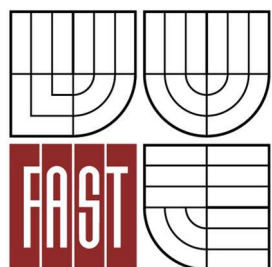




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA HOTELOVÉHO OBJEKTU

AIR CONDITIONING OF APARTMENT HOTEL

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. JAKUB ŠUSTÁK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. GÜNTER GEBAUER, CSc.

BRNO 2013



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. JAKUB ŠUSTÁK
Název	Vzduchotechnika hotelového objektu
Vedoucí diplomové práce	Ing. Günter Gebauer, CSc.
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2012
Datum odevzdání diplomové práce	11. 1. 2013
V Brně dne 31. 3. 2012	

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

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

Podklady a literatura

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Související zákonné předpisy a české i zahraniční technické normy
3. Odborná literatura
4. Zdroje na internetu

Zásady pro vypracování

Práce bude zpracována v souladu s VŠ zákonem a ustanovením pro magisterské studium.

A. Analýza tématu, cíle a metody řešení

Analýza zadaného tématu, právních a normových ustanovení

Cíl práce, zvolené metody řešení

Aktuální technická řešení realizovaná v praxi

Teoretické řešení vycházející z podstaty fyzikální dějů

Experimentální řešení (popis, metody a přístrojová technika, výsledky)

Řešení využívající výpočetní techniku a modelování

B. Aplikace tématu na zadané budově – koncepční řešení

Návrh technického řešení ve 2 až 3 variantách v zadané specializaci včetně výpočtů ve zpracování rozšířeného projektu pro stavební povolení: půdorysy v měřítku 1:100, stručná technická zpráva.

Ideové řešení navazujících profesí TZB (ZTI, UT) v zadané budově.

Hodnocení navržených variant řešení z hlediska vnitřního prostředí, uživatelského komfortu, prostorových nároků, ekonomie provozu, dopadu na životní prostředí apod.

C. Volitelná část - zpracovaná bude jedna z částí C1, C2, C3

C1. Experimentální řešení a zpracování a hodnocení výsledků

Experiment realizovaný v laboratoři nebo reálné budově postihující zadanou problematiku.

C2. Algoritmizace, modelování, aplikace výpočetní techniky

Teoretické řešení úlohy, vývoj vlastního výpočetního nástroje pro řešení zadaného jevu, aplikace software pro modelování souvisejících dějů.

C3. Technické řešení vybrané varianty

Technické realizační řešení zadané specializace s grafickými i textovými výstupy

Předepsané přílohy

.....

Ing. Günter Gebauer, CSc.
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Diplomová práce řeší problematiku tvorby vnitřního prostředí v hotelu. Předmětem je hodnocení stavu vnitřního prostředí, výběr a návrh vhodného vzduchotechnického systému. Výstupem je teoretická, projektová a experimentální část. Experimentální část se zabývá měřením teploty a vlhkosti s následným zhodnocením dle platných zákonných předpisů a porovnáním s výpočtovými programy.

Klíčová slova

Mikroklima, hotel, restaurace, vzduchotechnika, klimatizace, indukční jednotka, experiment, měření, tepelné chování místnosti

Abstract

This thesis addresses the issue of the creation of the internal environment in the hotel. The subject is the evaluation of indoor environments, the selection and design of an appropriate ventilation system. The experimental part deals with the measurement of temperature and humidity with subsequent evaluation according to the applicable legal requirements and comparing with the calculation programmes.

Keywords

Microclimate, hotel, restaurant, ventilation, air conditioning, induction unit, experiment, measurement, thermal behavior of room

...

Bibliografická citace VŠKP

ŠUSTÁK, Jakub. *Vzduchotechnika hotelového objektu*. Brno, 2012. 180 s., 14 s. příl.
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických
zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Günter Gebauer, CSc..

Prohlášení:

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

V Brně dne 3.1.2013

.....
podpis autora
Bc. JAKUB ŠUSTÁK

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 3.1.2013

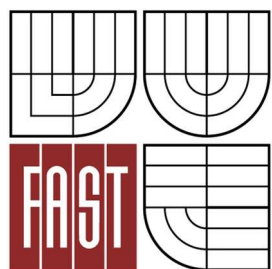
.....
podpis autora
Bc. JAKUB ŠUSTÁK

Poděkování:

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu mé diplomové práce Ing. Günterovi Gebauerovi, CSc. za ochotu, podporu a odbornou pomoc při konzultacích mé diplomové práce. Dále bych rád poděkoval za podporu své rodině a přítelkyni.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

OBSAH

- A. ANALÝZA TÉMATU, CÍLE A METODY ŘEŠENÍ

- B. APLIKACE TÉMATU NA ZADANÉ BUDOVĚ – KONCEPČNÍ
ŘEŠENÍ

- C1. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ VYBRANÉ VARIANTY

- C2. EXPERIMENT A MODELOVÁNÍ

- P. PŘÍLOHY



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

A. ANALÝZA TÉMATU, CÍLE A METODY ŘEŠENÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. JAKUB ŠUSTÁK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. GÜNTER GEBAUER, CSc.

BRNO 2013

Obsah

1. Úvod.....	12
2. Analýza tématu	13
3. Právní požadavky na interní mikroklima	14
4. Interní mikroklima hotelu	15
4.1. Činitelé ovlivňující kvalitu mikroklimatu	16
4.2. Stanovení množství venkovního vzduchu pro větrání	16
4.3. Teplota vnitřního vzduchu	17
5. Technické prostředky tvorby interního mikroklimatu	18
5.1. Vzduchové systémy klimatizace	19
5.2. Vodní systémy klimatizace	19
5.3. Kombinované klimatizační systémy	20
5.4. Chladivové systémy	21
5.5. Pasivní chladicí systémy	21
5.5.1. Princip sálání	22
5.5.2. Princip konvekce	22
5.5.3. Pasivní chladicí trámy	22
5.6. Aktivní chladicí systémy	23
5.6.1. Aktivní chladicí trámy	24
5.6.2. Princip indukce	24
5.6.3. Popis funkce aktivního chladicího trámu	25
5.7. Hodnocení a výběr optimálních systémů VZT	26
6. Cíle diplomové práce a metody řešení	26

1. Úvod

Diplomová práce (DP) se věnuje návrhu a dimenzování vzduchotechnického zařízení pro tvorbu vnitřního mikroklimatu v hotelovém objektu. Zásadní pro návrh vzduchotechnického zařízení jsou zákonné předpisy, platné normy a obecné hygienické požadavky. Dále výpočet tepelných bilancí jednotlivých místností. Podstatou návrhu vzduchotechniky je technické aplikované řešení přenosu tepla a látky, z něhož primární jsou tepelné a látkové bilance. Pro výběr optimálního vzduchotechnického systému je vhodné vypracování koncepčních návrhů s následným vybráním nejvhodnější varianty.

Vzduchotechnický systém má zajistit a zachovávat požadované hodnoty interního mikroklimatu a to nezávisle na vnějším prostředí v každém ročním období. Požadavky na hodnoty interního mikroklimatu jsou uvedeny v zákonných předpisech. Ekonomická stránka realizačního záměru se nesleduje.

Diplomovou práci tvoří 4 části, tj. analýza tématu, aplikace tématu na zadané budově, technické řešení jedné varianty a experimentu. V úvodní části jsou uvedeny vzduchotechnické systémy, které jsou vhodné pro tvorbu interního mikroklimatu v hotelovém objektu a předpisové požadavky. V další části je představen zadaný objekt a vypracováno koncepční řešení s návrhy jednotlivých variant. Následuje technické řešení vybrané varianty, které zahrnuje výpočet tepelných zisků a tepelných ztrát a návrh vzduchotechnického systému. Poslední část je věnována experimentu. Zde byl měřen průběh teploty ve vybrané místnosti a následné porovnání výsledků s výpočtem dle algoritmu prof. Chyského, programu KLIMA, normy ČSN EN ISO 13792, programu SIMULACE 2010 a výpočtového programu TERUNA.

2. Analýza tématu

Hotely tvoří skupinu stavebních objektů, jež se vyznačují širokou škálou zejména architektonických, provozních, funkčních i ekonomických činitelů. Z uvedeného je patrné, že téma DP tvoří souhrn dílčích úloh.

Hotely a jejich charakteristika

Hotel je ubytovací zařízení s nejméně 10 pokoji pro hosty vybaven pro poskytování přechodného ubytování a služeb s tím spojených (zejména stravovací). Člení se do pěti tříd. [4]

Zajištění mikroklimatu vzduchotechnikou těchto budov je závislé na požadovaném stupni komfortu a architektonického provedení. [5]

Třídy kategorie hotel [6]

- Tourist *
- Economy **
- Standard ***
- First Class ****
- Luxury *****



Obr. 1 Hotel [11]

Hotely přijímají své hosty v jakoukoli denní i noční hodinu. Nabízejí jak pokoje, tak náročnější klientele luxusní pokoje nebo apartmány s více místnostmi. Běžným standardem jsou salóanky a kongresový sál s moderním vybavením. Návštěvníkům jsou k dispozici sekretářské služby, směnárna, trezor, recepce nonstop, parkoviště, prodej drobných potřeb a suvenýrů.

Nezbytnou aktuální součástí hotelů jsou stravovací zařízení, sportovní zařízení, často bazén, garáže atd.

Se stoupajícími požadavky na stav interního mikroklimatu vyplývá skutečnost, že hotely je nutné vybavit klimatizací typických provozních celků, tzn. pokojů, restaurací, kuchyně, kongresových sálů, zázemí pro personál. Hotelové pokoje nebývají v jednotlivých ročních obdobích využívány všechny současně. Pro dosažení optimálních provozních nákladů je tedy nutno navrhnout pro jednotlivé pokoje místní ovládací zařízení pro vytápění a chlazení. Vhodný systém klimatizace těchto zařízení tvoří především kombinovaný systém, nízkotlaký vzduchový systém, popřípadě chladivový systém. Odvod vzduchu z pokojů je vhodný především přes hygienické zázemí.

Pro určení průtoku vzduchu hotelových pokojů se předpokládá s jednou nebo dvěma osobami. Chladicí zátěž osvětlením a velkými okenními plochami může být značná.

3. Právní požadavky na interní mikroklima

Primární požadavky na stav vnitřního prostředí (IM) hotelů udávají zákonné a normové předpisy základními veličinami mikroklimatu a jejich tolerancemi.

Převažující prostory hotelů mají charakter pobytových místností. Zásadní výchozí přepisy tvoří:

- Vyhláška č. 6/2003 Sb. kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb
- NV č. 93/2012 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění nařízení vlády č. 68/2010 Sb.
- Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu
- Nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací vzduchotechnickým zařízením
- zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví

- nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací (prováděcí předpis k zákonu č. 258/2000 Sb.)
- ČSN EN 12831: 2005 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu.
- ČSN 73 0548 Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů
- ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov
- ČSN 73 0872 Požární bezpečnost staveb – Ochrana staveb proti šíření požáru
- ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty

4. Interní mikroklíma hotelu

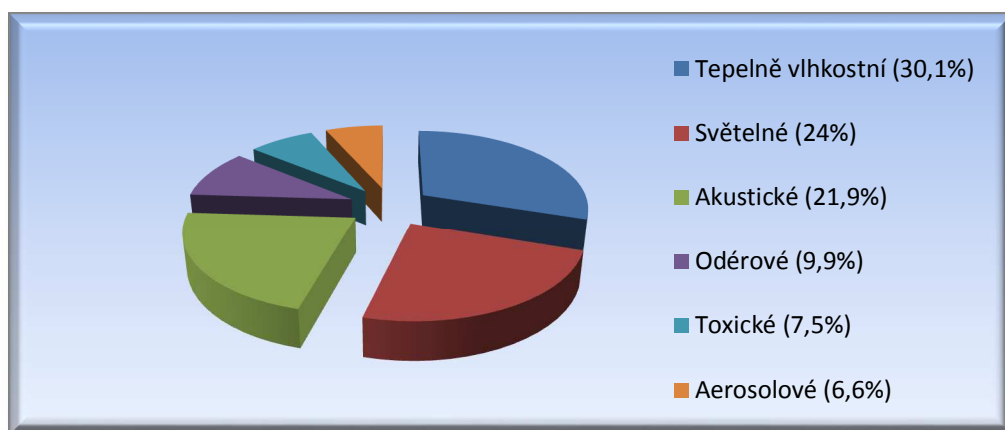
Zásadním kritériem komfortu klientů hotelů a souvisejícího zázemí je interní mikroklíma.

Interní mikroklíma budov dnes tvoří významnou část životního prostoru člověka, protože v dnešní době člověk tráví podle studie SZÚ v uzavřených prostorách budov 90 % svého času.

Vnitřní prostředí je utvářeno toky hmoty a energie. Tyto látky se nazývají agencie.

Hmota – stavba, voda, vzduch

Energie – světlo, teplo, zvuk



Obr. 2 Průměrné hodnoty jednotlivých složek mikroklíma v hotelu

4.1. Činitelé ovlivňující kvalitu mikroklimatu

Kvalita vnitřního prostředí s ohledem na člověka je současně ovlivňována více činiteli. Při návrhu komfortních klimatizací je nutno tyto činitele znát. Činitelé ovlivňující stav mikroklimatu jsou:

- | | |
|------------------------------------|--|
| 1. Čistota vzduchu | 9. Koncentrace iontů |
| 2. Teplota vzduchu | 10. Intenzita elektrických a magnetických polí |
| 3. Teplota povrchu stěn a předmětů | 11. Intenzita ionizujícího záření |
| 4. Rychlost proudění vzduchu | 12. Prostorové a estetické řešení prostředí |
| 5. Vlhkost vzduchu | 13. Tělesná konstituce člověka |
| 6. Oděv | 14. Činnost člověka |
| 7. Intenzita osvětlení | 15. Schopnost aklimatizace |
| 8. Hluk, vibrace, ultrazvuk | 16. Klima, rasové zvláštnosti a návyky lidí |

4.2. Stanovení množství venkovního vzduchu pro větrání

Zásadní pro optimální stav interního mikroklimatu je výměna vzduchu. Stanovení objemového průtoku venkovního vzduchu V [m^3/s] se odvíjí od množství (libovolné) látky, škodliviny. Koncentraci škodliviny je nutno z hygienického hlediska regulovat. Škodliviny vznikají nebo prostupují do vnitřního prostředí hmotnostním tokem m_s [kg/s]. Její koncentrace je ve venkovním prostředí k_e a koncentrace ve vnitřním prostředí k_i [mg/m^3].

Uvedené dávky vzduchu se určí na základě zákonných hygienických předpisů:

- 50 m^3/h na osobu pro práci převážně v sedě
- 70 m^3/h na osobu pro práci převážně ve stoje a chůzi
- 90 m^3/h na osobu při těžké fyzické práci
- 100 m^3/h na osobu při práci a pobytu v prostoru, který je určen pro tanec
- 150 m^3/h na osobu při práci a pobytu v prostoru, který je určen pro diskotéku
- 60 m^3/h na jedno místo v restauračním zařízení – není uzákoněno

V případě kouření je požadováno zvýšení dávek vzduchu o 10 $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}/\text{os}$.

Tab. 1 Minimální průtoky vzduchu pro hygienická zařízení

Prostor	Průtok vzduchu
Šatny	20 m ³ /h na 1 šatní místo
Umývárny	30 m ³ /h na 1 umyvadlo
Sprchy	90 m ³ /h na 1 sprchu
WC	50 m ³ /h na 1 mísu 25 m ³ /h na 1 pisoár

4.3. Teplota vnitřního vzduchu

Teplotu vnitřního vzduchu uvádí pro pracovní prostředí nařízení vlády č. 93/2012 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění nařízení vlády č. 68/2010 Sb.

Tab. 2 Tepelně vlhkostní podmínky pro pracovní prostředí

Třída práce	M [W/m ²]	Operativní teplota t_o [°C]			v_a [m/s]	Rh [%]
		$t_{o,min}$	$t_{o,opt}$	$t_{o,max}$		
I	< 80	20	22±2	27	0,1 až 0,2	30 až 70
II a	81 až 105	18	20±2	26	0,1 až 0,2	
II b	106 až 130	14	16±2	32	0,2 až 0,3	
III a	131 až 160	10	12±2	30		
III b	161 až 200			26		
IV a	201 až 250			24		
IV b	251 až 300			20		
V	301 a více			20		

Pro stravovací zařízení platí vyhláška č. 137/2004 Sb. v novelizovaném znění vyhlášky č. 602/2006 Sb. Protože zde jsou ale prostory, které jsou zároveň pracovními místy i pobytovým prostředím pro zákazníky (prostor restaurace), lze použít požadavky nařízení vlády č. 361/2007 Sb. pro pracovní prostředí - pro třídu práce I.

Pro pobytové prostory definované vyhláškou č. 137/1998 Sb. a §13, zákona č. 258/2000 Sb. (s výjimkou prostor kanceláří, které jsou ve smyslu předchozích předpisů pracovištěm) jsou mikroklimatické podmínky uvedeny ve vyhlášce č. 6/2003 Sb.

Tab. 3 Požadavky na výslednou teplotu u pobytových místností

Typ pobytové místnosti	Výsledná teplota t_g [°C]	
	Období roku	
	teplé	studené
Ubytovací zařízení	24±2	22±2
Zasedací místnost staveb pro shromažďování osob	24,5±1,5	
Haly kulturních zařízení		
Učebny v zařízeních pro výchovu a vzdělávání		
Ústavy sociální péče	24±2	
Zdravotnická zařízení	24,5±2,5	
Výstaviště		
Stavby pro obchod	23±2	19±3

5. Technické prostředky tvorby interního mikroklimatu

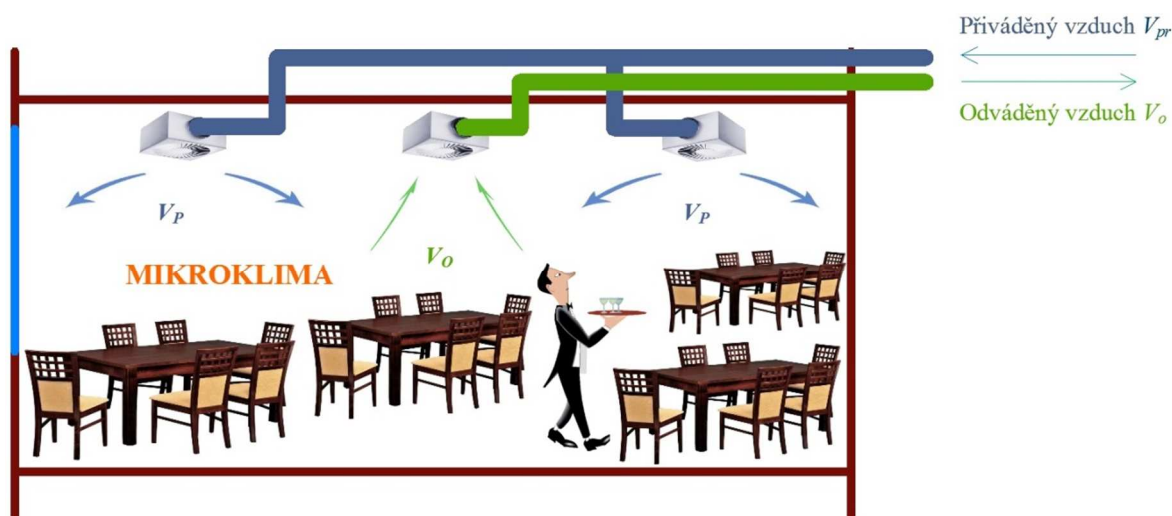
Stav IM hotelů a jejich provozních celků je nutno v převážné části světa zajistit technickými prostředky, jež musí bezprostředně reagovat na aktuální stav dynamických provozních a klimatických faktorů. K zásadním prostředkům realizace záměru patří vzduchotechnika (VZT). Ze širokého spektra systémů VZT jsou pro hotely podstatné systémy větrání a zejména klimatizace.

Dle technického provedení a typických teplonosných látek, které jsou primární pro tvorbu interního mikroklimatu, lze klimatizační systémy dělit:

- vzduchové systémy (rozvod vzduchu)
- vodní systémy (rozvod chladicí a ohřívací vody)
- kombinované systémy (rozvod vzduchu a vody nebo chladiva)
- chladičové systémy (rozvod chladiva)

5.1. Vzduchové systémy klimatizace

Teplonosnou látkou, která zprostředkovává přenos tepla a chladu mezi zdroji a klimatizovanou místností k pokrytí tepelné zátěže a ztrát je vzduch. Uplatnění v hotelovém objektu má především v restauračním provozu, v kongresních sálech nebo v posilovně. Tedy na místech kam potřebujeme přivést velké množství větracího vzduchu a tepelné zátěže nebo tepelné ztráty se větracím vzduchem odvedou. V ostatních prostorech hotelu jsou vzduchové systémy nevhodné z důvodů velkých rozměrů distribuční vzduchotechnické sítě.



Obr. 3 Schéma vzduchového systému (užití v restauraci)

5.2. Vodní systémy klimatizace

Vodní klimatizační systémy se vyznačují tím, že nositelem tepla a chladu pro tvorbu interního mikroklimatu a pokrytí tepelné zátěže i ztrát místností je voda, která se rozvádí z místa své úpravy do jednotlivých klimatizovaných místností budovy potrubní sítí. K předání tepla jsou v klimatizovaných místnostech osazeny teplosměnné plochy sdílející teplo. Mohou být jednotky dvoutrubkové nebo čtyřtrubkové.

Pro účely hotelového objektu je samotný vodní systém klimatizace nevyhovující, jelikož do všech místností je zapotřebí přivádět venkovní vzduch z hygienických důvodů. V dnešní době těsných plastových a dřevěných oken bez možnosti jakékoli infiltrace venkovního vzduchu nemají vodní systémy bez kombinace se vzduchovou klimatizací v běžných bytových a občanských stavbách význam.

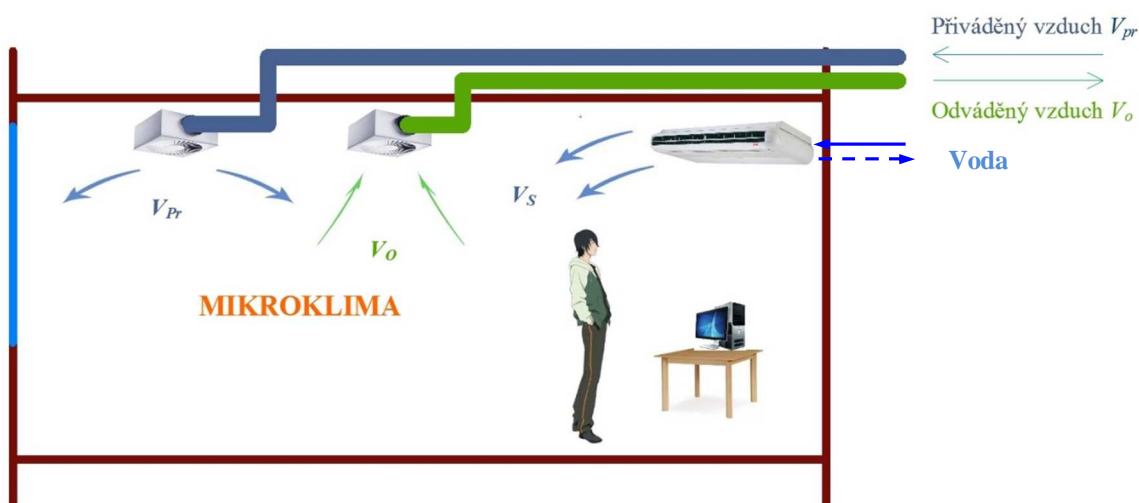


Obr. 4 Schéma vodního systému

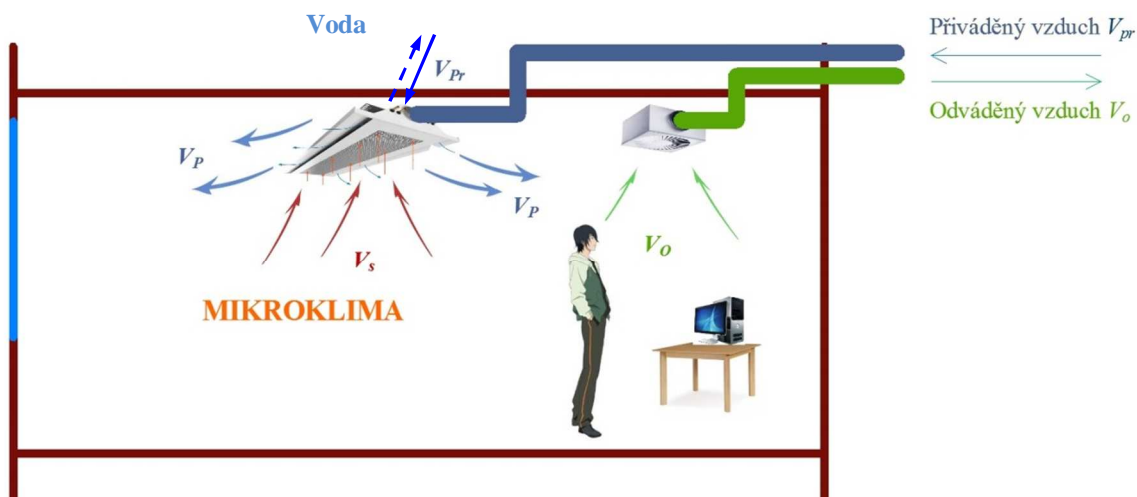
5.3. Kombinované klimatizační systémy

Kombinované klimatizační systémy se vyznačují tím, že nositeli tepelné energie ke tvorbě vnitřního prostředí budov je voda (chladiivo) a vzduch. Voda umožní z důvodu svých přenosových vlastností minimalizaci hmotnostních toků látek nutných k přenosu tepla a tudíž i profily potrubní sítě. Vnitřní prostředí formují tzv. indukční jednotky (fancoil jednotky), podle nichž je systém označován jako klimatizační systém kombinovaný indukční. Základní části těchto systémů tvoří:

- soustava rozvodu a přípravy chladicí a otopné vody
- systém rozvodu primárního vzduchu
- systém odvodu znehodnoceného vzduchu z klimatizovaných místností
- indukční jednotky nebo fancoil jednotky
- pro hotelový objekt je kombinovaný systém klimatizace ideální



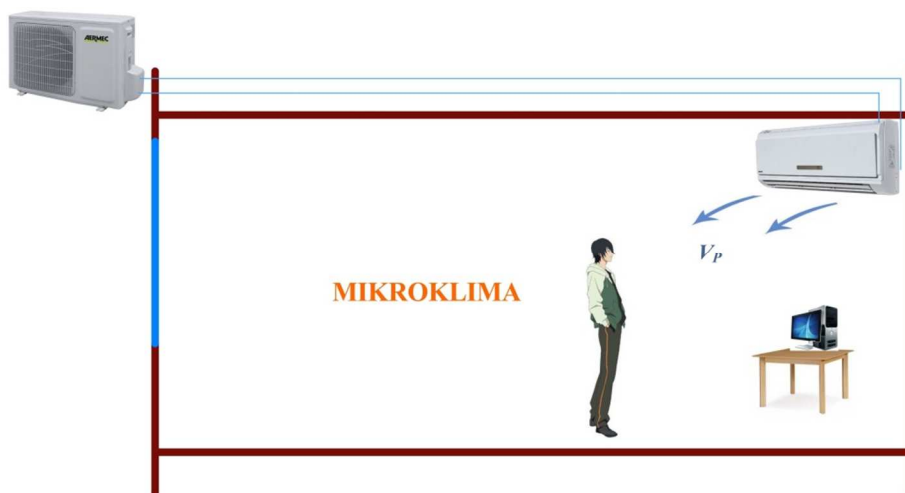
Obr. 5 Schéma kombinovaného systému s fancoil jednotkou



Obr. 6 Schéma kombinovaného systému s podstropní indukční jednotkou

5.4. Chladivové systémy

Vnitřní a venkovní jednotky jsou propojeny chladivovým potrubím. Použití v provozech s nároky na individuální řízení místnosti. Většinou nezajišťuje větrání, pracuje pouze s cirkulačním vzduchem.



Obr. 7 Schéma chladivového systému

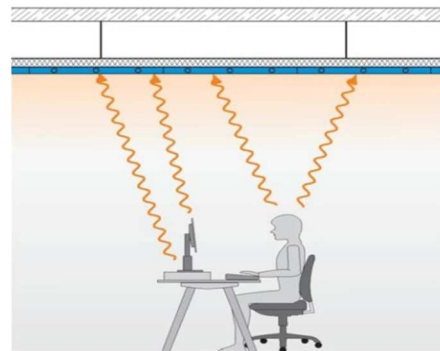
5.5. Pasivní chladič systémy

Tyto systémy jsou vhodné pro účely chlazení hotelových pokojů, jestliže je požadavek na minimální hodnotu akustického hluku. Například v luxusních pěti hvězdičkových hotelových pokojích je vysoká náročnost na kvalitu interního mikroklimatu nezbytností.

Pasivní chladicí systémy přijímají svými povrchy teplo z prostoru a přenášejí ho na transportní médium vodu. Přenos tepla se může provádět sáláním nebo konvekcí. Systémy se rozlišují různými podíly sálání a konvekce.

5.5.1. Princip sálání

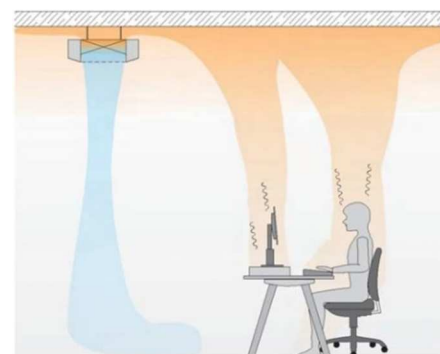
Mezi plochami s rozdílnými teplotami probíhá přenos tepla od teplejších ke studenějším tělesům sáláním (elektromagnetické vlny). Mezi pasivními chladicími systémy přijímají chladicí stropy největší podíl tepla sáláním. Povrch zdrojů tepla jako lidí, kancelářské stroje a světla vyzařuje teplo na plochu chladicího stropu. Teplo z větší části přijme materiál chladicího stropu, vede ho dál a odevzdává chladicí vodě.



Obr. 8 Princip sálání[4]

5.5.2. Princip konvekce

Přenos tepla konvekcí podmiňuje teplota látky (zde vzduch), který přijímá teplo a prouděním transportuje na jiné místo. V klimatizovaných prostorách se vzduch ohřeje na objektech s vyšší teplotou (osoby, kancelářské vybavení a jiných zdrojích tepla), je tím lehčí a stoupá nahoru. Na ploše chladicího tělesa vzduch teplo odevzdá, ochladí se a klesá dolů (gravitační provoz).

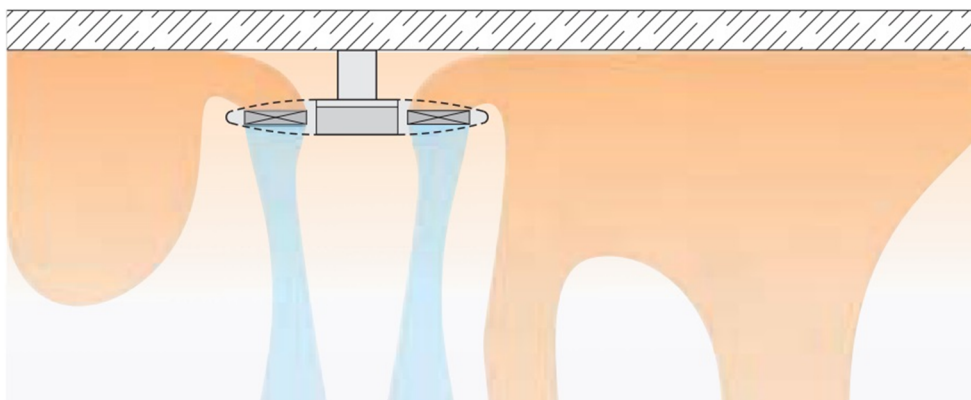


Obr. 9 Princip konvekce [4]

5.5.3. Pasivní chladicí trámy

Slovo pasivní znamená v názvosloví pasivních trámů (nazývané také statické trámy) to, že se jedná v podstatě o specificky upravený tepelný výměník, který v sobě nemá zahrnut přívod větracího vzduchu. Tyto typy trámů jsou používány primárně pro chlazení (některé typy jsou určeny i pro vytápění), přičemž ochlazování zóny pobytu zajišťuje přirozená konvekce. U systémů s tímto typem trámů je přívod větracího vzduchu zajištěn jiným, nezávislým způsobem, např. pomocí velkoplošných vyústí zapuštěných do stěn nebo do podlahy.

Přenos tepla se děje z 90 % konvekcí. Na plochách výměníku tepla se vzduch z místnosti ochlazuje, čímž stoupne hustota a vzduch proudí dolů. Uvnitř budovy se vzduch vede vertikálně přes celou výšku budovy. Tím se zvyšuje komínový efekt a v důsledku toho průtok vzduchu a chladicí výkon. Aby se umožnilo proudění vzduchu chladicími trámy, jsou tyto trámy instalovány pod stropem, volně zavěšené. Zabudování v rovině stropu je možné, pokud jsou v něm štěrbinové otvory.



Obr. 10 Pasivní chladicí trám [4]

Výhody:

- Chladicí trámy jsou schopné odvádět z místností vysoké tepelné zátěže
- Libovolné zařazení nábytkem a uspořádání přiček
- Skoro bezhlučné chlazení
- Série jednotek s odstupňovaným spektrem od malých k vysokým výkonům s rozměry podle potřeby
- Volně visící, v rovině stropu nebo skryté zabudování
- Optimální pro sanaci stávajících zařízení hotelových zařízení

Nevýhody:

- Nutno řešit přívod venkovního větracího vzduchu

5.6. Aktivní chladicí systémy

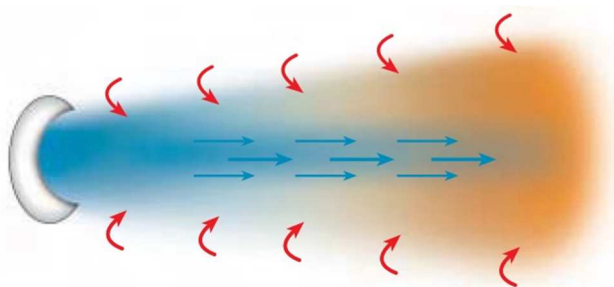
U těchto systémů je čerstvý vzduch z hlavní vzduchotechnické jednotky přiváděn do větraného prostoru prostřednictvím chladicího trámu, z něhož je vstříkován ven dvěma podélnými štěrbinami v jeho spodní části. Uvnitř trámu vzniká podtlak a přívodní vzduch do sebe indukuje sekundární vzduch z větraného prostoru – tento vzduch je nucen proudit přes tepelný výměník jednotky umístěný dle typu v její spodní nebo horní části.

5.6.1. Aktivní chladicí trámy

Aktivní chladicí trámy neboli indukční podstrovní jednotky pracují teplotním spádem zpravidla 14/17 °C, někdy i vyšším. Teplotní spád by se měl pohybovat nad teplotou rosného bodu, tudíž systém pracuje jako bezkondenzační. Indukční poměr je u aktivních trámů minimálně 1:4, což znamená, že při průtoku 40 l/s (144 m³/h) čerstvého vzduchu do sebe trám indukuje 160 l/s (576 m³/h) cirkulačního vzduchu proudícího přes výměník.

5.6.2. Princip indukce

Vzduch, který vytéká do velké místnosti, tvoří volný proud. V rovině výtoku je proud vzduchu definován průřezem otvoru, rychlostí a směrem proudění. Na obvodu volného proudu se proudící vzduch tře o vzduch v místnosti a urychluje bezprostředně sousedící vrstvu. Volný proud indukuje tento vzduch v místnosti a zvětšuje se tím, to znamená, přijímá proudící objem vzduchu. Protože indukovaný vzduch v místnosti se musí urychlit, ztrácí volný výtok celkově na rychlosti. Indukce pokračuje dále ve směru proudu, až rychlost proudění dosáhne nuly.



Obr. 11 Princip indukce [4]

Výhody

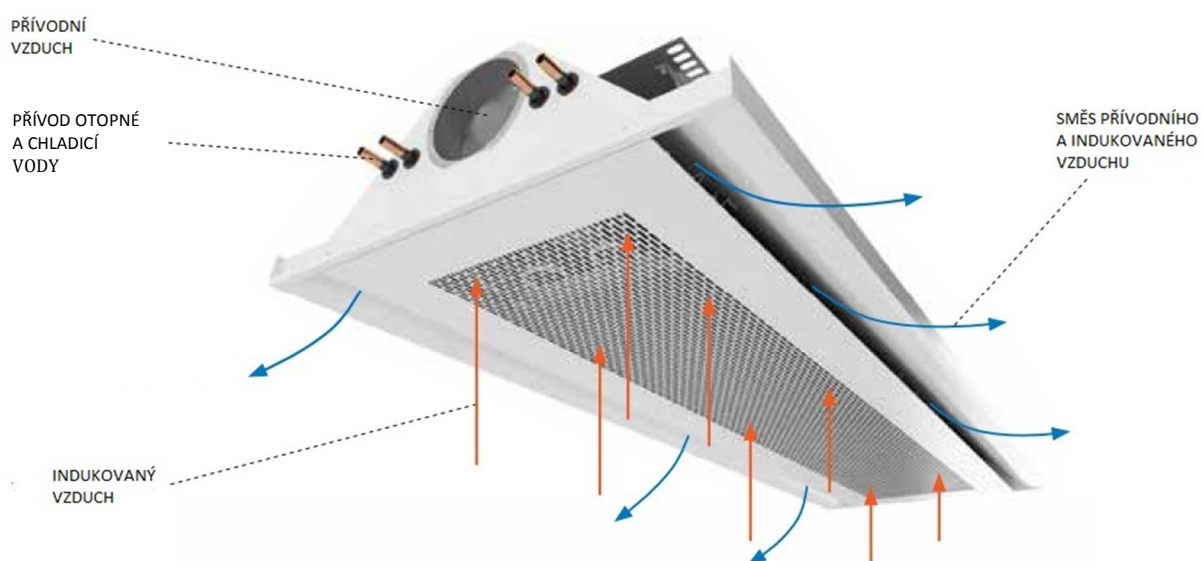
- Zajistí konstantní průtok venkovního vzduchu
- Průtok venkovního vzduchu je jen třetinový proti systému vzduchovému
- Velký podíl tepelné zátěže se odvádí energeticky účinně vodou
- Nákladově výhodná kombinace vyústě a vodního chladicího systému
- Dodatečné ventilátory k přepravě sekundárního vzduchu nejsou nutné
- Redukovaná potřeba místa pro vzduchotechniku místnosti pomocí menších VZT jednotek, menších vzduchových potrubí a nepatrné vestavné výšky indukčních jednotek
- Vytápěcí a chladicí provoz místnosti možný nezávisle na sobě
- Dodatečné statické vytápěcí plochy mohou odpadnout

- Žádné pohybující se díly, tím provozně bezpečné a bez údržby

5.6.3. Popis funkce aktivního chladicího trámu

Stropní indukční trámy zásobují místnost centrálně upravovaným venkovním vzduchem, aby se udržela kvalita vzduchu. Většinu tepelné zátěže pokrývají výměníky tepla umístěné v chladicím trámu. Venkovní vzduch proudí tryskami do směšovací komory. Přitom se indukuje sekundární vzduch, který proudí z místnosti indukční mřížkou a výměníkem tepla do směšovací komory. Oba proudy vzduchu se směšují a proudí horizontálně jako přívodní vzduch výstupní štěrbinou do místnosti.

Přívod vzduchu do místnosti se provádí podle principu směšování vzduchu. Rychlost proudění na výstupu vzduchu je tak koncipována, aby přívodní vzduch vnikal až do pobytové zóny, aby se tam udržela kvalita vzduchu, ale aby nezpůsobil žádné jevy průvanu. Turbulencemi a indukcí se přívodní vzduch směšuje se vzduchem v místnosti, čímž se zmenšuje teplotní rozdíl mezi přívodním vzduchem a vzduchem v místnosti a snižuje se rychlost proudění. [4]



Obr. 12 Aktivní chladicí trám [5]

5.7. Hodnocení a výběr optimálních systémů VZT

- a) Hotelové pokoje – zde je vhodné použít kombinovaný systém klimatizace, popřípadě vodní nebo chladivový systém
- b) Restaurace – nejlepší pro klimatizaci restaurace bude systém vzduchový, případně kombinovaný systém klimatizace
- c) Kuchyně – vzduchový systém klimatizace
- d) Kongresní sály – vzduchový systém klimatizace
- e) Posilovna – vzduchový systém klimatizace
- f) Garáže – nucené větrání
- g) Zázemí pro zaměstnance – vzduchový systém klimatizace
- h) Chodby – nucené větrání
- i) Hygienické zařízení – nucené větrání

6. Cíle diplomové práce a metody řešení

Cílem práce je řešení tvorby vnitřního mikroklimatu vzduchotechnikou v hotelu, jenž představuje soubor funkčních celků s různým časovým provozem. Z uvedeného vyplývá, že komplexní řešení tématu zahrnuje širokou a časově náročnou problematiku.

Mezi výchozí kroky řešení DP patří:

- Tepelně – vlhkostní bilance pro řešený objekt
- Návrh optimálního technického řešení pro požadovaný stav vnitřního prostředí
- Posouzení navrženého řešení z uživatelského hlediska, z hlediska tepelné pohody a hlediska prostorových nároků
- Experimentální měření – ověření funkce zvoleného technického řešení

Primárním cílem DP je na základě vyčíslených tepelně-hmotnostních bilancí zvolit a navrhnout vhodné technické řešení, které zajistí požadovaný stav vnitřního prostředí při nízké pořizovací a provozní finanční náročnosti. K řešení lze dospět jak metodami obecnými – méně přesnými, tak přesnějšími a výpočetně náročnějšími metodami, které lépe vystihují fyzikální podstatu probíhajících dějů.

Řešení pro návrh vhodného systému běžně zahrnuje:

- Definici výchozích vstupních hodnot (geometrie, orientace, stavební řešení)
- Stanovení tepelných zisků a ztrát
- Stanovení vlhkostních zisků
- Vytvoření koncepce, dělení na zóny, definice požadavků na mikroklima
- Volba systému, řešení distribuce

K naplnění cílů práce se aplikují metody:

- Teoretická analýza podstatných problémů
- Aplikace rešerše a standardních poznatků oboru VZT
- Koncepční technická řešení VZT
- Experimentální modelování a simulace ve verzi k aplikaci v projekční praxi.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

B. APLIKACE TÉMATU NA ZADANÉ BUDOVĚ – KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. JAKUB ŠUSTÁK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. GÜNTER GEBAUER, CSc.

BRNO 2013

Obsah

1.	Charakteristika řešeného objektu.....	30
2.	Přehled vstupních hodnot.....	31
3.	Požadavky na interní mikroklima.....	31
4.	Volba vzduchotechnických systémů a jejich koncepční řešení.....	32
4.1.	Přehled vzduchotechnických zařízení hotelu:.....	32
4.2.	Dispoziční řešení budovy a volba VZT.....	33
4.3.	Vzduchotechnické zařízení č. 1 – klimatizace restaurace.....	39
4.3.1.	Výpočet tepelných bilancí.....	40
4.4.	Vzduchotechnické zařízení č. 2 – Klimatizace hotelových pokojů ve 3. NP.....	41
4.4.1.	Varianty vzduchotechnických zařízení pro hotelové pokoje.....	42
4.4.2.	Tepelné zisky hotelových pokojů.....	45
4.4.3.	Zpětné získávání tepla pro zařízení č. 2.....	46
4.5.	Vzduchotechnické zařízení č. 3 – Klimatizace hotelových pokojů ve 4. NP.....	47
4.6.	Vzduchotechnické zařízení č. 4 – Klimatizace recepce.....	47
4.7.	Vzduchotechnické zařízení č. 5 – Klimatizace kuchyně.....	48
4.7.1.	Legislativa pro vzduchotechnická zařízení pro kuchyně.....	49
4.7.2.	Možnosti přívodu vzduchu do kuchyně.....	49
4.7.3.	Odvod vzduchu z kuchyně.....	51
4.8.	Vzduchotechnické zařízení č. 6 – Klimatizace kongresního sálu 1.....	51
4.9.	Vzduchotechnické zařízení č. 7 – Klimatizace kongresního sálu 2.....	52
4.10.	Vzduchotechnické zařízení č. 8 – Klimatizace posilovny.....	52
4.11.	Vzduchotechnické zařízení č. 9 – Klimatizace zázemí pracovníků hotelu.....	53
4.12.	Vzduchotechnické zařízení č. 10 – Větrání chodby.....	53
4.13.	Vzduchotechnické zařízení č. 11 – Nucené větrání hygienických zařízení.....	53
4.14.	Vzduchotechnické zařízení č. 12 – Požární větrání únikových cest.....	54
4.15.	Vzduchotechnické zařízení č. 13 – větrání garáží.....	56
5.	Ideové řešení navazujících profesí.....	57
5.1.	Zdravotní technika.....	57
5.2.	Vytápění.....	57
5.3.	Chlazení.....	57
5.4.	Měření a regulace.....	58
5.5.	Elektroinstalace.....	58
5.6.	Požadavky na stavbu.....	58

1. Charakteristika řešeného objektu

Zadaný hotel je stavební objekt, který je tvořen souborem funkčních celků s různými provozními režimy. Charakteristickou skutečností těchto objektů jsou:

- stav interního mikroklimatu v intervalu od zákonných požadavků po stav odpovídající vysokému komfortu náročných klientů
- obsazenost ubytovacích a stravovacích celků má v podstatě nahodilý charakter
- ekonomické faktory dané provozními náklady musí zajistit rentabilitu majiteli

Z uvedeného vyplývá, že technické prostředky a zejména vzduchotechnika formující stav interního mikroklimatu musí umožnit svým regulovaným výkonem minimální provozní náklady.

Předmětem návrhu klimatizace je hotelový objekt, který se bude realizovat v Brně. Práce vychází ze stavební projektové dokumentace, kterou je k dispozici. Jedná se o šestipodlažní objekt se sedlovou střechou. Rozměry hotelu jsou 30,4 m x 17,4 m. V 1PP a 2PP se nachází podzemní garáže, které jsou řešeny automatickým parkovacím systémem. V 1PP se nachází také strojovny vzduchotechniky a vytápění. V 1NP je vstup do budovy a vjezd do automatického parkovacího systému. Dále recepce, restaurace, kuchyně, hygienické zařízení a zázemí pro zaměstnance hotelu. Ve 2NP se nachází dva kongresní sály, kanceláře, posilovna a hygienické zařízení. 3NP a 4NP slouží k ubytování hostů. V podlaží je umístěno 12 pokojových jednotek skládajících se z ložnice, předsíně a koupelny.



Obr. 13 Půdorys 1NP

V rámci diplomové práce budu podrobněji řešit tvorbu interního mikroklimatu vzduchotechnikou dle předpisových požadavků pro restauraci a pro 3NP, kde se nachází hotelové pokoje.

2. Přehled vstupních hodnot

Místo stavby: Brno

Nadmožská výška: 223 m n.m.

Teplota venkovního vzduchu pro letní období: $t_e = 29 \text{ °C}$

Entalpie venkovního vzduchu v létě: $h_e = 56,2 \text{ kJ/kg}$

Teplota mokrého teploměru: $t_m = 19,2 \text{ °C}$

Atmosférický tlak: $p = 98,56 \text{ kPa}$

Teplota venkovního vzduchu pro zimní období: $t_e = -12 \text{ °C}$

Součinitel prostupu tepla konstrukcí

Teplně technické vlastnosti: vyplývají z projektu stavební části a předpisů. Výpočet součinitelů prostupu tepla je dokumentován v příloze P1.

Tab. 4 Součinitel prostupu tepla konstrukcí

Konstrukce	Tloušťka s [m]	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]
Obvodová konstrukce	0,48	0,1822
Vnitřní konstrukce	0,19	1,494
Střešní konstrukce	0,3	0,0985
Stropní konstrukce	0,31	0,6778
Stropní konstrukce nad garáží	0,485	0,164

3. Požadavky na interní mikroklima

Výchozí pro řešení tématu a návrh vzduchotechniky jsou předpisové hodnoty veličin interního mikroklimatu hotelu. Hodnoty se musí dosáhnout provozem vzduchotechniky, která vytvoří optimální stav prostředí jak pro zaměstnance, tak pro ubytované. Základní veličiny a jejich hodnoty jsou vždy uvedeny u jednotlivých vzduchotechnických zařízení jako dílčí vstupní hodnoty

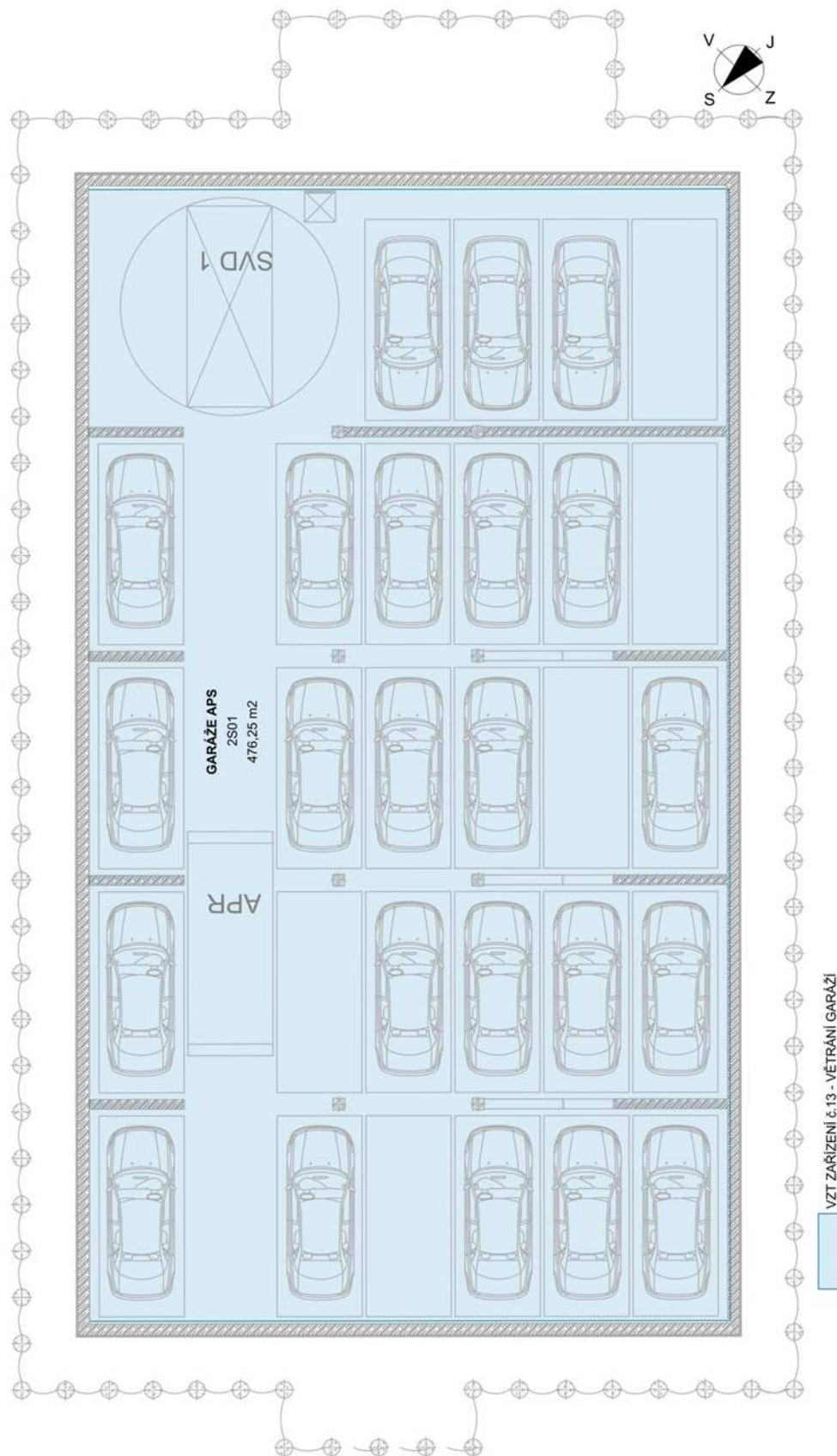
4. Volba vzduchotechnických systémů a jejich koncepční řešení

Tvorbu interního mikroklimatu hotelu zásadním podílem zajistí systém vzduchotechniky. Výchozí pro volbu systémů vzduchotechniky a jejich koncepční řešení jsou provozní celky hotelu. Dispoziční stavební řešení budovy je patrné na obr. 14 až 19, na kterých jsou zobrazeny i jednotlivé zvolené vzduchotechnické systémy. Systémy vzduchotechniky pro jednotlivé provozní celky se specifikací optimální varianty jsou popsány v diplomové práci části A – Analýza tématu. V souladu se zadáním diplomové práce jsou podrobněji řešena jen typická vzduchotechnická zařízení, tedy restaurace a hotelové pokoje.

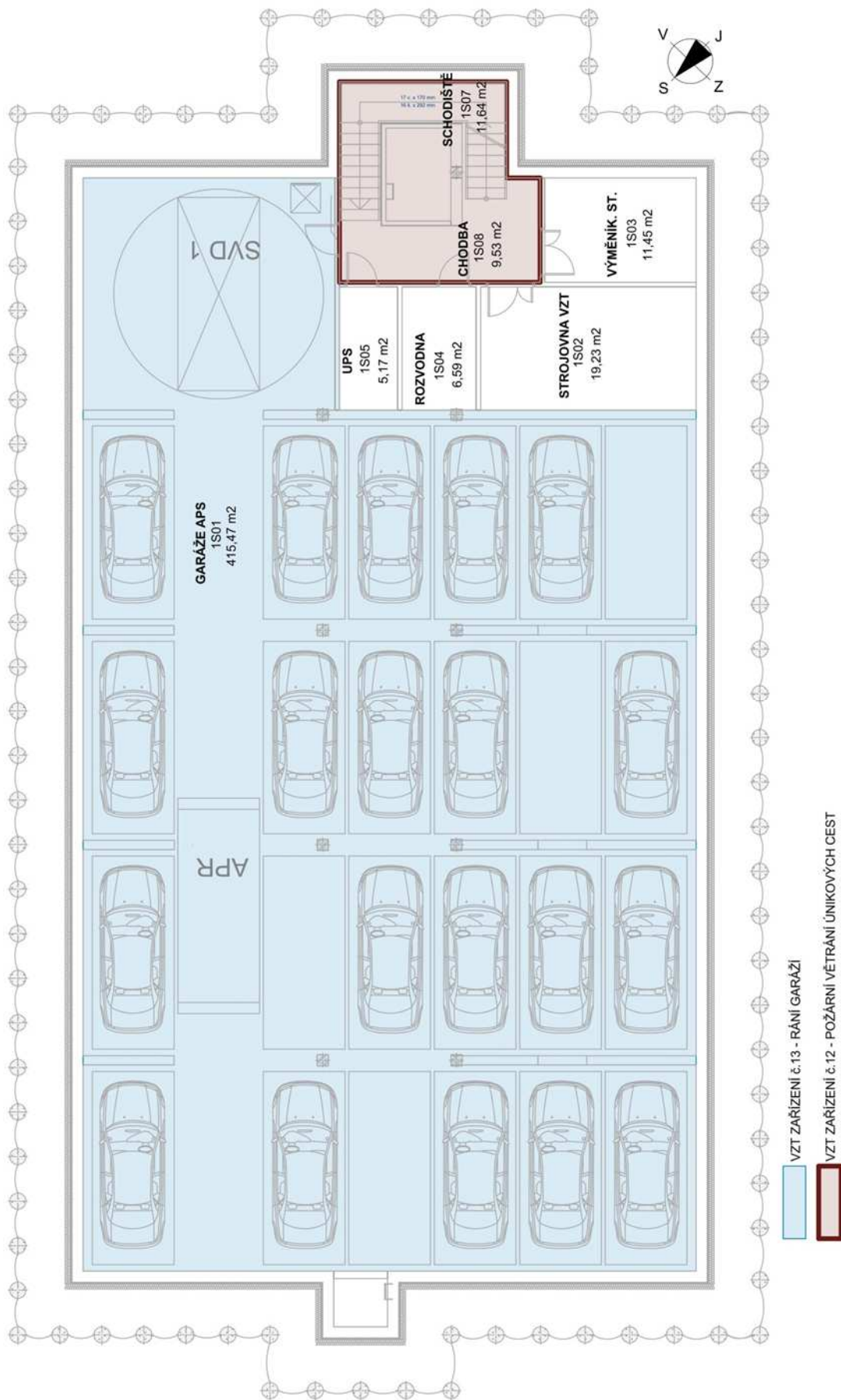
4.1. Přehled vzduchotechnických zařízení hotelu:

- Vzduchotechnické zařízení č. 1 – klimatizace restaurace
- Vzduchotechnické zařízení č. 2 – klimatizace hotelových pokojů ve 3. NP
VZT zařízení č. 2 lze řešit ve dvou var. A a B
Var. A – Kombinovaný klimatizační systém fancoil jednotkami
Var. B – Kombinovaný klimatizační systém s podstropními indukčními jednotkami
- Vzduchotechnické zařízení č. 3 – klimatizace hotelových pokojů ve 4. NP
- Vzduchotechnické zařízení č. 4 – klimatizace recepce
- Vzduchotechnické zařízení č. 5 – klimatizace kuchyně
- Vzduchotechnické zařízení č. 6 – klimatizace kongresního sálu 1
- Vzduchotechnické zařízení č. 7 – klimatizace kongresního sálu 2
- Vzduchotechnické zařízení č. 8 – klimatizace posilovny
- Vzduchotechnické zařízení č. 9 – klimatizace zázemí pracovníků hotelu
- Vzduchotechnické zařízení č. 10 – větrání chodby
- Vzduchotechnické zařízení č. 11 – nucené větrání hygienických zařízení
- Vzduchotechnické zařízení č. 12 – požární větrání únikových cest
- Vzduchotechnické zařízení č. 13 – větrání garáží

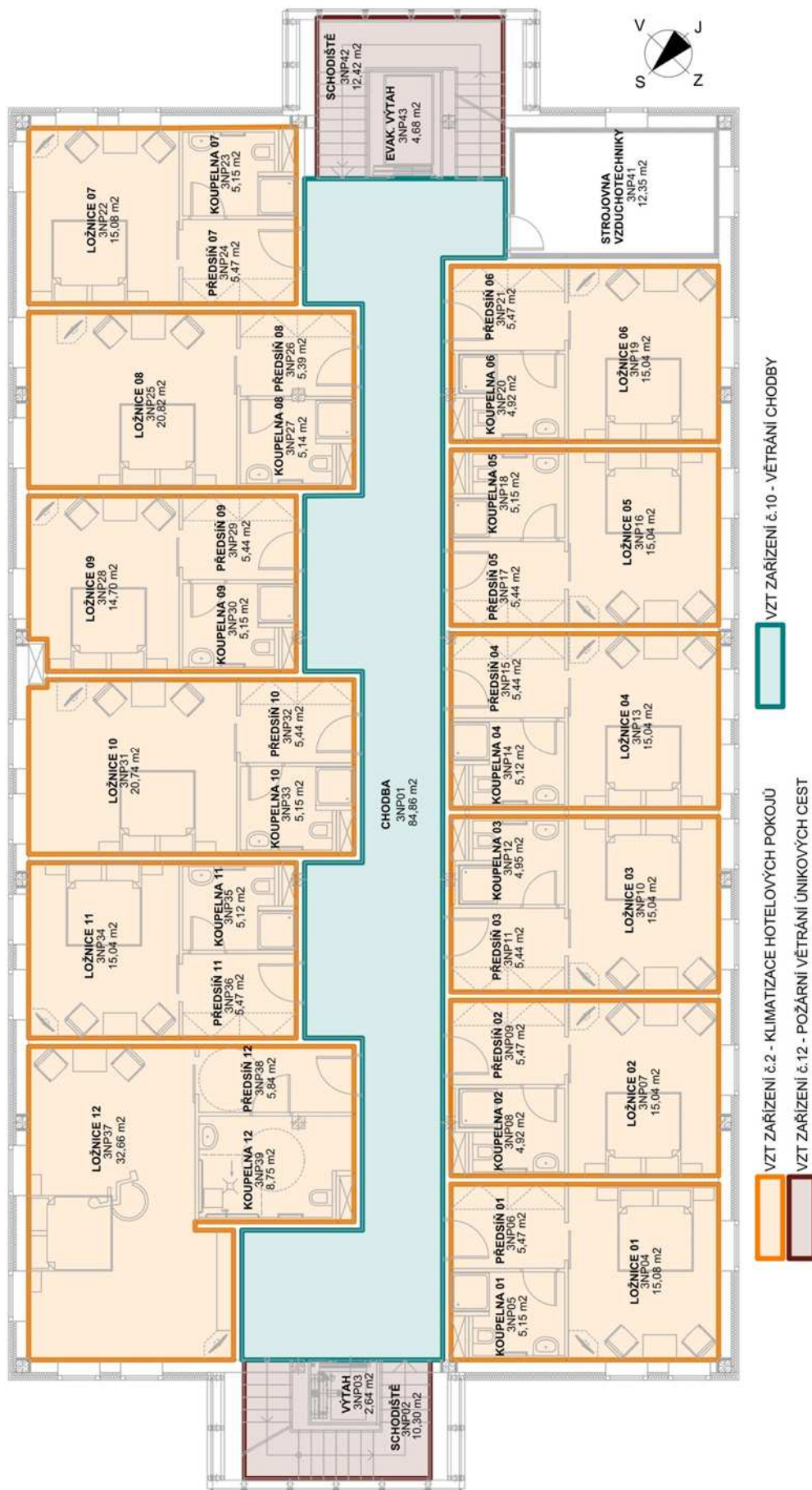
4.2. Dispoziční řešení budovy a volba VZT



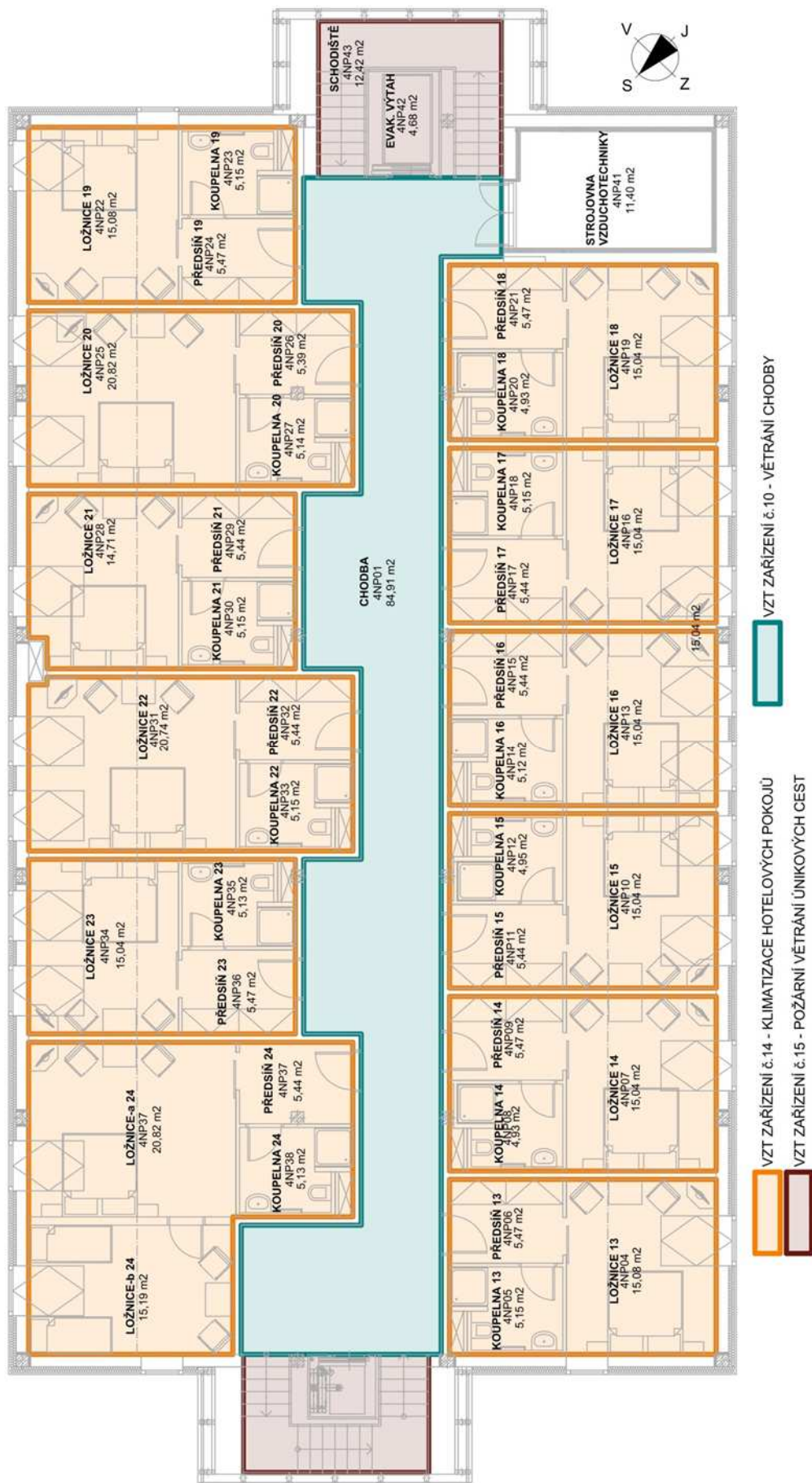
Obr. 14 Provozní celky 2. PP s volbou systémů VZT



Obr. 15 Provozní celky 1. PP s volbou systémů VZT



Obr. 18 Provozní celky 3. NP s volbou systémů VZT



Obr. 19 Provozní celky 4. NP s volbou systémů VZT

4.3. Vzduchotechnické zařízení č. 1 – klimatizace restaurace

Dílčí vstupní hodnoty

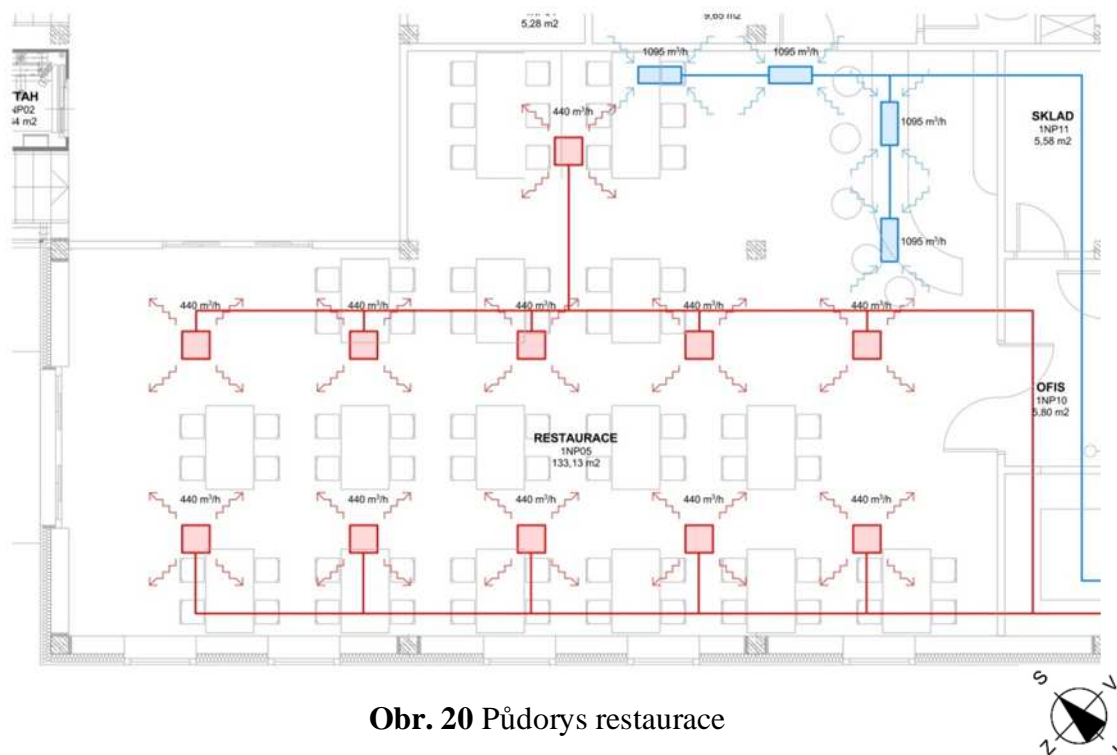
- Letní období: teplota vzduchu: $t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$
relativní vlhkost: $\varphi_i = 35 - 65 \%$
- Zimní období: teplota vzduchu: $t_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
relativní vlhkost: $\varphi_i = 35 - 65 \%$
- Dávka vzduchu na osobu: $60 \text{ m}^3/\text{h}$ na osobu
- Provozní doba: $10:00 - 24:00 \text{ h}$
- Rychlost proudění vzduchu: $v_{\max} = 0,2 \text{ m/s}$
- Hladina akustického tlaku: $L_{\text{Aeq},8\text{h}} = 50 \text{ dB}$
- Součinitel prostupu tepla zdi vnější: $U = 0,1822 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Součinitel prostupu tepla okna: $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Součinitel prostupu tepla dveří: $U = 2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Uvažovaný počet osob: muži – 35, ženy – 30, děti – 8, pobytová zóna je 1,8 m od podlahy.

Restaurace se nachází v INP, její okna jsou směřována na jihozápad, tudíž se předpokládá velká tepelná zátěž v letním období. Pro tvorbu interního mikroklimatu v restauračním provozu je ideální vzduchový systém klimatizace.

Upravený přívodní vzduch bude distribuován vzduchovody obdélníkového průřezu. Vzduchovody přívodního i odvodního potrubí jsou umístěny v pohledové konstrukci. Jako distribuční prvky budou navrženy čtvercové vířivé difuzory RS15 firmy Lindab pro přívod vzduchu a jednořadé vyústky pro odvod vzduchu.

Umístění centrální vzduchotechnické jednotky bude ve strojovně vzduchotechniky v IPP. Venkovní vzduch bude nasáván pomocí sacího potrubí, které bude opatřeno protidešťovou žaluzií. Výfuk odpadního vzduchu musí být řešen tak, aby nedošlo k jeho zpětnému nasátí do vzduchotechnické jednotky.

Výchozí pro výpočet jsou tepelné ztráty, tepelné zisky a vodní zisky. Dále je určen průtok vzduchu, řešení úprav vzduchu a řešení distribuce vzduchu, návrh distribučních prvků, dimenzování vzduchotechnického potrubí, návrh vzduchotechnické jednotky a útlum hluku.



Obr. 20 Půdorys restaurace

Pro místnost restaurace bylo provedeno modelování ve vlastním výpočtovém programu, který pracuje na algoritmu prof. Chyského. Z výsledků modelování vyplývá, že pro provoz restauračního zařízení bude nezbytný systém klimatizace, který odvede tepelné zisky. Výpočet je v části C2 – Experiment a modelování v kapitole 4.2.

4.3.1. Výpočet tepelných bilancí

Výpočet tepelných ztrát

Tepelné ztráty jsou vypočteny dle ČSN EN 12831: 2005 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu. Podrobný výpočet tepelných ztrát restaurace je v příloze P2.

Celková tepelná ztráta: $\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} = 1732 + 452 = 2184 \text{ W}$

Výpočet tepelných zisků

Výpočty tepelné zátěže budou provedeny podle normy ČSN 73 0548. Zahrnuty budou všechny předpokládané zisky. Intenzita dopadající sluneční radiace je počítána pro den 21. července. Výpočet tepelných zisků je podrobně řešen v příloze P3.

Přehled vypočtených hodnot tepelných zátěží:

Tepelné zisky oken radiací	$Q_{or} = 3\,939\text{ W}$
Tepelné zisky oken konvekcí	$Q_{ok} = 134\text{ W}$
Tepelné zisky stěnou	$Q_s = 24\text{ W}$
Produkce tepla lidí	$Q_i = 4\,154\text{ W}$
Produkce tepla svítidly	$Q_{sv} = 334\text{ W}$
Produkce tepla strojů	$Q_e = 700\text{ W}$
Produkce tepla jídel	$Q_j = 365\text{ W}$
Celková tepelná zátěž	$Q_L = \mathbf{9\,650\text{ W}}$
Tepelné ztráty	$Q_Z = \mathbf{1\,730\text{ W}}$
Vodní zisky	$M_w = 2\text{ g/s}$

4.4. Vzduchotechnické zařízení č. 2 – Klimatizace hotelových pokojů ve 3. NP

Dílicí vstupní hodnoty

- Letní období: teplota vzduchu: $t_i = 26\text{ °C}$
relativní vlhkost: $\varphi_i = 35 - 65\%$
- Zimní období: teplota vzduchu: $t_i = 20\text{ °C}$
relativní vlhkost: $\varphi_i = 35 - 65\%$
- Dávka vzduchu na osobu: $50\text{ m}^3/\text{h}$ na osobu
- Rychlost proudění: $v_{\max} = 0,2\text{ m/s}$
- Hladina akustického tlaku: $L_{Aeq,8h} = 40\text{ dB}$ (noc - $L_A = 30\text{ dB}$)
- Součinitel prostupu tepla zdi vnější: $U = 0,1822\text{ W/m}^2\text{K}$
- Součinitel prostupu tepla okna: $U = 1,3\text{ W/m}^2\text{K}$
- Uvažovaný počet osob: 2

Pro typický hotelový pokoj bylo provedeno modelování ve vlastním výpočtovém programu, který pracuje na algoritmu prof. Chyského. Z výsledků modelování vyplývá, že pro provoz restauračního zařízení bude nezbytný systém klimatizace, který odvede tepelné zisky. Výpočet je v části C2 – Experiment a modelování v kapitole 4.3.

4.4.1. Varianty vzduchotechnických zařízení pro hotelové pokoje

Vhodné vzduchotechnické systémy pro tvorbu interního mikroklimatu v hotelových pokojích především jsou:

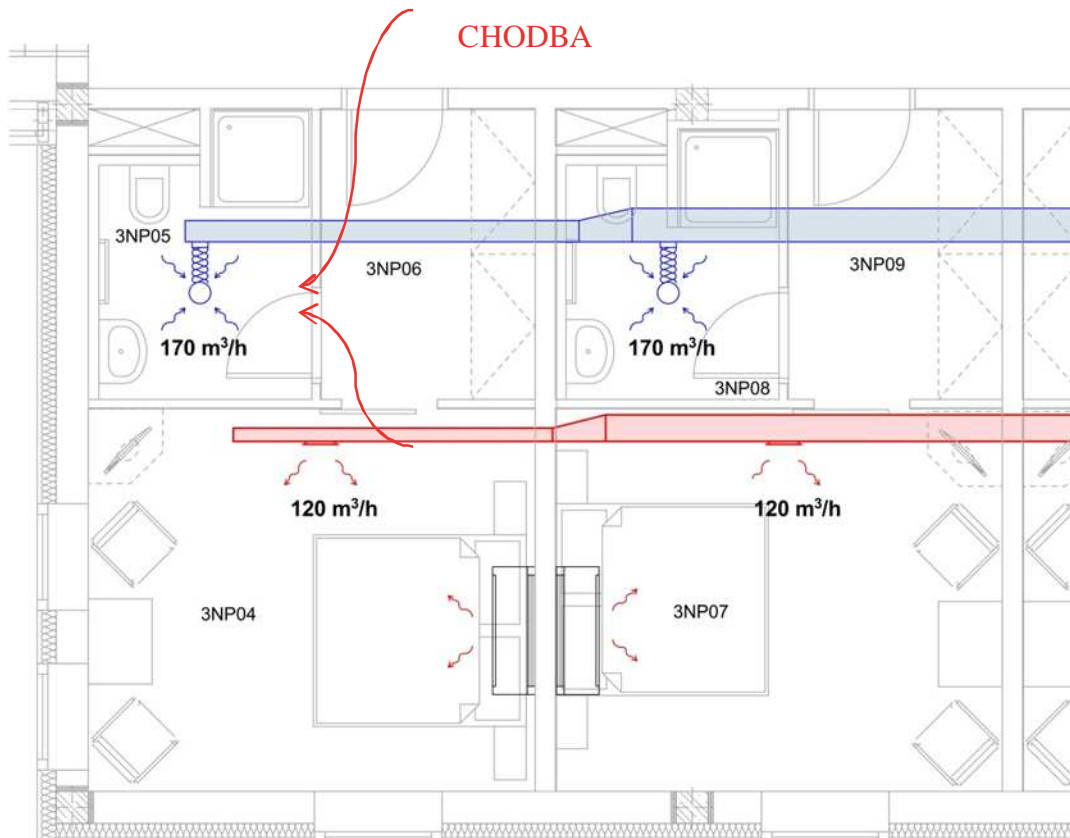
- Varianta 1 – kombinovaný systém s jednotkami fancoil
- Varianta 2 – kombinovaný systém s indukčními jednotkami

V obou variantách platí, že vzduchotechnický systém bude do všech hotelových pokojů dopravovat venkovní upravený vzduch. Tento vzduch odvede část tepelné zátěže. Dopravu vzduchu bude zajišťovat vzduchotechnická jednotka. Systém je řešen tak, že do ložnice se přivede venkovní vzduch a bude se odvádět z hygienických zařízení. Objem přiváděného vzduchu je 120 m³/h. Objem odváděného vzduchu je 170 m³/h. Pro odvod vzduchu budou navrženy talířové ventily TVOM. Jako úhrada vzduchu v hygienických zařízení bude sloužit částečně větrací vzduch přiváděný do ložnice a částečně větrací vzduch přiváděný na chodbu.

a) Varianta 1 – Kombinovaný systém s jednotkami fancoil

Distribuce vzduchu je u této varianty řešena jako shora nahoru. Přívodní vzduchotechnické potrubí bude vedeno těsně pod stropem u stěny. Distribuční elementy (obdélníkové vyústky od společnosti Mandík) budou uloženy v sádkartonovém „falešném průvlaku“. Výhodou tohoto systému je, že se nemusí provádět podhledová konstrukce, je tedy vhodný pro užití v místnostech s menší světlou výškou.

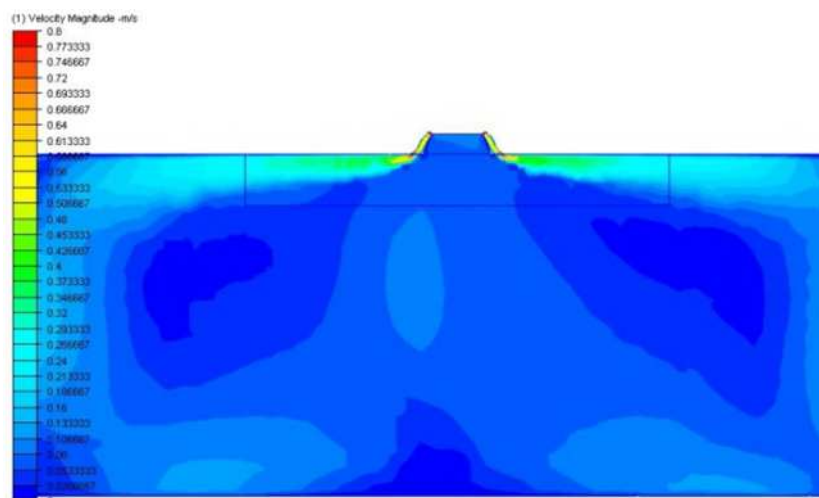
V každém pokoji bude umístěna vodní klimatizační jednotka fancoil, která zajistí odvedení tepelných zisků z klimatizovaného prostoru. Jednotky fancoil jsou umístěny na stěně pod stropem.



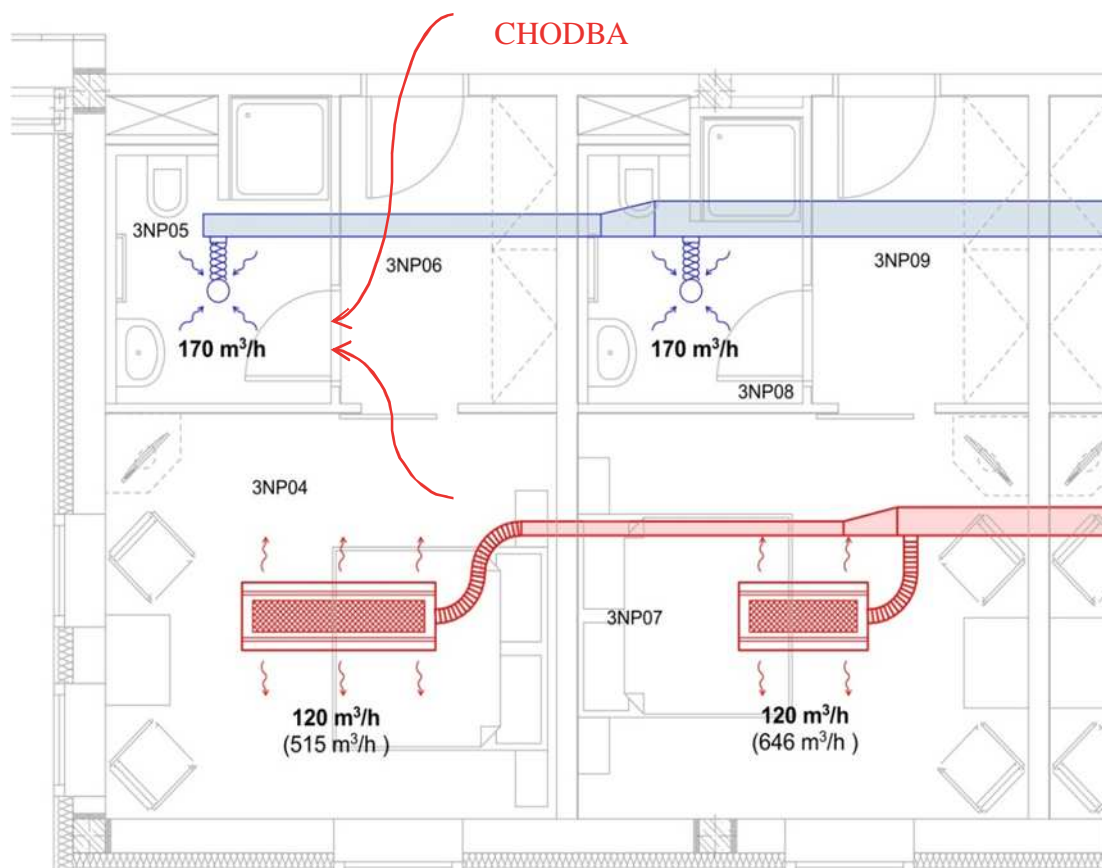
Obr. 21 Varianta 1 – kombinovaný systém s jednotkami fancoil

a) Varianta 2 – Kombinovaný systém s podstropními indukčními jednotkami

U této varianty je větrací vzduch přiváděn do podstropní indukční jednotky PREMAX. V indukční jednotce je větrací vzduch smíchá se vzduchem indukovaným. Indukční poměr se předpokládá 1:4. Indukční jednotky jsou vloženy do podhledové konstrukce. Výhodou tohoto systému jsou rovnoměrné rychlosti proudění vzduchu a dobré provětrání celého prostoru. Nevýhoda je snížení světlé výšky z důvodů zřízení podhledové konstrukce.



Obr. 22 Obrazy proudění indukční jednotky



Obr. 23 Varianta 2 – kombinovaný systém s indukčními jednotkami

b) Zhodnocení variant

Pro řešené prostory jsou obě varianty schopny zajistit požadovaný stav vnitřního prostředí. Obě varianty umožňují individuální regulaci jednotlivých pokojů, což je v hotelovém objektu důležité.

U varianty č. 1 je výhoda v tom, že může být použito v místnostech s nižší světloú výškou. Přívod vzduchu do místnosti může být v tzv. „falešném průvlaku“. Nevýhodou je vyšší hlučnost fancoil jednotek na vyšší otáčky a vyšší provozní náklady.

U varianty č. 2 je výhoda v tom, že v indukční jednotce není žádný ventilátor. Její provoz je tedy tichý a nenáročný na údržbu. Nevýhodou je vyšší pořizovací cena a v případě stropních indukčních jednotek určeným do podhledu nároky na vyšší světloú výšku místnosti.

4.4.2. Tepelné zisky hotelových pokojů

Dle stavebního projektu pobytovou jednotku hotelu tzn. pokoj tvoří ložnice, předstěn a hygienické zařízení. Tepelné zisky jednotlivých ložnic byly vypočteny pomocí výpočtové aplikace pro stanovení citelných tepelných zisků ve stavebních objektech firmy qpro. Výpočet byl proveden v souladu s normou ČSN 73 0548 Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů.

Často se předpokládá, že maximálním výpočtovým stavem je letní období (například typický výpočtový den - 21. července). Ve skutečnosti součtové maximum tepelných zisků nemusí nastávat v tomto období, ale je závislé na celkovém uspořádání objektu a zadání dalších výpočtových dat. Proto je důležité provést výpočet pro celý rok a získaná data podrobit analýze s cílem použít pro návrh technického řešení a další dimenzování zařízení nejvhodnější data.

Tab. 5 Tepelné zisky jednotlivých pokojů

Číslo místnosti	Účel místnosti	$Q_{or+ok+s}$	Q_{LI}	Q_E	Q_{CELKEM}
		[W]	[W]	[W]	[W]
3NP04	Ložnice 01	1032	124	140	1296
3NP07	Ložnice 02	638	124	140	902
3NP10	Ložnice 03	1251	124	140	1515
3NP13	Ložnice 04	1251	124	140	1515
3NP16	Ložnice 05	1251	124	140	1515
3NP19	Ložnice 06	639	124	140	903
3NP22	Ložnice 07	1225	124	140	1489
3NP25	Ložnice 08	630	124	140	894
3NP28	Ložnice 09	161	124	140	425
3NP31	Ložnice 10	630	124	140	894
3NP34	Ložnice 11	421	124	140	685
3NP37	Ložnice 12	584	124	140	848
4NP04	Ložnice 13	758	124	140	1022
4NP07	Ložnice 14	524	124	140	788
4NP10	Ložnice 15	1505	124	140	1769
4NP13	Ložnice 16	1505	124	140	1769
4NP16	Ložnice 17	1505	124	140	1769
4NP19	Ložnice 18	524	124	140	788
4NP22	Ložnice 19	792	124	140	1056
4NP25	Ložnice 20	824	124	140	1088
4NP28	Ložnice 21	235	124	140	499
4NP31	Ložnice 22	824	124	140	1088
4NP34	Ložnice 23	824	124	140	1088
4NP37	Ložnice 24a	325	124	140	589
4NP38	Ložnice 24b	325	124	140	589

4.4.3. Zpětné získávání tepla pro zařízení č. 2

Pro zpětné získávání tepla byl pro vzduchotechnické zařízení č. 2 navržen rotační regenerační výměník. Rotační regenerační výměníky zpětného získávání tepla jsou určeny pro přenos tepla nebo přenos vlhkosti při současném zachování vlastnosti přenosu tepla z odváděného vzduchu do vzduchu přiváděného. Rotační výměníky zpětného získávání tepla patří s ohledem ke své konstrukci a způsobu provozu mezi zařízení s největší účinností. U teplotního provedení je účinnost až 80 % a vlhkostního provedení je účinnost přenosu tepla až 80 % a účinnost přenosu vlhkosti až 70 %.

Pro ekonomické posouzení zařízení ZZT je proveden výpočet úspory za ohřev vzduchu při použití rotačního regeneračního výměníku.

Vstupní hodnoty:

Teplotní účinnost deskového výměníku $\psi = 85 \%$

$$V_o = 2\,040 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_p = 1\,440 \text{ m}^3/\text{h}$$

Teplota recyklovaného vzduchu za výměníkem $t_r = 15 \text{ }^\circ\text{C}$

Teplotní výkon pro ohřev vzduchu bez ZZT

$$Q = V_p \cdot \rho \cdot c \cdot (t_p - t_e) = 0,4 \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (20 + 12) = 15,51 \text{ kW}$$

Teplotní výkon pro ohřev se zařízením ZZT

$$Q = V_p \cdot \rho \cdot c \cdot (t_p - t_r) = 0,4 \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (20 - 15) = 2,42 \text{ kW}$$

Střední teplotní výkon deskového výměníku

$$Q_{oh} = V_p \cdot \rho \cdot c \cdot (t_p - t_{em}) = 0,4 \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (20 - 4) = 7,76 \text{ kW}$$

$$Q_{zst} = Q_{oh} \cdot \psi = 7,76 \cdot 0,85 = 6,6 \text{ kW}$$

$$K_1 = Q_{zst} \cdot \tau_2 \cdot P_t \cdot d = 6,6 \cdot 8 \cdot 2100 \cdot 190 = 21\,000 \text{ Kč/rok}$$

Náklady na provoz ventilátorů

$$K_2 = \Delta N \cdot \tau_1 \cdot P_e = 0,2 \cdot 8 \cdot 3300 = 5\,280 \text{ Kč/rok}$$

Finanční úspory provozem ZZT

$$E_p = K_1 - K_2 = 21\,000 - 5\,280 = 15\,720 \text{ Kč/rok}$$

4.5. Vzduchotechnické zařízení č. 3 – Klimatizace hotelových pokojů ve 4. NP

Vzduchotechnické zařízení č. 3 bude řešeno obdobně jako vzduchotechnické zařízení č. 2, tedy jako kombinovaný systém s indukčními podstropními jednotkami. Návrh vzduchotechnického zařízení č.3 nebyl z časových důvodů v diplomové práci řešen.

4.6. Vzduchotechnické zařízení č. 4 – Klimatizace recepce

Recepce se nachází v INP. Okna jsou orientována na severovýchod. Maximální tepelná zátěž se tudíž předpokládá v dopoledních hodinách. Návrh vzduchotechnického zařízení č.4 nebyl z časových důvodů v diplomové práci řešen. Pro tvorbu interního mikroklimatu v restauračním provozu je ideální kombinovaný systém klimatizace.

Upravený vzduch bude distribuován vzduchovody obdélníkového průřezu. Vzduchovody jsou umístěny v pohledové konstrukci. Odvod vzduchu bude řešen stejným způsobem. Jako distribuční prvky budou navrženy čtvercové vířivé difuzory RS15 firmy Lindab pro přívod vzduchu a jednořadé vyústky pro odvod vzduchu. Fancoil jednotky budou umístěny v podhledu a budou eliminovat tepelnou zátěž oken.

Umístění centrální vzduchotechnické jednotky bude ve strojovně vzduchotechniky v 1PP. Venkovní vzduch bude nasáván pomocí sacího potrubí, které bude opatřeno protidešťovou žaluzií. Výfuk odpadního vzduchu musí být řešen tak, aby nedošlo k jeho zpětnému nasátí do vzduchotechnické jednotky.

Dílicí vstupní hodnoty

- Letní období: teplota vzduchu: $t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$
relativní vlhkost: $\varphi_i = 35 - 65 \text{ } \%$
- Zimní období: teplota vzduchu: $t_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
relativní vlhkost: $\varphi_i = 35 - 65 \text{ } \%$
- Dávka vzduchu na osobu: $50 \text{ m}^3/\text{h}$ na osobu
- Rychlost proudění: $v_{\max} = 0,2 \text{ m/s}$
- Hladina akustického tlaku: $L_{\text{Aeq},8\text{h}} = 50 \text{ dB}$
- Uvažovaný počet lidí: 6

4.7. Vzduchotechnické zařízení č. 5 – Klimatizace kuchyně

Dílčí vstupní hodnoty

- Letní období: teplota vzduchu: $t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$
relativní vlhkost: $\varphi_i = 35 - 65 \%$
- Zimní období: teplota vzduchu: $t_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
relativní vlhkost: $\varphi_i = 35 - 65 \%$
- Dávka vzduchu na osobu: $50 \text{ m}^3/\text{h}$ na osobu
- Rychlost proudění: $v_{\max} = 0,2 \text{ m/s}$
- Hladina akustického tlaku: $L_{\text{Aeq},8\text{h}} = 50 \text{ dB}$
- Uvažovaný počet lidí: 4

Vzduchotechnické zařízení č. 5 nebylo řešeno, protože nebylo k dispozici technologické uspořádání kuchyňských spotřebičů. Proto přiblížím jen nástin řešení.

Kuchyňské provozy jsou specifickou skupinou a je zapotřebí věnovat zvýšenou pozornost stavu vzduchu uvnitř kuchyní. Kuchyně jsou specifické velkou produkcí tepla, vodní páry, pachů a zplodin, které je nutné odvádět. Dále je nutné zamezit vnikání vzduchu z kuchyně do okolních prostor, jelikož vzduch z kuchyně je znečištěn různými zápachy. Stejnou pozornost je zapotřebí věnovat zamezení vnikání vzduchu z okolních místností do kuchyně, protože tento může být zdrojem choroboplodných zárodků, které by se mohly dostávat do připravovaných jídel. Z těchto důvodů je u kuchyňských provozů použit systém rovnotlakého větrání nebo klimatizace, kdy do prostoru přivádíme stejné množství vzduchu, jako z něj odvádíme. Nedostatečné větrání způsobuje diskomfort zaměstnanců a v důsledku zvýšené kondenzace vlhkosti na chladnějších površích se zde mohou začít množit různé mikroorganismy a plísně. Kuchyně rozdělujeme podle produkce jídel na velmi malé, malé, střední a velké. Do velmi malých kuchyní se řadí provozy, kde se vaří pro přibližně 10 lidí. Tyto kuchyně postačuje větrat přirozeně okny nebo větracími šachtami. Malé kuchyně menších produkcí, maximálně 100 jídel za den, mají umístěné nucené odsávání v místě vzniku škodlivin. Zařízení pro odsávání je ovládáno individuálně podle potřeby. Přívod vzduchu je zajištěn infiltrací nebo větracími otvory. Střední kuchyně, které mají produkci do 250 jídel za den, mají nucený přívod i odvod vzduchu. Odsávací prvky musí být umístěny co nejbližší zdrojům škodlivin. Větrací nebo klimatizační zařízení pracuje pouze s venkovním vzduchem. Oběhový vzduch se zde nepoužívá, protože je

znečištěn zápachy a částicemi tuku. Vhodné je zde využít zařízení pro zpětné získávání tepla.

4.7.1. Legislativa pro vzduchotechnická zařízení pro kuchyně

Česká republika v současné době nedisponuje vlastní legislativou pro návrh a provozování vzduchotechnického zařízení v kuchyňských provozech. Z tohoto důvodu byla převzata německá norma VDI 2052 z 06/1999, která se stala v ČR všeobecně používanou. Podle normy VDI 2052 byly již v ČR naprojektovány stovky kuchyní, které se sešly s kladným ohlasem jejich uživatelů.

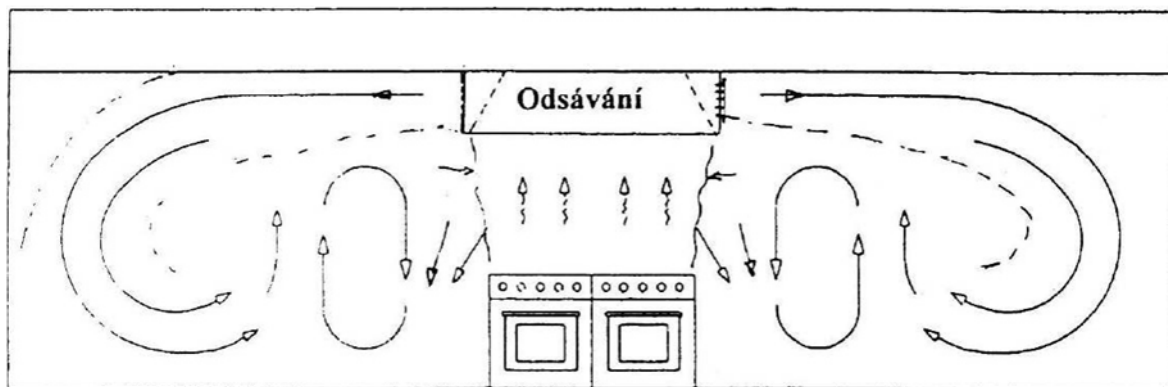
Pracovní prostředí kuchyní

- tepelně vlhkostní diskomfort pracovníků daný
 - vertikálním rozložením teplot
 - radiační asymetrií
 - vysokou rychlostí proudění vzduchu způsobující nepříjemné lokální ochlazení pracovníka
- možnost mikrobiálního znečištění prostředí kuchyně a poživatin v důsledku vysoké vlhkosti vzduchu, stékání a hromadění kondenzátu a následného růstu plísní a ostatních mikroorganismů
- otevřené plynové spotřebiče v kuchyních jsou zdroje škodlivin (spalin s obsahem CO, CO₂, NO₂) a jejich vazba na vzduchotechnický systém
- nedodržení tlakových poměrů – šíření kuchyňských pachů do okolí
- čistota a údržba vzduchotechnických zařízení

4.7.2. Možnosti přívodu vzduchu do kuchyně

Nejčastější způsoby přívodu větracího vzduchu do kuchyně jsou směřováním nebo zaplavováním.

Při směšovací způsobu větrání dochází k míšení vnitřního vzduchu s proudy přiváděného vzduchu. Znečištěný vzduch v pracovní oblasti se ředí buď přímým proudem přiváděného vzduchu, nebo zpětnými proudy. Směšovací způsob větrání je nejčastějším způsobem distribuce vzduchu, o čemž svědčí i množství vyráběných distribučních elementů. Mezi hlavní typy distribučních elementů této kategorie patří obdélníkové vyústky, anemostaty, vířivé anemostaty, dýzy a šterbiny. Příklady přívodu vzduchu do kuchyně směšováním jsou uvedeny na obr. 24 a 25.

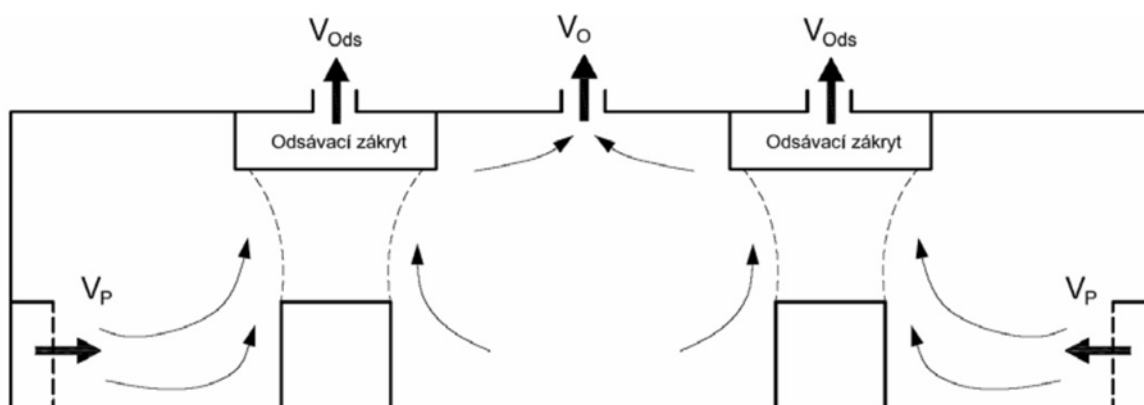


Obr. 24 Horizontální přívod vzduchu směřováním mřížkami [18]



Obr. 25 Vertikální přívod vzduchu směřováním mřížkami [18]

Při zaplavovacím způsobu větrání se vzduch přivádí do pracovní oblasti malou rychlostí (do 0,5 m/s) zpravidla velkoplošnou výustí umístěnou u podlahy. Při tomto způsobu větrání téměř nevzniká cirkulace vzduchu v místnosti. Vzduch se v prostoru pohybuje vlivem tepelné konvekce vznikající podél zdrojů tepla (osoby, elektronické vybavení, technologie). Ohřátý vzduch stoupá vzhůru ke stropu, kde se většinou i odsává. Příklad přívodu vzduchu do kuchyně zaplavováním je uveden na obr. 5.



Obr. 26 Přívod zaplavováním vyústkami u podlahy

4.7.3. Odvod vzduchu z kuchyně

Odvod vzduchu musí být zajištěn co nejbližší vzniku škodlivin (tepla, páry a pachů). Používají se odsávací zákryty a nástavce vhodného tvaru, podle proudů vzduchu se škodlivinami. Odsávání by se mělo provádět výhradně přes odsávací nástavec opatřené lapači tuku.

4.8. Vzduchotechnické zařízení č. 6 – Klimatizace kongresního sálu 1

Díličí vstupní hodnoty

- Letní období: teplota vzduchu: $t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$
relativní vlhkost: $\varphi_i = 35 - 65 \%$
- Zimní období: teplota vzduchu: $t_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
relativní vlhkost: $\varphi_i = 35 - 65 \%$
- Dávka vzduchu na osobu: $50 \text{ m}^3/\text{h}$ na osobu
- Rychlost proudění v pracovním oblasti: $v_{\max} = 0,2 \text{ m/s}$
- Hladina akustického tlaku: $L_{\text{Aeq},8\text{h}} = 50 \text{ dB}$
- Uvažovaný počet lidí: 52

Kongresní sál 1 se nachází v 2NP, okna jsou směřována na jihozápad a severozápad, tudíž se předpokládá velká tepelná zátěž v letním období. Návrh vzduchotechnického zařízení č.6 nebyl z časových důvodů v diplomové práci řešen. Pro tvorbu interního mikroklimatu v kongresním sálu je ideální vzduchový systém klimatizace.

Upravený vzduch bude distribuován vzduchovody obdélníkového průřezu. Vzduchovody jsou umístěny v pohledové konstrukci. Jako distribuční prvky budou navrženy čtvercové vířivé difuzory RS15 firmy Lindab pro přívod vzduchu a jednořadé vyústky pro odvod vzduchu.

Umístění centrální vzduchotechnické jednotky bude ve strojovně vzduchotechniky v 1PP. Venkovní vzduch bude nasáván pomocí sacího potrubí, které bude opatřeno protidešťovou žaluzií. Výfuk odpadního vzduchu musí být řešen tak, aby nedošlo k jeho zpětnému nasátí do vzduchotechnické jednotky.

Výchozí pro výpočet jsou tepelné ztráty, tepelné zisky a vodní zisky.

4.9. Vzduchotechnické zařízení č. 7 – Klimatizace kongresního sálu 2

Dílčí vstupní hodnoty

- Letní období: teplota vzduchu: $t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$
relativní vlhkost: $\varphi_i = 35 - 65 \%$
- Zimní období: teplota vzduchu: $t_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
relativní vlhkost: $\varphi_i = 35 - 65 \%$
- Dávka vzduchu na osobu: $50 \text{ m}^3/\text{h}$ na osobu
- Rychlost proudění: $v_{\max} = 0,2 \text{ m/s}$
- Hladina akustického tlaku: $L_{\text{Aeq},8\text{h}} = 50 \text{ dB}$
- Uvažovaný počet lidí: 20

Kongresní sál 1 se nachází v 2NP, okna jsou směřována na jihozápad, tudíž se předpokládá velká tepelná zátěž v letním období. Návrh vzduchotechnického zařízení č.7 nebyl z časových důvodů v diplomové práci řešen. Pro tvorbu interního mikroklimatu v kongresním sálu je ideální vzduchový systém klimatizace popř. kombinovaný systém.

Upravený vzduch bude distribuován vzduchovody obdélníkového průřezu. Vzduchovody jsou umístěny v pohledové konstrukci. Odvod vzduchu bude řešen stejným způsobem. Jako distribuční prvky budou navrženy čtvercové vířivé difuzory RS15 firmy Lindab pro přívod vzduchu a jednořadé vyústky pro odvod vzduchu.

Umístění centrální vzduchotechnické jednotky bude ve strojovně vzduchotechniky v 1PP. Venkovní vzduch bude nasáván pomocí sacího potrubí, které bude opatřeno protidešťovou žaluzií. Výfuk odpadního vzduchu musí být řešen tak, aby nedošlo k jeho zpětnému nasátí do vzduchotechnické jednotky.

4.10. Vzduchotechnické zařízení č. 8 – Klimatizace posilovny

Dílčí vstupní hodnoty

- Letní období: teplota vzduchu: $t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$
relativní vlhkost: $\varphi_i = 35 - 65 \%$
- Zimní období: teplota vzduchu: $t_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
relativní vlhkost: $\varphi_i = 35 - 65 \%$
- Dávka vzduchu na osobu: $70 \text{ m}^3/\text{h}$ na osobu
- Rychlost proudění: $v_{\max} = 0,2 \text{ m/s}$

- Hladina akustického tlaku: $L_{Aeq,8h} = 50$ dB
- Uvažovaný počet lidí: $n = 15$
- Tepelná produkce jedné osoby: 400 W

Posilovna se nachází v 2NP, okna jsou směřována na jihovýchod a severovýchod, tudíž se předpokládá velká tepelná zátěž v letním období v dopoledních hodinách. Návrh vzduchotechnického zařízení č. 8 nebyl z časových důvodů v diplomové práci řešen. Pro tvorbu interního mikroklimatu v posilovně je ideální vzduchový systém klimatizace.

4.11. Vzduchotechnické zařízení č. 9 – Klimatizace zázemí pracovníků hotelu

Vzduchotechnické zařízení č. 9 zajistí větrání zázemí pracovníků. Objemový průtok vzduchu je určen podle dávky vzduchu uvedené v kapitole 4.2 v části analýza tématu. Teplotu vnitřního vzduchu uvádí pro pracovní prostředí nařízení vlády č. 361/2007 Sb. kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. Tabulka požadované operativní teploty je v kapitole 4.3 v části analýza tématu.

4.12. Vzduchotechnické zařízení č. 10 – Větrání chodby

Vzduchotechnické zařízení č. 10 bude sloužit pro větrání chodeb v 3NP a 4 NP. Je navržen přetlakový systém nuceného větrání. Objemový průtok vzduchu bude 600 m³/h na jedno podlaží. Přívod vzduchu zajistí jednoduchá vzduchotechnická jednotka skládající se z filtru, ventilátoru a ohřívače.

Potrubí je kruhové, jako distribuční prvky jsou použity talířové ventily, které jsou k přívodnímu potrubí připojeny ohebnou Al hadicí.

Přiváděný vzduch bude sloužit jako úhrada vzduchu odváděného z hygienických zařízení. Ve dveřích bude umístěna větrací mřížka.

4.13. Vzduchotechnické zařízení č. 11 – Nucené větrání hygienických zařízení

Hygienická zařízení se nachází v 1.NP a 2.NP. Jsou směřována na severovýchod. V těchto prostorách je navrženo nucené odsávání obsahující odvodní potrubí, distribuční prvky (talířové ventily) a potrubní ventilátory. Systém nuceného větrání je řešen jako podtlakový.

Potrubí je kruhové, jako distribuční prvky jsou použity talířové ventily, které jsou k odvodnímu potrubí připojeny ohebnou Al hadicí.

Objemový průtok vzduchu je určen podle dávky vzduchu uvedené v kapitole 4.2 v části analýza tématu. Úhrada vzduchu bude z okolních místností přes větrací mřížky. Do okolních místností je záměrně přiváděno více venkovního vzduchu.

Hygienická zařízení mají společné odvodní potrubí. Vodorovné potrubí je vedeno vždy v podhledu a je vedeno až k instalačním šachtám. Svislé odvodní potrubí je vedeno v instalačních šachtách nad střechu hotelového objektu.

Odvod vzduchu budou zajišťovat potrubní ventilátory TD Mixvent. Za ventilátorem jsou osazeny zpětné klapky. Potrubní ventilátor bude připojen na zapínání světel a bude mít doběh 10 minut.



Obr. 27 Talířový ventil TVOM



Obr. 28 Potrubní ventilátor TD Mixvent

4.14. Vzduchotechnické zařízení č. 12 – Požární větrání únikových cest

Hotelový objekt má ve svém stavebně-technickém řešení určeny únikové cesty. Ty slouží pro bezpečnou a včasnou evakuaci osob v případě požáru a přístup požárních jednotek. Je evidentní, jakou důležitost únikové cesty mají, a stejně nepochybné je, že jejich návrhu je třeba věnovat mimořádnou péči. [40]

Aktuální právní předpisy a normy, které řeší větrání chráněných únikových cest:

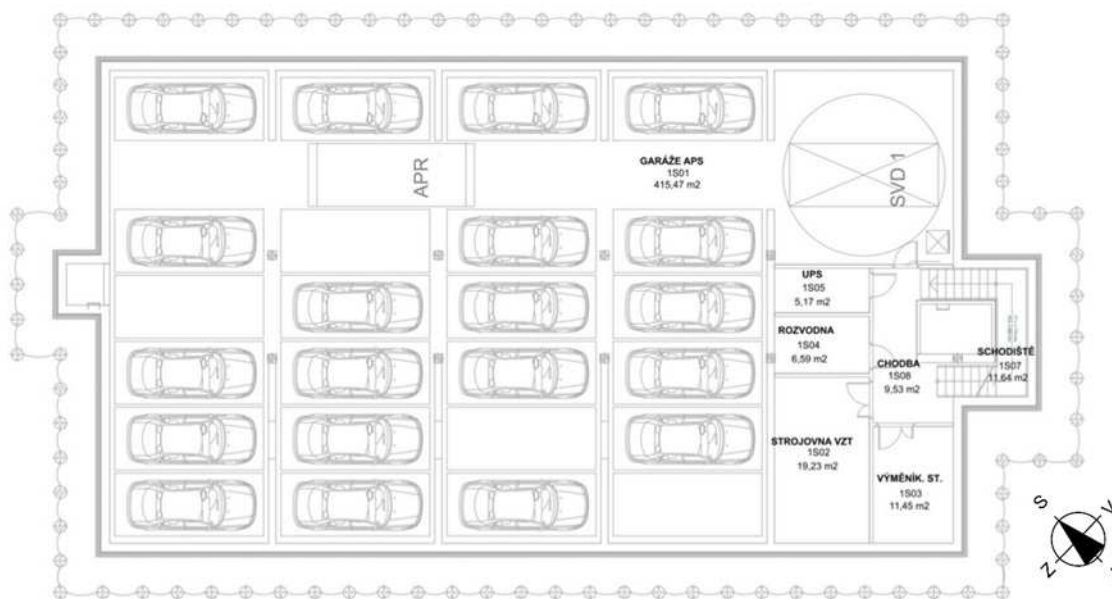
- Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby.
- Vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb.
- ČSN 73 0802: 2009. Požární bezpečnost staveb - Nevýrobní objekty.
- ČSN 73 0804: 2010. Požární bezpečnost staveb - Výrobní objekty.

4.15. Vzduchotechnické zařízení č. 13 – větrání garáží

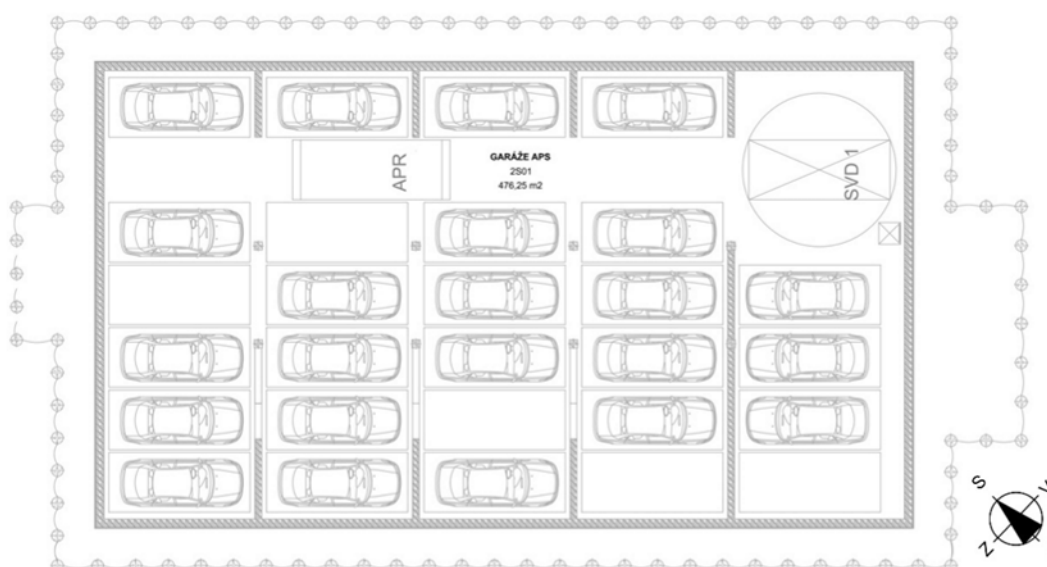
Větrání podzemních garáží není v diplomové práci řešeno.

Návrh a dimenzování větrání hromadných garáží řeší norma ČSN 73 6058 – Hromadné garáže.

Hromadné garáže (jedno i vícepodlažní, nadzemní i podzemní) mohou být řešeny pro vjezd vozidel vlastní silou nebo pro jejich přemísťování mechanickým zařízením (**zde platí pro větrání obecné požadavky na pracovní prostředí**). Větrání garáží pro vozidla pohybující se vlastními motory se navrhuje přirozené nebo nucené. [8]



Obr. 30 Půdorys 1PP



Obr. 31 Půdorys 2PP

5. Ideové řešení navazujících profesí

Navazujícími profesemi na vzduchotechnické zařízení jsou především:

- Zdravotní technika
- Vytápění
- Chlazení
- Měření a regulace
- Elektroinstalace
- Požadavky na stavbu

5.1. Zdravotní technika

Napojení odvodu kondenzátu od chladiče a vnitřních chladicích jednotek bude provedeno přes zápachovou uzávěrku do nejbližšího odpadního potrubí. Profese ZTI odvede kondenzát od parního vyvíječe a z místa umístění distribuční trubice (kondenzát s teplotou $>95^{\circ}\text{C}$). Profese ZTI zajistí přívod vody do prostor strojovny. Potrubí odvodu kondenzátu bude vedeno samospádem a bude z neohebného materiálu příslušné dimenze – dle výpočtu ZTI. V dalším stupni projektové dokumentace je nutné zajistit rozbor vody. Dle rozboru vody bude zvolen způsob vlhčení či úprava vody.

5.2. Vytápění

V hotelovém objektu je navržena klimatizace, která zajišťuje i vytápění pro místnost restaurace. V místnostech hygienického zařízení jsou umístěna otopná tělesa. Vytápění první a druhého nadzemního podlaží je řešeno také pomocí otopných těles. Ve třetím a čtvrtém nadzemním podlaží, kde se nachází hotelové pokoje je použito podlahové vytápění. Teplotní spád otopné vody je $90/70^{\circ}\text{C}$.

5.3. Chlazení

Pro výrobu chladicí vody bude sloužit kompresorové chladicí zařízení se vzduchem chlazeným kondenzátorem. Úkolem chladicího zařízení je vyrobit chladicí vodu pro všechny vzduchotechnické jednotky, indukční jednotky a fancoil jednotky. Chladicí zařízení bude umístěno na terénu vedle hotelového objektu.

Ve strojovně chlazení bude rozdělovač a sběrač a větve chlazení rozdělené pro jednotlivé vzduchotechnické jednotky a indukční jednotky. Schéma zapojení jednotlivých větví je přiloženo v příloze P5.

5.4. Měření a regulace

Měření a regulace zajišťuje automatické udržování požadovaných parametrů vzduchu. Jsou to zejména:

- spouštění a regulace zařízení
- udržování teploty a vlhkosti přírodního vzduchu v závislosti na požadované teplotě v místnosti
- zabezpečení ohřívačů jednotek proti zamrznutí
- zabezpečení rekuperátoru proti namrzání
- uzavírání a otevírání klapek při odstavení a spuštění zařízení
- signalizace poruchy
- ovládání lokálních chladičů
- ovládání elektrického vyvíječe páry
- dodávka trojcestných ventilů pro směšovací uzly VZT jednotek (montáž ÚT)
- průtoků vzduchu pomocí frekvenčních měničů

5.5. Elektroinstalace

Profese elektro zajistí silový přívod pro všechna zařízení vzduchotechniky a dodá a zapojí silové rozvaděče. Všechna elektrická zařízení vzduchotechniky musí mít ochranu před nebezpečným dotykovým napětím a ochranu před nebezpečnými účinky statické elektřiny.

Napojení jednotlivých zařízení musí být koordinováno s profesí MaR, aby byly zabezpečeny požadované vazby mezi těmito profesemi.

5.6. Požadavky na stavbu

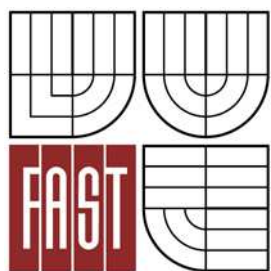
Aby v době montáže vzduchotechnického zařízení nedošlo ke kolizím mezi VZT a stavbou je třeba:

- úprava prostor budoucí strojovny – protihluková opatření, základové sokly, dispoziční úpravy
- provedení otvorů pro průchody vzduchovodů stěnami, rozměry otvorů jsou, přibližně o 50 - 100 mm symetricky na každou stranu, větší než je rozměr vzduchovodu
- provedení střešních prostupů a jejich začištění a zajištění proti zatékání
- dozdnění a začištění všech otvorů po montáži vzduchovodů, vzduchovody v prostupech stěnami budou obaleny izolací zabraňující přenášení chvění

- základové rámy pro vzduchotechnická zařízení
- zajistit přístup ke všem protipožárním a regulačním klapkám



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

C1. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ VYBRANÉ VARIANTY

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. JAKUB ŠUSTÁK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. GÜNTER GEBAUER, CSc.

BRNO 2013

Obsah

1. Úvod	63
2. Návrh VZT zařízení č. 1	63
2.1. Průtoky vzduchu	64
Objemový průtok venkovního vzduchu V_e	64
2.2. Řešení úprav vzduchu.....	65
2.3. Řešení distribuce vzduchu.....	68
2.3.1. Přívod vzduchu.....	68
2.3.2. Odvod vzduchu.....	68
2.4. Návrh potrubní sítě	70
2.5. Dimenzování potrubí	71
2.6. Návrh strojovny.....	72
2.7. Návrh parního zvlhčovače - zvlhčovač do potrubí.....	73
3. Návrh vzduchotechnického zařízení č. 2.....	75
3.1. Návrh indukčních jednotek	75
3.1.1. Letní provoz.....	75
3.1.2. Zimní provoz	77
3.2. Návrh koncových elementů pro odvod vzduchu z hygienických místností.....	78
3.3. Úpravy vzduchu VZT zařízení č. 2.....	79
3.4. Návrh distribuční sítě.....	82
3.5. Dimenzování potrubí	83
3.6. Návrh strojovny.....	84
3.7. Návrh parního zvlhčovače.....	85
3.8. Útlum hluku.....	86
3.8.1. Útlum hluku do vnějšího prostředí.....	86
3.8.2. Útlum hluku do vnitřního prostředí – přívodní potrubí.....	86
3.8.3. Útlum hluku do vnitřního prostředí – odvodní potrubí.....	87
4. Požární bezpečnost	90
5. Tepelná izolace potrubí	90
5.1. Tepelná izolace potrubí ve vnitřním prostředí	90
5.2. Tepelná izolace potrubí ve venkovním prostředí.....	91
6. Návrh zdroje chladu.....	92
7. Hodnocení navržených variant.....	93
8. Technická zpráva	94
8.1. Úvod	94
8.2. Všeobecné údaje	94

8.3.	Výpočtové veličiny klimatických poměrů	94
8.4.	Podklady pro vypracování.....	94
8.5.	Výpočtové hodnoty stavebních konstrukcí	95
8.6.	Použité předpisy a obecně technické normy	95
8.7.	Koncepční řešení VZT.....	96
8.8.	Popis technického řešení	96
8.8.1.	Zařízení č. 1 – Klimatizace restaurace	97
8.8.2.	Zařízení č. 2 – Kombinovaný systém s podstropními indukčními jednotkami 97	
8.9.	Nároky na energie	98
8.10.	Energetické zdroje.....	98
8.10.1.	Elektrická energie	98
8.10.2.	Tepelná energie	98
8.11.	Protihluková a protitřesová opatření.....	98
8.12.	Měření a regulace, protimrazová ochrana	99
8.13.	Tepelné izolace a nátěry	99
8.14.	Nároky na související profese	100
8.14.1.	Stavební úpravy	100
8.14.2.	Vytápění.....	100
8.14.3.	Chlazení.....	100
8.14.4.	Měření a regulace	100
8.14.5.	Elektroinstalace.....	101
8.14.6.	Zdravotní technika.....	101
8.15.	Protipožární opatření.....	101
8.16.	Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení.....	102
8.17.	Ekologie	102
8.18.	Ochrana a bezpečnost	102

1. Úvod

Část technické řešení vybrané varianty řeší podrobný návrh vzduchotechnického zařízení č. 1 a vzduchotechnického zařízení č. 2. Podklady pro návrh a popis systému řeší část B – aplikace na zadané budově.

V návrhu zařízení č. 1 jsou řešeny následující úlohy:

- Průtoky vzduchu, úpravy vzduchu, řešení distribuce vzduchu, dimenzování potrubí, návrh strojovny a návrh parního zvlhčovače

Další úlohy nebyly z časových důvodů vypracovány.

V návrhu zařízení č. 2 jsou řešeny následující úlohy:

- Návrh indukčních jednotek, průtoky vzduchu, úpravy vzduchu, návrh distribuční sítě, dimenzování potrubí, návrh strojovny, návrh parního zvlhčovače, útlum hluku, tepelná izolace potrubí, návrh zdroje chladu

2. Návrh VZT zařízení č. 1

Vstupní hodnoty pro výpočet

Celková tepelná zátěž	$Q_L = 9\,650\text{ W}$
Tepelné ztráty	$Q_Z = 1\,730\text{ W}$
Celkové vodní zisky	$M_w = 2\text{ g/s}$
Počet osob:	73
Požadovaná vzduchu teplota a vlhkost v létě:	$t_{il} = 26\text{ °C}$, $\varphi_{il} = 50$
Požadovaná teplota vzduchu a vlhkost v zimě:	$t_{iz} = 20\text{ °C}$, $\varphi_{iz} = 50\%$
Teplota venkovního vzduchu v létě:	$t_{el} = 29\text{ °C}$
Teplota venkovního vzduchu v zimě:	$t_{ez} = -12\text{ °C}$
Rozdíl teplot v létě:	$\Delta t_{kl} = 6 - 8\text{ K}$.
Střední teplota chladiče vzduchotechnické jednotky:	9 °C
Dávka venkovního vzduchu na osobu:	60 m ³ /h

2.1. Průtoky vzduchu

Objemový průtok venkovního vzduchu V_e

- dávka venkovního vzduchu na osobu $y_e = 60 \text{ m}^3/\text{h}$

- průtok venkovního vzduchu $V_e = n \cdot y = 73 \cdot 60 = 4\,380 \text{ m}^3/\text{h} = 1,217 \text{ m}^3/\text{s}$

a) Teploty v letní období

$$\Delta t_{kl} = \frac{Q_L}{c \cdot \rho \cdot V_p} = \frac{9650}{1010 \cdot 1,2 \cdot 1,217} = 6,5 \text{ K}$$

Teplota přiváděného vzduchu: $t_p = 26 - 6,5 = 19,5 \text{ °C}$

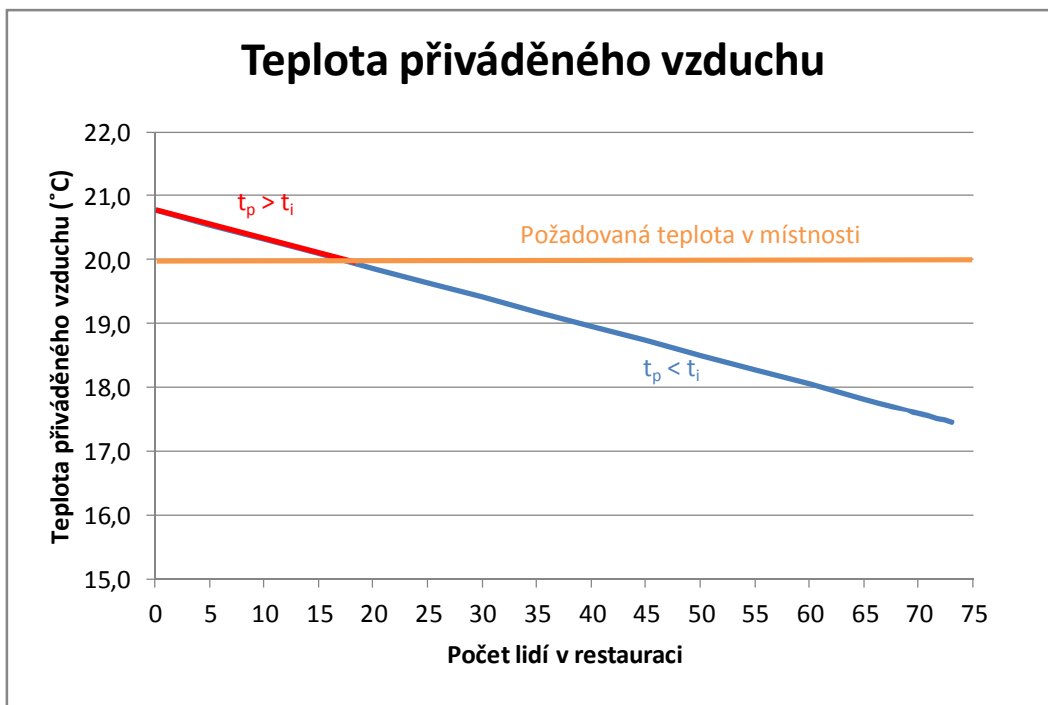
b) Teploty v zimní období

Teplotné ztráty: $Q_Z = 1\,730 \text{ W}$

$$\Delta t_{kz} = \frac{Q_Z}{c \cdot \rho \cdot V_p} = \frac{1730}{1010 \cdot 1,2 \cdot 1,217} = 1,1 \text{ K} = 1 \text{ K}$$

Teplota přiváděného vzduchu: $t_p = 20 + 1 = 21 \text{ °C}$

Graf. 1 Závislost teploty přiváděného vzduchu na obsazenosti restaurace



Z grafu vyplývá, že pokud bude v restauraci více než 20 zákazníků, bude se i v zimním období do místnosti přivádět vzduch o teplotě nižší než je požadovaná teplota v místnosti.

c) Odvlhčení vzduchu (rozdíl měrných vlhkostí)

$$\Delta x = \frac{M_w}{\rho \cdot V_p} = \frac{2}{1,2 \cdot 1,217} = 1,37 \text{ g/kg}$$

2.2. Řešení úprav vzduchu

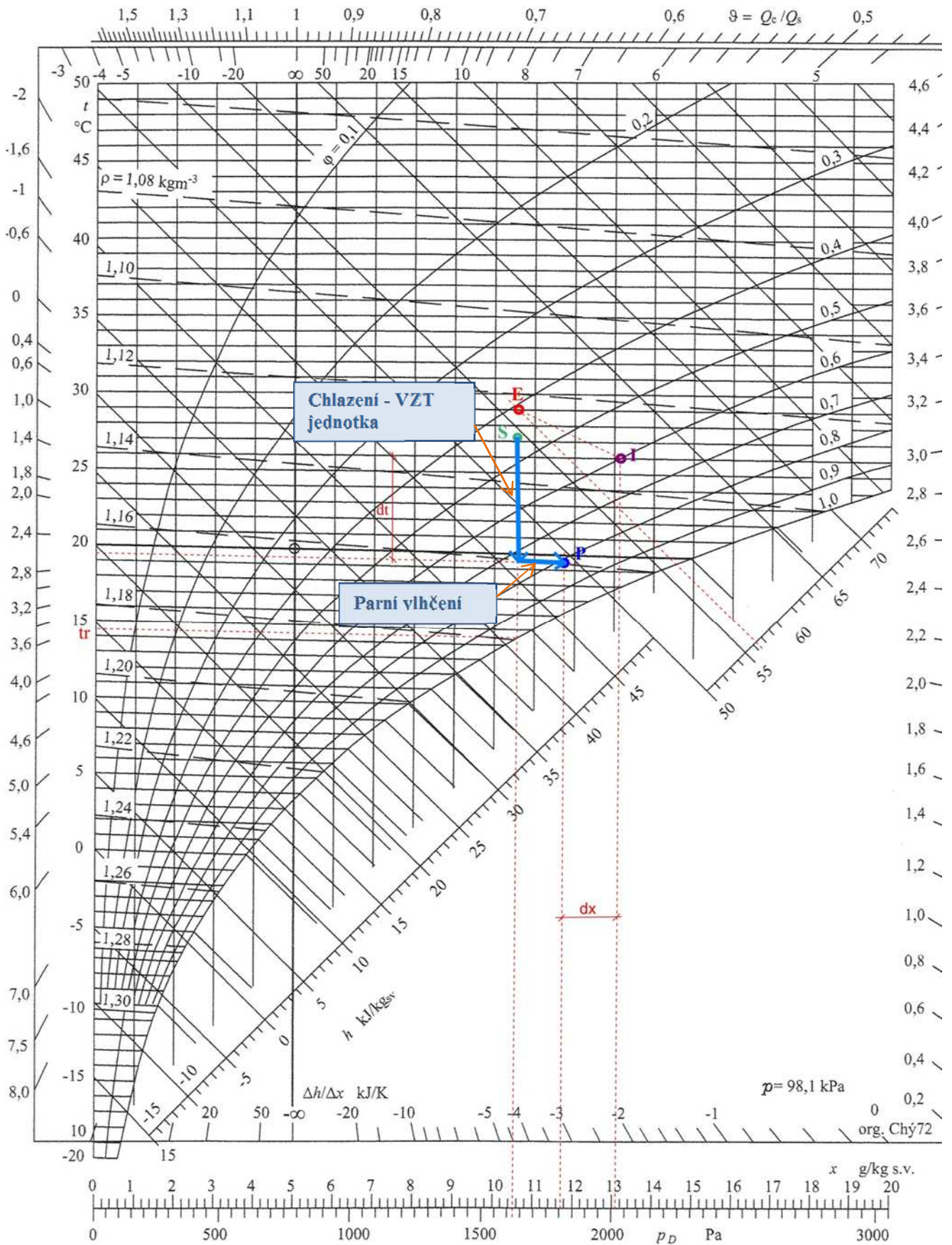
Tab. 6 Hodnoty veličin úprav vzduchu v letním období VZT zařízení č. 1

Řešené veličiny	Vzduch	Index	<i>t</i>	<i>x</i>	<i>h</i>	ϕ
			[°C]	[g/kg]	[kJ/kg]	[%]
Vstupní veličiny	Vnitřní	i	26	12,95	59	60
	Venkovní	e	29	10,51	55,5	40
Výstupní hledané	ZZT	S	27,2	10,51	54,27	44,5
	Ochlazený	1	19,5	10,4	46,33	72,4
	Vlhčení	P	19,5	11,5	48,86	79,2
	Průměrná teplota chladiče					9 °C
	Teplota rosného bodu					14,4 °C
	Chladičí výkon					11,8 kW
	kondenzace					0,6 kg/h
	Množství přidané páry					5 kg/h

Tab. 7 Hodnoty veličin úprav vzduchu v zimním období VZT zařízení č. 1

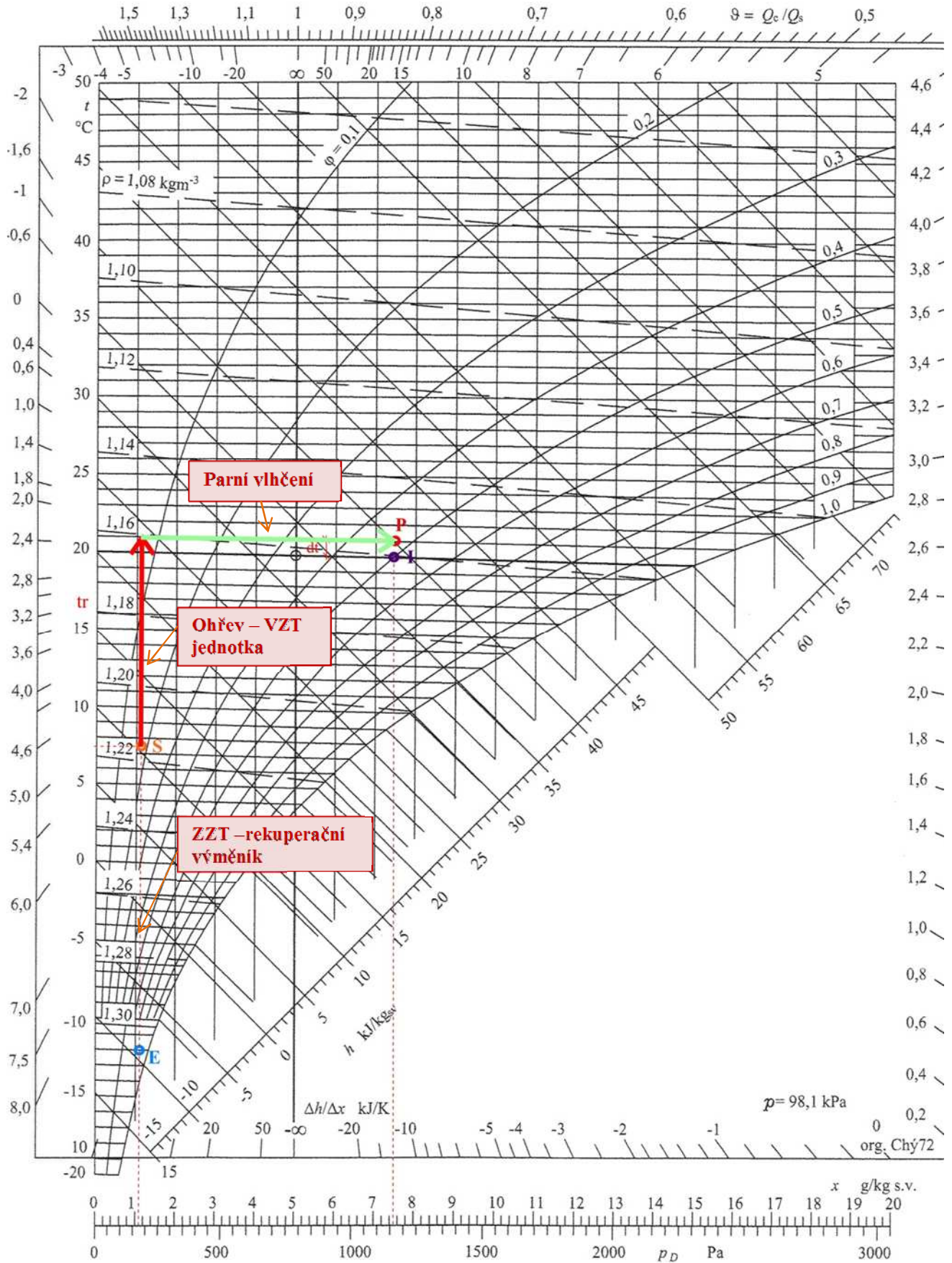
Řešené veličiny	Vzduch	Index	<i>t</i>	<i>x</i>	<i>h</i>	ϕ
			[°C]	[g/kg]	[kJ/kg]	[%]
Vstupní veličiny	Vnitřní	i	20	7,5	39,1	50
	Venkovní	e	-12	1,1	-9,4	80
Výstupní hledané	ZZT	S	7,8	1,1	10,6	16,7
	Ohřev	1	21	1,1	23,98	7
	Vlhčení	P	21	7,5	39	50
	Tepelný výkon					20,37 kW
Množství přidané páry					35 kg/h	

Hx – diagram pro léto



Hx – diagram pro zimu

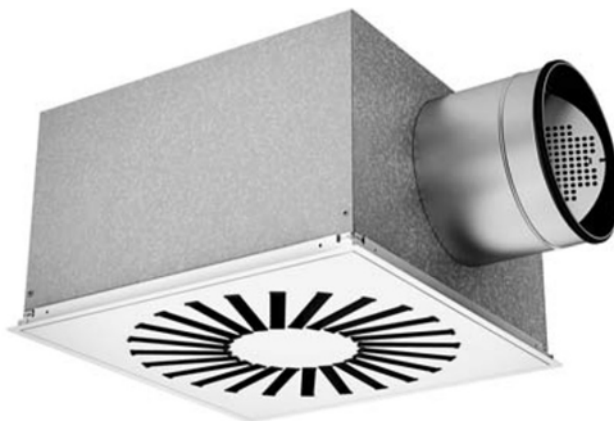
Předpoklad: $x_i = x_p$



2.3. Řešení distribuce vzduchu

2.3.1. Přívod vzduchu

Celkový průtok přiváděného vzduchu je 4380 m³/h. Přívod vzduchu bude zajištěn čtvercovými vířivými difuzory s nastavitelnými lamelami RS15-H-S-2-200 firmy Lindab. Difuzory budou připojeny k hlavnímu potrubí ohebnými Al hadicemi. Připojení bude vodorovné.



Obr. 32 Čtvercový vířivý difuzor RS15

Integrovaný vířivý prvek zajistí intenzivní sání a široké dynamické rozpětí. Difuzor je proto ideální pro horizontální přívod chladného vzduchu. Difuzor lze rovněž nastavit na vertikální přívod vzduchu, čímž je umožněn přívod ohřátého vzduchu pro účely vytápění. Difuzor se standardně dodává s integrovaným vířivým prvkem.

Návrh přívodních vyústí, byl proveden v programu DIMcomfort společnosti Lindab.

Předběžný počet vyústí:	$n_p = 11$
Objemový průtok vyústí:	$V_{ol} = V_p/n_p = 4380/11 = 438 \text{ m}^3/\text{h}$
Tlaková ztráta vyústí:	$\Delta_{pc} = 35 \text{ Pa}$
Hladina akustického tlaku vyústí:	$L_{WA} = 36 \text{ dB}$

2.3.2. Odvod vzduchu

Celkový průtok odváděného vzduchu je 4380 m³/h. Odvod vzduchu bude zajištěn nastavitelnými vyústkami VNM. Jmenovitý rozměr 720 x 280 mm.

Předběžný počet vyústí	$n_p = 4$
Objemový průtok vyústí	$V_{ol} = V_p/n_p = 4380/4 = 1095 \text{ m}^3/\text{h}$

Efektivní plocha:

$$S_{ef} = 0,1479$$

Efektivní rychlost:

$$w_{ef} = \frac{V}{3600 \cdot S_{ef}} = \frac{1095}{3600 \cdot 0,1479} = 2,05 \text{ m/s}$$

Tlaková ztráta vyústi:

$$\Delta p_c = 4 \text{ Pa}$$

Hladina akustického tlaku vyústi:

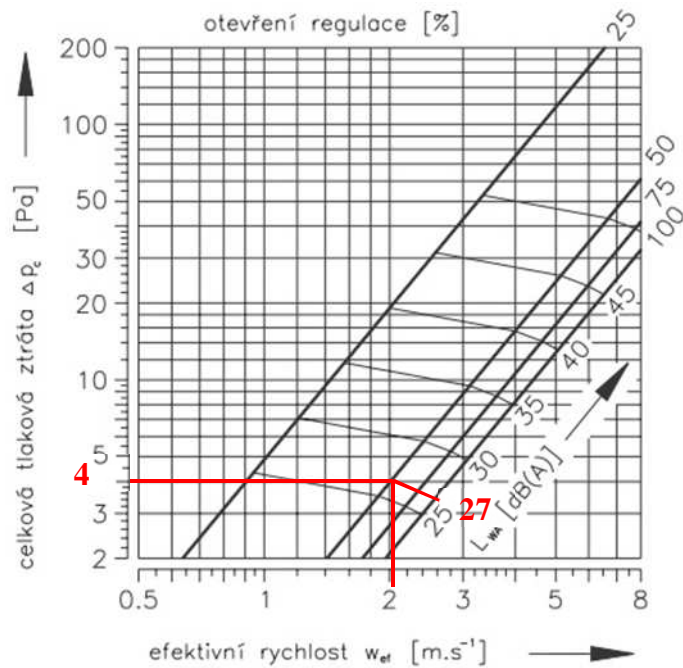
$$L_{WA} = 27 \text{ dB}$$

Otevření regulace:

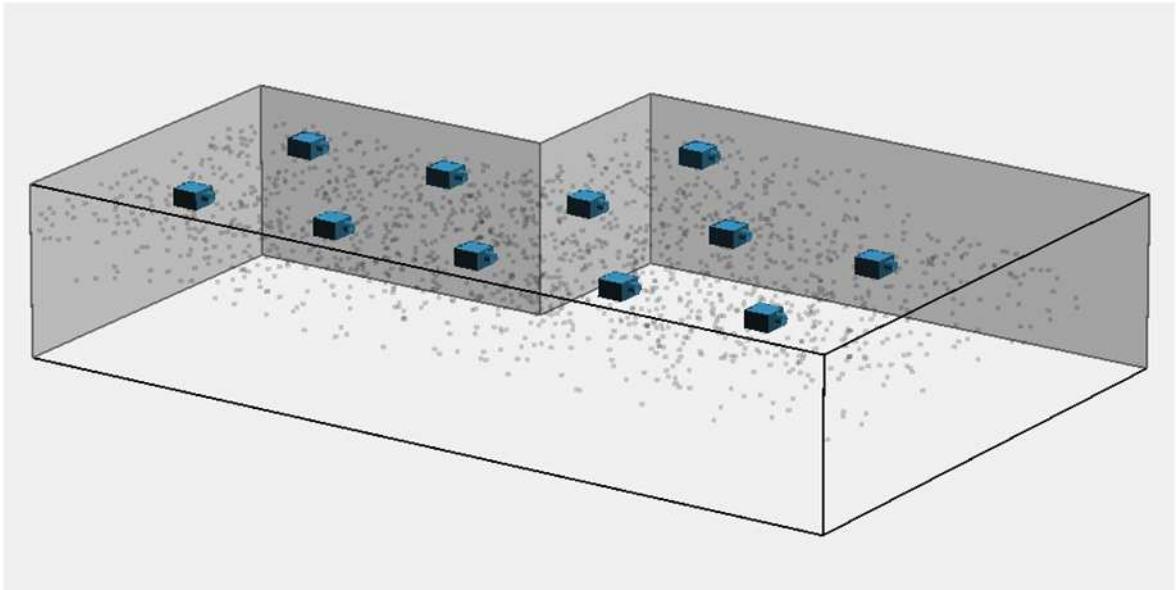
$$50\%$$



Obr. 33: jednořadá vyústka VMN1

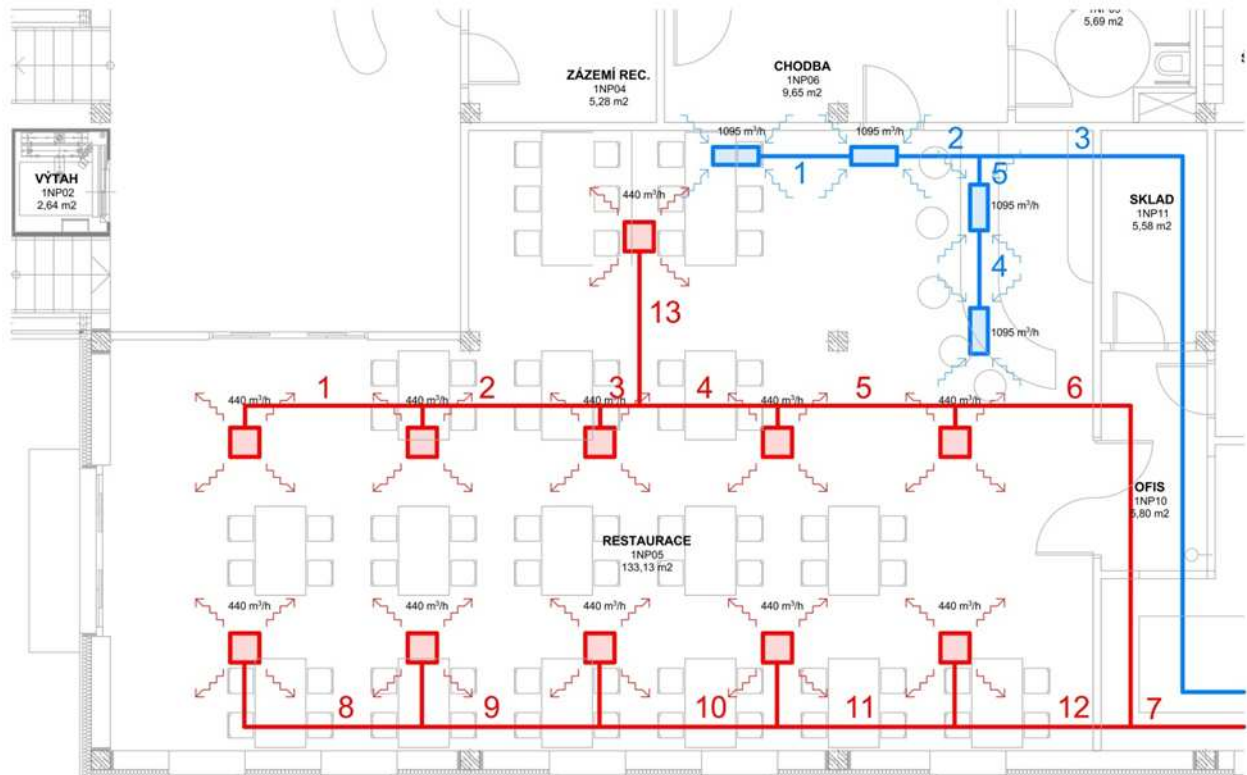


Obr. 34: Graf akustických výkonů a tlakových ztrát



Obr. 35: Simulace proudění vzduchu v restauraci

2.4. Návrh potrubní sítě



Obr. 36: Návrh potrubní sítě v restauraci

2.5. Dimenzování potrubí

Tab. 8 Dimenzování potrubí restaurace

Dimenzování základního okruhu přívodního potrubí

Č.	V	l	W'	S'	d'	AXB	dr	W	R	I*R	ξ	Z	I*R+Z	
1	0,122	3,3	3,2	0,038	220	250x250	250	2,45	0,78	2,574	1,2	3,04659	5,62059	
2	0,244	2,8	3,4	0,072	302	400x250	300	3,41	1,12	3,136	0,9	4,40769	7,54369	
3	0,366	2,8	3,6	0,102	360	400x315	350	3,75	0,82	2,296	0,9	5,35311	7,64911	
4	0,488	2,8	3,8	0,128	404	500x315	400	3,83	0,71	1,988	0,9	5,57848	7,56648	
5	0,610	2,8	4	0,153	441	630x315	425	4,24	0,54	1,512	0,9	6,83943	8,35143	
6	0,732	7,8	4,5	0,163	455	800x315	450	4,54	0,86	6,708	1,1	9,57719	16,2852	
7	1,343	10,5	4,8	0,28	597	800x500	600	4,69	0,79	8,295	2,3	21,3279	29,6229	
													82,6394	
Tlaková ztráta vyústky 35 kPa													+	35
													117,639	

8	0,122	3,3	3,2	0,038	220	250x250	250	2,45	0,78	2,574	1,2	3,04659	5,62059
9	0,244	2,8	3,4	0,072	302	400x250	300	3,41	1,12	3,136	0,9	4,40769	7,54369
10	0,366	2,8	3,6	0,102	360	400x315	350	3,75	0,82	2,296	0,9	5,35311	7,64911
11	0,488	2,8	3,8	0,128	404	500x315	400	3,83	0,71	1,988	0,9	5,57848	7,56648
12	0,610	2,8	4	0,153	441	630x315	425	4,24	0,54	1,512	0,9	6,83943	8,35143
13	0,122	2,4	3,2	0,038	220	250x250	250	2,45	0,86	2,064	1,3	3,30047	5,36447

Dimenzování základního okruhu odvodního potrubí

Č.	V	l	W'	S'	d'	AXB	dr	W	R	I*R	ξ	Z	I*R+Z	
1	0,304	2	4	0,076	311	400x250	300	4,24	0,78	1,56	0,6	4,56128	6,12128	
2	0,608	1,3	4,5	0,135	415	500x315	400	4,78	1,12	1,456	0,6	5,77287	7,22887	
3	1,217	19,7	5	0,243	557	1000x400	550	5,06	0,82	16,154	2,5	26,9615	43,1155	
													56,4656	
Tlaková ztráta vyústky 4 kPa													+	4
													60,4656	

4	0,304	1,9	2,85	0,107	369	400x250	300	4,24	0,78	1,482	0,6	4,56128	6,04328
5	0,608	1	3	0,203	508	500x315	400	4,78	1,12	1,12	0,6	5,77287	6,89287

2.6. Návrh strojovny

Centrální vzduchotechnická jednotka s deskovým rekuperátorem je umístěna ve strojovně vzduchotechniky v prvním podzemním podlaží. Nasávání čerstvého vzduchu a výfuk znehodnoceného vzduchu je řešen tak, aby nedošlo ke zpětnému nasátí znehodnoceného vzduchu do vzduchotechnické jednotky. Provedení jednotky bude z pozinkovaného plechu. Jednotka bude umístěna do suterénu přes výtah automatického parkovacího systému. Jednotka bude upevněna na ocelovém rámu.

Jednotka je sestavena z tlumící vložky, uzavírací klapky, filtru, deskového rekuperačního výměníku, sekce chladiče a eliminátoru, sekce ohřivače, sekce ventilátoru a tlumící vložky pro přívod vzduchu. Dále ze sekce ventilátoru, sekce eliminátoru, deskového rekuperátoru, sekce tlumiče hluku, sekce filtru, uzavírací klapky a tlumící vložky pro odvod vzduchu. Jednotka z důvodů malých rozměrů strojovny neobsahuje tlumiče hluku ani sekci parního zvlhčovače. Tlumiče hluku budou umístěny v potrubí a bude navržen parní zvlhčovač do potrubí.

Návrh vzduchotechnické jednotky je v příloze P4.

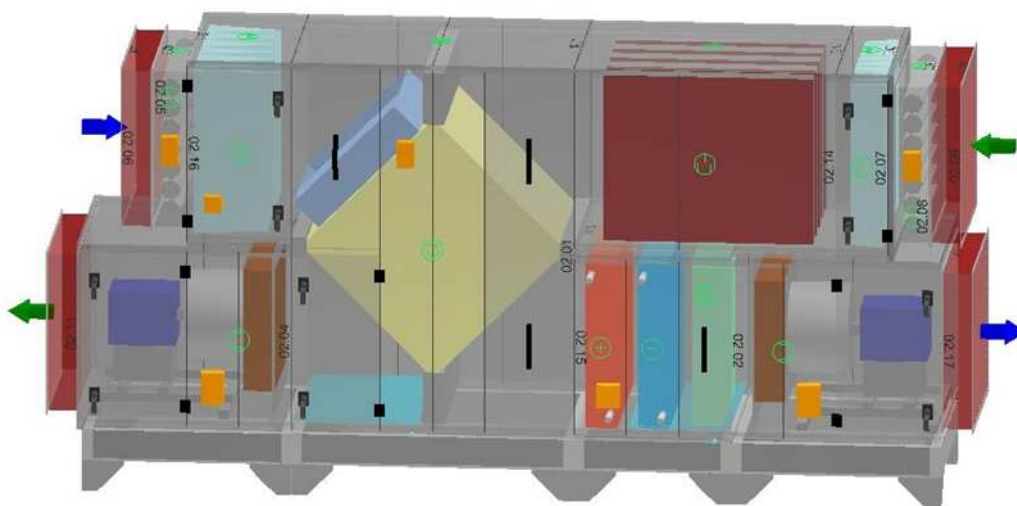
Vzduchotechnická jednotka je navržena ve výpočetním programu AEROCAD.

Přívod vzduchu: $V_p = 4\,380\text{ m}^3/\text{h}$

$\Delta p = 117,6\text{ kPa}$

Odvod vzduchu: $V_o = 4\,380\text{ m}^3/\text{h}$

$\Delta p = 60,5\text{ kPa}$



Obr. 37 Vzduchotechnická jednotka pro restauraci

2.7. Návrh parního zvlhčovače - zvlhčovač do potrubí

V zimním období s nízkými venkovními teplotami je zapotřebí vzduch před přívodem do klimatizované místnosti nejprve ohřát na požadovanou teplotu. Ohřev se děje za konstantní měrné vlhkosti. Ta se u venkovního vzduchu v zimě pohybuje okolo 1 g/kg. Při ohřevu na teplotu 21 °C se docílí relativní vlhkosti vzduchu, cca 10 až 15 %. Pokud není v klimatizovaném prostoru velký zdroj produkce páry, dochází v místnosti k vysušování vzduchu. Při nízké hodnotě relativní vlhkosti vzduchu dochází u člověka ke snížení pocitu pohody vlivem vysychání dýchacích cest. Relativní vlhkost by se tedy neměla pohybovat pod 30 %.

S cílem předejít tomuto problému se provádí v jednotce či v potrubí vlhčení. Vzduch lze vlhčit dvěma způsoby. První možností je vlhčení vzduchu vodou v hladinových, blánových, rozstříkovacích, rozprašovacích a ultrazvukových zvlhčovačích. Vlhčení vzduchu vodou je děj adiabatický. Druhým způsobem je vlhčení vzduchu sterilní a bezzápachovou parou, přičemž páru je možné získat z parovodního rozvodu nebo z vlastního zdroje. V tomto případě se jedná o děj izotermický.

Jelikož se v budově nenachází zdroj hygienicky nezávadné páry, je navržen vlastní zdroj páry. Parní zvlhčovače je možné rozlišit:

- Parní zvlhčovač s elektrodovým vyvíječem páry. Ohřev vody je založen na vodivosti vody, která umožňuje průchod proudu mezi elektrodami. Regulace množství páry se provádí změnou hloubky ponoření elektrod.

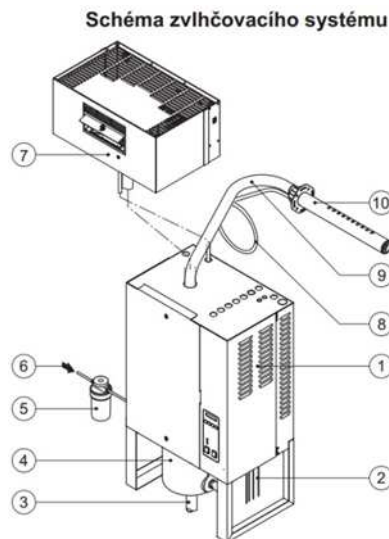
- Parní zvlhčovač s odporovým vyvíječem páry. Není závislý na kvalitě vody. Odstraňování vodního kamene se děje v důsledku teplotní roztažnosti.

Vzhledem k tvrdší vodě v Brně je zvolen odporový parní zvlhčovač Defensor Mk5, u kterého tvrdost vody neovlivňuje jeho výkon. Parní zvlhčovač musí být schopen dodat 35 kg/hod páry do vzduchu. Při návrhu se vychází z katalogových listů firmy Flair.

Vstupní hodnoty:

Parní výkon: 35 kg/h

Předpokládané umístění bude ve strojovně vzduchotechniky v prvním podzemním podlaží.



- 1 parní zvlhčovač
- 2 připojení elektrického napájení
- 3 vypouštění vody
- 4 sběrná nádrž minerálního sedimentu (pouze u jednotek pro provoz s neupravenou pitnou vodou)
- 5 filtrační ventil (volitelná položka "Z261")
- 6 přívod vody (není součástí dodávky)
- 7 ventilační nástavec (příslušenství "FAN...")
- 8 kondenzační hadice (příslušenství "KS10")
- 9 parní hadice (příslušenství "Z10")
- 10 parní distribuční trubice (příslušenství "81-...")

Obr. 38 Parní zvlhčovač Defensor Mk5

Tab. 9 Tabulka výkonů parního zvlhčovače Defensor Mk5

Defensor Mk5 Visual .../Process...											Topné napětí
malá				velká				Zdvojená jednotka velká			
5	8	10	16	20	24	30	40	50 ¹⁾	60 ¹⁾	80 ¹⁾	
max. parní výkon v kg/h											
5,0	8,0	10,0	16,0	20,0	24,0	30,0	40,0	50,0	60,0	80,0	400V/3~/50...60Hz
4,6	7,3	9,0	14,6	18,0	21,9	27,0	36,2	45,0	54,0	72,4	220V/3~/50...60Hz
5,1	8,4	10,3	16,7	20,6	25,1	30,6	41,5	51,2	61,2	83,0	415V/3~/50...60Hz
5,1	8,7	10,3	—	—	—	—	—	—	—	—	240V/1N~/50...60Hz
5,1	8,0	10,0	—	—	—	—	—	—	—	—	230V/1N~/50...60Hz
3,9	5,8	7,1	11,6	14,3	17,4	21,5	28,8	35,6	43,0	57,6	200V/3~/50...60Hz

Parní distribuční trubice bude umístěna v přívodním vodorovném potrubí.

3. Návrh vzduchotechnického zařízení č. 2

Vstupní hodnoty pro výpočet

Celková tepelná zátěž:	$Q_L = 500 - 1770 \text{ W}$
Celkové vodní zisky:	$M_w = \text{zanedbáno}$
Počet osob:	2
Požadovaná teplota vzduchu a vlhkost v létě:	$t_{il} = 26 \text{ °C}, \varphi_{il} = 50$
Požadovaná teplota vzduchu a vlhkost v zimě:	$t_{iz} = 20 \text{ °C}, \varphi_{iz} = 50 \%$
Teplota venkovního vzduchu v létě:	$t_{el} = 29 \text{ °C}$
Teplota venkovního vzduchu v zimě:	$t_{ez} = -12 \text{ °C}$
Rozdíl teplot v létě:	$\Delta t_{kl} = 6 - 8 \text{ K.}$
Střední teplota chladiče vzduchotechnické jednotky:	9 °C
Střední teplota chladiče indukční jednotky:	15 °C
Dávka venkovního vzduchu na osobu:	50 m ³ /h

3.1. Návrh indukčních jednotek

V každém hotelovém pokoji je navržena jedna podstropní indukční jednotka, která bude zajišťovat jak přívod větracího vzduchu tak i odvedení tepelné zátěže. Předpokládaný indukční poměr je 1:5. Vodní zisky se zanedbají. Navržené indukční jednotky jsou od firmy Lindab, řada Premax. Indukční jednotky budou v délkách 1,2 m, 1,8 m a 2,4 m.

3.1.1. Letní provoz

V letním období bude do indukční jednotky přiváděn větrací vzduch ze vzduchotechnické jednotky o teplotě 18 °C. Chladicí voda indukční jednotky má teplotní spád 14/17 °C.

Průtok venkovního vzduchu

$$V_e = n \cdot y = 2 \cdot 50 = 100 \text{ m}^3/\text{h} = 0,028 \text{ m}^3/\text{h}$$

Průtok primárního vzduchu volím vyšší. Bude sloužit i jako úhrada při nuceném větrání hygienických zařízení.

$$V_{pr} = 120 \text{ m}^3/\text{h} = 0,033 \text{ m}^3/\text{h}$$

Chladicí výkon primárního vzduchu

$$Q_{pr} = c \cdot \rho \cdot \Delta t \cdot V_{pr} = 1010 \cdot 1,2 \cdot 8 \cdot 0,033 = 320 \text{ W}$$

Chladicí výkon sekundárního vzduchu je jiný pro každou jednotku. Další návrh indukčních jednotek byl proveden ve výpočtovém programu LindQST.

Návrh indukční jednotky Premax délky 2,4 m pro místnosti ložnice 03, ložnice 04, ložnice 05, ložnice 07 je uveden níže. Návrh indukční jednotky Premax délky 1,2 a 1,8 m je uveden v příloze P11.

Supply air beam

Premax

Název projektu

LindQST výsledný report: 2012-12-06



Popis

Premax je nejvýkonnější Lindab indukční jednotka, která může být použita pro chlazení, topení i přívod vzduchu. Jednotka Premax může obsahovat ventily, ovladače Regula Combi, čidlo vlhkosti, či Regula connect - propojovací kartu. Premax je plně kompatibilní se systémem eHybrid.

Premax je schopen splnit vysoké požadavky na chlazení. Délky jsou odstupňovány po 0,1m.

Premax obsahuje stejně jako jednotka Plexus systém Jet-Cone. Jde o inovativní způsob ovládání a regulace množství přiváděného vzduchu. Množství vzduchu lze měnit bez obavy vysokého ovlivnění tlaku a hluku v systému. S novým nastavitelným AirGuide systémem je provádění změn a výfukového rozptylu jednodušší než kdykoliv předtím.

Objednávací kód:

Premax I-60-15-125-A1-2.4

Množství primárního vzduchu	33.4 l/s
Podíl Primárního vzduchu (total)	33.4 l/s
Pokles stat. tlaku na tryskách	60 Pa
Průvodce	

Vybrané parametry

Požadavky:		Chlazení
Teplota v místnosti	tr	26 °C
Teplotní gradient v místnosti	tg	0 K
Teplota primárního vzduchu	tai	18 °C
Teplota přívodní vody	twi	14 °C
Teplotní spád - vodní okruh	tw	3 K
Množství primárního vzduchu	qa	120.2 m ³ /h
Pokles stat. tlaku na tryskách	Δpstat	60 Pa
Výsledky:		
Počet požadovaných jednotek		1
Teplotní rozdíl mezi teplotou v místnosti a průměrnou teplotou vody	Δtrw	10.50 K
Jmenovitý výkon vody při 0.038 l/s	Pnom	1260 W
Průtok vody	qw	0.106 l/s
Zkorigovaný výkon vody	Pw	1323 W
Výkon vzduchu	Pa	321 W
Celkový výkon	P	1644 W
Tlaková ztráta potrubí	Δpw	6.2 kPa
Hladina akustického výkonu	Lwa	21 dB(A)
Přidaná tlak. ztráta v připojení	Δpa	1 Pa
Celková tlaková ztráta v potrubí	Δpt	61 Pa
Množství vzduchu / aktivní metr		57.2 m ³ /h/m
Výkon vody / aktivní metr		630 W/m
Indukční poměr		5.4
Indukovaný vzduch (sekundární)		646 m ³ /h
Množství smíšeného vzduchu		766.0 m ³ /h
Smíšená teplota vzduchu		20 °C

3.1.2. Zimní provoz

V zimním období indukční jednotky zajistí pouze přívod větracího vzduchu. Průtok primárního vzduchu bude stejný jako v letním období $V_{pr} = 120 \text{ m}^3/\text{h} = 0,033 \text{ m}^3/\text{h}$. Teplota přiváděného vzduchu je $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Vytápění ložnic i hygienických zařízení zajistí podlahové vytápění.

Tab. 10 Přehled návrhu indukčních jednotek v jednotlivých místnostech

Číslo místnosti	Účel místnosti	$Q_{or+ok+s}$	Q_{LI}	Q_E	Q_{CELKEM}	Průtok [m ³ /h]	Výkon jednotky [W]	Rozměr jednotky [m]	L_{WA} [dB]
		[W]	[W]	[W]	[W]				
3NP04	Ložnice 01	1032	124	140	1296	120	1329	1,8 x 0,6 x 0,2	22
3NP07	Ložnice 02	638	124	140	902	120	926	1,2 x 0,6 x 0,2	22
3NP10	Ložnice 03	1251	124	140	1515	120	1644	2,4 x 0,6 x 0,2	21
3NP13	Ložnice 04	1251	124	140	1515	120	1644	2,4 x 0,6 x 0,2	21
3NP16	Ložnice 05	1251	124	140	1515	120	1644	2,4 x 0,6 x 0,2	21
3NP19	Ložnice 06	639	124	140	903	120	926	1,2 x 0,6 x 0,2	22
3NP22	Ložnice 07	1225	124	140	1489	120	1644	2,4 x 0,6 x 0,2	21
3NP25	Ložnice 08	630	124	140	894	120	926	1,2 x 0,6 x 0,2	22
3NP28	Ložnice 09	161	124	140	425	120	926	1,2 x 0,6 x 0,2	21
3NP31	Ložnice 10	630	124	140	894	120	926	1,2 x 0,6 x 0,2	22
3NP34	Ložnice 11	421	124	140	685	120	926	1,2 x 0,6 x 0,2	22
3NP37	Ložnice 12	584	124	140	848	120	926	1,2 x 0,6 x 0,2	22
4NP04	Ložnice 13	758	124	140	1022	120	1329	1,8 x 0,6 x 0,2	22
4NP07	Ložnice 14	524	124	140	788	120	926	1,2 x 0,6 x 0,2	22
4NP10	Ložnice 15	1505	124	140	1769	120	1806	3 x 0,6 x 0,2	21
4NP13	Ložnice 16	1505	124	140	1769	120	1806	3 x 0,6 x 0,2	21
4NP16	Ložnice 17	1505	124	140	1769	120	1806	3 x 0,6 x 0,2	21
4NP19	Ložnice 18	524	124	140	788	120	926	1,2 x 0,6 x 0,2	22
4NP22	Ložnice 19	792	124	140	1056	120	1329	1,8 x 0,6 x 0,2	22
4NP25	Ložnice 20	824	124	140	1088	120	1329	1,8 x 0,6 x 0,2	22
4NP28	Ložnice 21	235	124	140	499	120	926	1,2 x 0,6 x 0,2	22
4NP31	Ložnice 22	824	124	140	1088	120	1329	1,8 x 0,6 x 0,2	22
4NP34	Ložnice 23	824	124	140	1088	120	1329	1,8 x 0,6 x 0,2	22
4NP37	Ložnice 24a	325	124	140	589	120	926	1,2 x 0,6 x 0,2	22
4NP38	Ložnice 24b	325	124	140	589	120	926	1,2 x 0,6 x 0,2	22

3.2. Návrh koncových elementů pro odvod vzduchu z hygienických místností

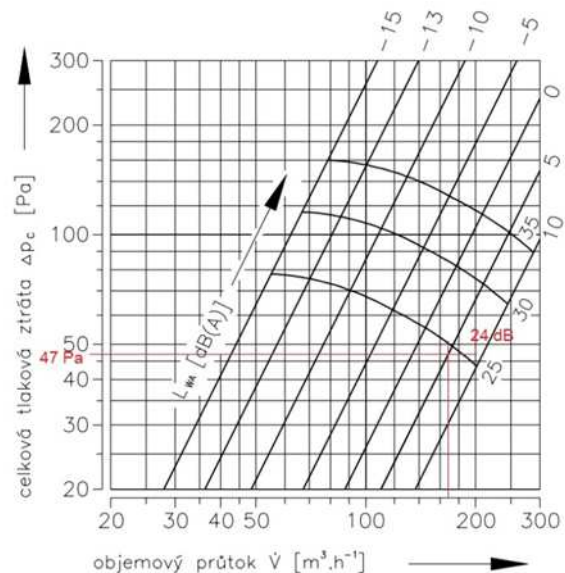
Odvod vzduchu VZT zařízení č. 2 je navržen tak, aby odvodní vzduch sloužil i k odvětrání hygienických místností přináležejících ke každému pokoji hostů. Je navržen ústřední odvod vzduchu, jenž se pomocí dílčích větví odvede do strojovny. Koncovými prvky jsou talířové ventily osazené v hygienických místnostech příslušející k jednotlivým pokojům. Talířové ventily budou umístěny v podhledové konstrukci a budou připojeny k větvi pomocí ohebných Al hadic.

Objemový průtok vzduchu je určen podle dávky vzduchu uvedené v kapitole 4.2 v části analýza tématu. Úhrada vzduchu bude z okolních místností přes větrací mřížky. Do okolních místností je záměrně přiváděno více venkovního vzduchu.

Návrh ventilu vychází z objemového průtoku vzduchu $V_o = 170 \text{ m}^3/\text{h}$ (WC, umyvadlo, sprcha)



Obr. 39 Talířový ventil TVOM



Obr. 40 Diagram pro TVOM 150

Návrh

- talířový ventil TVOM 150, 1 ks
- $V_p = 150 \text{ m}^3/\text{h}$, $s = 5 \text{ mm}$
- $\Delta p_c = 47 \text{ Pa}$
- $L_{WA} = 24 \text{ dB}$

3.3. Úpravy vzduchu VZT zařízení č. 2

Teplota primárního vzduchu: $t_{ai} = 18 \text{ °C}$

Teplota chladicí přívodní vody: $t_{wi} = 14 \text{ °C}$

Teplotní spád chladicí vody: $\Delta t_w = 3 \text{ °C}$

Pokles tlaku vzduchu na tryskách jednotek: $\Delta p_{sat} = 60 \text{ Pa}$

Odvhlčení vzduchu (rozdíl měrných vlhkostí)

$$\Delta x = \frac{M_w}{\rho \cdot V_p} = \frac{0,05}{1,2 \cdot 0,4} = 0,1 \text{ g/kg} \quad \longrightarrow \quad \text{můžeme zanedbat}$$

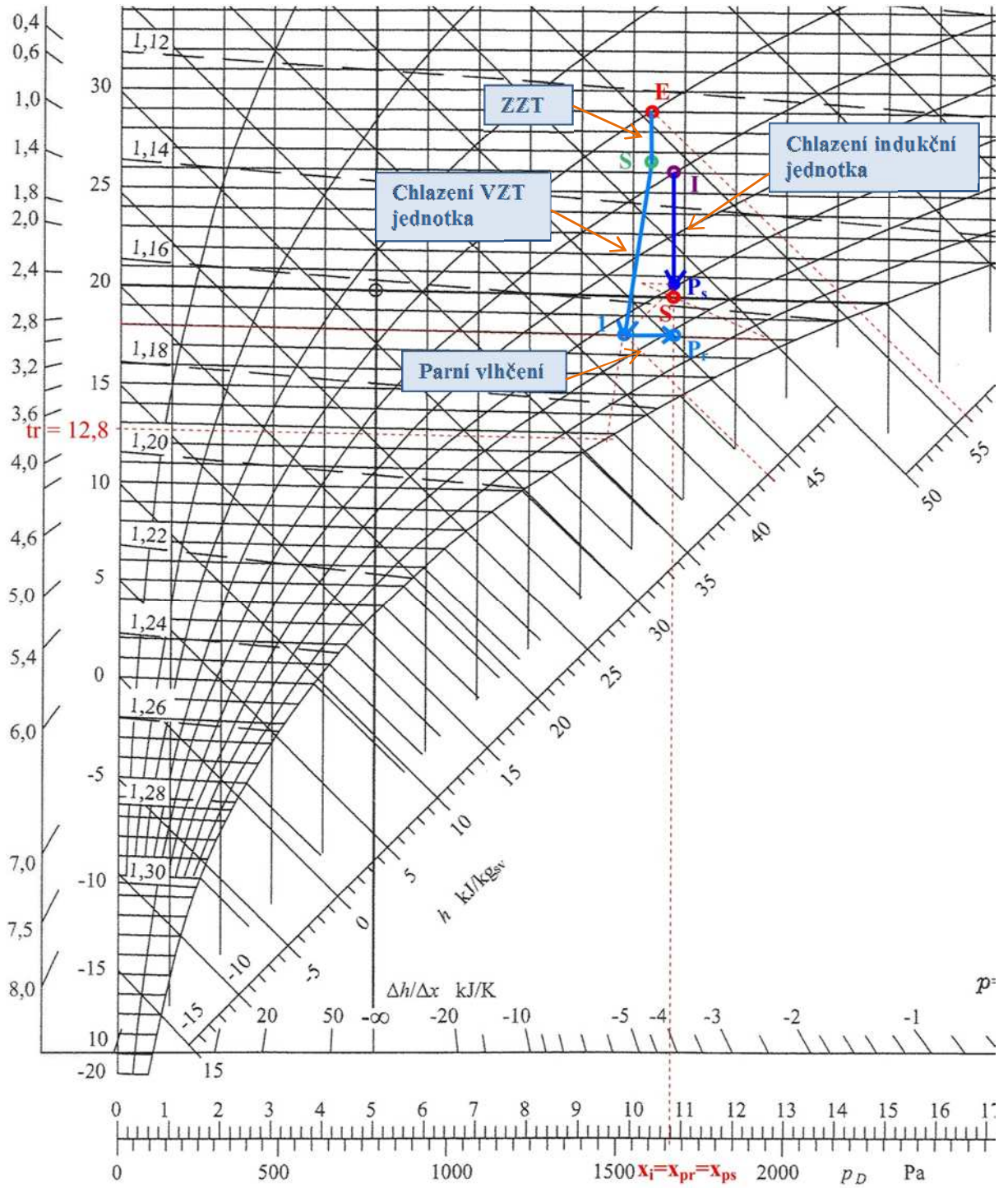
Tab. 11 Hodnoty veličin úprav vzduchu v letním období VZT zařízení č. 2

Řešené veličiny	Vzduch	Index	t	x	h	φ
			[°C]	[g/kg]	[kJ/kg]	[%]
Vstupní veličiny	Vnitřní	i	26	10,8	53,7	50
	Venkovní	e	29	10,3	55,5	40
Výstupní hledané	ZZT	S	26,5	10,3	52,5	45,5
	Ochlazený	1	18	9,8	43	74
	Vlhčení	P	18	10,7	51	81
	Průměrná teplota chladiče					9 °C
	Teplota rosného bodu					12,8 °C
	Chladicí výkon					4,2 kW
	Kondenzace					0,5 kg/h
	Množství přidané páry					1,7 kg/h

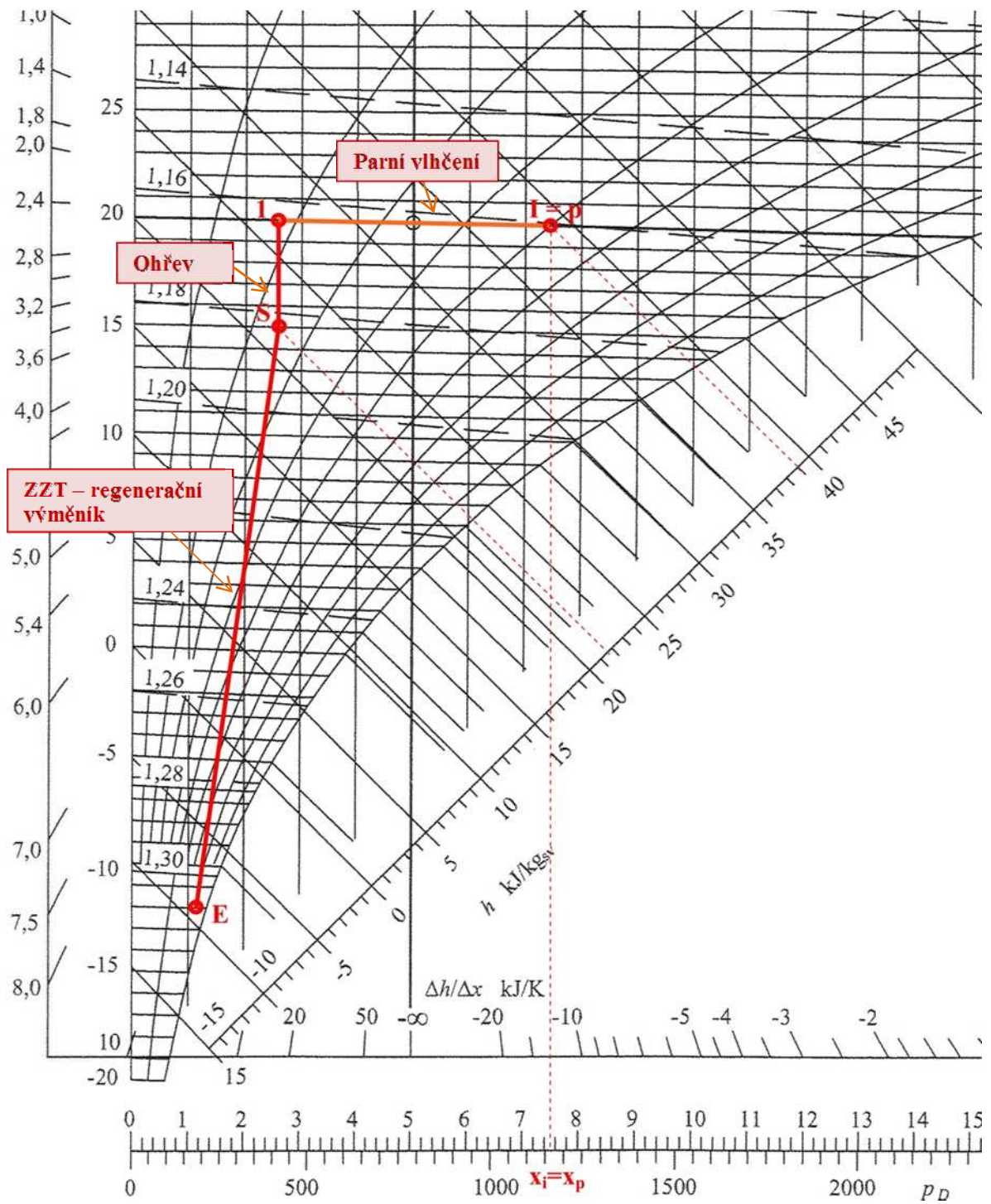
Tab. 12 Hodnoty veličin úprav vzduchu v zimním období VZT zařízení č. 2

Řešené veličiny	Vzduch	Index	t	x	h	φ
			[°C]	[g/kg]	[kJ/kg]	[%]
Vstupní veličiny	Vnitřní	i	20	7,5	39,1	50
	Venkovní	e	-12	1,1	-9,4	80
Výstupní hledané	ZZT	S	15	2,6	21,8	23,8
	Ohřev	1	20	1,1	27	17
	Vlhčení	P	20	7,5	39	50
	Tepelný výkon					2,4 kW
Množství přidané páry					12 kg/h	

Hx – diagram pro léto

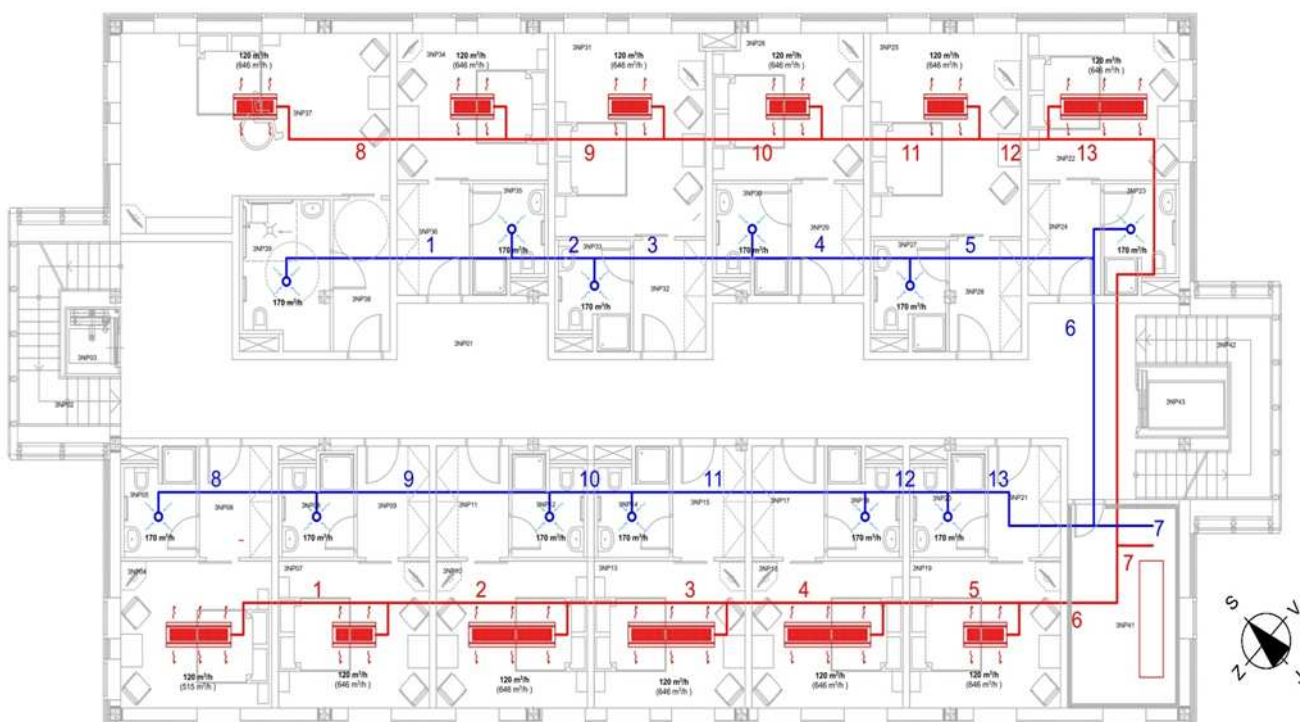


Hx – diagram pro zimu



3.4. Návrh distribuční sítě

Potrubní síť jsem rozdělil na dvě části – severovýchodní a jihozápadní. Každá z větví bude mít na přívodním i odvodním potrubí uzavírací klapku. Ta se bude otevírat nebo zavírat v závislosti na obsazenosti pokojů. Ventilátory vzduchotechnické jednotky budou regulovat svůj průtok pomocí frekvenčního měniče. Dalším důvodem rozdělení na dvě větve byl omezený prostor v pohledové konstrukci.



Obr. 41 Návrh potrubní sítě

3.5. Dimenzování potrubí

Tab. 13 Tabulka dimenzování potrubí

Dimenzování základního okruhu přívodního potrubí

Č.	V	l	W'	S'	d'	AXB	dr	W	R	I*R	ξ	Z	I*R+Z	
1	0,033	4,7	2,85	0,012	121	125x125	122	2,79	0,78	3,666	1,2	3,93046	7,59646	
2	0,067	5	3	0,022	169	250x125	165	3,09	1,12	5,6	0,9	3,63187	9,23187	
3	0,1	4,5	3,5	0,029	191	250x160	190	3,48	0,82	3,69	0,9	4,60152	8,29152	
4	0,133	4,4	3,5	0,038	220	400x160	220	3,45	0,71	3,124	0,9	4,52823	7,65223	
5	0,167	3,8	3,5	0,048	247	500x160	240	3,64	0,54	2,052	0,9	5,04085	7,09285	
6	0,2	3,2	4	0,05	252	500x160	240	4,36	0,86	2,752	1,2	9,63984	12,3918	
7	0,4	3,1	4,5	0,089	337	500x250	325	4,76	0,79	2,449	1,5	14,3335	16,7825	
													69,0392	
Tlaková ztráta indukční jednotky 60 kPa													+	60
													129,039	

8	0,033	7,2	2,85	0,012	121	125x125	122	2,79	0,78	5,616	1,2	3,93046	9,54646
9	0,067	5	3	0,022	169	250x125	165	3,09	1,12	5,6	0,9	3,63187	9,23187
10	0,1	4,5	3,5	0,029	191	250x160	190	3,48	0,82	3,69	0,9	4,60152	8,29152
11	0,133	4,4	3,5	0,038	220	400x160	220	3,45	0,71	3,124	0,9	4,52823	7,65223
12	0,167	3,8	3,5	0,048	247	500x160	240	3,64	0,54	2,052	0,9	5,04085	7,09285
13	0,2	3,2	4	0,05	252	500x160	240	4,36	0,86	2,752	1	8,0332	10,7852

Dimenzování základního okruhu odvodního potrubí

Č.	V	l	W'	S'	d'	AXB	dr	W	R	I*R	ξ	Z	I*R+Z	
1	0,047	6,2	2,85	0,017	145	160x160	160	2,32	0,78	4,836	0,6	1,36018	6,19618	
2	0,094	2,4	3	0,031	200	315x160	200	2,97	1,12	2,688	0,9	3,34278	6,03078	
3	0,142	4,5	3,5	0,04	227	500x160	240	3,09	0,82	3,69	0,9	3,62715	7,31715	
4	0,189	4,3	3,5	0,054	262	500x200	280	3,03	0,71	3,053	0,9	3,48061	6,53361	
5	0,236	5,1	3,5	0,067	293	630x200	300	3,30	0,54	2,754	0,9	4,12689	6,88089	
6	0,283	6,5	4	0,071	300	630x200	300	3,96	0,86	5,59	1,1	7,26333	12,8533	
7	0,5666	2,8	4	0,142	425	630x315	425	3,94	0,79	2,212	1,4	9,18037	11,3924	
													57,2043	
Tlaková ztráta vyústky 47 kPa													+	47
													104,204	

8	0,033	4,4	2,85	0,012	121	160x160	160	1,62	0,78	3,432	0,6	0,66431	4,09631
9	0,067	6,5	3	0,022	169	315x160	200	2,10	1,12	7,28	0,9	1,68246	8,96246
10	0,1	2,3	3,5	0,029	191	500x160	240	2,18	0,82	1,886	0,9	1,80747	3,69347
11	0,133	6,5	3,5	0,038	220	500x200	280	2,13	0,71	4,615	0,9	1,72579	6,34079
12	0,167	2,3	3,5	0,048	247	630x200	300	2,33	0,54	1,242	0,9	2,06473	3,30673
13	0,2	4,7	4	0,05	252	630x200	300	2,79	0,86	4,042	1,1	3,61944	7,66144

3.6. Návrh strojovny

Centrální vzduchotechnická jednotka s rotačním regeneračním výměníkem je umístěna ve strojovně vzduchotechniky ve třetím nadzemním podlaží. Strojovna je orientovaná na jihovýchod a jihozápad, což není ideální. Nasávání čerstvého vzduchu a výfuk znehodnoceného vzduchu je řešen tak, aby nedošlo ke zpětnému nasátí znehodnoceného vzduchu do vzduchotechnické jednotky. Provedení jednotky bude z pozinkovaného plechu. Jednotka bude upevněna na ocelovém rámu.

Jednotka je sestavena z tlumící vložky, uzavírací klapky, filtru, rotačního regeneračního výměníku, sekce chladiče a eliminátoru, sekce ohřivače, sekce ventilátoru a tlumící vložky pro přívod vzduchu. Dále sestavu tvoří sekce ventilátoru, sekce eliminátoru, rotačního regeneračního výměníku, sekce filtru, uzavírací klapky a tlumící vložky pro odvod vzduchu. Jednotka z důvodů malých rozměrů strojovny neobsahuje tlumiče hluku ani sekci parního zvlhčovače. Tlumiče hluku budou umístěny v potrubí a bude navržen parní zvlhčovač do potrubí.

Návrh vzduchotechnické jednotky je v příloze P5.

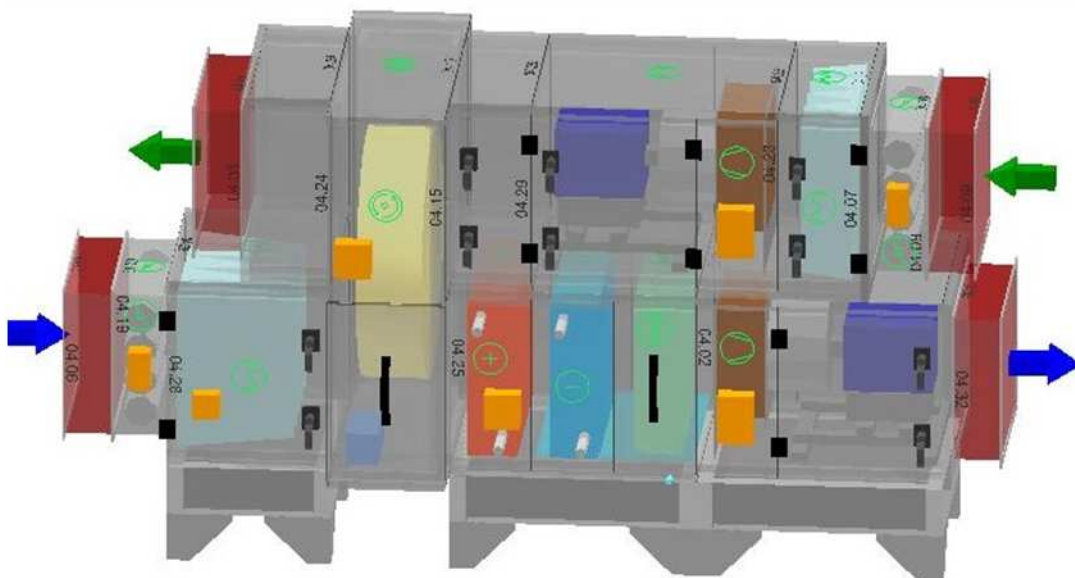
Vzduchotechnická jednotka je navržena ve výpočetním programu AEROCAD.

Přívod vzduchu: $V_p = 1\,440\text{ m}^3/\text{h}$

$\Delta p = 130\text{ kPa}$

Odvod vzduchu: $V_o = 2\,040\text{ m}^3/\text{h}$

$\Delta p = 105\text{ kPa}$



Obr. 42 Vzduchotechnická jednotka pro hotelové pokoje v 3NP

3.7. Návrh parního zvlhčovače


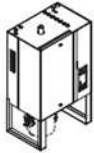
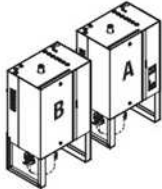
Vzhledem k tvrdší vodě v Brně je zvolen odporový parní zvlhčovač Defensor Mk5, u kterého tvrdost vody neovlivňuje jeho výkon. Parní zvlhčovač musí být schopen dodat 12 kg/hod páry do vzduchu. Při návrhu se vychází z katalogových listů firmy Flair.

Vstupní hodnoty:

Parní výkon: 12 kg/h

Předpokládané umístění bude na stěně ve strojovně vzduchotechniky ve 3NP.

Tab. 9 Tabulka výkonů parního zvlhčovače Defensor Mk5

Defensor Mk5 Visual .../Process...											Topné napětí
											
malá				velká				Zdvojená jednotka velká			
5	8	10	16	20	24	30	40	50 ¹⁾	60 ¹⁾	80 ¹⁾	
max. parní výkon v kg/h											
5,0	8,0	10,0	16,0	20,0	24,0	30,0	40,0	50,0	60,0	80,0	400V/3~/50...60Hz
4,6	7,3	9,0	14,6	18,0	21,9	27,0	36,2	45,0	54,0	72,4	220V/3~/50...60Hz
5,1	8,4	10,3	16,7	20,6	25,1	30,6	41,5	51,2	61,2	83,0	415V/3~/50...60Hz
5,1	8,7	10,3	—	—	—	—	—	—	—	—	240V/1N~/50...60Hz
5,1	8,0	10,0	—	—	—	—	—	—	—	—	230V/1N~/50...60Hz
3,9	5,8	7,1	11,6	14,3	17,4	21,5	28,8	35,6	43,0	57,6	200V/3~/50...60Hz

Parní distribuční trubice bude umístěna v přívodním svislém potrubí ve strojovně vzduchotechniky.

3.8. Útlum hluku

Výpočet útlumu hluku se řídí nařízením vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

3.8.1. Útlum hluku do vnějšího prostředí

Vstupní hodnoty řešení: přípustná hodnota: 40 dB

Korekce: 0dB

Přívodní ventilátor: $L_{wa} = 66$ dB

Odvodní ventilátor: $L_{wa} = 71$ dB

Směrový činitel: $Q = 2$

Vzdálenost od počítaným bodem: 20 m

$$L_B = L_{wa} - L_r = L_{wa} + 10 \cdot \log\left(\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot r^2}\right) = 71 + 10 \cdot \log\left(\frac{2}{4 \cdot \pi \cdot 20^2}\right) = 37 \text{ dB}$$

Předepsaná hodnota hladiny akustického hluku v místě B $L_{N,B} = 40$ dB (A)

$$L_B < L_{N,B}$$

37 dB (A) < 40 dB (A)

3.8.2. Útlum hluku do vnitřního prostředí – přívodní potrubí

Vstupní hodnoty řešení: základní hodnota: 40 dB

korekce: -10 dB pro hotelové pokoje a noc (snížení hodnoty z důvodů zvýšení komfortu pokojů) dle NV č. 272/2011 Sb. je korekce pro hotelové pokoje a noc 0 dB

Pohltivá plocha místnosti: $S = 82$ m²

Poměrná pohltivost: 0,4

Směrový činitel: $Q = 2$

Maximální přípustná hodnota $L_{P,A} = 30$ dB je celkem nízká, proto bude nutné navrhnout tlumiče hluku do přívodního potrubí.

Návrh tlumiče hluku přívodní potrubí

Rozměr potrubí: 0,5 x 0,25 m

Průtok vzduchu: $V_p = 1440$ m³/h

Pro správnou funkci tlumiče hluku musí být rychlost vzduchu vztahná k obrysovým rozměrům maximálně 4 m/s.

Rychlost vzduchu v potrubí

$$v = \frac{1440/3600}{0,5 \cdot 0,25} = 3,2 \text{ m/s} < 4 \text{ m/s}$$



Rozměr je dostačující

Je navržen kulisový tlumič hluku

- rozměr tlumiče: 500 x 250 mm
- počet tlumicích vložek: 3
- šířka vložek: 100 mm
- vzdálenost mezi vložkami: 67 mm
- délka tlumiče: 0,5 m

Tab. 14 Útlum tlumiče hluku

		Vložný útlum [dB]						
		f_m [Hz]	s [mm]					
		40	50	60	70	80	90	100
= 500 mm	63	2	1	1	1	0	0	0
	125	5	4	3	3	2	2	2
	250	11	9	8	7	6	6	5
	500	15	13	12	10	9	9	8
	1 K	21	19	17	15	13	12	11
	2 K	23	19	17	15	14	13	12
	4 K	16	15	14	12	11	10	9
	8 K	16	13	12	10	8	7	6

3.8.3. Útlum hluku do vnitřního prostředí – odvodní potrubí

- Vstupní hodnoty řešení: základní hodnota: 40 dB
- korekce: +10 dB pro hygienické zařízení
- Pohltivá plocha místnosti: $S = 48 \text{ m}^2$
- Poměrná pohltivost: 0,2
- Směrový činitel: $Q = 2$

Tab. 15 Útlum hluku do vnitřního prostředí - přívod vzduchu

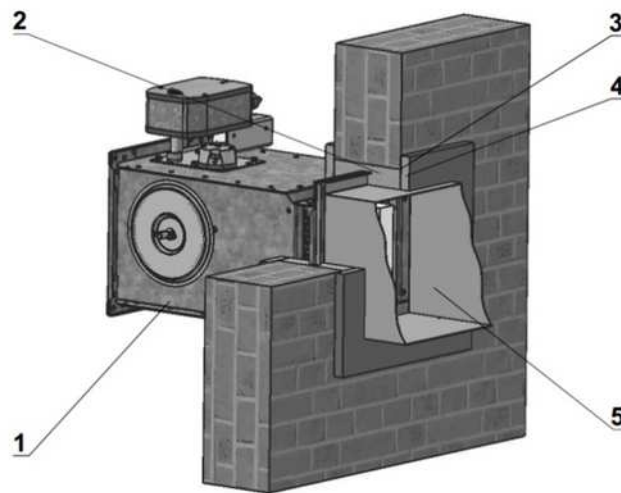
ozn.	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech										VZT zařízení 2
	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech										
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	výpočet	
ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI											
L_{vv}											
L_{vv}	41	56	68	74	74	71	67	60	79	podklady výrobce	
K_a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	podklady výrobce /pokud není, zapíšeme 0/	
L_{vv}	41	56	68	74	74	71	67	60	79		
D_p											
Přirozený útlum											
	4	4	3	2	1	1	1	1			
	0	0	0	4	8	12	12	12			
	0	0	0	1	2	3	3	3			
	3	3	3	3	3	3	3	3			
	11,5	18	25	20,5	16	12	15	9			
	6	4	2	1	0	0	0	0			
	1	3	8	12	17	17	14	12			útlum hluku v potrubí (čtyřhraný nebo kruhový), umístěný co nejlépe ventilátoru
L_{v1}	16	24	27	31	27	23	19	20	34		
L_{vy}									22	údaj výrobce z úlohy nucené větrání, distribuce vzduchu	
K							počet výústek:	1	0	Zohlední se vliv dalších (stejně hlucných) výústek v místnosti (na stejném potrubí - přívod nebo odvod)	
L_s									35	hladina akustického výkonu zdrojů v místnosti - vliv více zdrojů a vlastního hluku výústky	
Q									2	nabývá hodnoty 2 až 8 podle umístění výústky v prostoru	
r									1	nejmenší vzdálenost mezi výústkou a osobami v místnosti	
A							pohltivost (-)	0,4	33	poměrná pohltivost povrchů místnosti (tab.)	
L_{s0}									29	Hodnota, která se posuzuje s hygienickými předpisy	
L_{pA}									30	Směrodatné hodnoty určuje nařízení vlády o ochraně před hlukem a vibracemi	

Tab. 16 Útlum hluku do vnitřního prostředí - přívod vzduchu

ozn.	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktafóvých pásmech										VZT zařízení 2	
	šíření hluku od ventilátoru do místnosti	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina		výpočet
	frekvence (Hz)											
L_{wv}	Hluk ventilátoru											
L_{wv}	Hladina akustického výkonu ventilátoru	39	53	64	70	68	64	60	52	74	podklady výrobce	
K_n	Hladina akustického výkonu zdroje 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	podklady výrobce /pokud není, zapíšeme 0/	
L_{wv}	součet	39	53	64	70	68	64	60	52	74		
D_p	Přirozený útlum											
	Rovné potrubí (5,6 m)	2	2	1	1	1	1	1	1			
	Oblouky (6 ks)	0	0	0	6	12	18	18	18			
	Rozbočka	2	2	2	2	2	2	2	2			
	Odbočka k výústce	3	3	3	3	3	3	3	3			
	Ohebné zvukově izolační potrubí (150 mm)	10,5	17,5	23	19	15	11	14	8,5			
	Útlum koncovým odrazem	5	3	2	1	0	0	0	0			
	útlum tlumič hluku 1										tlumič hluku v potrubí (čtyřhranný nebo kruhový), umístěný co nejlíže ventilátoru	
L_{v1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	16	26	33	38	36	30	22	20	41		
L_{vy}	Hladina akustického výkonu výústky									24	údaj výrobce z úlohy nucené větrání, distribuce vzduchu	
K	Korekce na počet výústek							počet výústek:	1	0	Zohlední se vliv dalších (stejně hlukových) výústek v místnosti (na stejném potrubí - přívod nebo odvod)	
L_s	Hladina akustického výkonu všech výústek									41	hladina akustického výkonu zdrojů v místnosti - vliv více zdrojů a vlastního hluku výústky	
Q	směrový činitel									2	nabývá hodnoty 2 až 8 podle umístění výústky v prostoru	
r	vzdálenost od výústky k posluchači									1	nejmenší vzdálenost mezi výústkou a osobami v místnosti	
A	pohltivá plocha místnosti					45	pohltivost (-)	0,2	9	9	poměrná pohltivost povrchů místnosti (tab.)	
L_{s0}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače									39	Hodnota, která se posuzuje s hygienickými předpisy	
L_{pA}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti									50	Směrodatné hodnoty určuje nařízení vlády o ochraně před hlukem a vibracemi	

4. Požární bezpečnost

Všechny prostupy vzduchotechnického potrubí požárně dělícími konstrukcemi (stěny, stropy, podlahy), tedy všechny konstrukce ohraničující požární úseky budou osazeny požárními klapkami PKTM III firmy Mandik. Požární odolnost klapek – EIS 90. Potrubí před a za požární klapkou bude opatřeno izolací z nepadno hořlavých hmot a to do vzdálenosti 500 mm.



LEGENDA:

- 1 Požární klapka PKTM III
- 2 Minerální kamenná vlna o objemové hmotnosti 140 kg/m³
- 3 Požární ochranná stěrka tl. 1 mm
- 4 Obložka z cementovápenné desky tl. 15 mm o objemové hmotnosti 870 kg/m³
- 5 Potrubí

Obr. 43 Příklad umístění požární klapky

5. Tepelná izolace potrubí

5.1. Tepelná izolace potrubí ve vnitřním prostředí

Navržená izolace bude sloužit jako tepelná, protipožární a zvuková izolace.

Pro přívodní potrubí je navrhnutá tepelná izolace Rocwool Larock 40 Als tl. 50 mm. Jsou to lamelové rohože na hliníku se samolepící úpravou.

Posouzení bylo provedeno ve výpočtovém programu firmy qpro.

Výpočtový stav okolního vzduchu

Tlak: 98.1 kPa
 Nadmožská výška: 222 m

Teplota: 26 °C
 Relativní vlhkost: 50 %
 Měrná vlhkost: 10.85 g/kg
 Typ okolního prostředí: Vnitřní klidné

Parametry potrubí a izolace

Tvaru potrubí: Kruh Obdelník

Rozměr potrubí A (Ø D): 500 mm
 Rozměr potrubí B: 160 mm
 Délka potrubí: 23 m
 Objemový průtok: 1440 m³/h
 Průměrná rychlost: 5 m/s
 Vstupní teplota v potrubí: 18 °C
 Relativní vlhkost v potrubí: 81 %
 Měrná vlhkost: 10.79 g/kg
 Typ tepelné izolace: Minerální vlna standard
 Součinitel tepelné vodivosti: 0.05 W/mK
 Tloušťka izolace: 50 mm

Výsledky výpočtu

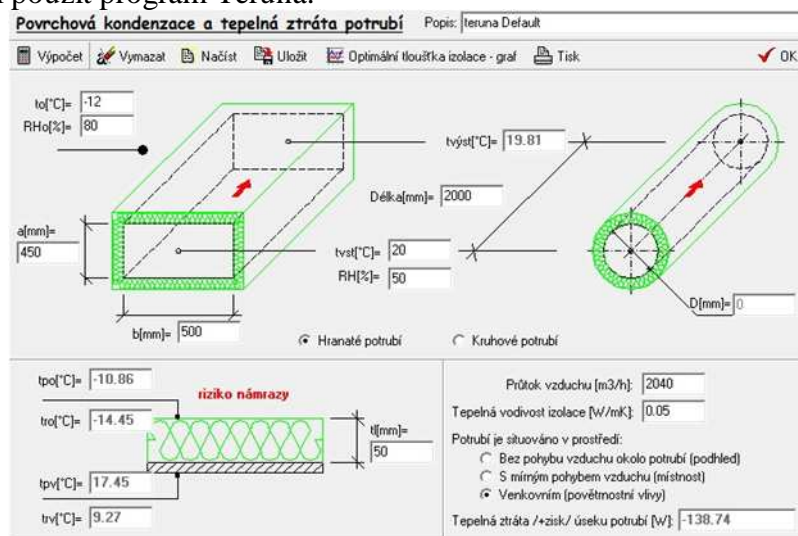
	VYPOČÍTAT	VYMAZAT
Výstupní teplota:	18.48	°C
Rosný bod:	14.77	°C
Povrchová teplota i1:	18.49	°C
Povrchová teplota i2:	18.94	°C
Povrchová teplota e1:	24.85	°C
Povrchová teplota e2:	24.92	°C
Minimální tloušťka izolace:	0	mm
Tepelná ztráta:	-226.9	W



Teplota přívodního vzduchu vystupující do poslední indukční jednotky bude o 0,5 °C vyšší, než je výpočtová teplota. Zvýšení tloušťky tepelné izolace není z ekonomického hlediska výhodné. Teplota rosného bodu o 3,7 °C nižší než je povrchová teplota vzduchotechnického potrubí.

5.2. Tepelná izolace potrubí ve venkovním prostředí

Pro odvodní potrubí procházející venkovním prostředím bude navržena tepelná izolace Rockwool tloušťky 50 mm. Zabrání se tím vzniku kondenzace. Pro vyvrácení vzniku kondenzace byl použit program Teruna.



6. Návrh zdroje chladu

Pro výrobu chladicí vody bude navrženo kompresorové chladicí zařízení se vzduchem chlazeným kondenzátorem. Úkolem chladicího zařízení je vyrobit chladicí vodu pro všechny vzduchotechnické jednotky, indukční jednotky a fancoil jednotky.

a) Přehled výchozích hodnot

- Požadovaný chladicí výkon jednotlivých zařízení:
 - VZT jednotka č. 1: 11,8 kW
 - VZT jednotka č. 2: 4,2 kW
 - Indukční jednotky v 3NP a 4NP: 22,7 kW
 - Ostatní prostory hotelu: 21 kW
- Vstupní teplota vzduchu pro chladič: 29 °C
- Uložení zdroje chladu se uvažuje na terénu vedle budovy
- Entalpie vzduchu: 53 kJ/kg
- Teplotní spád chladicí vody: 6/12 °C

b) Návrh chladicí jednotky

Potřebný chladicí výkon jednotky

$$Q_{ch} = 59,7 \text{ kW}$$

Návrh: Blokovaná chladicí jednotka se vzduchem chlazeným kondenzátorem CyberCool CSO 631.

Skutečný chladicí výkon $Q_{skut} = 63,6 \text{ kW}$

$$Q_{skut} > Q_{ch} \quad \longrightarrow \quad \text{Vyhoví}$$



Obr. 44 Blokovaná chladicí jednotka se vzduchem chlazeným kondenzátorem

7. Hodnocení navržených variant

Obě zařízení jsou navržena tak, aby z hlediska uživatele splňovali nejnáročnější požadavky na mikroklima v letním i zimním období.

Uživatelé hotelových pokojů budou moci měnit teplotu v interiéru pokoje. Řízení dávky, teploty a vlhkosti venkovního vzduchu bude zařizovat nadřazený systém měření a regulace.

Z hlediska prostorové náročnosti budou zařízená řešena tak, aby nedocházelo k dlouhým rozvodům vzduchu. Zařízení jsou umístěna co nejbližší ke klimatizovaným prostorům.

8. Technická zpráva

8.1. Úvod

Projektová dokumentace řeší vzduchotechniku pro zajištění vnitřního prostředí hotelu. Objekt je členěn na prostory s různou provozní dobou a s odlišnými požadavky na interní mikroklima, jehož stav je nutno zajistit vzduchotechnikou. Technická zpráva se zabývá řešením vzduchotechniky místnosti restaurace a 3NP, ve kterém jsou situovány hotelové pokoje.

Požadované parametry budou dodrženy za předpokladu splnění následujících bodů:

- Dodávky a montáž budou provedeny podle prováděcího projektu
- Všechna zařízení budou řádně zregulována a seřízena

8.2. Všeobecné údaje

Název stavby: Hotel

Místo stavby: Brno

Stupeň: Projektová dokumentace pro provádění stavby

8.3. Výpočtové veličiny klimatických poměrů

Nadmožská výška: 223 m n.m.

Teplota venkovního vzduchu pro letní období: $t_e = 29 \text{ °C}$

Entalpie venkovního vzduchu pro letní období: $h_e = 56,2 \text{ kJ/kg}$

Teplota mokrého teploměru: $t_m = 19,2 \text{ °C}$

Atmosférický tlak: $p = 98,56 \text{ kPa}$

Teplota pro zimní období: $t_e = -12 \text{ °C}$

8.4. Podklady pro vypracování

Poskytnuté podklady byly:

- Stavební půdorysy, řezy a pohledy
- Skladby jednotlivých konstrukcí
- Níže uvedení předpisy a normy
- Technické podklady výrobců VZT zařízení

8.5. Výpočtové hodnoty stavebních konstrukcí

Konstrukce	Tloušťka s [m]	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]
Obvodová konstrukce	0,48	0,1822
Vnitřní konstrukce	0,19	1,494
Střešní konstrukce	0,3	0,0985
Stropní konstrukce	0,31	0,6778
Stropní konstrukce nad garážemi	0,485	0,164

8.6. Použité předpisy a obecně technické normy

- NV č. 93/2012 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění nařízení vlády č. 68/2010 Sb.
- Nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- Vyhláška č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb
- Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu
- zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví
- nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací (prováděcí předpis k zákonu č. 258/2000 Sb.)
- ČSN EN 12831: 2005 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu.
- ČSN 73 0548 – Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů
- ČSN 12 7010 – Navrhování větracích a klimatizačních zařízení
- ČSN 73 0802 a ČSN 73 08 10 – požární bezpečnost staveb
- ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov

8.7. Konceptní řešení VZT

Tvorbu interního mikroklimatu hotelu zásadním podílem zajistí systém vzduchotechniky. Výchozí pro volbu systémů VZT a jejich konceptní řešení jsou provozní celky hotelu. Vzduchotechnické zařízení v hotelu jsou rozděleny na:

- Vzduchotechnické zařízení č. 1 – klimatizace restaurace
- Vzduchotechnické zařízení č. 2 – klimatizace hotelových pokojů ve 3. NP
VZT zařízení č. 2 lze řešit ve dvou var. A a B
Var. A – Kombinovaný klimatizační systém s podstropními indukčními jednotkami
Var. B – Kombinovaný klimatizační systém s fancoily
- Vzduchotechnické zařízení č. 3 – klimatizace hotelových pokojů ve 4. NP
- Vzduchotechnické zařízení č. 4 – klimatizace recepce
- Vzduchotechnické zařízení č. 5 – klimatizace kuchyně
- Vzduchotechnické zařízení č. 6 – klimatizace kongresního sálu 1
- Vzduchotechnické zařízení č. 7 – klimatizace kongresního sálu 2
- Vzduchotechnické zařízení č. 8 – klimatizace posilovny
- Vzduchotechnické zařízení č. 9 – klimatizace zázemí pracovníků hotelu
- Vzduchotechnické zařízení č. 10 – větrání chodby
- Vzduchotechnické zařízení č. 11 – nucené větrání hygienických zařízení
- Vzduchotechnické zařízení č. 12 – požární větrání únikových cest
- Vzduchotechnické zařízení č. 13 – větrání garáž

8.8. Popis technického řešení

Návrh řešení větrání předmětných prostor vychází ze současných stavebních dispozic a požadavků kladených na interní mikroklima jednotlivých místností. Řešené prostory jsou místnosti, které z hlediska hygienického a funkčního vyžadují zajištění nuceného větrání. Pro rozvod vzduchu ze strojoven do řešených místností je řešen čtyřhranným potrubím.

8.8.1. Zařízení č. 1 – Klimatizace restaurace

Zařízení zabezpečuje celoroční klimatizaci pro prostor restaurace v 1NP. Systém je nízkotlaký, vzduchový s centrální úpravou vzduchu. Pro letní období zajišťuje chlazení, vlhčení a větrání daného prostoru. V zimním zajišťuje větrání a vlhčení a plní i funkci primárního zdroje vytápění.

Objemový průtok vzduchu $V = 4\,380 \text{ m}^3/\text{h}$

Požadovaná teplota v létě je $26 \text{ }^\circ\text{C}$ v zimě $20 \text{ }^\circ\text{C}$

Teplota přiváděného vzduchu v létě je $19,5 \text{ }^\circ\text{C}$, v zimě $21 \text{ }^\circ\text{C}$

Upravený vzduch bude distribuován vzduchovody obdélníkového průřezu. Vzduchovody jsou umístěny v pohledové konstrukci. Odvod vzduchu bude řešen stejným způsobem. Jako distribuční prvky budou navrženy čtvercové vířivé difuzory RS15 firmy Lindab pro přívod vzduchu a jednořadé vyústky pro odvod vzduchu.

Vzduch bude upravován v centrální vzduchotechnické jednotce umístěné ve strojovně vzduchotechniky v 1PP. Nasávání čerstvého vzduchu a výfuk znehodnoceného je řešen tak, aby nedošlo ke zpětnému nasátí do jednotky. Skladba jednotky je:

- Přívod je sestaven z tlumicí vložky, uzavírací klapky, filtru, deskového rekuperačního výměníku, sekce chladiče a eliminátoru, sekce ohřívače, sekce ventilátoru a tlumicí vložky
- Odvod je sestaven sekce ventilátoru, sekce eliminátoru, rotačního regeneračního výměníku, sekce filtru, uzavírací klapky a tlumicí vložky

8.8.2. Zařízení č. 2 – Kombinovaný systém s podstropními indukčními jednotkami

Zařízení zabezpečuje celoroční klimatizaci hotelových pokojů v 3NP. Systém je kombinovaný s centrální úpravou vzduchu přiváděného venkovního vzduchu. Pro letní období zajišťuje chlazení, vlhčení a větrání daného prostoru. V zimním zajišťuje větrání vlhčení. Vytápění zajišťuje podlahové vytápění.

Primární venkovní vzduch slouží k zajištění hygienických požadavků a odvede část tepelné zátěže. Zbytek tepelné zátěže se odvádí před výměník v indukční jednotce.

Objemový průtok venkovního vzduchu $V_e = 120 \text{ m}^3/\text{h}$

Objemový průtok indukovaného vzduchu $V_i = 390 - 740 \text{ m}^3/\text{h}$

Požadovaná teplota v létě je $26 \text{ }^\circ\text{C}$ v zimě $20 \text{ }^\circ\text{C}$

Teplota přiváděného vzduchu do indukční jednotky v létě je $18 \text{ }^\circ\text{C}$, v zimě $20 \text{ }^\circ\text{C}$

Teplota přiváděného vzduchu do místnosti po smíšení v indukční jednotce je v létě 20 °C, v zimě 20 °C.

Vzduch bude upravován v centrální vzduchotechnické jednotce umístěné ve strojovně vzduchotechniky v 3NP. Nasávání čerstvého vzduchu a výfuk znehodnoceného je řešen tak, aby nedošlo ke zpětnému nasátí do jednotky. Skladba jednotky je:

- Přívod je sestaven z tlumící vložky, uzavírací klapky, filtru, rotačního regeneračního výměníku, sekce chladiče a eliminátoru, sekce ohřívače, sekce ventilátoru a tlumící vložky
- Odvod je sestaven ze sekce ventilátoru, sekce eliminátoru, rotačního regeneračního výměníku, sekce filtru, uzavírací klapky a tlumící vložky

8.9. Nároky na energii

K zajištění chodu větracích a klimatizačních zařízení je třeba zabezpečit následující zdroje energií. Tabulka je uvedena v příloze P12.

8.10. Energetické zdroje

8.10.1. Elektrická energie

Elektrická energie je uvažována pro pohon elektromotorů VZT a chladících zařízení – rozvodná soustava 3+PEN, 50 Hz, 400V/230V.

8.10.2. Tepelná energie

Pro ohřev vzduchu ve vodním ohřívači vzduchotechnických jednotek bude sloužit topná voda o teplotním spádu $t_{w1} / t_{w2} = 90/70^{\circ}\text{C}$. Výrobu teplé vody zajistí profese ÚT. Pro chlazení vzduchu ve vzduchotechnických jednotkách je uvažován systém nepřímého chlazení Umístění chladící jednotky bude na terénu vedle hotelového objektu.

Pracovní rozsah $t_{w1} / t_{w2} = 6/12^{\circ}\text{C}$.

8.11. Protihluková a protitřesová opatření

Do přívodních částí vzduchovodního potrubí budou vloženy tlumiče hluku, které zabrání nadměrnému šíření hluku rozvody. V odvodních větvích není třeba navrhovat tlumič hluku (viz Útlum hluku kapitola 3.8). Veškeré točivé stroje (ventilátory) budou pružně uloženy, aby se co nejvíce eliminoval přenos vibrací do vzduchovodního potrubí.

Všechny prostupy vzduchovodního potrubí stavebními konstrukcemi budou obloženy a dotěsněny izolací. Přívodní a odvodní potrubí bude připojeno k VZT jednotkám přes tlumící vložky.

8.12. Měření a regulace, protimrazová ochrana

Navržené systémy VZT budou řízeny a regulovány samostatným systémem měření a regulace MaR:

- ovládání chodu ventilátorů, silové napájení ovládaných zařízení
- regulace teploty vzduchu řízením výkonu teplovodního ohřívače v zimním období – vlečná - regulace
- regulace teploty vzduchu řízením výkonu vodního chladiče v letním období (rozdělování)
- umístění teplotních a vlhkostních čidel podle požadavku
- protimrazová ochrana deskového výměníku nastavováním obtokové klapky
- 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 klapek, 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

8.13. Tepelné izolace a nátěry

Navržená izolace bude sloužit jako tepelná, protipožární a zvuková izolace.

Pro přívodní potrubí je navržena tepelná izolace Rocwool Larock 40 Als tl. 50 mm. Jsou to lamelové rohože na hliníku se samolepící úpravou.

Pro přívodní a odvodní potrubí procházející venkovním prostředím bude navržena tepelná izolace Rockwool tloušťky 50 mm. Zabrání se tím vzniku kondenzace.

Nátěry nejsou uvažovány. Protidešťové žaluzie jsou z pozinkovaného plechu.

8.14. Nároky na spolusouvisející profese

8.14.1. Stavební úpravy

- úprava prostor budoucí strojovny – protihluková opatření, základové sokly, dispoziční úpravy
- provedení otvorů pro průchody vzduchovodů stěnami, rozměry otvorů jsou, přibližně o 50 - 100 mm symetricky na každou stranu, větší než je rozměr vzduchovodu
- provedení střešních prostupů a jejich začištění a zajištění proti zatékání
- dozdnění a začištění všech otvorů po montáži vzduchovodů, vzduchovody v prostupech stěnami budou obaleny izolací zabraňující přenášení chvění
- základové rámy pro vzduchotechnická zařízení
- zajistit přístup ke všem protipožárním a regulačním klapkám

8.14.2. Vytápění

V hotelovém objektu je navržena klimatizace, která zajišťuje i vytápění pro místnost restaurace. V místnostech hygienického zařízení jsou umístěna otopná tělesa. Vytápění první a druhého nadzemního podlaží je řešeno také pomocí otopných těles. Ve třetím a čtvrtém nadzemním podlaží, kde se nachází hotelové pokoje je použito podlahové vytápění. Teplotní spád otopné vody je 90/70 °C.

8.14.3. Chlazení

V prvním podzemním podlaží se nachází strojovna chladu se vzduchem chlazenými oddělenými kondenzátory, které budou umístěny vedle hotelového objektu. Ve strojovně chlazení bude rozdělovač a sběrač a větve chlazení rozdělené pro jednotlivé vzduchotechnické jednotky a indukční jednotky. Schéma zapojení jednotlivých větví je přiloženo v příloze P5.

8.14.4. Měření a regulace

Měření a regulace zajišťuje automatické udržování požadovaných parametrů vzduchu. Jsou to zejména:

- spouštění a regulace zařízení
- udržování teploty a vlhkosti přívodního vzduchu v závislosti na požadované teplotě v místnosti

- zabezpečení ohřivačů jednotek proti zamrznutí
- zabezpečení rekuperátoru proti namrzání
- uzavírání a otevírání klapek při odstavení a spuštění zařízení
- signalizace poruchy
- ovládání lokálních chladičů
- ovládání elektrického vyvíječe páry
- dodávka trojcestných ventilů pro směšovací uzly VZT jednotek (montáž ÚT)
- průtoků vzduchu pomocí frekvenčních měničů

8.14.5. Elektroinstalace

Profese elektro zajistí silový přívod pro všechna zařízení vzduchotechniky a dodá a zapojí silové rozvaděče. Všechna elektrická zařízení vzduchotechniky musí mít ochranu před nebezpečným dotykovým napětím a ochranu před nebezpečnými účinky statické elektřiny.

Nápojení jednotlivých zařízení musí být koordinováno s profesí MaR, aby byly zabezpečeny požadované vazby mezi těmito profesemi.

8.14.6. Zdravotní technika

Nápojení odvodu kondenzátu od chladiče a vnitřních chladicích jednotek bude provedeno přes zápachovou uzávěrku do nejbližšího odpadního potrubí. Profese ZTI odvede kondenzát od parního vyvíječe a z místa umístění distribuční trubice (kondenzát s teplotou $>95^{\circ}\text{C}$). Profese ZTI zajistí přívod vody do prostor strojovny. Potrubí odvodu kondenzátu bude vedeno samospádem a bude z neohebného materiálu příslušné dimenze – dle výpočtu ZTI. V dalším stupni projektové dokumentace je nutné zajistit rozbor vody. Dle rozboru vody bude zvolen způsob vlhčení či úprava vody.

8.15. Protipožární opatření

Všechny prostupy vzduchotechnického potrubí požárně dělícími konstrukcemi (stěny, stropy, podlahy), tedy všechny konstrukce ohraničující požární úseky budou osazeny požárními klapkami PKTM III firmy Mandik. Požární odolnost klapek – EIS 90. Potrubí před a za požární klapkou bude opatřeno izolací z neshodných hmot a to do vzdálenosti 500 mm. Požární klapky v případě požáru zabrání jeho šíření do dalších požárních úseků. Osazené požární klapky budou v provedení teplotní a ruční spuštění se

signalizací na 24V. K instalovaným klapkám bude zajištěn servisní přístup umožňující revizní kontroly.

8.16. Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení

Montáž jednotlivých prvků ve VZT jednotce se musí provádět podle návodu výrobce. Při prvním puštění je dobré provést kontrolu a seřízení jednotlivých částí. Obsluha musí být kvalifikovaná a být seznámena se VZT jednotkami, aby se předešlo chybám a haváriím. Údržba musí být prováděna pravidelně a to podle předpisů od výrobce.

8.17. Ekologie

Odváděné škodliviny VZT zařízením do volné atmosféry neobsahují žádné látky, které by ohrožovaly ovzduší ve smyslu „Zákona o ochraně životního prostředí“.

8.18. Ochrana a bezpečnost

VZT zařízení slouží sama o sobě ke zvýšení pocitu pohody osob zdržujících se v objektu. Škodliviny a odváděný vzduch jsou vyfukovány do prostoru, kde není ohrožena pobytová zóna lidí.

Veškeré opravy VZT zařízení je možno provádět jen za dodržení všech bezpečnostních předpisů a příslušných opatřeních.

Připojení el. motorů jednotlivých VZT zařízení musí splňovat příslušné normy ČSN a ESČ.

Výpis prvků vzduchotechnického zařízení č. 2

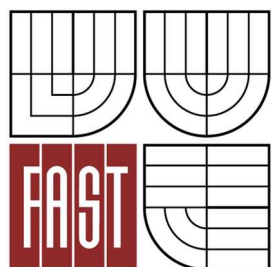
2.01	Remak	VZT jednotka pro přívod a odvod vzduchu je sestavena z protidešťové žaluzie, uzavírací klapky, filtru, deskového rekuperátoru, sekce chladiče a eliminátoru, sekce ohříváče, sekce ventilátoru, sekce tlumiče hluku a tlumiče hluku pro přívod vzduchu a z výfukového nástavce, sekce ventilátoru, sekce eliminátoru, deskového rekuperátoru, sekce tlumiče hluku, sekce filtru, uzavírací klapky a tlumící vložky pro odvod vzduchu. Vnější provedení.	ks	1
2.02	Lindab	Aktivní chladicí trám Premax, délka 1,2 m	ks	6
2.03	Lindab	Aktivní chladicí trám Premax, délka 1,8 m	ks	1
2.04	Lindab	Aktivní chladicí trám Premax, délka 2,4 m	ks	4
2.05	Elektrodesign	Ohebná Al hadice zvukově izolační 125	bm	13
2.06	Mandík	Talířový ventil TVOM 150	ks	12
2.07	Elektrodesign	Ohebná Al hadice zvukově izolační 150	bm	8
2.08	M - art	Čtyřhran. ocel. pozinkované potrubí 125 x 125, 3 m	ks	1
2.09	M - art	Čtyřhran. ocel. pozinkované potrubí 125 x 125, 2 m	ks	1
2.10	M - art	Přechod 125 x 125 na 250 x 125, 0,5 m	ks	2
2.11	M - art	Čtyřhran. ocel. pozinkované potrubí 250 x 125, 4,4 m	ks	1
2.12	M - art	Čtyřhran. ocel. pozinkované potrubí 250 x 125, 3,9 m	ks	1
2.13	M - art	Přechod 250 x 125 na 250 x 160, 0,5 m	ks	2
2.14	M - art	Čtyřhran. ocel. pozinkované potrubí 250 x 160, 4 m	ks	1
2.15	M - art	Čtyřhran. ocel. pozinkované potrubí 250 x 160, 3,9 m	ks	1
2.16	M - art	Přechod 250 x 160 na 400 x 160, 0,5 m	ks	2
2.17	M - art	Čtyřhran. ocel. pozinkované potrubí 400 x 160, 3,8 m	ks	2
2.18	M - art	Přechod 400 x 160 na 500 x 160, 0,5 m	ks	2
2.19	M - art	Čtyřhran. ocel. pozinkované potrubí 500 x 160, 6,43 m	ks	1
2.20	M - art	Čtyřhran. ocel. pozinkované potrubí 500 x 160, 4,46 m	ks	1
2.21	M - art	Oblouk 500 x 160, $\alpha = 90^\circ$	ks	4

2.22	M - art	Čtyřhran. ocel. pozinkované potrubí 500 x 160, 2,035 m	ks	1
2.23	M - art	Čtyřhran. ocel. pozinkované potrubí 500 x 160, 5,35 m	ks	1
2.24	M - art	Požární klapka 500 x 160, 0,375 mm	ks	2
2.25	M - art	Rozbočka rozdělení proudu 500 x 250 na 500 x 160 mm	ks	1
2.26	M - art	Čtyřhran. ocel. pozinkované potrubí 500 x 160, 1,1 m	ks	2
2.27	M - art	Čtyřhran. ocel. pozinkované potrubí 500 x 250, 0,4 m	ks	1
2.28	M - art	Oblouk 500 x 250, $\alpha = 90^\circ$	ks	1
2.29	M - art	Čtyřhran. ocel. pozinkované potrubí 500 x 250, 1,4 m	ks	1
2.30	M - art	Přechod 500 x 250 na 450 x 500, 0,5 m	ks	1
2.31	M - art	Oblouk 450 x 500, $\alpha = 90^\circ$	ks	2
2.32	M - art	Čtyřhran. ocel. pozinkované potrubí 500 x 450, 0,52 m	ks	2
2.33	M - art	Čtyřhran. ocel. pozinkované potrubí 200 x 160, 5,6 m	ks	1
2.34	M - art	Přechod 200 x 160 na 315 x 160, 0,5 m	ks	2
2.35	M - art	Čtyřhran. ocel. pozinkované potrubí 315 x 160, 6 m	ks	1
2.36	M - art	Čtyřhran. ocel. pozinkované potrubí 315 x 160, 1,8 m	ks	1
2.37	M - art	Přechod 315 x 160 na 500 x 160, 0,5 m	ks	2
2.38	M - art	Čtyřhran. ocel. pozinkované potrubí 500 x 160, 1,9 m	ks	1
2.39	M - art	Čtyřhran. ocel. pozinkované potrubí 500 x 160, 4 m	ks	1
2.40	M - art	Přechod 500 x 160 na 500 x 200, 0,5 m	ks	2
2.41	M - art	Čtyřhran. ocel. pozinkované potrubí 500 x 200, 6 m	ks	1
2.42	M - art	Čtyřhran. ocel. pozinkované potrubí 500 x 200, 3,6 m	ks	1
2.43	M - art	Přechod 500 x 200 na 630 x 200, 0,5 m	ks	2
2.44	M - art	Čtyřhran. ocel. pozinkované potrubí 630 x 200, 4,2 m	ks	1
2.45	M - art	Čtyřhran. ocel. pozinkované potrubí 630 x 200, 4,8 m	ks	1
2.46	M - art	Oblouk 630 x 200, $\alpha = 90^\circ$	ks	3
2.47	M - art	Čtyřhran. ocel. pozinkované potrubí 630 x 200, 0,6 m	ks	1
2.48	M - art	Čtyřhran. ocel. pozinkované potrubí 630 x 200, 6,1 m	ks	1
2.49	M - art	Regulační klapka 630 x 200 mm	ks	2
2.50	M - art	Odbočka 630 x 315 na 630 x 200	ks	1
2.51	M - art	Požární klapka 630 x 200 mm	ks	2

2.52	M - art	Čtyřhran. ocel. poz. potrubí klesání 630 x 315, 0,5 m	ks	1
2.53	M - art	Čtyřhran. ocel. pozinkované potrubí 630 x 315, 0,6 m	ks	1
2.54	M - art	Oblouk 630 x 315, $\alpha = 90^\circ$	ks	2
2.55	M - art	Čtyřhran. ocel. pozinkované potrubí 630 x 315, 1 m	ks	1
2.56	M - art	Čtyřhran. ocel. pozinkované potrubí 600 x 315, 1,36m	ks	1
2.57	M - art	Oblouk 315 x 630, $\alpha = 90^\circ$	ks	1
2.58	M - art	Čtyřhran. ocel. pozinkované potrubí 630 x 315, 0,36 m	ks	1
2.59	M - art	Přechod 630 x 315 na 500 x 450, 0,5 m	ks	1
2.60	M - art	Oblouk 450 x 500, $\alpha = 90^\circ$	ks	2
2.61	M - art	Čtyřhran. ocel. pozin. potrubí 450 x 500, 0,4 m	ks	1
2.62	M - art	Čtyřhran. ocel. pozin. potrubí 450 x 500, 4,5 m	ks	1
2.63	M - art	Výfuková hlavice	ks	1
2.64	M - art	Tlumič hluku 500 x 250 mm	ks	1
2.65	M - art	Regulační klapka 500 x 250 mm	ks	2



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

C2. EXPERIMENT A MODELOVÁNÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. JAKUB ŠUSTÁK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. GÜNTER GEBAUER, CSc.

BRNO 2013

Obsah

1. Úvod.....	108
2. Měření.....	108
2.1. Cíl měření.....	108
2.2. Použitá měřicí technika.....	108
2.2.1. Měřicí ústředna ALMEMO.....	108
2.2.2. Datalogger.....	109
2.2.3. Termočláňkové dráty.....	109
2.2.4. Termočláňkový pyranometr.....	110
2.2.5. Kulový teploměr.....	111
2.2.6. Použitý software.....	111
2.2.7. Umístění jednotlivých čidel.....	111
2.3. Popis místnosti.....	111
2.4. Postup měření.....	112
2.5. Vyhodnocení výsledků měření.....	112
3. Modelování tepelného chování místnosti – teoretické řešení.....	118
3.1. Metody řešení tepelného chování.....	118
3.2. Výpočtové metody tepelného chování místnosti.....	119
3.2.1. Metoda prof. Chyského.....	119
3.2.2. Software KLIMA.....	120
3.2.3. ČSN EN 13972.....	121
3.2.4. Software SIMULACE.....	122
3.2.5. Software TERUNA.....	123
4. Modelování tepelného chování místností – aplikace.....	124
4.1. Modelování tepelného chování vybrané místnosti a porovnání s experimentálním řešením 124	
4.1.1. Vlastní výpočtový program.....	125
4.1.2. Program Klima.....	125
4.1.3. Program Simulace.....	126
4.1.4. Program Teruna.....	128
4.1.5. Srovnání průběhu vypočtených teplo t_i s naměřenou teplotou t_i	129
4.2. Modelování tepelného chování restaurace.....	131
4.3. Modelování tepelného chování hotelového pokoje.....	132
Seznam použitých zdrojů.....	133
Použitý software.....	134
Seznam použitých zkratk.....	135

1. Úvod

V poslední části DP jsou zpracovány výsledky provedeného měření. Modelování tepelného chování místnosti a porovnání výsledků měření a modelování.

2. Měření

V této části diplomové práce jsem provedl experiment realizovaný v typické místnosti. Cílem bylo monitorování tepelného chování vybrané místnosti. Řešení sleduje průběh teplot, vlhkostí a intenzity sluneční radiace. Výsledky měření jsou porovnány s právními předpisy. Následně byly typické dny porovnávány s výsledky softwarových programů.

Měření probíhalo od 20.6.2012 do 22.7.2012.

2.1. Cíl měření

- Získat přehled o průbězích měřených veličin ve vybraných intervalech
- Srovnání naměřených veličin s platnými předpisy
- Porovnání naměřených hodnot s výsledky softwarových programů

2.2. Použitá měřicí technika

K měření bylo využito několik níže uvedených měřících zařízení dostupných na ústavu TZB stavební fakulty v Brně.

2.2.1. Měřicí ústředna ALMEMO

Pro záznam měřených fyzikálních veličin sloužila univerzální měřicí ústředna ALMEMO 3290 – 8. Výrobce této měřicí ústředny je společnost AHLBORN – SRN. Přístroj je založen na kombinaci mikroprocesorem řízeného indikačního přístroje o velké rozlišovací schopnosti s inteligentními ALMEMO konektory. Konektory jsou vybaveny pamětí EEPROM, do které jsou uloženy parametry snímače. K přístroji je možno připojit čidla pro měření různých fyzikálních veličin. Měřicí jednotka přečte parametry daného čidla z paměti konektoru a automaticky nastaví potřebné funkce. Data jsou zobrazována na LCD displeji. Naměřená data se ukládají do paměti o velikosti 130 kB. Přístroj se spojí s počítačem pomocí USB kabelu. ALMEMO 3290 – 8 má 9 vstupů a 2 výstupy.



Obr. 45 Měřicí ústředna ALMEMO

2.2.2. Datalogger

Pro záznam venkovní teploty a teploty ve vedlejší místnosti byly použity měřicí jednotky datalogger.

Interval záznamu měřených hodnot byl 5 minut. Čas dataloggeru byl synchronizovaný s časem měřicí ústředny. Přístroj měří teplotu, relativní vlhkost vzduchu a rosný bod. Přístroj se zapíná a vypíná pomocí magnetu. Připojení s PC je přes datový USB kabel.



Obr. 46 Datalogger

2.2.3. Termočláňkové dráty

Hlavní měřenou fyzikální veličinou v průběhu celého experimentu byla teplota vzduchu, pro jejíž měření bylo použito 6 tepelných čidel rozmístěných v místnosti. Použité termočláňkové dráty byly typu K (NiCr – Ni) opatřeny inteligentním konektorem.



Obr. 47 Termočláňkový drát

2.2.4. Termočláňkový pyranometr

Měření sluneční energie se provádí tzv. pyranometry (někdy nesprávně označovanými jako solarimetry). Pyranometry jsou přístroje pro měření celkového slunečního ozáření (přímé, difúzní a odražené) především na vodorovnou plochu (v meteorologii) nebo na obecně skloněnou v rovině kolektorů (pro vyhodnocování solárních soustav) a jsou nejčastěji používanými přístroji pro měření slunečního ozáření. Pro přesné měření musí mít čidla těchto přístrojů odezvu nezávislou na vlnové délce v celém solárním spektru od 0,3 do 3,0 μm a na úhlu dopadu slunečního záření.

Umístění pyranometru bylo na okenním parapetu asi 20 cm od okna dle obrázku



Obr. 48 Termočláňkový pyranometr

2.2.5. Kulový teploměr

Kulový teploměr sloužil pro měření výsledné teploty t_g . Jeho umístění bylo uprostřed místnosti ve výšce 1,5 m nad podlahou.

2.2.6. Použitý software

Pro odběr dat z měřicí ústředny a dataloggeru byly použity programy dostupné na ústavu TZB.

2.2.7. Umístění jednotlivých čidel

Tab. 17 Zapojení čidel do konektorů

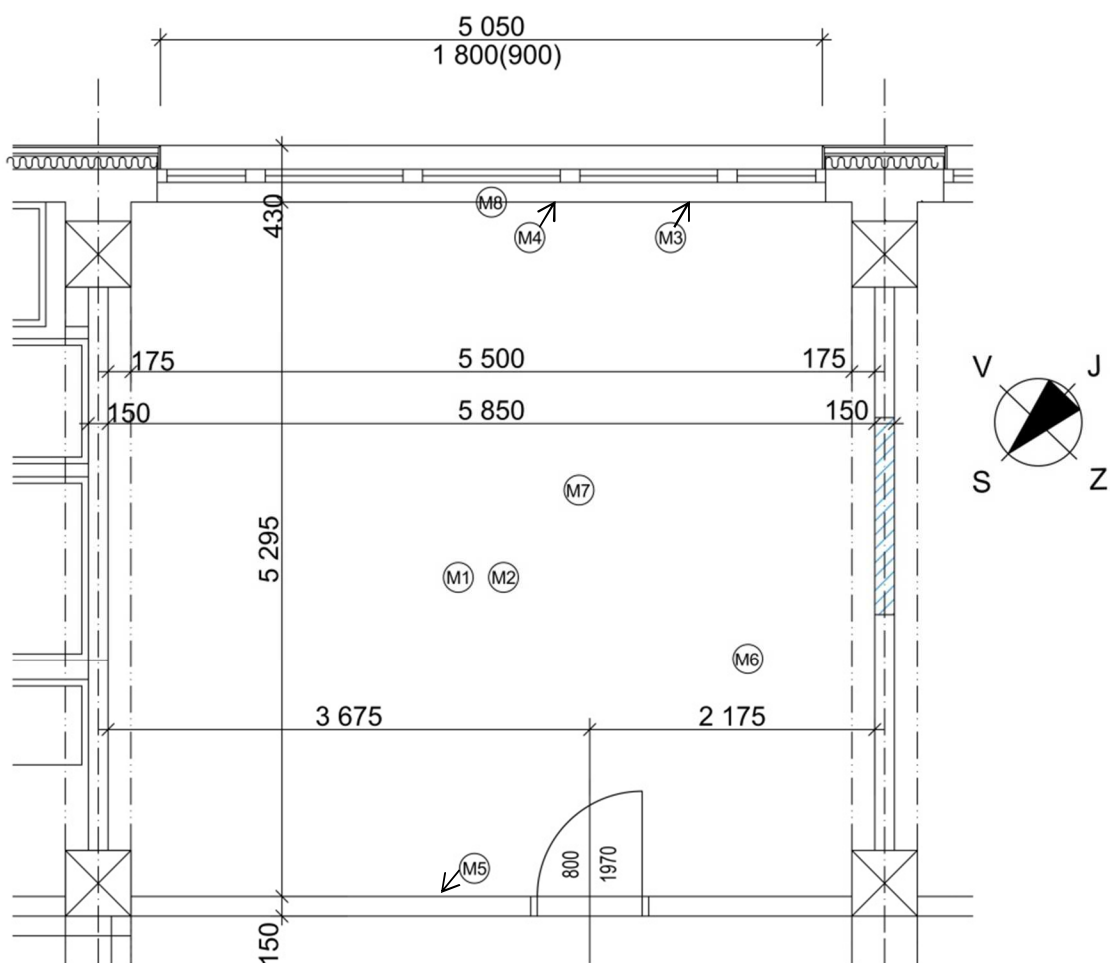
M1	Kulový teploměr (teplota výsledná t_g)
M2	Teplota vnitřního vzduchu t_i
M3	Teplota okna t_{ok}
M4	Teplota venkovní stěny t_{es}
M5	Teplota vnitřní stěny t_{is}
M6	Teplota stropu t_{st}
M7	Teplota podlahy t_{po}
M8	Pyranometr
M9	Integrované čidlo (snímá relativní vlhkost, rosný bod a operativní teplotu)

2.3. Popis místnosti

Měřená místnost se nachází v budově VUT FAST ústavu technických zařízení budov. Místnost je v 5NP a její okna směřují na jihovýchod. V místnosti je jeden počítač. V průběhu měření nebyla místnost obsazována lidmi.

Parametry místnosti:

- Objem: 91,9 m³
- Podlahová plocha: 30,63 m²
- Plocha okna 9,09 m²



Obr. 49 Půdorys měřené místnosti s rozmístěním čidel

2.4. Postup měření

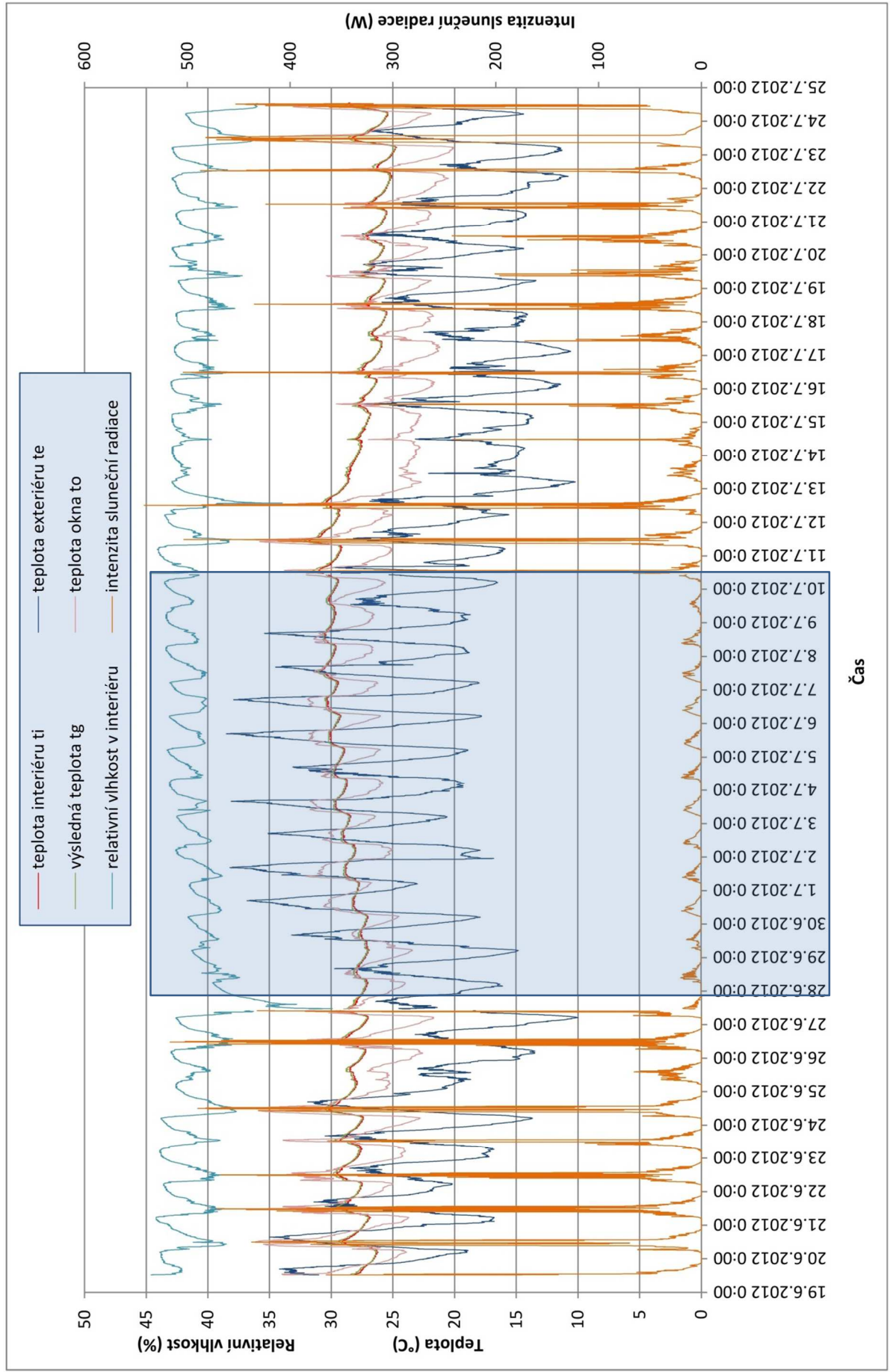
Před vlastním měřením byly přístroje řádně zkalibrovány. Měření probíhalo v červnu a v červenci. Naměřená data jsem každé dva týdny odebíral a zpracovával. Datalogger byl ve vnějším prostředí na bezpečném, chráněném a neosvětleném místě.

Pro zjištění vlivu venkovních žaluzií na tepelné chování místnosti probíhalo měření s vytaženými i zataženými žaluziemi. V době 28.6. – 10.7. byly venkovní žaluzie staženy, jinak po celou dobu vytaženy.

2.5. Vyhodnocení výsledků měření

Průběh měřených veličin za celou dobu měření je v grafu č. 2. Barevně je označena doba, kdy byly žaluzie staženy. Pro lepší přehlednost jsou grafy zobrazující průběh veličin po týdnech (graf 3, graf 4, graf 5, graf 6)

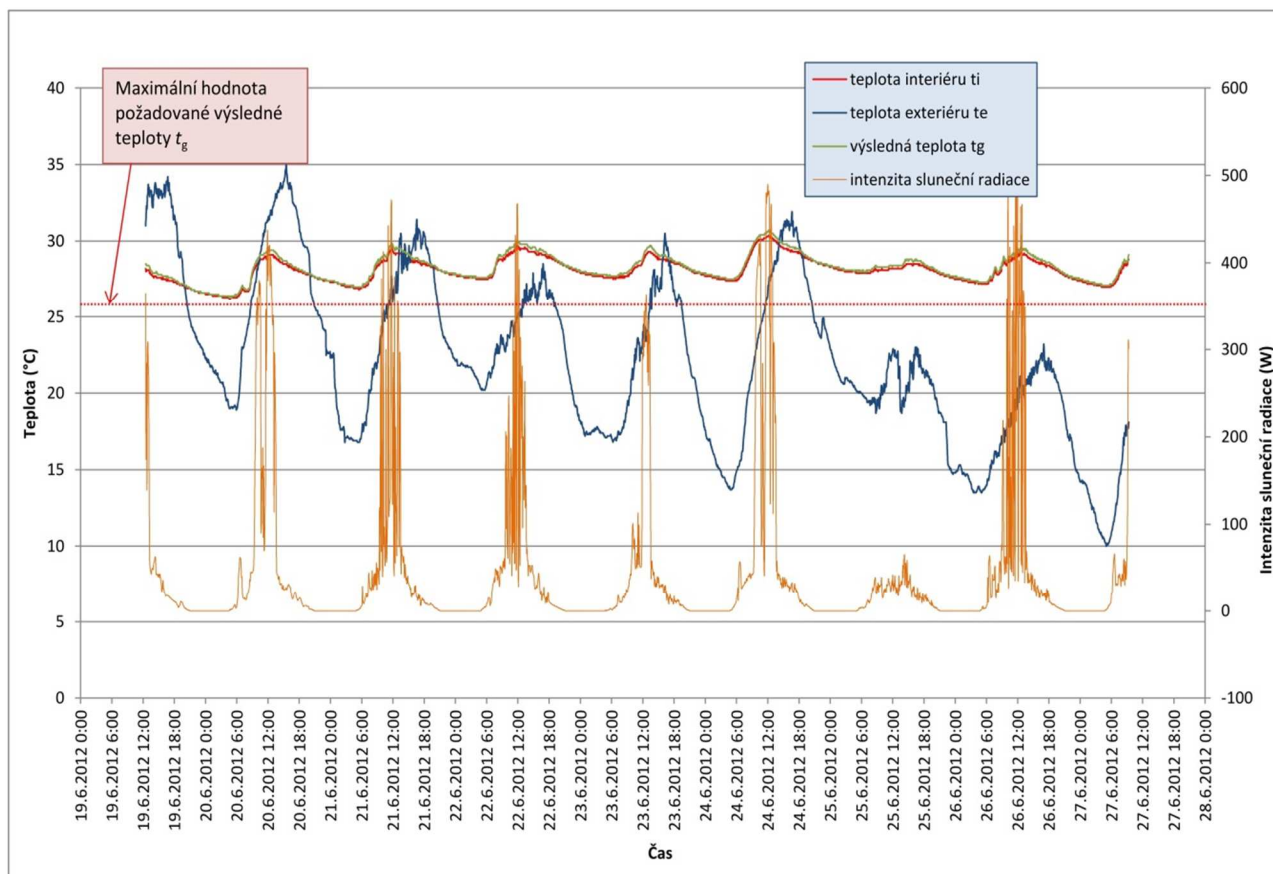
Graf 2 Průběh měřených veličin za celou dobu měření



a) První časový úsek měření

První týden měření bylo slunečno až polojasno. Venkovní teplota dosahovala v odpoledních hodinách až 30 °C. V následujícím grafu je průběh teplot a sluneční radiace. Červeně je teplota interiéru t_i , zeleně výsledná teplota t_g , modře teplota venkovního vzduchu t_e a oranžově intenzita sluneční radiace.

Graf 3 Hodnoty naměřených veličin 19.6. – 27.6.

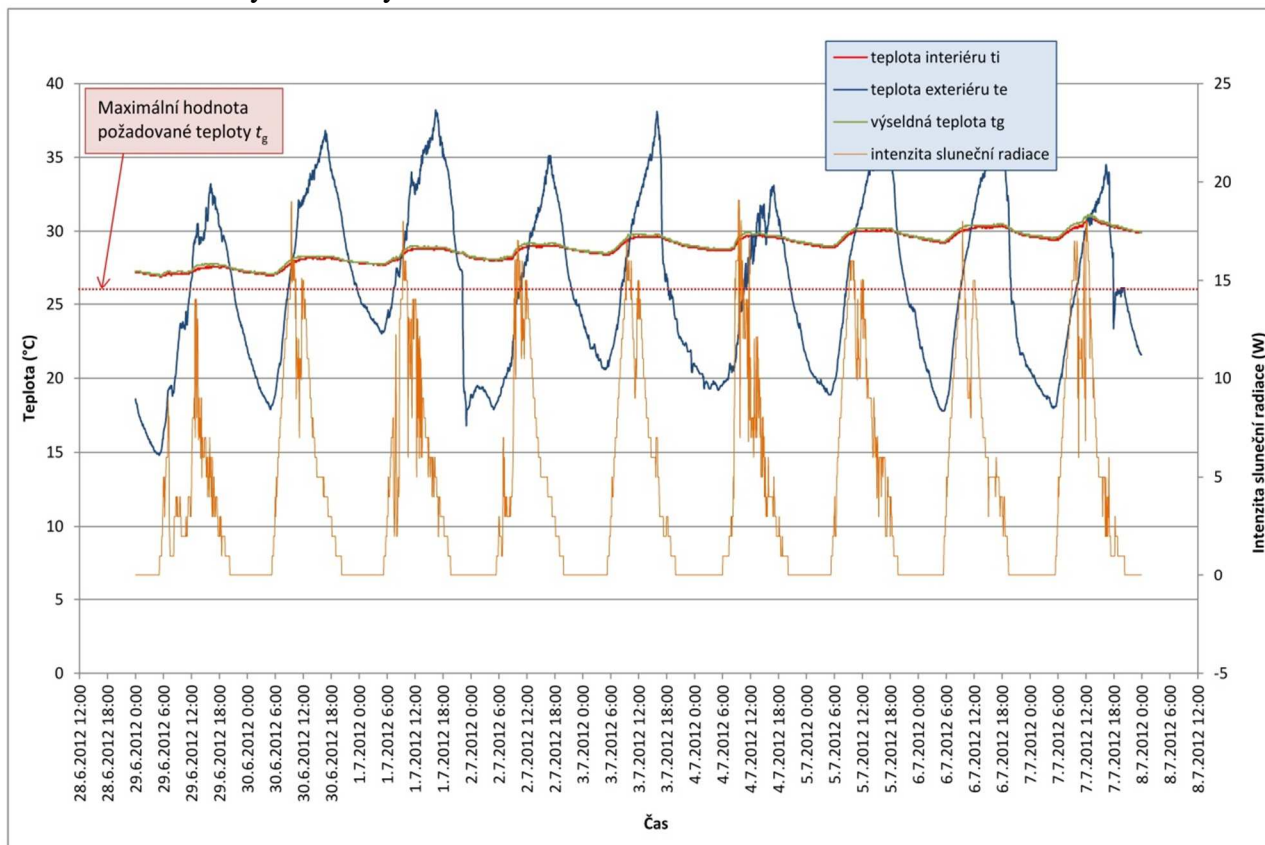


Z grafu vyplývá, že požadovaná výsledná teplota 26 °C je překročena a budou se muset zavést opatření, aby nedocházelo k takovému přehřívání místnosti. Mezi takové opatření patří upravení stavebního řešení, popř. návrh chladicího zařízení. Teplota vzduchu a teplota výsledná mají skoro stejný průběh teplot.

b) Druhý časový úsek měření

Od 28.6. probíhalo měření se zataženými žaluziemi. Žaluzie byly spuštěny a jejich lamely svíraly s okenní tabulí úhel 90° . Výsledky jsou zobrazeny v grafu 4.

Graf 4 Hodnoty naměřených veličin 18.6. – 7.7.

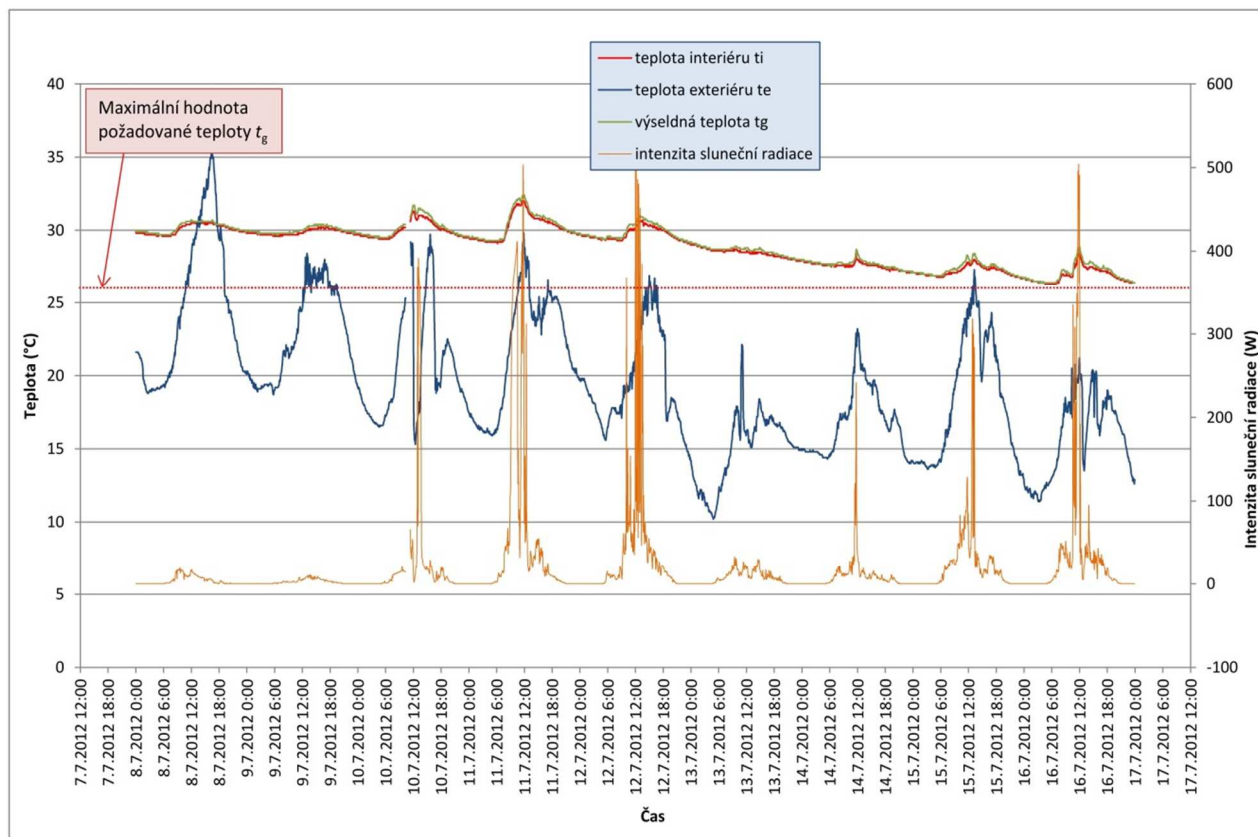


V tomto měřeném časovém úseku byly na naší zeměpisnou šířku extrémně vysoké venkovní teploty. I přesto, že byly žaluzie zataženy a intenzita sluneční radiace procházející do místnosti byla minimální, výsledná teplota v místnosti se zvyšovala a 7.7. a dosáhla až k hodnotě 31°C . Z následujícího zjištění vyplývá, že ne vždy zabrání přehřívání místnosti vhodné stavební řešení, v tomto případě osazení venkovních žaluzií. Pro zamezení přehřívání je nutno navrhnout chladicí zařízení.

c) Třetí časový úsek měření

Třetí časový úsek znázorňuje průběh teplot od 8.7. do 16.7.

Graf 5 Hodnoty naměřených veličin 8.7. – 16.7.

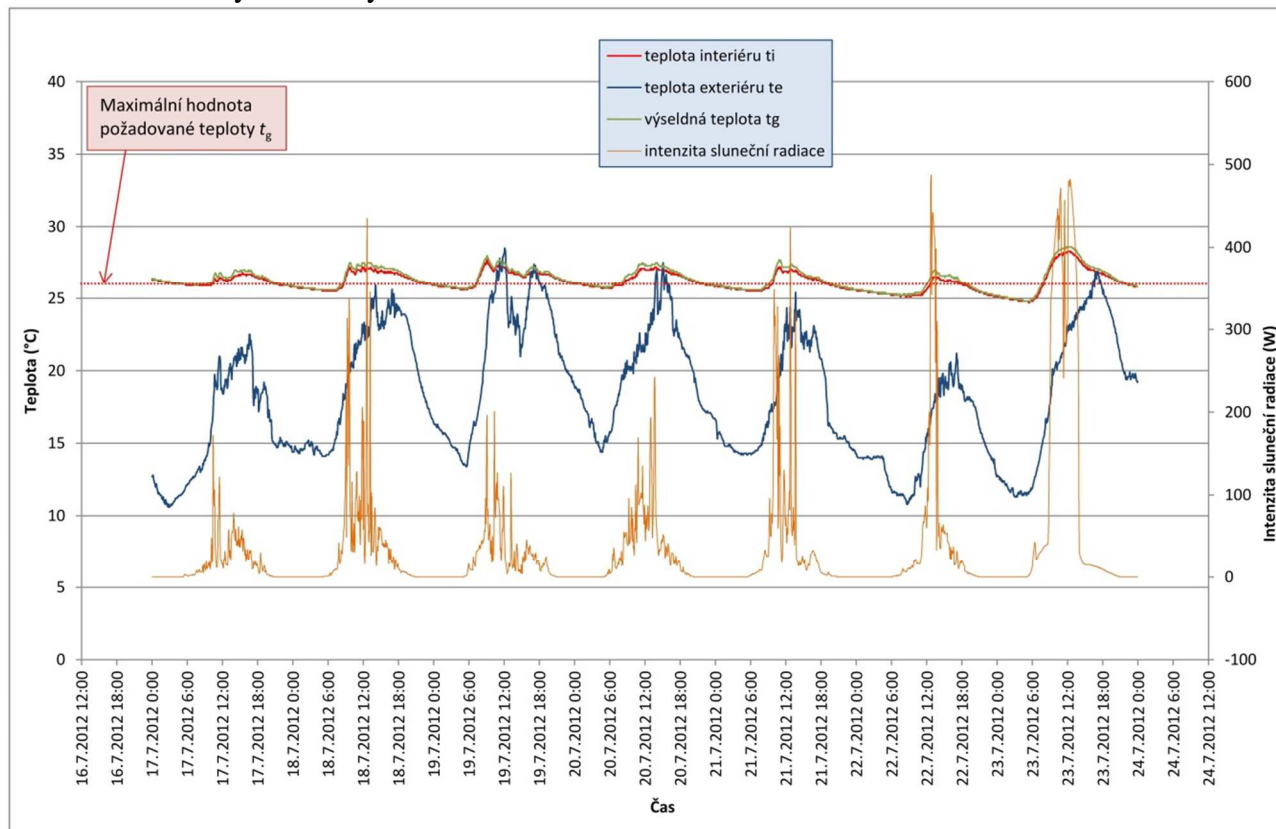


Z předchozí grafu, ale i z grafu 4 je patrné, že při zatažených žaluziích se teplota v místnosti nemění. Teplota zůstává téměř konstantní nebo se mění jen nepatrně. Od 10.7., kdy byly žaluzie opět vytaženy se teplota v místnosti výrazně zvýšila v poledních hodinách v důsledku sluneční radiace. Následující dny se ochladilo a teplota vzduchu v místnosti klesala.

d) Čtvrtý časový úsek

V posledních dnech měření bylo počasí polojasno nebo zataženo a teploty venkovního vzduchu dosahovaly maximálně 25 °C. Průběh naměřených veličin je patrný z grafu 6.

Graf 6 Hodnoty naměřených veličin 17.7. – 23.7.



Z grafu je patrné, že teplota venkovního vzduchu se pohybovala mezi 15 °C v noci až 25 °C ve dne. I přesto výsledná teplota v místnosti překročila maximální požadovanou výslednou teplotu 26 °C.

e) Zhodnocení

Grafy dokumentují dynamiku tepelného chování, které způsobují nestacionární okrajové podmínky jako např. intenzita sluneční radiace, teplota venkovního vzduchu. Z měření vyplývá, že při použití venkovních žaluzií se značně sníží tepelné zisky dané místnosti. Avšak při letních teplotních extrémech, které mohou nastat, se zcela nezabrání přehřívání místnosti. Požadovaná výsledná teplota tedy v místnosti není splněna. Pro danou místnost bych proto doporučil navrhnout vhodný systém chlazení.

3. Modelování tepelného chování místnosti – teoretické řešení

Z fyzikálního aspektu představuje tvorba IM VZT v podstatě řešení přenosu tepla a látky zejména prouděním. Teoretické řešení problematiky vychází z tepelných a látkových bilancí elementů vyjádřených zpravidla diferenciálními rovnicemi matematické fyziky. Pro technickou projekční aplikaci se problematika přenosu obvykle idealizuje do časově stacionární a jednorozměrné dimenze. Základní aplikované úlohy tvoří:

- přenos tepla s aplikací zejména při výpočtu tepelných ztrát zisků a výpočtu potřeb energií, k řešení recyklace tepla a úprav vzduchu
- přenos látky s aplikací v distribuci vzduchu, při identifikaci obrazu proudění a návrhu potrubí
- šíření zvuku s využitím útlumu hluku VZT zařízení

Ze širokého spektra dílčích úloh je z teoretických řešení aktuální problematika sledující prognózu teplotních stavů místností budov tzv. **tepelné chování místnosti**.

3.1. Metody řešení tepelného chování

Stav vnitřního prostředí je výsledkem průběhů fyzikální dějů vycházejících z přenosu tepla a látky. Řešení vychází z řešení jednotlivých fyzikálních dějů za určitých předpokladů, popřípadě zjednodušení.

Řešení tepelného chování místností vychází z tepelných dějů probíhajících obecně v prostoru i čase a tvořící tak náročnou teoretickou úlohu. Z důvodů praktické aplikace v technické praxi vyžaduje řešení zavedení jistých stupňů idealizace a předpoklady. Dle způsobu řešení lze úlohu dělit do níže uvedených metod:

- Analytické – hledání řešení užitím exaktních vztahů a jejich úpravou
- Numerické – velmi pracné
- Empirické – na základě předchozích zkušeností za předpokladu, že je již k dispozici řešení analogické místnosti
- Modelování - vychází z napodobení problému na vhodném fyzickém, či matematickém modelu, který svými vlastnostmi a okrajovými podmínkami odpovídá řešenému systému

Výsledný stav vnitřního prostředí budov ovlivňuje velké množství faktorů, mezi které lze na jedné straně zařadit fyzikální veličiny konstrukce (tepelný prostup zdmi a okny, infiltrace vzduchu atd.) a na druhé straně atmosférické podmínky (vnější teplota,

tepelné zisky ze slunce, rychlost větru, relativní vlhkost atd.). Kombinace všech těchto činitelů určuje tepelnou výměnu mezi vnitřním a vnějším prostředím, a tak bezprostředně ovlivňuje jak výslednou vnitřní teplotu v budově/místnosti, tak ve svém důsledku i spotřebu energie.

V současné době patří mezi hlavní kritéria prostředí budov tepelný komfort a s tím související úspora energií. Proto je třeba zkoumat potřebu energií budov. Při navrhování nových budov by měl brát ohled na spokojenost jejich uživatelů i na minimální využití energie na její vytápění a chlazení.

Zásadní pro tepelné chování budov a místností má v naší zeměpisné šířce letní období. Z toho hlediska je v práci DP zpracováno tepelné chování v letním období.

- Slouží k prognóze tepelného chování místnosti a eventuálně k návrhu technických prostředků chlazení
- Odhad potřeby chladícího výkonu

3.2. Výpočtové metody tepelného chování místnosti

- Metoda „prof. Chyského“ - vychází z metody elementárních tepelných bilancí
Metoda se aplikuje ve vlastním řešení a v softwaru firmy KLIMA
- ČSN EN ISO 13792
Aplikace v Software SIMULACE (Svoboda software)
- Metoda elementárních tepelných bilancí aplikovaná do softwaru Teruna

3.2.1. Metoda prof. Chyského

Výpočet je založen na tepelných tocích probíhajících mezi místnostmi a okolním prostředím. Stěny místnosti jsou z hlediska výpočtu akumulátory tepla, které pohlcují tepelné záření sáláním. Tímto se stěny ohřívají a přenášejí konvekci teplo do vzduchu. Jelikož se jedná o výpočet bez strojního chlazení a zavedením přiváděného vzduchu o nižší teplotě, než je teplota venkovního vzduchu by se výpočet výrazně zkomplikoval, bude ohřátý vzduch od stěn odveden a nahrazen venkovním vzduchem. [22]

Pro triviální výpočet je vhodné předem vyčíslit zásadní okrajové podmínky, zejména tepelné zisky místnosti sluneční radiací okny. Fundovanější řešení problému umožňuje vyčíslení dynamických okrajových podmínek v jednotlivých časových krocích výpočtu vyplývající z časové diskretizace. Podstata řešení vychází z tepelných bilancí vyjádřených odpovídajícími rovnicemi.

První rovnice je tepelná bilance stěn, které akumulují teplo. To se na jejich povrch přenáší sáláním. Část tohoto tepla se ze stěny sdílí konvekcí do vzduchu, zbytek ohřívá stěnu. Na levé straně rovnice je tepelný tok, přenášený do stěny, na pravé straně teplo, které se akumuluje a teplo, které se konvekcí z povrchu dostává do okolního vzduchu.

Tvar první rovnice:

$$v \cdot (\varepsilon \cdot Q_i + (223 - 6,2 \cdot t_{vi}) \cdot n_i + \alpha \cdot S_s \cdot (t_s - t_{vi})) \cdot \Delta\tau = M \cdot c \cdot (t_{pi} - t_{p(i-1)}) + \alpha_k \cdot S \cdot ((t_{pi} + t_{p(i-1)})/2 - t_{vi})$$

V rovnici je hodnota t_{pi} neznámá. Pro začátek výpočtu se teplota t_p volí.

Druhá rovnice vyjadřuje tepelnou bilanci pro vzduch v místnosti. Protože se sleduje pouze vzduch, není uvažován přenos tepla sáláním.

Tvar druhé rovnice:

$$\alpha_k \cdot S \cdot ((t_{p(i-1)} + t_{pi})/2 - t_{vi}) + (1 - v) \cdot (\sum Q_i + (223 - 6,2 \cdot t_{vi}) \cdot n_i + \alpha \cdot S \cdot (t_s + t_{vi})) + k_e \cdot S_e \cdot (t_{ri} - t_{vi}) + k_o \cdot S_o \cdot (t_{ei} - t_{vi}) = V_a \cdot \rho_a \cdot c_a \cdot (t_{vi} - t_{xi})/3600$$

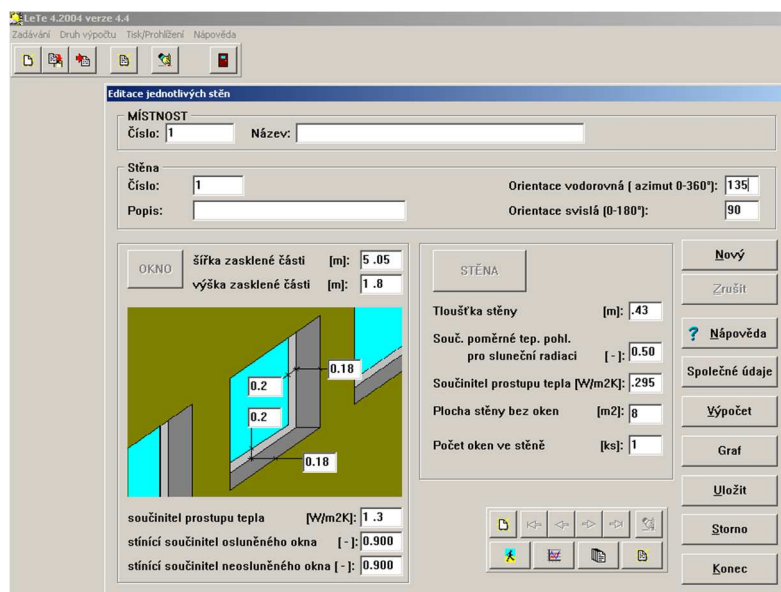
Postup výpočtu – charakter iterace

- Volí se teplota t_{p0} a vypočte se teplota t_{v1}
- Teplota t_{v1} a t_{p0} se dosadí do rovnice a vypočte se t_{p1}
- Místo t_{p0} se dosadí t_{p1} a vypočítá se t_{p2}
- Teplota t_{v2} a t_{p1} se dosadí do rovnice a vypočte se t_{p2} atd.

Stejným způsobem se pokračuje až do posledního časového úseku cyklu, z něj se vypočte nová hodnota t'_{p0} . Ta se porovná s původně zvolenou t_{p0} a je-li rozdíl větší než zvolený (0,1K), výpočet se opakuje s novou počáteční teplotou.

3.2.2. Software KLIMA

Výpočet programu Klima je založen na metodě „prof. Chyského“. Program slouží pro výpočet letních teplot v objektech bez klimatizace. Program řeší vnější a vnitřní zátěže klimatizovaných prostorů dle ČSN 73 0548. Osluněnou plochu možno naklánět od polohy 0° (vodorovná) přes 90° (svislá) až do 180° (vodorovná, otočená k zemi). Vodorovná orientace stěny je možná od 0° do 360°. Vnější zátěž možno počítat jen pro 1 různě stíněné okno, 1 modul s několika okny, místnost s 1 nebo více osluněnými stěnami nebo celou budovu.



Obr. 50 Software firmy Klima

3.2.3. ČSN EN 13972

Vychází z normy ČSN EN ISO 13791. ČSN EN ISO 13792 podrobně určuje požadované vstupní údaje pro zjednodušené výpočtové metody zaměřené na stanovení maximálních, průměrných a minimálních denních hodnot operativní teploty v místnosti v teplém období za účelem:

- Prognóza průběhu teplot letním období místnosti v letním období.
- Určení, chladicího výkonu klimatizace, v případě je-li překročena požadovaná teplota místnosti

ČSN EN ISO 13792 uvádí dva příklady jednoduchých výpočtových metod pro stanovení operativní teploty v místnosti v závislosti na vstupních údajích definovaných v této normě. Výpočtové metody jsou založeny na následujících modelech procesů šíření tepla:

- Síť odporů a kapacit charakterizujících šíření tepla mezi vnitřním a venkovním prostředím (RC model s třemi uzly)
- Oddělení časově ustáleného příspěvku od proměnného příspěvku popsáno předem určenými harmonickými parametry šíření tepla (metoda tepelné jímavosti) [23]

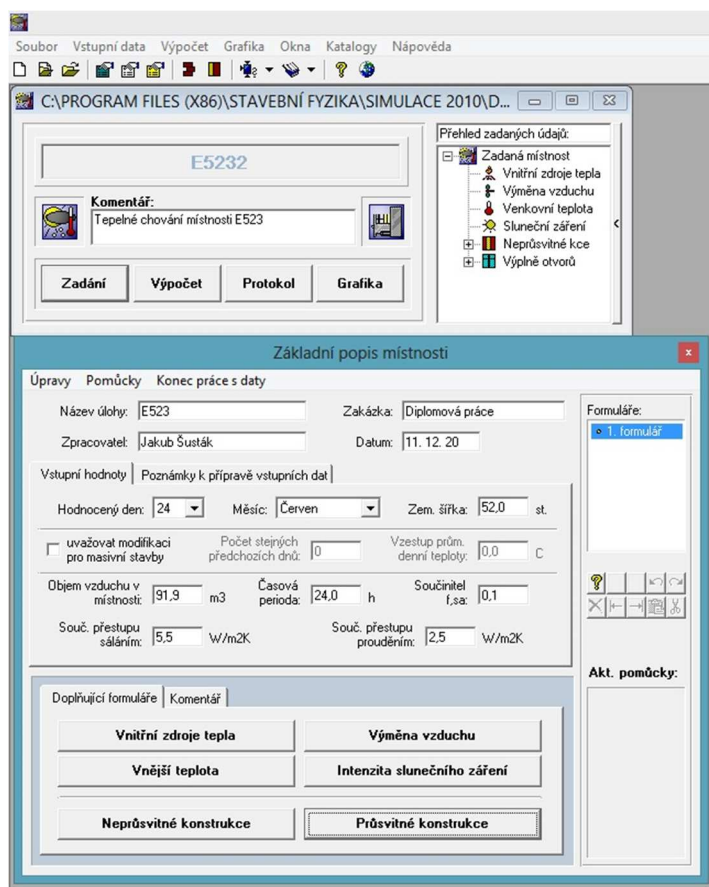
3.2.4. Software SIMULACE

Program Simulace 2011 je určen pro hodnocení dynamické odezvy místností v čase na tepelnou zátěž v letním období podle ČSN EN ISO 13792. Dle revidované ČSN 730540-2 a vyhlášky 148/2007Sb. [24]

Program má možnost výběru metodiky výpočtu buď RC metoda s třemi uzly, nebo metoda tepelné jímavosti.

Možnosti programu:

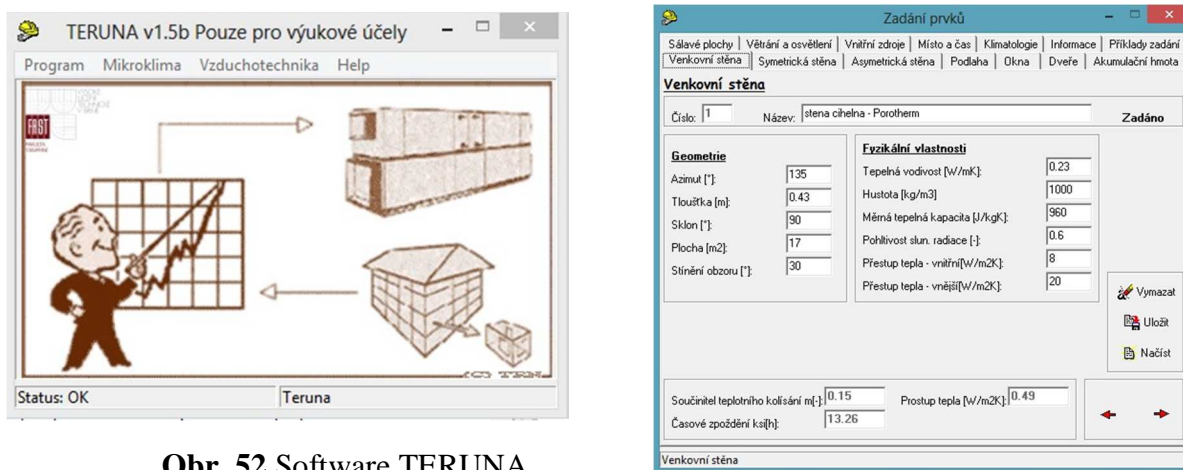
- možnost zohlednit ve výpočtu způsob stínění konstrukcí (žaluzie, markýzy, boční stěny) a délku trvání uvažovaného počasí
- využití katalogu stavebních materiálů, konstrukcí a okrajových podmínek
- pomocný výpočty plochy konstrukce, intenzity a propustnosti slunečního záření
- grafické výstupy (průběh vypočtených teplot a intenzit slunečního záření)
- ověření požadavku a tolerance mezi vypočtenou a požadovanou hodnotou a vyhodnocení výsledků podle ČSN 730540



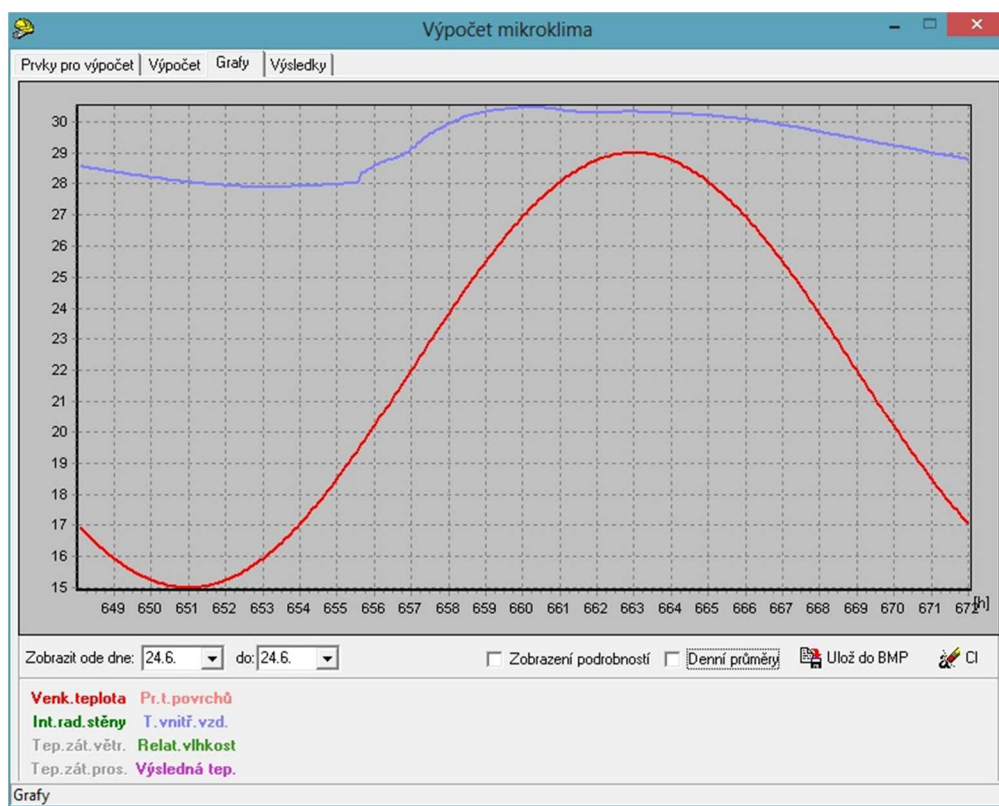
Obr. 51 Software SIMULACE 2010

3.2.5. Software TERUNA

Teruna je software pro modelování tepelného mikroklimatu budov a navrhování vzduchotechniky. Součástí programu je výpočtový model tepelného chování místnosti pro simulaci teplotních a vlhkostních poměrů místnosti na základě její geometrie, vlastností stavebních konstrukcí, provozu, systému větrání, klimatizace a klimatických podmínek. Výsledkem výpočtu pak jsou průběhy teploty vzduchu v místnostech a jeho relativní vlhkost v závislosti na čase a okrajových podmínkách. [27]



Obr. 52 Software TERUNA



Obr. 53 Software TERUNA – průběh teplot za jeden den

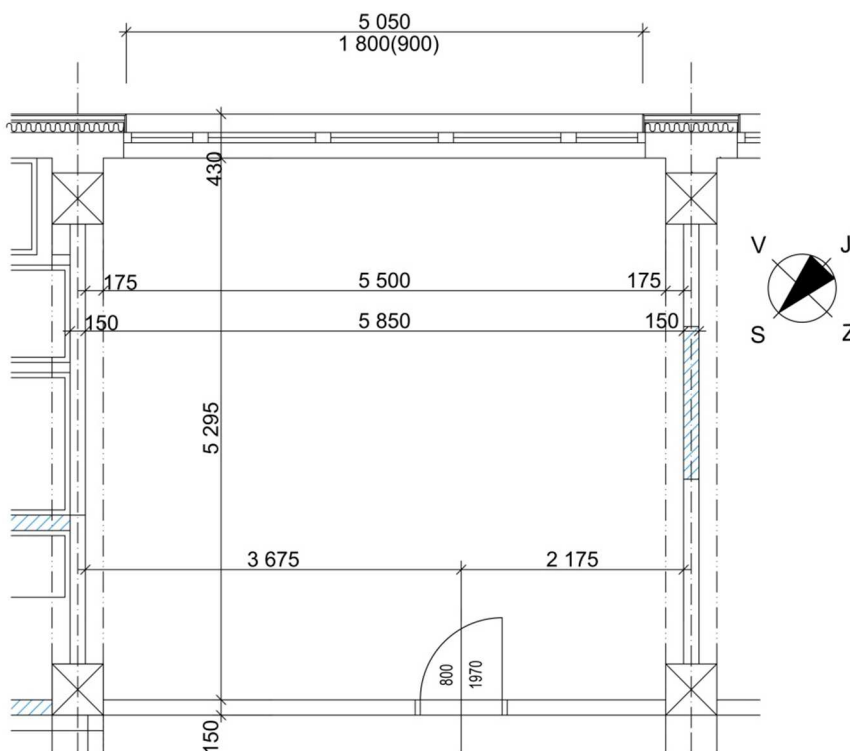
4. Modelování tepelného chování místností – aplikace

Aplikace modelování byla provedena pro následující prostory:

- Místnost E523 (experiment) – řešeno všemi uvedenými prostředky
- Restaurace (projekt) – řešeno vlastním výpočtovým programem
- Hotelový pokoj (projekt) – řešeno vlastním výpočtovým programem

4.1. Modelování tepelného chování vybrané místnosti a porovnání s experimentálním řešením

Pro modelování tepelného chování měřené místnosti byl využit vlastní výpočtový model, který byl zpracován v programu Excel. Dále se aplikovalo modelování v dostupných výše uvedených výpočtových programech. Základní popis programů uvádí kapitola 3.3. Pro všechny metody byly použity stejné okrajové podmínky. Výpočet byl proveden pro dva dny (24.6. a 28.6.), kdy naměřené venkovní podmínky byly nejvíce podobné podmínkám výpočtovým. Půdorys modelované místnosti je na obr. 54.



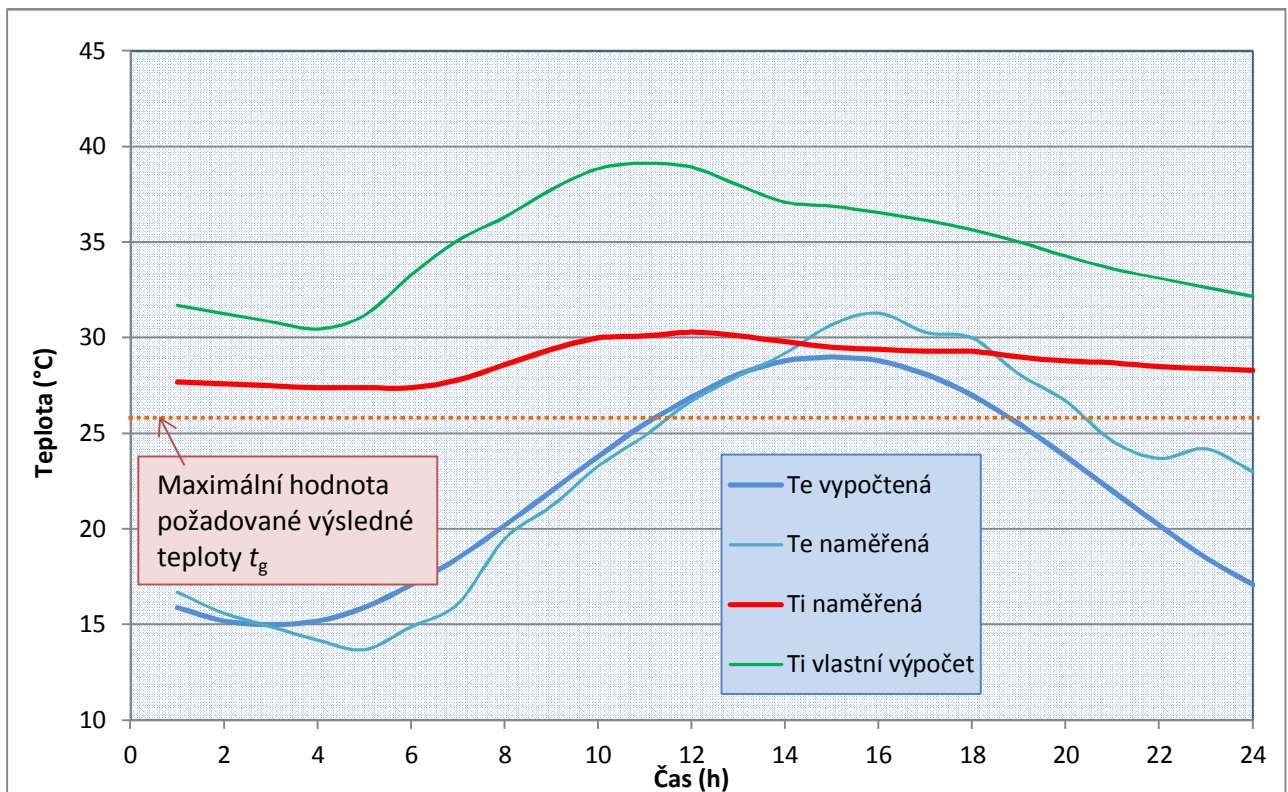
Obr. 54 Půdorys modelované místnosti

4.1.1. Vlastní výpočtový program

Základní vstupní hodnoty:

- Plocha okna: 9,09 m²
- Výměna vzduchu: 92 m³/h
- Stínící součinitel: 0,9
- Vnitřní zdroje: 50 W

Graf 7 Porovnání vypočtených veličin vlastního programu a naměřené veličiny t_i



Z následujícího grafu vyplývá, že řešení vlastním výpočtovým programem se liší od naměřených hodnot v maximální hodnotě o 8 °C. Je to dáno tím, že program nepostihne stínění ostatních budov a případné oblačnosti. Je navržen pro vyšší stupeň idealizace okrajových podmínek.

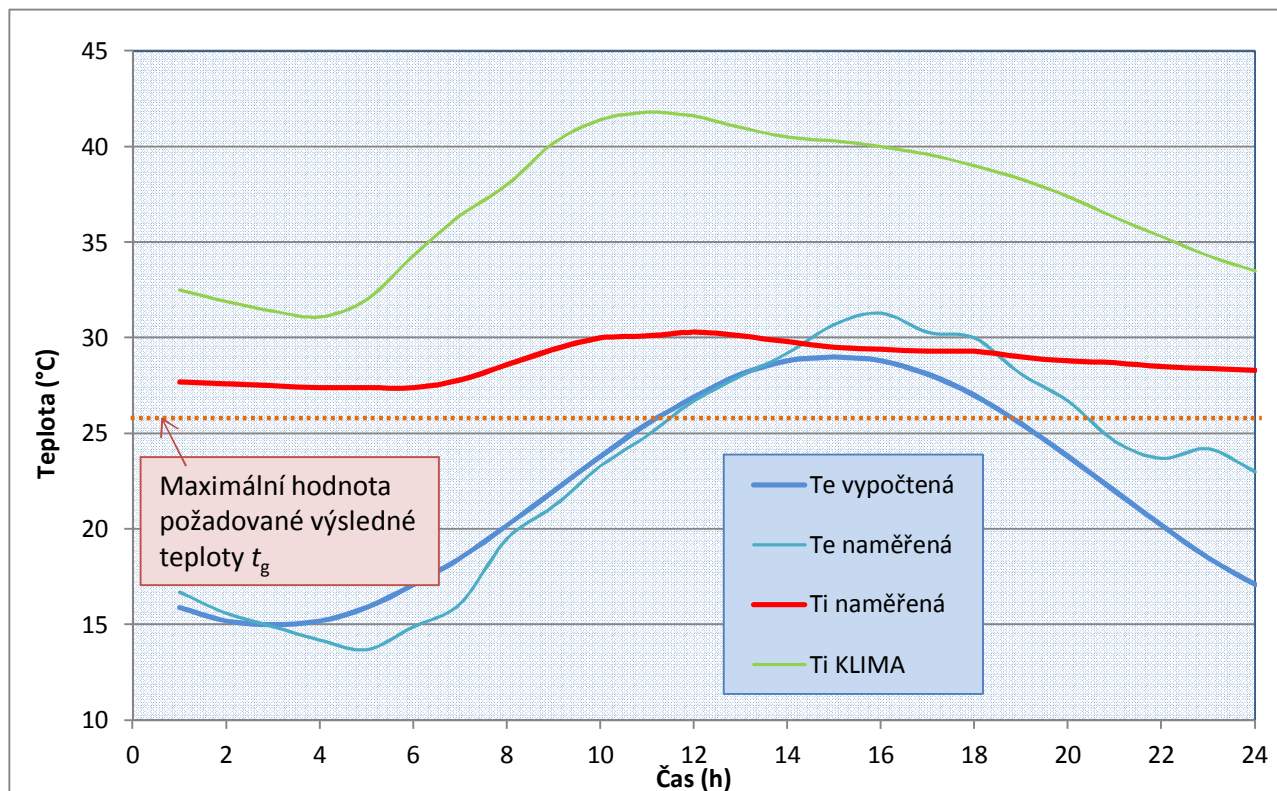
4.1.2. Program Klima

Základní vstupní hodnoty:

- Plocha okna: 9,09 m²

- Výměna vzduchu: 92 m³/h
- Stínící součinitel: 0,9
- Vnitřní zdroje: 50 W

Graf 8 Porovnání vypočtených veličin programu Klima a naměřené veličiny t_i



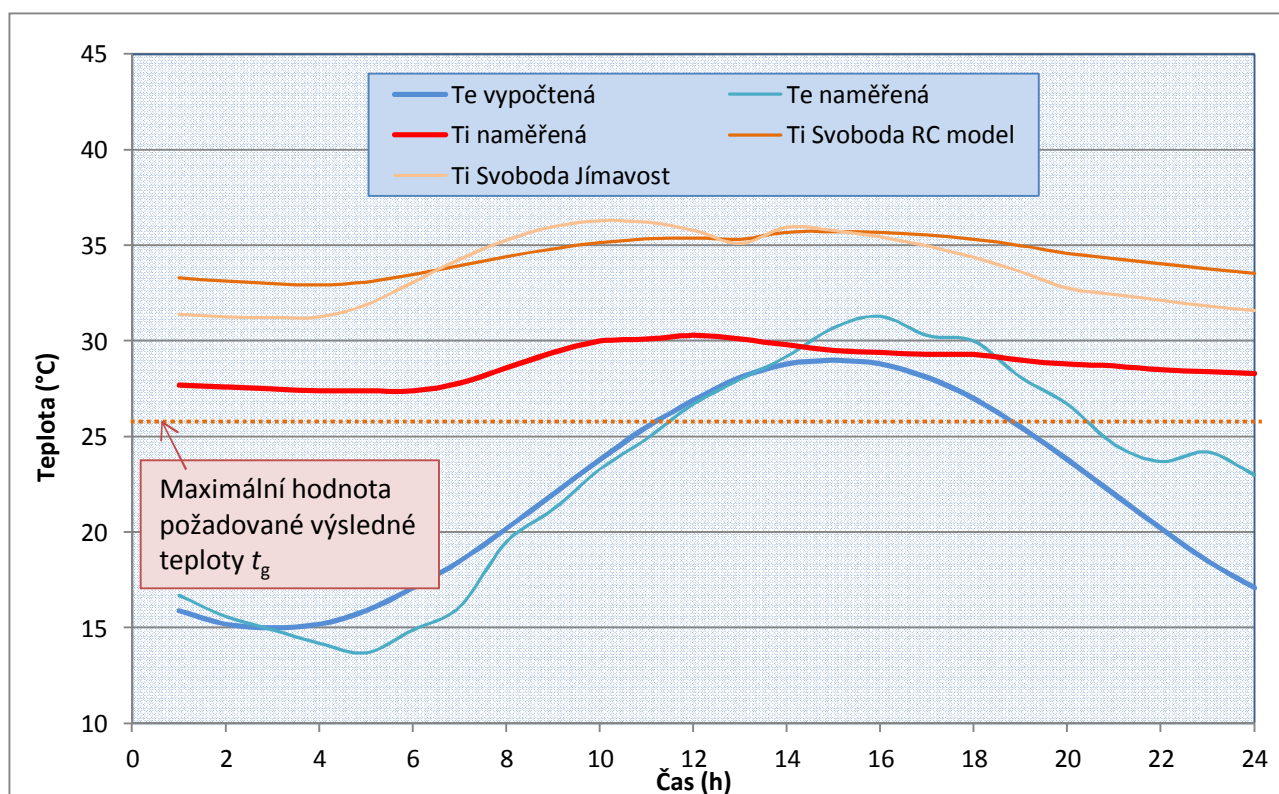
Výsledky programu Klima se liší ještě více, asi o 12 °C. Tolerance vykazuje vyšší hodnotu. Program tedy je méně vhodný pro modelování tepelného chování místnosti.

4.1.3. Program Simulace

Základní vstupní hodnoty:

- Plocha okna: 9,09 m²
- Výměna vzduchu: 92 m³/h
- Stínící součinitel: 0,9
- Korekční činitel rámu: 0,7
- Činitel oslunění: 0,5
- Vnitřní zdroje: 50 W

Graf 9 Porovnání vypočtených veličin programu Simulace a naměřené veličiny t_i



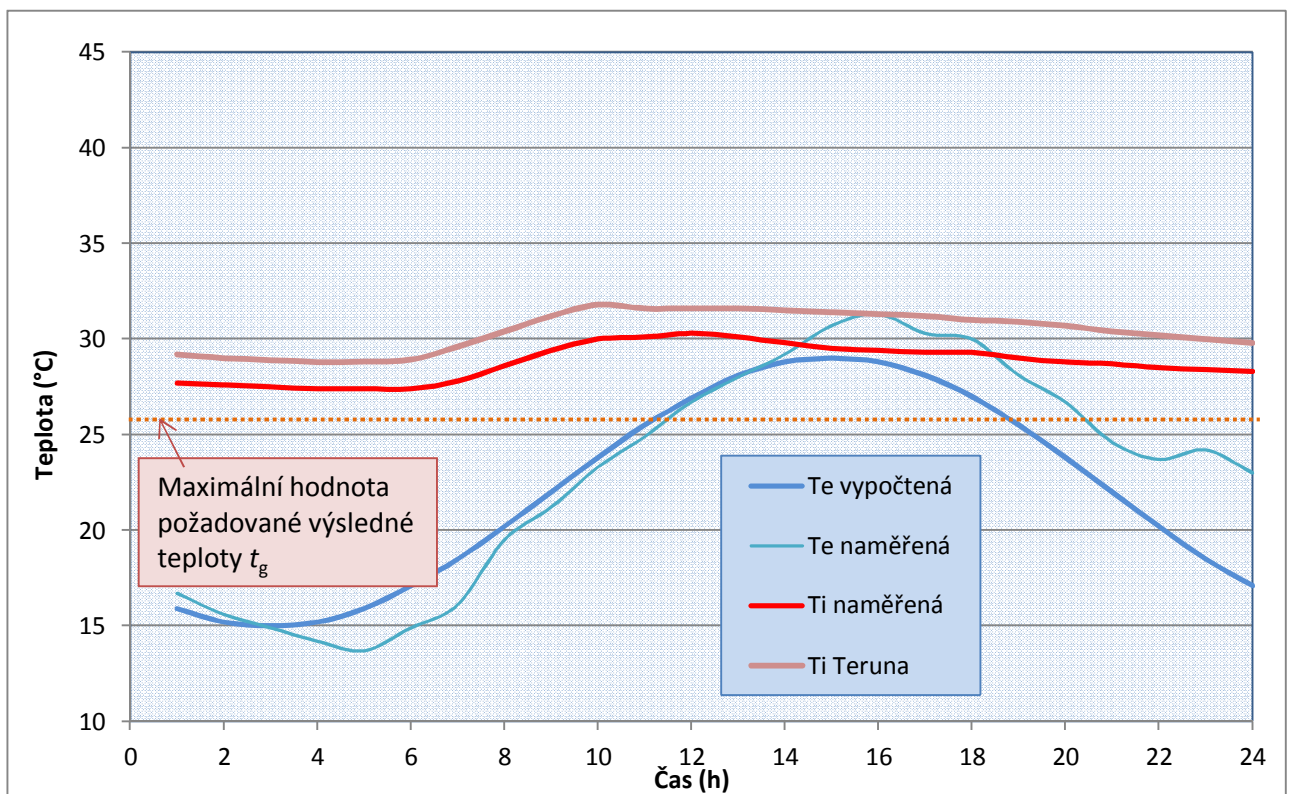
Výpočet v programu Simulace byl proveden metodou RC model i metodou tepelné jímavosti. Rozdíl mezi vypočtenými a naměřenými veličinami je přibližně 5 °C. Metoda RC model má skoro stejný průběh jako naměřené hodnoty. Program simulace se dá bez problémů pro výpočet tepelného chování místnosti použít.

4.1.4. Program Teruna

Základní vstupní hodnoty:

- Plocha okna: 9,09 m²
- Stínící součinitel: 0,9
- Stínění obzoru: 30°
- Zadána simulace oblačnosti

Graf 10 Porovnání vypočtených veličin programu Teruna a naměřené veličiny t_i

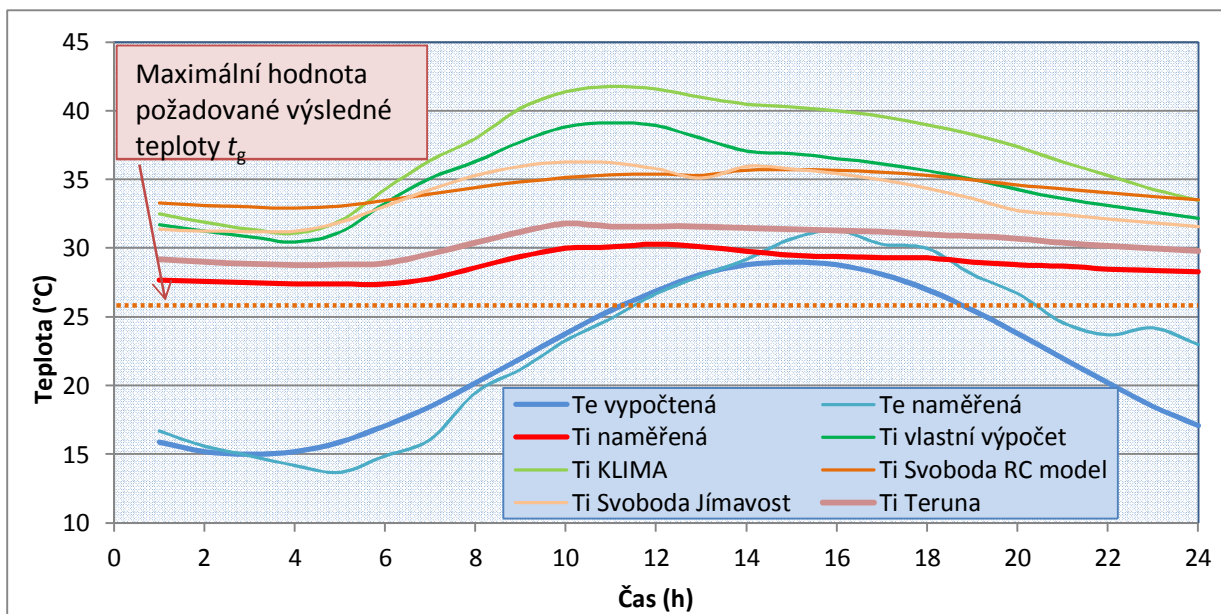


Výsledky výpočtového programu Teruna se liší od naměřených veličin o méně než 2 °C a křivka průběhu teplot je podobná.

4.1.5. Srovnání průběhu vypočtených teplot t_i s naměřenou teplotou t_i

a) Vytažené žaluzie

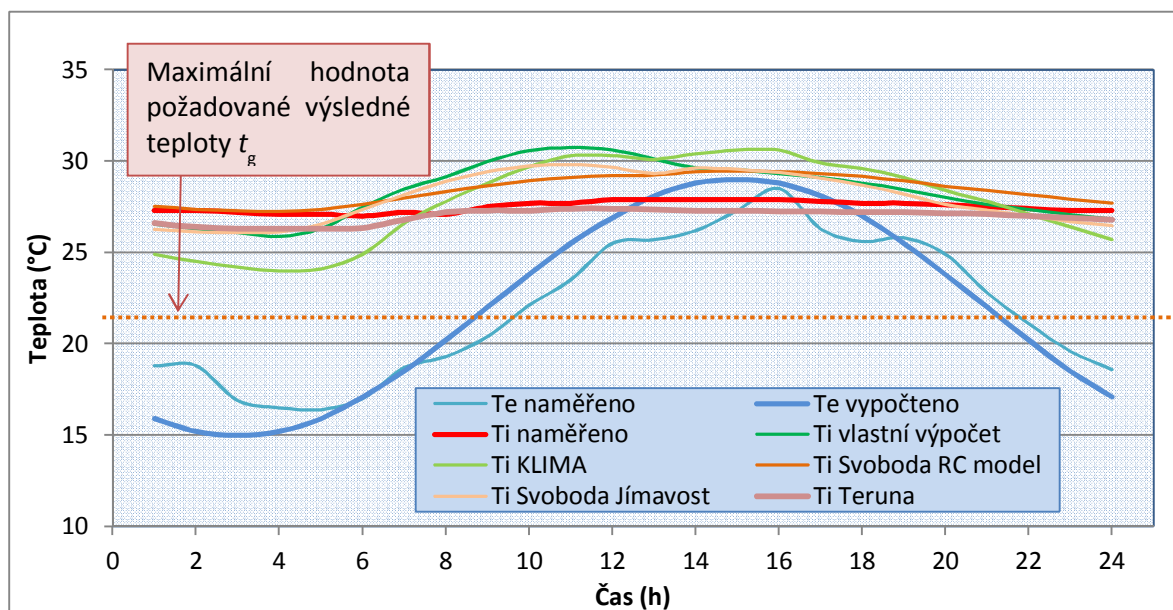
Graf 11 Porovnání všech výsledků a naměřených veličin při vytažených žaluziích



b) Stažené žaluzie

Stínící součinitel se v tomto případě vynásobil číslem 0,25, to je hodna pro stínící součinitel venkovních žaluzií (90° K oknu).

Graf 12 Porovnání všech výsledků a naměřených veličin při zatažených žaluziích



Z grafu vyplývá, že při vytažených žaluziích a tedy při velkých slunečních ziscích je řešení úlohy modelování méně přesné než řešení experimentální. Z uvedeného vyplývá, že výpočtové programy parně nezohledňují stínění okolní zástavby a vliv oblačnosti do výpočtu. Při zatažených žaluziích se výsledky tolik neliší.

Z výsledků vyplývá, že nejbližše naměřeným veličinám je výpočet v programu Teruna.

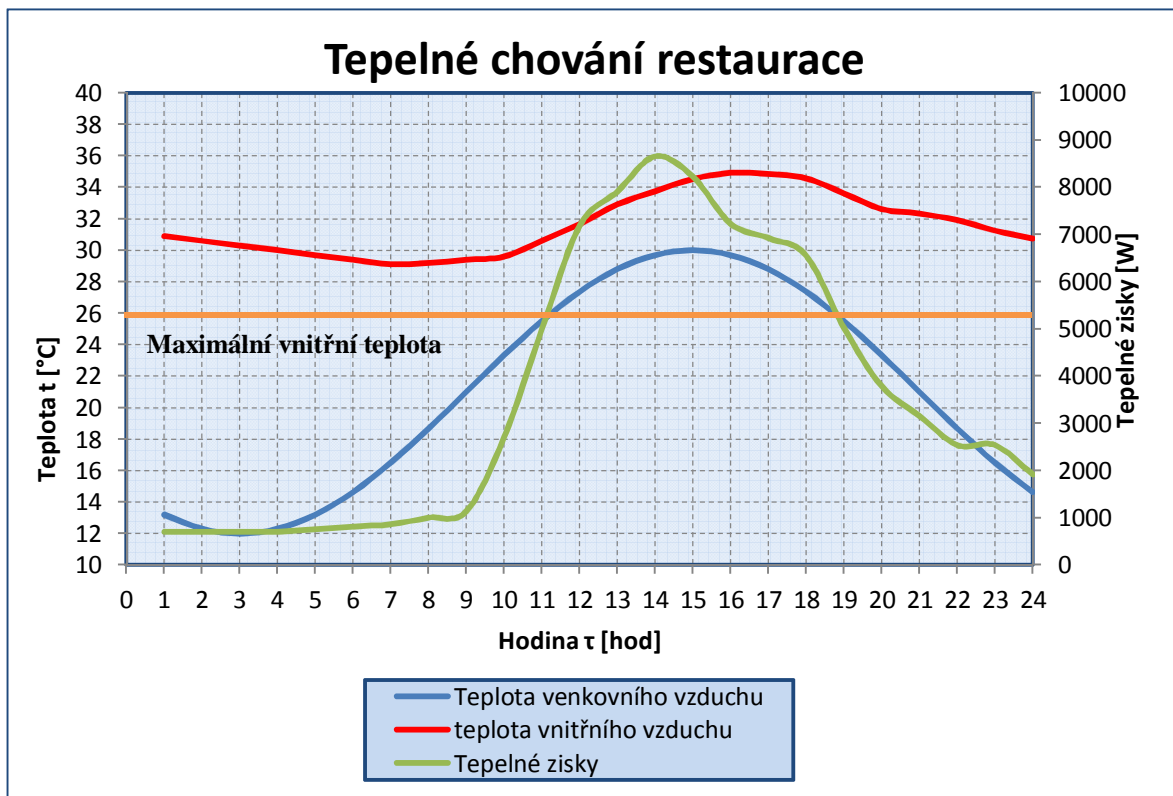
4.2. Modelování tepelného chování restaurace

Řešená místnost je předmětem části B – aplikace na zadané budově. Rozměry a vstupní hodnoty udává kapitola 4.3. Modelování bylo provedeno ve vlastním výpočtovém programu, který pracuje na algoritmu prof. Chyského.

Vstupní hodnoty pro výpočet:

- Větrání – pracovní doba: $800 \text{ m}^3/\text{h}$
– mimo pracovní dobu: $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$
- Plocha pro akumulaci tepla – vnitřní stěny: 74 m^2
– strop a podlaha: 266 m^2
- Objem vzduchu v místnosti: 359 m^3
- Orientace: jihozápad a severozápad

Graf 13 Modelování tepelného chování restaurace



Z grafu 1 je zřejmé, že maximální teplota v restauraci bude dosahovat až $34 \text{ }^\circ\text{C}$. Tato hodnota je velmi vysoká a přesahuje maximální povolenou teplotu $26 \text{ }^\circ\text{C}$. Vysoká teplota je dána velkými slunečními zisky, ale i zisky od lidí, které se předpokládají nejvyšší v době oběda a večere. Z následujícího zjištění vyplývá, že pro provoz restauračního zařízení bude nezbytný systém klimatizace, který odvede tepelné zisky.

4.3. Modelování tepelného chování hotelového pokoje

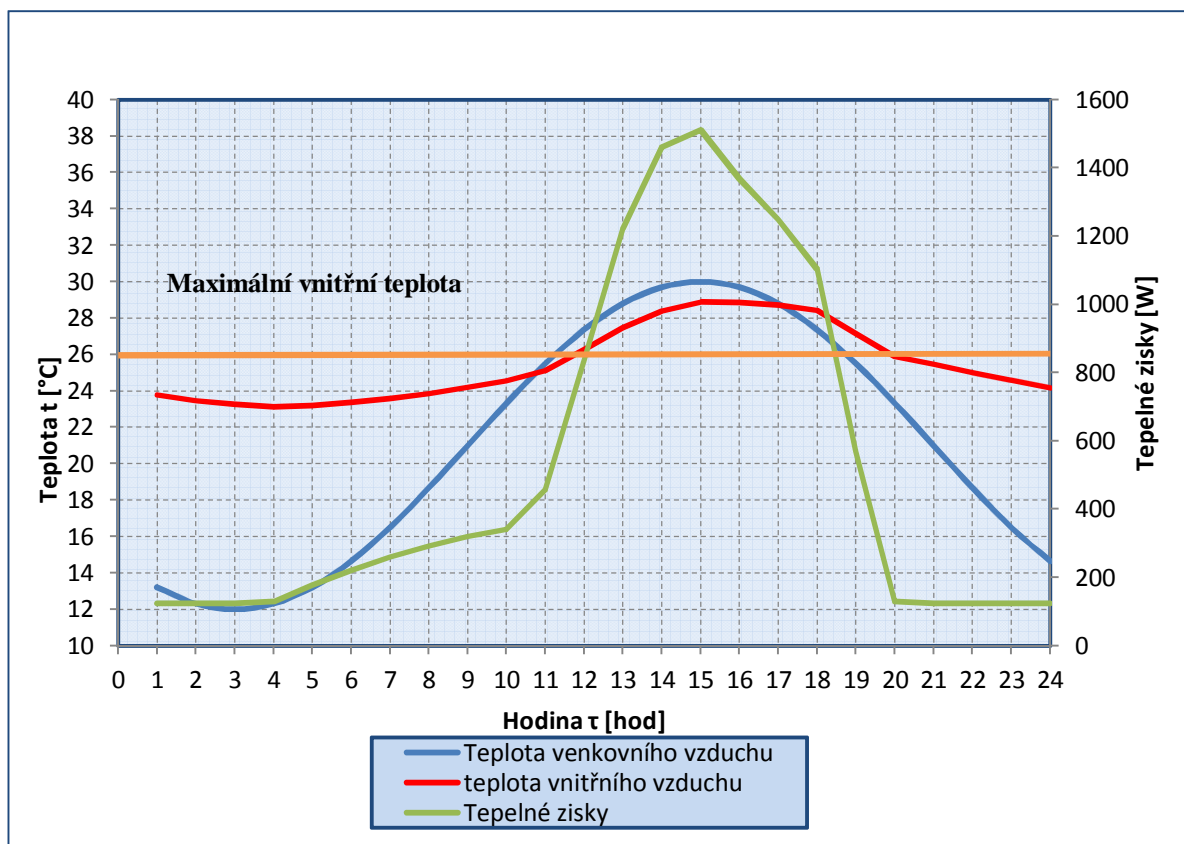
Řešená místnost je předmětem části B – aplikace na zadané budově. Modelování bylo provedeno ve vlastním výpočtovém programu, který pracuje na algoritmu prof. Chyského.

Rozměry a vstupní hodnoty udává kapitola 4.4. Je zřejmé, že tepelné chování každého pokoje se bude lišit. Závisí na orientaci k jednotlivým stranám, na obsazenosti pokoje atd. Pro výpočet jsem si zvolil ložnici 3, která je orientována na jihozápad a má dvě okna, tudíž se předpokládá největší tepelná zátěž v letním období.

Vstupní hodnoty pro výpočet:

- Větrání: $100 \text{ m}^3/\text{h}$
- Plocha pro akumulaci tepla – vnitřní stěny: 74 m^2
– strop a podlaha: 30 m^2
- Objem vzduchu v místnosti: 81 m^3
- Orientace: jihozápad

Graf 14 Modelování tepelného hotelového pokoje



Z grafu 1 je zřejmé, že maximální teplota v restauraci bude dosahovat až $29 \text{ }^\circ\text{C}$. Z analýzy tepelného chování hotelových pokojů vyplývá, že prostory je třeba klimatizovat, aby bylo zajištěno požadované mikroklima.

Seznam použitých zdrojů

- [1] GEBAUER, G.; RUBINOVÁ, O.; HORKÁ, H. *Vzduchotechnika*. Brno : ERA group, spol. s.r.o., 2007. 261 s.
- [2] CHYSKÝ, J., HEMZAL, K., a kol. *Větrání a klimatizace*. Brno: BOLIT – B press, 1993.
- [3] Chladicí trámy: alternativní vzduchotechnický systém. In: SYROVÝ, Jiří. Tzbinfo [online]. 1. vyd. 2002, 11.12. [cit. 2012-12-01]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/1277-chladici-tramy-alternativni-vzduchotechnicky-system>
- [4] TROX GMBH. Systémy vzduch-voda pro klimatizaci prostorů: Příručka pro projektování. 2009, 60 s.
- [5] Lindab: Ventilace [online]. 2012 [cit. 2012-12-01]. Dostupné z: <http://www.lindab.com/cz/pro/Pages/default.aspx>
- [6] KRÍŽEK, Felix a Josef NEUFUS. *Moderní hotelový management*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 195 s. ISBN 978-80-247-3868-0.
- [7] Aplikace simulačních metod pro zjištění tepelného chování systémů v budovách – 1. část. In: Posterus [online]. 2011, 11.7.2011 [cit. 2012-12-05]. Dostupné z: <http://www.posterus.sk/?p=11055>
- [8] Angelo. Hotel [online]. [cit. 2012-12-19]. Dostupné z: <http://www.vi-hotels.com/cz/angelo-westpark/the-hotel/>
- [9] CHYSKÝ, Jaroslav. Výpočet teplot vzduchu v místnosti bez klimatizace v letních podmínkách. VVI: Vytápění, větrání, instalace. 1995, 1/95, s. 5.
- [10] ČSN EN ISO 13792. Tepelné chování budov: Výpočet vnitřních teplot v místnosti bez strojního chlazení - Zjednodušené metody. 1. vyd. Praha: Český normalizační institut, 2005.
- [11] K - CAD [online]. 1. vyd. 2007, 28.8.2012 [cit. 2012-12-19]. Dostupné z: <http://www.kcad.cz/>
- [12] MATHAUSEROVÁ, Zuzana. Požadavky na kvalitu vnitřního prostředí budov - mikroklimatické podmínky a větrání. In: Tzbinfo [online]. 1. vyd. 2009, 27.4.2009 [cit. 2012-12-31]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-vetrani-klimatizace/5593-pozadavky-na-kvalitu-vnitriho-prostredi-budov-mikroklimaticke-podminky-a-vetrani>

- [13] Technika budov, s.r.o. TB [online]. 2012 [cit. 2013-01-04]. Dostupné z: <http://www.technikabudov.cz/index.htm>
- [14] HIRŠ, J.; GEBAUER, G. *Vzduchotechnika v příkladech 1*, Brno : CERM akademické nakladatelství, 2006. 230 s.
- [15] Návrh větrání garáží (I). In: DRKAL, František. *Tzbonfo* [online]. 1. vyd. 2008, 17.03. [cit. 2012-12-03]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/4714-navrh-vetrani-garazi-i>
- [16] Technika prostředí: VZDUCHOTECHNIKA A KLIMATIZACE [online]. 2006, 24.11.2012 [cit. 2012-12-05]. Dostupné z: <http://www.qpro.cz/Qpro-vzduchotechnika-klimatizace>
- [17] Aplikace simulačních metod pro zjištění tepelného chování systémů v budovách – 1. část. In: *Posterus* [online]. 2011, 11.7.2011 [cit. 2012-12-05]. Dostupné z: <http://www.posterus.sk/?p=11055>
- [18] MATHAUSEROVÁ, Z. a kol. Větrání kuchyní. Praha: STP, 2000.
- [19] TOMAN, Stanislav. Požární větrání chráněných únikových cest, navrhování a některé problémy. In: *Tzbinfo* [online]. 1. vyd. 2011, 20.6. [cit. 2013-01-03]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/vzduchotechnicka-zarizeni/7575-pozarni-vetrani-chranenych-unikovych-cest-navrhovani-a-nektere-problemy>
- [20] *Hygromatic* [online]. 2010 [cit. 2011-05-20]. Zvlhčovací zařízení. Dostupné z WWW: <<http://www.hygromatic.cz/index.php>>.
- [21] *MANDIK* [online]. 1. vyd. 2010 [cit. 2013-01-08]. Dostupné z: <http://www.mandik.cz/index.php>

Použitý software

- [22] Teruna, [počítačový program] Ver. 1,5 [cit. 2013-1-1]
- [23] REMAK, AeroCAD [počítačový program] Ver. 4.8.74 [cit. 2013-1-1]
- [24] QPRO, Výpočet tepelných zisků [cit. 2013-1-1]
- [25] QPRO, Návrh izolace potrubí [cit. 2013-1-1]
- [26] Lindab, LindQST [cit. 2013-1-1]
- [27] Lindab, DIMcomfort [cit. 2013-1-1]
- [28] Stavební fyzika – Svoboda software, Simulace 2011 [cit. 2013-1-1]
- [28] Klima [cit. 2013-1-1]

Seznam použitých zkratk

Označení	Název veličiny	Jednotka
$\phi_{t,i}$	tepelný tok prostupem tepla vytápěného prostoru	[W]
$\phi_{v,i}$	tepelný tok větráním vytápěného prostoru	[W]
$H_{T,ie}$	měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí přes obvodový plášť budovy ve	[W/K]
$H_{T,iue}$	měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí přes nevytápěný prostor	[W/K]
$H_{T,ig}$	měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do zeminy	[W/K]
$t_{int,i}$	vnitřní navrhovaná teplota vytápěného prostoru	[°C]
t_e	venkovní teplota	[°C]
A_k	plocha prvků budovy	[m ²]
e_k, e_l	korekční činitel zahrnující klimatické vlivy, odlišnou izolaci, nasákavost, rychlost větru a teplotu. e_k, e_l	[-]
U_k	součinitel prostupu tepla prvku	[W/m ²]
l_l	délka lineárního tepelného mostu mezi vnitřním prostorem a venkovním prostředím	[m]
U_l	lineární činitel prostupu tepla tepelného mostu	[W/m.K]
U_{kc}	opravený souč. prostupu tepla prvku zahrnující lineární tepelné mosty	[W/m ² .K]
U_k	součinitel prostupu tepla prvku	[W/m ² .K]
U_{fg}	korekční činitel	[W/m ² .K]
f_{g1}	korekční činitel zahrnující vliv ročního kolísání venkovní teploty.	[-]
f_{g2}	redukce teploty, zahrnující rozdíl mezi průměrnou roční teplotou a výpočtovou teplotou	[-]
$H_{v,i}$	měrná tepelná ztráta větráním	[W/k]
$V_{inf,i}$	Infiltrace přes obálku budovy	[m ³ /h]
n_{50}	je výměna vzduchu při tlaku 50 Pa mezi vnitřním prostorem a vnějším prostředím	
e_i	koeficient chránění	[-]
ε_i	korekční činitel výšky, který zahrnuje nárůst rychlosti větru	

	s výškou prostoru nad terénem	[-]
Q_{ok}	prostup tepla konvekci	[W]
Q_{or}	prostup tepla oknem sluneční radiací	[W]
S_{os}	povrch okna ozářený sluncem	[m ²]
I_o	celková intenzita sluneční radiace procházející standardním jednoduchým zasklením	[W/m ²]
$I_{o\ dif}$	intenzita difúzní sluneční radiace procházející standardním jednoduchým zasklením	[W/m ²]
c_o	korekce na čistotu atmosféry	[-]
s	stínící součinitel	[-]
Q_s	tepelná zátěž stěnou	[W]
t_r	rovnocenná sluneční teplota vnějšího vzduchu	[°C]
t_m	průměrná rovnocenná sluneční teplota vzduchu za 24 hodin	[°C]
$t_{r\Psi}$	rovnocenná sluneční teplota v době o Ψ hodin dříve	[°C]
m	součinitel zmenšení teplotního kolísání při prostupu tepla stěnou	[-]
M_w	produkce vodní páry lidmi	[g/h]
Q_i	produkce tepla lidmi	[W]
Q_{sv}	produkce tepla svítidly	[W]
Q_e	produkce tepla elektronickými zařízeními	[W]
α	azimut slunce	[°]
h	výška slunce	[°]
γ	azimut stěny	[°]
V	objemový tok vzduchu	[m ³ /h]
Δp	tlaková ztráta	[Pa]
ρ_v	hustota vzduchu	[kg/m ³]
V_e	objemový průtok venkovního vzduchu	[m ³ /h]
V_o	objemový průtok odváděného vzduchu	[m ³ /h]
V_p	objemový průtok přiváděného vzduchu	[m ³ /h]
V_{ol}	objemový průtok vyústí	[m ³ /h]
Δp_c	tlaková ztráta vyústky	[Pa]
L_{WA}	hladina akustického výkonu	[dB]
O	objem místnosti	[m ³]
y_e	dávka venkovního vzduchu na osobu	[m ³ /h]
φ	relativní vlhkost	[%]

w_{ef}	efektivní rychlost	[m/s]
S_{ef}	efektivní plocha	[m ²]
L_{vv}	hladina akustického výkonu ventilátoru	[dB]
L_{vy}	hladina akustického výkonu vyústky	[dB]

Seznam obrázků

Obr. 1 Hotel [11]

Obr. 2 Průměrné hodnoty jednotlivých složek mikroklima v hotelu

Obr. 3 Schéma vzduchového systému (užití v restauraci)

Obr. 4 Schéma vodního systému

Obr. 5 Schéma kombinovaného systému s fancoil jednotkou

Obr. 6 Schéma kombinovaného systému s podstropní indukční jednotkou

Obr. 7 Schéma chladičového systému

Obr. 8 Princip sálání[4]

Obr. 9 Princip konvekce [4]

Obr. 10 Pasivní chladicí trám [4]

Obr. 11 Princip indukce [4]

Obr. 12 Aktivní chladicí trám [5]

Obr. 13 Půdorys 1NP

Obr. 14 Provozní celky 2. PP s volbou systémů VZT

Obr. 15 Provozní celky 1. PP s volbou systémů VZT

Obr. 16 Provozní celky 1. NP s volbou systémů VZT

Obr. 17 Provozní celky 2. NP s volbou systémů VZT

Obr. 18 Provozní celky 3. NP s volbou systémů VZT

Obr. 19 Provozní celky 4. NP s volbou systémů VZT

Obr. 20 Půdorys restaurace

Obr. 21 Varianta 1 – kombinovaný systém s jednotkami fancoil

Obr. 22 Obrazy proudění indukční jednotky

Obr. 23 Varianta 2 – kombinovaný systém s indukčními jednotkami

Obr. 24 Horizontální přívod vzduchu směřováním mřížkami [18]

Obr. 25 Vertikální přívod vzduchu směřováním mřížkami [18]

Obr. 26 Přívod zaplavováním vyústkami u podlahy

Obr. 27 Talířový ventil TVOM

- Obr. 28** Potrubní ventilátor TD MIxvent
- Obr. 29** Příklad přetlakového větrání hotelového objektu [40]
- Obr. 30** Půdorys 1PP
- Obr. 31** Půdorys 2PP
- Obr. 32** Čtvercový vířivý difuzor RS15
- Obr. 33:** jednořadá vyústka VMN1
- Obr. 34:** Graf akustických výkonů a tlakových ztrát
- Obr. 35:** Simulace proudění vzduchu v restauraci
- Obr. 36:** Návrh potrubní sítě v restauraci
- Obr. 37** Vzduchotechnická jednotka pro restauraci
- Obr. 38** Parní zvlhčovač Defensor Mk5
- Obr. 39** Talířový ventil TVOM
- Obr. 40** Diagram pro TVOM 150
- Obr. 41** Návrh potrubní sítě
- Obr. 42** Vzduchotechnická jednotka pro hotelové pokoje v 3NP
- Obr. 43** Příklad umístění požární klapky
- Obr. 44** Blokovaná chladicí jednotka se vzduchem chlazeným kondenzátorem
- Obr. 45** Měřicí ústředna ALMEMO
- Obr. 46** Datalogger
- Obr. 47** Termočlánekový drát
- Obr. 48** Termočlánekový pyranometr
- Obr. 49** Půdorys měřené místnosti s rozmístěním čidel
- Obr. 50** Software firmy Klima
- Obr. 51** Software SIMULACE 2010
- Obr. 52** Software TERUNA
- Obr. 53** Software TERUNA – průběh teplot za jeden den

Seznam tabulek

- Tab. 1** Minimální průtoky vzduchu pro hygienická zařízení
- Tab. 2** Tepelně vlhkostní podmínky pro pracovní prostředí
- Tab. 3** Požadavky na výslednou teplotu u pobytových místností
- Tab. 4** Součinitel prostupu tepla konstrukcí
- Tab. 5** Tepelné zisky jednotlivých pokojů
- Tab. 6** Hodnoty veličin úprav vzduchu v letním období VZT zařízení č. 1

Tab. 7 Hodnoty veličin úprav vzduchu v zimním období VZT zařízení č. 1

Tab. 8 Dimenzování potrubí restaurace

Tab. 9 Tabulka výkonů parního zvlhčovače Defensor Mk5

Tab. 10 Přehled návrhu indukčních jednotek v jednotlivých místnostech

Tab. 11 Hodnoty veličin úprav vzduchu v letním období VZT zařízení č. 2

Tab. 12 Hodnoty veličin úprav vzduchu v zimním období VZT zařízení č. 2

Tab. 13 Tabulka dimenzování potrubí

Tab. 14 Útlum tlumiče hluku

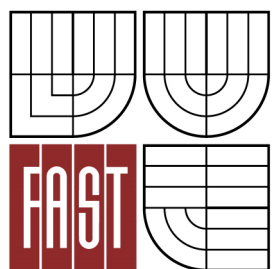
Tab. 15 Útlum hluku do vnitřního prostředí - přívod vzduchu

Tab. 16 Útlum hluku do vnitřního prostředí - přívod vzduchu

Tab. 17 Zapojení čidel do konektorů



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

P. Přílohy

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. JAKUB ŠUSTÁK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. GÜNTER GEBAUER, CSc.

BRNO 2013

Obsah

Příloha P1. Výpočet součinitele prostupu tepla.....	142
Příloha P2. Výpočet tepelných ztrát restaurace.....	146
Příloha P3. Výpočet tepelných zisků restaurace.....	148
Příloha P4. Strojovna pro VZT zařízení č. 1	152
Příloha P5. Strojovna pro VZT zařízení č. 2	162
Příloha P6. Schéma připojení chladicí vody pro VZT.....	172
Příloha P7. Schéma připojení otopné vody pro VZT	173
Příloha P8. Schéma regulace pro VZT zařízení 1	174
Příloha P9. Schéma regulace pro VZT zařízení 2	175
Příloha P10. Další možnosti úpravy vzduchu v létě.....	176
Příloha P11. Návrh indukčních jednotek v softwaru LindQST.....	177
Příloha P12. Přehled výkonů zařízení.....	180

Výkresy

Výkres č. 1 – Půdorys 3NP

Výkres č. 2 – Řez A – A´

Výkres č. 3 – Řez B – B´

Výkres č. 4 – Řez C – C´

Příloha P1. Výpočet součinitele prostupu tepla

Výpočet součinitelů prostupu tepla a stanovení parametrů potřebných pro výpočet

Součinitel prostupu tepla U [$\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$] je veličina, pomocí které lze stanovit, jak odolná je konkrétní konstrukční skladba proti pronikání tepla touto konstrukcí. Hodnota součinitele prostupu tepla závisí na:

- součiniteli tepelné vodivosti materiálu λ ($\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$),
- tloušťce materiálu d (m),
- hodnotě odporu proti přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce R_{si} a na vnější straně konstrukce R_{se} ($\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$).

Pro výpočet součinitele prostupu tepla platí vztah:

$$U = \frac{1}{R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}}$$

V rovnici jsou hodnoty R_1, R_2, \dots, R_n tepelnými odpory jednotlivých vrstev, ze kterých se konstrukce skládá.

Odpor proti přestupu tepla R_{si} a R_{se} je fyzikální jev, který působí proti vniknutí tepelného toku do konstrukce na straně s vyšší teplotou a proti opuštění tepelného toku konstrukci na straně s teplotou nižší. Je to známý jev pozorovatelný v praxi například při vychládání tekutiny v nádobě. Chlazení tekutiny je mnohem účinnější, pokud je teplosměnná plocha vystavena proudění vzduchu. Takže proudění vzduchu kolem povrchu tělesa usnadňuje průchod tepelných vln tímto tělesem.

Součinitel prostupu tepla se spočítá dle vztahu: $k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_e}}$

$$[\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}] \quad (3.1)$$

- kde

α_i je součinitel přestupu tepla pro vnitřní povrch

α_e je součinitel přestupu tepla pro vnější povrch,

$\alpha_e = \text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$

- s_j – tloušťka stěny (materiálu)

- λ_j – součinitel tepelné vodivosti

$\alpha_i = 8 \text{ W/m}^2\text{K}$ – přestup tepla pro svislé a vodorovné konstrukce, tepelný tok zdola nahoru

$\alpha_e = 6 \text{ W/m}^2\text{K}$ – přestup tepla pro vodorovné konstrukce, tepelný tok shora dolů

složení nosných konstrukcí

Obvodová konstrukce

Materiál	Tloušťka s_j [m]	Součinitel tepelné vodivosti λ_j [$\text{W/m}^2\text{K}$]
Obklad	0,010	1,20
Větraná mezera	0,040	0,024
Tepelná izolace isover	0,140	0,035
Porotherm P+D 30	0,300	0,23
Omítka vnitřní	0,015	0,99

$$\alpha_i = 8 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

$$\alpha_e = 23 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum_{j=0}^n \frac{s_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_e}} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \left(\frac{0,010}{1,20} + \frac{0,040}{0,024} + \frac{0,140}{0,035} + \frac{0,300}{0,23} + \frac{0,015}{0,99}\right) + \frac{1}{23}} = 0,1822 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Vnitřní konstrukce

Materiál	Tloušťka s_j [m]	Součinitel tepelné vodivosti λ_j [$\text{W/m}^2\text{K}$]
Omítka vnitřní	0,015	0,99
Porotherm P+D 17,5	0,175	0,45
Omítka vnitřní	0,015	0,99

$$\alpha_i = 8 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\alpha_e = 8 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum_{j=0}^n \frac{s_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_e}} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \left(\frac{0,015}{0,99} + \frac{0,175}{0,45} + \frac{0,015}{0,99}\right) + \frac{1}{8}} = 1,494 \text{ W/m}^2\text{K}$$

složení střechy a stropu

Střešní konstrukce

Materiál	Tloušťka s_j [m]	Součinitel tepelné vodivosti λ_j [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]
2 x sádrokartonová deska	0,05	0,22
Tepelná izolace Orsil ostrop	0,28	0,041
Tepelná izolace Orsil ostrop	0,12	0,041

$$\alpha_i = 8 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

$$\alpha_e = 23 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum_{j=0}^n \frac{s_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_e}} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \left(\frac{0,05}{0,22} + \frac{0,28}{0,041} + \frac{0,12}{0,041}\right) + \frac{1}{23}} = 0,0985 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

Stropní konstrukce

Materiál	Tloušťka s_j [m]	Součinitel tepelné vodivosti λ_j [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]
Omítka vnitřní	0,015	0,99
Železobeton	0,210	1,30
Tepelná izolace Orsil	0,045	0,041
Betonová mazanina	0,040	1,23

$$\alpha_i = 8 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

$$\alpha_e = 23 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum_{j=0}^n \frac{s_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_e}} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \left(\frac{0,015}{0,99} + \frac{0,21}{1,3} + \frac{0,045}{0,041} + \frac{0,040}{1,23}\right) + \frac{1}{23}} = 0,6778 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

Stropní konstrukce nad garáží

Materiál	Tloušťka s_j [m]	Součinitel tepelné vodivosti λ_j [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]
Tepelná izolace Orsil	0,140	0,041
Železobeton	0,210	1,30
Tepelná izolace Orsil	0,095	0,041
Betonová mazanina	0,040	1,23

$$\alpha_i = 8 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

$$\alpha_e = 23 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum_{j=1}^n \frac{s_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_e}} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \left(\frac{0,140}{0,041} + \frac{0,21}{1,3} + \frac{0,095}{0,041} + \frac{0,040}{1,23}\right) + \frac{1}{23}}$$

$$= 0,164 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

Příloha P2. Výpočet tepelných ztrát restaurace

Výpočet tepelných ztrát

Tepelné ztráty jsou vypočteny dle ČSN EN 12831: 2005 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu.

Celková projektovaná tepelná ztráta vytápěného prostoru

$$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} \quad [\text{W}]$$

Projektovaná tepelná ztráta prostupem tepla $\Phi_{T,i}$

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_e) \quad [\text{W}]$$

$H_{T,ie}$ měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru (i) do venkovního prostředí (e) přes obvodový plášť budovy ve W/K

$H_{T,iue}$ měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru (i) do venkovního prostředí (e) přes nevytápěný prostor (u) ve W/K

$H_{T,ig}$ měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru (i) do zeminy (g) ve W/K

$H_{T,ij}$ měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru (i) do vedlejších vytápěných prostor (j) s výrazně odlišnou teplotou, tj. přilehlé části budovy ve W/K

$\theta_{\text{nt},i}$ – vnitřní výpočtová teplota vytápěného prostoru (i) [°C]

θ_e – venkovní výpočtová teplota

Tepelné ztráty přímo do exteriéru

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_l \Psi_l \cdot l_l \cdot e_l \quad (\text{W/K})$$

A_k – plocha stavební konstrukce k [m²]

U_k – součinitel prostupu tepla stavební konstrukcí k [W/m².K]

e_k, e_l – korekční faktor pro expozici, který zohledňuje klimatické vlivy

Ψ_l – lineární ztrátový součinitel lineárního tepelného mostu l [W/m.K]

l_l – délka lineárního mostu l mezi interiérem a exteriérem [W/K]

Okna

Korekce pro lineární prostup tepla

$$U_{kc} = U_k + \Delta U_{tb} = 1,3 + 0,7 = 2,0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k + \sum_l \Psi_l \cdot l_l \cdot e_l = 16,2 \cdot 2,0 \cdot 1 = \mathbf{32,4 \text{ W/K}}$$

Dveře

Korekce pro lineární prostup tepla

$$U_{kc} = U_k + \Delta U_{tb} = 2,2 + 0,3 = 2,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k + \sum_l \Psi_l \cdot l_l \cdot e_l = 5,94 \cdot 2,5 \cdot 1 = \mathbf{14,85 \text{ W/K}}$$

Stěna

Korekce pro lineární prostup tepla

$$U_{kc} = U_k + \Delta U_{tb} = 0,1822 + 0,05 = 0,2322 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k + \sum_l \Psi_l \cdot l_l \cdot e_l = 34,995 \cdot 0,2322 \cdot 1 = \mathbf{8,125 \text{ W/K}}$$

$$H_{T,ie} = 24,3 + 14,85 + 8,125 = \mathbf{47,275 \text{ W/K}}$$

Tepelné ztráty přes nevytápěný prostor

$$H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_l \Psi_l \cdot l_l \cdot b_u \quad (\text{W/K})$$

Strop mezi restaurací a podzemní garáží

$$b_u = \frac{\theta_{\text{int},i} - \theta_u}{\theta_{\text{int},i} - \theta_e} = \frac{20 - 10}{20 - (-12)} = 0,3125$$

$$H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_l \Psi_l \cdot l_l \cdot b_u = 133,13 \cdot 0,164 \cdot 0,3125 = 6,823 \text{ W/K}$$

Tepelné ztráty zeminou

$$H_{T,ig} = 0$$

Tepelné ztráty do prostorů nebo z prostorů vytápěných na různé teploty

$$H_{T,ij} = 0$$

Projektovaná tepelná ztráta prostupem tepla $\Phi_{T,i}$

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_e)$$

$$\Phi_{T,i} = (47,275 + 6,823 + 0 + 0) \cdot (20 - (-12))$$

$$\Phi_{T,i} = \mathbf{1731,14 \text{ W}}$$

Tepelná ztráta větráním

Nepočítá se

Celková tepelná ztráta

$$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} = \mathbf{1732 \text{ W}}$$

Příloha P3. Výpočet tepelných zisků restaurace

Výpočty tepelné zátěže budou provedeny podle normy ČSN 73 0548. Zahrnuty budou všechny předpokládané zisky. Intenzita dopadající sluneční radiace je počítána pro den 21. července. Výpočet tepelných zisků je podrobně řešen v příloze P2.

Tepelné zisky z vnitřních zdrojů tepla

Produkce tepla lidmi Q_i

Počet osob: muži – 35, ženy – 30, děti – 8

Jako základ je uvažována produkce tepla mužem 62 W při mírně aktivní práci za stolem při teplotě 26 °C.

$$Q_i = 6,2 \cdot (36 - t_i) \cdot i_i = 6,2 \cdot (36 - 26) \cdot 67 = \mathbf{4154 \text{ W}}$$

Přepočet při různorodém složení skupiny (počet žen - i_z , počet dětí - i_d , počet mužů - i_m)

$$i_i = 0,85 \cdot i_z + 0,75 \cdot i_d + i_m = 0,85 \cdot 30 + 0,75 \cdot 8 + 35 = \mathbf{66,5 \approx 67}$$

Produkce tepla svítidly Q_{sv}

V místnostech s větší hloubkou se počítá s umělým osvětlením ve vzdálenosti větší než 5 m od okna.

$$Q_{sv} = P \cdot S_{osv} \cdot c_1 \cdot c_2$$

$$Q_{sv} = 7 \cdot 47,75 \cdot 1 \cdot 1 = \mathbf{334 \text{ W}}$$

$$P = 7 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \quad \text{produkce tepla zářivek při intenzitě osvětlení 120 lx}$$

$$S_{osv} = 47,75 \text{ m}^2 \quad \text{osvětlená plocha}$$

$$c_1 = 1 \quad \text{součinitel současnosti používání svítidel [-]}$$

$$c_2 = 1 \quad \text{zbytkový součinitel [-]}$$

Produkce tepla elektronickými zařízeními Q_e

Předpokládaný příkon elektrických strojů 1 kW ,současnost chodu strojů $c_1 = 0,7$

$$Q_e = 1000 \cdot 0,7 = \mathbf{700 \text{ W}}$$

Produkce tepla ventilátory Q_v

S produkcí tepla ventilátory se zanedbává.

Produkce tepla při ohřátí ve vzduchovodu

Zanedbáno.

Produkce tepla od jídel

Produkce tepla od jednoho jídla u stolu 5Wh, produkce páry 10g.

$$Q_j = 5 \cdot i_j \cdot i_{os} = 5 \cdot 1 \cdot 73 = \mathbf{365 \text{ W}}$$

$$i_j = 1 \text{ h}^{-1} \quad \text{počet jídel za hodinu na jedno místo u stolu (pro 1. a 2. třídu)}$$

$$i_{os} = 73 \quad \text{počet osob v místnosti}$$

Vodní zisky

Produkce páry od osob

$$M_w = n_i \cdot m_i = 79 \cdot 73 = 5767 \text{ g/h} = 1,602 \text{ g/s}$$

Produkce páry z jídel

$$M_w = n_i \cdot m_i = 10 \cdot 73 \cdot 2 = 1460 \text{ g/h} = 0,4055 \text{ g/s}$$

Tepelné zisky z vnějšího prostředí

Tepelná zátěž okny

Tepelná zátěž oknem sluneční radiací Q_{or}

Tepelné zisky počítáme pro 21.7. Hodnota tepelné zátěže sluneční radiací je proměnlivá během dne, a v tepelné bilanci místnosti je to zpravidla největší položka. Pro výpočet tedy hledáme hodinu, kdy bude radiační zisk okny největší.

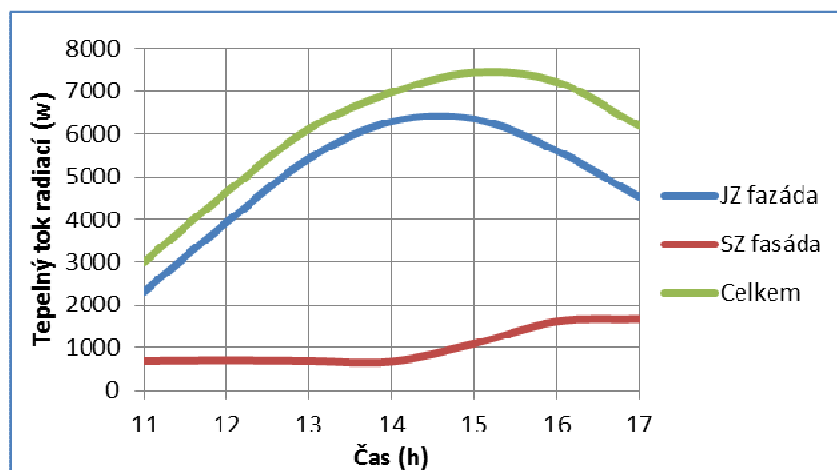
$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_o \cdot c_o + (S_o - S_{os}) \cdot I_o \text{ dif}] \cdot s$$

Doba výpočtu se určí tak, že se spočítá celková intenzita sluneční radiace procházející standardním jednoduchým zasklením pro severozápadní a jihozápadní fasádu a sečte se.

Tab. 1 Určení doby výpočtu

	čas	11	12	13	14	15	16	17
Severozápadní fazáda	I_{dsz}	2305,55	3926,50	5428,12	6290,86	6353,52	5614,11	4522,63
Jihozápadní fazáda	I_{djz}	695,09	708,85	695,09	678,81	1088,99	1610,64	1665,65
	suma	3000,64	4635,36	6123,21	6969,67	7442,51	7224,75	6188,29

Graf. 1 Tepelné toky



Z výše provedeného výpočtu vyplývá, že největší zátěž sluneční radiací bude v 15 hodin. Výpočet tedy budeme provádět pro 15 hodinu.

Okna s orientací na JZ

Vstupní hodnoty:

Azimut slunce $\alpha = 246,8^\circ$, Výška slunce $h = 44^\circ$, Azimut stěny $\gamma = 225^\circ$

Celková intenzita sluneční radiace procházející oknem $I_o = 508,3 \text{ W/m}^2$

Intenzita difúzní sluneční radiace procházející oknem $I_{o \text{ dif}} = 117,7 \text{ W/m}^2$

Rozměr okna: 1,2 x 2,6 m

Počet oken: 5

Stínící součinitel $s = 0,9$

Osluněná část okna:

$$S_{os} = [l_a - (e_1 - f)] \cdot [l_b - (e_2 - g)] = (1,2 - 0,2) \cdot (2,6 - 0,2) = 2,4 \text{ m}^2$$

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_o \cdot c_o + (S_o - S_{os}) \cdot I_{o \text{ dif}}] \cdot s = (2,4 \cdot 508,3) \cdot 0,9 = 1097,93 \text{ W}$$

Skleněné dveře s orientací na SZ

Vstupní hodnoty:

Azimut slunce $\alpha = 246,8^\circ$, Výška slunce $h = 44^\circ$, Azimut stěny $\gamma = 225^\circ$

Celková intenzita sluneční radiace procházející oknem $I_o = 217,8 \text{ W/m}^2$

Intenzita difúzní sluneční radiace procházející oknem $I_{o \text{ dif}} = 117,7 \text{ W/m}^2$

Rozměr dveří: 2,2 x 2,6 m

Stínící součinitel $s = 0,9$

Osluněná část okna:

$$S_{os} = [l_a - (e_1 - f)] \cdot [l_b - (e_2 - g)] = (2,2 - 0,1) \cdot (2,6 - 0,1) = 5,25 \text{ m}^2$$

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_o \cdot c_o + (S_o - S_{os}) \cdot I_{o \text{ dif}}] \cdot s = (5,25 \cdot 217,8) \cdot 0,509 = 582 \text{ W}$$

$$Q_{\text{or,cekl}} = 582 \cdot 5 + 1029,105 = \mathbf{3939 \text{ W}}$$

Tepelná zátěž oknem konvekcí Q_{ok}

$$Q_{\text{ok}} = k_o \cdot S_o \cdot (t_e - t_i) = 1,3 \cdot 15,6 \cdot (29 - 26) = \mathbf{81,12 \text{ W}}$$

Tepelná zátěž dveřmi konvekcí Q_{ok}

$$Q_{\text{ok}} = k_o \cdot S_o \cdot (t_e - t_i) = 2,2 \cdot 5,94 \cdot (29 - 26) = \mathbf{52,3 \text{ W}}$$

Tepelná zátěž stěnou

Výpočet vychází ze vztahu pro výpočet středně těžké stěny (tloušťka 0,08 až 0,45m)

$$Q_s = U_s \cdot S \cdot ((t_{\text{rm}} - t_i) + m \cdot (t_{\text{r}\Psi} - t_{\text{r rm}}))$$

$$Q_s = 0,1822 \cdot 35 \cdot ((30,2 - 26) + 0,1087 \cdot (18,1 - 23)) = 23,4 \text{ W}$$

$$m = \frac{1 + 7,6 \cdot \delta}{2500^\delta} = \frac{1 + 7,6 \cdot 0,48}{2500^{0,48}} = 0,1087$$

$$\Psi \approx 32 \cdot \delta - 0,5 = 32 \cdot 0,48 - 0,48 = 14,9$$

$$15 - 14,9 = 24 \text{ h}$$

$$t_{\text{r}\Psi} = 18,1 \text{ }^\circ\text{C}$$

Příloha P4. Strojovna pro VZT zařízení č. 1

REMAK a.s.
Roznov pod Radhostem
Czech Republic
http://www.remak.cz



Číslo projektu 2 Název projektu Jakub Šusták

Firma	Zákazník	Projektant
Ulice, Město, PSČ, Stát	Česká republika	
Telefon, Telefax		
Kontakt, E-mail		

Soupis zařízení projektu

Číslo	Název zařízení	Hmotnost (±10%)	CENA BRUTTO		
			Vzduchotechnika	Regulace	Celkem
02	Restaurace 2	1 112 kg			
Hmotnost celkem (±10%)		1 112 kg			
Celková cena za vzduchotechniku			Ocenění je neúplné !		
Celková cena za regulaci			Ocenění je neúplné !		
Celková cena za projekt			Nelze udělat součet		

Související obchodně technická dokumentace *

Sestavné jednotky AeroMaster XP (návod na montáž a obsluhu) 03/2012
NS 120
NS 130 10/2008
Snímač tlakové diference P33 (návod)
Montážní návod SUMX - doplněk montážního návodu Vento 01/2009
Vacon 100 HVAC - aplikační manuál
Vacon 10 - Stručný manuál 01/2010
Vacon 100 HVAC - instalační manuál
Vacon 10 - User manual 01/2010
* Aktuální verze níže uvedených dokumentů je dostupná na www.remak.eu

Chyby projektu

Některé zařízení není oceněno, nelze udělat součet cen za projekt

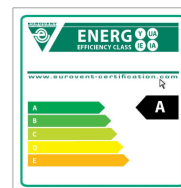
Chyba v zařízení : 02 - Restaurace 2

Číslo zařízení 02 Název zařízení Restaurace 2

Druh, rozměr AeroMaster XP 10
Model box AMXP3

Popis zařízení *

SESTAVNÁ KLIMATIZAČNÍ JEDNOTKA
- standardně dodávány varianty pro vnitřní i venkovní instalace pro prostředí C2 nebo C3 dle (ČSN) EN ISO 14713-1
- schváleno k použití v hygienických a čistých aplikacích (SZÚ - 111130, S 294/01)
- standardní rozsah pracovních teplot je -40°C až +40°C
- samonosná bezrámová konstrukce se zcela hladkým vnitřním pláštěm
- sendvičové panely s 50 mm nehořlavou izolací
- parametry dle EN 1886:2008 (M): D2, L2 resp. L1, T3, TB3
- zvuková neprůzvučnost pláště $R_w=43$ dB
- ES prohlášení shody vydáno ve spolupráci s TUV SÚD Czech
- certifikát shody dle GOST R
- vyvinuto a vyráběno v souladu s certifikovaným systémem řízení jakosti ISO 9001:2001
* Detailní informace ke specifikacím a užití zařízení a příslušenství viz. Související obchodně technická dokumentace



Klimatické a vstupní podmínky (zima/léto)

Teplota vzduchu (venkovní) [°C]	-12 / 29	Teplota z místnosti [°C]	20 / 26
Relativní vlhkost (venkovní) [%]	80 / 40	Relativní vlhkost z místnosti [%]	50 / 60
Tlak vzduchu [kPa]	99 / 99		

Vzduchové parametry zařízení (přívod/odvod)

Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	4380 / 4380	Tlaková ztráta komponentů v sestavě [Pa]	218 / 105
Rychlost v průřezu [m/s]	1.75 / 1.75	Výstupní teplota z přívodu (zima/léto) [°C]	21 / 20
Skutečná externí tlaková ztráta (rezerva) [Pa]	160 / 179	Výstupní relativní vlhkost z přívodu (zima/léto) [%]	7 / 70
Rozdíl (k zaregulování) [Pa]	+60 / +79		

Výkonové parametry zařízení (přívod/odvod)*

Dimenzováno na výkonový stupeň ventilátorů	4 / 3	Součtové výkony pro ohřev [kW]	20 / 0
Součtové výkony ventilátorů [kW]	0.88 / 0.68	Součtové výkony pro chlazení [kW]	12 / 0
Specifický výkon zařízení $SFP_{E, IV, m^{-3}, s}$	1282	Výkon zpětného získání tepla [kW]	32

*Návrh s vlivem kondenzace

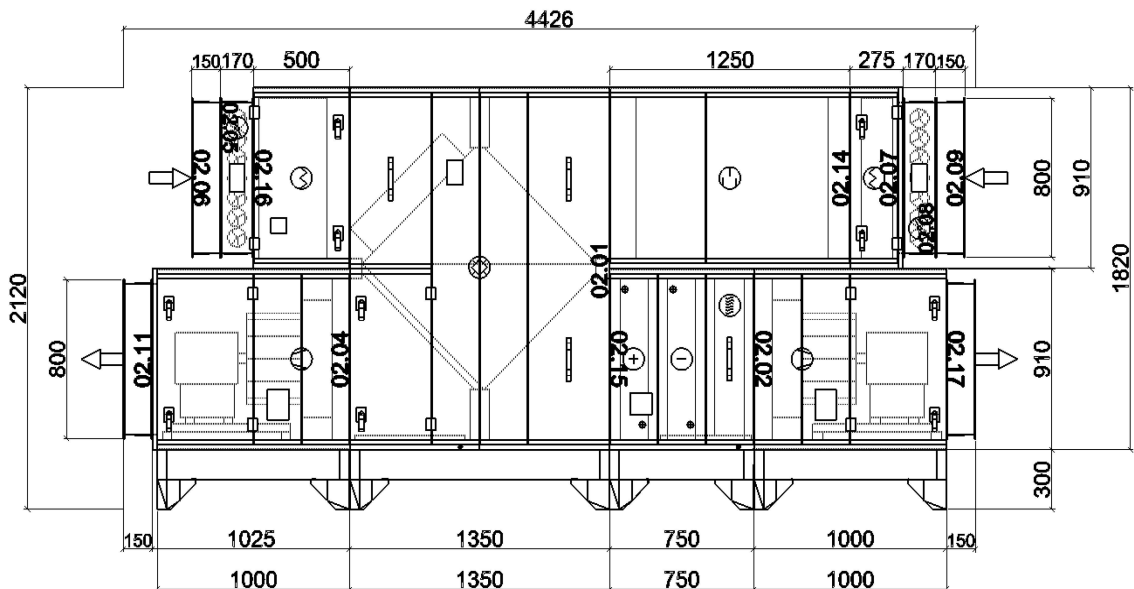
Hlukové parametry zařízení

Přívod	Hladiny akustického výkonu v oktávových pásmech $L_{w, Aeq}$ [dB(A)] a celková hladina L_{wA} [dB(A)]								
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	L_{wA}
Vstup	38.8	53.0	61.5	62.9	57.3	52.2	44.6	36.0	66.3
Výstup	44.8	59.0	70.5	75.9	75.3	72.2	67.6	61.0	80.3
Okolí	37.8	42.9	51.4	48.9	45.6	42.0	38.3	27.8	54.8

Odvod	Hladiny akustického výkonu v oktávových pásmech $L_{w, Aeq}$ [dB(A)] a celková hladina L_{wA} [dB(A)]								
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	L_{wA}
Vstup	34.8	46.8	48.3	42.6	21.9	14.8	21.2	19.6	51.4
Výstup	43.8	57.8	69.3	74.6	73.9	70.8	66.2	59.6	79.0
Okolí	36.8	41.7	50.2	47.6	44.2	40.6	36.9	26.4	53.5

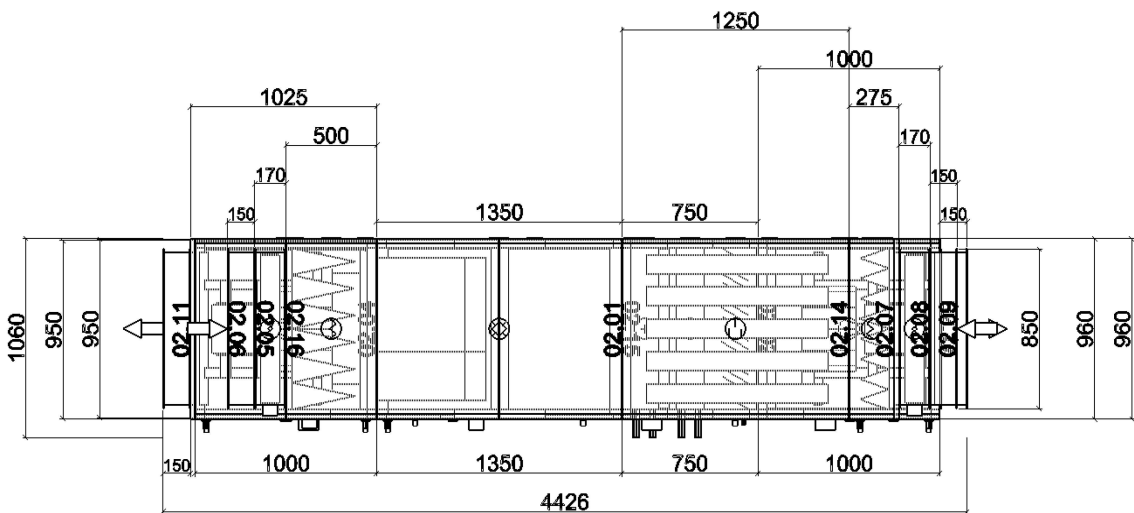
Grafický pohled
 Zařízení
 Obrysové rozměry

Zepředu XZ
 02 - Restaurace 2
 X = 4425 mm, Y = 2120 mm



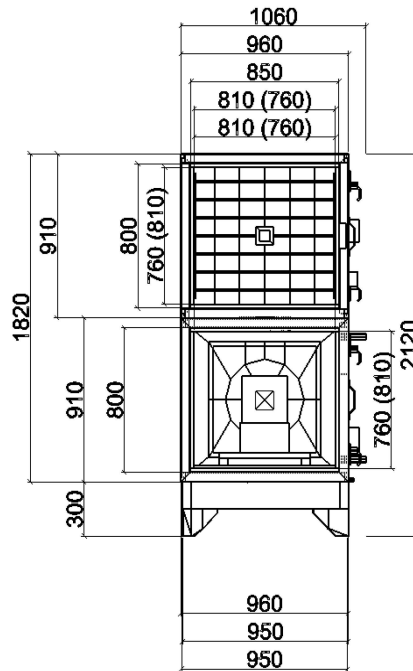
Grafický pohled
 Zařízení
 Obrysové rozměry

Shora XY
 02 - Restaurace 2
 X = 4425 mm, Y = 1060 mm



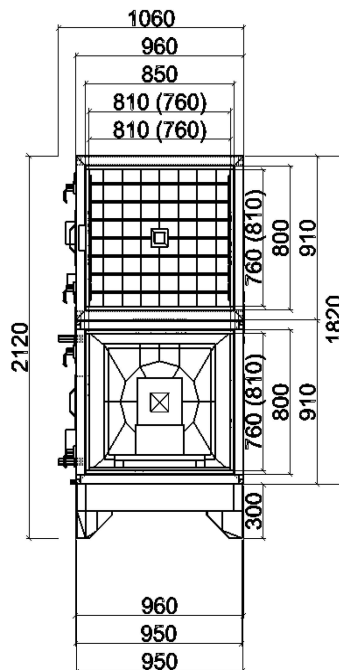
Grafický pohled
Zařízení
Obrysově rozměry

Zleva YZ
02 - Restaurace 2
X = 1060 mm, Y = 2120 mm



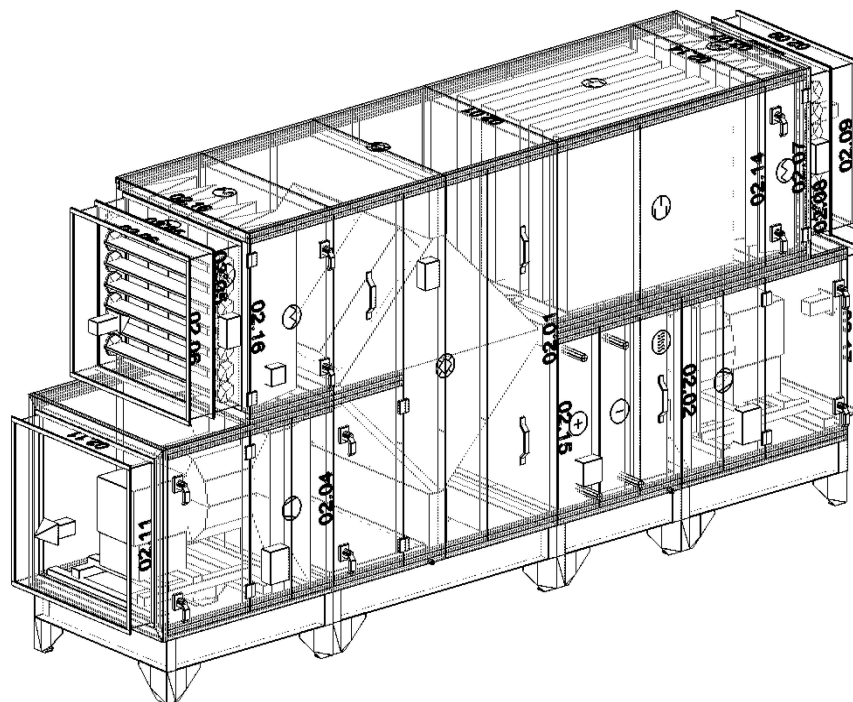
Grafický pohled
Zařízení
Obrysově rozměry

Zprava YZ
02 - Restaurace 2
X = 1060 mm, Y = 2120 mm



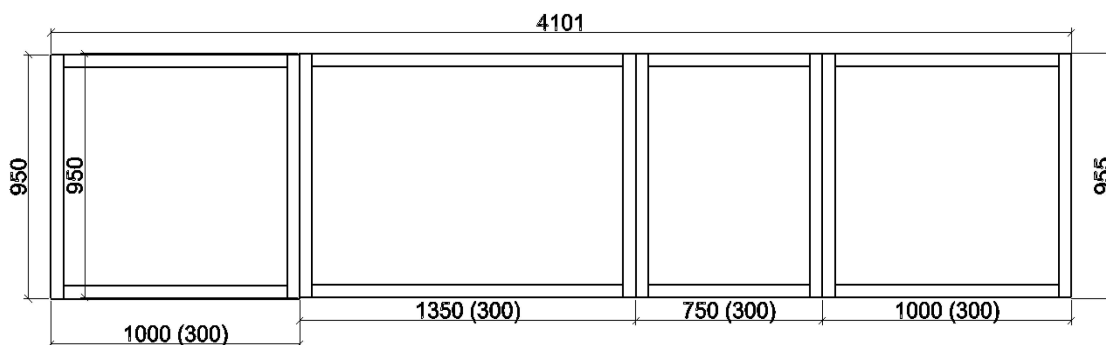
Grafický pohled
 Zařízení
 Obrysové rozměry

Axonometrie XYZ zepředu
 02 - Restaurace 2
 X = 4425 mm, Y = 1060 mm, Z = 2120 mm



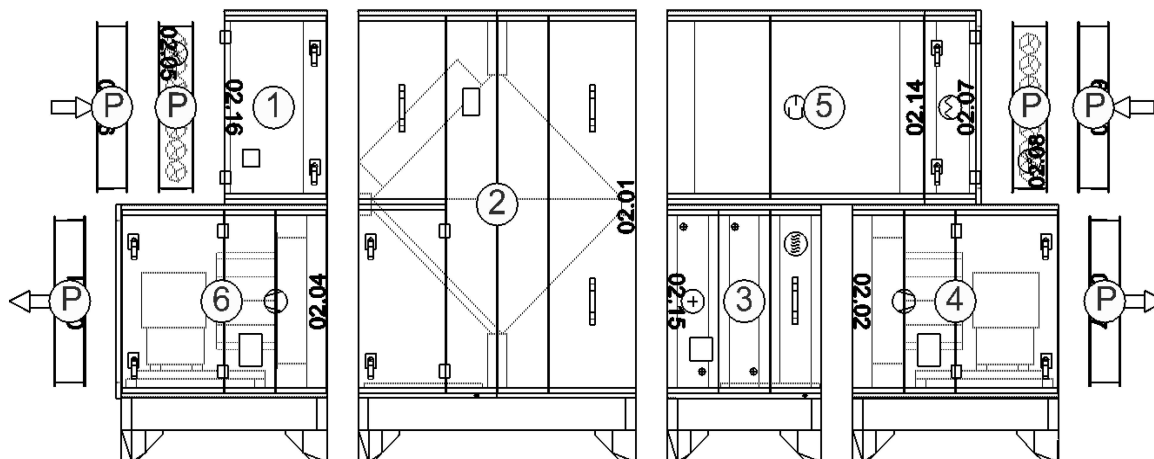
Grafický pohled
 Zařízení
 Obrysové rozměry

Základové rámy
 02 - Restaurace 2
 X = 955 mm, Y = 4100 mm, Šířka paty rámového profilu = 40 mm



Grafický pohled
 Zařízení
 Obrysové rozměry

Bloky
 02 - Restaurace 2
 X = 4425 mm, Y = 2120 mm

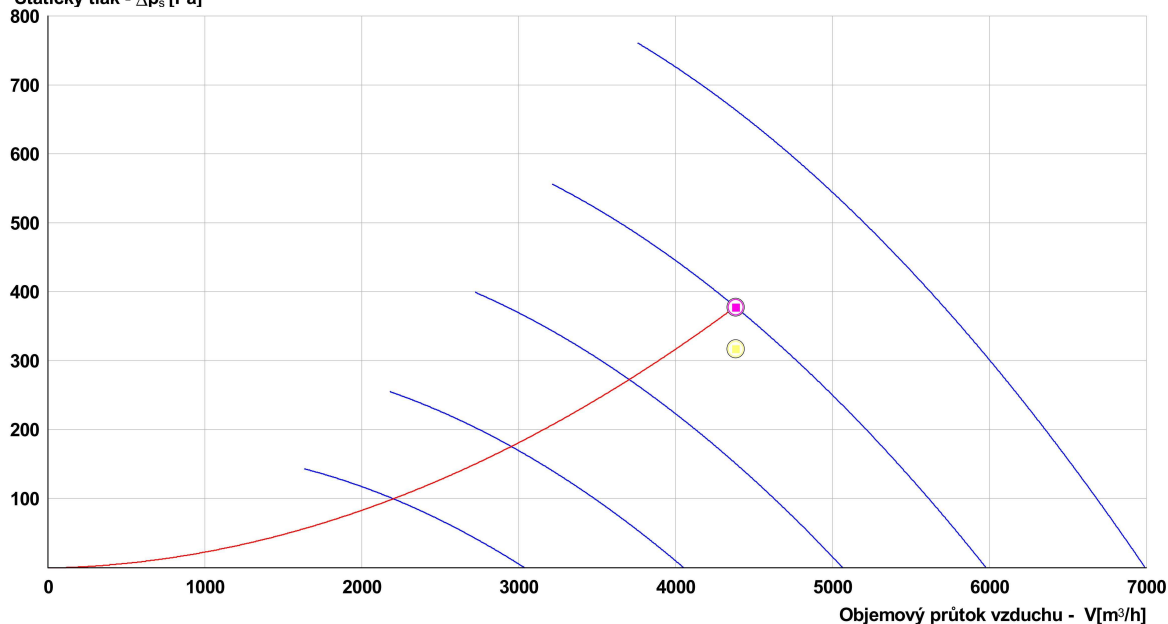


Charakteristika ventilátorů: Průtok – statický tlak

Přívodní větev

Typ	V_n [m³/h]	$\Sigma \Delta p_s$ [Pa]	$\Sigma \Delta p_t$ [Pa]	n [1/min]	U [V]	P [kW]	η [%]
XPVP 400-1,1/69-J4 (IE1)	4380	379	414	1970	3NPE 400 V, 50 Hz	0.65	77

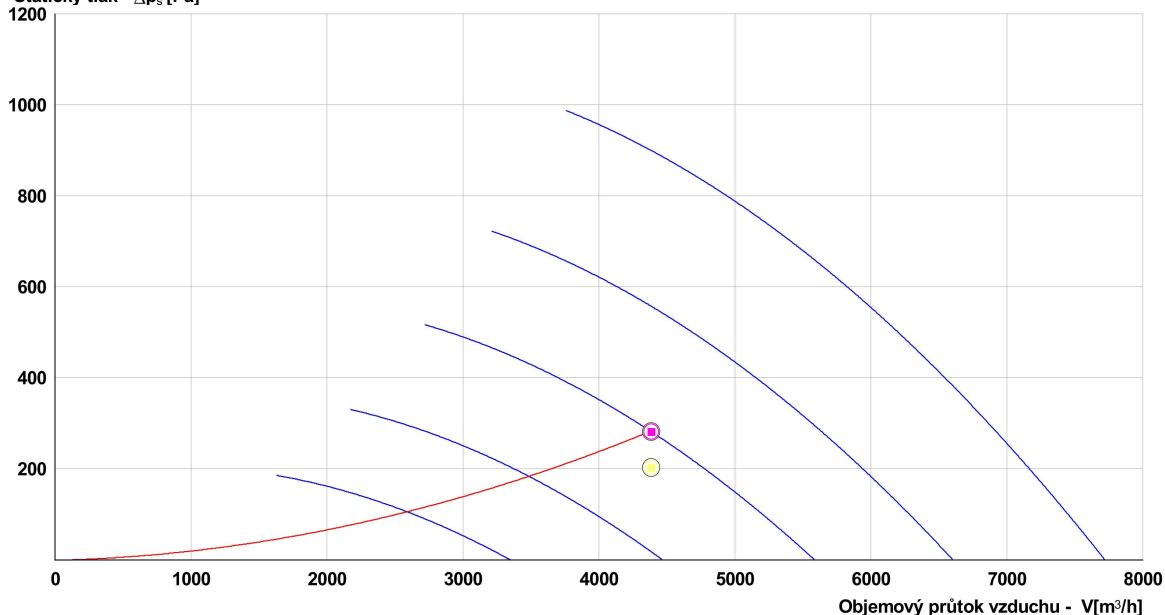
Statický tlak - Δp_s [Pa]



Odvodní větev

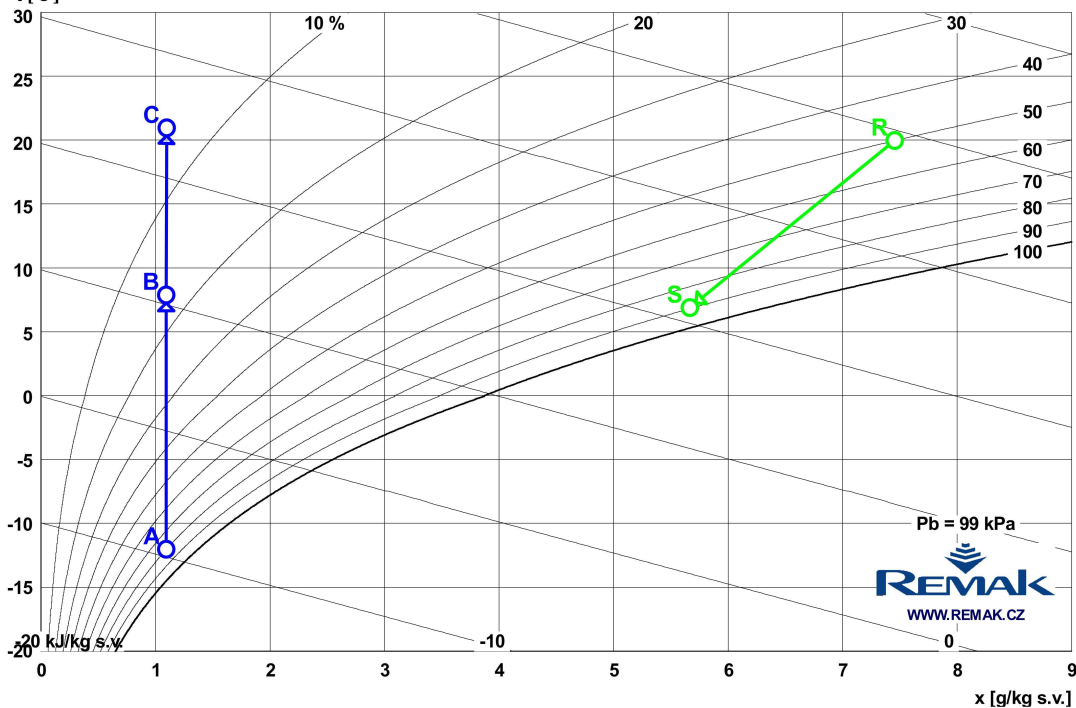
Typ	V_n [m³/h]	$\Sigma \Delta p_s$ [Pa]	$\Sigma \Delta p_r$ [Pa]	n [1/min]	U [V]	P [kW]	η [%]
XPVP 400-1,5/76-J4 (IE1)	4380	284	319	2180	3NPE 400 V, 50 Hz	0.52	75

Statický tlak - Δp_s [Pa]



Psychrometrický diagram

Provozní režim – Zima
 t [°C]

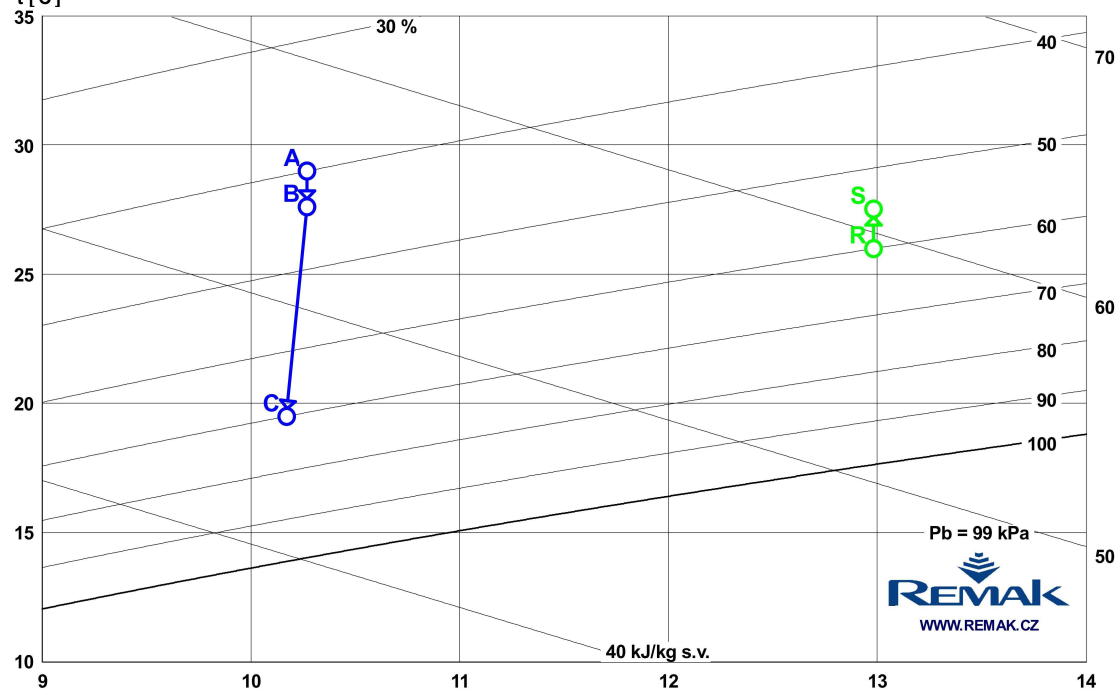


Bod	Pozice	Teplota vzduchu	Relativní vlhkost	Měrná vlhkost	Entalpie	Hustota
		t [°C]	φ [%]	x [g/kg]	h [kJ/kg]	ρ [kg/m³]
A	02.01	-12.0	80.0	1.1	-9.4	1.32
B		7.9	16.3	1.1	10.7	1.22
C	02.15	21.0	7.0	1.1	24.0	1.17
R	02.01	20.0	50.0	7.5	39.1	1.17
S		6.9	89.2	5.7	21.2	1.22

Psychrometrický diagram

Provozní režim – Léto

t [°C]



Bod	Pozice	Teplota vzduchu	Relativní vlhkost	Měrná vlhkost	Entalpie	Hustota
		t [°C]	φ [%]	x [g/kg]	h [kJ/kg]	ρ [kg/m³]
A	02.01	29.0	40.0	10.3	55.5	1.13
B		27.6	43.5	10.3	54.0	1.14
C	02.15	19.5	70.0	10.2	45.5	1.17
R	02.01	26.0	60.0	13.0	59.3	1.14
S		27.5	55.0	13.0	60.8	1.13

Seznam chyb zařízení

1. Za deskový rekuperátor je doporučeno osadit v odvodní větvi eliminátor kapek! Při neosazení bude docházet k unášení vodních kapek vznikajících při kondenzaci na teplosměnné ploše rekuperátoru do následujících komponent.

Seznam odkazů na chyby v konkrétních komponentech

1. Pozice č. 16 - XPHO 10/S
2. Pozice č. 05 - LK 810-760
3. Pozice č. 02 - XPAP 10/S
4. Pozice č. 17 - DV 810-760

Detaily ke komponentům zařízení

02.06 Tlumič vložka **DV 810-760**

Objem [m ³]	0.06	Tlaková ztráta [Pa]	0
Hmotnost (+-10%) [kg]	4		

02.05 Klapka uzavírací **LK 810-760**

Objem [m ³]	0.06	Tlaková ztráta [Pa]	1
Hmotnost (+-10%) [kg]	14	Plocha klapek [m ²]	0.62
Skutečný průtok vzduchu [m ³ /h]	4380		

- Servopohon NM 230A

Chyby komponentu

Komponent je spojený s nekompatibilní rozměrovou řadou!

02.16 Sekce filtru **XPHO 10/S**

Objem [m ³]	0.88	Materiál vnitřního pláště / Těsnost	Pozinkovaný plech / L2
Hmotnost (+-10%) [kg]	56	Servisní přístup	Zprava
Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech	Skutečný průtok vzduchu [m ³ /h]	4380

- Filtrační vložka XPNH 10/3

Tlaková ztráta pro výpočet [Pa]	86	Filtrační plocha [m ²]	4.39
Počáteční tlaková ztráta [Pa]	23	Koncová tlaková ztráta [Pa]	150
Rychlost v průřezu [m/s]	2.07	Jimavost [g]	1800
Typ filtru	Kapsový	Teplotní odolnost max. [°C]	100
Třída filtrace	G3	Třída hořlavosti	F1
Střední odlučivost na syntetický prach [%]	80.00	Regenerovatelnost	Neregenerovatelný

- Snímač tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa)

Chyby komponentu

Komponent je spojený s nekompatibilní rozměrovou řadou!

02.01 Sekce deskového rekuperátoru s by-passem **XPXQ 10/BP**

Objem [m ³]	2.59	Entalpie [kJ/kg]	10.74	54.01	
Hmotnost (+-10%) [kg]	296	Vstupní parametry odvodního vzduchu	Zima	Léto	
Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech	Teplota [°C]	20.0	26.0	
Materiál vnitřního pláště / Těsnost	Pozinkovaný plech / L2	Relativní vlhkost [%]	50	60	
Poloha odvodu kondenzátu	Na straně se servis. Panely	Měrná vlhkost [g/kg]	7.46	12.98	
Skutečný průtok vzduchu [m ³ /h]	4380 / 4380	Entalpie [kJ/kg]	39.12	59.33	
Tlaková ztráta [Pa]	52 / 52	Výstupní parametry odvodního vzduchu	Zima	Léto	
Provozovat v období	Zima i léto	Teplota [°C]	6.9	27.5	
Vstupní parametry přívodního vzduchu	Zima	Relativní vlhkost [%]	89	55	
Teplota [°C]	-12.0	29.0	5.67	12.98	
Relativní vlhkost [%]	80	40	21.22	60.83	
Měrná vlhkost [g/kg]	1.10	10.27	Výkonové parametry	Zima	Léto
Entalpie [kJ/kg]	-9.40	55.51	Účinnost [%]	62	51
Výstupní parametry přívodního vzduchu	Zima	Léto	Výkon [kW]	32.2	1.9
Teplota [°C]	7.9	27.6	Množství kondenzátu [kg/h]	9.1	0.0
Relativní vlhkost [%]	16	43	Materiál desek	AI	
Měrná vlhkost [g/kg]	1.10	10.27			

- Servopohon klapky obtoku NM 24A
- Souprava pro odvod kondenzátu XPOK 300
- Snímač namrzání P33 N (30 - 500 Pa)

02.15 Sekce ohřivač, chladič, eliminátor **XPQD 10/V**

Objem [m ³]	1.48	Servisní přístup	Zprava	
Hmotnost (+-10%) [kg]	142	Připojení médií	Zprava	
Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech	Skutečný průtok vzduchu [m ³ /h]	4380	
Materiál vnitřního pláště / Těsnost	Pozinkovaný plech / L2			
• Vodní ohřivač XPNC 10/1R				
Tlaková ztráta [Pa]	16	Relativní vlhkost [%]	7	43
Dimenzovat na podmínky	Zima	Měrná vlhkost [g/kg]	1.10	10.27
Teplonosné medium	Voda	Entalpie [kJ/kg]	24.00	54.01
Aktivovat návrh atyp.funkce	Ne	Výstupní teplota média (skutečná) [°C]	40	
Vstupní teplota média [°C]	90	Topný výkon (skutečný) [kW]	19.6	
Výstupní teplota média (zadaná) [°C]	70	Průtok teplonosného média [m ³ /h]	0.35	
Vstupní parametry vzduchu	Zima	Léto	Tlaková ztráta média [kPa]	0.7
Teplota [°C]	7.9	27.6	Počet řad	1
Relativní vlhkost [%]	16	43	Počet okruhů	1
Měrná vlhkost [g/kg]	1.10	10.27	Rozečč lamel	2.1
Entalpie [kJ/kg]	10.74	54.01	Průměr připojení ["]	1
Výstupní parametry vzduchu	Zima	Léto	Vodní obsah [l]	3
Teplota [°C]	21.0	27.6		

- Směšovací uzel SUMX 1 (3)
- Vodní chladič XPND 10/3R

Tlaková ztráta [Pa]	48		Relativní vlhkost [%]	7	70
Dimenzovat na podmínky	Léto		Měrná vlhkost [g/kg]	1.10	10.17
Teplonosné médium	Voda		Entalpie [kJ/kg]	24.00	45.49
Aktivovat návrh atyp.funkce	Ne		Výstupní teplota média (skutečná) [°C]	12	
Vstupní teplota média [°C]	6		Chladicí výkon [kW]	11.8	
Výstupní teplota média (zadaná) [°C]	12		Množství kondenzátu [kg/h]	0.6	
<u>Výstupní parametry vzduchu</u>	<u>Zima</u>	<u>Léto</u>	Průtok teplonosného média [m³/h]	1.69	
Teplota [°C]	21.0	27.6	Tlaková ztráta média [kPa]	2.2	
Relativní vlhkost [%]	7	43	Počet řad	3	
Měrná vlhkost [g/kg]	1.10	10.27	Počet okruhů	1	
Entalpie [kJ/kg]	24.00	54.01	Rozeč lamin	2.1	
<u>Výstupní parametry vzduchu</u>	<u>Zima</u>	<u>Léto</u>	Průměr připojení ["]	1	
Teplota [°C]	21.0	19.5	Vodní obsah [l]	9	

- Směšovací uzel chladiče SUMX 4 (2)
- Eliminátor kapek XPNU 10

Tlaková ztráta [Pa] 16

- Protimrazové čidlo NS 130 R
- Souprava pro odvod kondenzátu XPOO 300

02.02 Sekce ventilátoru

XPAP 10/S

Objem [m³]	1.74	Materiál vnitřního pláště / Těsnost	Pozinkovaný plech / L2
Hmotnost (+/-10%) [kg]	127	Servisní přístup	Zprava
Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech	Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	4380

- Ventilátor XPVP 400-1,1/69-J4 (IE1)

Tlakový zisk pro výpočet [Pa]	379	Průtok vzduchu max [m³/h]	6993
Statický tlak [Pa]	379	Celkový tlak max. [Pa]	786
Celkový tlak [Pa]	414	Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz
Výkon ventilátoru [kW]	0.65	Napájecí napětí regulátoru	1NPE 230 V, 50 Hz
Účinnost [%]	77	Výkon motoru nom. [W]	1100
Elektrický příkon [kW]	0.88	Proud max. [A]	11.20
Rychlost v průřezu [m/s]	1.75	Pracovní teplota max. [°C]	40
Dimenzovat na výkonový stupeň	4	Počet pólů	4
Pracovní frekvence [Hz]	59	Termokontakty	Ano
Průměr kola [mm]	400	Krytí	IP 55
Zahnutí lopatek	Dozadu	Třída izolace	F
Převod	Přímý	Typ regulace	Typ frekvenční
Otáčky [1/min]	1970	Třída účinnosti motoru	IE1

- Regulátor výkonu XPFM 1.1 (1x230V) V

Chyby komponentu

Komponent je spojený s nekompatibilní rozměrovou řadou!

02.17 Tlumicí vložka

DV 810-760

Objem [m³]	0.06	Tlaková ztráta [Pa]	0
Hmotnost (+/-10%) [kg]	4		

Chyby komponentu

Komponent je spojený s nekompatibilní rozměrovou řadou!

02.09 Tlumicí vložka

DV 810-760

Objem [m³]	0.06	Tlaková ztráta [Pa]	0
Hmotnost (+/-10%) [kg]	4		

02.08 Klapka uzavírací

LK 810-760

Objem [m³]	0.06	Tlaková ztráta [Pa]	1
Hmotnost (+/-10%) [kg]	14	Plocha klapky [m²]	0.62
Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	4380		

- Servopohon NM 230A

02.07 Sekce filtru

XPHO 10/K

Objem [m³]	0.44	Materiál vnitřního pláště / Těsnost	Pozinkovaný plech / L2
Hmotnost (+/-10%) [kg]	44	Servisní přístup	Zleva
Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech	Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	4380

- Panel čelní - vstup XPK 10/P

Tlaková ztráta [Pa] 8

- Montážní sada panelu XPK 10/P (MSP)
- Filtrační vložka XPNV 10/3

Tlaková ztráta pro výpočet [Pa]	30	Koncová tlaková ztráta [Pa]	150
Počáteční tlaková ztráta [Pa]	30	Jimavost [g]	760
Typ filtru	Vložkový	Teplotní odolnost max. [°C]	100
Třída filtrace	G3	Třída hořlavosti	F1
Střední odlučivost na syntetický prach [%]	85.00	Regenerovatelnost	Neregenerovatelný
Filtrační plocha [m²]	1.46		

02.14 Sekce tlumiče hluku		XPPO 10/S	
Objem [m ³]	1.09	Materiál vnitřního pláště / Těsnost	Pozinkovaný plech / L2
Hmotnost (+-10%) [kg]	151	Skutečný průtok vzduchu [m ³ /h]	4380
Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech	Tlaková ztráta [Pa]	7

02.04 Sekce ventilátoru		XPAP 10/S	
Objem [m ³]	1.74	Materiál vnitřního pláště / Těsnost	Pozinkovaný plech / L2
Hmotnost (+-10%) [kg]	142	Servisní přístup	Zleva
Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech	Skutečný průtok vzduchu [m ³ /h]	4380
<ul style="list-style-type: none"> • Panel čelní - výtlačk XPK 10/P 			
Tlaková ztráta [Pa]	8		
<ul style="list-style-type: none"> • Montážní sada panelu XPK 10/P (MSP) • Ventilátor XPVP 400-1,5/76-J4 (IE1) 			
Tlakový zisk pro výpočet [Pa]	284	Celkový tlak max. [Pa]	1013
Statický tlak [Pa]	284	Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz
Celkový tlak [Pa]	319	Napájecí napětí regulátoru	1NPE 230 V, 50 Hz
Výkon ventilátoru [kW]	0.52	Výkon motoru nom. [W]	1500
Účinnost [%]	75	Proud max. [A]	14.10
Elektrický příkon [kW]	0.68	Pracovní teplota max. [°C]	40
Dimenzovat na výkonový stupeň	3	Počet pólů	4
Pracovní frekvence [Hz]	55	Termokontakty	Ano
Průměr kola [mm]	400	Krytí	IP 55
Zahnutí lopatek	Dozadu	Třída izolace	F
Převod	Přímý	Typ regulace	frekvenční
Otáčky [1/min]	2180	Třída účinnosti motoru	IE1
Průtok vzduchu max [m ³ /h]	7722		
<ul style="list-style-type: none"> • Regulátor výkonu XPFM 1.5 (1x230V) V 			

02.11 Tlumicí vložka		DV 810-760	
Objem [m ³]	0.06	Tlaková ztráta [Pa]	0
Hmotnost (+-10%) [kg]	4		

Doplňky		Počet		Kód
02.XX	Spojovací sada	XPSP/S	1 ks	XPSMS-M
02.XX	Spojovací sada	XPSS 10/M	1 ks	XPSSS10MR
02.XX	Spojovací sada	XPSS 10/V	1 ks	XPSSS10VR
02.XX	Základový rám pro sekci	XPR 10/1350-3	1 ks	XPROS1013503P
02.XX	Základový rám pro sekci	02.01 XPXQ 10/BP		
02.XX	Základový rám pro sekci	XPR 10/1000-3	1 ks	XPROS1010003P
02.XX	Základový rám pro sekci	02.04 XPAP 10/S		
02.XX	Základový rám pro sekci	XPR 10/1000-3S	1 ks	XPROS1010003S
02.XX	Základový rám pro sekci	02.02 XPAP 10/S		
02.XX	Základový rám pro sekci	XPR 10/750-3S	1 ks	XPROS1007503S
		02.15 XPQD 10/V		

Výrobní (přepravní) bloky sekcí		
Blok sekcí		195.2 kg
pro sekci	02.14	XPPO 10/S
pro sekci	02.07	XPHO 10/K

Příloha P5. Strojovna pro VZT zařízení č. 2

REMAK a.s.
Roznov pod Radhostem
Czech Republic
http://www.remak.cz



Číslo projektu 1 Název projektu Jakub Šusták

Firma	Zákazník	Projektant
Ulice, Město, PSČ, Stát	Česká republika	
Telefon, Telefax		
Kontakt, E-mail		

Soupis zařízení projektu

Číslo	Název zařízení	Hmotnost (±10%)	CENA BRUTTO		
			Vzduchotechnika	Regulace	Celkem
04	Regenerační jednotka pro pokoje	551 kg			
Hmotnost celkem (±10%)		551 kg			
Celková cena za vzduchotechniku			Ocenění je neúplné!		
Celková cena za regulaci			Ocenění je neúplné!		
Celková cena za projekt			Nelze udělat součet		

Související obchodně technická dokumentace *

Sestavně jednotky AeroMaster XP (návod na montáž a obsluhu) 03/2012

NS 120

NS 130 10/2008

Snímač tlakové difference P33 (návod)

Montážní návod SUMX - doplněk montážního návodu Vento 01/2009

Vacon 100 HVAC - aplikační manuál

Vacon 10 - Stručný manuál 01/2010

Vacon 100 HVAC - instalační manuál

Vacon 10 - User manual 01/2010

Rotační rekuperátor XPXR (návod na montáž a obsluhu) 09/2010

* Aktuální verze níže uvedených dokumentů je dostupná na www.remak.eu

Chyby projektu

Některé zařízení není oceněno, nelze udělat součet cen za projekt

Chyba v zařízení : 04 - Regenerační jednotka pro pokoje

Číslo zařízení 04 Název zařízení Regenerační jednotka pro pokoje

Druh, rozměr AeroMaster XP 04
Model box AMXP3

Popis zařízení *

SESTAVNÁ KLIMATIZAČNÍ JEDNOTKA

- standardně dodávány varianty pro vnitřní i venkovní instalace pro prostředí C2 nebo C3 dle (ČSN) EN ISO 14713-1

- schváleno k použití v hygienických a čistých aplikacích (SZÚ - 111130, S 294/01)

- standardní rozsah pracovních teplot je -40°C až +40°C

- samonosná bezrámová konstrukce se zcela hladkým vnitřním pláštěm

- sendvičové panely s 50 mm nehořlavou izolací

- parametry dle EN 1886:2008 (M): D2, L2 resp. L1, T3, TB3

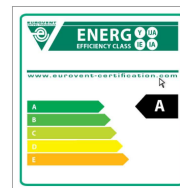
- zvuková neprůzvučnost pláště $R_w=43$ dB

- ES prohlášení shody vydáno ve spolupráci s TÜV SÜD Czech

- certifikát shody dle GOST R

- vyrobeno a vyráběno v souladu s certifikovaným systémem řízení jakosti ISO 9001:2001

* Detailní informace ke specifikacím a užití zařízení a příslušenství viz. Související obchodně technická dokumentace



Klimatické a vstupní podmínky (zima/léto)

Teplota vzduchu (venkovní) [°C]	-12 / 29	Teplota z místnosti [°C]	20 / 26
Relativní vlhkost (venkovní) [%]	80 / 40	Relativní vlhkost z místnosti [%]	50 / 50
Tlak vzduchu [kPa]	99 / 99		

Vzduchové parametry zařízení (přívod/odvod)

Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	1440 / 2040	Tlaková ztráta komponentů v sestavě [Pa]	215 / 140
Rychlost v průřezu [m/s]	1.46 / 2.07	Výstupní teplota z přívodu (zima/léto) [°C]	21 / 18
Skutečná externí tlaková ztráta (rezerva) [Pa]	297 / 173	Výstupní relativní vlhkost z přívodu (zima/léto) [%]	16 / 74
Rozdíl (k zaregulování) [Pa]	+167 / +68		

Výkonové parametry zařízení (přívod/odvod)*

Dimenzováno na výkonový stupeň ventilátorů	3 / 3	Součtové výkony pro ohřev [kW]	3 / 0
Součtové výkony ventilátorů [kW]	0.37 / 0.35	Součtové výkony pro chlazení [kW]	4 / 0
Specifický výkon zařízení $SFP_{E, IV, m^{-3}, s}$	1279	Výkon zpětného získání tepla [kW]	14

*Návrh s vlivem kondenzace

Hlukové parametry zařízení

Přívod	Hladiny akustického výkonu v oktávových pásmech $L_{w,akst}$ [dB(A)] a celková hladina L_{wA} [dB(A)]								
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	L_{wA}
Vstup	36.4	51.0	60.3	63.4	59.2	54.4	48.9	40.3	66.6
Výstup	41.4	56.0	68.3	74.4	74.2	71.4	66.9	60.3	79.1
Okolí	34.4	39.9	49.2	47.4	44.5	41.2	37.6	27.1	53.0

Odvod	Hladiny akustického výkonu v oktávových pásmech $L_{w,akst}$ [dB(A)] a celková hladina L_{wA} [dB(A)]								
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	L_{wA}
Vstup	38.5	52.9	62.9	67.7	65.3	62.4	57.8	50.3	71.4
Výstup	38.5	52.9	63.9	69.7	68.3	64.4	59.8	52.3	73.5
Okolí	33.5	38.8	47.8	45.7	42.6	39.2	35.5	25.1	51.4

Sestava : 03 Podrobná nabídka vzduchotechniky

Soubor : F:\aeroproj\hotel.rmk

AeroCAD verze 4.9.68, uživatel - NEREGISTROVANÁ KOPIE / Neoprávněné užití programu

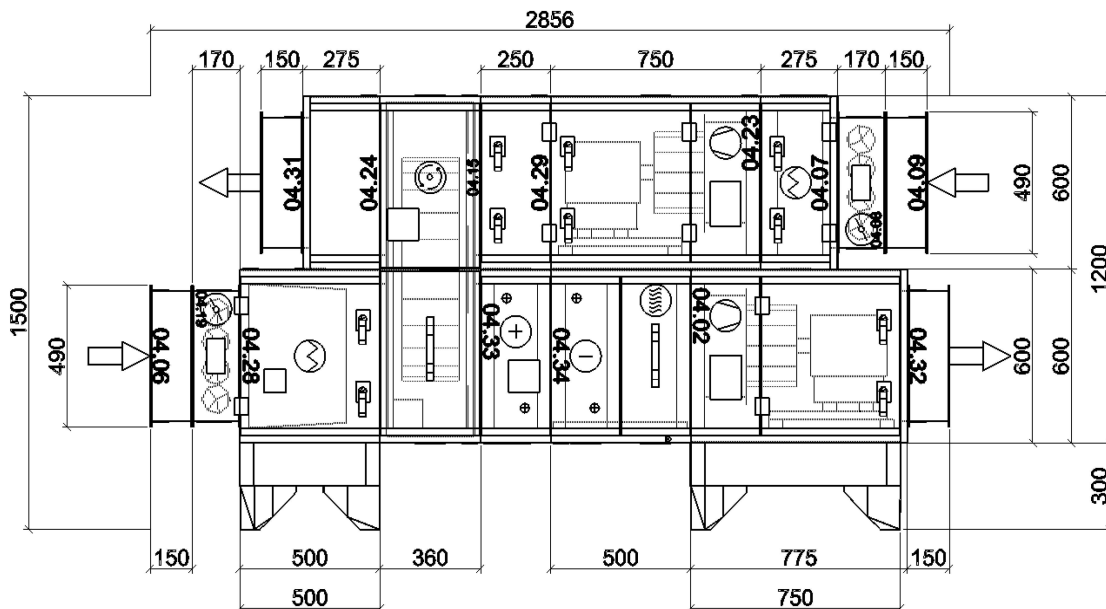
Strana : 1/11

Tisk : 06.01.2013, 15:54

Projekt vtvofen: 13.12.2012, 23:01

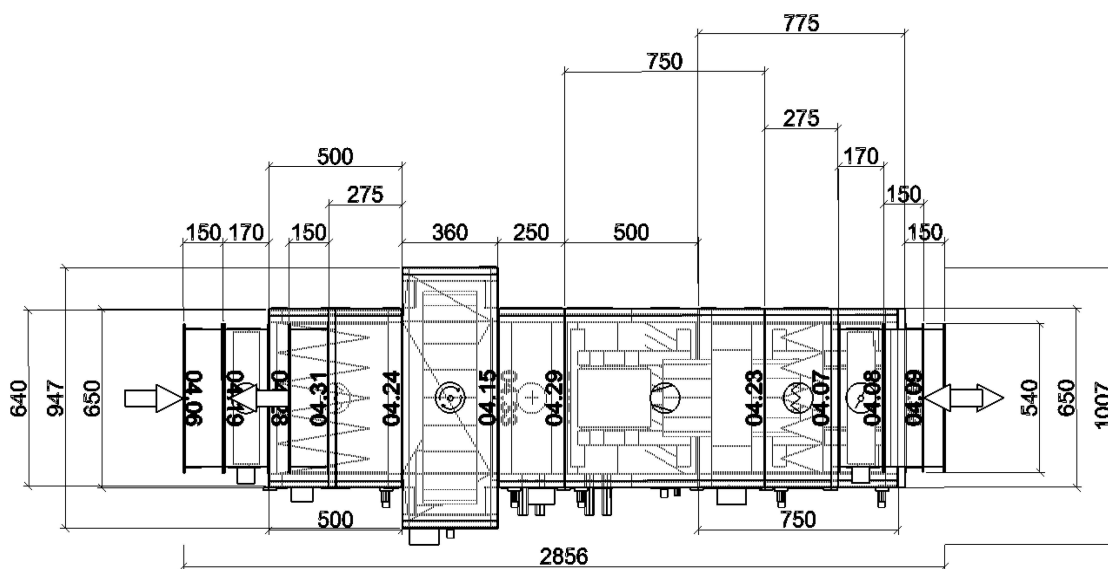
Grafický pohled
 Zařízení
 Obrysovové rozměry

Zepředu XZ
 04 - Regenerační jednotka pro pokoje
 X = 2856 mm, Y = 1500 mm



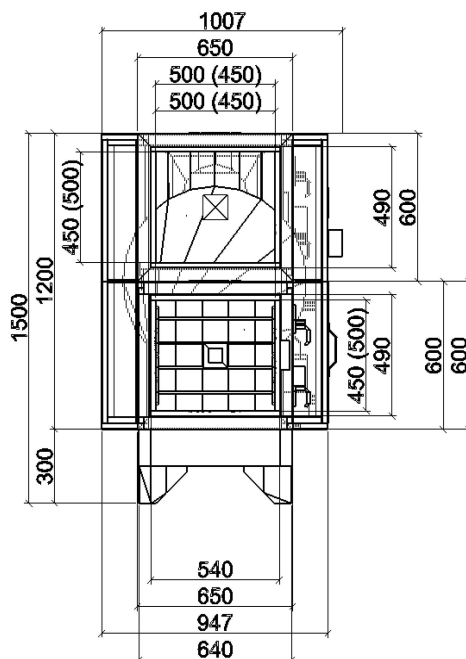
Grafický pohled
 Zařízení
 Obrysovové rozměry

Shora XY
 04 - Regenerační jednotka pro pokoje
 X = 2856 mm, Y = 1008 mm



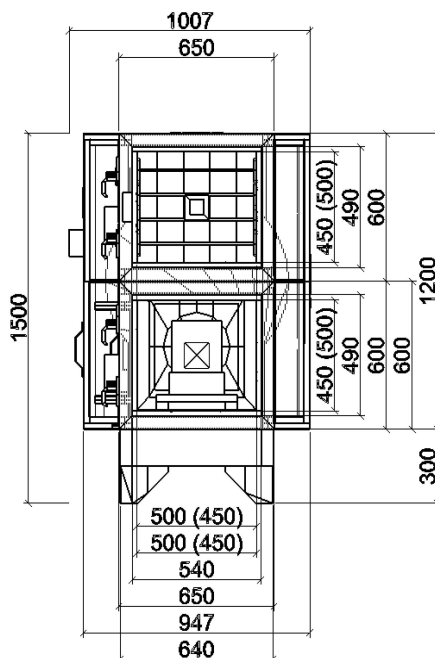
Grafický pohled
Zařízení
Obrysově rozměry

Zleva YZ
04 - Regenerační jednotka pro pokoje
X = 1008 mm, Y = 1500 mm



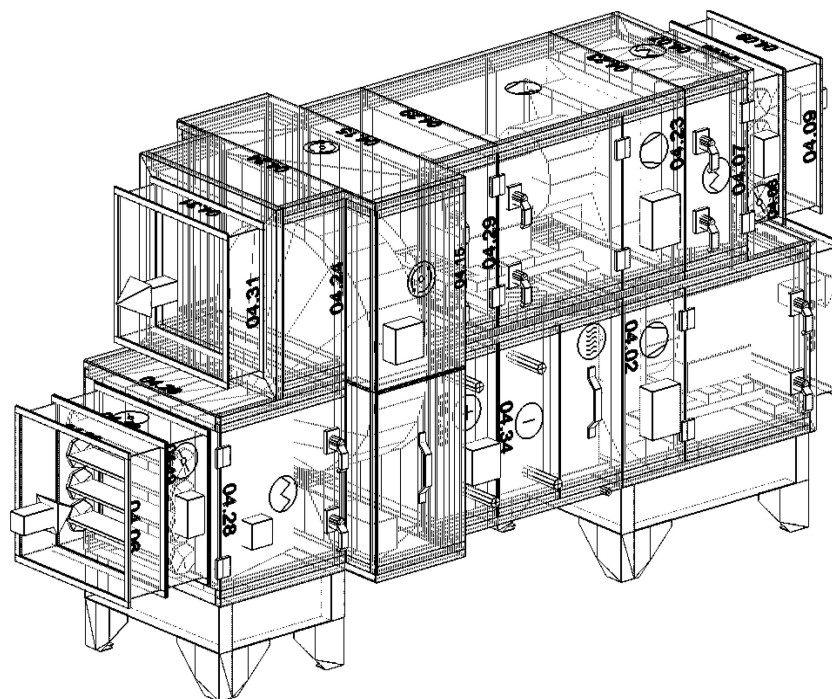
Grafický pohled
Zařízení
Obrysově rozměry

Zprava YZ
04 - Regenerační jednotka pro pokoje
X = 1008 mm, Y = 1500 mm



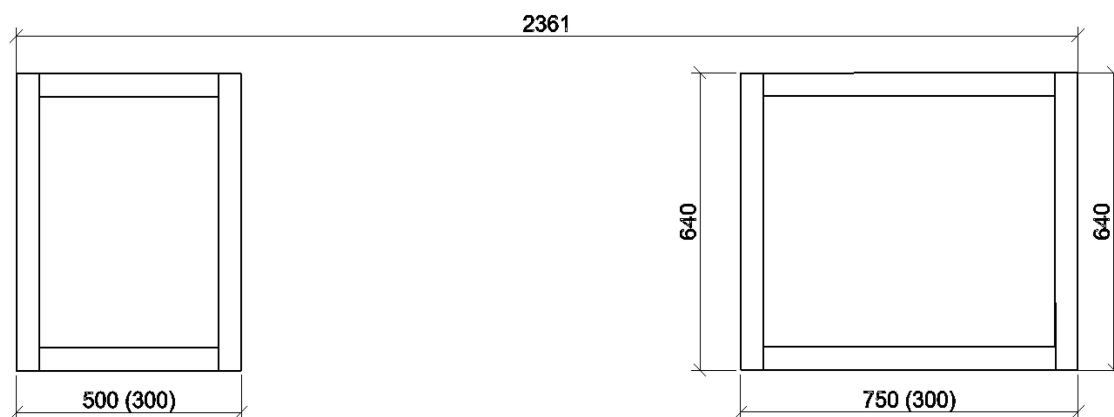
Grafický pohled
Zařízení
Obrysově rozměry

Axonometrie XYZ zepředu
04 - Regenerační jednotka pro pokoje
X = 2856 mm, Y = 1008 mm, Z = 1500 mm



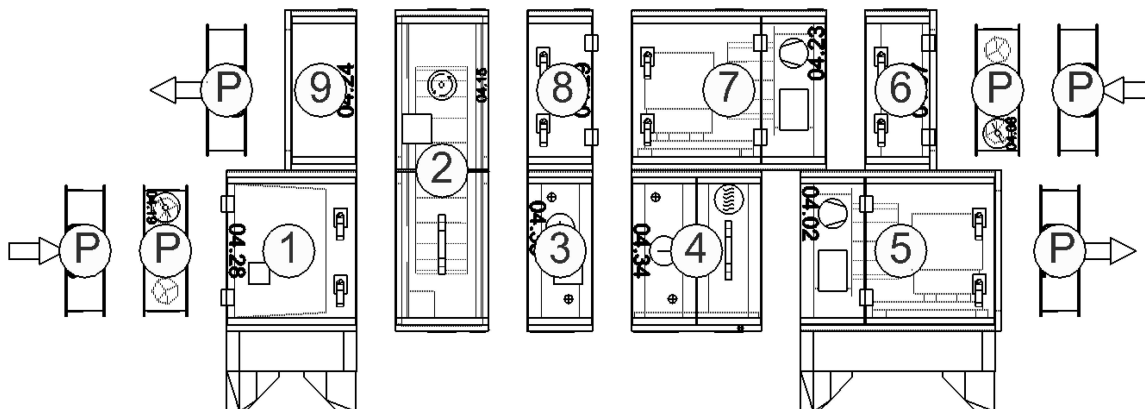
Grafický pohled
Zařízení
Obrysově rozměry

Základové rámy
04 - Regenerační jednotka pro pokoje
X = 640 mm, Y = 2360 mm, Šířka paty rámového profilu = 40 mm



Grafický pohled
 Zařízení
 Obrysové rozměry

Bloky
 04 - Regenerační jednotka pro pokoje
 X = 2856 mm, Y = 1500 mm

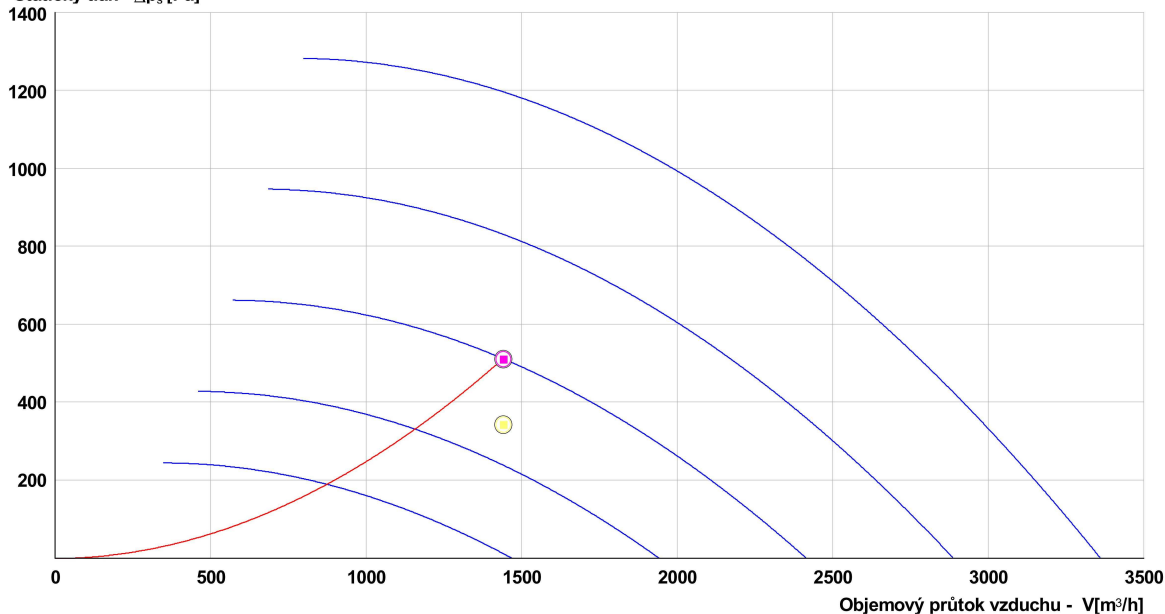


Charakteristika ventilátorů: Průtok – statický tlak

Přívodní větev

Typ	V_n [m³/h]	$\Sigma \Delta p_s$ [Pa]	$\Sigma \Delta p_r$ [Pa]	n [1/min]	U [V]	P [kW]	η [%]
XPVP 250-0,75/64-J2 (IE1)	1440	513	537	3700	3NPE 400 V, 50 Hz	0.28	78

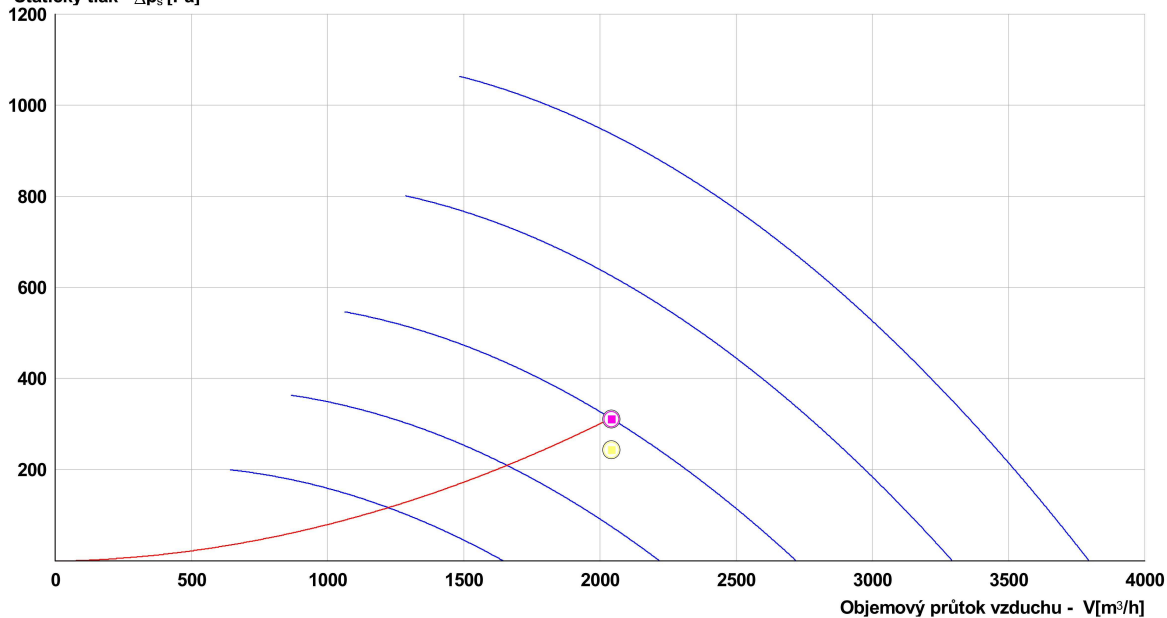
Statický tlak - Δp_s [Pa]



Odvodní větev

Typ	V_n [m ³ /h]	$\Sigma \Delta p_s$ [Pa]	$\Sigma \Delta p_f$ [Pa]	n [1/min]	U [V]	P [kW]	η [%]
XPVP 280-0,75/53-J2 (IE1)	2040	314	345	3100	3NPE 400 V, 50 Hz	0.26	76

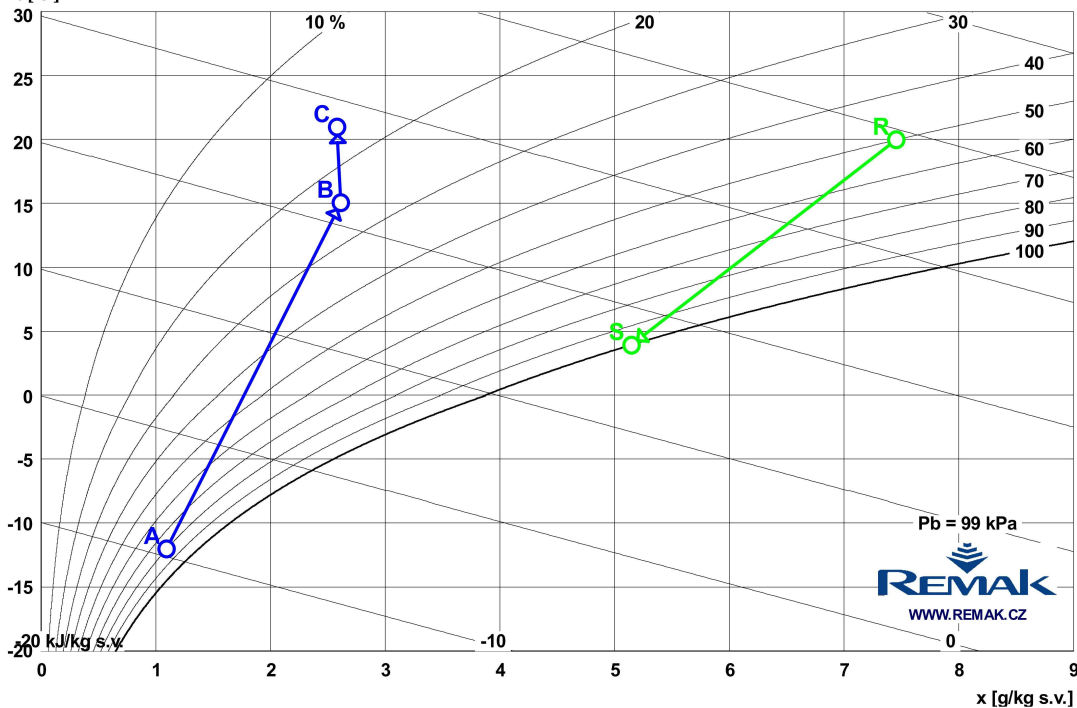
Statický tlak - Δp_s [Pa]



Psychrometrický diagram

Provozní režim – Zima

t [°C]

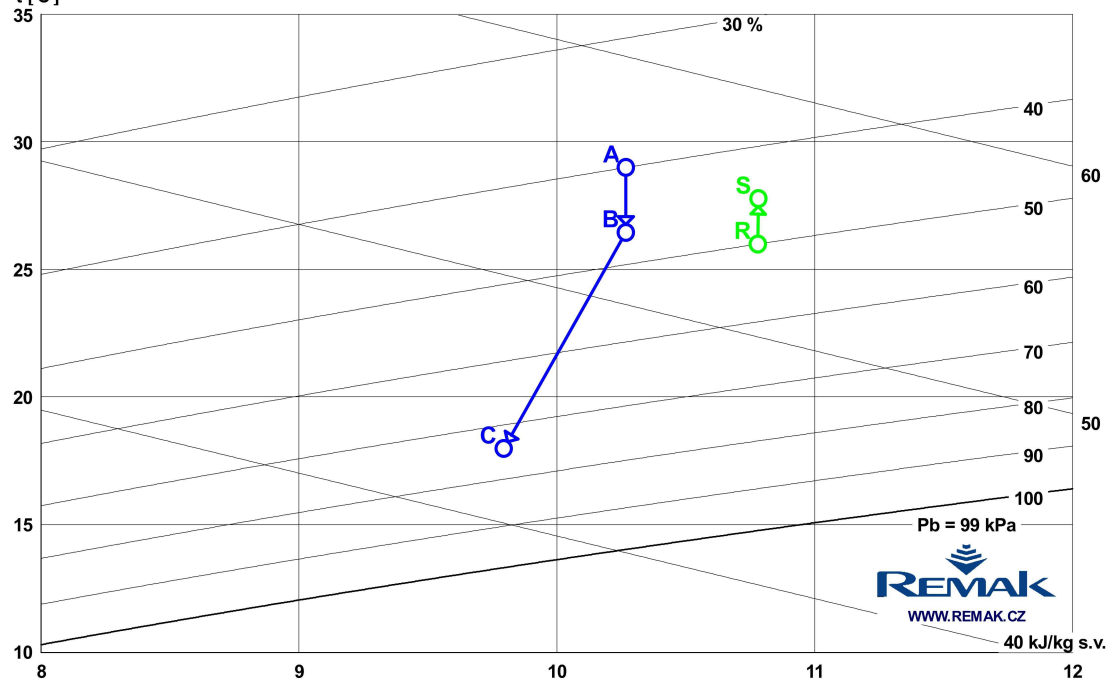


Bod	Pozice	Teplota vzduchu	Relativní vlhkost	Měrná vlhkost	Entalpie	Hustota
		t [°C]	φ [%]	x [g/kg]	h [kJ/kg]	ρ [kg/m³]
A	04.15	-12.0	80.0	1.1	-9.4	1.32
B		15.1	23.8	2.6	21.8	1.19
C	04.33	21.0	16.4	2.6	27.8	1.17
R	04.15	20.0	50.0	7.5	39.1	1.17
S		4.0	100.0	5.2	16.9	1.24

Psychrometrický diagram

Provozní režim – Léto

t [°C]



Bod	Pozice	Teplota vzduchu	Relativní vlhkost	Měrná vlhkost	Entalpie	Hustota
		t [°C]	φ [%]	x [g/kg]	h [kJ/kg]	ρ [kg/m³]
A	04.15	29.0	40.0	10.3	55.5	1.13
B		26.5	45.5	10.3	52.4	1.14
C	04.34	18.0	74.1	9.8	43.0	1.17
R	04.15	26.0	50.0	10.8	53.7	1.14
S		27.8	44.1	10.8	55.0	1.13

Seznam chyb zařízení

- Zkontrolujte prosím realnost osazení pantů servisních dveří! Některé komponenty mají pravděpodobně panty na nepřipustných místech!

Seznam odkazů na chyby v konkrétních komponentech

- Pozice č. 28 - XPHO 04/S
- Pozice č. 19 - LK 500-450

Detaily ke komponentům zařízení

04.06 Tlumicí vložka		DV 500-450	
Objem [m ³]	0.03	Tlaková ztráta [Pa]	0
Hmotnost (+-10%) [kg]	3		

04.19 Klapka uzavírací		LK 500-450	
Objem [m ³]	0.04	Tlaková ztráta [Pa]	1
Hmotnost (+-10%) [kg]	8	Plocha klapek [m ²]	0.23
Skutečný průtok vzduchu [m ³ /h]	1440		

• Servopohon LM 230A

Chyby komponentu

Komponent je spojený s nekompatibilní rozměrovou řadou!

04.28 Sekce filtru		XPHO 04/S	
Objem [m ³]	0.40	Materiál vnitřního pláště / Těsnost	Pozinkovaný plech / L2
Hmotnost (+-10%) [kg]	37	Servisní přístup	Zprava
Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech	Skutečný průtok vzduchu [m ³ /h]	1440
• Filtrační vložka XPNH 04/3			
Tlaková ztráta pro výpočet [Pa]	84	Filtrační plocha [m ²]	1.76
Počáteční tlaková ztráta [Pa]	18	Koncová tlaková ztráta [Pa]	150
Rychlost v průřezu [m/s]	1.77	Jímavost [g]	700
Typ filtru	Kapsový	Teplotní odolnost max. [°C]	100
Třída filtrace	G3	Třída hořlavosti	F1
Střední odlučivost na syntetický prach [%]	80.00	Regenerovatelnost	Neregenerovatelný

• Snímač tlakové diference P33 N (30 - 500 Pa)

Chyby komponentu

Komponent je spojený s nekompatibilní rozměrovou řadou!

04.15 Sekce rotačního rekuperátoru		XPXR 04/0			
Objem [m ³]	0.41	Vstupní parametry odvodního vzduchu	Zima	Léto	
Hmotnost (+-10%) [kg]	150	Teplota [°C]	20.0	26.0	
Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech	Relativní vlhkost [%]	50	50	
Materiál vnitřního pláště / Těsnost	Pozinkovaný plech / L2	Měrná vlhkost [g/kg]	7.46	10.78	
Servisní přístup	Zprava	Entalpie [kJ/kg]	39.12	53.73	
Typ výměníku	Teplotní	Výstupní parametry odvodního vzduchu	Zima	Léto	
Výška vlny / šířka rotoru	1,9 / 200 mm	Teplota [°C]	4.0	27.8	
Skutečný průtok vzduchu [m ³ /h]	1440 / 2040	Relativní vlhkost [%]	100	44	
Tlaková ztráta [Pa]	59 / 84	Měrná vlhkost [g/kg]	5.15	10.78	
Provozovat v období	Zima i léto	Entalpie [kJ/kg]	16.87	55.03	
Vstupní parametry přívodního vzduchu	Zima	Léto	Zima	Léto	
Teplota [°C]	-12.0	29.0	85	85	
Relativní vlhkost [%]	80	40	24	0	
Měrná vlhkost [g/kg]	1.10	10.27	13.8	1.2	
Entalpie [kJ/kg]	-9.40	55.51	2.0	0.0	
Výstupní parametry přívodního vzduchu	Zima	Léto	15.7	1.2	
Teplota [°C]	15.1	26.5	12		
Relativní vlhkost [%]	24	45	90		
Měrná vlhkost [g/kg]	2.62	10.27	0.42		
Entalpie [kJ/kg]	21.78	52.40	Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz	
			Relativní vlhkost [%]	16	45
			Měrná vlhkost [g/kg]	2.58	10.27
			Entalpie [kJ/kg]	27.77	52.40
			Výstupní teplota média (skutečná) [°C]	70	
			Topný výkon (skutečný) [kW]	2.8	
			Průtok teplotního média [m ³ /h]	0.13	
			Tlaková ztráta média [kPa]	0.8	
			Počet řad	1	
			Počet okruhů	1	
			Rozteč lamel	2.1	
			Průměr připojení ["]	1	
			Vodní obsah [l]	1	

04.33 Sekce ohřivače		XPTV 04	
----------------------	--	---------	--

Objem [m ³]	0.24	Materiál vnitřního pláště / Těsnost	Pozinkovaný plech / L2
Hmotnost (+-10%) [kg]	30	Připojení médií	Zprava
Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech	Skutečný průtok vzduchu [m ³ /h]	1440

• Vodní ohřivač XPNC 04/1R

Tlaková ztráta [Pa]	14	Relativní vlhkost [%]	16	45
Dimenzovat na podmínky	Zima	Měrná vlhkost [g/kg]	2.58	10.27
Teplotnosné médium	Voda	Entalpie [kJ/kg]	27.77	52.40
Aktivovat návrh atyp.funkce	Ne	Výstupní teplota média (skutečná) [°C]	70	
Vstupní teplota média [°C]	90	Topný výkon (skutečný) [kW]	2.8	
Výstupní teplota média (zadaná) [°C]	70	Průtok teplotního média [m ³ /h]	0.13	
Vstupní parametry vzduchu	Zima	Léto	Tlaková ztráta média [kPa]	0.8
Teplota [°C]	15.1	26.5	Počet řad	1
Relativní vlhkost [%]	24	45	Počet okruhů	1
Měrná vlhkost [g/kg]	2.62	10.27	Rozteč lamel	2.1
Entalpie [kJ/kg]	21.78	52.40	Průměr připojení ["]	1
Výstupní parametry vzduchu	Zima	Léto	Vodní obsah [l]	1
Teplota [°C]	21.0	26.5		

• Směšovací uzel SUMX 1 (1)
• Protimrazové čidlo NS 130 R

04.34 Sekce chladič, eliminátor		XPQU 04/V	
---------------------------------	--	-----------	--

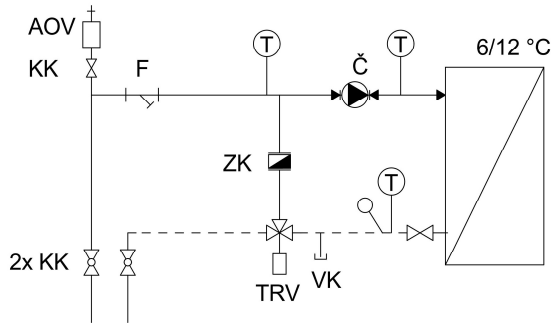
Objem [m ³]	0.44	Hmotnost (+-10%) [kg]	58
-------------------------	------	-----------------------	----

04.23 Sekce ventilátoru		XPAP 04/S	
Objem [m ³]	0.58	Materiál vnitřního pláště / Těsnost	Pozinkovaný plech / L2
Hmotnost (+-10%) [kg]	70	Servisní přístup	Zleva
Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech	Skutečný průtok vzduchu [m ³ /h]	2040
• Ventilátor XPVP 280-0,75/53-J2 (IE1)			
Tlakový zisk pro výpočet [Pa]	314	Celkový tlak max. [Pa]	1080
Statický tlak [Pa]	314	Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz
Celkový tlak [Pa]	345	Napájecí napětí regulátoru	1NPE 230 V, 50 Hz
Výkon ventilátoru [kW]	0.26	Výkon motoru nom. [W]	750
Účinnost [%]	76	Proud max. [A]	8.30
Elektrický příkon [kW]	0.35	Pracovní teplota max. [°C]	40
Dimenzovat na výkonový stupeň	3	Počet pólů	2
Pracovní frekvence [Hz]	38	Termokontakty	Ano
Průměr kola [mm]	280	Krytí	IP 55
Zahnutí lopatek	Dozadu	Třída izolace	F
Převod	Prímý	Typ regulace	frekvenční
Otáčky [1/min]	3100	Třída účinnosti motoru	IE1
Průtok vzduchu max [m ³ /h]	3796		
• Regulátor výkonu XPFM 0.75 (1x230V) V			
04.29 Sekce servisní		XPJS 04/K	
Objem [m ³]	0.20	Materiál vnitřního pláště / Těsnost	Pozinkovaný plech / L2
Hmotnost (+-10%) [kg]	16	Servisní přístup	Zleva
Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech	Skutečný průtok vzduchu [m ³ /h]	2040
04.24 Sekce prázdná		XPJP 04/K	
Objem [m ³]	0.20	Materiál vnitřního pláště / Těsnost	Pozinkovaný plech / L2
Hmotnost (+-10%) [kg]	21	Skutečný průtok vzduchu [m ³ /h]	2040
Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech		
• Panel čelní - výstup XPK 04/P			
Tlaková ztráta [Pa]	10		
• Montážní sada panelu XPK 04/P (MSP)			
04.31 Tlumič vložka		DV 500-450	
Objem [m ³]	0.03	Tlaková ztráta [Pa]	0
Hmotnost (+-10%) [kg]	3		
Doplňky		Počet Kód	
04.XX	Spojovací sada	XPSS 04/M	4 ks XPSSS04MR
04.XX	Základový rám	XPR 04/500-3S	1 ks XPROS0405003S
	pro sekci	04.28 XPHO 04/S	
04.XX	Základový rám	XPR 04/750-3S	1 ks XPROS0407503S
	pro sekci	04.02 XPAP 04/S	

Příloha P6. Schéma připojení chladicí vody pro VZT

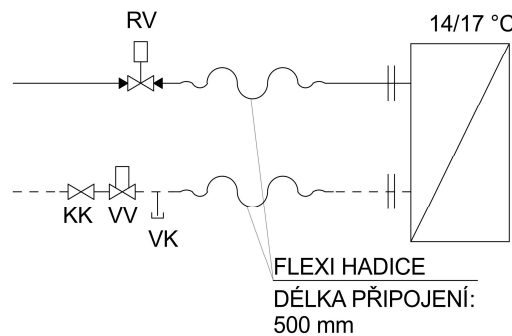
- Chladicí voda je vyráběna a akumulována ve strojovně chlazení v prvním podzemním podlaží
- Teplotní spád chladicí vody, kterou vyrobí zdroj chladu je 6/12 °C
- Teplota vody je upravována kvantitativně pro jednotlivé větve VZT jednotek

SCHÉMA PŘIHOJENÍ VZT JEDNOTKY



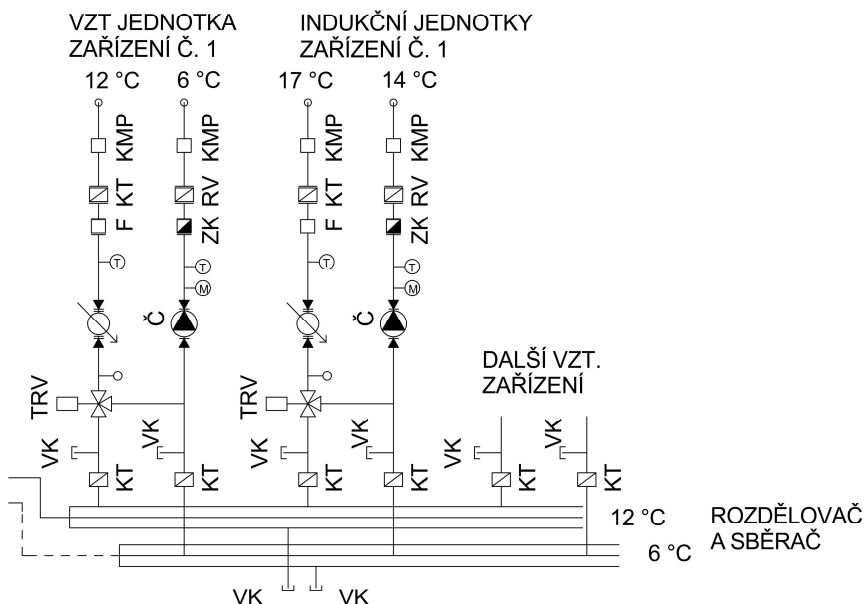
2x KULOVÝ KOHOUT
 1x ZPĚTNÁ KLAPKA
 3x TEPLOMĚR
 1x ČIDLO PRO MAR
 1x FILTR
 1x OBĚHOVÉ ČERPADLO
 S PLYNULOU REGULACÍ OTÁČEK
 1x VYVAŽOVACÍ VENTIL
 1x VYPOUŠTĚCÍ VENTIL
 1x TROJCESTNÝ VENTIL S POHONEM
 2x REDUKCE

SCHÉMA PŘIHOJENÍ INDUKČNÍ JEDNOTKY



2x KULOVÝ KOHOUT
 1x VYPOUŠTĚCÍ KOHOUT
 1x VYVAŽOVACÍ VENTIL
 1x REGULAČNÍ VENTIL + POHON

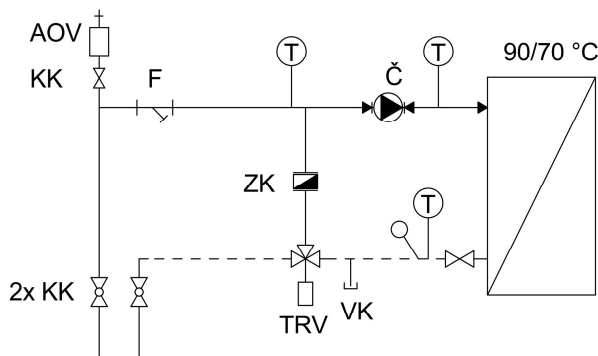
SCHÉMA ZAHOJENÍ VĚTVÍ ROZVODU CHLADU VE STROJOVNĚ CHLAZENÍ



Příloha P7. Schéma připojení otopné vody pro VZT

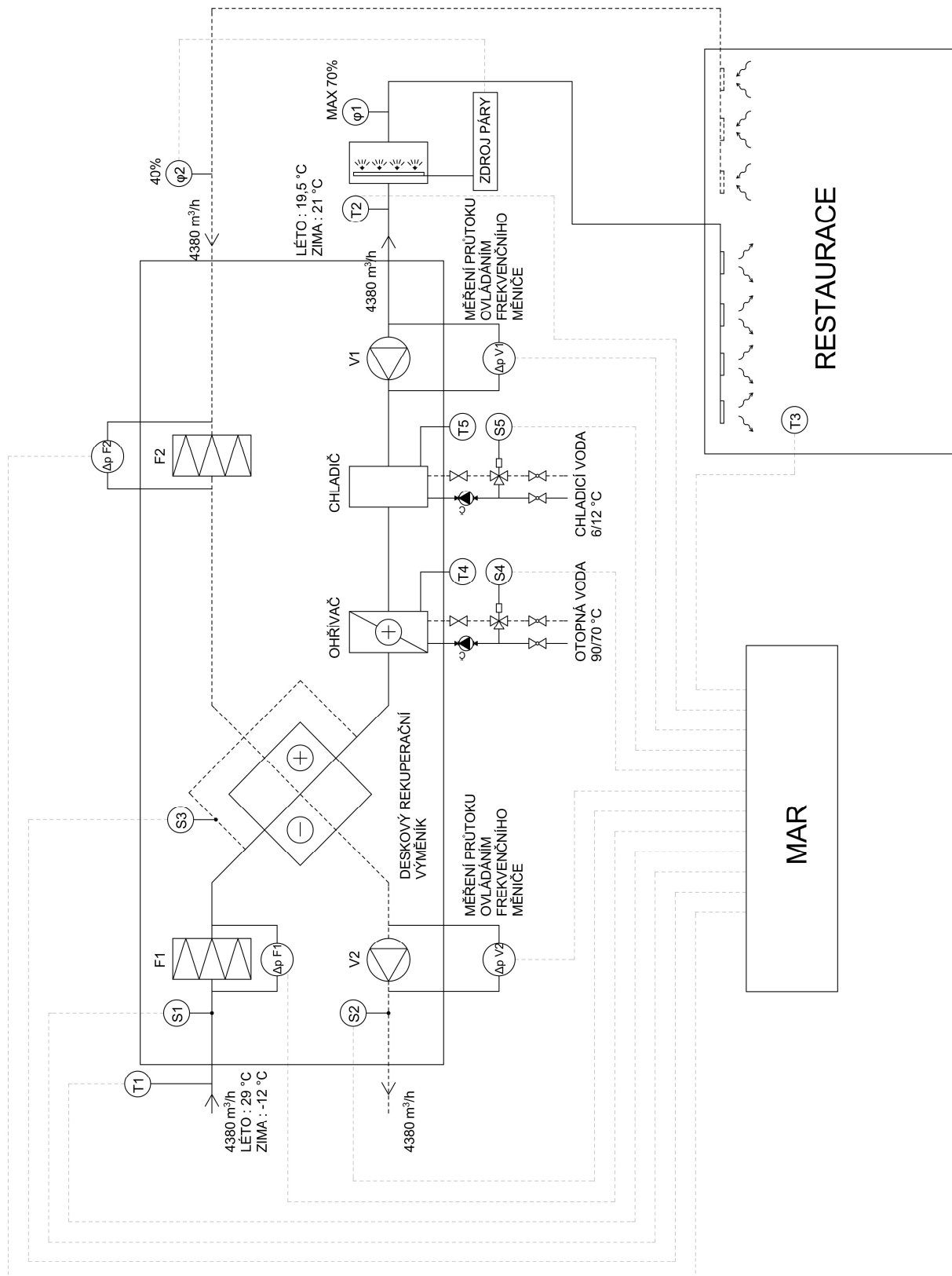
- Otopná voda je připravována v kotelně v prvním podzemním podlaží
- Teplotní spád otopné vody je 90/70 °C

SCHÉMA PŘIPOJENÍ VZT JEDNOTKY

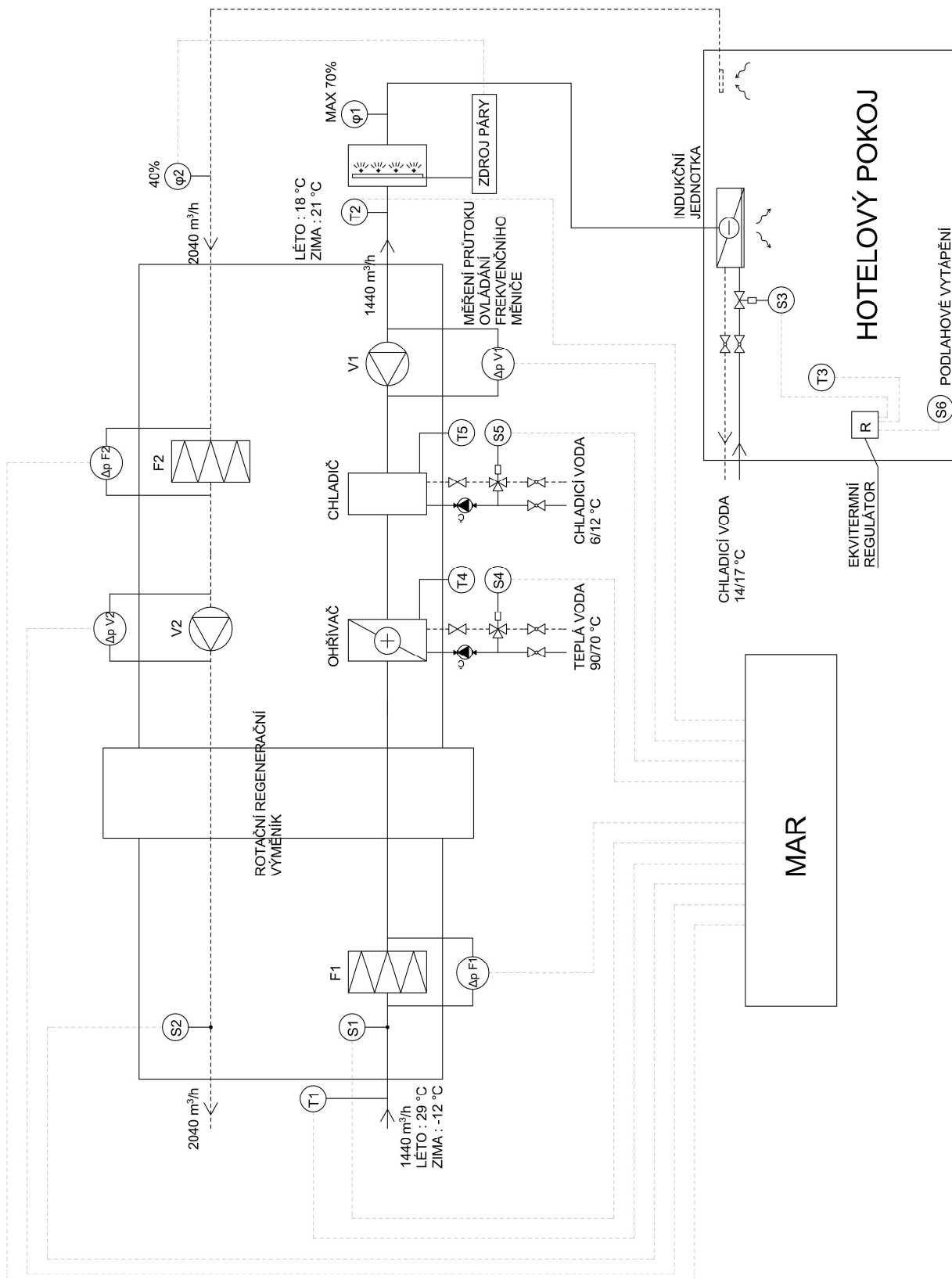


- 2x KULOVÝ KOHOUT
- 1x ZPĚTNÁ KLAPKA
- 3x TEPLMĚR
- 1x ČIDLO PRO MAR
- 1x FILTR
- 1x OBĚHOVÉ ČERPADLO
- S PLYNULOU REGULACÍ OTÁČEK
- 1x VYVAŽOVACÍ VENTIL
- 1x VYPOUŠTĚČÍ VENTIL
- 1x TROJCESTNÝ VENTIL S POHONEM
- 2x REDUKCE

Příloha P8. Schéma regulace pro VZT zařízení 1



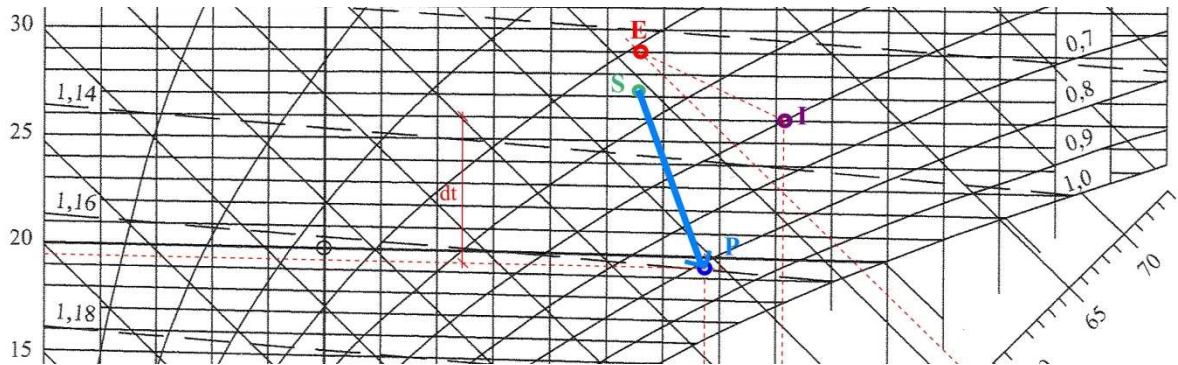
Příloha P9. Schéma regulace pro VZT zařízení 2



Příloha P10. Další možnosti úpravy vzduchu v létě

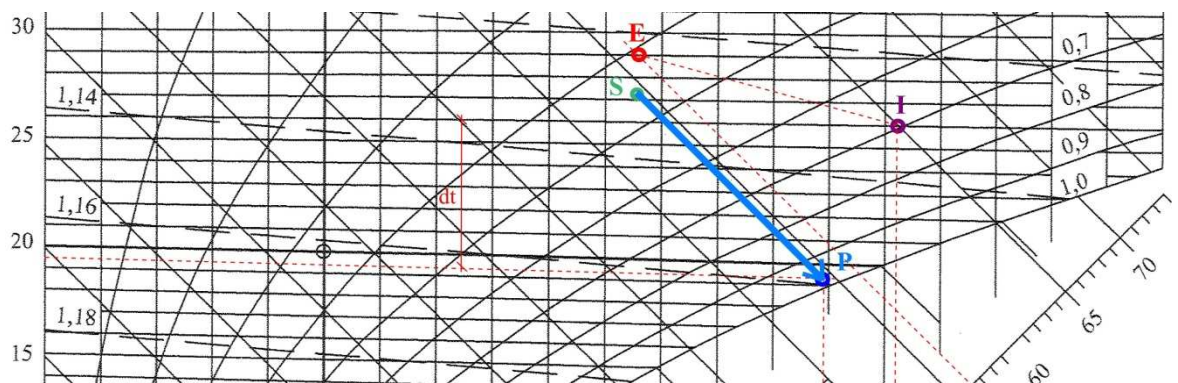
Polytropické vlhčení

- Obecné vlhčení vzduchu s teplotou vody $t_m < t_d$. Složitě.



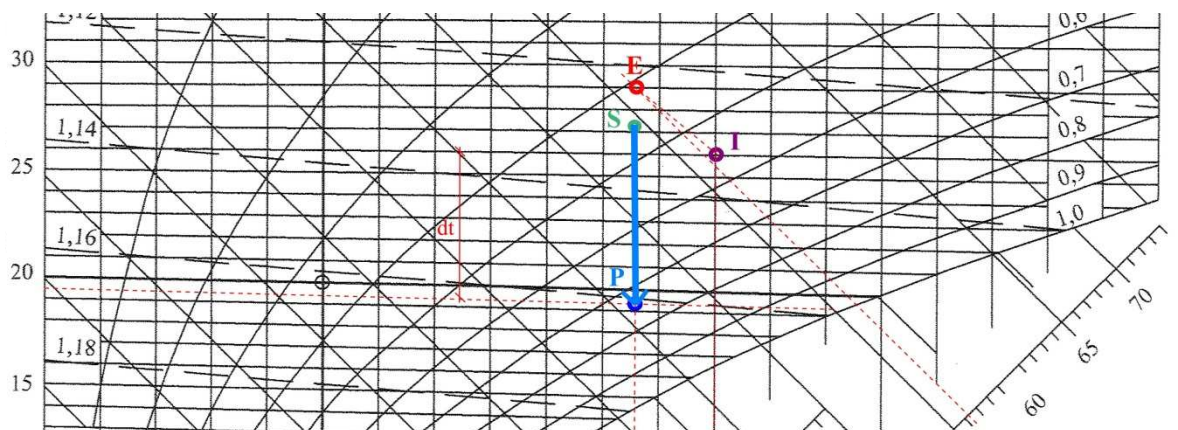
Adiabatické vlhčení

- Při adiabatické vlhčení probíhá izoentaltický děj, tedy entalpie je konstantní.



Zanedbání vlhčení

- Může se použít v prostorech kde se neklade velký důraz na kvalitu IM



Příloha P11. Návrh indukčních jednotek v softwaru LindQST

Pro místnosti ložnice 15, ložnice 16, ložnice 17 – indukční jednotka Premax délky 3m

Ložnice 15	1769 W
Ložnice 16	1769 W
Ložnice 17	1769 W

Supply air beam

Název projektu

LindQST výsledný report: 2012-12-09



Popis

Premax je nejvýkonnější Lindab indukční jednotka, která může být použita pro chlazení, topení i přívod vzduchu. Jednotka Premax může obsahovat ventily, ovladače Regula Combi, čidlo vlhkosti, či Regula connect - propojovací kartu. Premax je plně kompatibilní se systémem eHybrid.

Premax je schopen splnit vysoké požadavky na chlazení. Délky jsou odstupňovány po 0,1m.

Premax obsahuje stejně jako jednotka Plexus systém Jet-Cone. Jde o inovativní způsob ovládání a regulace množství přiváděného vzduchu. Množství vzduchu lze měnit bez obavy vysokého ovlivnění tlaku a hluku v systému. S novým nastavitelným AirGuide systémem je provádění změn a výfukového rozptylu jednodušší než kdykoliv předtím.

Objednávací kód:

Premax I-60-15-125-A1-3.0

Množství primárního vzduchu	33.4 l/s
Podíl Primárního vzduchu (total)	33.4 l/s
Pokles stat. tlaku na tryskách	60 Pa
Průvodec	

Premax

Vybrané parametry

Požadavky:		Chlazení
Teplota v místnosti	tr	26 °C
Teplotní gradient v místnosti	tg	0 K
Teplota primárního vzduchu	tai	18 °C
Teplota přívodní vody	twi	14 °C
Teplotní spád - vodní okruh	tw	3 K
Množství primárního vzduchu	qa	120.2 m³/h
Pokles stat. tlaku na tryskách	Δpstat	60 Pa
Výsledky:		
Počet požadovaných jednotek		1
Teplotní rozdíl mezi teplotou v místnosti a průměrnou teplotou vody	Δtrw	10.50 K
Jmenovitý výkon vody při 0.038 l/s	Pnom	1412 W
Průtok vody	qw	0.118 l/s
Zkorigovaný výkon vody	Pw	1485 W
Výkon vzduchu	Pa	321 W
Celkový výkon	P	1806 W
Tlaková ztráta potrubí	Δpw	9.2 kPa
Hladina akustického výkonu	Lwa	21 dB(A)
Přidaná tlak. ztráta v připojení	Δpa	1 Pa
Celková tlaková ztráta v potrubí	Δpt	61 Pa
Množství vzduchu / aktivní metr		44.5 m³/h/m
Výkon vody / aktivní metr		550 W/m
Indukční poměr		6.2
Indukovaný vzduch (sekundární)		742 m³/h
Množství smíšeného vzduchu		863.0 m³/h
Smíšená teplota vzduchu		20 °C

Hodnoty Kok

Hz	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
Kok	12	-2	-4	-3	-6	-8	-10	-14

Pro místnosti ložnice 1, 13, 19, 20, 22, 23 - indukční jednotka Premax délky 1,8 m

Ložnice 1	1296 W	Ložnice 20	1088 W
Ložnice 13	1022 W	Ložnice 22	1088 W
Ložnice 19	1056 W	Ložnice 23	1088 W

Supply air beam

Název projektu

LindQST výsledný report: 2012-12-09



Popis

Premax je nejvýkonnější Lindab indukční jednotka, která může být použita pro chlazení, topení i přívod vzduchu. Jednotka Premax může obsahovat ventily, ovladače Regula Combi, čidlo vlhkosti, či Regula connect - propojovací kartu. Premax je plně kompatibilní se systémem eHybrid.

Premax je schopen splnit vysoké požadavky na chlazení. Délky jsou odstupňovány po 0,1m.

Premax obsahuje stejně jako jednotka Plexus systém Jet-Cone. Jde o inovativní způsob ovládání a regulace množství přiváděného vzduchu. Množství vzduchu lze měnit bez obavy vysokého ovlivnění tlaku a hluku v systému. S novým nastavitelným AirGuide systémem je provádění změn a výfukového rozptylu jednodušší než kdykoliv předtím.

Objednávací kód:

Premax I-60-15-125-A1-1.8

Množství primárního vzduchu	30.6 l/s
Podíl Primárního vzduchu (total)	30.6 l/s
Pokles stat. tlaku na tryskách	60 Pa
Průvodce	

Premax

Vybrané parametry

Požadavky:		Chlazení
Teplota v místnosti	tr	26 °C
Teplotní gradient v místnosti	tg	0 K
Teplota primárního vzduchu	tai	18 °C
Teplota přívodní vody	twi	14 °C
Teplotní spád - vodní okruh	tw	3 K
Množství primárního vzduchu	qa	110.1 m³/h
Pokles stat. tlaku na tryskách	Δpstat	60 Pa
Výsledky:		
Počet požadovaných jednotek		1
Teplotní rozdíl mezi teplotou v místnosti a průměrnou teplotou vody	Δtrw	10.50 K
Jmenovitý výkon vody při 0.038 l/s	Pnom	1018 W
Průtok vody	qw	0.083 l/s
Zkorigovaný výkon vody	Pw	1036 W
Výkon vzduchu	Pa	294 W
Celkový výkon	P	1329 W
Tlaková ztráta potrubí	Δpw	3.2 kPa
Hladina akustického výkonu	Lwa	22 dB(A)
Přidaná tlak. ztráta v připojení	Δpa	1 Pa
Celková tlaková ztráta v potrubí	Δpt	61 Pa
Množství vzduchu / aktivní metr		73.4 m³/h/m
Výkon vody / aktivní metr		691 W/m
Indukční poměr		4.7
Indukovaný vzduch (sekundární)		515 m³/h
Množství smíšeného vzduchu		625.0 m³/h
Smíšená teplota vzduchu		20 °C

Hodnoty Kok

Hz	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
Kok	7	-4	-6	-5	-5	-6	-9	-13

Pro místnosti ložnice 2, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 18, 21, 24a, 24b - indukční jednotka Premax délky 1,2 m

Ložnice 2	902 W	Ložnice 12	848 W
Ložnice 6	903 W	Ložnice 14	788 W
Ložnice 8	894 W	Ložnice 18	788 W
Ložnice 9	425 W	Ložnice 21	499 W
Ložnice 10	894 W	Ložnice 24a	589 W
Ložnice 11	685 W	Ložnice 24b	589 W

Supply air beam

Název projektu

LindQST výsledný report: 2012-12-10



Popis

Premax je nejvýkonnější Lindab indukční jednotka, která může být použita pro chlazení, topení i přívod vzduchu. Jednotka Premax může obsahovat ventily, ovladače Regula Combi, čidlo vlhkosti, či Regula connect - propojovací kartu. Premax je plně kompatibilní se systémem eHybrid.

Premax je schopen splnit vysoké požadavky na chlazení. Délky jsou odstupňovány po 0,1m.

Premax obsahuje stejně jako jednotka Plexus systém Jet-Cone. Jde o inovativní způsob ovládání a regulace množství přiváděného vzduchu. Množství vzduchu lze měnit bez obavy vysokého ovlivnění tlaku a hluku v systému. S novým nastavitelným AirGuide systémem je provádění změn a výfukového rozptylu jednodušší než kdykoliv předtím.

Objednávací kód:

Premax I-60-15-125-A1-1.2

Množství primárního vzduchu	30.6 l/s
Podíl Primárního vzduchu (total)	30.6 l/s
Pokles stat. tlaku na tryskách	60 Pa
Průvodce	

Premax

Vybrané parametry

Požadavky:

		Chlazení
Teplota v místnosti	tr	26 °C
Teplotní gradient v místnosti	tg	0 K
Teplota primárního vzduchu	tai	18 °C
Teplota přívodní vody	twi	14 °C
Teplotní spád - vodní okruh	tw	3 K
Množství primárního vzduchu	qa	110.1 m³/h
Pokles stat. tlaku na tryskách	Δpstat	60 Pa

Výsledky:

Počet požadovaných jednotek		1
Teplotní rozdíl mezi teplotou v místnosti a průměrnou teplotou vody	Δtrw	10.50 K
Jmenovitý výkon vody při 0.038 l/s	Pnom	729 W
Průtok vody	qw	0.050 l/s
Zkorigovaný výkon vody	Pw	633 W
Výkon vzduchu	Pa	294 W
Celkový výkon	P	926 W
Tlaková ztráta potrubí	Δpw	1.0 kPa
Hladina akustického výkonu	Lwa	22 dB(A)
Přidaná tlak. ztráta v připojení	Δpa	1 Pa
Celková tlaková ztráta v potrubí	Δpt	61 Pa
Množství vzduchu / aktivní metr		122.3 m³/h/m
Výkon vody / aktivní metr		703 W/m
Indukční poměr		3.5
Indukovaný vzduch (sekundární)		388 m³/h
Množství smíšeného vzduchu		498.0 m³/h
Smíšená teplota vzduchu		20 °C

Hodnoty Kok

Hz	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
Kok	7	-4	-6	-5	-5	-6	-9	-13

Příloha P12. Přehled výkonů zařízení

Číslo zařízení	Vzduchotechnika hotelu			Ventilátor			Elektrická energie				Ohřev			Chlazení			Parní výkon	Ovládání
	m ³ /h	Pa	ks	Elektrický příkon jednotkový	Elektrický proud jednotkový	Elektrický příkon celkem	V/Hz	Napětí/frekvence	Topný výkon kW	Průtok teplotonosného média l/s	Tlaková ztráta kPa	Chladičí výkon kW	Průtok teplotonosného média l/s	Tlaková ztráta kPa	kg/h			
1	Vzduchotechnická jednotka																	
1.01	Přívodní ventilátor	4380	160	1	0,88	11,2	0,88	3NPE 400 V, 50 Hz										jednootáčkový, řízený, FM, MaR
1.01	Odvodní ventilátor	4380	179	1	0,68	11,2	0,68	3NPE 400 V, 50 Hz										jednootáčkový, řízený, FM, MaR
1.01	Vodní ohřivač			1					19,6	0,1	0,7							ovládání, MaR
1.01	Vodní chladič			1								12	0,47	2,2				ovládání, MaR
2	Vzduchotechnická jednotka																	
2.01	Přívodní ventilátor	1440	160	1	0,37	8,3	0,37	3NPE 400 V, 50 Hz										jednootáčkový, řízený, FM, MaR
2.01	Odvodní ventilátor	2040	179	1	0,35	8,3	0,68	3NPE 400 V, 50 Hz										jednootáčkový, řízený, FM, MaR
2.01	Vodní ohřivač			1					2,8	0,04	0,8							ovládání, MaR
2.01	Vodní chladič			1								4,2	0,16	1,8				ovládání, MaR
2	Indukční jednotky																	
2.02	Premax 1200 mm			7								1,3	0,106	6,2				jednootáčkový, řízený, FM, MaR
2.03	Premax 1800 mm			1								1	0,083	3,2				jednootáčkový, řízený, FM, MaR
2.04	Premax 2400 mm			4								0,6	0,05	1				ovládání, MaR
3	Parní zvlhčovač																	
3.01	Parní zvlhčovač Defensor Mk5			1	30	43,3	30	3NPE 400 V, 50 Hz								40		ovládání, MaR
3.02	Parní zvlhčovač Defensor Mk6			1	12	17,4	12	3NPE 400 V, 50 Hz								16		ovládání, MaR
	Celkem						44,61		22,4			16						

Přehled výkonů zařízení