	
3.117	2800	0,778	0,9	4,8	0,162	0,454	0,450	0,400	0,180	0,424	4,32	1,00	0,52	5,73	6,59		23,3	
POTŘEBNÁ TLAKOVÁ ZTRÁTA REGULAČNÍ Klapky																	9,2	
Přívodní potrubí 3. větev																		
3.121	400	0,111	1,1	2,4	0,046	0,243	0,315	0,160	0,050	0,212	2,20	1,00		0,00	1,13	4,3	5,4	NAST 100% 23 dB
3.122	800	0,222	1,1	2,8	0,079	0,318	0,315	0,250	0,079	0,279	2,82	0,67	0,04	0,19	0,94		6,4	
3.123	1200	0,333	1,0	3,2	0,104	0,364	0,315	0,315	0,099	0,315	3,36	0,67	0,52	3,46	4,13		10,5	
POTŘEBNÁ TLAKOVÁ ZTRÁTA REGULAČNÍ Klapky																	14,9	

Tabulka 2.104: Tlaková ztráta potrubí – větev 4

Č. Ú.	V [m³/h]	V [m³/s]	L [m]	v' [m/s]	S [m²]	d' [m]	ŠÍŘKA A [m]	VÝŠKA B [m]	A x B [m²]	d [m]	v [m/s]	R [Pa/m]	ξ [-]	Z [Pa]	Z + R · L [Pa]	Ztráta konc. el. [Pa]	Σ [Pa]	POZN.	
Odvodní potrubí 1. větev																			NAST 100% 24 dB
4.101	361	0,10	0,8	2,0	0,050	0,253	0,315	0,160	0,050	0,212	1,99	0,67		0,00	0,50	2,5	3,00		
4.102	722	0,20	1,4	2,5	0,080	0,320	0,315	0,315	0,099	0,315	2,02	0,31	0,13	0,30	0,72	5,0	8,71		
4.103	1721	0,48	1,9	3,0	0,159	0,450	0,450	0,315	0,142	0,371	3,37	0,67	0,85	5,68	6,95		15,66		
4.104	2082	0,58	4,2	3,5	0,165	0,459	0,500	0,315	0,158	0,387	3,67	1,00	1,74	13,87	18,02		33,68		
4.105	6710	1,86	1,0	4,0	0,466	0,770	0,710	0,500	0,355	0,587	5,25	1,00	0,10	1,63	2,63		36,31		
4.106	6710	1,86	11,0	4,5	0,414	0,726	0,710	0,500	0,355	0,587	5,25	1,00		0,00	11,00		47,31		
POŽÁRNÍ Klapka PKI-S-EI 90S 500x315 ZV																		3,5	
VÝFUKOVÁ HLAVICE IMOS VHH-2 500x500 S-NR																		40,0	
TLAKOVÁ ZTRÁTA REGULAČNÍ Klapky																		65,0	
Odvodní potrubí 2. větev																			RK
4.111	2314	0,64	2,0	2,0	0,321	0,640	0,500	0,400	0,200	0,444	3,21	0,67	1,55	9,45	10,79	35	45,79		
4.112	4628	1,29	3,8	2,5	0,514	0,809	0,710	0,400	0,284	0,512	4,53	1,00	0,97	11,69	15,44		61,23		
POŽÁRNÍ Klapka PKI-S-EI 90S 710x400 ZV																		3,0	
TLAKOVÁ ZTRÁTA REGULAČNÍ Klapky																		4,5	
Odvodní potrubí 3. větev																			
4.121	999	0,28	0,5	2,0	0,139	0,420	0,315	0,315	0,099	0,315	2,80	0,67	1,38	6,37	6,71	65	71,71		
POTŘEBNÁ TLAKOVÁ ZTRÁTA REGULAČNÍ Klapky																		2,0	
Odvodní potrubí 4. větev																			
4.131	2314	0,64	0,8	2,0	0,321	0,640	0,500	0,400	0,200	0,444	3,21	0,67	1,18	7,19	7,69	35	42,69		
POTŘEBNÁ TLAKOVÁ ZTRÁTA REGULAČNÍ Klapky																		7,6	

Tabulka 2.105: Celková tlaková ztráta pro dimenzování zařízení VZT 2

<i>Přívod</i>		<i>Odvod</i>	
Celková tlaková ztráta potrubí:	97,9 Pa	Celková tlaková ztráta potrubí:	47,3 Pa
Ztráta žaluzie a PK:	58,0 Pa	Ztráta výfukové hlavice:	108,5 Pa
Celková tlaková ztráta:	155,9 Pa	Celková tlaková ztráta:	155,8 Pa

2.6.3 ZAŘÍZENÍ VZT 3 - DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ

Tabulka 2.106: Tlaková ztráta potrubí – větev 5

Č. Ú.	V [m³/h]	V [m³/s]	L [m]	v' [m/s]	S [m²]	d' [m]	ŠÍŘKA A [m]	VÝŠKA B [m]	A x B [m²]	d [m]	v [m/s]	R [Pa/m]	ξ [-]	Z [Pa]	Z + R · L [Pa]	Ztráta konc. el. [Pa]	Σ [Pa]	POZN.	
Přívodní potrubí 1. větev																			
5.101	444	0,123	2,0	2,0	0,062	0,280	0,160	0,280	0,045	0,204	2,76	1,00		0,00	2,00	25,0	29,1	17 dB 18 dB NAST 50%	
5.102	889	0,247	2,0	2,4	0,103	0,362	0,280	0,280	0,078	0,280	3,15	0,67	0,14	0,82	2,16	2,1	31,3		
5.103	1333	0,370	2,0	2,8	0,132	0,410	0,280	0,400	0,112	0,329	3,31	1,00	0,07	0,45	2,45		33,7		
5.104	1778	0,494	2,0	3,2	0,154	0,443	0,355	0,400	0,142	0,376	3,48	1,00	0,01	0,07	2,07		35,8		
5.105	2222	0,617	2,0	3,6	0,171	0,467	0,355	0,450	0,160	0,397	3,86	0,67	0,01	0,09	1,43		37,2		
5.106	2667	0,741	2,0	4,0	0,185	0,486	0,355	0,500	0,178	0,415	4,17	1,00	0,01	0,10	2,10		39,3		
5.107	3111	0,864	2,0	4,4	0,196	0,500	0,355	0,560	0,199	0,435	4,35	0,67	0,01	0,11	1,45		40,8		
5.108	3556	0,988	2,0	4,8	0,206	0,512	0,400	0,560	0,224	0,467	4,41	1,00	0,01	0,11	2,11		42,9		
5.109	4000	1,111	12,5	5,2	0,214	0,522	0,400	0,560	0,224	0,467	4,96	1,00	1,53	22,21	34,71		77,6		
5.110	8000	2,222	4,7	5,6	0,397	0,711	0,400	0,900	0,360	0,554	6,17	2,10	2,80	62,96	72,72		150,3		
5.111	8090	2,247	3,5	6,0	0,375	0,691	0,400	0,900	0,360	0,554	6,24	2,10	0,74	17,06	24,41		174,7		
5.112	8090	2,247	5,9	4,0	0,562	0,846	0,800	0,800	0,640	0,800	3,51	0,31	0,930	6,76	8,59		183,3		
POŽÁRNÍ Klapka PKI-S-EI 90S 900x400 ZV																	4,5 Pa		
ŽALUZIE 1000x1200																	Plocha pro proud. vzd.:	0,743 m²	
																		70,0	
Přívodní potrubí 2. větev																			
5.121	444	0,123	2,0	2,0	0,062	0,280	0,160	0,280	0,045	0,204	2,76	1,00		0,00	2,00	25,0	29,1	17 dB 18 dB NAST 50%	
5.122	889	0,247	2,0	2,4	0,103	0,362	0,280	0,280	0,078	0,280	3,15	0,67	0,14	0,82	2,16	2,1	31,3		
5.123	1333	0,370	2,0	2,8	0,132	0,410	0,280	0,400	0,112	0,329	3,31	1,00	0,07	0,45	2,45		33,7		
5.124	1778	0,494	2,0	3,2	0,154	0,443	0,355	0,400	0,142	0,376	3,48	1,00	0,01	0,07	2,07		35,8		
5.125	2222	0,617	2,0	3,6	0,171	0,467	0,355	0,450	0,160	0,397	3,86	0,67	0,01	0,09	1,43		37,2		
5.126	2667	0,741	2,0	4,0	0,185	0,486	0,355	0,500	0,178	0,415	4,17	1,00	0,01	0,10	2,10		39,3		
5.127	3111	0,864	2,0	4,4	0,196	0,500	0,355	0,560	0,199	0,435	4,35	0,67	0,01	0,11	1,45		40,8		
5.128	3556	0,988	2,0	4,8	0,206	0,512	0,400	0,560	0,224	0,467	4,41	1,00	0,01	0,11	2,11		42,9		
5.129	4000	1,111	2,0	5,2	0,214	0,522	0,400	0,560	0,224	0,467	4,96	1,00	0,05	0,73	2,73		45,6		
POTŘEBNÁ TLAKOVÁ ZTRÁTA REGULAČNÍ Klapky																			32,0

Tabulka 2.107: Tlaková ztráta potrubí – větev 6

Č. Ú.	V [m³/h]	V [m³/s]	L [m]	v' [m/s]	S [m²]	d' [m]	ŠÍŘKA A [m]	VÝŠKA B [m]	A x B [m²]	d [m]	v [m/s]	R [Pa/m]	ξ [-]	Z [Pa]	Z + R · L [Pa]	Ztráta konc. el. [Pa]	Σ [Pa]	POZN.	
Odvodní potrubí																			
6.101	913	0,25	2,0	4,0	0,063	0,284	0,400	0,225	0,090	0,288	2,82	1,00	2,20	10,30	12,30		12,30		
6.102	1825	0,51	2,0	4,4	0,115	0,383	0,400	0,400	0,160	0,400	3,17	0,45	0,05	0,30	1,20		13,49		
6.103	2738	0,76	2,0	4,8	0,158	0,449	0,450	0,400	0,180	0,424	4,22	1,00	0,01	0,11	2,11		15,60		
6.104	3650	1,01	2,0	5,2	0,195	0,498	0,560	0,400	0,224	0,467	4,53	1,00	0,01	0,12	2,12		17,72		
6.105	4563	1,27	2,0	5,6	0,226	0,537	0,630	0,400	0,252	0,489	5,03	0,67	0,01	0,15	1,49		19,21		
6.106	5475	1,52	2,0	6,0	0,253	0,568	0,710	0,400	0,284	0,512	5,36	1,00	0,01	0,17	2,17		21,38		
6.107	6388	1,77	2,0	6,4	0,277	0,594	0,800	0,400	0,320	0,533	5,54	1,40	0,01	0,18	2,98		24,36		
6.108	7300	2,03	24,9	6,8	0,298	0,616	0,900	0,400	0,360	0,554	5,63	1,40	3,37	63,07	97,93		122,29		
6.109	7300	2,03	4,0	4,0	0,507	0,803	0,800	0,800	0,640	0,8	3,17	0,10	0,53	3,14	3,54		125,83		
POŽÁRNÍ KLAPKA PKI-S-EI 90S 900x400 ZV					4,2 Pa													4,2	
ŽALUZIE 1000x1000		Plocha pro proud. vzd.:			0,681 m²													45,0	

Tabulka 2.108: Celková tlaková ztráta pro dimenzování zařízení VZT 3

<i>Přívod</i>		<i>Odvod</i>	
Celková tlaková ztráta potrubí:		183,3 Pa	Celková tlaková ztráta potrubí: 125,8 Pa
Ztráta žaluzie a PK:		74,5 Pa	Ztráta výfukové hlavice: 49,2 Pa
Celková tlaková ztráta:		257,8 Pa	Celková tlaková ztráta: 175,0 Pa

2.7 ÚTLUM HLUKU

Požadavky na vnitřní prostředí z hlediska limitních hodnot akustického tlaku stanovuje nařízení vlády [19].

2.7.1 ZAŘÍZENÍ VZT 1 – PŘÍVOD

Vzduchotechnická jednotka zajišťuje nucené větrání apartmánů ve 2NP. Nařízení vlády [19] stanovuje maximální přípustnou hodnotu akustického tlaku L_{PA} [dB]:

- 6:00 – 22:00 55 dB
- 22:00 – 6:00 40 dB

VÝPOČET

Tabulka 2.109: Výpočet akustického tlaku – přívod - místnost A2.02 – pokoj

ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI - PŘÍVOD		Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech									
frekvence (Hz)		32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
Hluk ventilátoru											
Hladina akustického výkonu zdroje 1		0	48	61	69	66	51	46	52	52	71
Hladina akustického výkonu zdroje 2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
součet		3	48	61	69	66	51	46	52	52	71
Přirozený útlum											
Rovné potrubí (m)	13,1	0,0	0,0	0,6	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	
		0,0	0,0	7,9	5,9	3,9	2,6	2,6	2,6	2,6	
Koleno (ks)	2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	2,0	3,0	3,0	3,0	
		0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	4,0	6,0	6,0	6,0	
Odbočky	5,84	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	
	2,59	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	
	6,99	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	
		0,0	10,5	17,5	23,0	19,0	15,0	11,0	14,0	8,5	
Ohebné potrubí (m)	0,75	0,0	7,9	13,1	17,3	14,3	11,3	8,3	10,5	6,4	
Útlum koncovým odrazem (d [m])	0,39	0,0	0,0	7,4	3,5	1,2	0,4	0,1	0,0	0,0	
Hladina akustického výkonu ve FANCOILU		0	25	17	27	30	17	14	18	21	33
Hladina akustického výkonu FANCOILU											32
Korekce na počet výustek								počet :		1	0
Hladina akustického výkonu všech výustek											36
směrový činitel											4
vzdálenost od výústky k posluchači											0,5
pohltivá plocha místnosti		plocha všech povrchů místnosti (m²)					70,45	pohltivost (-)		0,4	28
Hladina akustického tlaku v místě posluchače											37

POSOUZENÍ

Hladina akustického tlaku v místě posluchače:

$$L_{s0} = 37 \text{ dB} \leq 40 \text{ dB} = L_{pA} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Přirozený útlum v potrubí zajistí požadovanou hladinu akustického tlaku v místě posluchače.

2.7.2 ZAŘÍZENÍ VZT 1 – ODVOD

Tabulka 2.110: Výpočet akustického tlaku – odvod - místnost A2.02 – pokoj

MÍSTNOST A2.02	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI - ODVOD	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktaóvových pásmech									
POKOJ	frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L_{vV}	Hluk ventilátoru										
L_{vV}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	0	46	60	70	74	71	65	59	52	77
K_A	Hladina akustického výkonu zdroje 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
L_{vV}	součet	3	46	60	70	74	71	65	59	52	77
D_p	Přirozený útlum										
		3,25	0,0	0,0	0,6	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	
	Rovné potrubí (m)	15,25	0,0	0,0	0,6	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	
			0,0	0,0	11,1	7,8	5,2	3,7	3,7	3,7	
	Koleno (ks)	3,00	0,0	0,0	0,0	1,0	2,0	3,0	3,0	3,0	
			0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	6,0	9,0	9,0	
	Odbočky	7,02	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	
		6,99	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	
			0,0	10,5	17,5	23,0	19,0	15,0	11,0	8,5	
	Ohebné potrubí (m)	0,40	0,0	4,2	7,0	9,2	7,6	6,0	4,4	5,6	
	Útlum koncovým odrazem (d [m])	0,13	0,0	0,0	16,0	10,6	5,9	2,5	0,8	0,2	
L_{v1}	Hladina akustického výkonu ve výústce		0	27	12	28	38	38	33	27	43
L_{vy}	Hladina akustického výkonu všech výústky										20
K	Korekce na počet výústek							počet :		1	0
L_s	Hladina akustického výkonu všech výústek										43
Q	směrový činitel										2
r	vzdálenost od výústky k posluchači										0,5
A	pohltivá plocha místnosti		plocha všech povrchů místnosti (m ²)					25,6	pohltivost (-)		5
L_{s0}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										44

POSOUZENÍ

Hladina akustického tlaku v místě posluchače:

$$L_{s0} = 44 \text{ dB} > 40 \text{ dB} = L_{pA} \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

NÁVRH TLUMIČE HLUKU

Tabulka 2.111: Útlum hluku vložením tlumiče – odvod – místnost A2.02 – pokoj

	IMOS THP 10 600x500-500-3		0,0	2,0	5,0	11,0	15,0	21,0	23,0	16,0	16,0	
L_{v1}	Hladina akustického výkonu ve výústce		0	25	7	17	23	17	10	11	5	28
L_{s0}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače											31

POSOUZENÍ

Hladina akustického tlaku v místě posluchače:

$$L_{s0} = 31 \text{ dB} \leq 40 \text{ dB} = L_{pA} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Navržen tlumič IMOS THP 10 – délka 500 mm, tloušťka lamel 100 mm, rozteč lamel 40 mm. [34]

2.7.3 ZAŘÍZENÍ VZT 2 – PŘÍVOD

Vzduchotechnická jednotka zajišťuje nucené větrání kuchyně v 1NP. Běžně navrhovaná hodnota povoleného akustického tlaku $L_{pA} = 55 \text{ dB}$ [14]

VÝPOČET

Tabulka 2.112: Výpočet akustického tlaku – přívod - místnost 1.10 - kuchyň

VZT 2	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI - PŘÍVOD	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktaóvových pásmech									
KUCHYŇ 1.10	frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L_{vv}	Hluk ventilátoru										
L_{vy}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	0	49	62	70	67	49	44	49	48	72
K_a	Hladina akustického výkonu zdroje 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
L_{vy}	součet	3	49	62	70	67	49	44	49	48	72
D_p	Přirozený útlum										
	Rovné potrubí (m)	3,43	0,0	0,0	0,6	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	
			0,0	0,0	2,1	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	
	Koleno (ks)	4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	2,0	3,0	3,0	
			0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	8,0	12,0	12,0	
	Odbočky	2,34	0,0	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	
	Útlum koncovým odrazem (d [m])	0,27	0,0	0,0	10,1	5,4	2,2	0,7	0,2	0,1	0,0
L_{v1}	Hladina akustického výkonu ve výstce	3	47	48	61	58	38	29	34	33	63
L_{vy}	Hladina akustického výkonu výstky										20
K	Korekce na počet výsttek							počet :		15	12
L_s	Hladina akustického výkonu všech výsttek										75
Q	směrový činitel										2
r	vzdálenost od výsttky k posluchači										0,5
A	pohltivá plocha místnosti		plocha všech povrchů místnosti (m ²)					211	pohltivost (-)		0,2
L_{s0}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										74

POSOUZENÍ

Hladina akustického tlaku v místě posluchače:

$$L_{s0} = 74 \text{ dB} > 55 \text{ dB} = L_{pA} \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

NÁVRH TLUMIČE HLUKU

Tabulka 2.113: Útlum hluku vložením tlumiče – přívod – místnost 1.10 – kuchyň

	IMOS-TPH 10-600x710-500-3		0,0	2,0	5,0	13,0	15,0	21,0	23,0	16,0	16,0	
	IMOS-TPH 10-600x710-500-3		0,0	2,0	5,0	13,0	15,0	21,0	23,0	16,0	16,0	
L_{v1}	Hladina akustického výkonu ve výústce		3	43	38	35	28	0	0	2	1	44
L_{s0}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače											55

POSOUZENÍ

Hladina akustického tlaku v místě posluchače při osazení tlumiče hluku:

$$L_{s0} = 55 \text{ dB} \leq 55 \text{ dB} = L_{pA} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Navrženy 2 tlumiče IMOS THP 10 – délka 500 mm, tloušťka lamel 100 mm, rozteč lamel 40 mm. [34]

2.7.4 ZAŘÍZENÍ VZT 2 – ODVOD

POSOUZENÍ

Tabulka 2.114: Výpočet akustického tlaku – odvod - místnost 1.10 - kuchyň

VZT 2	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI - ODVOD		Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech									
KUCHYŇ 1.10	frekvence (Hz)		32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _{VV}	Hluk ventilátoru											
L _{VV}	Hladina akustického výkonu zdroje 1		0	47	60	70	71	68	62	55	48	75
K _a	Hladina akustického výkonu zdroje 2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
L _{VV}	součet		3	47	60	70	71	68	62	55	48	75
D _p	Přirozený útlum											
	Rovné potrubí (m)	2,39	0,0	0,0	0,6	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
			0,0	0,0	1,4	0,7	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
	Koleno (ks)	2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	2,0	3,0	3,0	3,0	
			0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	4,0	6,0	6,0	6,0	
	Odbočky	1,92	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	
		3,01	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
	Útlum koncovým odrazem (d [m])	0,40	0,0	0,0	7,3	3,4	1,2	0,4	0,1	0,0	0,0	
L _{V1}	Hladina akustického výkonu v digestoři		0	42	46	61	63	58	51	44	36	66
L _{VY}	Hladina akustického výkonu digestoře											20
K	Korekce na počet výústek								počet :		7	8
L _S	Hladina akustického výkonu všech výústek											74
Q	směrový činitel											2
r	vzdálenost od výústky k posluchači											0,5
A	pohltivá plocha místnosti		plocha všech povrchů místnosti (m ²)					211	pohltivost (-)		0,2	42
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače											73

POSOUZENÍ

Hladina akustického tlaku v místě posluchače:

$$L_{s0} = 73 \text{ dB} > 55 \text{ dB} = L_{pA} \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

NÁVRH TLUMIČE HLUKU

Tabulka 2.115: Útlum hluku vložením tlumiče – odvod – místnost 1.10 – kuchyň

	IMOS-TPH-20-800x710-1000-2		0,0	3,0	11,0	22,0	24,0	28,0	23,0	15,0	12,0	
L_{v1}	Hladina akustického výkonu v digestoři		0	39	35	39	39	30	28	29	24	45
L_{s0}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače											52

POSOUZENÍ

Hladina akustického tlaku v místě posluchače:

$$L_{s0} = 52 \text{ dB} \leq 55 \text{ dB} = L_{pA} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Navržen tlumič IMOS THP 20 – délka 1000 mm, tloušťka lamel 100 mm, rozteč lamel 40 mm. [34]

2.7.5 ZAŘÍZENÍ VZT 3 – PŘÍVOD

Vzduchotechnická jednotka zajišťuje nucené větrání společenského sálu v 1NP. Nařízení vlády [19] stanovuje maximální přípustnou hodnotu akustického tlaku $L_{pA} = 55 \text{ dB}$

VÝPOČET

Tabulka 2.116: Výpočet akustického tlaku – přívod - místnost 1.05 – sál

VZT 3	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI - PŘÍVOD	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech									
SÁL 1.05	frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _{VV}	Hluk ventilátoru										
L _{VV}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	0	54	67	76	74	59	54	61	60	79
K _a	Hladina akustického výkonu zdroje 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
L _{VV}	součet	3	54	67	76	74	59	54	61	60	79
D _p	Přirozený útlum										
	Rovné potrubí (m)	7,88	0,0	0,0	0,6	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	
			0,0	0,0	4,7	2,4	1,2	1,2	1,2	1,2	
	Koleno (ks)	4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	2,0	3,0	3,0	
			0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	8,0	12,0	12,0	
	Odbočky	0,46	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
		13,01	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	
	Útlum koncovým odrazem (d [m])	0,24	0,0	0,0	10,9	6,1	2,7	0,9	0,3	0,1	0,0
L _{V1}	Hladina akustického výkonu ve výústce		0	40	38	54	53	36	27	34	57
L _{Vy}	Hladina akustického výkonu výústky										18
K	Korekce na počet výústek							počet :		36	16
L _s	Hladina akustického výkonu všech výústek										72
Q	směrový činitel										4
r	vzdálenost od výústky k posluchači										0,8
A	pohltivá plocha místnosti		plocha všech povrchů místnosti (m ²)				874,4	pohltivost (-)		0,2	175
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										69

POSOUZENÍ

Hladina akustického tlaku v místě posluchače:

$$L_{s0} = 69 \text{ dB} > 55 \text{ dB} = L_{pA} \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

NÁVRH TLUMIČE HLUKU

Tabulka 2.117: Útlum hluku vložení tlumiče – přívod – místnost 1.05 – sál

	IMOS-TPH-10-1000x630-1000-5		0,0	2,0	10,0	21,0	22,0	35,0	35,0	16,0	16,0	
L_{v1}	Hladina akustického výkonu ve výústce		0	38	28	33	31	1	0	18	18	40
L_{s0}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače											53

POSOUZENÍ

Hladina akustického tlaku v místě posluchače při osazení tlumiče hluku:

$$L_{s0} = 52 \text{ dB} \leq 55 \text{ dB} = L_{pA} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Navržen tlumič IMOS THP 10 – délka 1000 mm, tloušťka lamel 100 mm, rozteč lamel 40 mm. [34]

2.7.6 ZAŘÍZENÍ VZT 3 – ODVOD

Tabulka 2.118: Výpočet akustického tlaku – odvod – místnost 1.05 – sál

VZT 3	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI - ODVOD		Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech										
SÁL 1.05	frekvence (Hz)		32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
L _{VV}	Hluk ventilátoru												
L _{VV}	Hladina akustického výkonu zdroje 1		0	50	63	74	78	76	71	65	58	82	
K _a	Hladina akustického výkonu zdroje 2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	
L _{VV}	součet		3	50	63	74	78	76	71	65	58	82	
D _p	Přirozený útlum												
	Rovné potrubí (m)	11,05	0,0	0,0	0,6	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2		
			0,0	0,0	6,6	3,3	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7		
	Koleno (ks)	7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	2,0	3,0	3,0	3,0		
			0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	14,0	21,0	21,0	21,0		
	Útlum koncovým odrazem (d [m])	0,39	0,0	0,0	7,4	3,5	1,2	0,4	0,1	0,0	0,0		
L _{V1}	Hladina akustického výkonu ve výústce		3	50	49	67	68	60	48	43	35	71	
L _{Vy}	Hladina akustického výkonu výústky											23	
K	Korekce na počet výústek								počet :		8	9	
L _s	Hladina akustického výkonu všech výústek											80	
Q	směrový činitel											2	
r	vzdálenost od výústky k posluchači											2,44	
A	pohltivá plocha místnosti		plocha všech povrchů místnosti (m ²)					874,4	pohltivost (-)		0,2	175	
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače											67	

POSOUZENÍ

Hladina akustického tlaku v místě posluchače:

$$L_{s0} = 67 \text{ dB} > 55 \text{ dB} = L_{pA} \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

NÁVRH TLUMIČE HLUKU

Tabulka 2.119: Útlum hluku vložení tlumiče – místnost 1.05 - odvod

	IMOS-TPH-10-1000x630-500		0,0	2,0	5,0	11,0	15,0	21,0	23,0	16,0	16,0	
L_{v1}	Hladina akustického výkonu ve výstce		3	48	44	56	53	39	25	27	19	58
L_{s0}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače											54

POSOUZENÍ

Hladina akustického tlaku v místě posluchače při osazení tlumiče hluku:

$$L_{s0} = 54 \text{ dB} \leq 55 \text{ dB} = L_{pA} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Navržen tlumič IMOS THP 10 – délka 500 mm, tloušťka lamel 100 mm, rozteč lamel 40 mm. [34]

3 TECHNICKÁ ZPRÁVA

3.1 ÚVOD

Vzduchotechnika objektu restaurace koncipované svými funkčními celky na jednotlivé provozní a užitné oddíly restaurace, kuchyň, společenský sál a ubytovací apartmá.

„VZDUCHOTECHNIKA RESTAURACE“

Stupeň: Prováděcí projekt

Investor: Gastro Malenovice, Malenovice 333, 739 11 Frýdlant nad Ostravicí

Projektant: Tomáš Král, Jiráskova 2492, 738 01 Frýdek-Místek

3.1.1 PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ

Tento projekt byl zpracován na základě technologických podkladů, platných právních předpisů a státních norem a požadavků investora.

Právní předpisy

- Zákon č. 183/2006 o zemním plánování a stavebním řádu
- Vyhláška č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytočných místností některých staveb
- Vyhláška 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci
- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými vlivy hluku a vibrací

České státní normy

- ČSN 73 0540 – Tepelná ochrana budov [9], [10]
- ČSN 73 0548 – Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů [11]
- ČSN 73 0802 – Požární bezpečnost staveb – nevýrobní objekty [12]
- ČSN EN 13 779 – Větrání nebytových budov (2010)

3.1.2 VÝPOČTOVÉ HODNOTY KLIMATICKÝCH POMĚRŮ

Místo:	Malenovice
Nadmořská výška:	455 m
Tlak vzduchu:	960 hPa

Výpočtová venkovní teplota vzduchu (zima/léto):	-15 °C / 29 °C
Výpočtová venkovní relativní vlhkost vzduchu (zima/léto):	84 % / 37 %
Entalpie venkovního vzduchu (léto):	53,5 kJ/kg

3.1.3 VÝPOČTOVÉ HODNOTY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ

Vzduchotechnická zařízení zajišťují:

Tabulka 3.1: Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí [14], [19]

MÍSTNOSTI FUNKČNÍHO CELKU:	VÝSLEDNÁ TEPLOTA t_g [°C]		RELATIVNÍ VLHKOST φ [%]		HLADINA AKUSTICKÉHO TLAKU [dB]	
	ZIMA	LÉTO	ZIMA	LÉTO		
RESTAURACE	20	26	50	55	55	
KUCHYŇ	20	26	50	55	55	
SPOLEČENSKÝ SÁL	20	26	50	55	55	
UBYTOVACÍ APARTMÁ	20	26	50	55	6 až 22 h	22 až 6 h
					50	40

3.2 KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ

Tvorba vnitřního mikroklimatu je zajišťována vzduchotechnikou. Systém vzduchotechniky má zajistit decentrální úpravu vzduchu a jeho distribuci pro všechny funkční celky budovy. Systém je doplněn o vodní systém vytápění a chlazení jednotkami Fancoil, které napomáhají regulaci a pokrytí tepelné zátěže a tepelných ztrát jednotlivých místností. Součástí vzduchotechnických jednotek je zpětné získávání tepla.

Vzduchotechnické jednotka VZT 1 a VZT 2 jsou umístěny ve strojovně vzduchotechniky 2.06 ve druhém nadzemním podlaží. Zde je umístěn také zdroj tepla a akumulční zásobník pro otopnou soustavu a přípravu teplé vody.

Vzduchotechnická jednotka VZT 3 je umístěna ve strojovně vzduchotechniky 2.07.

Strojovny jsou větrány v době provozu přetlakově nuceným větráním, které zajišťují vzduchotechnické jednotky VZT 1 pro strojovnu 2.06 a VZT 3 pro strojovnu 2.07.

3.2.1 HYGIENICKÉ POŽADAVKY

Hygienická výměna vzduchu je navržena podle obecně závazných předpisů pro hygienické podmínky na pracovišti – 70 m³/h·os.

3.2.2 VYTÁPĚNÍ

Řešené prostory budou vytápěny vzduchotechnikou za pomoci vodního systému Fancoil. Takto budou pokryty veškeré tepelné ztráty. Teplotní spád otopné vody je 80/60. Zdrojem je plynový kotel typu C umístěný ve strojovně 2.06.

3.2.3 CHLAZENÍ

Řešené prostory budou chlazeny vzduchotechnikou za pomoci vodního systému Fancoil. Takto bude pokryta veškerá tepelná zátěž. Teplotní spád chladicí vody je 6/12. Zdrojem chladu je chiller, který je umístěn v exteriéru na severní straně budovy.

3.2.4 ENERGETICKÉ ZDROJE

Elektrická energie se uvažuje pro pohon ventilátorů VZT zařízení a jednotek Fancoil, venkovního výrobce chladicí vody, čerpadel a regulace.

3.2.5 VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY

3.2.5.1 VZT 1

Zařízení je umístěno ve strojovně vzduchotechniky 2.06. Zařízení zajišťuje nucené větrání restaurace a její příslušenství, prostory zázemí zaměstnanců, skladovací prostory pro provoz kuchyně a místnosti ZNP. Jednotka je vybavena zpětným získáváním tepla a vlhkosti pomocí rotačního výměníku.

Skladba VZT 1 - přívod:

- tlumící vložka, uzavírací klapka, filtr, servisní komora, rotační rekuperátor, servisní komora, ohřívač, chladič, eliminátor kapek, ventilátor, tlumič hluku, tlumící vložka

Skladba VZT 1 - odvod:

- tlumící vložka, uzavírací klapka, filtr, rotační rekuperátor, ventilátor, tlumící vložka

3.2.5.2 VZT 2

Zařízení je umístěno ve strojovně vzduchotechniky 2.06. Zařízení zajišťuje nucené větrání kuchyně 1.10. Na jednotku jsou napojeny odsávací digestoře z varných center kuchyně. Jednotka je vybavena tukovými filtry a regulátorem konstantního průtoku pro pokrytí tlakové ztráty při zanášení filtrů. Jednotka je vybavena zpětným získáváním tepla pomocí deskového výměníku. Distribuční elementy přívodu budou opatřeny sběrnou nádobou na kondenzát.

Skladba VZT 2 - přívod:

- tlumící vložka, uzavírací klapka, filtr, deskový rekuperátor, ventilátor, ohřívač, chladič, eliminátor kapek, tlumič hluku, tlumící vložka

Skladba VZT 2 - odvod:

- tlumící vložka, filtr, deskový rekuperátor, ventilátor, uzavírací klapka, tlumící vložka

3.2.5.3 VZT 3

Zařízení je umístěno ve strojovně vzduchotechniky 2.07. Zařízení zajišťuje nucené větrání společenského sálu 1.05 v době jeho využívání. Jednotka je vybavena zpětným získáváním tepla pomocí výměníků s glykolovým okruhem.

Skladba VZT 3 - přívod:

- tlumící vložka, uzavírací klapka, filtr, výměník glykolového okruhu pro přívod, ohřívač, chladič, eliminátor kapek, ventilátor, tlumič hluku, tlumící vložka

Skladba VZT 3 - odvod:

- tlumící vložka, uzavírací klapka, filtr, deskový rekuperátor, ventilátor, tlumící vložka

3.3 NÁROKY NA ENERGIE

Elektrický příkon vzduchotechnických zařízení – dle podkladů výrobce a technické zprávy vzduchotechnických jednotek

3.4 MĚŘENÍ A REGULACE

Systém měření a regulace zajišťuje profese MaR pro základní funkční parametry:

- ovládání chodu ventilátorů, silové napájení ovládaných zařízení
- regulace teploty vzduchu řízením výkonu teplovodního ohřivače v zimním období – směšování
- umístění teplotních a vlhkostních čidel podle požadavku
- protimrazová ochrana deskového výměníku nastavováním obtokové klapky
- ovládání otáček servopohonu rotačního výměníku
- ovládání uzavíracích klapek na jednotce včetně dodání servopohonů
- protimrazová ochrana teplovodního výměníku – měření na straně vzduchu i vody. Při poklesnutí teploty: 1) vypnutí ventilátoru, 2) uzavření klapky, 3) otevření třicestného ventilu, 4) spuštění čerpadla
- signalizace bezporuchového chodu ventilátorů pomocí diferenčního snímače tlaku
- plynulá regulace výkonu ventilátorů frekvenčními měniči na přívodu i odvodu vzhledem k zanášení filtrů a možnosti nastavení vzduchového výkonu zařízení podle potřeby provozu a časového rozvrhu
- snímání a signalizace zanesení filtrů
- poruchová signalizace
- snímání signalizace chodu, poruchy a zapnutí a vypnutí zdroje chladu
- snímání signalizace chodu, poruchy a zapnutí a vypnutí zdroje tepla
- signalizace požárních klapky (Z/O)
- regulace výkonu jednotlivých vnitřních jednotek fancoil podle požadovaného vnitřního stavu prostředí
- kontrola množství teplotnosné látky v soustavě
- kontrola chladiva v glykolovém okruhu

3.5 NAVAZUJÍCÍ PROFESE

3.5.1 STAVEBNÍ ÚPRAVY

- spádování podlah strojoven 1.06 a 1.07 k podlahové vpusti
- opatření podlah ochranným nátěrem
- konstrukční rámy pro vzduchotechnické jednotky a vzduchovody

- konstrukční rám pro zdroj chladu
- revizní lávka pro zařízení VZT 2
- zřízení pochozích lávek a konstrukcí pro přístup do potřebných prostor strojoven
- prostupy pro vzduchovody o 50 mm větší než je jmenovitý rozměr vzduchovodu, pro požární klapky dle podkladu výrobce
- obložení a dotěsnění prostupů vzduchovodů izolačními a protiotřesovými hmotami
- podhledy
- konstrukce pro zavěšení digestoří

3.5.2 SILOVÁ INSTALACE

- připojení zařízení na silové rozvody podle podkladu výrobce
- uzemnění všech zařízení
- propojení komponent na regulační software MaR

3.5.3 ZDRAVOTECHNIKA

- odvod kondenzátu ze vzduchotechnických jednotek (napojení přes zápachovou uzávěru na odpadní potrubí)
- odvod kondenzátu z jednotek fancoil (napojení přes zápachovou uzávěru na odpadní potrubí)
- odvod kondenzátu ze vzduchovodů na odvodu z objektu
- zřízení podlahových vpustí ve strojovnách vzduchotechniky dle výkresové dokumentace zdravotechiky

3.5.4 VYTÁPĚNÍ

- rozvody otopné soustavy, připojení ohřívačů VZT jednotek a jednotek fancoil na topnou vodu 90/70 °C včetně regulace armatur zajistí profese vytápění i s projektem

3.5.5 CHLAZENÍ

- návrh zdroje chladu pro zajištění potřebného chladicího výkonu VZT jednotek a jednotek fancoil pro provoz zajistí profese chlazení i s projektem

3.5.6 PROTIHLUKOVÁ A PROTIOTŘESOVÁ OPATŘENÍ

Do rozvodu potrubí budou umístěny buňkové tlumiče hluku, které brání nadměrnému šíření hluku od ventilátorů do vnitřních chráněných prostor případně do vnějšího prostředí. Tlumiči hluku budou vybaveny všechny vzduchovody přívodního a odvodního vzduchu tak, aby bylo dosaženo požadovaných hodnot akustického tlaku podle nařízení vlády 272/2011 Sb. Připojení vzduchovodů ke vzduchotechnickým jednotkám bude zprostředkováno pomocí pružných tlumících vložek pro zamezení šíření vibrací. Vzduchotechnické jednotky budou od nosné konstrukce odděleny protivibračními podložkami. Vzduchovody budou v prostupech odděleny od konstrukcí pomocí protivibračních hmot a prostupy budou řádně utěsněny pro zamezení šíření hluku mezi místnostmi.

3.5.7 IZOLACE A NÁTĚRY

Vzduchovody sání a výtlačku mezi exteriérem a vzduchotechnickými jednotkami bude zizolováno tepelnou izolací z rohoží ze skelného vlákna opatřených hliníkovou fólií tl. 50 mm. Izolací bude opatřeno přívodní potrubí v místnosti 1.10 – kuchyň pro zabránění kondenzace. Tloušťka izolace 30 mm. Izolace vzduchovodů a specifikace jsou znázorněny ve výkresové dokumentaci. Tepelnou izolací budou opatřeny všechny i ohebné hadice v prostoru kuchyně a rozvody chladicí vody. Ochranné nátěry nejsou uvažovány. Zařízení VZT 3 bude opatřeno výstražnými pásky.

3.5.8 PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ

Vzduchovody procházející požárně dělícími konstrukcemi budou opatřeny v místě prostupu požárními klapkami pro zamezení šíření požáru mezi požárními úseky. V místě, kde není možné instalovat požární klapku, se úsek potrubí mezi požárně dělící konstrukcí a požární klapkou opatří izolací s požadovanou požární odolností. Osazené požární klapky jsou opatřeny ručním mechanismem se spouštěcí pružinou.

3.5.9 MONTÁŽ, PROVOZ, ÚDRŽBA

Montáž jednotlivých prvků VZT jednotek musí být provedena v souladu s návodem výrobce. Soustava musí být při spuštění zkontrolována a zaregulována. Realizační firma dodá výpis všech prvků VZT potrubí pro výrobní a montážní účely. Protidešťové žaluzie a výfukové hlavice budou vyrobeny z pozinkovaného plechu popřípadě opatřeny nátěrem dle architektonických po-

žadavků. Uživatel musí být seznámen se systémem a proškolen pro účely užívání, regulace a údržby zařízení. VZT jednotky a jednotky fancoil musí být pravidelně kontrolovány, čištěny. Musí být zajištěna pravidelná výměna filtrů. Výměna prvků vzduchotechnických zařízení bude prováděna specializovanou firmou podle podkladů výrobce. Soustava bude řízena samostatným systémem měření a regulace MaR.

3.5.10 ZÁVĚR

Navržená větrací zařízení splňují požadavky pro čely daného provozu a jeho charakteru. Systém zajistí požadované podmínky v místnostech a zajistí optimální pohodu prostředí danou platnými předpisy.

3.5.11 TABULKA MÍSTNOSTÍ

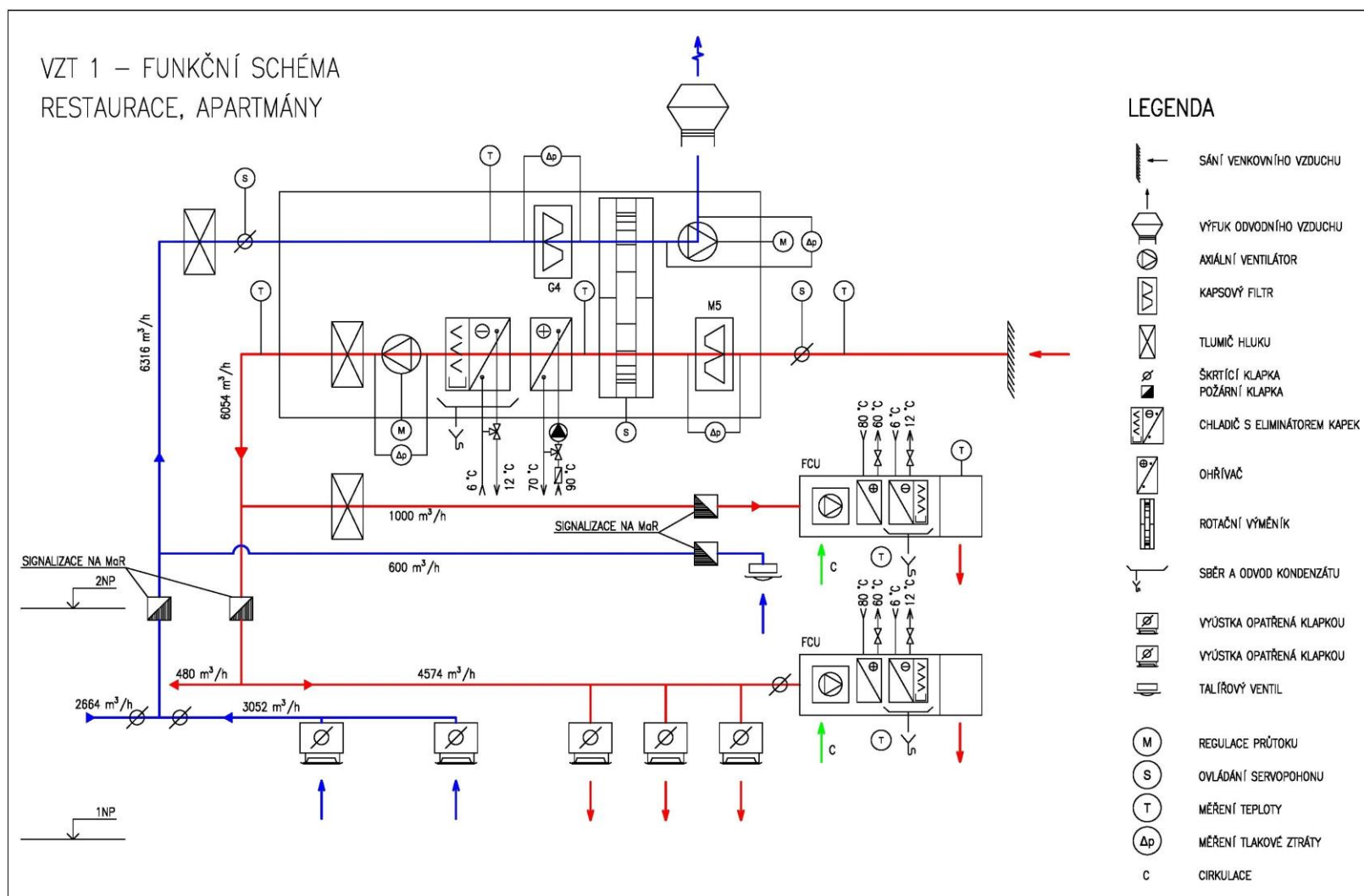
Tabulka 3.2: Tabulka místností

1NP										2NP									
ČÍSLO MÍSTNOSTI	NÁZEV MÍSTNOSTI	PLOCHA [m²]	OBJEM [m³]	VÝSLEDNÁ TEPLOTA V ZIMĚ [°C]	VÝSLEDNÁ TEPLOTA V LÉTĚ [°C]	TEPELNÁ ZTRÁTA [W]	TEPELNÁ ZÁTĚŽ [W]	PRŮTOK PŘÍVODNÍHO VZDUCHU [m³/h]	PRŮTOK ODVODNÍHO VZDUCHU [m³/h]	ČÍSLO MÍSTNOSTI	NÁZEV MÍSTNOSTI	PLOCHA [m²]	OBJEM [m³]	VÝSLEDNÁ TEPLOTA V ZIMĚ [°C]	VÝSLEDNÁ TEPLOTA V LÉTĚ [°C]	TEPELNÁ ZTRÁTA [W]	TEPELNÁ ZÁTĚŽ [W]	PRŮTOK PŘÍVODNÍHO VZDUCHU [m³/h]	PRŮTOK ODVODNÍHO VZDUCHU [m³/h]
1.02	ZÁDVEŘÍ	14,90	39,0	18	30	569	1992	260	-	2.01	SCHODIŠTĚ	7,01	27,4	18	26	235	358	150	-
1.03	SPOLEČENSKÁ MÍSTNOST	24,40	60,2	20	26	1153	3888	800	800	2.02	CHODBA	16,32	34,3	18	26			150	-
1.04	HOSPODA	139,35	395,2	20	26	1943	6655	2914	3456	2.03	SKLAD	4,63	11,1	15	35	-	-	-	-
1.05	SÁL	299,25	1284,2	20	26	6147	14685	8000	7300	2.04	VÝLEVKA	2,12	5,4	15	35	-	-	-	200
1.06	CHODBA	18,70	48,0	18	26	436	664	-	-	2.05	CHODBA	5,85	14,0	15	35	-	-	-	-
1.07	SCHODIŠTĚ	13,56	27,4	18	26			-	-	2.06	VZT, KOTELNA	127,50	543,6	12	30	935	1875	300	-
1.08	WC - INVALIDI	3,87	10,6	20	26	102	76	-	150	2.07	VZT	73,15	135,7	12	30	311	538	90	-
1.09	ZÁDVEŘÍ	6,20	18,6	15	26	112	30	-	-	A2.01	ZÁDVEŘÍ	3,50	8,4	20	26	41	122	-	-
1.10	KUCHYŇ	43,61	121,7	20	26	807	15059	6100	6710	A2.02	POKOJ	14,80	35,6	20	26	463	1134	100	-
1.11	UMÝVÁRNA - ŽENY	7,70	18,5	24	26	763	204	300	-	A2.03	KOUPELNA	4,00	9,6	20	26	241	102	-	100
1.12	WC - ŽENY	8,85	21,2	24	26			-	330	B2.01	ZÁDVEŘÍ	3,50	9,4	20	26	5	32	-	-
1.13	UMÝVÁRNA MUŽI	7,70	18,5	20	26	33	210	300	-	B2.02	POKOJ	19,30	46,2	20	26	299	499	100	-
1.14	WC - MUŽI	8,85	21,2	20	26			-	330	B2.03	KOUPELNA	4,00	9,6	20	26	167	44	-	100
1.15	SPRCHA	1,35	3,2	20	26	316	-	-	110	C2.01	ZÁDVEŘÍ	3,50	8,4	20	26	2	29	-	-
1.16	WC + UMÝVÁRNA	2,70	6,5	20	26			-	50	C2.02	POKOJ	14,80	53,4	20	26	324	555	100	-
1.17	ŠATNA	8,26	19,8	20	26			160	-	C2.03	KOUPELNA	4,00	9,6	20	26	190	63	-	100
1.18	CHODBA	12,96	32,4	20	26	469	-	210	200	D2.01	ZÁDVEŘÍ	3,50	8,4	20	26	3	29	-	-
1.19	SKLAD OBALŮ	1,35	3,4	20	26			-	-	D2.02	POKOJ	14,80	35,6	20	26	395	1125	100	-
1.20	ÚKLID	1,35	3,4	20	26			-	50	D2.03	KOUPELNA	4,00	9,6	20	26	187	51	-	100
1.21	SKLAD	1,35	3,4	20	26			-	-										
1.22	SKLAD POTRAVIN	6,96	17,4	10	15	-	395	-	20										
1.23	PŘÍPRAVA	4,14	10,4	20	26	257	-	110	-										
1.24	SKLAD ZELENINY	3,78	9,5	10	15	-	113	-	20										
1.25	VÝLEVKA	1,62	4,5	15	26	48	13	-	200										

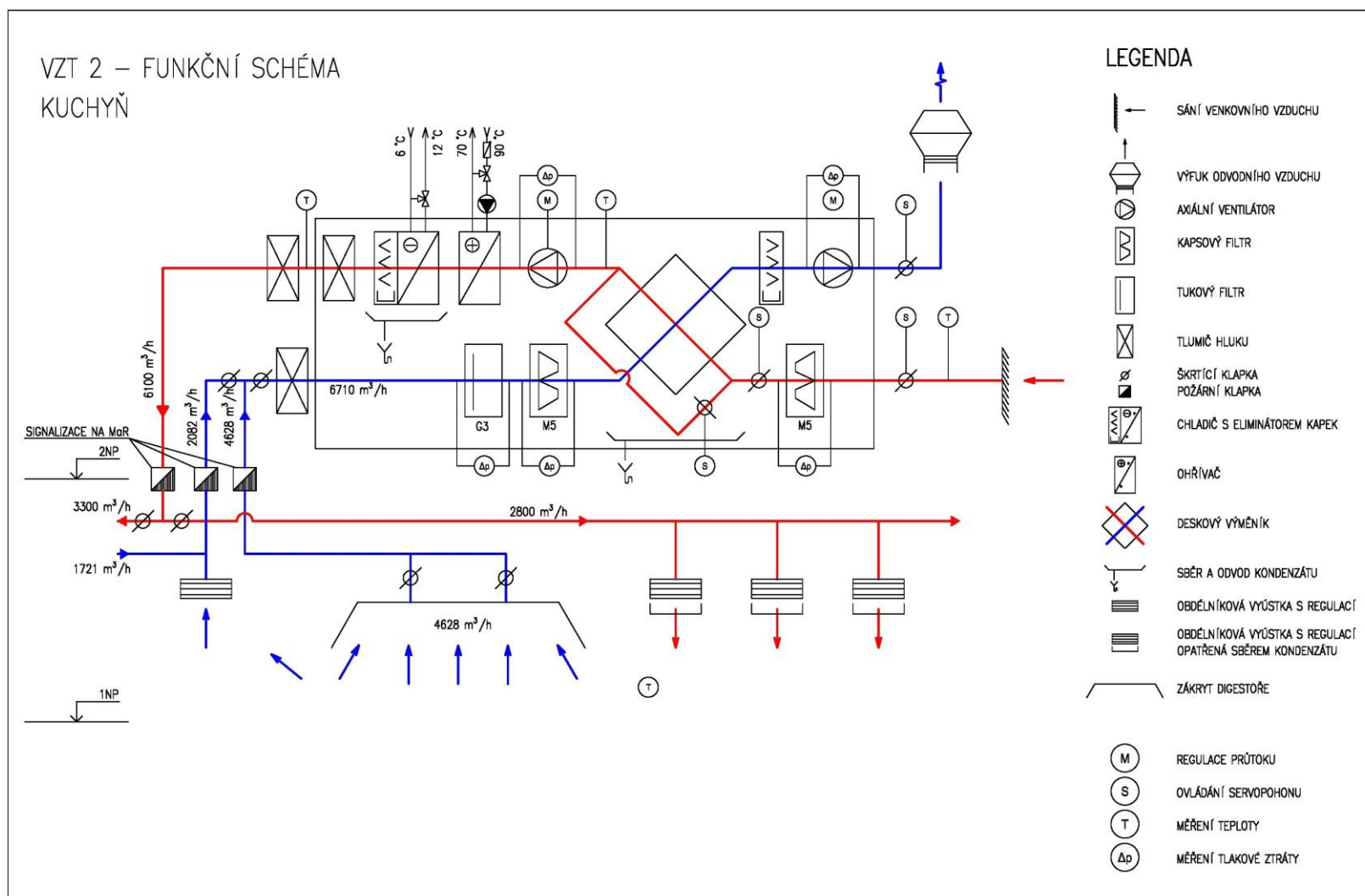
3.5.12 TABULKA ZAŘÍZENÍ

Tabulka 3.3: Tabulka zařízení

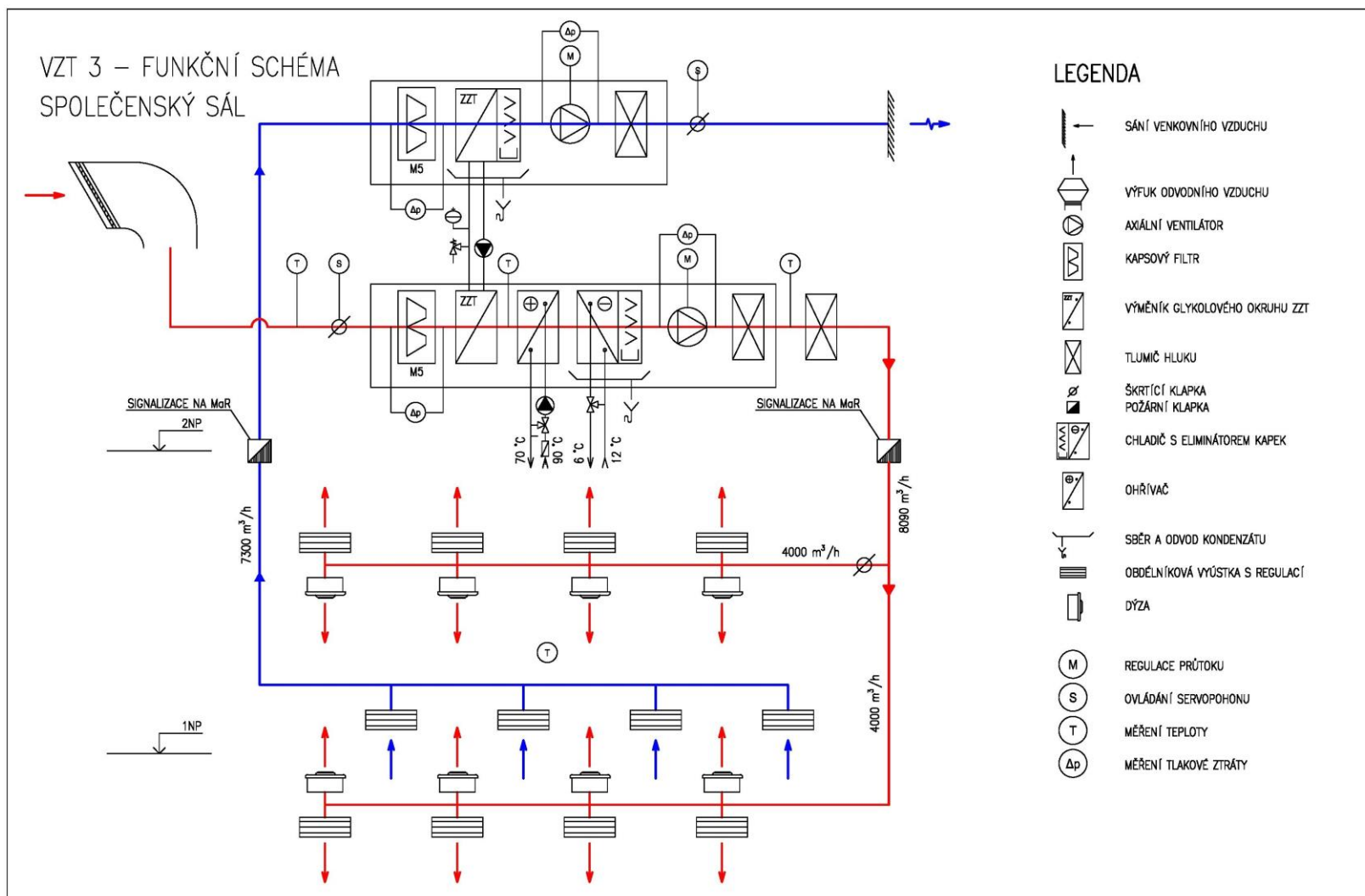
NÁZEV ZAŘÍZENÍ POZICE	HOSPODA POD BOROVOU	VENTILÁTOR				ELEKTRINA				OHŘEV			CHLAZENÍ				OVLÁDÁNÍ
		PŘÍVOD / ODVOD / CIRKULACE	MNOŽSTVÍ VZDUCHU	EXTERNÍ TLAK	POČET	ELEKTRICKÝ PŘÍKON JEDNOTKOVÝ	ELEKTRICKÝ PŘÍKON CELKEM	ELEKTRICKÝ PROUD JEDNOTKOVÝ	NAPĚTÍ / FREKVENCE	TOPNÝ VÝKON 90/70 °C	PRŮTOK MEDIA	TLAKOVÁ ZTRÁTA VÝMĚNÍKU	CHLADÍČÍ VÝKON 6/12 °C	PRŮTOK MEDIA	TLAKOVÁ ZTRÁTA VÝMĚNÍKU	KONDENZÁT	
			[m³/h]	[Pa]	[ks]	[kW]	[kW]	[A]	[V/Hz]	[kW]	[m³/h]	[kPa]	[kW]	[m³/h]	[kPa]	[kg/h]	
VZT1	ZAŘÍZENÍ Č. 1 - RESTAURACE, APARTMÁNY																
	VZT JEDNOTKA AeroMaster XP 10, AMXP3																
	PŘÍVODNÍ VENTILÁTOR	P	6054	450	1	2,15	2,15	6,39	3x400/50								ŘÍZENÍ FM - MaR
	VODNÍ OHŘÍVAČ, t _p = 23°C, připojení DN 25									21,4	0,4	0,9					SMĚŠOVACÍ UZEL MaR
	VODNÍ CHLADIČ, t _p = 23°C, připojení DN 26												7,1	1,02	1,7	5,0	SMĚŠOVACÍ UZEL MaR
	ODVODNÍ VENTILÁTOR	O	6316	500	1	2,09	2,09	8,34	3x400/50								ŘÍZENÍ FM - MaR
	VÝMĚNÍK ZT m _c = 285 kg								3x400/50								ŘÍZENÍ FM - MaR
VZT2	ZAŘÍZENÍ Č. 2 - KUCHYŇ																
	VZT JEDNOTKA AeroMaster XP 10, AMXP3																
	PŘÍVODNÍ VENTILÁTOR	P	6100	300	1	2,57	2,57	6,39	3x400/50								ŘÍZENÍ FM - MaR
	VODNÍ OHŘÍVAČ, t _p = 21,4°C, připojení DN 25									26,4	0,53	1,4					SMĚŠOVACÍ UZEL MaR
	VODNÍ CHLADIČ, t _p = 19,2°C, připojení DN 26												16,9	2,13	3,1	7,2	SMĚŠOVACÍ UZEL MaR
	ODVODNÍ VENTILÁTOR	O	6710	300	1	2,73	2,73	6,39	3x400/50								ŘÍZENÍ FM - MaR
	VÝMĚNÍK ZT m _c = 396 kg															16,6	OBTOK - MaR
VZT3	ZAŘÍZENÍ Č. 3 - SÁL																
VZT3 A	VZT JEDNOTKA AeroMaster XP 10, AMXP3																
	PŘÍVODNÍ VENTILÁTOR	P	8090	400		4,37	4,37	10,5	3x400/50								ŘÍZENÍ FM - MaR
	VODNÍ OHŘÍVAČ, t _p = 24,3°C, připojení DN 25									64,7	1,33	2,1					SMĚŠOVACÍ UZEL MaR
	VODNÍ CHLADIČ, t _p = 19,5°C, připojení DN 26												23,8	2,79	2	8,6	SMĚŠOVACÍ UZEL MaR
	VÝMĚNÍK ZT m _c = 128 kg																
VZT3 B	ODVODNÍ VENTILÁTOR	O	7300	300		2,77	2,77	10,5	3x400/50								ŘÍZENÍ FM - MaR
	VÝMĚNÍK ZT m _c = 140 kg															19,0	
CELKEM:						16,68				112,50			47,8				
CELKEM S PŘEDPOKLÁDANOU SOUČASNOSTÍ:						0,6	10,01		0,6	67,50		0,6	28,68				



Obr. 3.1: Funkční schéma zapojení – VZT 1



Obr. 3.2: Funkční schéma zapojení - VZT 2



Obr. 3.3: Funkční schéma zapojení - VZT 3

3.5.13 VÝPIS PRVKŮ

Tabulka 3.4: Výpis prvků

VZDUCHOTECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ							
VZT 1	REMAK	SESTAVNÁ KLIMATIZAČNÍ JEDNOTKA AEROMASTER XP 10 AMXP3 VE VNITŘNÍM PROVEDENÍ, VČETNĚ ROTAČNÍHO VÝMĚNÍKU, PROKABELOVÁNÍ, FILTRY, NOSNÝ RÁM, MANŽETY, UZAVÍRACÍ KLAPKY, ZPROVOZNĚNÍ JEDNOTEK				kpl	1
VZT 2	REMAK	SESTAVNÁ KLIMATIZAČNÍ JEDNOTKA AEROMASTER XP 10 AMXP3 PROVEDENÍ, VČETNĚ DESKOVÉHO VÝMĚNÍKU, PROKABELOVÁNÍ, FILTRY, NOSNÝ RÁM, MANŽETY, UZAVÍRACÍ KLAPKY, ZPROVOZNĚNÍ JEDNOTEK				kpl	1
VZT 3 A	REMAK	SESTAVNÁ KLIMATIZAČNÍ JEDNOTKA AEROMASTER XP 10 AMXP3 PROVEDENÍ, VČETNĚ GLYKOLOVÉHO OKRUHU , PROKABELOVÁNÍ, FILTRY, NOSNÝ RÁM, MANŽETY, UZAVÍRACÍ KLAPKY, ZPROVOZNĚNÍ JEDNOTEK				kpl	1
REGULAČNÍ KLAPKA KRUHOVÁ							
POZICE	VÝROBCE	NÁZEV	Ø [mm]	Š [mm]	V [mm]	PROVEDENÍ	KS
RK1	SYSTEMAIR	TUNE-R	100			1H	1
RK2	SYSTEMAIR	TUNE-R	125			1H	11
RK3	SYSTEMAIR	TUNE-R	160			1H	6
RK4	SYSTEMAIR	TUNE-R	200			1H	2
REGULAČNÍ KLAPKA OBDÉLNÍKOVÁ							
RO1	SYSTEMAIR	IMOS-RK		200	200	R P1	1
RO3	SYSTEMAIR	IMOS-RK		250	250	R P1	2
RO4	SYSTEMAIR	IMOS-RK		250	315	R P1	1
RO5	SYSTEMAIR	IMOS-RK		315	250	R P1	1
RO6	SYSTEMAIR	IMOS-RK		315	315	R P1	3
RO7	SYSTEMAIR	IMOS-RK		400	560	R P2	1
RO8	SYSTEMAIR	IMOS-RK		450	315	R P2	2
RO9	SYSTEMAIR	IMOS-RK		450	400	R P2	1
RO10	SYSTEMAIR	IMOS-RK		500	315	R P2	1
RO11	SYSTEMAIR	IMOS-RK		500	400	R P2	2
RO12	SYSTEMAIR	IMOS-RK		630	400	R P2	1
RO13	SYSTEMAIR	IMOS-RK		710	400	R P2	1
POŽÁRNÍ KLAPKA KRUHOVÁ							
PK1	SYSTEMAIR	PKI-R	125			EI 90S ZV	7
PK2	SYSTEMAIR	PKI-R	160			EI 90S ZV	1
PK3	SYSTEMAIR	PKI-R	250			EI 90S ZV	2
POŽÁRNÍ KLAPKA OBDÉLNÍKOVÁ							
PO1	SYSTEMAIR	PKI-S		500	315	EI 90S ZV	1
PO2	SYSTEMAIR	PKI-S		500	630	EI 90S ZV	1
PO3	SYSTEMAIR	PKI-S		560	450	EI 90S ZV	1
PO4	SYSTEMAIR	PKI-S		630	355	EI 90S ZV	1
PO5	SYSTEMAIR	PKI-S		710	400	EI 90S ZV	1
PO6	SYSTEMAIR	PKI-S		900	400	EI 90S ZV	2
ANEMOSTAT KRUHOVÝ							
1.1	MANDÍK	ALKM 300				VPR	2
1.2	MANDÍK	ALKM 300				VOR	12
1.3	MANDÍK	ALKM 400				VPR	5
DÝZA							
2.1	MANDÍK	DDM II 250	250			N	18
OBDÉLNÍKOVÁ VÝÚSTKA							
3.1	MANDÍK	VNM 1A		400	200	R1/S	5
3.2	MANDÍK	VNM 1A		520	320	R1/S	8
3.3	MANDÍK	VNM 2A		320	200	R1/S	18
3.4	MANDÍK	VNM 2A		400	200	R1/S	14

Tabulka 3.5: Výpis prvků (pokračování)

TALÍŘOVÝ VENTIL							
4.1	MANDÍK	TVPM 125					4
4.2	MANDÍK	TVPM 160					1
4.3	MANDÍK	TVOM 80					3
4.4	MANDÍK	TVOM 100					1
4.5	MANDÍK	TVOM 125					12
4.6	MANDÍK	TVOM 160					3
VÍŘIVÁ VYÚSTKA							
5.1	MANDÍK	VVDM 625		625		K/V/P/R	18
VÝFUKOVÁ HLAVICE							
6.1	SYSTEMAIR	IMOS-VHH-2		500	500	S-Z	1
6.2	SYSTEMAIR	IMOS-VHH-3		630	630	S-Z	1
PROTIDEŠŤOVÁ ŽALUZIE							
7.1	MANDÍK	PDZM		1000	1000	.422	3
7.2	MANDÍK	PDZM		1000	1200	.422	1
DIGESTOŘE							
D1	ATREA	DIGESTOŘ STANDARD-S		3000	2400	DVOUŘADÁ	400
D2	ATREA	DIGESTOŘ STANDARD-S		2500	1200	JEDNOŘADÁ	250
TLUMIČE HLUKU							
OZN.	VÝROBCE	NÁZEV	A [mm]	B [mm]	L [mm]	ŠÍŘKA / ROZTEČ LAM. / POČET LAM.	KS
TH1	IMOS-SYSTEMAIR	IMOS-THP 10	600	500	500	100 / 40 / 3	1
TH2	IMOS-SYSTEMAIR	IMOS-THP 10	600	710	500	100 / 40 / 3	2
TH3	IMOS-SYSTEMAIR	IMOS-THP 10	1000	630	500	100 / 40 / 5	1
TH4	IMOS-SYSTEMAIR	IMOS-THP 10	1000	630	1000	100 / 40 / 5	1
TH5	IMOS-SYSTEMAIR	IMOS-THP 20	800	710	1000	200 / 40 / 2	1
TEPELNÁ IZOLACE VZDUCHOVODŮ							
	VÝROBCE	NÁZEV			TL. [mm]		m²
	ISOVER	ISOVER ML-3			50		86,3
					30		38,2
VZDUCHOVODY							
	VÝROBCE	NÁZEV					bm
	ELEKTRODESIGN	KRUHOVÉ SPIRO POTRUBÍ DO PRŮMĚRU:			80/20% tvar. dílů		1,5
					125/20% tvar. dílů		28,3
					160/20% tvar. dílů		8,6
					180/40% tvar. dílů		2,5
					200/40% tvar. dílů		2,1
					250/40% tvar. dílů		27,6
	ELEKTRODESIGN	ČTYŘHRANÉ POZINKOVANÉ POTRUBÍ DO OBVODU			1050/40% tvar. dílů		8,4
					1500/40% tvar. dílů		26,3
					1890/40% tvar. dílů		76,0
					2200/40% tvar. dílů		68,0
					2500/40% tvar. dílů		48,3
					2800/40% tvar. dílů		18,0
	ELEKTRODESIGN	OHEBNÁ HADICE FLEXO			PRŮMĚR [mm]		
					100		3,0
					125		12,0
					160		8,0
					200		9,0
					250		7,0
JEDNOTKY FANCOIL							
POZICE	VÝROBCE	NÁZEV		TOPNÝ VÝKON [kW]	CHLADÍCÍ VÝKON [kW]	PROVEDENÍ	KS
F1	GEA	GF13.UWC1.H00A1		2,9	0,6	FLEX	2
F2	GEA	GC33.UWC1.H00A1		4,6	0,7	CASSETTE	6
F3	GEA	GC33.UWC1.H00A1		4,6	0,7	CASSETTE	1
F4	GEA	GF43.UWC1.H00A1		6,5	0,8	FLEX	2
F5	GEA	GF81.UWC1.H00A1		9,6	1,6	FLEX	3
OHŘÍVAČ DO POTRUBÍ							
OH1	VSM TEPLICE	MBE 160/0,7		1,4		KRUHOVÉ	1
OH2	VSM TEPLICE	MBE 250/1,0		1,0		KRUHOVÉ	1

4 ZÁVĚR

Výsledkem této práce je projekt vzduchotechniky pro objekt konkrétní restaurace se společenským a sálem a ubytováním. Byly navrženy 3 samostatné vzduchotechnické jednotky, které mají zajistit tvorbu interního mikroklimatu pro každou provozně specifickou část objektu, jako jsou kuchyně restaurace či ubytovací prostory. Pro pokrytí tepelných ztrát a tepelné zátěže byl zvolen systém kombinovaný s vodními jednotka Fancoil, které napomáhají regulaci teploty v některých jednotlivých místnostech. Ta by byla za použití pouze vzduchového vytápění a chlazení s decentrální přípravou vzduchu obtížná. Návrh všech zařízení byl proveden v souladu s platnými legislativními požadavky

5 POUŽITÉ ZDROJE

LITERATURA

- [1] ANSYS Inc. ANSYS FLUENT Theory Guide. *ANSYS Help System: release 14.0* [online]. Canonsburg, USA: ANSYS Inc., 2011 [cit. 2014-04-23].
- [2] HIRŠ, J. – GEBAUER, G. *Vzduchotechnika v příkladech - 1.* Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006, 230 s. ISBN 80-7204-486-9.
- [3] HONZEJK, V. – HORÁKOVÁ, K. – LEMFELD, F. *Manuál pro výuku numerických metod.* Liberec, 2010. Učební text. Technická univerzita v Liberci, 221 s.
- [4] KLIŠ, Stanislav. *Řešení vnitřního klimatu bazénové haly s využitím CFD simulace.* Brno, 2011. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební. Vedoucí práce doc. Ing. Ondřej Šíkula Ph.D., 82 s.
- [5] RÁKOSOVÁ, Lucie. *Optimalizace mikroklimatu sportovní části školy s využitím CFD simulace.* Brno, 2011. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební. Vedoucí práce doc. Ing. Ondřej Šíkula Ph.D., 92 s.
- [6] VOJKŮVKOVÁ, Petra. *Vzduchotechnika přednáškových prostor.* Brno, 2012. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební. Vedoucí práce doc. Ing. Ondřej Šíkula Ph.D., 118 s.
- [7] ŠÍKULA, Ondřej. Vertical Distribution of Air Temperatures in Heated Dwelling Rooms. *Proceedings of Clima 2007 WellBeing Indoors: Rehva World Congress.* Helsinki (Finland): FINVAC, 2007. ISBN 9789529989829.
- [8] Výpočet větrání kuchyní: Směrný podklad pro výpočet podle směrnice VDI 2052. *Atrea - větrání kuchyní* [online]. 2004, č. 1, s. 8 [cit. 2014-05-21]. Dostupné z: <http://www.atrea.ro/cz/ke-stazeni-vetrani-kuchyni>

LEGISLATIVNÍ PŘEDPISY, NORMY

- [9] ČSN 73 0540-1. *Tepelná ochrana budov: Část 1: Terminologie.* Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2005, 86 s.
- [10] ČSN 73 0540-3. *Tepelná ochrana budov: Část 3: Návrhové hodnoty veličin.* Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2005, 96 s.
- [11] ČSN 73 0548. *Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostor.* Praha: Vydavatelství Úřadu pro normalizaci a měření, 1985, 30 s.
- [12] ČSN 73 0802. *Požární bezpečnost staveb – nevýrobní objekty.* Praha: Vydavatelství Úřadu pro normalizaci a měření, 2009, 122 s.

- [13] ČSN EN 12831. *Tepelné soustavy v budovách: Výpočet tepelného výkonu*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2005, 76 s.
- [14] ČSN EN 15251. *Vstupní parametry vnitřního prostředí pro návrh a posouzení energetické náročnosti budov s ohledem na kvalitu vnitřního vzduchu, tepelného prostředí, osvětlení a akustiky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, 2011, 44 s.
- [15] ČSN EN ISO 6946. *Stavební prvky a stavební konstrukce: Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla - Výpočtová metoda*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2008, 28 s.
- [16] ČSN EN ISO 7730. *Ergonomie tepelného prostředí: Analytické stanovení a interpretace tepelného komfortu pomocí výpočtu ukazatelů PMV a PPD a kritéria místního komfortu*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2006, 48 s.
- [17] ČSN EN ISO 8996. *Ergonomie tepelného prostředí: Určování metabolismu*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2005, 28 s.
- [18] ČSN EN ISO 10077-1. *Tepelné chování oken, dveří a okenic: Výpočet součinitele prostupu tepla - Část 1: Všeobecně*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2007, 44 s.
- [19] Nařízení vlády č. 272/2011 Sb ze dne 24. 5. 2011, o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. In: 272/2011 Sb., Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/>.
- [20] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb ze dne 12. prosince 2007, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci. In: 361/2007 Sb., Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/>.
- [21] Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 6/2003 Sb: kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb. In: 6/2003 Sb. 2002, 4/2003. Dostupné z: www.mzcr.cz.

INTERNETOVÉ ZDROJE

- [22] CENTNEROVÁ, Lada. Izolace oblečení. *Stránky TZB-info* [online]. 2001 [cit. 2014-05-17]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/576-izolace-obleceni>
- [23] Fluid dynamics. *Wikipedia* [online]. 2013 [cit. 2014-05-19]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Fluid_dynamics
- [24] JIROUT, Vladimír. *Plynové spotřebiče v kuchyních*. *Tlakinfor.cz* [online]. 2012 [cit. 2014-05-21]. Dostupné z: <http://www.tlakinfor.cz/t.py?t=2&i=1883>
- [25] MIKULOVÁ, Olga. *Požadavky na větrání vnitřních pobytových prostor*. *Tzb-info.cz.cz* [online]. 2005 [cit. 2014-05-21]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/2911-pozadavky-na-ventrání-vnitřních-pobytových-prostor>

- [26] *MBE - elektrický ohřívač do kruhového potrubí* [online]. 2012 [cit. 2014-05-26]. Dostupné z: <http://www.ventilatory.net/potrubni-elementy/ohrivace/vodni-ohrivace/mbw-vodni-ohrivace-kruhove-potrubni/mbe--elektricke-ohrivace-kruhove-potrubni>
- [27] Technický podklad *Lamelová rohož Isover ML-3* [online]. 2012 [cit. 2014-05-26]. Dostupné z: <http://www.isover.cz/ml-3>
- [28] Technický podklad *TPM 005/99: Anemostat lamelový kruhový, ALKM*. Hostomice, 2011. Dostupné z: www.mandik.cz.
- [29] Technický podklad *TPM 015/01: Vyústka nastavitelná, VNM*. Hostomice, 2011. Dostupné z: www.mandik.cz.
- [30] Technický podklad *TPM 028/03: Talířový ventil, TVPM – TVOM*. Hostomice, 2011. Dostupné z: www.mandik.cz.
- [31] Technický podklad *TPM 072/08: Dýzy s dalekým dosahem, DDM II*. Hostomice, 2011. Dostupné z: www.mandik.cz.
- [32] Technický podklad *TPM 079/10: Protidešťová žaluzie, PDZM II*. Hostomice, 2011. Dostupné z: www.mandik.cz.
- [33] Technický podklad *TPM 089/12: Vyúst s vířivým výtokem vzduchu, VVDM*. Hostomice, 2013. Dostupné z: www.mandik.cz.
- [34] Technický podklad *Systemair – Tlumiče hluku, IMOS-THP*. Kalinkovo, SR, 2007. Dostupné z: www.systemair.com.
- [35] Technický podklad *Systemair - Výrobky požární techniky, PKI*. Praha, 2011. Dostupné z: www.systemair.com.
- [36] Technický podklad *Systemair – Výfukové hlavice, IMOS-VH*. Kalinkovo, SR, 2006. Dostupné z: www.systemair.com.

6 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ

Zkratky

CFD – Computation Fluid Dynamics
DR – Draught
PMV – Calculation of Predicted mean Vote
PD – Percentage Dissatisfied
PPD – Predicted Percentage Dissatisfied
VZT – Vzduchotechnika
ZZT – Zpětné získávání tepla

Fyzikální veličiny

A – plocha [m^2]
c – měrná tepelná kapacita [J/kgK]
D – útlum akustického výkonu [dB]
d – průměr [m]
 Δp – tlaková ztráta [Pa]
f – frekvence [Hz]
h – měrná entalpie [kJ/kg]
h – výška slunce nad horizontem [$^\circ$]
I – intenzita sluneční radiace [W/m^2]
 $I_{0,\text{dif}}$ – intenzita difúzní radiace [W/m^2]
l – délka [m]
L – hladina akustického tlaku [dB]
 L_p – hladina akustického výkonu [dB]
m – měrný hmotnostní tok [kg/s]
MaR – měření a regulace [ppm]
n – počet osob [os]
O – objem [m^3]
p – tlak [Pa]
Q – směrová součinitel [-]
 Q_l – tepelná zátěž [-]
 Q_z – tepelná ztráta [-]
r – poloměr [m]

R – tepelný odpor [$\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$]
 s – stínící součinitel [-]
 S – plocha, průřez [m]
 t_e – teplota exteriéru [$^{\circ}\text{C}$]
 t_i – teplota interiéru [$^{\circ}\text{C}$]
 t_p – teplota přívodního vzduchu [$^{\circ}\text{C}$]
 t_r – teplota radiační [$^{\circ}\text{C}$]
 U – součinitel prostupu tepla [$\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$]
 V_p – objem přiváděného vzduchu [m^3]
 V_o – objem přiváděného vzduchu [m^3]
 x – měrná vlhkost [g / kg]
 y – dávka vzduchu [m^3 / h]
 Z – tlaková ztráta [Pa]
 α – sluneční azimut [$^{\circ}$]
 γ – azimutový úhel stěny [$^{\circ}$]
 δ – sluneční deklinace [$^{\circ}$]
 ξ – součinitel vřazeného odporu [-]
 λ – součinitel tepelné vodivosti [W / mK]
 ρ – objemová hmotnost [kg / m^3]
 $\varnothing$ – relativní vlhkost vzduchu [%]
 ψ – časové zpoždění [h]

7 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázky

Obr. 1.1: Modelování proudění v blízkosti stěny [5]	19
Obr. 1.2: Hodnoty clo pro typické druhy oděvu [22]	25
Obr. 1.3: PPD jako funkce PMV [16]	26
Obr. 1.4: Kompenzace zvýšené teploty rychlostí proudění vzduchu [16]	27
Obr. 1.5: Závislost PD na vertikálním rozdílu teplot [16]	28
Obr. 1.6: Lokální tepelný diskomfort způsobený vlivem asymetrické radiace [16]	28
Obr. 1.7: Závislost procenta nespokojených na teplotě podlahy [16]	29
Obr. 2.1: Řešený objekt	32
Obr. 2.2: Schématický půdorys 1NP	33
Obr. 2.3: Schématický půdorys 2NP	34
Obr. 2.4: Schéma distribuce vzduchu v objektu jednotlivými zařízeními	35
Obr. 2.5: Hodnota Uequiv pro podlahovou desku na zemině [13]	42
Obr. 2.6: Oslunění objektu	60
Obr. 2.7: Oslunění výplně otvoru [11]	62
Obr. 2.8: Schéma zařízení kuchyně	76
Obr. 2.9: Prostředí programu Atrea Větrání kuchyní	77
Obr. 2.10: Schéma tlakových režimů	79
Obr. 2.11: Schéma cirkulace vzduchu jednotek fancoil	84
Obr. 2.12: Schéma cirkulace vzduchu jednotek fancoil (pokračování)	85
Obr. 2.13: H-X diagram - VZT 1 - zimní provoz	86
Obr. 2.14: H-X diagram - VZT 1 - letní provoz	87
Obr. 2.15: H-X diagram -FCU - místnost 1.03 - zimní provoz	89
Obr. 2.16: H-X diagram -FCU - místnost 1.03 - letní provoz	90
Obr. 2.17: H-X diagram -FCU - místnost 1.04 - zimní provoz	91
Obr. 2.18: H-X diagram -FCU - místnost 1.04 - letní provoz	92
Obr. 2.19: H-X diagram -FCU - apartmá A - zimní provoz	93
Obr. 2.20: H-X diagram -FCU - apartmá A - letní provoz	94
Obr. 2.21: H-X diagram - VZT 2 - zimní provoz	97
Obr. 2.22: : H-X diagram - VZT 2 - letní provoz	98
Obr. 2.23: H-X diagram - VZT 3 - zimní provoz	100
Obr. 2.24: H-X diagram - VZT 3 - letní provoz	101
Obr. 2.25: Anemostat kruhový - přívod [28]	103

Obr. 2.26: Anemostat kruhový - odvod [21]	103
Obr. 2.27: Vířivá vyúst' – přívod [33]	104
Obr. 2.28: Digestoř - varné centrum	104
Obr. 2.29: Digestoř expediční centrum	104
Obr. 2.30: Půdorys sálu (červeně vyznačen segment sálu pro modelování)	105
Obr. 2.31: Příčný řez.....	106
Obr. 2.32: Využití sálu - a) Ples, b) Kulturní akce, c) Uzavřená společnost	107
Obr. 2.33: Výpočtový model sálu (Gambit).....	108
Obr. 2.34: Okrajové podmínky výpočtu	108
Obr. 2.35: Distribuce č. 1.....	108
Obr. 2.36: Distribuce č. 1 a) zimní provoz, b) letní provoz.....	109
Obr. 2.37: Rozložení rychlosti proudění po délce sálu - letní provoz.....	110
Obr. 2.38: Rozložení rychlosti proudění vzruchu 1,3 m nad podlahou	110
Obr. 2.39: Distribuce č. 2.....	111
Obr. 2.40: Srovnání teplot vzduchu a radiačních při provozu v zimě	111
Obr. 2.41: Histogram teplot vzduchu pro zimní provoz.....	111
Obr. 2.42: Rychlost proudění vzduchu – letní provoz	112
Obr. 2.43: Distribuce č. 3.....	113
Obr. 2.44: Distribuce č. 3 - výsledky	113
Obr. 2.45: Distribuce č. 3 - výsledky (pokračování).....	114
Obr. 2.46: Histogram teplot vzduchu – zimní provoz	114
Obr. 2.47: Rozložení rychlosti proudění vzduchu 1,3 m nad podlahou – distribuce č. 3.....	115
Obr. 2.48: Volba úhlu sklonu dýzy podle [31]	115
Obr. 2.49: Distribuce č. 4.....	116
Obr. 2.50: Rychlostní pole proudění vzduchu - distribuce č. 4	116
Obr. 2.51: Rychlostní pole proudění vzduchu ve výšce 1,3 m – distribuce č. 4	116
Obr. 2.52: Rozložení rychlostí proudění po délce sálu v rovině 1,3 m nad podlahou.....	117
Obr. 2.53: Distribuce č. 5.....	117
Obr. 2.54: Rychlostní pole proudění vzduchu – distribuce č. 5.....	118
Obr. 2.55: Trajektorie vzdušných proudů – distribuce č. 5	118
Obr. 2.56: Histogram rychlosti proudění po délce sálu - distribuce č. 5.....	119
Obr. 2.57: Rozložení rychlostí proudění po délce sálu – distribuce č. 5.....	119
Obr. 2.58: Teplotní pole - výsledný návrh - a) zimní provoz, b) letní provoz	120
Obr. 2.59: Histogram teplot v pobytové zóně - výsledný návrh	121
Obr. 2.60: Rychlost proudění - výsledný návrh - a) zimní provoz, b) letní provoz	121

Obr. 2.61: Histogram rychlosti proudění v pobytové zóně - výsledný návrh.....	121
Obr. 2.62: Hodnoty metabolismu a tepelného odporu oděvů	122
Obr. 2.63: Dýza nastavitelná [31]	126
Obr. 2.64: Požární úseky 1NP	127
Obr. 2.65: Požární úseky 2NP	127
Obr. 2.66: Instalace požární klapky [35].....	128
Obr. 2.67: Diagram pro určení tlakové ztráty požárních klappek [35]	128
Obr. 2.68: Dimenzační schéma 1NP	129
Obr. 2.69: Dimenzační schéma 2NP	130
Obr. 3.1: Funkční schéma zapojení – VZT 1.....	158
Obr. 3.2: Funkční schéma zapojení - VZT 2	159
Obr. 3.3: Funkční schéma zapojení - VZT 3	160

Tabulky

Tabulka 1.1: Stupnice tepelných pocitů [16].....	23
Tabulka 1.2: Hodnoty metabolismu podle činností [16]	24
Tabulka 1.3: Kategorie tepelného prostředí [16]	29
Tabulka 1.4: Projektová kritéria pro prostory různých typů budov [16].....	30
Tabulka 2.1: Místnosti 1NP	33
Tabulka 2.2: Místnosti 2NP	34
Tabulka 2.3: Smluvní odpory při přestupu tepla [15]	36
Tabulka 2.4: Součinitele prostupu tepla podlahových konstrukcí	37
Tabulka 2.5: Součinitele prostupu tepla konstrukcí střeš.....	38
Tabulka 2.6: Součinitele prostupu tepla svislých konstrukcí.....	38
Tabulka 2.7: Součinitele prostupu tepla svislých konstrukcí (pokračování)	39
Tabulka 2.8: Součinitel prostupu tepla výplní otvorů v obvodových konstrukcích	40
Tabulka 2.9: Součinitel prostupu tepla výplní otvorů vnitřních dělících konstrukcí	40
Tabulka 2.10: Výpočtová venkovní teplota θ_e a roční průměrná venkovní teplota $\theta_{m,e}$ [13]	41
Tabulka 2.11: Tabulka místností.....	43
Tabulka 2.12: Výpočet tepelných ztrát - místnost 1.02	44
Tabulka 2.13: Výpočet tepelných ztrát - místnost 1.03	44
Tabulka 2.14: Výpočet tepelných ztrát - místnost 1.04	45
Tabulka 2.15: Výpočet tepelných ztrát - místnost 1.05 (útlumový režim).....	46
Tabulka 2.16: Výpočet tepelných ztrát - místnost 1.05 (provozní režim)	46

Tabulka 2.17: Výpočet tepelných ztrát - místnosti 1.06, 1.07, 2.01, 2.02 1.08.....	47
Tabulka 2.18: Výpočet tepelných ztrát - místnost 1.08	47
Tabulka 2.19: Výpočet tepelných ztrát - místnosti 1.09, 1.25	48
Tabulka 2.20: Výpočet tepelných ztrát - místnost 1.10	48
Tabulka 2.21: Výpočet tepelných ztrát - místnosti 1.11, 1.12.....	49
Tabulka 2.22: Výpočet tepelných ztrát - místnosti 1.13, 1.14.....	49
Tabulka 2.23: Výpočet tepelných ztrát - místnosti 1.15, 1.16, 1.17.....	49
Tabulka 2.24: Výpočet tepelných ztrát - místnosti 1.18, 1.19, 1.20, 1.21.....	50
Tabulka 2.25: Výpočet tepelných ztrát - místnost 1.22	50
Tabulka 2.26: Výpočet tepelných ztrát - místnost 1.23	50
Tabulka 2.27: Výpočet tepelných ztrát - místnost 1.24	51
Tabulka 2.28: Výpočet tepelných ztrát - místnost 2.03	52
Tabulka 2.29: Výpočet tepelných ztrát - místnost 2.04	52
Tabulka 2.30: Výpočet tepelných ztrát - místnost 2.05	52
Tabulka 2.31: Výpočet tepelných ztrát - místnost 2.06	53
Tabulka 2.32: Výpočet tepelných ztrát - místnost 2.07	53
Tabulka 2.33: Výpočet tepelných ztrát - místnost A2.01	54
Tabulka 2.34: Výpočet tepelných ztrát - místnost A2.02	54
Tabulka 2.35: Výpočet tepelných ztrát - místnost A2.03	55
Tabulka 2.36: Výpočet tepelných ztrát - místnost B2.01	55
Tabulka 2.37: Výpočet tepelných ztrát - místnost B2.02	55
Tabulka 2.38: Výpočet tepelných ztrát - místnost B2.03	56
Tabulka 2.39: Výpočet tepelných ztrát - místnost C2.01	56
Tabulka 2.40: Výpočet tepelných ztrát - místnost C2.02	57
Tabulka 2.41: Výpočet tepelných ztrát - místnost C2.03	57
Tabulka 2.42: Výpočet tepelných ztrát - místnost D2.01	58
Tabulka 2.43: Výpočet tepelných ztrát - místnost D2.02	58
Tabulka 2.44: Výpočet tepelných ztrát - místnost D2.02	59
Tabulka 2.45: Okrajové podmínky výpočtu tepelné zátěže	60
Tabulka 2.46: Hodnoty stínících součinitelů s pro různá provedení	61
Tabulka 2.47: Produkce tepla Q_1 a vodní páry m_1 lidí [11].....	64
Tabulka 2.48: Výpočet tepelných zisků - místnost 1.02	64
Tabulka 2.49: Výpočet tepelných zisků - místnost 1.03	65
Tabulka 2.50: Výpočet tepelných zisků - místnosti 1.06, 1.07, 2.01, 2.02	65
Tabulka 2.51: Výpočet tepelných zisků - místnost 1.05	66

Tabulka 2.52: Výpočet tepelných zisků - místnost 1.04	67
Tabulka 2.53: Výpočet tepelných zisků - místnosti 1.09, 1.25	67
Tabulka 2.54: Výpočet tepelných zisků - místnost 1.08	67
Tabulka 2.55: Výpočet tepelných zisků - místnost 1.10	68
Tabulka 2.56: Výpočet tepelných zisků - místnosti 1.11, 1.12	68
Tabulka 2.57: Výpočet tepelných zisků - místnost 1.13, 1.14	68
Tabulka 2.58: Výpočet tepelných zisků - místnosti 1.15, 1.16, 1.17	69
Tabulka 2.59: Výpočet tepelných zisků - místnosti 1.18, 1.19, 1.20, 1.21	69
Tabulka 2.60: Výpočet tepelných zisků - místnost 1.22	69
Tabulka 2.61: Výpočet tepelných zisků - místnost 1.23	70
Tabulka 2.62: Výpočet tepelných zisků - místnost 1.24	70
Tabulka 2.63: Výpočet tepelných zisků - místnost 2.04	71
Tabulka 2.64: Výpočet tepelných zisků - místnost 2.03	71
Tabulka 2.65: Výpočet tepelných zisků - místnost 2.06	71
Tabulka 2.66: Výpočet tepelných zisků - místnost 2.05	71
Tabulka 2.67: Výpočet tepelných zisků - místnost A2.01	72
Tabulka 2.68: Výpočet tepelných zisků - místnost 2.07	72
Tabulka 2.69: Výpočet tepelných zisků - místnost A2.02	72
Tabulka 2.71: Výpočet tepelných zisků - místnost A2.03	73
Tabulka 2.70: Výpočet tepelných zisků - místnost B2.01	73
Tabulka 2.72: Výpočet tepelných zisků - místnost B2.02	73
Tabulka 2.73: Výpočet tepelných zisků - místnost B2.03	73
Tabulka 2.74: Výpočet tepelných zisků - místnost C2.01	74
Tabulka 2.75: Výpočet tepelných zisků - místnost C2.02	74
Tabulka 2.76: Výpočet tepelných zisků - místnost C2.03	74
Tabulka 2.77: Výpočet tepelných zisků - místnost D2.01	75
Tabulka 2.78: Výpočet tepelných zisků - místnost D2.02	75
Tabulka 2.79: Výpočet tepelných zisků - místnost D2.03	75
Tabulka 2.80: Tepelný zisk od spotřebičů - místnost 1.10 - kuchyň	77
Tabulka 2.81: Tepelný zisk od spotřebičů - místnost 1.04 - hospoda	78
Tabulka 2.82: Souhrnná tabulka tepelné bilance	78
Tabulka 2.83: Množství odváděného vzduchu pro hygienická zařízení [21]	80
Tabulka 2.84: Dávka vzduchu pro různé činnosti [20], [25]	80
Tabulka 2.85: Minimální množství čerstvého přívodního vzduchu pro jednotlivé místnosti	81
Tabulka 2.86: Výkon a průtok přívodního vzduchu - VZT1	83

Tabulka 2.87: Potřebný výkon a množství cirkulačního vzduchu pro jednotky Fancoil.....	84
Tabulka 2.88: Návrh jednotek fancoil	88
Tabulka 2.89: Návrh elektrických ohřivačů	95
Tabulka 2.90: Tepelně vlhkostní bilance kuchyně.....	95
Tabulka 2.91: Tepelně vlhkostní bilance společenského sálu	99
Tabulka 2.92: Průtok a teplota přírodního vzduchu	102
Tabulka 2.93: PMV a PPD pro charakteristické body 2m od zdi	123
Tabulka 2.94: PMV a PPD pro charakteristické body 2m od okna	123
Tabulka 2.95: PMV a PPD pro charakteristické body ve středu sálu.....	123
Tabulka 2.96: PMV a PPD pro charakteristické body ve středu sálu (pokračování)	124
Tabulka 2.97: Tlaková ztráta potrubí – větev 1.....	131
Tabulka 2.98: Tlaková ztráta potrubí – větev 1 a 2	132
Tabulka 2.99: Tlaková ztráta potrubí – větev 2.....	133
Tabulka 2.100: Tlaková ztráta potrubí – větev 2.....	134
Tabulka 2.101: Tlaková ztráta potrubí – větev 1.....	135
Tabulka 2.102: Celková tlaková ztráta pro dimenzování zařízení VZT 1	135
Tabulka 2.103: Tlaková ztráta potrubí – větev 3.....	136
Tabulka 2.104: Tlaková ztráta potrubí – větev 4.....	137
Tabulka 2.105: Celková tlaková ztráta pro dimenzování zařízení VZT 2	137
Tabulka 2.106: Tlaková ztráta potrubí – větev 5.....	138
Tabulka 2.107: Tlaková ztráta potrubí – větev 6.....	139
Tabulka 2.108: Celková tlaková ztráta pro dimenzování zařízení VZT 3	139
Tabulka 2.109: Výpočet akustického tlaku – přívod - místnost A2.02 – pokoj	140
Tabulka 2.110: Výpočet akustického tlaku – odvod - místnost A2.02 – pokoj	141
Tabulka 2.111: Útlum hluku vložením tlumiče – odvod – místnost A2.02 – pokoj.....	141
Tabulka 2.112: Výpočet akustického tlaku – přívod - místnost 1.10 - kuchyň.....	142
Tabulka 2.113: Útlum hluku vložením tlumiče – přívod – místnost 1.10 – kuchyň	143
Tabulka 2.114: Výpočet akustického tlaku – odvod - místnost 1.10 - kuchyň	143
Tabulka 2.115: Útlum hluku vložením tlumiče – odvod – místnost 1.10 – kuchyň	144
Tabulka 2.116: Výpočet akustického tlaku – přívod - místnost 1.05 – sál	144
Tabulka 2.117: Útlum hluku vložením tlumiče – přívod – místnost 1.05 – sál	145
Tabulka 2.118: Výpočet akustického tlaku – odvod – místnost 1.05 – sál.....	145
Tabulka 2.119: Útlum hluku vložením tlumiče – místnost 1.05 - odvod.....	146
Tabulka 3.1: Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí [14], [19]	149
Tabulka 3.2: Tabulka místností.....	156

Tabulka 3.3: Tabulka zařízení	157
Tabulka 3.4: Výpis prvků	161
Tabulka 3.5: Výpis prvků (pokračování)	162

PŘÍLOHY

PŘÍLOHA Č. 1:	TECHNICKÁ ZPRÁVA – VÝPOČET VĚTRÁNÍ KUCHYNĚ
PŘÍLOHA Č. 2:	TECHNICKÁ ZPRÁVA – VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY
PŘÍLOHA Č. 3:	LEGENDA PRVKŮ
VÝKRES Č. 1:	VÝKRES VZDUCHOTECHNIKY – 1NP (MĚŘ: 1:50)
VÝKRES Č. 2:	VÝKRES VZDUCHOTECHNIKY – 2NP (MĚŘ: 1:50)
VÝKRES Č. 3:	VÝKRES VZDUCHOTECHNIKY – ŘEZY (MĚŘ: 1:50)
VÝKRES Č. 4:	VÝKRES VZDUCHOTECHNIKY – ŘEZY (MĚŘ: 1:50)
VÝKRES Č. 5:	VÝKRES VZDUCHOTECHNIKY – ŘEZY (MĚŘ: 1:50)
VÝKRES Č. 6:	VÝKRES VZDUCHOTECHNIKY – ŘEZY (MĚŘ: 1:50)