



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA SKLADOVACÍ HALY S ŘÍZENOU VLHKOSTÍ VZDUCHU

AIR CONDITIONING OF STORAGE HALL WITH CONTROLLED AIR HUMIDITY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JIŘÍ OTAVA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2014



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Jiří Otava
Název	Vzduchotechnika skladovací haly s řízenou vlhkostí vzduchu
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Olga Rubinová, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2013
Datum odevzdání bakalářské práce	30. 5. 2014
V Brně dne 30. 11. 2013	

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

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

Podklady a literatura

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

Zásady pro vypracování

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu

B. Výpočtová část

analýza objektu – rozdělení na funkční celky VZT, 2-3 zařízení zpracovaná v tématech:
tepelné bilance,

průtoky vzduchu, tlakové poměry

distribuce vzduchu,

dimenzování potrubí a tlaková ztráta,

úpravy vzduchu, návrh VZT jednotek (hx diagramy),

útlum hluku

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

Předepsané přílohy

.....
Ing. Olga Rubinová, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Tématem této bakalářské práce je návrh vzduchotechnického zařízení pro polyfunkční dům na okraji Brna. Pro účely tohoto objektu je navržena kombinovaná klimatizace s fancoily. Část práce se zabývá návrhem klimatizace s řízenou vlhkostí vzduchu ve skladovací hale. Teoretická část se zabývá vodními systémy chlazení. Projektová část obsahuje vypracování projektové dokumentace vzduchotechnického zařízení.

Klíčová slova

Vzduchotechnika, vodní systémy, vlhkost, vířivá vyúst', jednotky fancoil

Abstract

This bachelor thesis is focused on design of air condition equipment for multifunctional building in Brno suburb. For design purposes of this building there are combined air conditioning with fan coil unit and air condition equipment used. Part of thesis is focused on controlled air humidity in storage hall. The theoretical part is focused on water system of cooling. The project part contains a project documentation of air conditioning equipment.

Keywords

Air conditioning, water systems, humidity, whirling difusser, fan coil unit

Bibliografická citace VŠKP

Jiří Otava *Vzduchotechnika skladovací haly s řízenou vlhkostí vzduchu*. Brno, 2014. 91 s., 33 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Olga Rubinová, Ph.D.

Prohlášení o původnosti VŠKP

Prohlášení

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

V Brně dne 29.5.2014

.....
podpis autora
Jiří Otava

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat zejména vedoucí mé bakalářské práce Ing. Olze Rubinové, Ph.D. za odbornou pomoc, ochotu a čas, který mi věnovala. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině a přátelům.

V Brně dne 29.5.2014

.....
podpis autora
Jiří Otava

Obsah

Úvod.....	9
A Teoretická část.....	11
1 Dělení klimatizačních systémů.....	12
1.1 Vzduchové systémy.....	13
1.2 Vodní systémy.....	13
1.3 Kombinované systémy.....	14
1.4 Chladivové systémy.....	15
2 Vodní systémy.....	17
3 Hydraulické zapojení fancoilů.....	18
3.1 Dvoutrubkové zapojení.....	18
3.2 Třítrubkové zapojení.....	19
3.3 Čtyřtrubkové zapojení.....	19
4 Provedení fancoilů.....	20
4.1 Parapetní provedení.....	20
4.2 Nástěnné provedení.....	22
4.3 Podstropní provedení.....	23
4.4 Potrubní provedení.....	23
4.5 Kazetové provedení.....	24
5 Distribuce čerstvého vzduchu.....	26
6 Zdroj chladicí vody.....	27
7 Rozdíly vodních a chladivových systémů.....	30
8 Závěr k teoretické části.....	31
B Výpočtová část.....	33
1 Analýza objektu.....	35
2 Tepelné zisky.....	36
3 Vodní zisky.....	41
4 Návrh průtoku vzduchu.....	41
5 Tepelná bilance klimatizačního systému.....	42
6 Distribuční prvky.....	43
6.1 Přívod vzduchu zařízení 1-Restaurace.....	43
6.2 Talířové ventily.....	44
6.3 Stěnová mřížka.....	45
6.4 Požární klapky.....	46
7 Dimenzování potrubí.....	48
8 Zařízení	50
8.1 Návrh vzduchotechnického zařízení 1-Restaurace.....	50
8.2 Návrh zařízení 4.1-FCU Restaurace.....	54
8.3 Návrh zařízení 4.4-Zdroj chladu.....	57
9 Útlum hluku.....	59
9.1 Výpočet útlumu hluku pro zařízení 1-Restaurace.....	59
10 Izolace potrubí.....	66
C Projekt.....	68
1 Úvod.....	69
1.1 Podklady pro zpracování.....	69
1.2 Výpočtové hodnoty klimatických poměrů.....	69

1.3 Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí.....	70
2 Základní koncepční řešení.....	70
2.1 Hygienické větrání, klimatizace a chlazení.....	70
2.2 Technologické větrání a chlazení.....	71
2.3 Energetické zdroje.....	71
3 Popis technických řešení.....	72
3.1 Koncepce větracích a klimatizačních	72
4 Nároky na energie.....	75
5 Měření a regulace.....	75
6 Nároky na související profese.....	76
6.1 Stavební úpravy.....	76
6.2 Silnoproud.....	76
6.3 Vytápění.....	76
6.4 Chlazení.....	76
6.5 Zdravotechnika.....	76
7 Protihluková a protiotřesová opatření.....	77
8 Izolace a nátěry.....	77
9 Protipožární opatření.....	77
10 Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení.....	78
11 Regulační schéma.....	79
12 Specifikace zařízení.....	82
Závěr.....	86
Seznam použité literatury.....	87
Seznam použitých zkratk a označení.....	88
Seznam obrázků, tabulek a grafů.....	89
Přílohy.....	92
Seznam příloh.....	92

Úvod

Obor vzduchotechnika je jedním z pododvětví stavebního oboru TZB a zabývá se tvorbou interního mikroklimatu v budovách. Klimatizační zařízení postupem času nabývá čím dál více na svém významu a slouží k vytváření optimálního vnitřního prostředí pro komfortní pobyt a činnost lidí, skladování materiálu nebo i pro správné fungování technických zařízení, která nezbytně pro svou bezchybnou funkci vyžadují určité vnitřní parametry prostředí (např. počítačové serverovny). Příjemné pracovní prostředí též zlepšuje výkonnost zaměstnanců na pracovišti. Pod pojmem klimatizování se rozumí úprava vzduchu zajišťující optimální teplotní stav, relativní vlhkost, výměnu vzduchu v místnosti za čerstvý, rychlost proudění a filtraci vzduchu v závislosti na požadavcích prostředí. Ohřev, chlazení, vlhčení a odvlhčování jsou čtyři základní termodynamické funkce, jejichž kombinací lze docílit požadovaného vnitřního stavu.

Bakalářské práce bude obsahovat návrh vzduchotechnického zařízení pro polyfunkční dům na okraji Brna. Pro účely tohoto objektu bude navržena kombinovaná klimatizace s fancoily. Část práce bude věnována návrhu klimatizace s řízenou vlhkostí vzduchu ve skladovací hale. V teoretické části budou popsány vodní systémy chlazení. Výpočtová část bude složena z návrhů jednotlivých klimatizačních systémů. Projektová část bude vypracováním projektové dokumentace vzduchotechnického zařízení.



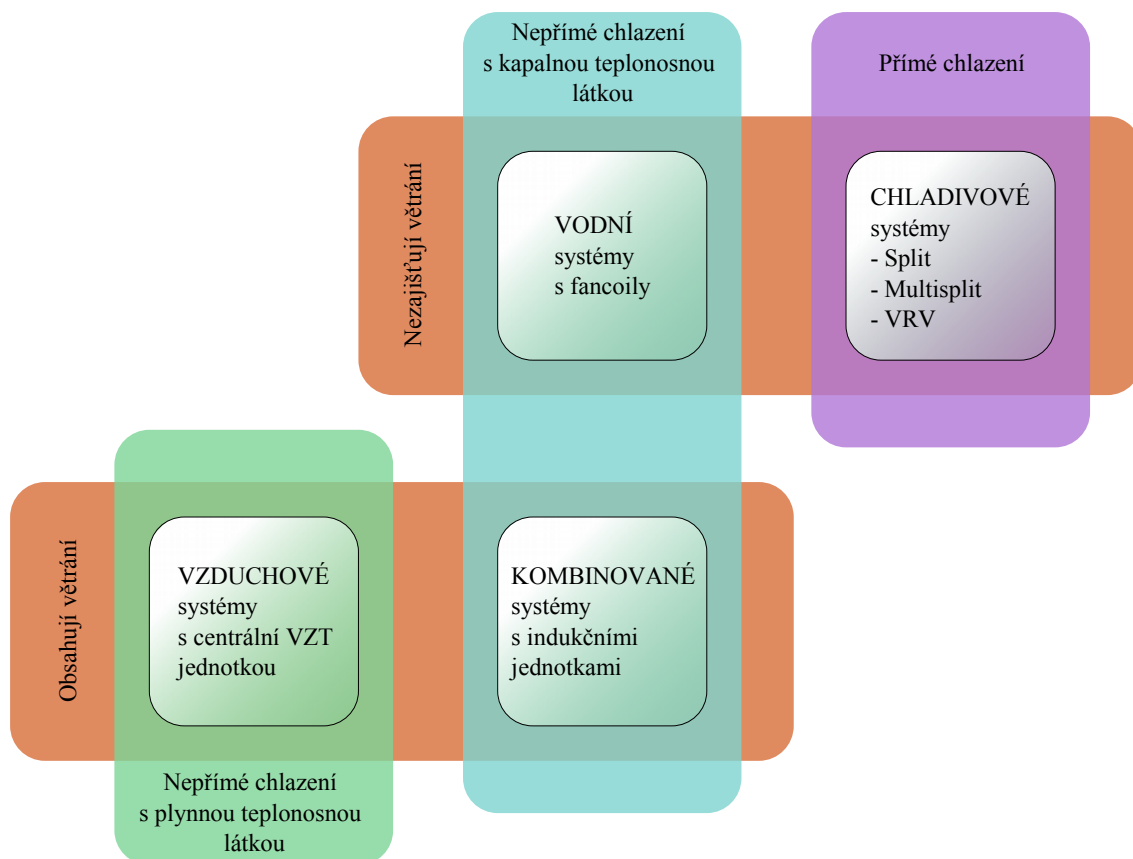
Vysoké učení technické v Brně
Fakulta stavební
Ústav technických zařízení budov

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
Institute of Building Services

A Teoretická část

1 Dělení klimatizačních systémů

V našem podnebném pásu je pro zajištění klimatických podmínek nezbytné budovy vytápět, a tak se často setkáváme v souvislosti s označením klimatizace s různými druhy dílčích klimatizačních systémů, které slouží k chlazení vzduchu. [10]



Obrázek 1: Základní rozdělení klimatizačních systémů

Základní rozdělení klimatizačních zařízení je založeno především na použité látce, která zajišťuje přenos tepla či chladu. Klimatizační systémy se tedy dělí na vzduchové, vodní, chladivové a kombinované. [10]

Z rozdílných tepelných vlastností přenosových látek pak vyplývá, že pro přenos stejného množství tepelné energie jsou nejmenší rozměry potrubí u systému chladivového, zatímco největší u systému vzduchového.

Dále můžeme klimatizační systémy rozdělit podle různých kritérií.

- Podle řízení provozu na jednozónové (divadla, kina) nebo vícezónové pro individuální regulaci mikroklimatu jednotlivých místností (administrativní budovy, hotely).
- Dle umístění vzhledem k obsluhované místnosti na centrální (ústřední) a decentrální (lokální). [11]
- Dvě další dělení závisí na principu chlazení a dělí se na přímé (chladivové systémy) a nepřímé (vodní a vzduchové systémy).

- Lze dělit též podle účelu, ke kterému je jednotka navržena, na komfortní, jejímž hlavním požadavkem je větrání a odvod znehodnoceného vzduchu a technologická, která určují požadované hodnoty pro mnohá zařízení celoročně, ve velmi úzkém tolerančním pásmu. U technologických zařízení bývá častým požadavkem vysoká kvalita čistoty vnitřního vzduchu. [12]

Ne vždy jsou všechny uvedené druhy stejně vhodné z různých důvodů pro použití v identických podmínkách budovy. Odlišují se náročností stavebních úprav pro distribuční síť, efektivností, náklady i celkovou návratností. Protože nelze jeden systém aplikovat na všechna zadání, je jeho volba zásadní.

Dále bych rád popsal jednotlivé systémy pro úpravu vzduchu v závislosti na použitém druhu teplotonosné látky.

1.1 Vzduchové systémy

Vzduchové systémy používají jako teplotonosnou látku vzduch, který zajišťuje přenesení tepla nebo chlad k pokrytí tepelné zátěže a ztrát klimatizované místnosti. Na rozdíl od jiných médií má vzduch malou tepelnou kapacitu ($c = 1010 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$), a proto k přenesení určitého množství tepelné energie je potřeba značný objem vzduchu, což vede k velkým dimenzím vzduchového potrubí, s čímž souvisí náročné požadavky na stavební řešení objektu. Znehodnocený vzduch se odvádí samostatným potrubím ven do atmosféry, kdy je vhodné recyklovat tepelnou energii a využít ji k úpravě přiváděného vzduchu z vnějšího prostředí v zařízení zpětné získávání tepla (ZZT). Vzduchové systémy se v hojně míře využívají tam, kde jsou požadovány vysoké průtoky čerstvého vzduchu. Časté jsou aplikace jednozónového vzduchového systému v restauracích, divadlech a jiných shromažďovacích prostorách. Vzduchové systémy je třeba použít i tam, kde jsou malé tolerance na přesné dodržení teplot, vlhkostí a koncentrací škodlivin v klimatizovaném prostoru. [10]

Systém lze dále rozdělit podle rychlosti proudění vzduchu v distribuční síti na nízkotlaké s rychlostí proudění vzduchu do 10 m/s a vysokotlaké, u kterých je v hlavních úsecích rozvodu rychlost větší než 12 m/s , což je docíleno menší dimenzí rozvodů. To sebou přináší úsporu nákladů na potrubí, ale také zvýšené provozní náklady ventilátoru a vyšší hluchnost. Tyto systémy klimatizací jsou nejčastější, jako centrální systém vzduchotechniky, kdy strojovna vzduchotechniky bývá umístěna v objektu, případně v exteriéru. [3]

1.2 Vodní systémy

Zde je teplotonosnou látkou voda, která má větší tepelnou kapacitu ($4180 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$) než vzduch. Podílí se na eliminaci zátěže a ztrát klimatizované místnosti. Oproti vzduchu jsou minimalizovány objemové toky chladicí či topné vody i profily potrubí. Základními

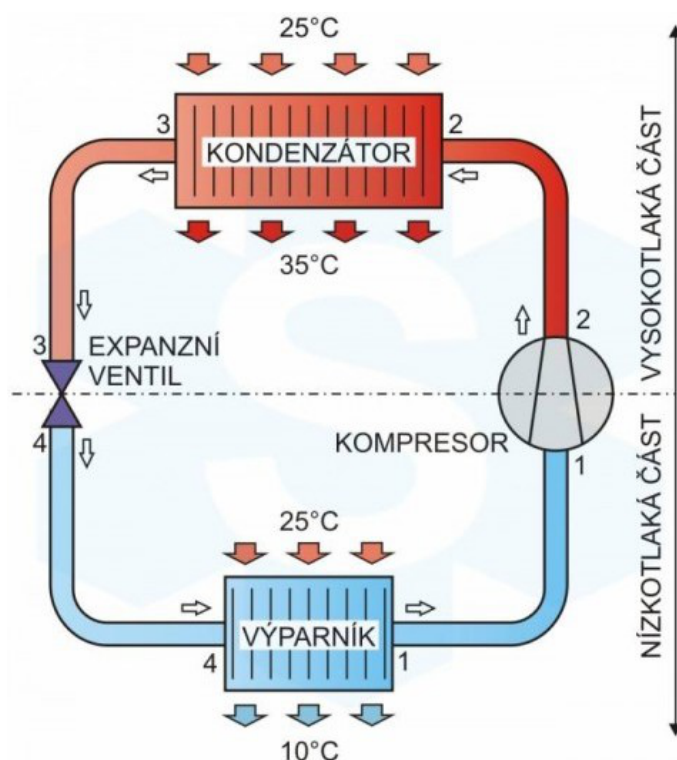
koncovými prvky vodních systémů jsou vzduchové cirkulační jednotky s ohřevem či chlazením (Fan-Coil). Přívod čerstvého větracího vzduchu může být zajištěn přirozeným větráním (okny, infiltrací, aerací a šachtou) nebo doplňkovým větráním, většinou nucené se základní úpravou vzduchu. Do jednotky může být přiveden venkovního vzduchu, který je nasáván pomocí ventilátoru a smísen s vnitřním sekundárním cirkulujícím vzduchem.[3]

1.3 Kombinované systémy

Tyto systémy lze charakterizovat specifickým přenosem tepla a chladu k pokrytí tepelných ztrát a zátěže místností, kde se v systému kombinuje přenos zprostředkovaný vodou a vzduchem. Jako distribuční elementy se používají indukční jednotky a indukční trámce. Provedení indukčních jednotek je podobné jako u vodních systému s FCU (parapetní, potrubní, kazetové). Pro zajištění výměny čerstvého vzduchu větrané místnosti se do jednotky přivádí upravený vzduch (filtrovaný, ohřátý, ZZT, ochlazený) z ústřední strojovny VZT pomocí vzduchovodů. Přívod vzduchu je dán minimální požadovanou dávkou podle druhu provozu v místnosti. Výhoda tohoto systému se skrývá v přivádění čerstvého vzduchu pouze k větrání. Vzduch není primárně určen jako teplotonosná látka, proto mohou být menší objemy přiváděného vzduchu, čímž se dosáhne minimalizace průřezu vzduchového potrubí oproti vzduchovému systému. Menší průtoky vzduchu sebou také nesou menší nároky na provozní náklady. Podle rychlosti proudění vzduchu se dělí jako vzduchové systémy na vysokotlaké a nízkotlaké. U vysokotlakých systémů je do skříně IJ přiváděn primární vzduch tryskou velkou rychlostí a s vysokou indukcí sekundárního vzduchu. Po smísení a zpomalení je vyfukován koncovým prvkem, zajišťujícím požadovaný obraz proudění. Nevýhodou vysokotlakého systému je větší aerodynamický hluk. Tento negativní jev zmírňují nízkotlaké systémy, díky menším rychlostem nejsou akustické projevy systému ve vzduchovodech tak intenzivní. Voda je přiváděna potrubní sítí podobně jako u vodních systémů do výměníků uvnitř indukčních jednotek, kde se přiváděný vzduch teplotně upraví na požadované hodnoty. Toto řešení je komfortní, díky regulaci výkonu v jednotlivých řízených místnostech. Kombinované systémy s indukčními jednotkami a vodní s fancoily jsou analogické, rozdíl mezi nimi spočívá v provedení koncových prvků, kdy indukční jednotka není vybavena ventilátorem a distribuci primárního vzduchu do prostoru musí zajistit vzduchotechnická jednotka. Hybnou silou kombinovaného systému je primární vzduch upravený v ústřední VZT, dopravený vzduchovody. Protože ventilátor není situován v bezprostřední blízkosti obsluhovaného prostoru je tato varianta tišší než FCU. [3]

1.4 Chladivové systémy

Jde o přímý způsob chlazení, kdy je teplo odebírané chladicí látkou přímo odvedeno do chladiva. Tyto systémy se vyznačují využitím chladiva jako teponosné látky, které na rozdíl od vodních systémů využívají skupenské změny chladiva pro přenos tepelné energie. Ve vnitřním výměníku (ve výparníku) dochází k přímému odpařování chladiva a ke kondenzaci ve vnější kondenzátorové jednotce (v kondenzátoru). Princip na kterém pracují tyto zdroje chladu je levotočivý Carnotův cyklus. Chladivo projde fází komprese, kondenzace, škrcení a vypařování, aby se vrátilo zpět do svého počátečního stavu a odvedlo přitom tepelnou zátěž z místnosti.[9]



Obrázek 2: Schéma chladicího okruhu (převzato z [9])

Výhodou tohoto systému je, že může pracovat i reverzně jako tepelné čerpadlo pokud je k tomu zařízení uzpůsobeno. Obecně jsou tyto systémy nazývány split systémy podle anglického překladu slova rozdělený = split. Typická varianta chladivového systému se skládá z chladicího zařízení rozděleného na jednotky vnitřní a venkovní, které jsou vzájemně propojeny potrubím.

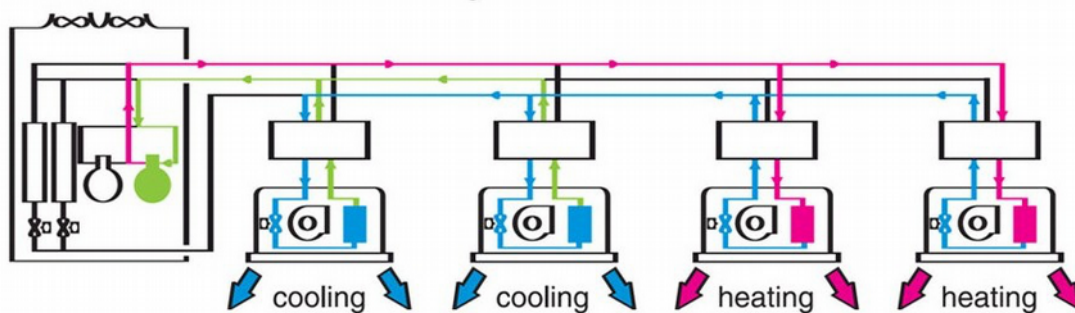
Lze rozdělit do tří kategorií podle počtu vnitřních jednotek.

- Split systémy- jedna venkovní a jedna vnitřní jednotka
- Multisplit systémy- jedna venkovní a až pět vnitřních jednotek

- VRV systémy- jedna venkovní a až čtyřicet vnitřních jednotek s různým nastavením

Sofistikovanější systémy HEREC (Heat Recovery) jsou schopny i přečerpávání tepla z místností s kladným potenciálem do místností se záporným potenciálem. U chladivových systémů jsou dimenze potrubí menší než u vodních systémů nepřímého chlazení a způsobují úsporu financí na potrubní síti. Tento způsob je efektivnější, protože nedochází ke ztrátám z přestupu do teplotnosného media. Chladivové systémy vynikají vysokým výkonem a díky tomu i vysokou ekonomičností provozu. Oproti jiným systémům zabírají méně prostoru díky absenci strojovny chlazení a akumulací nádrže. I přesto, že chladivo má výborné termodynamické vlastnosti jeho rozvod není neomezený, a to především v horizontálním směru. Ovšem moderní systémy VRV jsou vhodné řešení i do rozsáhlých kancelářských prostor. Používání chladiv s sebou nese ekologické zatížení a nebezpečí v případě úniku pro osoby v klimatizovaném prostoru

VRV Heat Recovery



Obrázek 3: Chladivový systém VRV HEREC (převzato z [22])

2 Vodní systémy

Dále bych se rád podrobněji zabýval decentrálními vodními systémy s fancoily. Vodní systémy umožňují pružnou individuální regulaci topného či chladicího výkonu a jsou využívány především pro komfortní klimatizaci. Vzduchové cirkulační jednotky s ohřevem či chlazením se uplatní především tam, kde se předpokládá provoz s flexibilním průtokem primárního vzduchu řízeného dle obsahu škodlivin, s neurčitou tepelnou zátěží nebo s dynamicky se měnícími provozními podmínkami. [4]

Jedná se o nepřímý způsob chlazení viz kapitola Zdroje chladu. Voda je ekologicky nezávadná a při úniku nehrozí nebezpečí pro osoby v interieru. Protože součástí jednotky fancoil je mimo jiné i ventilátor (fan=ventilátor), mají tyto jednotky hlučnější chod oproti indukčním jednotkám. Obsahují jeden nebo dva výměníky. Pokud v místnosti nejsou otopná tělesa na pokrytí tepelných ztrát v zimním období, ani jiný druh vytápění, je možné prostor vytápět pomocí FCU, který je k tomu uzpůsoben.

Většina jednotek má možnost nastavení úhlu směru výfuku vzduchu v určitém rozmezí pomocí servomotorem stavitelných lamel, které mohou střídat polohy nebo plynule cyklovat. Také filtrace je součástí většiny zařízení. Může být základní jednostupňová k zachycení hrubých nečistot nebo i složitější několikastupňová k odfiltrování prachu, pylu a dokonce i kouře, například v restauracích. Do jednotek se instalují nejen filtry, ale také vestavné ionizátory vzduchu pro jeho další čištění. Uživatelé mohou nastavovat různé režimy chodu nebo automatické udržování vnitřního mikroklima nejčastěji pomocí dálkového ovládání nebo nástěnného ovládacího panelu. Moderní zařízení se s výhodou vybavují pohyblivým teplotním čidlem k monitorování vnitřního prostředí, na jehož základě dochází k regulaci otáček ventilátoru, nastavení lamel a teploty výstupního vzduchu. U rozsáhlých soustav s velkým množstvím vnitřních jednotek se používá k optimalizaci provozních nákladů a hlášení poruch centrální řízení s vizualizací provozu na PC. Jednotky s EC motorem nabízí plynulé řízení otáček. Nespornou výhodou plynulého řízení je možnost nastavení optimálního množství vzduchu, chladicího či topného výkonu dle konkrétního použití. [4]

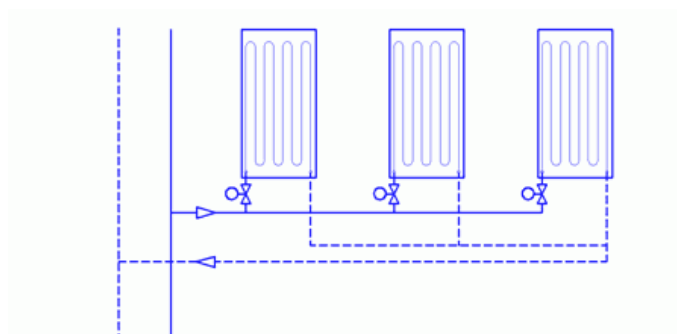
Tyto systémy jsou velmi rozšířené a pro nově realizované administrativní budovy jsou téměř nezbytné [10]. Vodní systémy vyhovují i pro umístění například u rekonstruovaných objektů, kde by byla realizace vzduchového potrubí příliš komplikovaná nebo by vyžadovala radikální zásah do nosné konstrukce budovy. Typická aplikace vodních systémů je v budovách hotelů, obchodů, kanceláří a bank. [3]

3 Hydraulické zapojení fancoilů

U nepřímého chlazení s ventilátorovými konvektorovými jednotkami je nositelem chladu nebo tepla pro úpravu vnitřního mikroklima teplonosná látka. U vodních systémů je distribuována do koncové jednotky FCU voda, která nemění své skupenství. Voda pro ohřev a chlazení je pomocí potrubní sítě armatur a čerpadel dopravena od zdroje chladu ve strojovně chlazení a výroby tepla v kotelně (předávací stanice) až k samotným jednotkám. Podle provedení hydraulického zapojení dělíme rozvodné soustavy na dvoutrubkové, třítrubkové a čtyřtrubkové. Jednotlivé varianty se liší možnostmi regulace vodního výměníku a náročností distribuční soustavy. Dimenze potrubí je srovnatelná s vytápěním, a proto zde nejsou kladeny takové nároky na stavební řešení, je tedy vhodný pro rekonstrukce rodinných a občanských staveb.

3.1 Dvoutrubkové zapojení

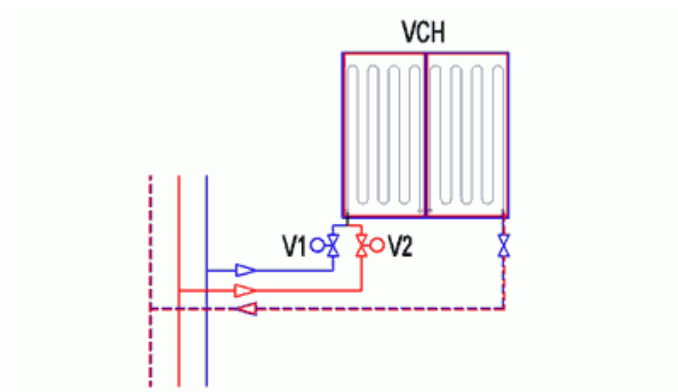
Vodní klimatizační systém dvoutrubkový je charakteristický pouze jedním výměníkem a horizontální a vertikální rozvodnou soustavou z potrubí, dopravující teplou či studenou vodu z místa přípravy pouze pomocí dvou trubek (přívodní a vratné). Lze dále dělit na nepřepínací a přepínací rozvody vody pro výměníky uvnitř koncových prvků. U nepřepínacích rozvodů do výměníku ústí dvě trubky pro přívod chladicí vody pouze pro chlazení vnitřního vzduchu v letním období. V zimním období jsou tepelné ztráty místnosti pokryty centrálním vytápěním pomocí otopných těles nebo podlahovým vytápěním. Nevýhody tohoto způsobu kompenzují přepínací rozvody, kdy lze ve výměníku a potrubí měnit přiváděnou vodu a tím například v přechodovém období dohřívat sekundární vzduch v místnosti. Výhoda tohoto systému spočívá v jednoduchosti rozvodné sítě, která je vyvážena omezenou možnostmi regulace.



Obrázek 4: Dvoutrubkové zapojení (převzato z [16])

3.2 Třítrubkové zapojení

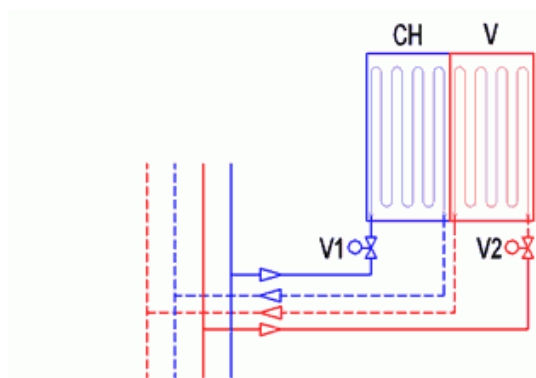
Třítrubkový vodní systém poskytuje oproti dvoutrubkovému samostatný přívod teplé a studené vody a jejich společný zpětný odvod. Je vybaven pouze jedním výměníkem. Rozvod topné vody současně s chladicí přináší možnost řízení teploty vodního výměníku podle aktuálních potřeb v klimatizované místnosti, míchání obou medií pomocí směšovacího ventilu. Tato varianta s jednou zpětnou trubicou je bohužel z důvodu promíchání vratné chladicí a topné vody značně energeticky náročná, a proto se dnes využívají méně.



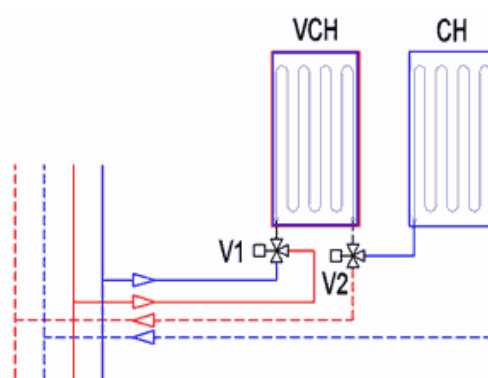
Obrázek 5: Třítrubkové zapojení (převzato z [16])

3.3 Čtyřtrubkové zapojení

Klimatizační vodní systém čtyřtrubkový rozumíme, že v jednotce FCU může být jeden nebo dvěma vodními výměníky, které mají každý svůj vlastní separátní přívod a vrat topné nebo chladicí vody. Uspořádání s jedním výměníkem, kdy slouží všechny panely pouze pro vytápění nebo chlazení se označuje jako přepínací. Vzduch proudící skrze výměníky je upravován na požadovanou teplotu pro zajištění požadovaného mikroklima místnosti. Toto komplikovanější provedení distribuční sítě teplotonosné látky je oproti třítrubkovému systému vhodnější z důvodu nižších provozních a energetických nákladů. Umožňuje též okamžitou regulaci v závislosti na aktuálních podmínkách.



Obrázek 6: Čtyřtrubkové zapojení nepřepínací (převzato z [16])



Obrázek 7: Čtyřtrubkové zapojení přepínací (převzato z [16])

4 Provedení fancoilů

Každé provedení poskytuje jiný obraz proudění vzduchu do interieru a volí se podle požadovaných podmínek, které má zajistit. Zásadní vliv na správnou funkčnost klimatizačních systémů a spokojenost většiny uživatelů má správné rozmístění vhodně navržených jednotek o odpovídajícím výkonu. Nevhodně navržené provedení fancoilů může v interieru způsobit nepříjemné turbulentní proudění, nedokonalé teplotní rozložení vzduchu a riziko průvanu, čímž celý systém ztrácí z uživatelského hlediska význam.

4.1 Parapetní provedení

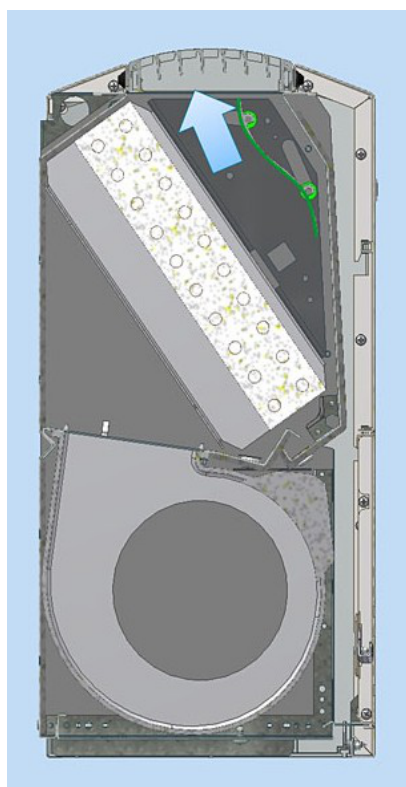
Parapetní fancoily se umísťují podobně jako otopná tělesa pod okenní parapety, kde v zimě eliminují ztráty obvodovým pláštěm budovy a ofukováním snižují orosení oken a v létě dobře pokrývají tepelné zisky oken do interieru. Vyrábí se ve variantě s designovým opláštěním (viz Obrázek 8) nebo verze bez opláštění, určená pro zabudování do sádkartonových předstěn (viz Obrázek 9). Směr výfuku upraveného proudu vzduchu je usměrňován servopohonem stavitelnými lamelami tak, aby bylo dosaženo příjemného klíma v co možná největším prostoru. Snahou výrobců je uspořádat vnitřní zařízení parapetní jednotky, aby bylo co možná nejplošší a zlepšilo tím z dispozičního hlediska využití užitého prostoru klimatizované místnosti. Hloubka některých zařízení se pohybuje přibližně kolem 130 mm. Nasávání oběhového vzduchu bývá umístěno ve spodní části jednotky a přívod primárního vzduchu může být u samostatně stojících FCU zesponu nebo u zabudovaných z exteriéru přes sténovou mřížku.



Obrázek 8: Parapetní provedení FCU s opláštěním (převzato z [8])



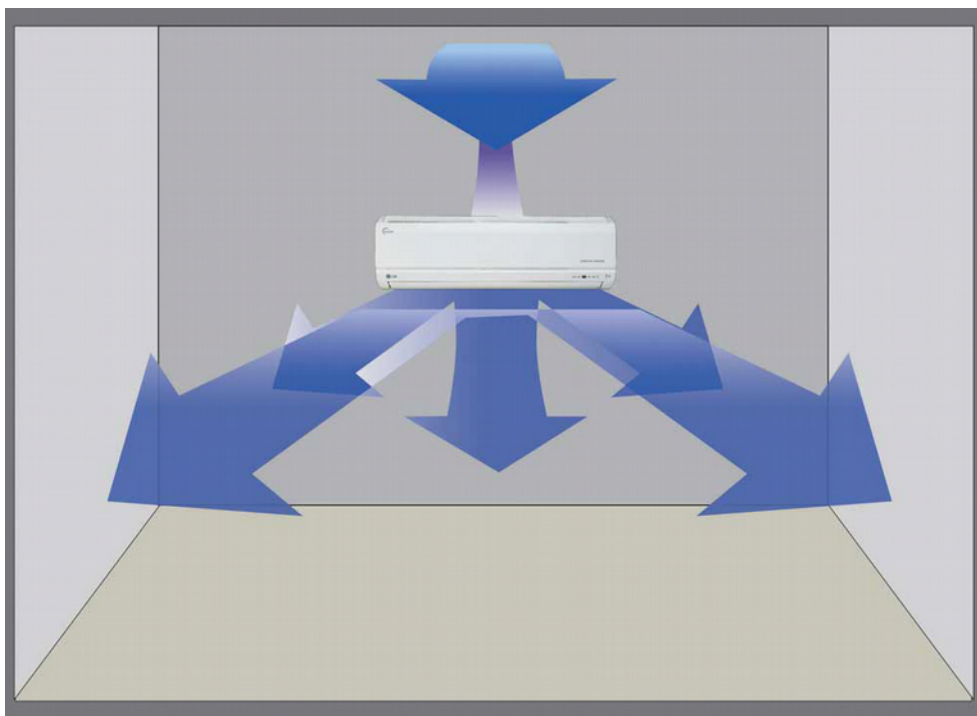
Obrázek 9: Parapetní provedení FCU vestavné (převzato z [8])



Obrázek 10: Řez parapetním FCU (převzato z [8])

4.2 Nástěnné provedení

V prostoru s vysokými stropy, kde by dosah proudu vzduchu nebyl dostatečně intenzivní, se jednotky montují přímo na zeď do vhodně zvolené výšky. Výfuk proudu vzduchu je směřován lamelami od polohy šikmo před sebe až do svislé polohy. Přívod primárního vzduchu může být při montáži na obvodové stěně zajištěn stěnový prostup s mřížkou. Sání sekundárního vzduchu z interieru bývá v horní části zařízení.



Obrázek 11: Obráz proudění nástěnného FCU (převzato z [13])



Obrázek 12: Nástěnné provedení FCU (převzato z [5])

4.3 Podstropní provedení

Vodorovné koutové provedení pro místnosti s běžnou světlou výškou. Obraz proudění je podobný jako u nástěnného FCU s plochým radiálním výfukem upraveného vzduchu. Sání cirkulačního vzduchu je ve spodní části (viz Obrázek 13), kde se při průchodu filtruje.



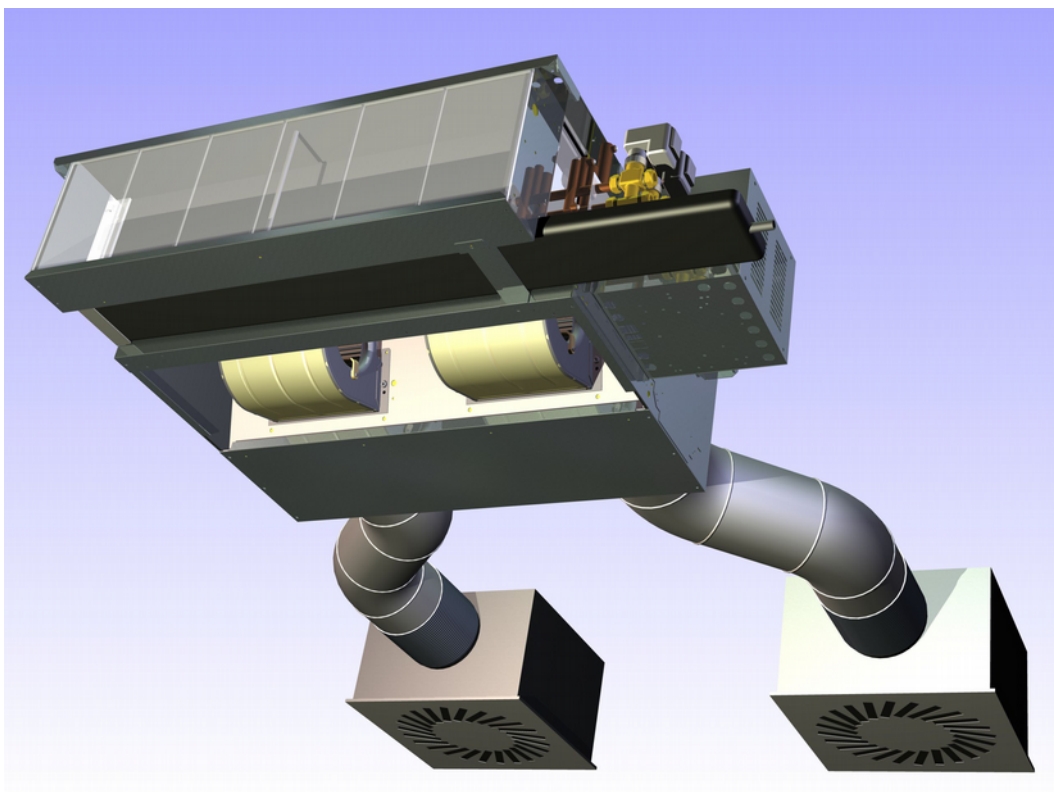
Obrázek 13: Obraz proudění podstropního FCU (převzato z [14])



Obrázek 14: Podstropní provedení FCU (převzato z [1])

4.4 Potrubní provedení

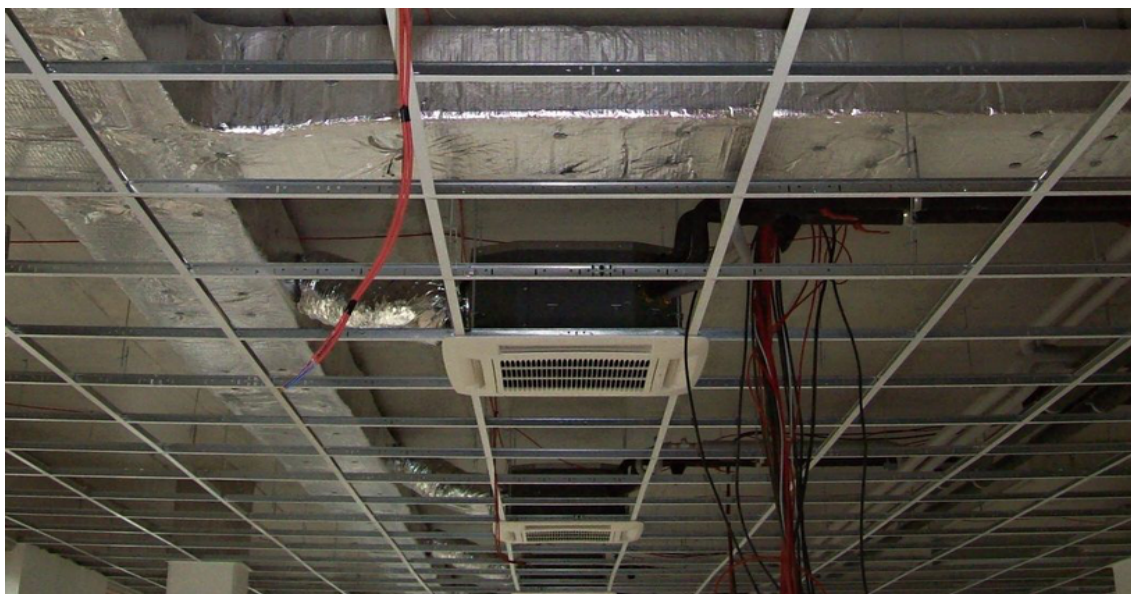
Jak již z názvu vyplývá, je toto provedení určeno k zabudování do vzduchového potrubí v podhledu. Nenápadné umístění decentrální úpravy vzduchu je oblíbené řešení pro svou variabilnost při klimatizování náročnějších interiérů. Přívádění a odvádění vzduchu je realizováno koncovými vzduchotechnickými elementy. Umístění a volba distribučních prvků (talířový ventil, vířivá vyúst' a anemostat) se volí pro zajištění požadovaného obrazu proudění.



Obrázek 15: Potrubní provedení FCU (převzato z [6])

4.5 Kazetové provedení

Jednotky určené k zabudování do podhledů nezabírají žádnou podlahovou plochu a neomezují proto dispoziční řešení klimatizovaného prostoru. Rozměry kazetových FCU jsou vhodné pro instalaci do rastrových podhledů mezi ostatní prvky VZT a osvětlení. Vyrábí se s designovým provedením čelních panelů, aby vzhledově doplňovali interiér. Sání cirkulačního vzduchu je uprostřed přes vzduchové filtry a výfuk tepelně upraveného vzduchu do stran s radiálním výtokem skrz pohyblivé lamely s nastavitelným úhlem pomocí servopohonu. Do jednotky může být přiváděn i primární vzduch ze VZT jednotky, který se zde smísí se sekundárním z místnosti. Provedení kazetových jednotek se odvíjí od počtu směrů, do kterých je vzduch distribuován lamelami: jednosměrná, dvousměrná, čtyřsměrná nebo i všesměrná. U zařízení s výskytem kondenzace na vodním výměníku musí být FCU vybaveno kondenzační vanou a čerpadlem pro odvod kondenzátu.



Obrázek 16: Kazetové provedení v rastrovém podhledu



Obrázek 17: Kazetové provedení FCU jednosměrné (převzato z [1])



Obrázek 18: Kazetové provedení FCU s kruhovým výfukem (převzato z [8])

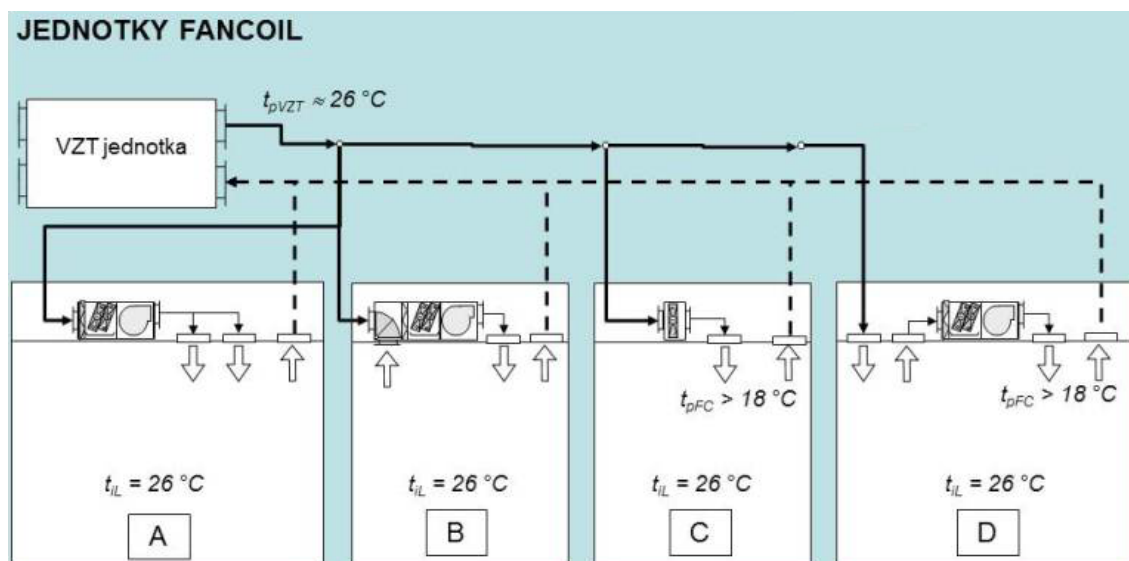
5 Distribuce čerstvého vzduchu

Dílčí úprava vzduchu může být velmi jednoduchá, kdy slouží pro dodržení pouze některého parametru ovzduší, nebo úplná pro dosažení všech definovaných parametrů. [10]

Důležitým prvkem při řešení klimatizace prostorů pomocí FCU je přívod čerstvého přirozeně nebo teplotně upraveného vzduchu z centrální vzduchotechnické jednotky jednotky. [4]

- Samostatný přívod pouze pro jednotku
- Přívod do prostoru sání cirkulačního vzduchu jednotky
- Přívod do potrubí na výtlaku z FCU
- Čerstvý vzduch lze přivádět do klimatizovaných prostor přímo přirozené větrání

Z ekonomických důvodů se používá též směšování sekundárního vzduchu nasátého z klimatizované místnosti s čerstvým primárním vzduchem ve směšovací komoře indukční jednotky nebo fancoilu, kde dochází k následné tepelné úpravě průchodem přes výměníky a distribuci do místnosti.



Obrázek 19: Distribuce vzduchu do místnosti (převzato z [16])

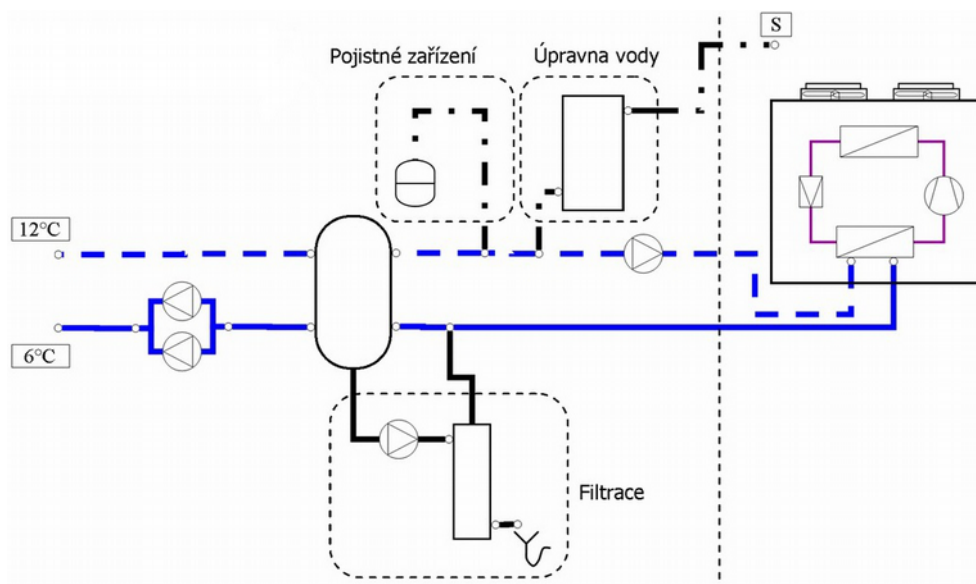
6 Zdroj chladicí vody

U nepřímého způsobu chlazení, kdy teplo odebírané látce se převádí do teplotonosné látky a následně z ní se předává do chladiva. V parním kompresorovém zdroji chladu probíhá levotočivý Carnotův cyklus, stejně jako v chladivovém systému. Voda je ekologicky nezávadná a při úniku neohrožuje bezpečí pro osoby v interieru. Požití teplotonosné látky umožňuje rozvod chladu i v rozsáhlejší síti chlazení, ovšem jeho nevýhodou jsou vyšší počáteční pořizovací investice a provozní náklady. Zdroje chladu se dělí podle druhu, uspořádání a rozdělení chladicích komponentů zařízení.



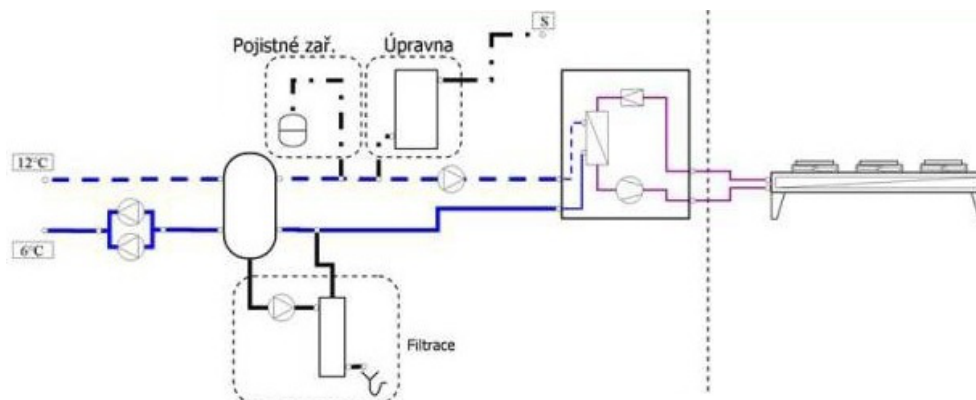
Obrázek 20: Blokova chladicí jednotka (převzato z [2])

- Bloková chladicí jednotka



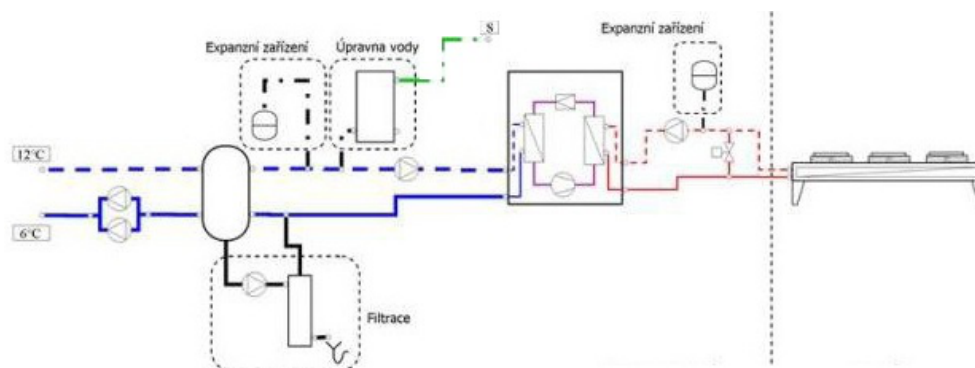
Obrázek 21: Bloková chladicí jednotka (převzato z [16])

- Chladicí jednotka se vzduchem chlazeným odděleným kondenzátorem



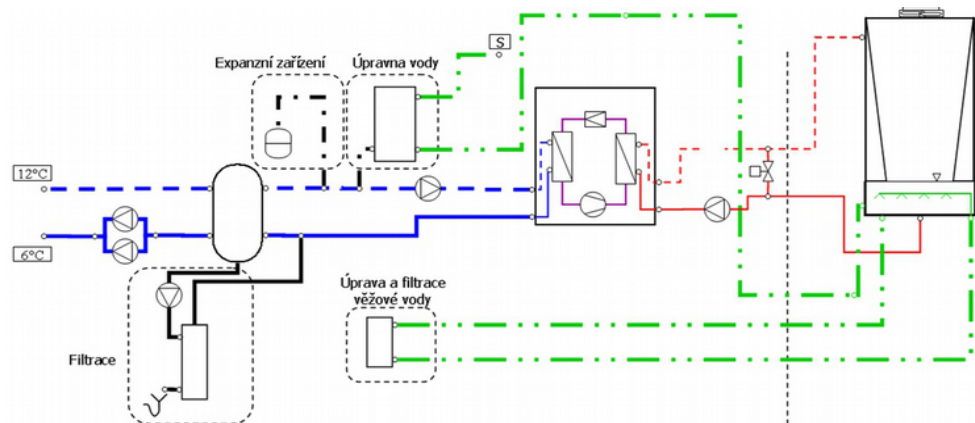
Obrázek 22: Chladicí jednotka se vzduchem chlazeným odděleným kondenzátorem (převzato z [16])

- Chladicí jednotka s vodou chlazeným kondenzátorem



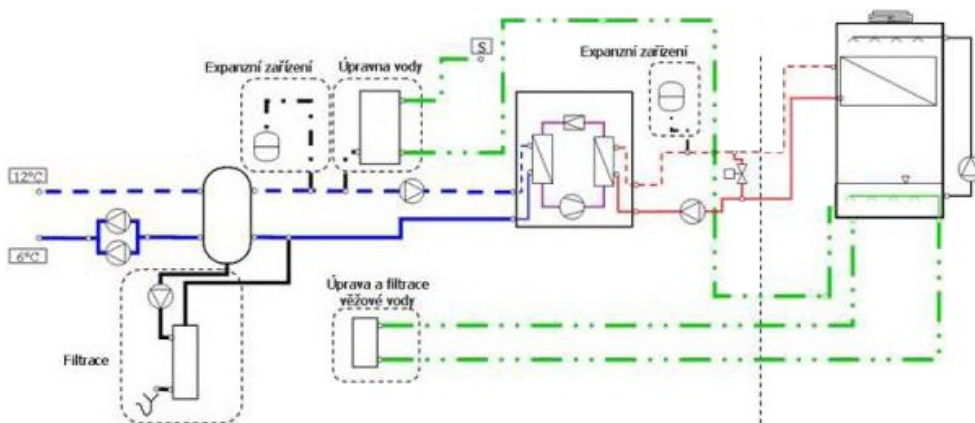
Obrázek 23: Chladicí jednotka s vodou chlazeným kondenzátorem (převzato z [16])

- Chladicí jednotka s otevřenou chladicí věží



Obrázek 24: Chladicí jednotka s otevřenou chladicí věží (převzato z [16])

- Chladicí jednotka s uzavřenou chladicí věží



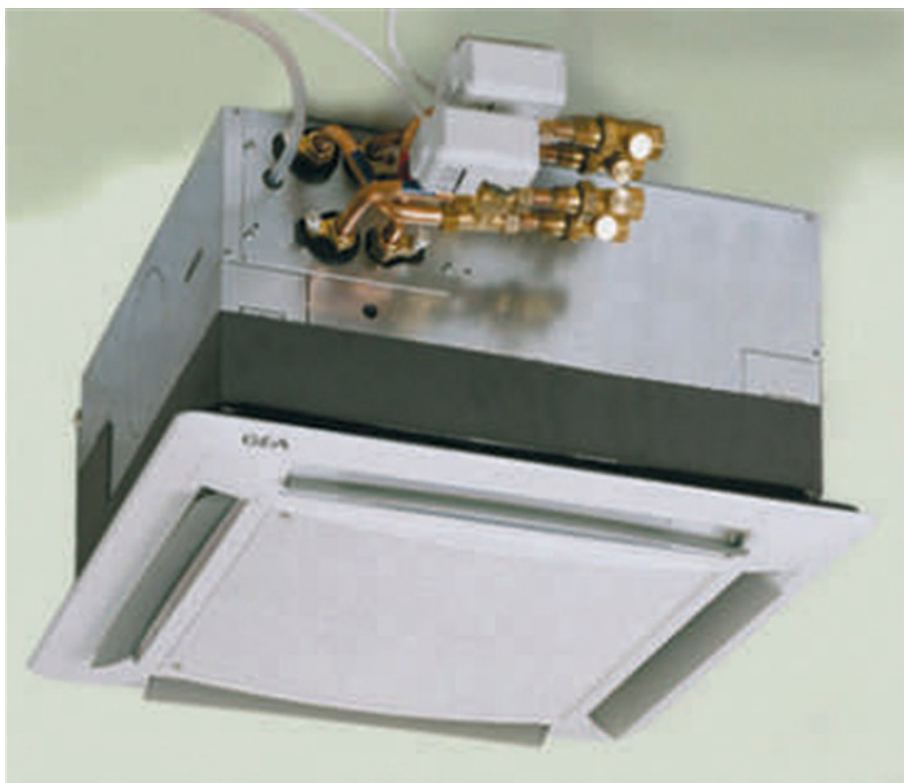
Obrázek 25: Chladicí jednotka s uzavřenou chladicí věží (převzato z [16])

7 Rozdíly vodních a chladivových systémů

U klimatizace se od výrobců často setkáváme s velmi podobnými provedením jednotek pro komfortní chlazení. Při prvním pohledu na klimatizační jednotku v interieru často nepoznáme na první pohled, o jaký systém se jedná. Pod označením fancoil si zpravidla představíme ventilátorový konvektor, u vodního systému s vodním výměníkem, filtry a regulačním uzlem. Avšak u chladivového systému se jedná o velice podobnou konstrukci. Největší rozdíl je v použitém druhu media zajišťující teplotní úpravu. U chladivových systémů dochází k přímému vypařování chladiva ve vnitřní výparníkové jednotce. Záměna může dojít například u čtyřsměrných kazetových jednotek v rastrovém pohledu.



Obrázek 26: Kazetová jednotka DAIKIN (převzato z [15])



Obrázek 27: Kazetový čtyřsměrný FCU GEA [8]

8 Závěr k teoretické části

Dosažení příjemného klima uvnitř budov je velmi důležité, avšak jde o poměrně náročný úkol. Při návrhu různých systémů klimatizací se setkáváme s širokým sortimentem zařízení v různém provedení. Komfortní klimatizování je jistě nezbytné pro příjemné odpočinkové nebo pracovní prostředí, avšak závisí na individuálních požadavcích osob. Často tedy dochází při návrhu ke kompromisu a nemusí být toto prostředí pro všechny příjemné. Při velkých rozdílech teplot může vést k zdravotním problémům a nachlazení osob. Proto je správné navržení a nastavení velice podstatné.

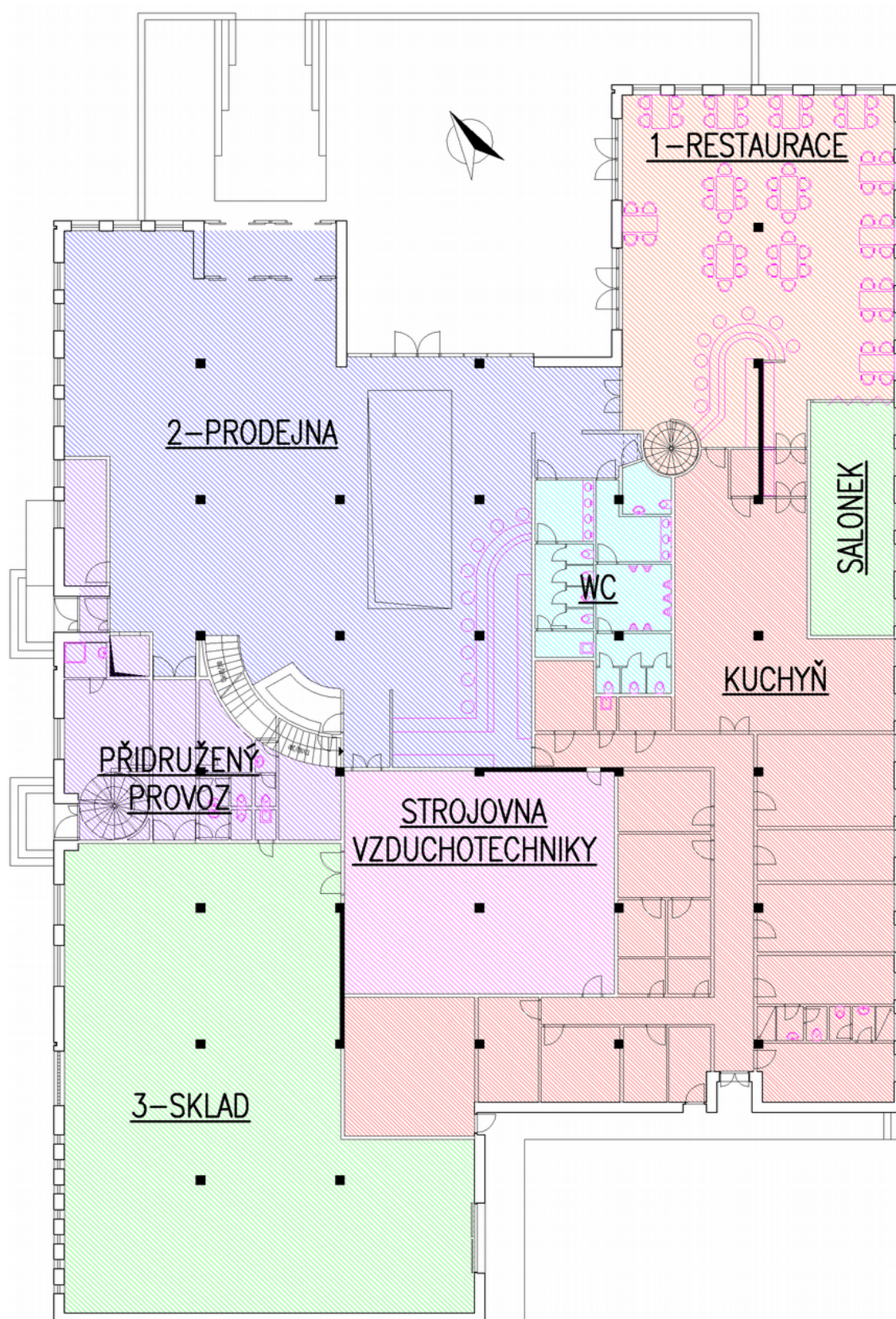


Vysoké učení technické v Brně
Fakulta stavební
Ústav technických zařízení budov

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
Institute of Building Services

B Výpočtová část

Dispoziční schéma



Obrázek 28: Dispoziční schéma objektu

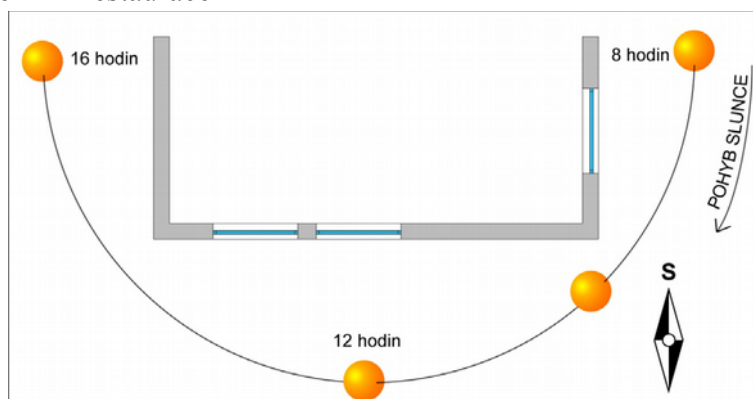
1 Analýza objektu

Objekt se nachází v okrajové části Brna v Řečkovících v ulici Novoměstská nadmořské výšce 248,944 m n. m. V 1.NP objektu je v severní části situována prodejna čokolády s obslužným pultem v sekci cukrárny. Východní část objektu je umístěna restaurace s barem. K zázemí restaurace přísluší kuchyň s přílehlými prostory pro uskladnění nezbytných surovin a zázemí personálu. Ze západu přiléhá k budově skladovací hala s řízenou vlhkostí pro skladování čokolády prodávané v navazující prodejní části. V středu je situováno sociální zařízení pro užití návštěvníky restaurace i obchodu s cukrárnou. Celé 2.NP je věnováno pokojům s příslušným zázemím pro ubytování hostů hotelu. Vnitřní klima zajišťují vzduchotechnické jednotky umístěné v centrální strojovně vzduchotechniky. Restaurace je určena pro 70 osob, obchod s cukrárnou pro 80 osob a ve skladu je uvažováno s 5 osobami personálu.

Nosná konstrukce je tvořena železobetonovým skeletem se sloupy a ztužujícími stěnami založenými na železobetonových patkách. Vodorovná stropní konstrukce je tvořena železobetonovou stropní deskou tl. 220 mm. Objekt je zastřešen rozsáhlou sedlovou střechou. Nosný obvodový plášť je tvořen keramickými broušenými cihlami tl. 450 mm. Nenosné vnitřní dělicí stěny jsou též z keramických broušených cihel tl. 150 mm. V 1.NP je brána konstrukční výška 3,850 m a světlá výška 3,550 m, která je snížena podhledem pro vedení potrubí vzduchotechniky o 0,550 m na výsledných 3,000 m.

2 Tepelné zisky

- Určení času výpočtu nejvyšší intenzity sluneční radiace okny na více fasádách zařízení 1-Restaurace



Tabulka 1: Průběh oslunění fasád v závislosti na času (převzato z [3])

Plocha oken Jihovýchodní fasády: $S_{JV}=11,52 \text{ m}^2$

Plocha oken Severovýchodní fasády: $S_{SV}=11,52 \text{ m}^2$

Plocha oken Severozápadní fasády: $S_{SZ}=24,12 \text{ m}^2$

Tabulka 2: Intenzita sluneční radiace pro denní dobu (převzato z [3])

Směr	Intenzita sluneční radiace I (Wm^{-2}) pro denní dobu														
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
S	45	87	80	100	117	130	139	141	139	130	117	100	80	87	45
SV	85	287	361	321	217	135	139	141	139	130	117	100	78	53	24
V	83	322	481	539	505	389	232	141	139	130	117	100	78	53	24
JV	41	180	335	452	511	506	437	316	185	130	117	100	78	53	24
J	24	53	78	128	230	335	409	435	409	335	230	128	78	53	24
JZ	24	53	78	100	117	130	185	316	437	506	511	452	335	180	41
Z	24	53	78	100	117	130	139	141	232	389	505	539	481	322	83
SZ	24	53	78	100	117	130	139	141	139	135	217	321	361	287	85
H	41	122	249	379	534	640	706	729	706	640	534	397	249	122	41

Příklad výpočtu: $I_{D,f}=S_f \cdot I_{O,f}=11,52 \cdot 335=3859,2 \text{ W/m}^2$

Tabulka 3: Určení času výpočtu největší intenzity sluneční radiace

	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Jihovýchodní fasáda	3859,2	5207,0	5886,7	5829,1	5034,2	3640,3	2131,2	1497,6	1347,8	1152,0	898,6
Severovýchodní fasáda	4158,7	3697,9	2499,8	1555,2	1601,3	1624,3	1601,3	1497,6	1347,8	1152,0	898,6
Severozápadní fasáda	1881,4	2412,0	2822,0	3135,6	3352,7	3400,9	3352,7	3256,2	5234,0	7742,5	8707,3
Suma	9899,3	11317,0	11208,6	10519,9	9988,2	8665,6	7085,2	6251,4	7929,7	10046,5	10504,4

- Tepelné zisky oken radiací a zisk konvekci

Vztahy pro výpočet jsou uvedeny v následujících tabulkách. Nejprve je zisk spočítán pro jedno typické okno v příslušné fasádě a následně vynásobeno počtem oken a sečteno pro získání celkové hodnoty tepelných zisků okny od sluneční radiace.

Tabulka 4: Tepelný zisk sluneční radiací a konvekci pro Jihovýchodní fasádu

Jihovýchodní fasáda vstupní údaje		6 oken	
azimut slunce α	$\alpha =$	100	[°]
azimut stěny γ	$\gamma =$	148	[°]
Výška slunce nad obzorem h	$h =$	34	
Výška okna	$l_a =$	1,60	m
Šířka okna	$l_b =$	1,20	m
Tloušťka rámu	$f, g =$	0,11	m
Hloubka zasklení	$c =$	0,15	m
Korekční součinitel atmosféry	$c_o =$	0,85	
Intenzita slunečního záření	$I_o =$	452	W/m ²
Intenzita difúzní radiace	$I_{o,div} =$	100	W/m ²
Stínící součinitel	$s =$	0,90	dvojsklo
Tepelný zisk sluneční radiací			
Tepelný zisk sluneční radiací pro jedno okno	$Q_{or} = (S_{os} * I_o * c_o + (S_o - S_{os}) * I_{o,div}) * s =$	439,50	W
Plocha zasklení	$S_o = (l_a - 2f) * (l_b - 2g) =$	1,35	m ²
Osluněná část okna	$S_{os} = (l_a - (e_1 + f)) * (l_b - (e_2 + g)) =$	1,24	m ²
Vodorovný stín	$e_1 = c * \tan[\alpha - \gamma] =$	0,167	m
Svislý stín	$e_2 = d * (\tan h / \cos[\alpha - \gamma]) =$	0,151	m
Tepelný zisk konvekci			
Tepelný zisk okna konvekci	$Q_{ok} = S_{ok} * U_o * (t_e - t_i) =$	7,38	W
Teplota exteriéru průměr	$t_{e,l} =$	30,20	°C
Teplota v interieru	$t_{i,l} =$	24,00	°C
Plocha okna	$S_{ok} =$	1,92	m ²
Součinitel prostupu okna	$U_o =$	0,62	W/m ² K

Tabulka 5: Tepelný zisk sluneční radiací a konvekci pro Severovýchodní fasádu

Severovýchodní fasáda vstupní údaje		6 oken	
azimut slunce α	$\alpha =$	100	[°]
azimut stěny γ	$\gamma =$	122	[°]
Výška slunce nad obzorem h	$h =$	34	
Výška okna	$l_a =$	1,60	m
Šířka okna	$l_b =$	1,20	m
Tloušťka rámu	$f, g =$	0,11	m
Hloubka zasklení	$c =$	0,15	m
Korekční součinitel atmosféry	$c_o =$	0,85	
Intenzita slunečního záření	$I_o =$	452	W/m ²
Intenzita difúzní radiace	$I_{o,div} =$	100	W/m ²
Stínící součinitel	$s =$	0,90	dvojsklo
Tepelný zisk sluneční radiací			
Tepelný zisk sluneční radiací pro jedno okno	$Q_{or} = (S_{os} * I_o * c_o + (S_o - S_{os}) * I_{o,div}) * s =$	467,63	W
Plocha zasklení	$S_o = (l_a - 2f) * (l_b - 2g) =$	1,35	m ²
Osluněná část okna	$S_{os} = (l_a - (e_1 + f)) * (l_b - (e_2 + g)) =$	1,35	m ²
Vodorovný stín	$e_1 = c * \tan[\alpha - \gamma] =$	0,061	m
Svislý stín	$e_2 = d * (\tan h / \cos[\alpha - \gamma]) =$	0,109	m
Tepelný zisk konvekci			
Tepelný zisk okna konvekci	$Q_{ok} = S_{ok} * U_o * (t_{e,i} - t_{i,i}) =$	4,52	W
Teplota exteriéru průměr	$t_{e,i} =$	27,80	°C
Teplota v interieru	$t_{i,i} =$	24,00	°C
Plocha okna	$S_{ok} =$	1,92	m ²
Součinitel prostupu okna	$U_o =$	0,62	W/m ² K

Tabulka 6: Tepelný zisk sluneční radiací a konvekci pro Severozápadní fasádu

Severozápadní fasáda vstupní údaje		2 francouzská okna	
azimut slunce α	$\alpha =$	100	[°]
azimut stěny γ	$\gamma =$	328	[°]
Výška slunce nad obzorem h	$h =$	34	
Výška okna	$l_a =$	3,35	m
Šířka okna	$l_b =$	3,60	m
Tloušťka rámu	$f, g =$	0,14	m
Hloubka zasklení	$c =$	0,15	m
Korekční součinitel atmosféry	$c_o =$	0,85	
Intenzita slunečního záření	$I_o =$	100	W/m ²
Intenzita difúzní radiace	$I_{o,div} =$	100	W/m ²
Stínící součinitel	$s =$	0,90	dvojsklo
Tepelný zisk sluneční radiací			
Tepelný zisk sluneční radiací pro jedno okno	$Q_{or} = (S_{os} * I_o * c_o + (S_o - S_{os}) * I_{o,div}) * s =$	917,32	W
Plocha zasklení	$S_o = (l_a - 2f) * (l_b - 2g) =$	10,19	m ²
Osluněná část okna – okno se nachází ve stínu	$S_{os} = (l_a - (e_1 + f)) * (l_b - (e_2 + g)) =$	0,00	m ²
Tepelný zisk konvekci			
Tepelný zisk okna konvekci	$Q_{ok} = S_{ok} * U_o * (t_{em,i} - t_{i,i}) =$	50,41	W
Průměrná teplota vzduchu v exteriéru	$t_{em,i} =$	27,80	°C
Teplota v interieru	$t_{i,i} =$	24,00	°C
Plocha okna	$S_{ok} =$	12,06	m ²
Součinitel prostupu okna	$U_o =$	1,10	W/m ² K

Tabulka 7: Celková tepelná zátěž okny pro zařízení I-Restaurace

Celková tepelná zátěž okny			
Celková tepelná zátěž pro okna	$Q_o = (Q_{or} + Q_{ok}) \cdot n =$	7449,67	W
Počet oken jihovýchodní fasády		6,00	
Počet oken severovýchodní fasády		6,00	
Počet oken severozápadní fasády		2,00	

- Tepelná zátěž stěnami

Určení množství tepla, které přichází do interieru z prostoru s rozdílnou teplotou.

Tabulka 8: Tepelná zátěž stěnami pro zařízení I-Restaurace

Tepelná zátěž vnějších stěn			
Tepelná zátěž vnějších stěn těžkých	$Q_s = U_s \cdot S_s \cdot (t_{em,i} - t_{i,i}) =$	96,36	W
Průměrná teplota vzduchu v exteriéru	$t_{em,i} =$	29,00	°C
Součinitel prostupu vnější stěny	$U_s =$	0,23	W/m²K
Plocha vnější stěny	$S_s =$	83,80	m²
Tepelná zátěž vnitřních stěn			
Tepelná zátěž vnitřních stěn lehkých	$Q_s = U_s \cdot S_s \cdot (t_{rm,i} - t_{i,i}) =$	90,11	W
Teplota vnitřního vzduchu vedlejší místnosti	$t_{rm,i} =$	26,00	°C
Součinitel prostupu vnitřní stěny	$U_s =$	1,20	W/m²K
Plocha vnitřní stěny	$S_s =$	37,55	m²
Celková tepelná zátěž stěnami			
Celková tepelná zátěž stěnami	$Q_s =$	186,47	W

- Tepelná zátěž od produkce tepla od lidí a pokrmů

I lidé v interieru produkují určité množství tepla, které se musí odvádět, stejně jako teplo které vzniká při jeho podávání.

Tabulka 9: Produkce tepla od lidí a od pokrmů pro zařízení I-Restaurace

Produkce tepla od lidí a pokrmů			
Celková produkce tepla od lidí a pokrmů	$Q_{l,p} = Q_l + Q_p =$	5942	W
Produkce tepla od lidí	$Q_l = \eta_l \cdot 6,2 \cdot (36 - t_{i,i}) =$	5642,00	W
Počet osob	$\eta_l =$	70	
Produkce tepla od pokrmů	$Q_p =$	300	W
Počet jídel za hodinu		1	1/hod
Jeden pokrm		5	wh
Počet strávníků	$\eta_s =$	60	osob

- Tepelná zátěž od produkce tepla svítidel

Produkce tepla osvětlením se vypočítá jako výkon daného druhu světelného zdroje na podlahovou plochu místnosti zmenšenou o pás u oken který nemusí být uměle osvětlen. Výsledek může být snížen pomocí součinitele současnosti a zbytkovým součinitelem v případě odsávání vzduchu v blízkosti osvětlení

Tabulka 10: Produkce tepla svítidel pro zařízení I-Restaurace

Produkce tepla svítidel			
Produkce tepla	$Q_{sv} = S_s \cdot P_s \cdot c_1 \cdot c_2 =$	1060,50	W
podlahová plocha zmenšena o přirozené osvětlení	$S_s =$	101,00	m²
Výkon osvětlení zářivek	$P_s =$	15,00	W/m²
Součinitel současnosti	$c_1 =$	1,00	
Zbytkový součinitel	$c_2 =$	0,70	

- Celková tepelná zátěž zařízení 1-Restaurace

Je dána součtem všech dílčích zátěží pro zařízení 1- Restaurace

Tabulka 11: Celková tepelná zátěž pro zařízení 1-Restaurace

Celková tepelná zátěž			
Celková tepelná zátěž	$Q_c =$	14,64	kW

- Celková tepelná zátěž všech zařízení

Tabulka 12: Tepelné zátěže řešených zařízení

Celková tepelná zátěž všech řešených zařízení			
Tepelná zátěž zařízení 1-Restaurace	$Q_{c,1-restaurace} =$	14,64	kW
Tepelná zátěž zařízení 2- Prodejna	$Q_{c,2-prodejna} =$	21,98	kW
Tepelná zátěž zařízení 3-Sklad	$Q_{c,3-sklad} =$	4,68	kW
Součet všech zařízení	$Q_{c,vsech} =$	41,29	kW

3 Vodní zisky

Vodní zisky se stanoví podle počtu osob a činnosti kterou vykonávají při určité teplotě.

Vodní zisky				
Vodní zisky	$M_w = Q_i/3600 =$	1,53	g/s	
Produkce vodní páry	$Q_i = m_i \cdot \eta_i =$	5500	g/hod	
Produkce vodní páry na osobu	$m_i =$	70	g/hod	
počet osob	$\eta_i =$	70	osob	

4 Návrh průtoku vzduchu

Vzduch bude přiváděný do prostoru restaurace vířivými vyústkami, odkud bude část znehodnoceného vzduchu odváděna nad barem vířivými vyústkami a část bude odváděna stěnovými mřížkami k úhradě vzduchu odvedeného z toalet.

Tabulka 13: Průtoky vzduchu pro zařízení 1-Restaurace

Průtoky vzduchu				
Průtok přiváděného vzduchu pro osoby	$V_{p,i} =$	3500	m ³ /hod.	
Dávka vzduchu na osobu	$D =$	50	m ³ /hod.	
počet osob	$\eta_i =$	70		
Výměna vzduchu	$n =$	6,67	hod. ⁻¹	
Objem místnosti	$O =$	525,0	m ³	
Požadovaná výměna vzduchu	$n =$	6,00	hod. ⁻¹	

Do restaurace bude přiváděno 3500 m³/hod. Odváděno bude množství snížené o vzduch odvedený ze sociálních zařízení. 3500-915=2585 m³/hod.

U zařízení WC je dávka vzduchu přiváděného stanovena podle zařizovacích předmětů.

Tabulka 14: Průtoky vzduchu pro sociální zařízení

Výměna vzduchu sociálním zařízením				
Průtok přiváděného vzduchu	$V_p = \sum D_n \cdot \eta_n =$	915	m ³	
Dávka vzduchu na WC	$D_{wc} =$	50	m ³ /hod.	
Počet WC	$\eta_{wc} =$	10		
Dávka vzduchu na umyvadlo	$D_u =$	30	m ³ /hod.	
Počet umyvadel	$\eta_u =$	8		
Dávka vzduchu na pisoár	$D_p =$	25	m ³ /hod.	
Počet pisoárů	$\eta_p =$	7		

Z prostoru sociálního zařízení bude odváděno přímo 915 m³/hod a stejné množství bude přivedeno stěnovou mřížkou.

5 Tepelná bilance klimatizačního systému

Tabulka 15: Tepelná bilance klimatizačního systému pro zařízení 1-Restaurace

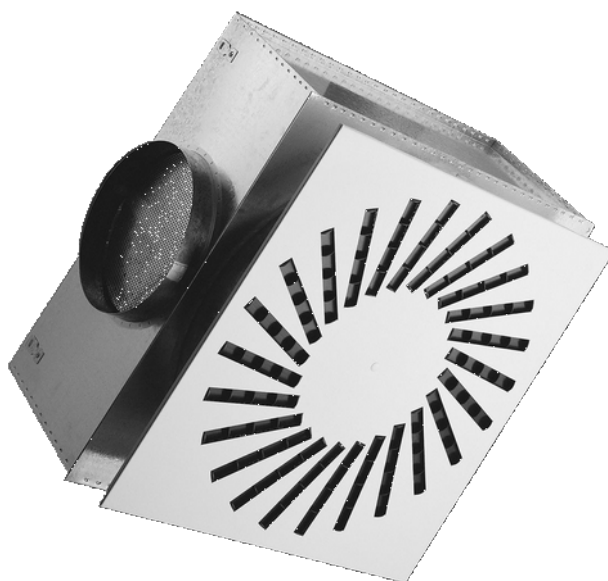
Tepelná bilance klimatizačního systému			
Potřebný výkon FCU na dochlazení	$Q_{ch,FCU} = Q_c - Q_{ch,VZT} =$	6,53	kW
Chladicí kapacita vzduchu VZT	$Q_{ch,VZT} = (V_{p,l} / 3600) * \rho * c * (t_{i,l} - t_{p,l}) =$	8,11	kW
Množství přiváděného vzduchu	$V_{p,l} =$	3500	m ³ /hod.
Teplota přiváděného vzduchu VZT	$t_{p,l} =$	17,00	°C
Teplota v interieru, léto	$t_{i,l} =$	24,00	°C
Měrná hustota vzduchu	$\rho =$	1,18	kg/m ³
Měrná tepelná kapacita vzduchu	$c =$	1,01	kJ/(kg*K)

6 Distribuční prvky

Pro zařízení je navržen celkový rovnotlaký provoz. Vzduch se bude přiváděn pouze do restaurace odkud bude část znehodnoceného vzduchu nad barem odvedena. Provoz hygienického zázemí bude větrán podtlakově, kdy v prostoru sociálního zařízení jsou v podhledu umístěny talířové ventily na odvod vzduchu a úhrada odvedeného vzduchu bude dodána stěnovými mřížkami z restaurace.

6.1 Přívod vzduchu zařízení 1-Restaurace

Jako vhodný distribuční element na přívod upraveného vzduchu ze vzduchotechniky pro restaurační zařízení byla zvolena vyúst' s vířivým výtokem vzduchu s čelní čtvercovou deskou vhodná pro zabudování do rastrového podhledu.

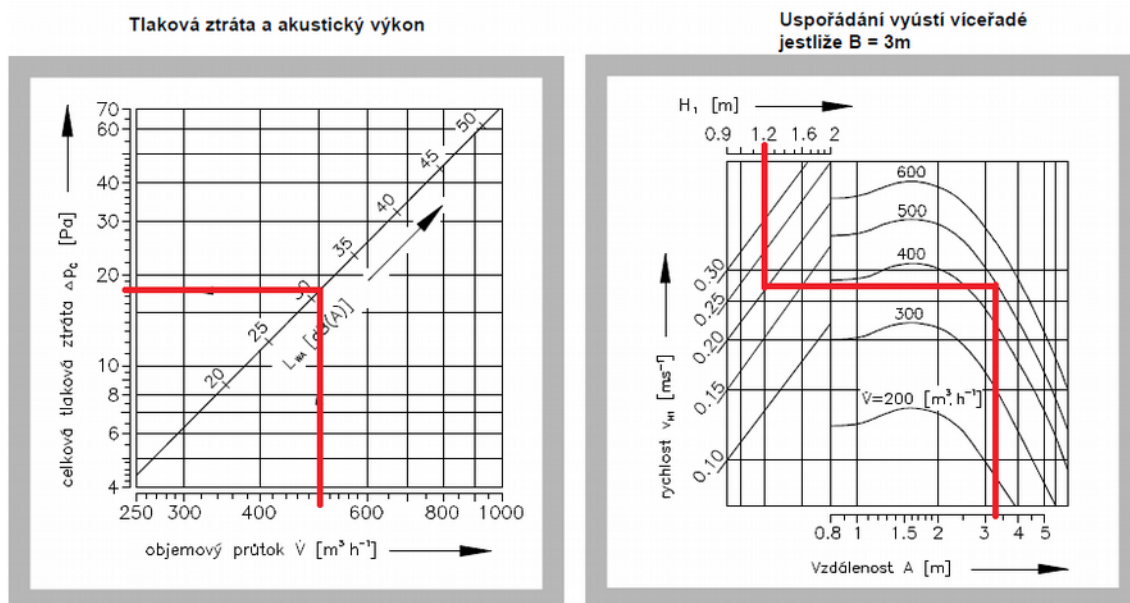


Obrázek 29: Vyúst' s vířivým výtokem vzduchu [23]

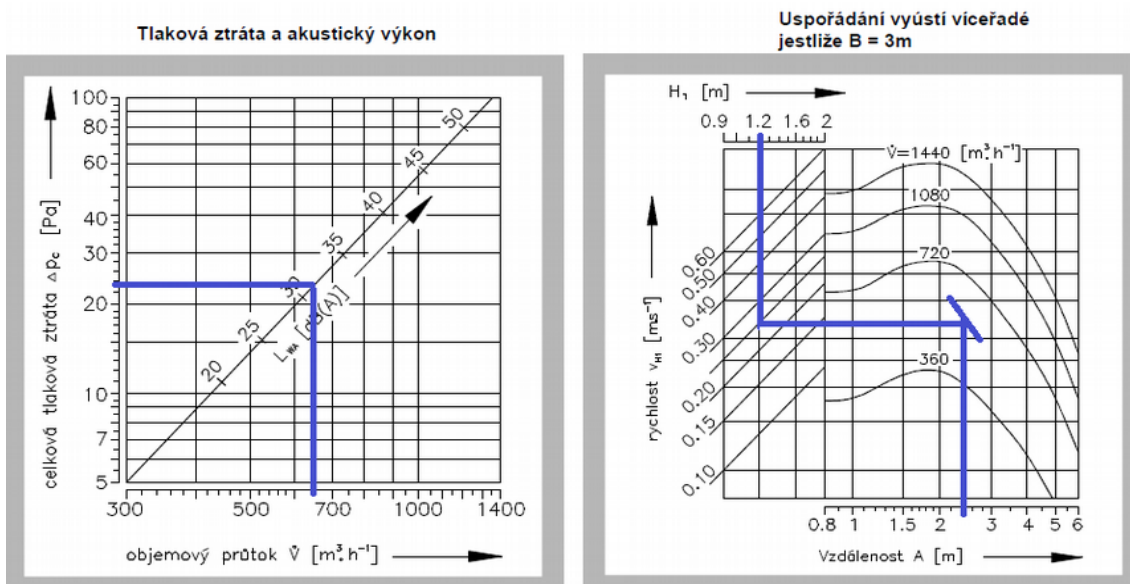
Pro přívod bylo zvoleno 7 vyústí které každá přivádí $3500/7=500 \text{ m}^3/\text{hod}$. Pro přívod bylo zvoleno 4 vyústí které každá přivádí $2585/4=650 \text{ m}^3/\text{hod}$. Návrh rozměru a počtu lamel viz Tabulka 16.

Tabulka 16: Návrh rozměry a průtoky vířivé vyústě

Jmenovitý rozměr	300 8 lamel	400, 500, 600, 625 16 lamel	500 24 lamel	600, 625 24 lamel	600, 625 48 lamel	625 54 lamel	825 72 lamel
$\dot{V}_{\max} [\text{m}^3/\text{h}]$	180	320	420	660	850	950	1200
$\dot{V}_{\min} [\text{m}^3/\text{h}]$	55	100	140	200	360	400	560
$L_{W\max} [\text{dB(A)}]$	39	40	39	40	40	43	40
$L_{W\min} [\text{dB(A)}]$	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
$S_{\text{ef}} [\text{m}^2]$	0,007	0,014	0,021	0,0295	0,042	0,0473	0,0715



Obrázek 30: Odečet tlakových ztrát, hluku a rychlosti v přívodní vířivé vyústce [23]



Obrázek 31: Odečet tlakových ztrát, hluku a rychlosti v odvodní vířivé vyústce [23]

6.2 Talířové ventily

Jsou navrženy podle zařizovacích předmětů u kterých se nachází.

Tabulka 17: Návrh rozměrů talířových ventilů [23]

Tab. 5.1.2. Ventil pro odvod vzduchu - TVOM

Jm. rozměr	80	100	125	150	160	200
$\dot{V}_{\max}$ [m³·h⁻¹]	60	90	150	200	200	250

Diagram 5.2.2. TVPM 100

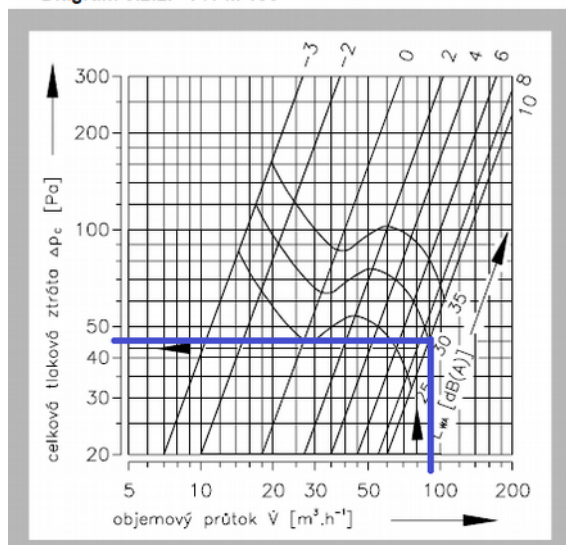
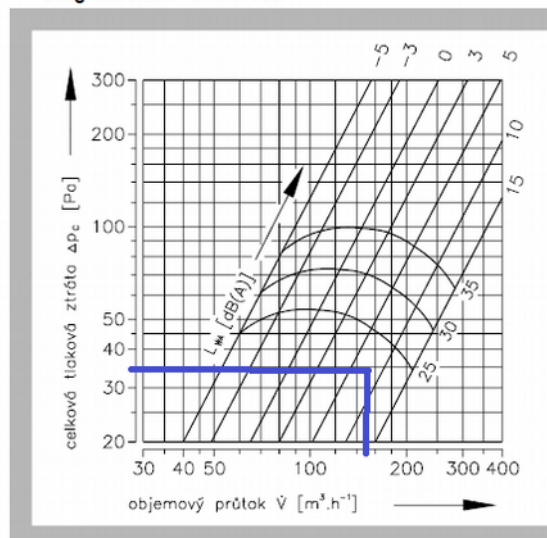


Diagram 5.2.4. TVPM 150



Tabulka 18: Odečet tlakových ztrát, hluku a rychlosti v odvodní talířové vyústce [23]

6.3 Stěnová mřížka

Je navržena pro úhradu odvedeného vzduchu.

$$S_{ef} = V / (3600 \cdot w_{ef}) = 915 / (3600 \cdot 2) = 0,127 \text{ m}^2 \quad \text{vhodná bude } 600 \times 350 \text{ mm}$$

Tabulka 19: Návrh stěnové mřížky [23]

Jmenovitý rozměr	Efektivní plocha [m²] S _{ef}		Jmenovitý rozměr	Efektivní plocha [m²] S _{ef}	
	Rozteč lamel			Rozteč lamel	
Š x V	12,5	20	Š x V	12,5	20
500 x 225	0,0860	0,1032	700 x 525	0,2453	0,2987
x 250	0,0955	0,1146	800 x 50	0,0265	0,0301
x 300	0,1144	0,1390	x 75	0,0391	0,0464
x 325	0,1238	0,1512	x 100	0,0517	0,0627
600 x 350	0,1333	0,1606	x 125	0,0643	0,0789
x 400	0,1522	0,1850	x 150	0,0769	0,0916
x 425	0,1626	0,1990	x 200	0,1022	0,1241
x 450	0,1720	0,2084	x 225	0,1148	0,1404

6.4 Požární klapky

Požární klapka čtyřhranná s ručním ovládáním na obdélníkové potrubí

Požární klapky se navrhují jako opatření proti šíření požáru skrz vzduchové potrubí v požárně dělících konstrukcích do vedlejšího požárního úseku. Všechny navržené požární klapky se nachází ve strojovně vzduchotechniky, která je samostatný požární úsek.

Z důvodu komplikovaného napojení, kdy není možné osazení požární klapky na potrubí sání i výfuku, jsou konstrukce procházející požárním úsekem se zvýšeným požárním rizikem opatřeny požární izolací s odolností EI 90.



Obrázek 32: Požární klapka čtyřhranná
(převzato z [23])

Tlaková ztráta požární klapky PKTM 90-C 560x400-.20 pro přívod vzduchu do restaurace na obdélníkovém průřezu 560 x 400 mm

$$\Delta p = \xi \cdot \rho \cdot (w^2/2) = 0,337 \cdot 1,2 \cdot (4,340^2/2) = 3,809 \text{ Pa}$$

Δp [Pa] tlaková ztráta

w [m/s] rychlost proudění vzduchu ve jmenovitém průřezu klapky $w = 4,340 \text{ m/s}$

ξ [-] součinitel místní tlakové ztráty pro průřez 560 x 400 mm $\xi = 0,337$

ρ [kg/m³] hustota vzduchu $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$

viz Tabulka 20

Tlaková ztráta požární klapky PKTM 90-C 560x400-.20 pro odvod vzduchu do restaurace na obdélníkovém průřezu 560 x 400 mm

$$\Delta p = \xi \cdot \rho \cdot (w^2/2) = 0,337 \cdot 1,2 \cdot (4,377^2/2) = 3,875 \text{ Pa}$$

Δp [Pa] tlaková ztráta

w [m/s] rychlost proudění vzduchu ve jmenovitém průřezu klapky $w = 4,377 \text{ m/s}$

ξ [-] součinitel místní tlakové ztráty pro průřez 560 x 400 mm $\xi = 0,337$

viz Tabulka 20

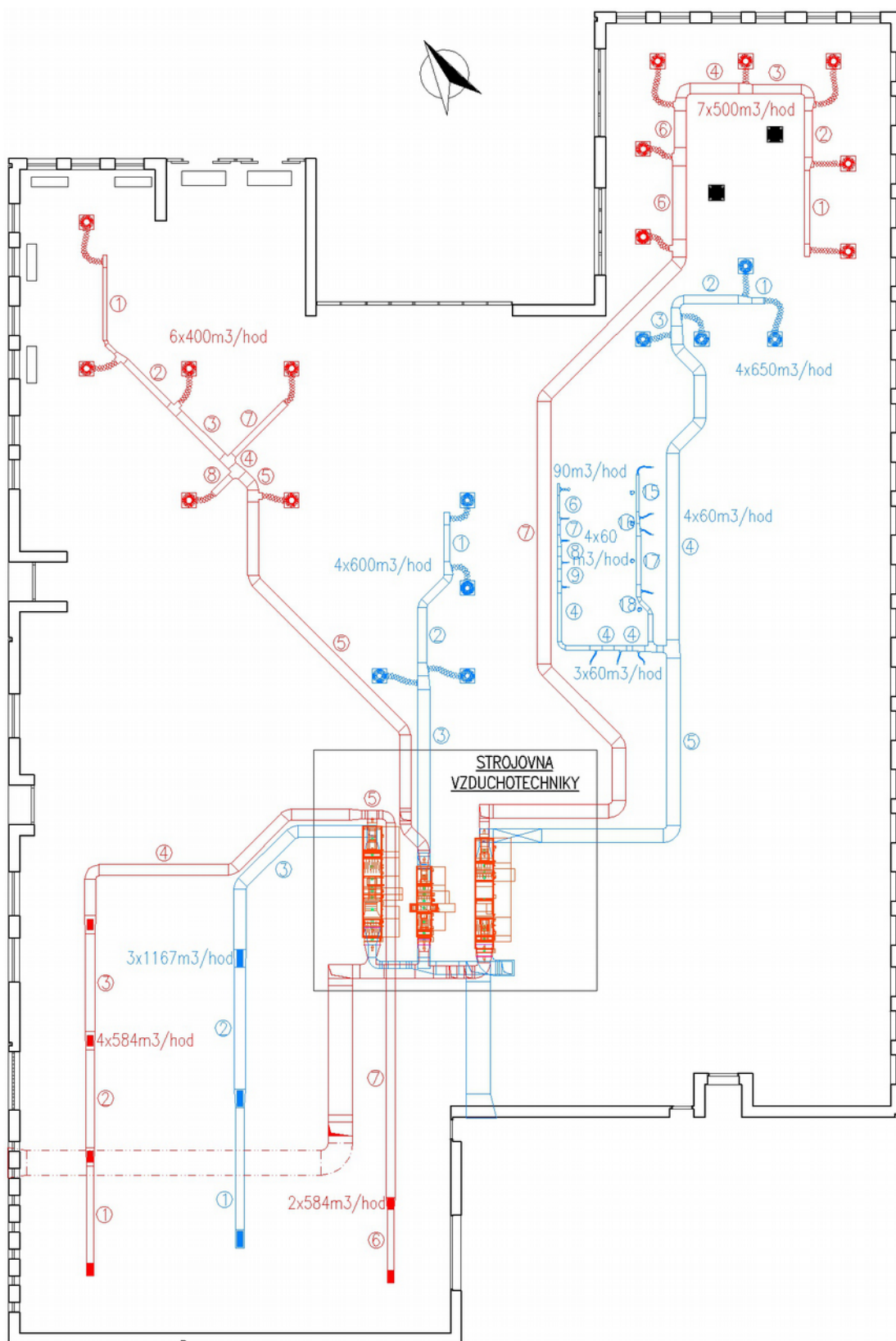
ρ [kg/m³] hustota vzduchu $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$

Tabulka 20: Odečet součinitele místních tlakové ztrát [19]

Tab. 7.1.1. Součinitel místní tlakové ztráty - klapky čtyřhranné

	B													
A	180	200	250	315	355	400	450	500	560	630	710	800	900	1000
180	1,849	1,476	0,983	0,703	0,608	0,535	0,478	0,437	0,400	0,369	0,343	0,322	0,304	0,291
200	1,737	1,385	0,921	0,658	0,569	0,500	0,446	0,407	0,373	0,344	0,320	0,300	0,284	0,271
250	1,553	1,236	0,819	0,583	0,504	0,442	0,394	0,360	0,330	0,304	0,282	0,264	0,250	0,239
315	1,415	1,124	0,743	0,528	0,456	0,400	0,356	0,325	0,297	0,274	0,254	0,238	0,225	0,215
355	1,359	1,079	0,713	0,506	0,436	0,383	0,341	0,311	0,284	0,262	0,243	0,228	0,215	0,205
400	1,312	1,041	0,687	0,487	0,420	0,368	0,328	0,299	0,273	0,252	0,234	0,219	0,207	0,197
450	1,271	1,009	0,665	0,471	0,406	0,356	0,317	0,289	0,264	0,243	0,226	0,211	0,199	0,190
500	1,240	0,983	0,648	0,459	0,395	0,346	0,308	0,281	0,257	0,236	0,219	0,205	0,194	0,185
560	1,211	0,960	0,632	0,447	0,385	0,337	0,300	0,274	0,250	0,230	0,214	0,200	0,189	0,180
630	1,184	0,938	0,617	0,437	0,376	0,329	0,293	0,267	0,244	0,225	0,208	0,195	0,184	0,176

7 Dimenzování potrubí



Obrázek 33: Dimenzační schéma

Základní větev přívodního potrubí 1-Restaurace										
Číslo úseku	V m ³ /h	L m	v' m/s	S m ²	Výška x Šířka mm x mm	v m/s	R Pa/m	ξ -	Z Pa	Z + (R x L) Pa
1	500	3,600	3,00	0,046	250 x 200	2,778	0,504	0,8	3,704	5,518
2	1000	2,455	3,25	0,085	280 x 315	3,149	0,448	0,3	1,785	2,885
3	1500	2,330	3,50	0,119	315 x 400	3,307	0,376	0,9	5,905	6,781
4	2000	3,458	3,75	0,148	355 x 450	3,478	0,355	0,9	6,531	7,758
5	2500	1,670	4,00	0,174	355 x 500	3,912	0,415	0,3	2,755	3,448
6	3000	4,000	4,25	0,196	355 x 560	4,192	0,444	0,3	3,163	4,939
7	3500	33,337	4,50	0,216	400 x 560	4,340	0,433	2,4	27,127	41,562
Tlaková ztráta potrubí pc=										72,892
Tlaková ztráta koncové vyústky činí pc=										18,000
Tlaková ztráta flexo potrubí pc=										2,000
Tlaková ztráta tlumiče hluku pc=										8,000
Tlaková ztráta požární klapky pc=										3,809
SUMA tlakových ztrát přívodní větve do Restaurace=										104,701

Základní větev odvodního potrubí 1-Restaurace										
Číslo úseku	V m ³ /h	L m	v' m/s	S m ²	Výška x Šířka mm x mm	v m/s	R Pa/m	ξ -	Z Pa	Z + (R x L) Pa
1	650	0,775	3,00	0,060	250 x 250	2,889	0,470	0,0	0,000	0,364
2	1300	3,414	3,20	0,113	315 x 355	3,229	0,386	1,2	7,508	8,826
3	1950	0,750	3,40	0,159	355 x 450	3,391	0,338	0,6	4,139	4,392
4	2600	13,000	3,60	0,201	400 x 500	3,611	0,329	1,2	9,389	13,666
5(4+14)	3530	17,294	4,60	0,213	400 x 560	4,377	0,440	2,1	24,145	31,754
Tlaková ztráta potrubí pc=										59,002
Tlaková ztráta koncové vyústky činí pc=										24,000
Tlaková ztráta flexo potrubí pc=										2,000
Tlaková ztráta tlumiče hluku pc=										8,000
Tlaková ztráta požární klapky pc=										3,875
SUMA tlakových ztrát odvodní větve do Restaurace=										96,877

Vedlejší větev odvodního potrubí 1-Restaurace WC										
Číslo úseku	V m ³ /h	L m	v' m/s	S m ²	Výška x Šířka mm x mm	v m/s	R Pa/m	ξ -	Z Pa	Z + (R x L) Pa
6	150	0,875	2,80	0,015	160 x 100	2,604	1,070	0,6	2,441	3,378
7	210	1,000	2,90	0,020	160 x 125	2,917	1,010	0,6	3,063	4,073
8	270	1,000	3,00	0,025	160 x 160	2,930	0,854	0,6	3,090	3,944
9	330	1,000	3,10	0,030	160 x 180	3,183	0,917	0,6	3,647	4,564
10	390	1,000	3,20	0,034	180 x 180	3,344	0,926	1,2	8,049	8,975
11	450	1,000	3,30	0,038	180 x 200	3,472	0,928	0,6	4,340	5,268
12	510	1,000	3,40	0,040	180 x 225	3,498	0,879	0,6	4,405	5,284
13	570	1,000	3,50	0,045	180 x 250	3,519	0,842	0,6	4,457	5,299
4 (13+18)	930	1,000	3,60	0,072	250 x 280	3,690	0,691	0,6	4,903	5,594
Tlaková ztráta potrubí pc=										18,000
Tlaková ztráta koncové vyústky činí pc=										2,000
SUMA tlakových ztrát odvodní větve do Restaurace=										46,379

Tabulka 21: Dimenzační tabulky

8 Zařízení

8.1 Návrh vzduchotechnického zařízení 1-Restaurace

Vzduchotechnická jednotka byla navržena v programu AeroCAD od firmy Remak. Celý systém bude pracovat v rovnotlakém režimu, kdy přívod i odvod je totožný.

• AeroMaster XP

Číslo zařízení 03 Název zařízení VZT Restaurace 1

Druh, rozměr AeroMaster XP 06
Model box AMXP3
Hmotnost zařízení 1 014 kg

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

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

Klimatické a vstupní podmínky (zima/léto)

Teplota vzduchu (venkovní) [°C]	-12 / 29	Teplota z místnosti [°C]	20 / 24
Relativní vlhkost (venkovní) [%]	95 / 37	Relativní vlhkost z místnosti [%]	30 / 43
Tlak vzduchu [kPa]	99 / 99		

Vzduchové parametry zařízení (přívod/odvod)

Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	3500 / 3500	Tlaková ztráta komponentů v sestavě [Pa]	429 / 372
Rychlost v průřezu [m/s]	2.14 / 2.14	Výstupní teplota z přívodu (zima/léto) [°C]	21 / 20
Skutečná externí tlaková ztráta (rezerva) [Pa]	250 / 178	Výstupní relativní vlhkost z přívodu (zima/léto) [%]	9 / 60
Rozdíl (k zaregulování) [Pa]	+50 / +8		

Výkonové parametry zařízení (přívod/odvod)*

Dimenzováno na výkonový stupeň ventilátorů	5 / 5	Součtové výkony pro ohřev [kW]	21 / 0
Součtové výkony ventilátorů [kW]	2.01 / 1.68	Součtové výkony pro chlazení [kW]	10 / 0
Specifický výkon zařízení $SFP_{E, \text{m}^{-3} \cdot \text{s}}$	3796	Výkon zpětného získání tepla [kW]	18

*Návrh s vlivem kondenzace

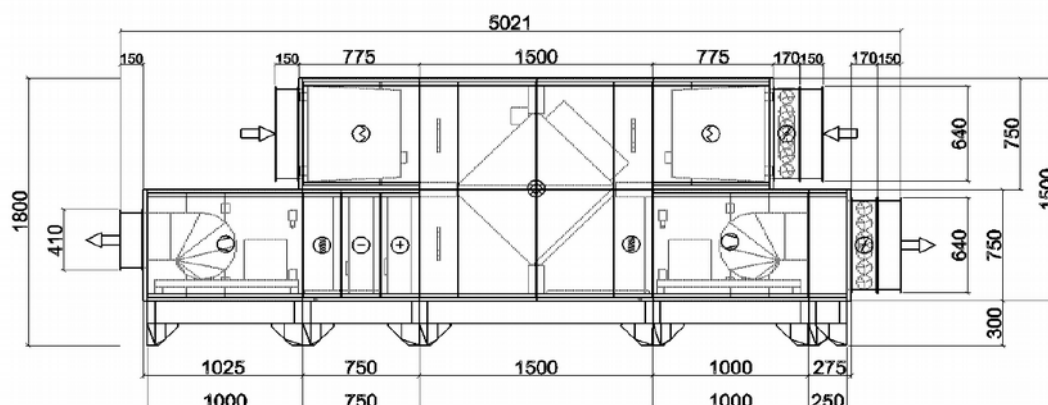
Hlukové parametry zařízení

Prívod	Hladiny akustického výkonu v oktaových pásmech $L_{w, \text{okt}}$ [dB(A)] a celková hladina $L_{w, \text{cel}}$ [dB(A)]							
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Vstup	57.1	67.4	68.7	65.2	66.4	62.6	55.8	48.4
Výstup	58.7	71.1	73.5	73.1	79.4	77.6	74.8	67.4
Okolí	52.1	55.3	54.6	46.2	48.7	47.4	45.5	34.2

Odvod	Hladiny akustického výkonu v oktaových pásmech $L_{w, \text{okt}}$ [dB(A)] a celková hladina $L_{w, \text{cel}}$ [dB(A)]							
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Vstup	55.1	66.5	66.9	65.4	69.1	65.5	61.1	53.4
Výstup	55.9	68.5	68.2	70.1	75.0	73.5	71.1	63.4
Okolí	50.1	53.4	50.8	44.4	47.4	45.3	43.8	32.2

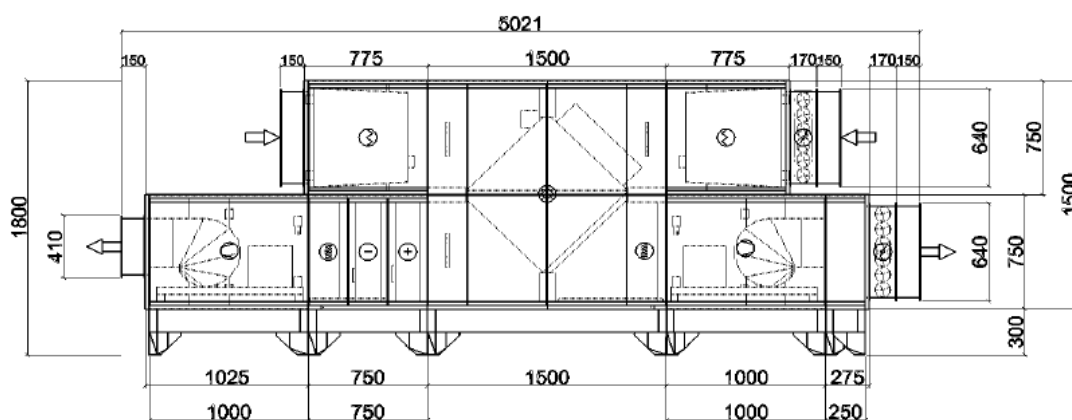
Grafický pohled
Zařízení
Obrysové rozměry

Zepředu XZ
03 - VZT Restaurace 1
X = 5020 mm, Y = 1800 mm



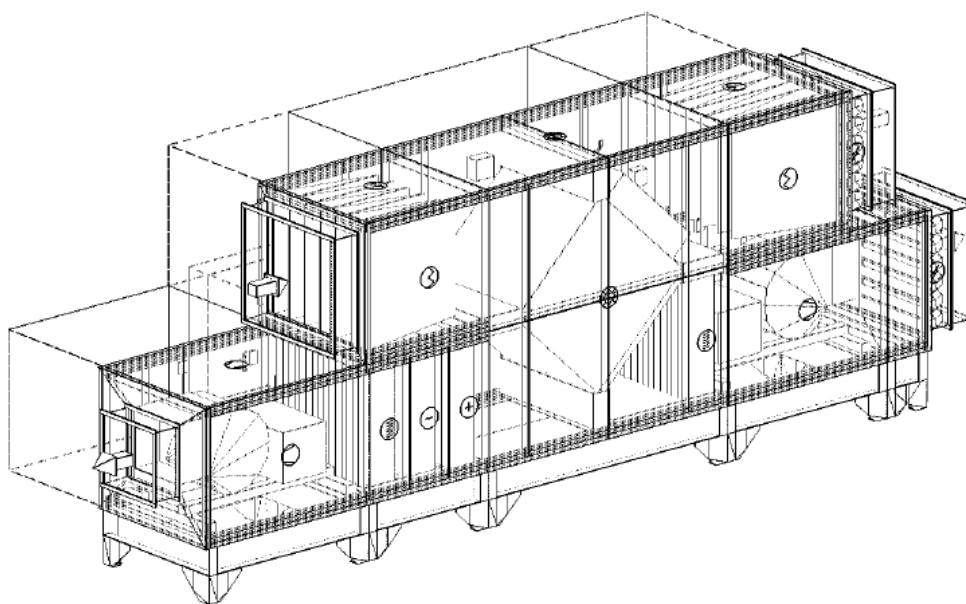
Grafický pohled
Zařízení
Obrysové rozměry

Zepředu XZ
03 - VZT Restaurace 1
X = 5020 mm, Y = 1800 mm



Grafický pohled
Zařízení
Obrysové rozměry

Axonometrie XYZ zepředu
03 - VZT Restaurace 1
X = 5020 mm, Y = 1650 mm, Z = 1800 mm

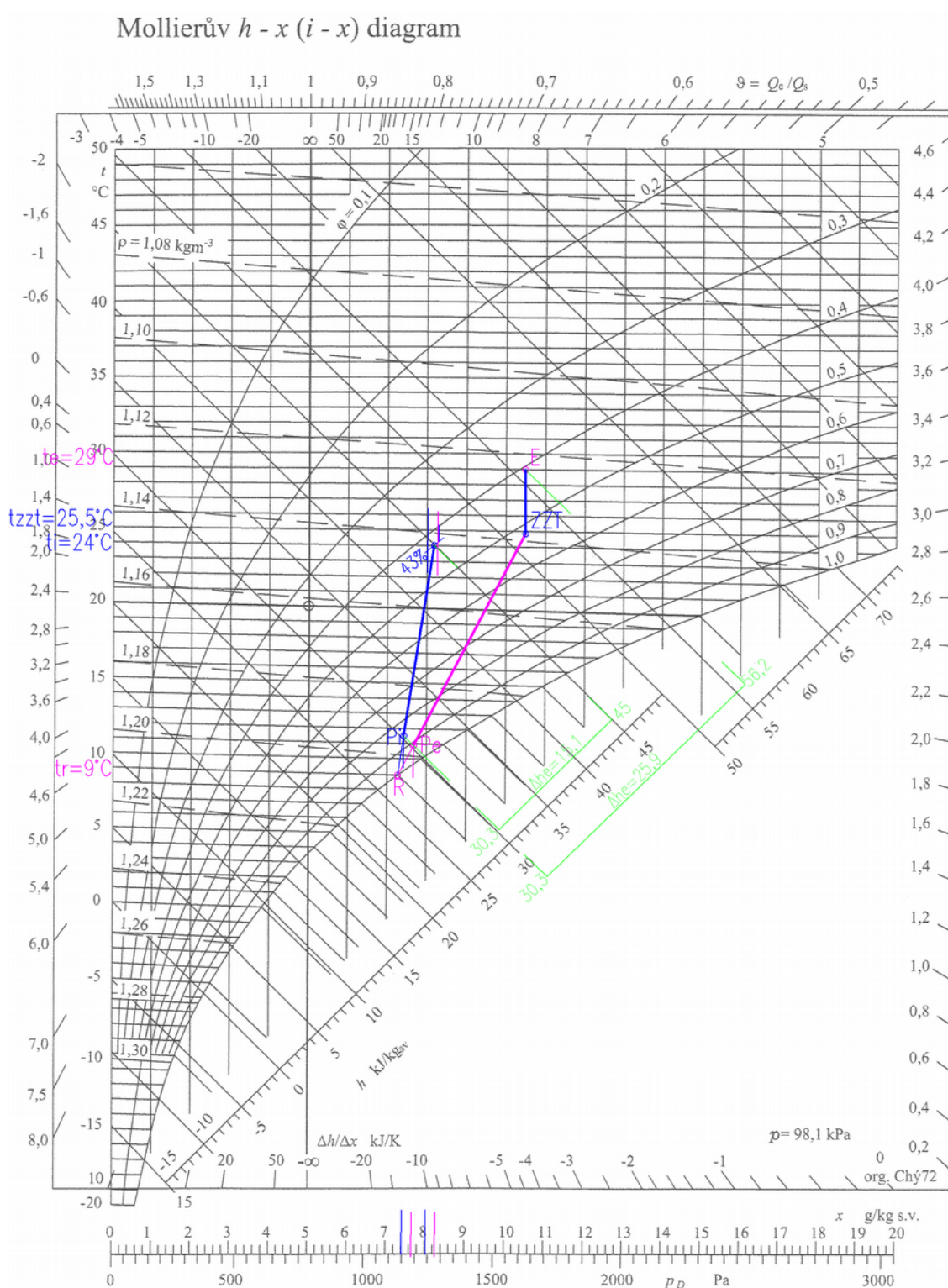


Detaily ke komponentům zařízení

03.10 Tlumičí vložka		DV 650-600	
Hmotnost (+-10%) [kg]	4		
03.09 Klapka uzavírací		LK 650-600	
Hmotnost (+-10%) [kg]	14	Plocha klappek [m²]	0.39
• Servopohon NF 230A			
03.06 Sekce filtru		XPHO 06/D	
Hmotnost (+-10%) [kg]	75	Servisní přístup	Zprava
Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech		
• Panel čelní - vstup XPK 06/P			
• Montážní sada panelu XPK 06/P (MSP)			
• Filtrační vložka XPNH 06/5			
Rychlost v průřezu [m/s]	2.65	Třída filtrace	M5
• Snímač tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa)			

03.04 Sekce deskového rekuperátoru s by-passem		XPMK 06/BP (SV - 70/W - 54,5)	
Hmotnost (+-10%) [kg]	308	Teplota [°C]	20.0
Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech	Relativní vlhkost [%]	30
Provozovat v období	Zima i léto	Výstupní parametry odvodního vzduchu	<u>Zima</u> <u>Léto</u>
Vstupní parametry přívodního vzduchu	<u>Zima</u> <u>Léto</u>	Teplota [°C]	5.4
Teplota [°C]	-12.0	Relativní vlhkost [%]	71
Relativní vlhkost [%]	95	Výkonové parametry	<u>Zima</u> <u>Léto</u>
Výstupní parametry přívodního vzduchu	<u>Zima</u> <u>Léto</u>	Účinnost [%]	49
Teplota [°C]	3.8	Výkon [kW]	18.1
Relativní vlhkost [%]	29	Označení Hoval	SV - 070/W - 54,5
Vstupní parametry odvodního vzduchu	<u>Zima</u> <u>Léto</u>		
• Eliminátor kapek a vana na odvodu XPNU 06 • Servopohon klapky obtoku NM 230A • Souprava pro odvod kondenzátu XPOK 300			
03.22 Sekce ohřivač, chladič, eliminátor		XPQD 06/F	
Hmotnost (+-10%) [kg]	98	Servisní přístup	Zprava
Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech		
• Vodní ohřivač XPNC 06/1R			
Dimenzovat na podmínky	Zima	Výstupní parametry vzduchu	<u>Zima</u> <u>Léto</u>
Teplonosné médium	Voda	Teplota [°C]	21.0
Aktivovat návrh atyp.funkce	Ne	Relativní vlhkost [%]	9
Vstupní teplota média [°C]	90	Výstupní teplota média (skutečná) [°C]	59
Výstupní parametry vzduchu	<u>Zima</u> <u>Léto</u>	Topný výkon (skutečný) [kW]	21.1
Teplota [°C]	3.8	Průtok teplonosného média [m³/h]	0.60
Relativní vlhkost [%]	29	Tlaková ztráta média [kPa]	7.1
• Směšovací uzel SUMX 1,6 (2) • Přímý výparník / kondenzátor XPNF 06/2RF			
Provozovat v období	Léto	Výstupní parametry vzduchu	<u>Zima</u> <u>Léto</u>
Teplonosné médium	Freon R407C (Mix)	Teplota [°C]	21.0
Aktivovat návrh atyp.funkce	Ne	Relativní vlhkost [%]	9
Vstupní parametry vzduchu	<u>Zima</u> <u>Léto</u>	Výkonové parametry	<u>Zima</u> <u>Léto</u>
Teplota [°C]	21.0	Výkon [kW]	9.8
Relativní vlhkost [%]	9		
• Eliminátor kapek XPNU 06 • Protimrazové čidlo NS 130 R • Kapilárový termostat CAP 2M_XP • Souprava pro odvod kondenzátu XPOO 300			
03.23 Sekce ventilátoru		XPAA 06/P	
Hmotnost (+-10%) [kg]	141	Servisní přístup	Zprava
Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech		
• Panel čelní - výtlač XPK 06/A • Montážní sada panelu XPK 06/A (MSP) • Ventilátor XPVA 250-170/200-2,2-J4 (IE1)			
Statický tlak [Pa]	678	Pracovní frekvence [Hz]	50
Výkon ventilátoru [kW]	1.60	Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz
Elektrický příkon [kW]	2.01	Proud max. [A]	4.81
Rychlost v průřezu [m/s]	2.14	Termokontakty	Ano
Dimenzovat na výkonový stupeň	5	Třída účinnosti motoru	IE1
• Regulator výkonu XPFM 2.2 (IP21) • Snímač tlakové difference P33 V (20 - 200 Pa)			
03.24 Tlumicí vložka		DV 370-370	
Hmotnost (+-10%) [kg]	2		
03.16 Tlumicí vložka		DV 650-600	
Hmotnost (+-10%) [kg]	4		
• Panel čelní - vstup XPK 06/P • Montážní sada panelu XPK 06/P (MSP) • Filtrační vložka XPNH 06/5			
Třída filtrace	M5		
• Snímač tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa)			
03.08 Sekce ventilátoru		XPAA 06/P	
Hmotnost (+-10%) [kg]	133	Servisní přístup	Zleva
Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech		
• Panel čelní - výtlač XPM 06/A • Ventilátor XPVA 250-140/150-1,5-J4 (IE1)			
Statický tlak [Pa]	551	Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz
Výkon ventilátoru [kW]	1.29	Proud max. [A]	3.49
Elektrický příkon [kW]	1.68	Termokontakty	Ano
Dimenzovat na výkonový stupeň	5	Třída účinnosti motoru	IE1
Pracovní frekvence [Hz]	50		
• Regulator výkonu XPFM 1.5 (IP54) • Snímač tlakové difference P33 V (20 - 200 Pa)			
03.18 Sekce prázdná		XPJP 06/K	
Hmotnost (+-10%) [kg]	33	Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech
• Panel čelní - výstup XPK 06/P • Montážní sada panelu XPK 06/P (MSP)			
03.19 Klapka uzavírací		LK 650-600	
Hmotnost (+-10%) [kg]	13	Plocha klapek [m²]	0.39
• Servopohon NM 230A			

- Grafické znázornění úpravy vzduchu v zimním období



Obrázek 34: HX diagram úpravy vzduchu zimní období zařízení 1-Restaurace

Letní provoz je naznačen v HX diagramu na Obrázku 36 na straně 55.

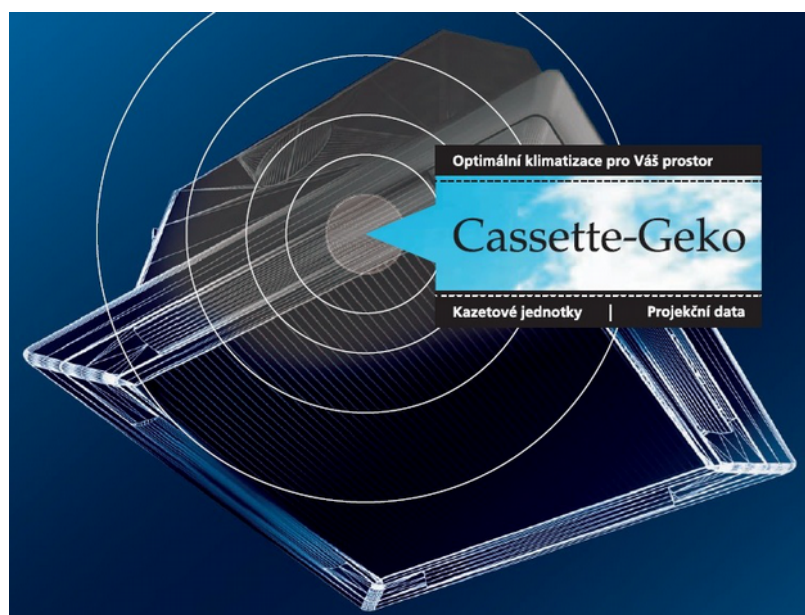
8.2 Návrh zařízení 4.1-FCU Restaurace

Pro pokrytí tepelné zátěže, kterou nezabezpečí vzduchotechnika jsou navrženy fancoily. Výpočty jsou uvedeny přímo v tabulce číslo 22.

Tabulka 22: Výpočet zařízení 4.1 FCU Restaurace

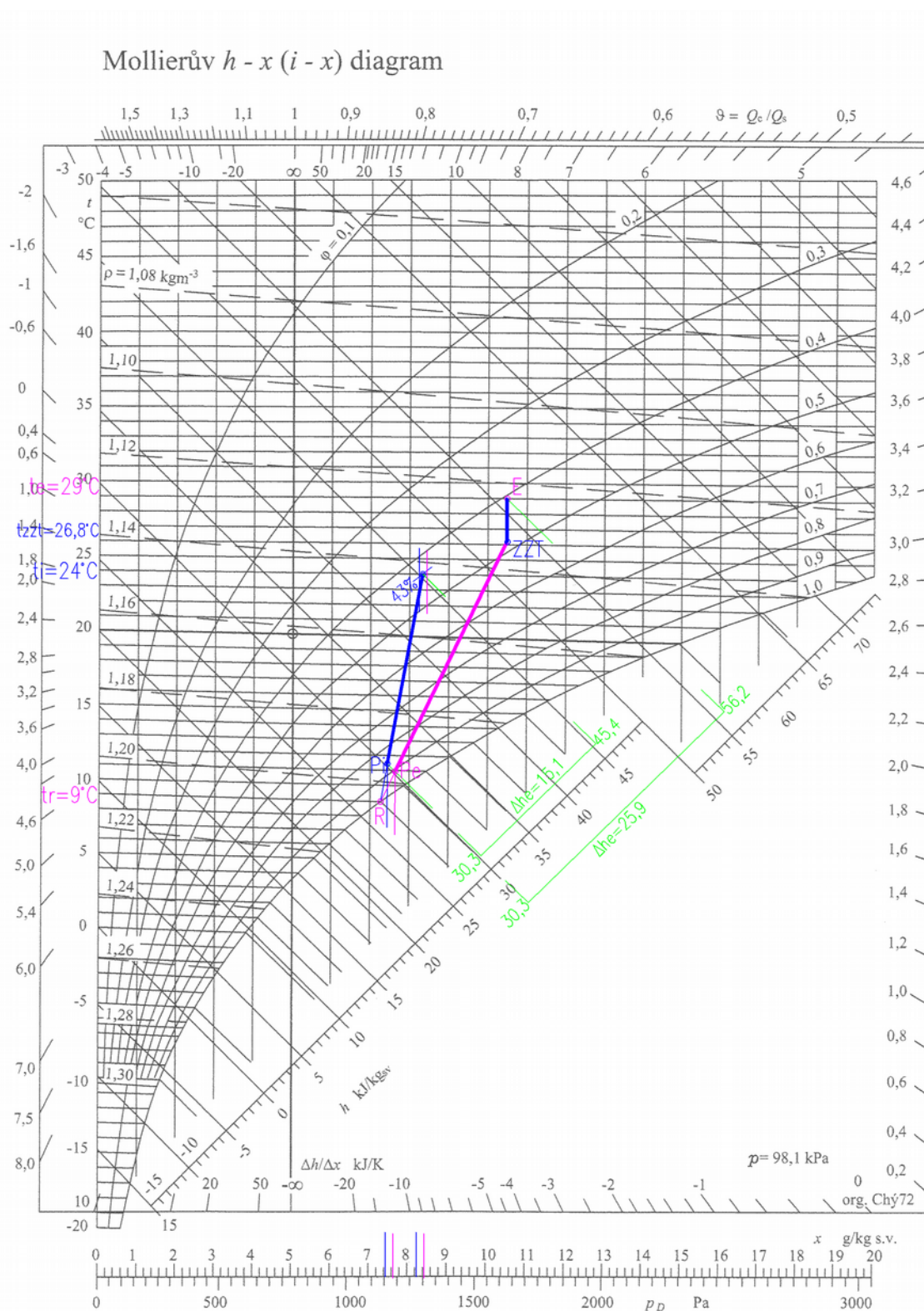
4.1 FCU Restaurace				
Vnitřní relativní vlhkost	$\varphi_i =$	43	[%]	
vnější relativní vlhkost	$\varphi_e =$	40	[%]	
teplota vnitřní léto	$t_i =$	24	[°C]	
teplota vnější	$t_e =$	29	[°C]	
tepelná kapacita vzduchu	$c =$	1,01	[kJ/(kg*K)]	
hustota vzduchu	$\rho =$	1,2	[kg/m³]	
Rozdíl teplot přiv. vzduchu	$\Delta t =$	7	[°C]	
průtok vzduchu VZT	$V_{VZT} =$	3500	[m³/hod]	
vodní zisky	$M_w =$	5500	[g/hod]	
vodní zisky pobrané VZT 2/3	$M_{w,VZT} =$	3300	[g/hod]	
vodní zisky pobrané FCU 1/3	$M_{w,FCU} =$	2200	[g/hod]	
zátěž k pokrytí FCU	$Q =$	6,53	[kW]	
Počet FCU	$n =$	2	[ks]	
Výkon FCU	$P_{FCU} =$	5,8	[kW]	
průtok vzduchu FCU	$V_{FCU} =$	1150	m³/hod	
Změna enthalpie	$\Delta h = (P_{FCU} * 1000 * 3600) / (V_{FCU} * \rho) =$	15,1	kJ/K	
Odvlhčení VZT	$\Delta X_{VZT} = M_{w,VZT} / (\rho * V_{VZT}) =$	0,8	g/kg	
Odvlhčení FCU	$\Delta X_{FCU} = M_{w,FCU} / (\rho * n * V_{FCU}) =$	0,8	g/kg	

Navržen bude kazetový čtyřtrubkový fancoil GEA Cassette GEKO Big určený pro zabudování do podhledu viz Obrázek 35.



Obrázek 35: Kazetový čtyřtrubkový fancoil GEA Cassette GEKO Big (převzato z [8])

Grafické znázornění úprav vzduchu v zařízení 1-Restaurace v HX diagramu



Obrázek 36: HX diagram úpravy vzduchu zařízení 4.1 FCU Restaurace

Tabulka 23: Výkonové údaje fancoil GEA Cassette GEKO Big (převzato z [8])

Oběhová jednotka - chlazení a topení

Cassette-Geko

4-trubkový systém, chladicí a topná voda
velikost Single, Double a Big Single

PKW 6/12°C

$t_{L1} = +27^{\circ}\text{C}$, $\varphi_1 = 46\%$ r.v.

PWW 70/50°C

$t_{L1} = +20^{\circ}\text{C}$

Velikost	Stupeň otáček	Množství vzduchu m ³ /h	Výkonová řada 0				Výkonová řada 1				Výkonová řada 2				Akustický výkon dB(A)	Akustický tlak*
			Chladicí výkon $\dot{Q}_K$ kW	Tlaková ztráta Δp_K kPa	Topný výkon $\dot{Q}_H$ kW	Tlaková ztráta Δp_H kPa	Chladicí výkon $\dot{Q}_K$ kW	Tlaková ztráta Δp_K kPa	Topný výkon $\dot{Q}_H$ kW	Tlaková ztráta Δp_H kPa	Chladicí výkon $\dot{Q}_K$ kW	Tlaková ztráta Δp_K kPa	Topný výkon $\dot{Q}_H$ kW	Tlaková ztráta Δp_H kPa		
B	1	620	—	—	—	—	3,5	1,8	5,3	1,1	—	—	—	—	32	24
	2	920	—	—	—	—	4,9	3,3	7,2	2,0	—	—	—	—	43	35
	3	1200	—	—	—	—	5,9	4,7	8,7	2,8	—	—	—	—	50	42
	1	770	—	—	—	—	—	—	—	—	4,3	2,6	6,3	1,6	38	29
	2	1150	—	—	—	—	—	—	—	—	5,8	4,5	8,4	2,7	49	41
	3	1700	—	—	—	—	—	—	—	—	7,4	7,0	10,8	4,2	59	51

Tabulka 24: Akustické výkonové údaje fancoil GEA Cassette GEKO Big (převzato z [8])

Akustické údaje

Cassette-Geko

Provedení	Výkonová řada	Stupeň otáček	Množství vzd. m ³ /h	Hladina akustického výkonu (dB)										Hladina akustického tlaku *)			
				Střední oktařová frekvence [Hz]										nekorigovaná			
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	nekorigovaná dB	dle váhy A dB(A)	nekorigovaná dB	dle váhy A, NR, NC dB(A)	NR	NC
Bis Single	1	1	620	<20	<20	38	32	<20	<20	<20	<20	39	32	30	24	20	17
		2	920	36	43	45	42	40	29	<20	<20	49	43	40	35	31	29
		3	1200	49	50	51	48	47	41	30	<20	56	50	47	42	38	36
	2	1	770	30	43	41	38	31	<20	<20	<20	46	38	37	29	26	23
		2	1150	47	49	49	46	46	40	31	<20	55	49	46	41	37	36
		3	1700	63	63	59	55	56	51	43	34	68	59	59	51	47	46

*) Hladina akustického tlaku je vztažena na dozvukovou oblast místnosti 100 m³ a dozvuk 0,5 s a vzdálenosti 3 m od jednotky.

□ = takto označené hodnoty byly použity pro příklad výpočtu - viz str. 29/30

Návrh zařízení 4.2-FCU Prodejna GEA Flex-GEKO Comfort a 4.3-VC Prodejna GEA Viento je proveden stejně a nachází se v příloze na straně 106.

8.3 Návrh zařízení 4.4-Zdroj chladu

Zdroj chladu navrhují na současný provoz objektu. U hotelové sekce se uvažuje s nepřímým chlazením pomocí FCU a počítá se s chladicím výkonem 2kW na jeden pokoj, kterých je v horním podlaží 28. Zátěž kuchyně byla stanovena na 50 kW. Chladicí vodu dodáváme též do vodních výměníků ve vzduchotechnických a ventilátorových jednotek pro úpravu vnitřního mikroklima. Jednotlivé výpočty jsou rozepsány v tabulce 25.

Tabulka 25: Výpočet požadovaného chladicího výkonu pro zdroj chladu

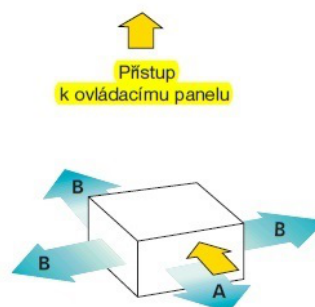
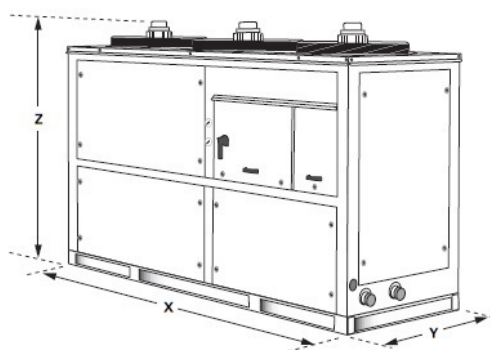
4.4-Zdroj chladu			
Kuchyň	$Q_K =$	50,0	[kW]
Hotelové pokoje	$Q_H = Q_p \cdot n_p =$	56,0	[kW]
Zařízení 4.1-FCU Restaurace	$Q_{FCU} = (V_{FCU} \cdot n \cdot 3600) / (\Delta h_{FCU} \cdot \rho) =$	11,6	[kW]
Zařízení 4.2-FCU Prodejna	$Q_{FCU} = (V_{FCU} \cdot n \cdot 3600) / (\Delta h_{FCU} \cdot \rho) =$	19,2	[kW]
Zařízení 1-Restaurace VZT	$Q_{VZT} = (V_{VZT} \cdot 3600) / (\Delta h_{VZT} \cdot \rho) =$	30,2	[kW]
Zařízení 2-Prodejna VZT	$Q_{VZT} = (V_{VZT} \cdot 3600) / (\Delta h_{VZT} \cdot \rho) =$	20,7	[kW]
Zařízení 3-Sklad VZT	$Q_{VZT} = (V_{VZT} \cdot 3600) / (\Delta h_{VZT} \cdot \rho) =$	24,3	[kW]
Celkový výkon současný provoz	$V_{VZT} =$	212,0	[kW]

Vhodné zařízení pro tento provoz je blokový chladicí zdroj Trane CGAN 800 s chladicím výkonem 214,2 kW viz Tabulka 27.

Tabulka 26: Rozměrové a hmotnostní parametry zařízení 4.4-Zdroj chladu Trane CGAN 800 (převzato z [2])



Rozměry, hmotnosti a volný prostor



Velikost jednotky	Rozměry (1) (mm)			Přídavná výška nádrže na vodu (mm)	Hmotnosti (1)		Čistá hmotnost nádrže na vodu (kg)	Objem nádrže na vodu (l)	Minimální volný prostor (mm)	
	X	Y	Z		Provozní hmotnost (kg)	Převážná hmotnost (kg)			A	B
CGAN 700	3400	2300	1995	400	2087	2030	644	570	1300	1000
CGAN 800	3400	2300	2100	400	2245	2181	644	570	1300	1000
CGAN 900	3400	2300	2100	400	2423	2344	644	570	1300	1000
CGAN 925	3400	2300	2100	400	2456	2377	644	570	1300	1000

Tabulka 27: Výkonové parametry zařízení 4.4-Zdroj chladu Trane CGAN 800 (převzato z [2])



Všeobecné údaje

Velikost jednotky		200	250	300	400	450	490	500	600	700	800	900	925
Chladicí výkon CGAN (1)		(kW)	50,7	62,5	76,2	102,7	121,8	132,3	128,9	157,1	182,8	214,2	267,0
Příkon CGAN v režimu chlazení (1)		(kW)	19,1	24,4	28,8	38,7	43,6	50,5	49,1	57,9	68,4	77,9	88,3
Výkonové číslo režimu chlazení CGAN (1)			2,65	2,56	2,64	2,65	2,79	2,62	2,63	2,71	2,67	2,75	2,73
Chladicí výkon CXAN (1)		(kW)	49,2	60,8	73,6	94,5	116,4	124,8	125,9	153,1	164,4	195,1	229,0
Příkon CXAN v režimu chlazení (1)		(kW)	20,3	25,4	30,1	40,0	42,8	49,7	51,1	60,7	69,8	78,2	86,5
Výkonové číslo režimu chlazení CXAN (1)			2,42	2,39	2,45	2,36	2,72	2,51	2,46	2,52	2,36	2,49	2,50
Topný výkon CXAN (1)		(kW)	48,1	59,6	72,7	99,2	112,3	120,3	119,2	145,3	171,8	198,4	228,0
Příkon CXAN v režimu topení (1)		(kW)	20,3	24,9	30,4	43,0	45,7	48,7	49,5	60,4	69,6	78,2	86,5
Výkonové číslo režimu topení CXAN (1)			2,36	2,39	2,39	2,31	2,45	2,47	2,41	2,41	2,47	2,35	2,49
Chladivo			R407C										
Počet chladících okruhů			1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
Náplň chladiva okruh 1/ okruh 2 CGAN		(kg)	13	18	22	26	28	28	19/19	22/22	27/27	27/27	34/34
Náplň chladiva okruh 1/ okruh 2 CXAN			13	18	22	26	40	40	21/21	24/24	29/29	30/30	37/37
Typ kompresoru			Spirálový										
Počet výkonových stupňů			2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4
Počet kompresorů			2	2	2	3	2	2	4	4	6	6	4
Olejeová náplň okruh 1/okruh 2		(kg)	76/-	100/-	124/-	162/-	106/-	118/-	10/10	12,4/12,4	13,8/13,8	16,2/16,2	18,6/18,6
Typ výparníku			Pájený deskový										
Objem vody ve výparníku		(l)	5,3	6,8	8,2	10,5	11,3	12,6	17,2	19,8	25,6	29,0	35,7
Typ vodní přípojky výparníku			S vnějším závitem - ISO R7										
Průměr vodní přípojky výparníku		(palce)	2"	2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	3"	3"	3"
Typ kondenzátoru			Měděné trubky s hliníkovými lamelami										
Celkový průtok vzduchu (standardní jednotka)		(m³/h)	20 200	19 100	26 300	37 300	37 100	38 300	52 700	55 400	86 300	83 000	79 300
Počet ventilátorů			2	2	3	3	3	4	6	6	6	6	6
Otáčky ventilátoru			700	700	700	680	680	680	700	700	700	680	680
Akustický výkon (standardní jednotka)		(dB(A))	84	85	86	87	87	87	88	89	89	94	95
Akustický výkon (s volitelným doplňkem pro supertichý provoz)		(dB(A))	80	80	81	84	84	84	83	84	85	88	88
Minimální provozní teplota venkovního vzduchu - režim chlazení		(°C)	10 (-10 nebo -18 s doplňkovou soupravou pro provoz při nízkých teplotách okolí)										
Minimální provozní teplota venkovního vzduchu - režim topení		(°C)	-10										
Maximální hodnoty pro provozní podmínky (2)		(°C)	CGAN 43/CXAN 42										
Minimální teplota výstupní vody		(°C)	-12										
Maximální teplota výstupní vody (chlazení/topení)		(°C)	15 / 50 (3)										

(1) za podmínek Eurovent (chlazení: voda 12 / 7 °C - vzduch: 35 °C / topení: voda 40 °C / 45 °C - vzduch: ST 7 °C / MT 6 °C)

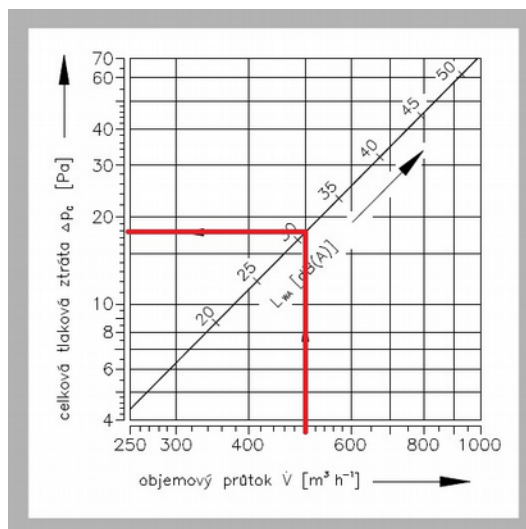
(2) Chlazení: voda 12 / 7 °C

(3) Pro venkovní teplotu nad 0 °C. Pro aplikace při venkovních teplotách nižších než 0 °C se obraťte na vaše místní obchodní zastoupení.

9 Útlum hluku

9.1 Výpočet útlumu hluku pro zařízení 1-Restaurace

Posudek se vždy vztahuje k nejnepríznivějšímu místu pro posluchače například v prostoru restaurace bude posouzeno místo u stolu, kde na posluchače působí distribuční elementy vzduchotechniky a kazetová jednotka fancoil umístěné v podhledu. U vzduchotechnické jednotky je hlavní zdrojem hluku ventilátor. Hluk způsobuje i samotná výústka 31 dB(A). (viz Obrázek 37).



Obrázek 37: Akustický výkon přivodní vyústě VVM 600/C/V/P/24/R [23]

Tabulka 28: Výpočet hladiny akust. tlaku v místě posluchače zař. 1-Restaurace Přívod

Přívod 1-Restaurace										
Ozn.	Frekvence f [Hz]	Oktávová pásma								Součt. hl.
L_{vent}	Přívod - výtlak VZT jednotky	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	88
D_p	Přirozený útlum									
	Rovné úseky	0,0	19,1	9,6	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	
	Kolena	0,0	0,0	0,0	3,0	6,0	9,0	9,0	9,0	
	Odbočka výústky	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	
	Ohebné potrubí	8,5	15,0	19,0	16,0	12,5	9,0	11,5	7,0	
	Útlum koncovým odrazem	14,3	9,1	4,7	1,8	0,6	0,2	0,0	0,0	
	Útlum tlumiče hluku	4,0	7,0	13,0	25,0	40,0	37,0	31,0	20,0	
	Hluk vlastního tlumiče	5,0	9,0	10,0	9,0	7,0	1,0	0,0	0,0	
L_1	Hladina akustického výkonu ve výústce	27,0	18,4	26,8	30,9	18,8	19,2	13,5	18,3	34
L_{vy}	Hladina akus. výkonu výústky									31
L_s	Hladina akus. výkonu vycházející z výústky									36
K_1	Korekce na počet výústek						Počet výústek	7		8
L_s	Hladina akustického výkonu všech výústek									44
Q	Směrový činitel									2
r	Vzdálenost od výústky k posluchači									4
A	Pohltivost místnosti				Pohltivost	0,3		plocha	471	141
L_c	Hladina akust. tlaku v místě posluchače									30

Byl navržen kulisový tlumič který snížil hluk z 52 dB(A) na výsledných 30 dB(A)

Tabulka 29: Navržený tlumič hluku pro přívodní potrubí zařízení 1-Restaurace

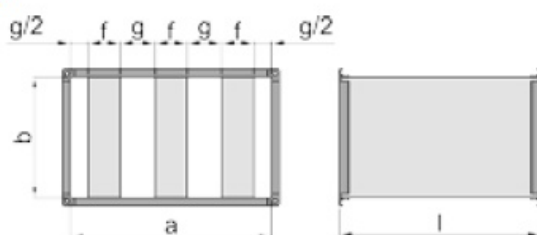


VSTUPNÍ HODNOTY

typ tlumiče:
kulisový

číslo pozice:
1

GEOMETRIE:



šířka tlumiče:
 $a = 560 \text{ mm}$

šířka kulisy:
 $f = 100 \text{ mm}$

výška tlumiče:
 $b = 450 \text{ mm}$

počet kulis:
 $e = 2$

délka tlumiče:
 $l = 1810 \text{ mm}$

průtočná mezera:
 $g = 180 \text{ mm}$

náběhové hrany:
ano

odtokové hrany:
ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
 $Q = 3500 \text{ m}^3/\text{h}$

hustota vzduchu:
 $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: f
500 Hz 1000 Hz 2000 Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A: [dB(A)]	0	56	67	70	79	83	85	77	66	88

KÓD OBJEDNÁVKY: [THKU.560.450.1810-3 2X KTH.100.450.1810](#)



Technické řešení:

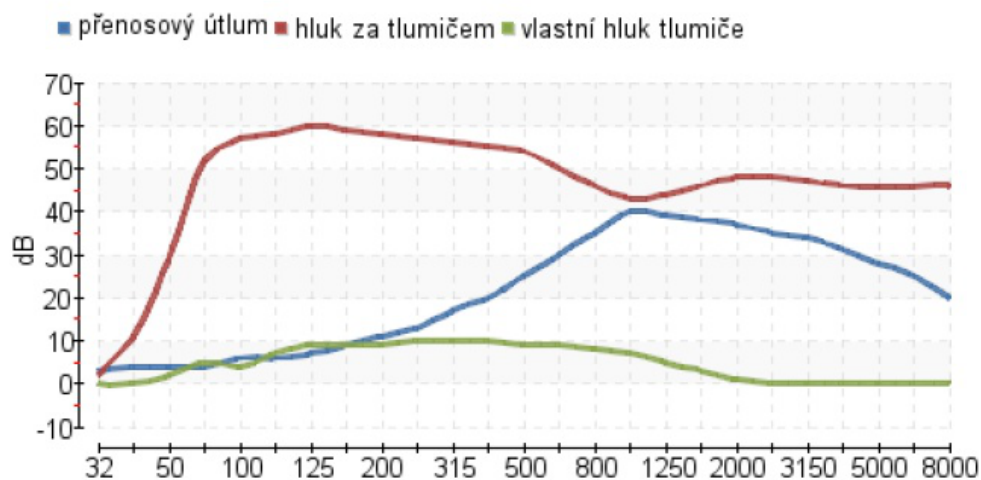
Vysoké učení technické v Brně - Fakulta stavební - Ústav technických zařízení budov

Tabulka 30: Navržený tlumič hluku pro přívodní potrubí zařízení 1-Restaurace

Mart

VÝSLEDNÉ HODNOTY

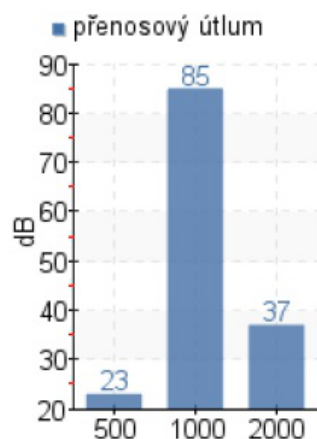
ÚTLUM HLUKU:



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
přenosový útlum:	3	4	7	13	25	40	37	31	20	-	dB
vlastní hluk tlumiče:	0	5	9	10	9	7	1	0	0	16	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	2	52	60	57	54	43	48	46	46	63	dB(A)

VYBRANÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	8	Pa
plocha tlumiče:	0.25	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

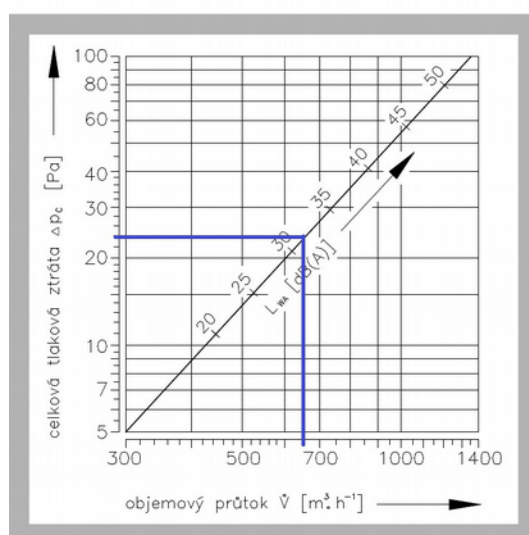
v celkovém průřezu:	3.9	m/s
ve volné ploše:	6	m/s

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí $\pm 10\%$.

Tlumič bude umístěn v potrubí 560x450mm blízko strojovny, aby zde eliminoval přenesený hluk. I tlumič, který snižuje hladinu akustického tlaku vytváří vlastní hluk, který se musí započítat.

Odvod vzduchu je v Restauraci zařízen též pomocí vyústí s vířivým výtokem vzduchu, které samotné způsobují hluk 32 dB(A). (viz Obrázek 38)

Diagram 9.5.1. Tlaková ztráta a akustický výkon



Obrázek 38: Akustický výkon přívodní vyústě VVM 600/C/V/P/48/R [23]

Tabulka 31: Výpočet hladiny akust. tlaku v místě posluchače zař. 1-Restaurace Odvod

Odvod 1-Restaurace										
Ozn.	Frekvence f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součt. hl.
L_{vent}	Odvod - výtlak VZT jednotky	50,5	67,6	71,3	74,9	74,4	69,6	62,3	57,7	80
D_p	Přirozený útlum									
	Rovné úseky	0,0	15,9	8,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	
	Kolena	0,0	0,0	0,0	3,0	6,0	9,0	9,0	9,0	
	Odbočka z hlavní větve	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	
	Odbočka výstky	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	
	Ohebné potrubí	8,5	15,0	19,0	16,0	12,5	9,0	11,5	7,0	
	Útlum koncovým odrazem	15,0	9,8	5,2	2,1	0,7	0,2	0,1	0,0	
	Útlum tlumiče hluku	4,0	7,0	14,0	27,0	43,0	40,0	33,0	21,0	
	Hluk vlastního tlumiče	5,0	9,0	10,0	9,0	7,0	1,0	0,0	0,0	
L_1	Hladina akustického výkonu ve výstce	21,8	22,7	29,0	25,6	9,1	2,2	-1,4	10,5	32
L_{vy}	Hladina akus. výkonu výstky									32
L_s	Hladina akus. výkonu vycházející z výstky									35
K_1	Korekce na počet výstek						Počet výstek	4		6
L_s	Hladina akustického výkonu všech výstek									41
Q	Směrový činitel									2
r	Vzdálenost od výstky k posluchači									3
A	Pohltivost místnosti				Pohltivost	0,3		plocha	471	141
L_c	Hladina akust. tlaku v místě posluchače									27

Byl navržen kulisový tlumič který snížil hluk z 41 dB(A) na výsledných 27 dB(A)

Tabulka 32: Navržený tlumič hluku pro odvodní potrubí zařízení 1-Restaurace

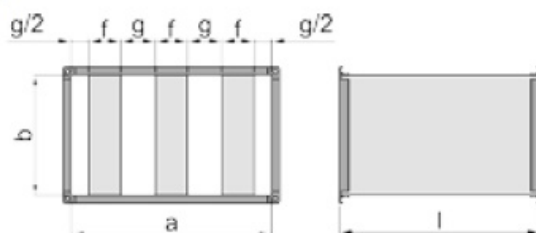


VSTUPNÍ HODNOTY

typ tlumiče:
kulisový

číslo pozice:
1

GEOMETRIE:



šířka tlumiče:
 $a = 560 \text{ mm}$

šířka kulisy:
 $f = 100 \text{ mm}$

výška tlumiče:
 $b = 450 \text{ mm}$

počet kulis:
 $e = 2$

délka tlumiče:
 $l = 2000 \text{ mm}$

průtočná mezera:
 $g = 180 \text{ mm}$

náběhové hrany:
ano

odtokové hrany:
ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
 $Q = 3500 \text{ m}^3/\text{h}$

hustota vzduchu:
 $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: f
125 Hz 250 Hz 500 Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A: [dB(A)]	0	51	68	71	75	74	70	62	58	79

KÓD OBJEDNÁVKY: **THKU.560.450.2000-3 2X KTH.100.450.2000**



Technické řešení:

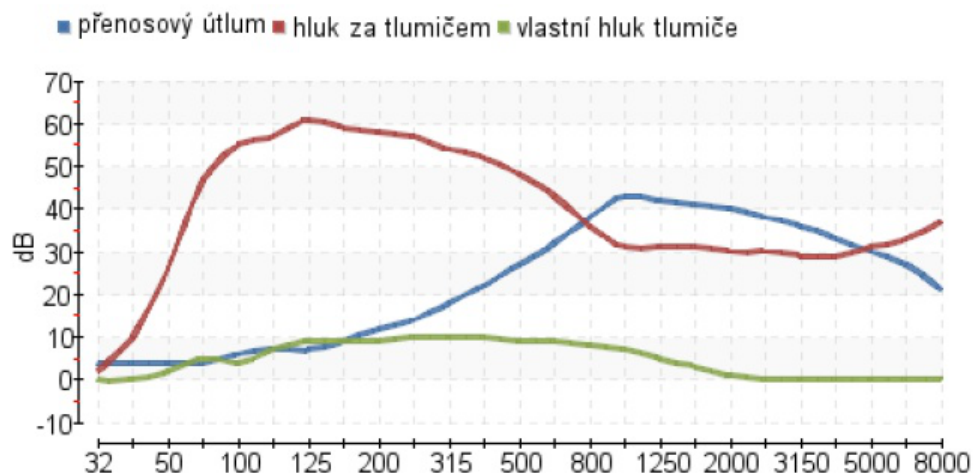
Vysoké učení technické v Brně - Fakulta stavební - Ústav technických zařízení budov

Tabulka 33: Navržený tlumič hluku pro odvodní potrubí zařízení I-Restaurace

Mart

VÝSLEDNÉ HODNOTY

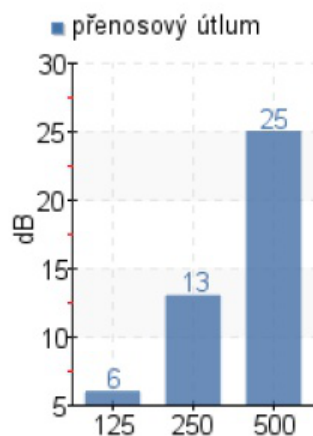
ÚTLUM HLUKU:



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
přenosový útlum:	4	4	7	14	27	43	40	33	21	-	dB
vlastní hluk tlumiče:	0	5	9	10	9	7	1	0	0	16	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	2	47	61	57	48	31	30	29	37	62	dB(A)

VYBRANÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	8	Pa
plocha tlumiče:	0.25	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	3.9	m/s
ve volné ploše:	6	m/s

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí $\pm 10\%$.

Nejblíže posluchači se ovšem nachází čtyřtrubkový kazetový fancoil GEA Cassette-Geko Big. Ten produkuje velké množství akustického tlaku, který nelze snadno utlumit. Ovšem zařízení nemusí běžet stále, ale jen pokud je ho zapotřebí.

Tabulka 34: Výpočet hladiny akust. tlaku v místě posluchače zař. 1-Restaurace FCU

Kazetové FCU v podhledu 1-Restaurace										
Ozn.	Frekvence f [Hz]	Oktávová pásma								Součet. hl.
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
L _{FCU}	Hladina akustického výkonu FCU	47,0	49,0	49,0	46,0	46,0	40,0	31,0	20,0	55
K ₁	Korekce na počet výustek	Počet výustek							2	3
L _s	Hladina akustického výkonu všech FCU									58
Q	Směrový činitel									2
r	Vzdálenost od výustky k posluchači									2
A	Pohltivost místnosti	Pohltivost				0,3	plocha		471	141
L _c	Hladina akust. tlaku v místě posluchače									47

Samotný fancoil působí na sedícího posluchače 47 dB(A).

Výsledný akustický tlak působící na posluchače je logaritmický součet všech tří složek.

Tabulka 35: Výpočet celkové hladiny akust. tlaku v místě posluchače zař. 1-Restaurace

Celkový akustický tlak 1-Restaurace			
L_c	Hladina akust. tlaku v místě posluchače	přívodní výustky	30
		odvodní výustky	27
		kazetové FCU v podhledu	47
		celkový	47

Přípustné hodnoty hluku v nepracovním prostředí se odvíjí od základní hodnoty $L=40$ dB(A) a upravují se korekcí pro příslušná zařízení. Pro provoz restaurace je korekce +15 dB(A). Celkový přípustný akustický tlak je tedy 55 dB(A) a provoz splňuje podmínky. Je zde patrné, že akustický tlak produkovaný koncovými elementy vzduchotechniky je značně menší než hluk způsobený jednotkou fancoil.

Vyhodnocení všech celkových akustických tlaků vůči přípustným hodnotám. Všechny výpočty byly provedeny stejně, jako zde uvedený výpočet a nacházejí se v příloze na straně 109 až 119.

Tabulka 36: Vyhodnocení akustických tlaků

Celkové akustické tlaky				
	Místo	Dosažený	Přípustný	Vyhodnocení
L_c	1-Restaurace	47	55	vyhovuje
	2-Prodejna	59	60	vyhovuje
	3-Sklad	57	60	vyhovuje
	4-Zdroj chladu venkovní prostředí	87	50	nevyhovuje
	Hluk ve strojovně vzduchotechniky	62	60	nevyhovuje

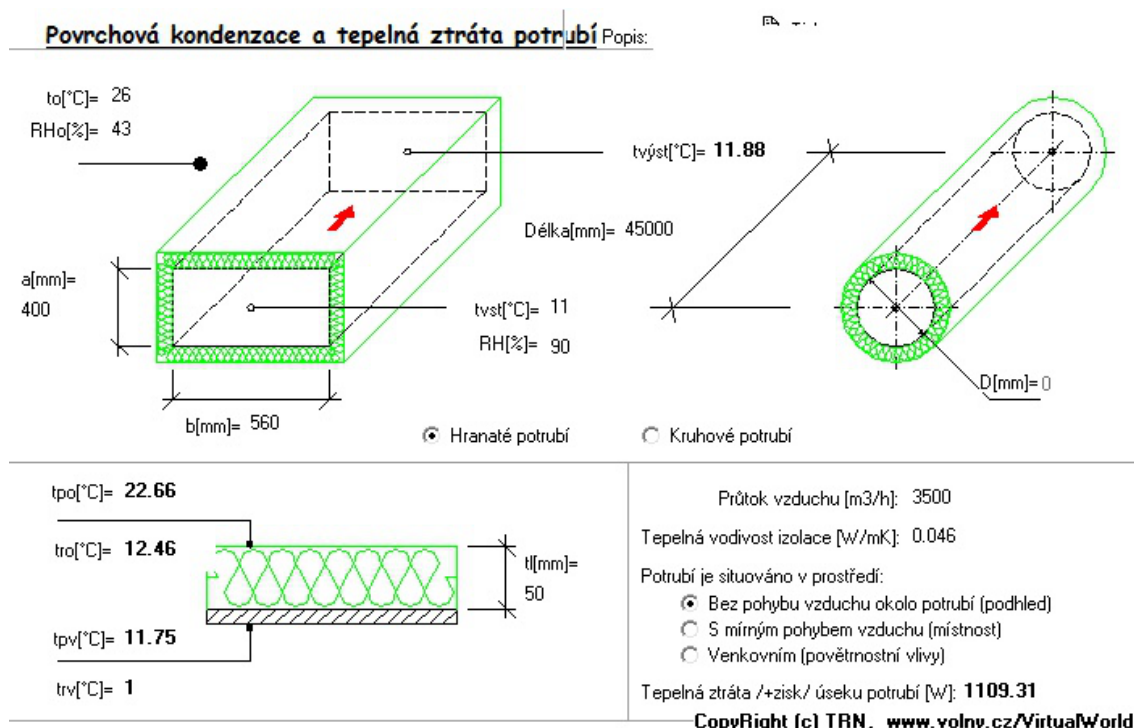
Pro nevyhovující hodnoty hluku budou muset být provedena opatření. Kolem zdroje hluku bude provedena akustická zástěna. Ve strojovně vzduchotechniky budou vzduchovody zaizolovány izolací Isover Orstech SLP 40

10 Izolace potrubí

Všechno potrubí ve strojovně bude zaizolováno z důvodu vnější kondenzace a snížení akustické zátěže. Bude použita izolace Isover Orstech SLP 40 tloušťky 60 mm. (viz příloha na straně 120)

Sání i výfuk vzduchu od VZT jednotky bude zaizolován mimo prostor strojovny vzduchotechniky z důvodu komplikované instalace požární klapky a vedení v jiném požárním úseku s požárním zatížením. Izolace je navržena na odolnost EI 90. Jedná se o systémové řešení Knauf Firestop multi VZT EI 90 SQ. Pro toto řešení jsou použity izolační desky HTB 660 AluR tl. 80 mm. (viz příloha na straně 121,122)

Přívodní větev vzduchu do místnosti bude zaizolována tepelnou izolací pro zajištění přívodu vzduchu o dostatečné teplotě a zabránění kondenzace. K výpočtu bude užit software TERUNA v1.5b. Příklad výpočtu pro přívodní větev VZT zařízení 1-Restaurace. Navrhovaná tepelná izolace Isover Orstech SLP 40 tloušťky 50 mm. (viz příloha na straně 120)



Obrázek 39: Návrh tloušťky tepelné izolace pro přívodní větev zařízení 1-Restaurace

Výpočty ostatních potrubí jsou uvedeny v příloze na straně 123 a 124.



Vysoké učení technické v Brně
Fakulta stavební
Ústav technických zařízení budov

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
Institute of Building Services

C Projekt

1 Úvod

Předmětem této projektové dokumentace je návrh vzduchotechnických zařízení pro polyfunkční dům s vybranými provozy. V 1.NP objektu pro restauraci a prodejnu je navržena kombinovaná klimatizace a pro sklad klimatizace s řízenou vlhkostí vzduchu.

Stupeň dokumentace: Prováděcí projektová

1.1 Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování byly stavební výkresy objektu. Konkrétně výkresy půdorysů jednotlivých podlaží, svislé řezy, a pohledy ze všech stran na řešený objekt.

Součástí podkladů jsou příslušné zákony a prováděcí vyhlášky, České technické normy a podklady výrobců vzduchotechnických zařízení, zejména:

Právní předpisy

- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci.
- 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.

České technické normy

- ČSN 12 70 10 – Navrhování větracích a klimatizačních zařízení
- ČSN 73 05 48 – Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů
- ČSN 73 05 31 – Ochrana proti hluku v pozemních stavbách
- ČSN 73 08 72 – Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením

1.2 Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

místo: Brno Řečkovice

nadmořská výška: 0,000 = 248,944 m n. m. B.p.v.

normální tlak vzduchu: 98,5 kPa

Výpočtová teplota vzduchu – léto/zima: +29 °C/-12 °C

entalpie – léto: 58,2 kJ/kg

1.3 Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí

Vzduchotechnická zařízení zajišťují:

Místnost	[		Relativní vlhkost [%]		Hladina akustického tlaku[dB(A)]
	Zima	Léto	Zima	Léto	
Restaurace, WC	20	24	30	43	55
Prodejna	20	24	30	43	60
Sklad	15	20	50	50	60

Rychlost vzduchu v pobytové zóně nesmí přesáhnout 0,25m/s

Hluk ve vnějším prostoru v chráněném prostoru staveb v denní i noční době 87 dB(A), což přesahuje hlukový limit 50 dB(A). Tento hluk je převážně způsoben zdrojem chladu a proto by bylo vhodné provést opatření na snížení jeho hluku. Tuto část projekt neřeší.

2 Základní koncepční řešení

Kombinovaný klimatizační systém s fancoily je navržen pro shromažďovací prostory restaurace a prodejny. Sociální zařízení jsou rovněž částečně klimatizována pomocí odvodu znehodnoceného vzduchu a nasátím vzduchu z restaurace skrz stěnové mřížky. Pro prostor skladu je navržena klimatizace s řízenou vlhkostí vzduchu. Zde je uvažováno parní vlhčení vzduchu. Místnosti restaurace a prodejny umožňují svou polohou u obvodové stěny přirozené větrání okny ostatní řešené prostory jsou větrány nuceně. Provoz hygienického zázemí bude větrán podtlakově, kdy v prostoru sociálního zařízení jsou v podhledu umístěny talířové ventily na odvod vzduchu a úhrada odvedeného vzduchu bude dodána stěnovými mřížkami z restaurace. Vzduchotechnické jednotky AeroMaster XP budou umístěny v centrální strojovně vzduchotechniky. Provoz vzduchotechniky bude řízen samostatným systémem MaR WebClima. Restaurace a prodejna budou v letních měsících individuálně dochlazovány pomocí kazetových a parapetních zařízení fancoil. Výrobu studené vody pro vzduchotechnické jednotky i FCU bude zajišťovat venkovní blokový zdroj chladu Trane CGAN 800.

2.1 Hygienické větrání, klimatizace a chlazení

Hygienické větrání je navrženo v úrovni nejméně hygienického minima ve smyslu obecně závazných předpisů. Přitom jako základní principy návrhu jsou přijaty následující podmínky:

- Dávka venkovního vzduchu
- Podtlakové větrání je navrženo v prostoru sociálního zařízení a úhrada z vedlejší

místnosti stěnovou mřížkou.

- Celkový objem vzduchu přivedeného do objektu je roven vzduchu odváděnému, jedná se o rovnotlaký systém.
- Pro primární vzduch přiváděný do řešených místností je navržena jednostupňová filtrace F5.
- Vytápění místností v zimním období zajistí částečně vzduchotechnika a teplovodní vytápění s otopnými tělesy. Individuální úpravy zajistí fancoily.

2.2 Technologické větrání a chlazení

V řešené části projektu se nacházejí prostory se zvýšenými nároky na chlazení. Větrání skladu je navrženo na pokrytí tepelných ztrát místností a zajištění optimálních skladovacích podmínek.

2.3 Energetické zdroje

- **Elektřina**

Je uvažována pro pohon elektromotorů v zařízení vzduchotechniky, kompresoru ve zdroji chladu a ventilátorů v jednotkách fancoil a vzduchových clonách.

- **Tepelná energie**

Pro ohřev bude sloužit otopná voda pro úpravu vzduchu ve vodních výměnících vzduchotechnických jednotek, v otopných tělesech, vzduchové cloně a čtyřtrubkových jednotkách FCU.

Chlazení venkovního přiváděného a cirkulačního vzduchu ve VZT jednotkách a FCU je zajištěno nepřímým způsobem. Pro chlazení je uvažován vodní systém s vnějším zdrojem chladu umístěný vedle skladu.

3 Popis technických řešení

3.1 Koncepce větracích a klimatizačních

Všechny navržené vzduchotechnické jednotky pracují jako nízkotlaké. Centrální VZT zařízení ve vnitřním provedení bude umístěno ve strojovně vzduchotechniky a bude stát na pevném základovém rámu. Doprava bude realizována ocelovým pozinkovaným hranatým potrubím potrubím. Izolace bude provedena z minerální rohože s hliníkovou fólií. Tloušťky jednotlivých izolací jsou uvedeny ve výpočtové části. Pro umístění jednotek bude nutné zřídit centrální strojovnu vzduchotechniky v ústřední části objektu. Pro jednotky bude zřízeno centrální sání i výfuk vzduchu. Sání povede podstřešním prostorem nad skladovací halou k severozápadní stěně, kde bude stěnová protidešťová žaluzie. Výfuk znehodnoceného vzduchu povede prostorem pod stropem ze strojovny přes sklad DKP a bude též ukončen žaluzií. Ve strojovně bude provedena na všech rozvodech potrubí izolace tloušťky 60 mm pro snížení akustického tlaku od jednotek do okolí. Sání i výfuk budou zaizolovány pomocí minerálních desek s hliníkovou fólií s požární odolností. Jedná se o systémové řešení s požární odolností EI90.

Zařízení č. 1-Restaurace – kombinovaná klimatizace s fancoily

- Pro dodržení hygienických potřeb výměn vzduchu a pokrytí tepelné zátěže v místnostech je navržena klimatizace s centrální vzduchotechnickou jednotkou AeroMaster XP, která se skládá z: tlumící vložky, uzavírací klapky, jednostupňové filtrace F5 na přívodu i odvodu, deskového rekuperátoru ZZT - protiproudého, sekce vodního ohřívače, vodního chladiče a eliminátoru kapek, sekce ventilátoru se spinální skříní. Jednotka je napojena na centrální sání a výfuk vzduchu.
- Tepelně upravený a jednostupňově filtrovaný vzduch bude do prostorů transportován čtyřhranným potrubím a ohebnými hadicemi pro připojení k jednotlivým distribučním elementům. Distribuce vzduchu je volena pomocí vzduchovodů umístěných ve stropním podhledu. Jako koncové elementy byly navrženy vyústě s vířivým výtokem vzduchu pro přívod čtvercové s 24 lamelami a pro odvod též čtvercové s 48 lamelami. Pro sociální zařízení jsou zvoleny talířové ventily a stěnová mřížka.
- Izolace na potrubí tohoto zařízení je navržena pro přívodní větev od strojovny až k poslednímu elementu pro zajištění požadované teploty přiváděného vzduchu a zamezení povrchové kondenzace. Bude užitá tepelná izolace z minerální vlny s hliníkovou fólií tloušťky 50 mm.
- Ovládání a regulaci zajišťují profese MaR (blíže samostatná kapitola).

Zařízení č. 2-Prodejna – kombinovaná klimatizace s fancoily

- Pro dodržení hygienických potřeb výměn vzduchu a pokrytí tepelné zátěže v místnostech je navržena klimatizace s centrální vzduchotechnickou jednotkou AeroMaster XP, která se skládá z: tlumicí vložky, uzavírací klapky, jednostupňové filtrace F5 na přívodu i odvodu, rotačního rekuperátoru ZZT, sekce vodního ohřívače, vodního chladiče a eliminátoru kapek a sekce ventilátoru se spinální skříní. Jednotka je napojena na centrální sání a výfuk vzduchu.
- Tepelně upravený a jednostupňově filtrovaný vzduch bude do prostorů transportován čtyřhranným potrubím a ohebnými hadicemi pro připojení k jednotlivým distribučním elementům. Distribuce vzduchu je volena pomocí vzduchovodů umístěných ve stropním podhledu. Jako koncové elementy byly navrženy vyústě s vířivým výtokem vzduchu pro přívod čtvercové s 24 lamelami a pro odvod též čtvercové s 48 lamelami.
- Izolace na potrubí tohoto zařízení je navržena pro přívodní větev od strojovny až k poslednímu elementu pro zajištění požadované teploty přiváděného vzduchu a zamezení povrchové kondenzace. Bude užita tepelná izolace z minerální vlny s hliníkovou folii tloušťky 30 mm.
- Ovládání a regulaci zajišťují profese MaR (blíže samostatná kapitola).

Zařízení č. 3-Sklad – klimatizace s řízenou vlhkostí

- Pro pokrytí tepelné zátěže v místnostech dodržení hygienických potřeb výměn vzduchu a je navržena klimatizace s centrální vzduchotechnickou jednotkou AeroMaster XP, která se skládá z: tlumicí vložky, uzavíracích klapky, jednostupňové filtrace F5 na přívodu i odvodu, sekce parního zvlhčování, směšovací komory, sekce vodního ohřívače, vodního chladiče a eliminátoru kapek a sekce ventilátoru se spinální skříní. Jednotka je napojena na centrální sání a výfuk vzduchu.
- Tepelně upravený a jednostupňově filtrovaný převážně cirkulační vzduch bude do prostorů transportován čtyřhranným potrubím a distribuován pomocí obdélníkových dvouřadých vyústí. Pro odvod jsou voleny jednořadé vyústě. Distribuce vzduchu je volena pomocí vzduchovodů umístěných volně pod stropní konstrukcí.
- Izolace na potrubí tohoto zařízení není navržena pro zajištění požadované teploty přiváděného vzduchu a zamezení povrchové kondenzace i bez izolace.
- Ovládání a regulaci zajišťují profese MaR (blíže samostatná kapitola).

Zařízení č. 4.1-FCU Restaurace – ventilátorové jednotky v kazetovém provedení

- Jednotky FCU slouží pro podporu chlazení i vytápění v prostoru restaurace. Vzduch bude chlazen nebo ohříván vodním výměníkem. Případný kondenzát bude odveden z kondenzační vany do kanalizace přes zápachovou uzávěru.
- Dvě jednotky jsou umístěny v rastrovém podhledu mezi přívodními vyústkami. Budou vybaveny nástěnným ovládáním.

Zařízení č. 4.2-FCU Prodejna – ventilátorové jednotky v parapetním provedení

- Jednotky FCU slouží pro podporu chlazení i vytápění v prostoru restaurace. Vzduch bude chlazen nebo ohříván vodním výměníkem. Případný kondenzát bude odveden z kondenzační vany do kanalizace přes zápachovou uzávěru.
- Čtyři jednotky v parapetním provedení jsou umístěny v blízkosti oken v obvodové stěně. Budou vybaveny nástěnným ovládáním.

Zařízení č. 4.3-VC Restaurace – vzduchová clona nad vstupními dveřmi v zádveři

- Vzduchová clona zde bude sloužit k oddělení vnějšího prostředí od vnitřního klimatizovaného prostředí. Clona je vybavena dvoutrubkovým vodním výměníkem pro zimní období. Jednotka je zavěšena přímo nad vstupem do objektu v zádveři. Hluk způsobený prouděním vzduchu vysokou rychlostí je oddělen vnitřními posuvnými dveřmi.

Zařízení č. 4.4-Zdroj chladu – bloková jednotka ve venkovním provedení

- Výroba studené vody bude zajištěna pomocí blokové chladicí jednotky. Zařízení produkuje chladicí výkon 212 kW. Chladicí voda bude distribuována potrubím od jednotlivých vodních výměníků zařízení. Chladicí jednotka bude stát vedle skladovací haly na betonové základové desce s manipulačním prostorem. Potrubí bude izolováno kaučukovou izolací.

Zařízení č. 4.5-Hydraulický modul – oddělený hydraulický modul ve vnitřním provedení

- Umístěný ve strojovně vzduchotechniky ve vnitřním provedení. Zajišťuje tlakové vyrovnaní. Obsahuje Expanzní a vyrovnávací nádobu. Napojeno na chladicí okruhu a zdroj chladu.

4 Nároky na energie

Součtové elektrické příkony ventilátorů:

VZT 1-Restaurace: $P_{V,přívod}=2,01 \text{ kW}$ a $P_{V,odvod}=1,68 \text{ kW}$

VZT 2-Prodejna: $P_{V,přívod}=1,58 \text{ kW}$ a $P_{V,odvod}=1,11 \text{ kW}$

VZT 3-Sklad: $P_{V,přívod}=1,27 \text{ kW}$ a $P_{V,odvod}=1,00 \text{ kW}$

FCU 230V 50Hz

Zdroj chladu 78,2kW

5 Měření a regulace

Navržené VZT systémy budou řízeny a regulovány samostatným systémem měření a regulace z centrálního počítače – profese MaR:

- Ovládání chodu ventilátorů, silové napájení ovládaných zařízení.
- Regulace teploty vzduchu řízením výkonu teplovodního ohříváče v zimním období - vlečná regulace.
- Umístění teplotních a vlhkostních čidel podle požadavků.
- Protimrazová ochrana deskového výměníku nastavováním obtokové klapky.
- Ovládání uzavíracích klapek na jednotce včetně dodání servopohonů.
- Protimrazová ochrana teplovodního výměníku měřením na straně vody i vzduchu. Při poklesnutí teploty: 1) vypnutí ventilátoru, 2) uzavření klapky, 3) otevření třicestného ventilu, 4) spuštění čerpadla.
- Signalizace bezporuchového chodu ventilátorů pomocí diferenčního snímače tlaku.
- Plynulá regulace výkonu ventilátorů frekvenčními měniči na přívodu i odvodu vzhledem k zanesení filtrů a možnosti nastavení vzduchového výkonu zařízení podle potřeby provozu a časového rozvrhu.
- Snímání a signalizace zanesení filtrů.
- Signalizace poruchy zařízení.
- Signalizace chodu, poruchy, zapnutí nebo vypnutí zdroje chladu.
- Regulace jednotlivých ventilátorových jednotek FCU podle požadovaného vnitřního prostředí teplotními čidly a ovládáním napojeným na centrální systém.
- Signalizace polohy požárních klapek na panelu systému EPS (Z/O).

6 Nároky na související profese

6.1 Stavební úpravy

- Zřízení centrální strojovny v 1.NP s protiskluzovou vyspádovanou podlahou k vpusti se zápachovou uzávěrou.
- Zřízení dvoukřídlých dostatečně širokých dveří mezi skladem a strojovnou vzduchotechniky.
- Snížení podhledu v místnosti č. 12.
- Provedení otvorů a prostupů vzduchovodů.
- Zaizolování a dotěsnění prostupů VZT potrubí izolačními protiotřesovými hmotami pro utěsnění.
- Zřízení železobetonové deky pro umístění zdroje chladu s manipulačním prostorem a ohrazením.

6.2 Silnoproud

- Elektrická přípojka: 3NPE400V, 50Hz
- Hlavní vypínač: 3x400V+N+PE 50Hz / 40 A
- Uzemnění všech zařízení. Zajištění osvětlení strojovny.

6.3 Vytápění

- Připojení vodních výměníků uvnitř VZT jednotek a vodních výměníků v FCU jednotkách na rozvodnou síť otopné vody o spádu 75/65°C pomocí vhodných připojovacích armatur.

6.4 Chlazení

- Stejně připojení vodních výměníků uvnitř VZT jednotek a vodních výměníků v FCU jednotkách na rozvodnou síť studené vody o spádu 6/12 °C zajistí profese chlazení centrálním zdrojem chladu.

6.5 Zdravotechnika

- Ve strojovně vzduchotechniky bude umístěna podlahová vpust' se zápachovým uzávěrem.
- Bude zajištěn odvod kondenzátu od deskových výměníků ve VZT jednotkách.
- V případě kondenzace na vodním výměníku fancoil jednotek, bude zajištěn odvod kondenzátu přečerpáním z kondenzační vany do kanalizace přes zápachovou uzávěru.

7 Protihluková a protiotřesová opatření

- Do rozvodných tras budou vloženy navržené kulisové tlumiče hluku, které zabrání nadměrnému šíření hluku od ventilátorů do vnitřních prostorů i vnějšího okolí stavby. Tyto tlumiče jsou osazeny v přívodním, tak i odvodním potrubí v případě, že akustický tlak v místě posluchače je nepřijatelný.
- Připojení VZT na potrubí bude realizováno pomocí pružných manžet. Potrubí ve strojovně vzduchotechniky bude akusticky zaizolováno.
- Veškeré točivé stroje budou uloženy pružně na dostatečném základu. Zdroj chladu navržen v provedení s tišším provozem.

8 Izolace a nátěry

- Jsou navrženy izolace z minerálních materiálů proti účinkům požáru, šíření hluku a tepelným ztrátám přiváděného vzduchu.
- Protipožární izolace jsou navrženy pro sání a výfuk vzduchu v prostoru, kde prochází jiným požárním úsekem, s požadovanou odolností 90 min.
- Tepelně izolovány budou potrubí dopravující ochlazený vzduch do interieru. Napojení distribučních elementů je realizováno již izolovaným ohebným potrubím.
- Nátěry nejsou uvažovány

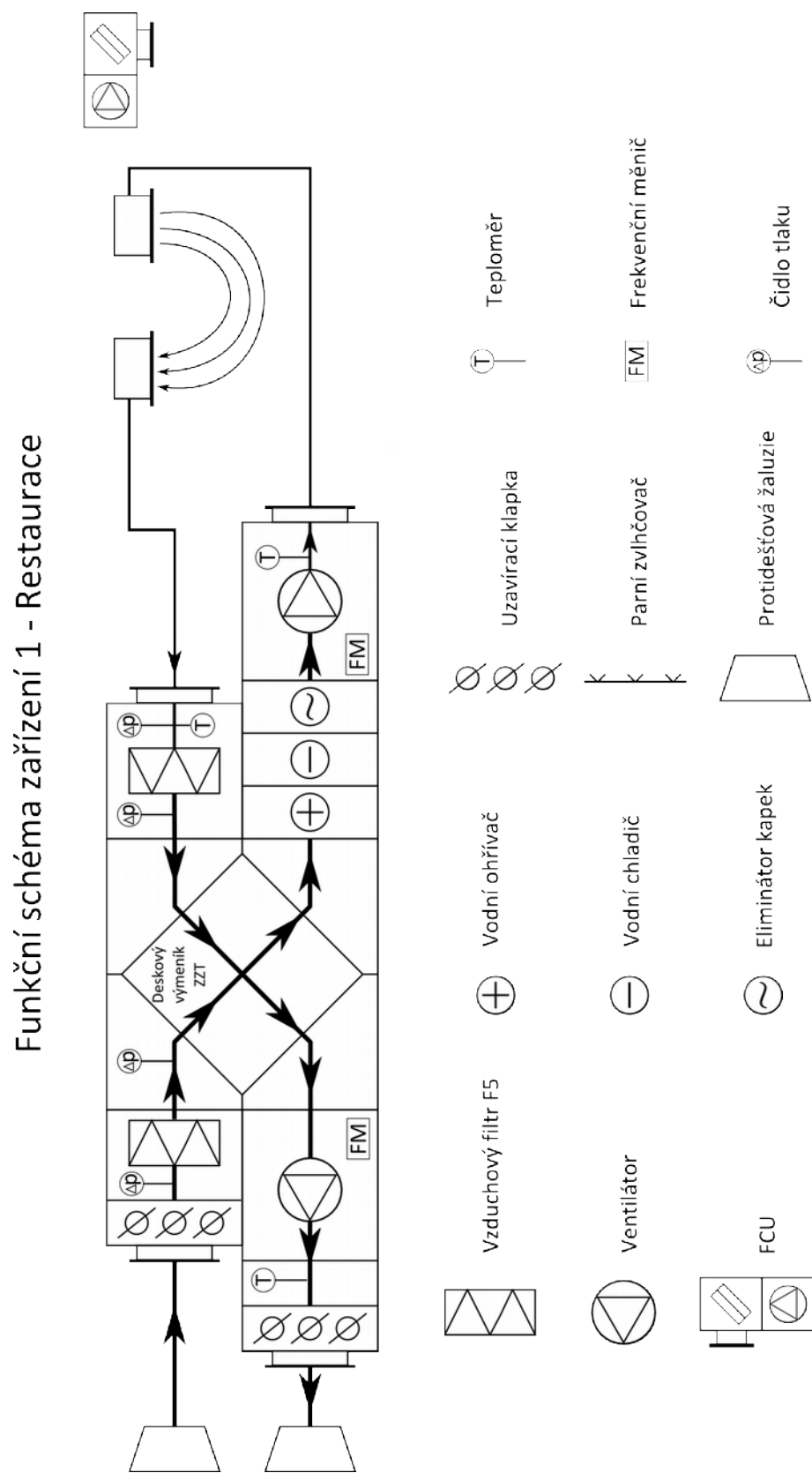
9 Protipožární opatření

- Strojovna vzduchotechniky je samostatný požární úsek
- Všechny konstrukce, které se nachází v požárně dělících konstrukcích budou opatřeny navrženými požárními klapkami, zabraňujícími v případě požáru jeho šíření do dalších úseků.
- Z důvodu komplikovaného napojení, kdy není možné osazení požární klapky na potrubí sání i výfuku, jsou konstrukce procházející požárním úsekem se zvýšeným požárním rizikem opatřeny požární izolací s odolností EI 90.
- Osazené požární klapky ve strojovně vzduchotechniky jsou ovládány ručně a uzavírány teplotně nebo elektromagneticky.

10 Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení

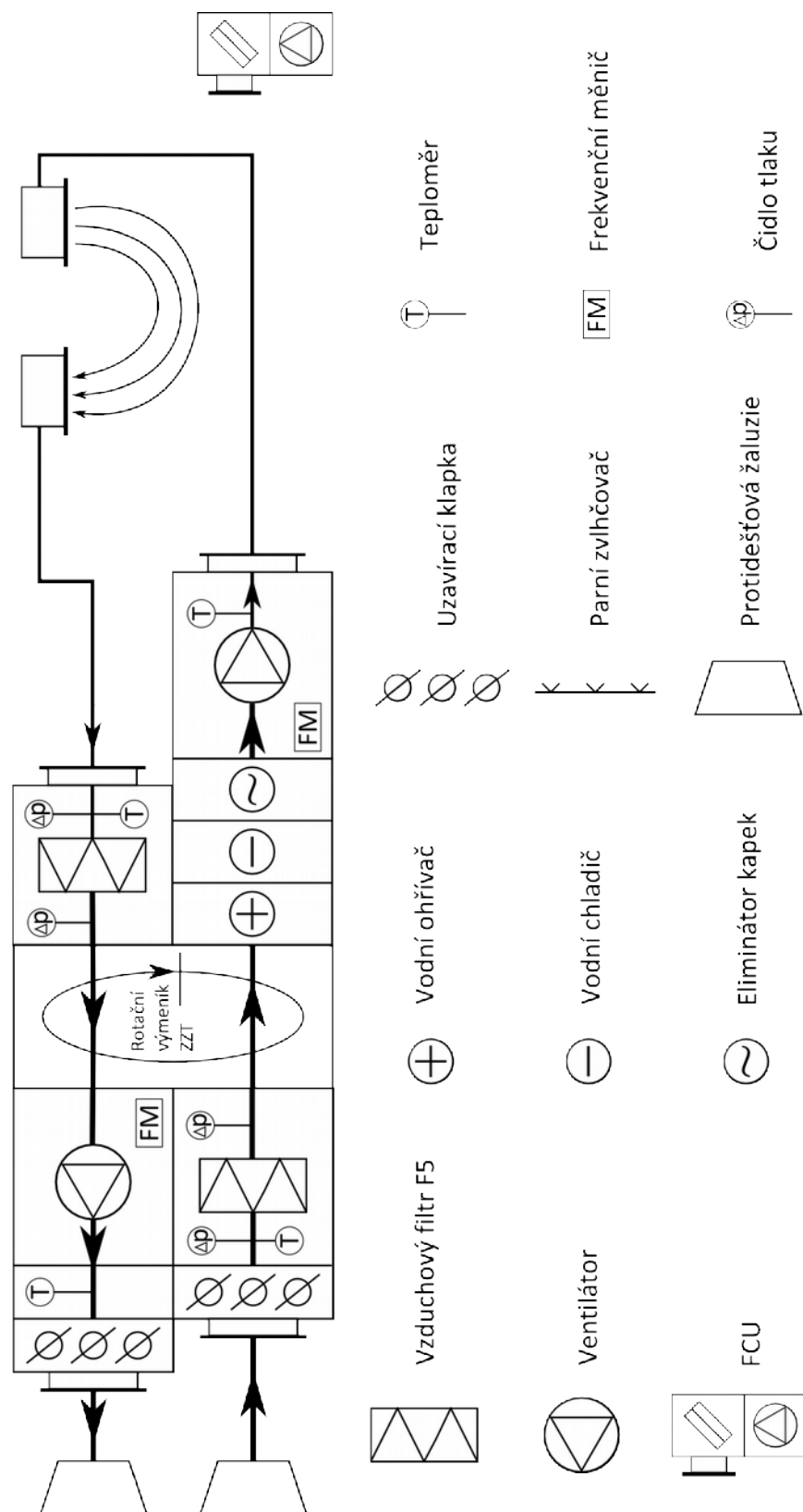
- Realizační firma provede v rámci své dodávky rozpis VZT potrubí pro výrobní a montážní účely.
- Protidešťové žaluzie budou vytvořeny z titanzinkového plechu připravené k případnému nátěru.
- Při montáži požárních klapek budou zajištěny přístupy pro následné revize a ovládání.
- Osazení vnitřních FCU v kazetovém provedení bude realizováno pomocí kovových kotev do stropní konstrukce. Parapetní jednotky jsou bezpečně zapojeny odbornou montážní firmou.
- Připojení koncových elementů pro přívod i odvod zařízení bude provedeno flexibilním kruhovým potrubím
- Montáž všech zařízení bude provedena odbornou montážní firmou. Navržená zařízení budou montována podle montážních předpisů jednotlivých prvků.
- Veškerá zařízení musí být po montáži vyzkoušena a zregulována. Uživatel musí být řádně obeznámen správným užíváním a údržbou zařízení.
- VZT jednotky a FCU jednotky musí být pravidelně kontrolovány a čištěny dle provozního řádu údržby tak, aby byly stále v provozuschopném stavu. Okolí zařízení musí být vždy čisté a přístupné pro snadnou a bezpečnou kontrolu či údržbu. Vizuálně bude hygienická účinnost provozu (filtrační část) jednotlivých VZT zařízení kontrolována jednou týdně, v rámci profese MaR bude kontrolováno zanášení jednotlivých stupňů filtrace (měření tlakové difference filtrů). O kontrolách a údržbě musí být veden záznam a jejich frekvence bude určena v provozním řádu.
- Výměna dílčích prvků VZT zařízení a následné nakládání s nimi bude prováděno dle předpisů jednotlivých výrobců.
- Navržená VZT zařízení budou řízena a regulována systémem měření a regulace MaR. Údržbu a kontrolu nad chodem zařízení budou zajišťovat techničtí pracovníci, kteří budou řádně proškoleni k vykonávání této činnosti.

11 Regulační schéma



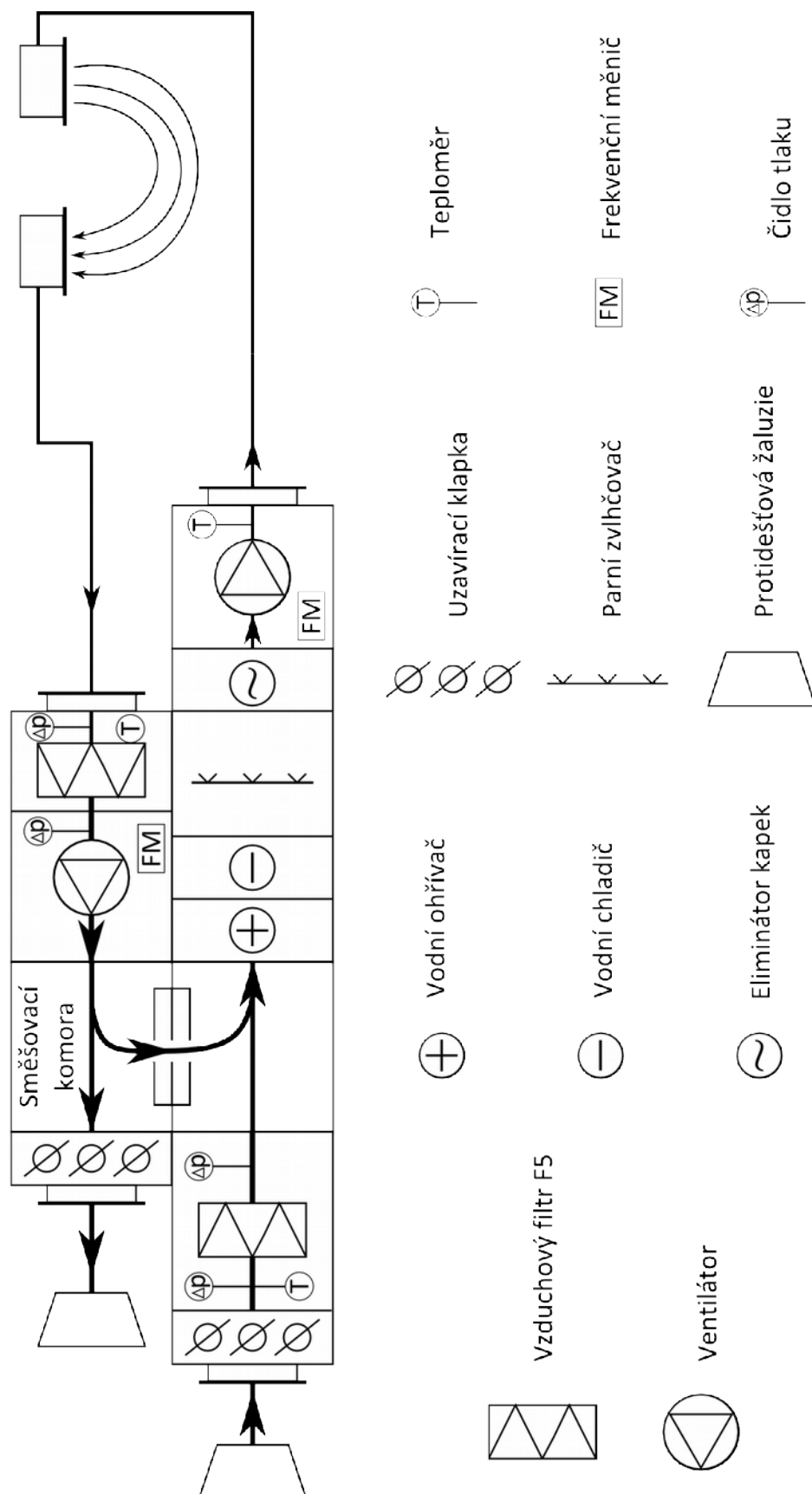
Obrázek 40: Zařízení: 1-Restaurace

Funkční schéma zařízení 2 - Prodejna



Obrázek 41: Zařízení: 2-Prodejna

Funkční schéma zařízení 3 - Sklad



Obrázek 42: Zařízení: 3-Sklad

12 Specifikace zařízení

Tabulka 37: popis tabulky

Zařízení č. 1 - Restaurace				
Ozn.	Výrob.	Popis zařízení	Jedn.	Množ.
1.01	Remak	Sestavná vzduchotechnická jednotka AeroMaster XP pro přívod i odvod vzduchu ve vnitřním provedení pro skladbu: Tlumicí vložky, uzavírací klapky, jednostupňová filtrace F5 na přívodu i odvodu, deskový rekuperátor ZZT-protiproudý, sekce vodního ohříváče, vodního chladiče a eliminátoru kapek, sekce ventilátorů se spinálními skříněmi–dlouhé,	ks	1
1.02	Mart	Kulisový tlumič přívod 560x450/1810mm, šířka kulisy: 100mm, počet kulis: 2	ks	1
1.03	Mart	Kulisový tlumič odvod 560x450/2000mm, šířka kulisy: 100mm, počet kulis: 2	ks	1
1.04	Mart	Kulisový tlumič odvod 1000x500/4000mm, šířka kulisy: 100mm, počet kulis: 4	ks	2
1.05	Mandík	Přívodní vyústka VVM 600 C/V/P/24/R	ks	7
1.06	Mandík	Odvodní vyústka VVM 600 C/V/O/48/R	ks	4
1.07	Mandík	Odvodní talířový ventil TVOM 125	ks	1
1.08	Mandík	Odvodní talířový ventil TVOM 100	ks	4
1.09	Mandík	Odvodní talířový ventil TVOM 80	ks	7
1.10	Mandík	Stěnová mřížka SMM 12,5 600x350 UR/S	ks	3
1.11	Mandík	Protidešťová žaluzie PDZM 1250x800 421	ks	2
1.12	Mandík	Požární klapky přívod/odvod PKTM 90-C 560x400-.20	ks	2
1.13	Elektro-design	Flexibilní potrubí sonoflex Sonoflex Ø 250 mm	bm	13,78
1.14		Flexibilní potrubí sonoflex Sonoflex Ø 150 mm	bm	0,46
1.15		Flexibilní potrubí sonoflex Sonoflex Ø 100 mm	bm	5,32
1.16	Mart	Čtyřhranné ocelové potrubí obvodu		
		1000/90% tvar. dílů	bm	21,8
		1200/50% tvar. dílů	bm	3,3
		1400/50% tvar. dílů	bm	3,7
		1600/35% tvar. dílů	bm	3,6
		1700/50% tvar. dílů	bm	1,6
		1800/20% tvar. dílů	bm	17,0

		1900/40% tvar. dílů	bm	50,6
		3600/75% tvar. dílů	bm	31,8
1.17	Isover	Tepelná izolace Orstech SLP 40 tl. 50mm	m²	35,6
1.18	Isover	Akustická izolace Orstech SLP 40 tl. 60mm	m²	43,1
1.19	Knauf	Požární izolace HTB 660 Alur 80mm – systémové řešení Firestop multi VZT EI90 SQ	m²	87,4

Zařízení č. 2-Prodejna

Ozn.	Výrob.	Popis zařízení	Jedn.	Množ.
2.01	Remak	Sestavná vzduchotechnická jednotka AeroMaster XP pro přívod i odvod vzduchu ve vnitřním provedení pro skladbu: Tlumící vložky, uzavírací klapky, jednostupňová filtrace F5 na přívodu i odvodu, rotačního rekuperátor ZZT, sekce vodního ohřívače, vodního chladiče a eliminátoru kapek, sekce ventilátorů se spinálními skříněmi–dlouhé,	ks	1
2.02	Mart	Kulisový tlumič přívod 500x355/2000mm, šířka kulisy: 100mm, počet kulis: 2	ks	1
2.03	Mart	Kulisový tlumič přívod 500x355/1400mm, šířka kulisy: 100mm, počet kulis: 2	ks	1
2.04	Mandík	Přívodní vyústka VVM 600 C/V/P/24/R	ks	6
2.05	Mandík	Odvodní vyústka VVM 600 C/V/O/48/R	ks	4
2.06	Mandík	Požární klapky přívod PKTM 90-C 450x355-.20	ks	1
2.07	Mandík	Požární klapky odvod PKTM 90-C 500x355-.20	ks	1
2.08	Elektro-design	Flexibilní potrubí sonoflex Sonoflex Ø 250 mm	bm	
2.09		Čtyřhranné ocelové potrubí obvodu		

Zařízení č. 3-Sklad

3.01	Remak	Sestavná vzduchotechnická jednotka AeroMaster XP pro přívod i odvod vzduchu ve vnitřním provedení pro skladbu: Tlumící vložky, uzavírací klapky, jednostupňová filtrace F5 na přívodu i odvodu, směšovací komora, sekce vodního ohřívače, vodního chladiče, zvlhčování a eliminátoru kapek, sekce ventilátorů se spinálními skříněmi–dlouhé,	ks	
3.02	Mart	Kulisový tlumič přívod 500x355/1355mm, šířka kulisy: 100mm, počet kulis: 2	ks	
3.03	Mart	Kulisový tlumič přívod 450x355/2000mm, šířka kulisy: 100mm, počet kulis: 2	ks	1
3.04	Mart	Kulisový tlumič odvod 500x400/1075mm, šířka kulisy: 100mm, počet kulis: 2	ks	1

		100mm, počet kulis: 2		
3.05	Mandík	Přívodní vyústka VNM 2A 400x225 UR/S	ks	6
3.06	Mandík	Odvodní vyústka VNM 1A 620x225 UR/S	ks	3
3.07	Mandík	Požární klapky přívod PKTM 90-C 450x355-.20	ks	1
3.08	Mandík	Požární klapky přívod PKTM 90-C 355x225-.20	ks	1
3.09	Mandík	Požární klapky odvod PKTM 90-C 500x400-.20	ks	1
3.10	Mart	Čtyřhranné ocelové potrubí obvodu		
		1000/25% tvar. dílů	bm	7,6
		1200/35% tvar. dílů	bm	26,7
		1600/50% tvar. dílů	bm	40,5
		1800/80% tvar. dílů	bm	14,08
Zařízení č. 4.1-FCU Restaurace				
4.01	GEA	Cassette-GEKO Big single	ks	2
Zařízení č. 4.2-FCU Prodejna				
4.02	GEA	Flex-GEKO Comfort	ks	4
Zařízení č. 4.3-VC Prodejna				
4.03	GEA	Viento B2	ks	2
Zařízení č. 4.4-Zdroj chladu				
4.04	Trane	CGAN 800	ks	1
Zařízení č. 4.5-Hydraulický modul				
4.05	Trane	HDM 2.2	ks	1

Tabulka místností			údaje o místnosti				tepelná bilance			Parametry větrání		
Zařízení	Číslo místnosti	Místnosti	Plocha	Světlá výška	Objem	Počet osob	Tepelná ztráta	Tepelná zátěž	Vlhkostní zátěž	dávka vzduchu	Přívod vzduchu	Odvod vzduchu
			m ²	m	m ³	osob	kW	kW	g/h	m ³ /osobu	m ³ /h	m ³ /h
1	39	WC-ženy předsálí	6,81	3	20,43	4	1,95	1,77	1738	30	-	150
	40	WC-ženy kabiny	9,22	3	27,66	4				50	-	240
	41	WC-muži předsíň	37,08	3	111,24	3				30	-	90
	42	WC-muži pisoáry	7,94	3	23,82	7				25	-	180
	43	WC-muži kabiny	9,68	3	29,04	3				50	-	180
	44	WC- imobilní osoby	8,39	3	25,17	1				80	-	90
	45	Restaurace	158,49	3	475,47	60	8,15	14,64	5500	50	3500	-
	46	Bar	5,50	3	16,5	10				50	-	2858
2	1	Zádvěří	13,4	3	40,2	-	15,07	30,3	4640	-	-	-
	2	Prodejna	191,67	3	575,01	70				30	2400	-
	8	Hala	82,14	3	246,42	-				-	-	600
	9	Cukrárna	83,11	3	249,33	10				30	-	1800
3	10	Skladovací prostory	307,49	3,55	1091,59	5	13,63	4,68	445	30	3500	3500

Tabulka 38: Tabulka místností

Závěr

Výsledkem této práce je zpracování řešení vzduchotechniky pro zařízení polyfunkčního domu. Navržená klimatizační zařízení splňují nároky kladené na provoz daného typu a charakteru objektu. Zabezpečí v řešených místnostech optimální pohodu prostředí požadovanou platnými předpisy. Všechna užitá zařízení jsou v souladu s platnou legislativou a normami.

Ve výpočtové části byla provedena analýza budovy a návrh příslušných vzduchotechnických zařízení. Byla zpracována jejich projektová dokumentace.

Polyfunkční se nachází v městské části Brno Řečkovice. V bakalářské práci byla rozpracována 3 zařízení tohoto objektu, a to restaurace, prodejna a skladovací hala s řízenou vlhkostí vzduchu.

Seznam použité literatury

- [1] 1-way cassette fan coil MFP-51KM-Q1AA1. *Wakefree.com* [online]. 2013 [cit. 2014-05-29]. Dostupné z: http://www.wakefree.com/pc/home-appliances/home-appliance-parts/way-cassette-fan-coil_569381.htm
- [2] TRANE. *Aquastream 2 102 kW Fluid Chiller: Specification*. 2008.
- [3] RUBINOVÁ, Olga. BT02-TZB III-Vzduchotechnika pro obor S. *VUT Brno, FAST, Ústav technických zařízení budov* [online]. 2013 [cit. 2014-05-25]. Dostupné z: <http://www.fce.vutbr.cz/TZB/rubinova.o/vzt.htm>
- [4] Fan coil - jeho pád nebo renesance. *TZB Info* [online]. 2012 [cit. 2014-05-29]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/klimatizace-a-chlazení/8857-fan-coil-jeho-pad-nebo-renesance>
- [5] Fan-coily. *COMPLETE CZ, spol. s r.o.* [online]. 2014 [cit. 2014-05-29]. Dostupné z: <http://www.completecz.cz/cz/fan-coily>
- [6] FAN-COILY - CHLADENIE. *Dom-ov.sk* [online]. 2013 [cit. 2014-05-29]. Dostupné z: <http://www.dom-ov.sk/technika-budov-tzb/chladienie/fan-coily/>
- [7] Fancoil IVAR produktová řada SLI - vestavný IVAR.SLI DC. *IVAR CS spol. s r. o* [online]. 2014 [cit. 2014-02-24]. Dostupné z: <http://www.ivares.cz/cz/fancoil-ivar-produktova-rada-sli-vestavny-ivar-sli-dc>
- [8] GEA Klimatizační jednotky. *GEA Heat Exchangers* [online]. 2014 [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://www.gealvz.cz/Klimatizacni-jednotky.361.0.html?&L=16&MP=361-7127>
- [9] Chladicí okruh - princip funkce. *Schiessl* [online]. 2014 [cit. 2014-05-29]. Dostupné z: <http://www.schiessl.cz/als04.als.cz/mapa-chladici-okruh-princip-funkce-118>
- [10] Inspekce klimatizačních zařízení - II část. *TZB info* [online]. 2007 [cit. 2014-05-29]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3897-inspekce-klimatizacnich-zarizeni-ii-cast>
- [11] K čemu je dobrá klimatizace v budovách. *TZB Info* [online]. 2007 [cit. 2014-05-29]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/4066-k-cemu-je-dobra-klimatizace-v-budovach>
- [12] K vývoji klimatizace (II). *TZB Info* [online]. 2005 [cit. 2014-05-29]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/2557-k-vyvoji-klimatizace-ii>
- [13] Klimatizace LG MS09SQ Libero E - vnitřní jednotka. *Euro-klimatizace.cz* [online]. 2014 [cit. 2014-05-29]. Dostupné z: <http://www.euro-klimatizace.cz/klimatizace-multi-split-multi-split-inverter/vnitri-jednotky/nastenne-vnitri-jednotky/klimatizace-lg-ms09sq-libero-e-vnitri-jednotka.htm>
- [14] Klimatizace Toshiba RAV-SM 1404 CT-E. *Euro-klimatizace.cz* [online]. 2009 [cit. 2014-05-29]. Dostupné z: <http://www.euro-klimatizace.cz/klimatizace-flexi-podstropni-parapetni/klimatizace-toshiba-rav-sm-1404-ct-e-rav-sm-1403-at-e-podstropni-jednotka-pro-komerční-ucely.htm>
- [15] Nová kazetová jednotka s plochým dekoračním panelem. *TZB Info* [online]. 2013 [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/vzduchotechnicka-zarizeni/10201-nova-kazetova-jednotka-s-plochym-dekoracnim-panelem>
- [16] ŠIKULA, Ondřej. *Ochlazování budov: Přednášky předmětu*. VUT Brno, 2014.
- [17] One-way Cassette Fan Coil Unit. *ECPlaza* [online]. 2014 [cit. 2014-02-23]. Dostupné z: <http://uraux.en.ecplaza.net/one-way-cassette-fan-coil--222748-2070607.html>
- [18] Podstropní/parapetní klimatizace. *E-klimatizace.cz* [online]. 2014 [cit. 2014-02-23]. Dostupné z: http://e-klimatizace.cz/klima2008/kategorie.php?id_kategorie=1007
- [19] MANDÍK. *POŽÁRNÍ KLAPKA PKMN III* [online]. 2013. Dostupné z: <http://www.mandik.cz/>
- [20] THE CHANGING FACE OF THE FAN COIL MARKET. *TROX technik* [online]. 2014

- [cit. 2014-02-24]. Dostupné z: http://www.troxuk.co.uk/uk/company/news/productnews/archive/2009/THE_CHANGING_FACE_OF_THE_FAN_COIL_MARKET_BSEE_JUNE_2009/index.html
- [21] Trane documentation. *TRANE* [online]. 2014 [cit. 2014-05-26]. Dostupné z: <http://www.trane.com/litweb/>
- [22] VRV Heat Recovery. *VRV System* [online]. 2010 [cit. 2014-05-30]. Dostupné z: <http://texas.htseng.com/default/Images/Market%20Expertise/VRV/>
- [23] MANDÍK. *VYÚŠŤ S VÍŘIVÝM VÝTOKEM VZDUCHU VVM* [online]. 2013 [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://www.mandik.cz/>
- [24] GEBAUER, Günter, Olga RUBINOVÁ a Helena HORKÁ. *Vzduchotechnika*. 2. vyd. Brno: ERA, 2007, xx, 262 s. ISBN 978-80-7366-091-8.
- [25] Vzduchotechnika - Seznam produktů. *Acegroup cz* [online]. 2014 [cit. 2014-02-24]. Dostupné z: <http://www.acegroup.cz/index.php?page=reference-galerie>

Seznam použitých zkratk a označení

A	plocha [m ²]
c	měrná tepelná kapacita [J/kgK]
D	útlum akustického výkonu [dB(A)]
d	průměr m
Δp	tlaková ztráta [Pa]
E	délka stínu [m]
f	frekvence [Hz]
h	měrná entalpie [kJ/kg]
h	výška slunce nad obzorem [°]
I ₀	intenzita sluneční radiace [W/m ²]
I _D	intenzita dopadající sluneční radiace [W/m ²]
I _{0,div}	intenzita difúzní radiace [W/m ²]
l	délka [m]
L	délka úseku potrubí [m]
L	hladina akustického tlaku a výkonu [dB(A)]
L _{vent}	hladina akustického výkonu [dB(A)]
L ₁	vlastní hluk vyústky [dB(A)]
m	měrný hmotnostní tok [kg/s]
MaR	měření a regulace
M _w	vodní zisky [g/s]
n _l	počet osob [osoba]

n	výměna vzduchu [hod^{-1}]
O	objem [m^3]
p	tlak [Pa]
P	výkon osvětlení [W/m^2]
Q	směrový součinitel [-]
Q_l	tepelná zátěž [W]
Q_z	tepelná ztráta [W]
r	vzdálenost k posluchači [m]
R	tlaková ztráta [Pa/m]
s	stínící součinitel [-]
S	plocha průřez [m^2]
t_e	teplota exteriéru [$^{\circ}\text{C}$]
t_i	teplota interiéru [$^{\circ}\text{C}$]
t_p	teplota přiváděného vzduchu [$^{\circ}\text{C}$]
U	součinitel prostupu tepla [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]
V	rychlost vzduchu [m/s]
V	objem vzduchu [m^3]
VRV	s proměnným průtokem chladiva
VZT	vzduchotechnika
x	měrná vlhkost [kg/kg]
y	dávka vzduchu [m^3/h]
Z	tlaková ztráta místními odpory [Pa]
γ	azimutový úhel stěny [$^{\circ}$]
δ	sluneční deklinace [$^{\circ}$]
ξ	součinitel vřazeného odporu [-]
λ	součinitel tepelné vodivosti [W/mK]
ρ	objemová hmotnost [kg/m^3]
φ	relativní vlhkost vzduchu [%]
ψ	časové zpoždění [h]
α	sluneční azimut [$^{\circ}$]

Seznam obrázků, tabulek a grafů

Seznam obrázků

Obrázek 1: Základní rozdělení klimatizačních systémů.....	12
---	----

Obrázek 2: Schéma chladicího okruhu (převzato z [9]).....	15
Obrázek 3: Chladivový systém VRV HEREC (převzato z [22]).....	16
Obrázek 4: Dvoutrubkové zapojení (převzato z [16]).....	18
Obrázek 5: Třítrubkové zapojení (převzato z [16]).....	19
Obrázek 6: Čtyřtrubkové zapojení nepřepínací (převzato z [16]).....	19
Obrázek 7: Čtyřtrubkové zapojení přepínací (převzato z [16]).....	19
Obrázek 8: Parapetní provedení FCU s opláštěním (převzato z [8]).....	20
Obrázek 9: Parapetní provedení FCU vestavné (převzato z [8]).....	21
Obrázek 10: Řez parapetním FCU (převzato z [8]).....	21
Obrázek 11: Obrázek proudění nástěnného FCU (převzato z [13]).....	22
Obrázek 12: Nástěnné provedení FCU (převzato z [5]).....	22
Obrázek 13: Obrázek proudění podstropního FCU (převzato z [14]).....	23
Obrázek 14: Podstropní provedení FCU (převzato z [1]).....	23
Obrázek 15: Potrubní provedení FCU (převzato z [6]).....	24
Obrázek 16: Kazetové provedení v rastrovém podhledu.....	25
Obrázek 17: Kazetové provedení FCU jednosměrné (převzato z [1]).....	25
Obrázek 18: Kazetové provedení FCU s kruhovým výfukem (převzato z [8]).....	26
Obrázek 19: Distribuce vzduchu do místnosti (převzato z [16]).....	27
Obrázek 20: Blokovaná chladicí jednotka (převzato z [2]).....	27
Obrázek 21: Blokovaná chladicí jednotka (převzato z [16]).....	28
Obrázek 22: Chladicí jednotka se vzduchem chlazeným odděleným kondenzátorem (převzato z [16]).....	28
Obrázek 23: Chladicí jednotka s vodou chlazeným kondenzátorem (převzato z [16]).....	29
Obrázek 24: Chladicí jednotka s otevřenou chladicí věží (převzato z [16]).....	29
Obrázek 25: Chladicí jednotka s uzavřenou chladicí věží (převzato z [16]).....	29
Obrázek 26: Kazetová jednotka DAIKIN (převzato z [15]).....	30
Obrázek 27: Kazetový čtyřsměrný FCU GEA [8].....	31
Obrázek 28: Dispoziční schéma objektu.....	34
Obrázek 29: Vyúst' s vířivým výtokem vzduchu [23].....	43
Obrázek 30: Odečet tlakových ztrát, hluku a rychlosti v přívodní vířivé vyústce [23].....	44
Obrázek 31: Odečet tlakových ztrát, hluku a rychlosti v odvodní vířivé vyústce [23].....	44
Obrázek 32: Požární klapka čtyřhranná (převzato z [23]).....	46
Obrázek 33: Dimenzační schéma.....	48
Obrázek 34: HX diagram úpravy vzduchu zimní období zařízení 1-Restaurace.....	53
Obrázek 35: Kazetový čtyřtrubkový fancoil GEA Cassette GEKO Big (převzato z [8]).....	54
Obrázek 36: HX diagram úpravy vzduchu zařízení 4.1 FCU Restaurace.....	55
Obrázek 37: Akustický výkon přívodní vyústě VVM 600/C/V/P/24/R [23].....	59
Obrázek 38: Akustický výkon přívodní vyústě VVM 600/C/V/P/48/R [23].....	62
Obrázek 39: Návrh tloušťky tepelné izolace pro přívodní větev zařízení 1-Restaurace.....	66
Obrázek 40: Zařízení: 1-Restaurace.....	79
Obrázek 41: Zařízení: 2-Prodejna.....	80
Obrázek 42: Zařízení: 3-Sklad.....	81
Obrázek 43: HX diagram úpravy vzduchu zařízení 4.2 FCU Prodejna.....	99

Seznam tabulek

Tabulka 1: Průběh oslunění fasád v závislosti na čase (převzato z [3]).....	36
---	----

Tabulka 2: Intenzita sluneční radiace pro denní dobu (převzato z [3]).....	36
Tabulka 3: Určení času výpočtu největší intenzity sluneční radiace.....	36
Tabulka 4: Tepelný zisk sluneční radiací a konvekci pro Jihovýchodní fasádu.....	37
Tabulka 5: Tepelný zisk sluneční radiací a konvekci pro Severovýchodní fasádu.....	38
Tabulka 6: Tepelný zisk sluneční radiací a konvekci pro Severozápadní fasádu.....	38
Tabulka 7: Celková tepelná zátěž okny pro zařízení 1-Restaurace.....	39
Tabulka 8: Tepelná zátěž stěnami pro zařízení 1-Restaurace.....	39
Tabulka 9: Produkce tepla od lidí a od pokrmů pro zařízení 1-Restaurace.....	39
Tabulka 10: Produkce tepla svítidel pro zařízení 1-Restaurace.....	39
Tabulka 11: Celková tepelná zátěž pro zařízení 1-Restaurace.....	40
Tabulka 12: Tepelné zátěže řešených zařízení.....	40
Tabulka 13: Průtoky vzduchu pro zařízení 1-Restaurace.....	41
Tabulka 14: Průtoky vzduchu pro sociální zařízení.....	41
Tabulka 15: Tepelná bilance klimatizačního systému pro zařízení 1-Restaurace.....	42
Tabulka 16: Návrh rozměry a průtoky vířivé vyústě.....	43
Tabulka 17: Návrh rozměrů talířových ventilů [23].....	44
Tabulka 18: Odečet tlakových ztrát, hluku a rychlosti v odvodní talířové vyústce [23].....	45
Tabulka 19: Návrh stěnové mřížky [23].....	45
Tabulka 20: Odečet součinitele místních tlakové ztrát [19].....	47
Tabulka 21: Dimenzační tabulky.....	49
Tabulka 22: Výpočet zařízení 4.1 FCU Restaurace	54
Tabulka 23: Výkonové údaje fancoil GEA Cassette GEKO Big (převzato z [8]).....	56
Tabulka 24: Akustické výkonové údaje fancoil GEA Cassette GEKO Big (převzato z [8])	56
Tabulka 25: Výpočet požadovaného chladicího výkonu pro zdroj chladu.....	57
Tabulka 26: Rozměrové a hmotnostní parametry zařízení 4.4-Zdroj chladu Trane CGAN 800 (převzato z [2]).....	57
Tabulka 27: Výkonové parametry zařízení 4.4-Zdroj chladu Trane CGAN 800 (převzato z [2]).....	58
Tabulka 28: Výpočet hladiny akust. tlaku v místě posluchače zař. 1-Restaurace Přívod.....	59
Tabulka 29: Navržený tlumič hluku pro přívodní potrubí zařízení 1-Restaurace.....	60
Tabulka 30: Navržený tlumič hluku pro přívodní potrubí zařízení 1-Restaurace.....	61
Tabulka 31: Výpočet hladiny akust. tlaku v místě posluchače zař. 1-Restaurace Odvod.....	62
Tabulka 32: Navržený tlumič hluku pro odvodní potrubí zařízení 1-Restaurace.....	63
Tabulka 33: Navržený tlumič hluku pro odvodní potrubí zařízení 1-Restaurace.....	64
Tabulka 34: Výpočet hladiny akust. tlaku v místě posluchače zař. 1-Restaurace FCU.....	65
Tabulka 35: Výpočet celkové hladiny akust. tlaku v místě posluchače zař. 1-Restaurace.	65
Tabulka 36: Vyhodnocení akustických tlaků.....	65
Tabulka 37: popis tabulky.....	82
Tabulka 38: Tabulka místností.....	85

Přílohy

Obsah CD.....	93
Určení doby výpočtu největší sluneční radiace.....	93
Návrh požárních klapek.....	94
Návrh jednotek.....	95
Dimenzování sání a výfuku.....	97

Návrh zařízení 3 – Sklad.....	99
Návrh zařízení 4.2 Parapetní fancoil GEA Flex-GEKO Comfort.....	101
Návrh zařízení 4.3 Vzduchová clona GEA Viento.....	106
Zařízení 4.5-Hydraulický modul Trane HDM 2.2.....	108
Výpočet útlumu hluku zařízení 2-Prodejna.....	109
Výpočet útlumu hluku zařízení 3-Sklad.....	113
Výpočet útlumu hluku zařízení 4-Zdroj chladu do venkovního prostoru.....	117
Výpočet útlumu hluku ve strojovně vzduchotechniky.....	119
Izolace potrubí ve strojovně a přívodech.....	120
Požární izolace potrubí sání a výfuku vzduchu pro VZT.....	121
Návrh tlouštěk izolací přírodních potrubí.....	123

Seznam příloh

Příloha 1: Určení doby výpočtu maximální sluneční radiace zařízení 2-Prodejna	93
Příloha 2: Určení doby výpočtu maximální sluneční radiace zařízení 3-Sklad.....	94
Příloha 3: Návrh jednotek 2- Prodejna.....	95
Příloha 4: Návrh jednotek 3 - Sklad	96
Příloha 5: Dimenzování sání a výfuku.....	97
Příloha 6: Výpočet zařízení 4.2 FCU Prodejna.....	102
Příloha 7: Parapetní fancoil GEA Flex-GEKO Comfort (převzato z [8]).....	102
Příloha 8: Výkonové údaje fancoil GEA Flex-GEKO Comfort (převzato z [8]).....	104
Příloha 9: Návrh vzduchové clony GEA Viento (převzato z [8]).....	105
Příloha 10: Akustické výkonové údaje fancoil GEA Flex-GEKO Comfort (převzato z [8])	106
Příloha 11: Vzduchová clona GEA Viento (převzato z [8]).....	106
Příloha 12: Výkonové parametry zařízení 4.3-VC Prodejna GEA Viento (převzato z [8])	107
Příloha 13: Rozměrové parametry zařízení 4.3-VC Prodejna GEA Viento (převzato z [8])	107
Příloha 14: Zařízení 4.5-Hydraulický modul Trane HDM 2.2 (převzato z [2]).....	108
Příloha 15: Akustický výkon přívodní vyústě VVM 600/C/V/P/24/R (převzato z [23])..	109
Příloha 16: Výpočet hladiny akust. tlaku v místě posluchače zař. 2-Prodejna Přívod.....	109
Příloha 17: Navržený tlumič hluku pro přívodní potrubí zařízení 2-Prodejna.....	110
Příloha 18: Akustický výkon odvodní vyústě VVM 600/C/V/P/48/R (převzato z [23])...	110
Příloha 19: Výpočet hladiny akust. tlaku v místě posluchače zař. 2-Prodejna Odvod.....	111
Příloha 20: Navržený tlumič hluku pro odvodní potrubí zařízení 2-Prodejna.....	112
Příloha 21: Výpočet hladiny akust. tlaku v místě posluchače zař. 2-Prodejna FCU.....	112
Příloha 22: Výpočet celkové hladiny akust. tlaku v místě posluchače zařízení 2-Prodejna	112
Příloha 23: Akustický výkon přívodní vyústě VNM 2A 400x225 UR/S [23].....	113
Příloha 24: Výpočet hladiny akust. tlaku v místě posluchače zařízení 3-Sklad Přívod.....	113
Příloha 25: Navržený tlumič hluku 1 pro odvodní potrubí zařízení 3-Sklad.....	114
Příloha 26: Navržený tlumič hluku 2 pro odvodní potrubí zařízení 3-Sklad.....	114
Příloha 27: Akustický výkon odvodní vyústě VNM 1A 620x225 UR/S [23].....	115
Příloha 28: Výpočet hladiny akust. tlaku v místě posluchače zařízení 3-Sklad Odvod.....	115
Příloha 29: Navržený tlumič hluku pro přívodní potrubí zařízení 3-Sklad.....	116

Příloha 30: Výpočet celkové hladiny akust. tlaku v místě posluchače zařízení 3-Sklad....	116
Příloha 31: Výpočet hladiny akust. tlaku v místě posluchače od sání ve venkovním prostoru.....	117
Příloha 32: Navržený tlumič hluku pro sání vzduchotechnické jednotky.....	117
Příloha 33: Výpočet hladiny akust. tlaku v místě posluchače od výfuku ve venkovním prostoru.....	118
Příloha 34: Výpočet hladiny akust. tlaku v místě posluchače od zařízení 4- Zdroj chladu ve venkovním prostoru.....	118
Příloha 35: Výpočet celkové hladiny akust. tlaku v místě posluchače ve vnějším prostoru.....	118
Příloha 36: Výpočet celkové hladiny akust. tlaku v místě posluchače ve strojovně vzduchotechniky.....	119
Příloha 37: Izolace Isover Orstech SLP 40.....	120
Příloha 38: Knauf Firestop multi VZT EI 90 SQ izolační desky HTB 660 AluR tl. 80 mm [25].....	121
Příloha 39: Souhrnný popis izolační desky HTB 660 AluR tl. 80 mm [25].....	122
Příloha 40: Návrh tloušťky tepelné izolace pro přívodní větev zařízení 2-Prodejna.....	123
Příloha 41: Návrh tloušťky tepelné izolace pro hlavní větev přívodního potrubí 3-Sklad	123
Příloha 42: Návrh tloušťky tepelné izolace pro vedlejší větev přívodního potrubí 3-Sklad	124

Obsah CD

/Text bakalářské práce

složka obsahuje text práce shodný s odevzdanou elektronickou verzí

/Výkresy

složka obsahuje výkresy ve formátu programu *AutoCAD 2014*

Určení doby výpočtu největší sluneční radiace

	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Severovýchodní fasáda	16422	14602	9871	6141	6323	6414	6323	5914	5322	4549	3548
Severozápadní fasáda	599	768	899	998	1068	1083	1068	1037	1667	2465	2772
Střešní část	8605	13098	18455	22118	25194	25194	24399	22118	18455	13720	8605
Suma	17021	15370	10770	7140	7391	7497	7391	6951	6989	7014	6321

Příloha 1: Určení doby výpočtu maximální sluneční radiace zařízení 2-Prodejna

Doba výpočtu pro zařízení 2-Prodejna bude v 7 hodin.

	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Severozápadní fasáda	1482	1900	2223	2469	2640	2678	2640	2564	4122	6098	6858
Suma	1482	1900	2223	2469	2640	2678	2640	2564	4122	6098	6858

Příloha 2: Určení doby výpočtu maximální sluneční radiace zařízení 3-Sklad

Doba výpočtu pro zařízení 3-Sklad bude v 17 hodin.

Návrh požárních klappek

Tlaková ztráta požární klapky PKTM 90-C 450x355-.20 pro přívod vzduchu do prodejny na obdélníkovém průřezu 450 x 355 mm

$$\Delta p = \xi \cdot \rho \cdot (w^2/2) = 0,406 \cdot 1,2 \cdot (4,173^2/2) = 4,242 \text{ Pa}$$

Δp [Pa] tlaková ztráta

w [m/s] rychlost proudění vzduchu ve jmenovitém průřezu klapky $w = 4,173$ m/s

ξ [-] součinitel místní tlakové ztráty pro průřez 450 x 355 mm $\xi = 0,406$

viz Tabulka 20

Tlaková ztráta požární klapky PKTM 90-C 500x355-.20 pro odvod vzduchu do prodejny na obdélníkovém průřezu 500 x 355 mm

$$\Delta p = \xi \cdot \rho \cdot (w^2/2) = 0,395 \cdot 1,2 \cdot (3,756^2/2) = 3,343 \text{ Pa}$$

$w = 3,756$ m/s, průřez 500 x 355 mm $\xi = 0,395$ viz Tabulka 20

Tlaková ztráta požární klapky PKTM 90-C 450x355-.20 pro přívod vzduchu do skladu na obdélníkovém průřezu 450 x 355 mm

$$\Delta p = \xi \cdot \rho \cdot (w^2/2) = 0,406 \cdot 1,2 \cdot (4,062^2/2) = 4,019 \text{ Pa}$$

$w = 4,062$ m/s, pro průřez 450 x 355 mm $\xi = 0,406$, viz Tabulka 20

Tlaková ztráta požární klapky PKTM 90-C 355x250-.20 pro přívod vzduchu do skladu na obdélníkovém průřezu 355 x 225 mm

$$\Delta p = \xi \cdot \rho \cdot (w^2/2) = 0,713 \cdot 1,2 \cdot (4,062^2/2) = 7,058 \text{ Pa}$$

$w = 4,062$ m/s, průřez 355 x 250 mm $\xi = 0,713$, viz Tabulka 20

Tlaková ztráta požární klapky PKTM 90-C 500x400-.20 pro odvod vzduchu do skladu na obdélníkovém průřezu 500 x 400 mm

$$\Delta p = \xi \cdot \rho \cdot (w^2/2) = 0,346 \cdot 1,2 \cdot (4,861^2/2) = 4,906 \text{ Pa}$$

$w = 4,861 \text{ m/s}$, průřez 500 x 400 mm $\xi = 0,346$, viz Tabulka 20

Návrh jednotek

Základní větev přívodního potrubí 2-Prodejna										
Číslo úseku	V m³/h	L m	v' m/s	S m²	Výška x Šířka mm x mm	v m/s	R Pa/m	ξ -	Z Pa	Z + (R x L) Pa
1	400	4,206	3,00	0,037	250 x 160	2,778	0,593	0,8	3,704	6,198
2	800	3,050	3,25	0,068	250 x 280	3,175	0,523	0,3	1,814	3,409
3	1200	3,050	3,40	0,098	280 x 355	3,353	0,451	0,3	2,024	3,400
4	1600	0,550	3,60	0,123	315 x 400	3,527	0,424	0,3	2,240	2,473
5	2000	1,345	3,80	0,146	315 x 450	3,919	0,481	0,6	5,530	6,177
6	2400	18,272	4,00	0,167	355 x 450	4,173	0,495	2,4	25,078	34,123
Tlaková ztráta potrubí pc=										55,779
Tlaková ztráta koncové vyústky činí pc=										11,500
Tlaková ztráta flexo potrubí pc=										1,000
Tlaková ztráta tlumiče hluku pc=										11,000
Tlaková ztráta požární klapky pc=										4,242
SUMA tlakových ztrát přívodní větve do Prodejny=										83,522

Základní větev odvodního potrubí 2-Prodejna										
Číslo úseku	V m³/h	L m	v' m/s	S m²	Výška x Šířka mm x mm	v m/s	R Pa/m	ξ -	Z Pa	Z + (R x L) Pa
1	600	2,025	3	0,056	250 x 225	2,963	0,526	0,6	0,000	1,065
2	1200	4,564	3,25	0,103	280 x 355	3,353	0,451	1,2	8,097	10,155
3	1800	0,550	3,5	0,143	315 x 450	3,527	0,396	0,6	4,479	4,697
4	2400	9,923	3,75	0,178	355 x 500	3,756	0,385	1,8	15,235	19,055
Tlaková ztráta potrubí pc=										34,973
Tlaková ztráta koncové vyústky činí pc=										20,000
Tlaková ztráta flexo potrubí pc=										1,000
Tlaková ztráta tlumiče hluku pc=										9,000
Tlaková ztráta požární klapky pc=										3,343
SUMA tlakových ztrát odvodní větve do Prodejny=										68,316

Příloha 3: Návrh jednotek 2- Prodejna

Základní větev přívodního potrubí 3-Sklad

Číslo úseku	V m³/h	L m	v' m/s	S m²	Výška x Šířka mm x mm	v m/s	R Pa/m	ξ -	Z Pa	Z + (R x L) Pa
1	584	4,625	3,50	0,046	180 x 280	3,219	0,678	0,8	4,973	8,109
2	1168	4,750	3,75	0,087	250 x 355	3,656	0,574	0,3	2,406	5,132
3	1752	4,750	4,00	0,122	315 x 400	3,862	0,505	0,3	2,685	5,084
4	2336	34,743	4,25	0,153	355 x 450	4,062	0,472	1,5	14,849	31,248
5(4+7)	3500	2,381	5,00	0,194	355 x 560	4,890	0,592	1,5	21,525	22,934
Tlaková ztráta potrubí pc=										72,507
Tlaková ztráta koncové vyústky činí pc=										8,000
Tlaková ztráta tlumiče hluku pc=										39,000
Tlaková ztráta požární klapky pc=										4,019
SUMA tlakových ztrát přívodní větve do Skladu =										123,526

Vedlejší větev přívodního potrubí 3-Sklad

Číslo úseku	V m³/h	L m	v' m/s	S m²	Výška x Šířka mm x mm	v m/s	R Pa/m	ξ -	Z Pa	Z + (R x L) Pa
6	584	3,000	3,50	0,046	180 x 280	3,219	0,504	0,8	4,973	6,485
7	1168	16,360	4,25	0,076	225 x 355	4,062	0,448	0,3	2,970	10,299
Tlaková ztráta potrubí pc=										16,784
Tlaková ztráta koncové vyústky činí pc=										7,000
Tlaková ztráta tlumiče hluku pc=										18,000
Tlaková ztráta požární klapky pc=										7,058
SUMA tlakových ztrát přívodní větve do Skladu =										48,842

Základní větev odvodního potrubí 3-Sklad

Číslo úseku	V m³/h	L m	v' m/s	S m²	Výška x Šířka mm x mm	v m/s	R Pa/m	ξ -	Z Pa	Z + (R x L) Pa
1	1167	5,625	3,50	0,093	280 x 355	3,261	0,430	0,8	5,105	7,524
2	2334	5,750	4,25	0,153	355 x 450	4,058	0,472	0,3	2,965	5,679
3	3500	11,701	5,00	0,194	400 x 500	4,861	0,570	2,1	29,774	36,444
Tlaková ztráta potrubí pc=										49,646
Tlaková ztráta koncové vyústky činí pc=										5,500
Tlaková ztráta tlumiče hluku pc=										12,000
Tlaková ztráta požární klapky pc=										4,906
SUMA tlakových ztrát přívodní větve do Skladu =										72,052

Příloha 4: Návrh jednotek 3 - Sklad

Dimenzování sání a výfuku

Základní větev přívodního potrubí **Sání vzduchu z exteriéru**

Číslo úseku	V m³/h	L m	v' m/s	S m²	Výška x Šířka mm x mm	v m/s	R Pa/m	ξ -	Z Pa	Z + (R x L) Pa
1	3500	3,756	4,25	0,229	450 x 500	4,321	0,421	0,9	10,082	11,664
2	5900	2,125	4,00	0,410	560 x 710	4,122	0,273	0,3	3,058	3,638
3	7650	25,091	3,75	0,567	560 x 1000	3,795	0,197	3,6	31,103	36,045
Tlaková ztráta potrubí pc=										51,347
Tlaková ztráta tlumiče hluku pc=										30,000
Tlaková ztráta koncové žaluzie pc=										7,000
SUMA tlakových ztrát přívodní větve z exteriéru =										88,347

2*	2400	0,904	4,25	0,157	400 x 400	4,167	0,488	0,3	3,125	3,566
SUMA tlakových ztrát přívodní větve z exteriéru =										80,250
3*	1750	0,500	4,00	0,122	355 x 355	3,857	0,496	0,3	2,678	2,926
SUMA tlakových ztrát přívodní větve z exteriéru =										75,972

Základní větev odvodního potrubí **Výfuk vzduchu do exteriéru**

Číslo úseku	V m³/h	L m	v' m/s	S m²	Výška x Šířka mm x mm	v m/s	R Pa/m	ξ -	Z Pa	Z + (R x L) Pa
1	1750	3,798	4,25	0,114	315 x 355	4,347	0,666	0,9	10,204	12,734
2	4150	2,219	4,00	0,288	500 x 560	4,117	0,336	0,3	3,051	3,797
3	7650	6,640	3,75	0,567	560 x 1000	3,795	0,197	1,7	14,687	15,995
Tlaková ztráta potrubí pc=										32,526
Tlaková ztráta tlumiče hluku pc=										24,000
Tlaková ztráta koncové žaluzie pc=										7,000
SUMA tlakových ztrát odvodní větve do exteriéru =										63,526

3*	3500	3,342	4,00	0,243	450 x 560	3,858	0,321	0,9	8,038	9,110
SUMA tlakových ztrát přívodní větve z exteriéru =										56,106
2*	2400	1,220	4,25	0,157	315 x 500	4,233	0,524	0,8	8,600	9,239
SUMA tlakových ztrát přívodní větve z exteriéru =										60,031

Příloha 5: Dimenzování sání a výfuku

Návrh zařízení 2 – Prodejna

Císlo zařízení 04 Název zařízení VZT Prodejna 2

Druh, rozměr AeroMaster XP 04
Model box AMXP3
Hmotnost zařízení 641 kg

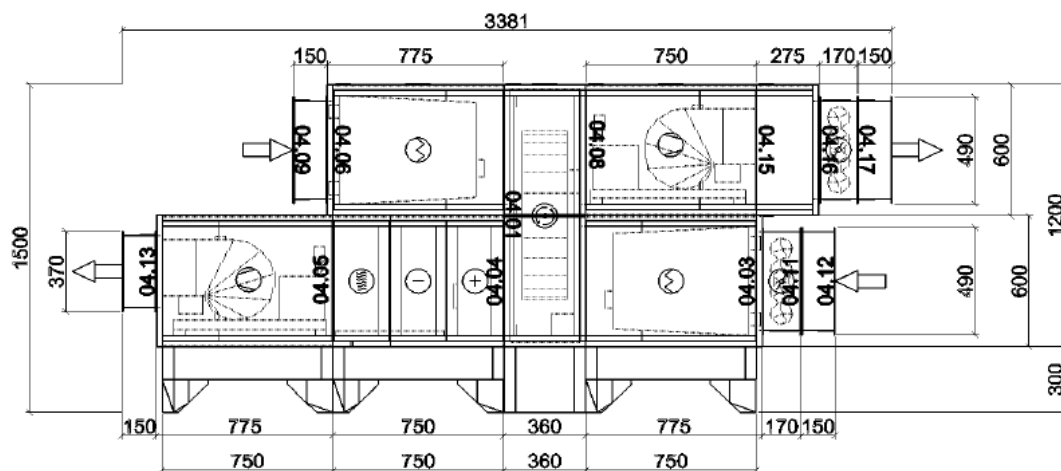
Vzduchové parametry zařízení (přívod/odvod)

Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	2400 / 2400	Tlaková ztráta komponentů v sestavě [Pa]	421 / 253
Rychlost v průřezu [m/s]	2.43 / 2.43	Výstupní teplota z přívodu (zima/léto) [°C]	21 / 24
Skutečná externí tlaková ztráta (rezerva) [Pa]	277 / 218	Výstupní relativní vlhkost z přívodu (zima/léto) [%]	25 / 49
Rozdíl (k zaregulování) [Pa]	+110 / +80		

Hlukové parametry zařízení

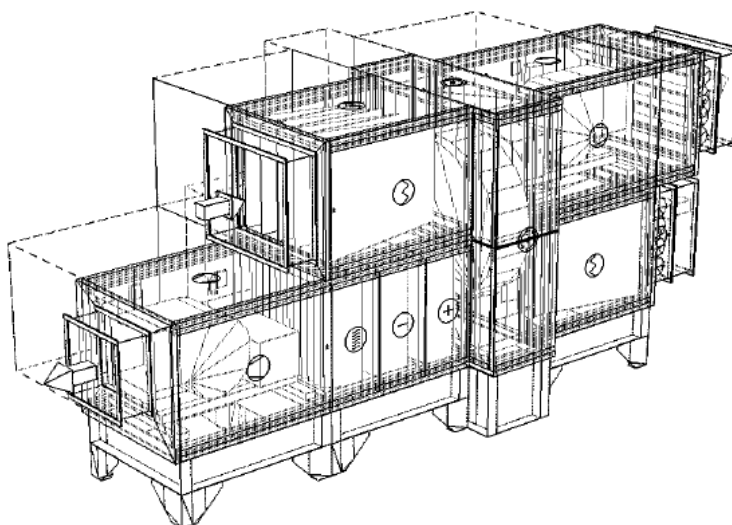
Přívod		Hladiny akustického výkonu v oktafóvých pásmech $L_{w,dB(A)}$ a celková hladina $L_{w,dB(A)}$							
Oktávové pásmo		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Vstup		49.8	63.3	72.7	68.6	65.3	64.9	58.4	52.0
Výstup		53.9	67.3	78.5	76.1	77.5	80.0	76.4	71.0
Okolí		45.8	50.2	58.6	48.6	47.6	49.7	47.1	37.8

Odvod		Hladiny akustického výkonu v oktafóvých pásmech $L_{w,dB(A)}$ a celková hladina $L_{w,dB(A)}$							
Oktávové pásmo		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Vstup		45.0	62.5	68.2	65.9	67.9	65.9	62.1	55.5
Výstup		47.4	65.0	70.8	69.7	72.8	73.9	71.1	65.5
Okolí		41.0	49.4	53.1	43.9	45.2	45.7	43.8	34.3



Grafický pohled
Zařízení
Obrysové rozměry

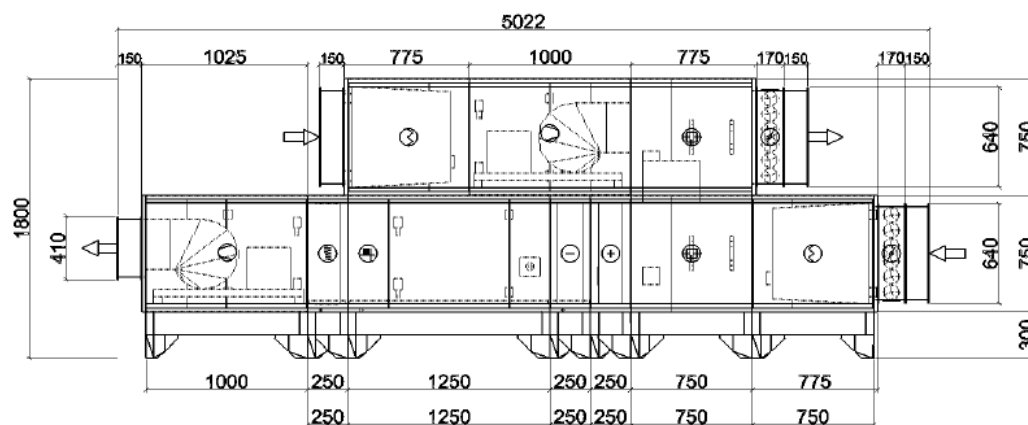
Axonometrie XYZ zepředu
04 - VZT Prodejna 2
X = 3380 mm, Y = 1547 mm, Z = 1500 mm



04.01 Sekce rotačního rekuperátoru			XPXR 04/0	
Hmotnost (+/-10%) [kg]	156		Teplota [°C]	20.0
Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech		Relativní vlhkost [%]	60
Servisní přístup	Zprava		<u>Výstupní parametry odvodního vzduchu</u>	
Typ výměníku	Teplotní		<u>Zima</u>	<u>Léto</u>
Výška vlny / šířka rotoru	1,9 / 200 mm		Teplota [°C]	1.6
Provozovat v období	Zima i léto		Relativní vlhkost [%]	100
<u>Vstupní parametry přívodního vzduchu</u>	<u>Zima</u>	<u>Léto</u>	<u>Výkonové parametry</u>	
Teplota [°C]	-12.0	29.0	Teplotní účinnost [%]	73
Relativní vlhkost [%]	95	37	Vlhkostní účinnost [%]	34
<u>Výstupní parametry přívodního vzduchu</u>	<u>Zima</u>	<u>Léto</u>	Citelný výkon [kW]	20.0
Teplota [°C]	11.3	25.4	Vázaný výkon [kW]	5.7
Relativní vlhkost [%]	46	45	Celkový výkon [kW]	25.6
<u>Vstupní parametry odvodního vzduchu</u>	<u>Zima</u>	<u>Léto</u>	Výkon motoru [W]	90
- Regulátor otáček FIA-L37/REG - Souprava teplotních čidel PTS 320				
04.04 Sekce ohřívače, chladiče, eliminátor			XPQD 04/V	
Hmotnost (+/-10%) [kg]	81		Servisní přístup	Zprava
Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech			
• Vodní ohřívač XPNC 04/1R				
Dimenzovat na podmínky	Zima		<u>Výstupní parametry vzduchu</u>	<u>Zima</u>
Teplonosné medium	Voda		Teplota [°C]	21.0
Aktivovat návrh atyp.funkce	Ne		Relativní vlhkost [%]	25
Vstupní teplota média [°C]	90		Výstupní teplota média (skutečná) [°C]	44
<u>Vstupní parametry vzduchu</u>	<u>Zima</u>	<u>Léto</u>	Topný výkon (skutečný) [kW]	8.0
Teplota [°C]	11.3	25.4	Průtok teplonosného média [m³/h]	0.15
Relativní vlhkost [%]	46	45	Tlaková ztráta média [kPa]	1.2
• Směšovací uzel SUMX 1 (1)				
• Vodní chladič XPND 04/1R				
Dimenzovat na podmínky	Léto		<u>Výstupní parametry vzduchu</u>	<u>Zima</u>
Teplonosné medium	Voda		Teplota [°C]	21.0
Aktivovat návrh atyp.funkce	Ne		Relativní vlhkost [%]	25
Vstupní teplota média [°C]	6		Výstupní teplota média (skutečná) [°C]	17
<u>Vstupní parametry vzduchu</u>	<u>Zima</u>	<u>Léto</u>	Chladičí výkon [kW]	1.1
Teplota [°C]	21.0	25.4	Průtok teplonosného média [m³/h]	0.08
Relativní vlhkost [%]	25	45	Tlaková ztráta média [kPa]	0.6
• Směšovací uzel chladiče SUMX 1 (1)				
• Eliminátor kapek XPNU 04				
• Protimrazové čidlo NS 130 R				
• Doplněková protimrazová ochrana CAP 3M				
• Souprava pro odvod kondenzátu XPOO 300				
04.05 Sekce ventilátoru			XPAA 04/P-S	
Hmotnost (+/-10%) [kg]	88		Servisní přístup	Zprava
Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech			
- Panel čelní - výtlak XPK 04/A - Montážní sada panelu XPK 04/A (MSP) - Ventilátor XPVA 200-125/100-1,5-J2 (IE1)				
Statický tlak [Pa]	699		Pracovní frekvence [Hz]	50
Výkon ventilátoru [kW]	1.21		Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz
Elektrický příkon [kW]	1.58		Proud max. [A]	3.26
Rychlost v průřezu [m/s]	2.42		Termokontakty	Ano
Dimenzovat na výkonový stupeň	5		Třída účinnosti motoru	IE1
- Regulátor výkonu XPFM 1.5 (IP21) - Snímač tlakové difference P33 V (20 - 200 Pa)				

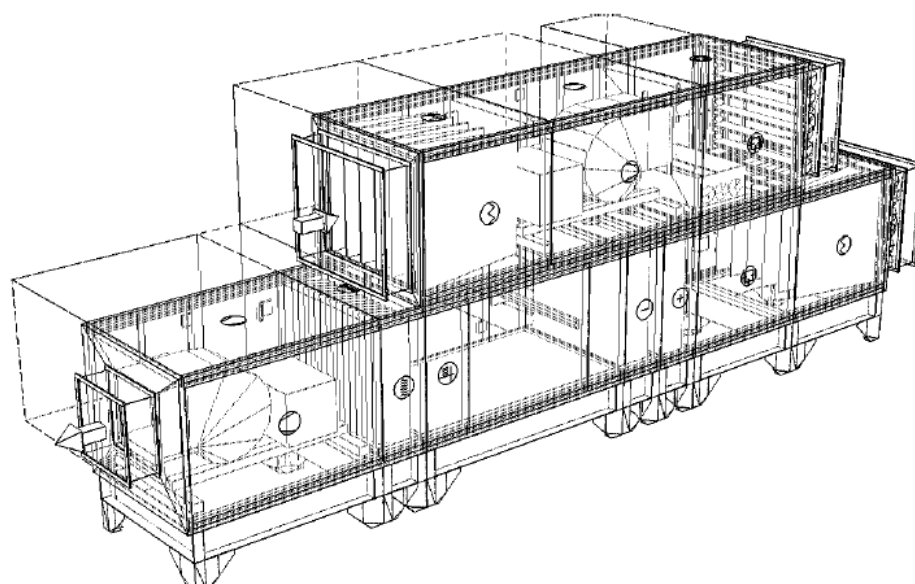
Návrh zařízení 3 – Sklad

Číslo zařízení	05	Název zařízení	VZT Sklad 3	Druh, rozměr	AeroMaster XP 06				
				Model box	AMXP3				
				Hmotnost zařízení	1 020 kg				
Vzduchové parametry zařízení (přívod/odvod)									
Skutečný průtok vzduchu [m³/h]		3500 / 3500	Tlaková ztráta komponentů v sestavě [Pa]		310 / 222				
Rychlost v průřezu [m/s]		2.14 / 2.14	Výstupní teplota z přívodu (zima/léto) [°C]		21 / 24				
Skutečná externí tlaková ztráta (rezerva) [Pa]		221 / 180	Výstupní relativní vlhkost z přívodu (zima/léto) [%]		55 / 48				
Rozdíl (k zaregulování) [Pa]		+21 / +35							
Hlukové parametry zařízení									
Přívod									
Hladiny akustického výkonu v oktavových pásmech $L_{w,okt}$ [dB(A)] a celková hladina L_{wA} [dB(A)]									
Oktaové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	L_{wA}
Vstup	52.9	65.4	66.5	74.8	71.6	68.5	59.7	50.0	77.8
Výstup	55.7	66.6	70.0	79.4	82.6	85.1	76.7	66.0	88.2
Okolí	46.9	51.3	50.4	52.8	49.9	49.3	44.4	30.8	58.4
Odvod									
Hladiny akustického výkonu v oktavových pásmech $L_{w,okt}$ [dB(A)] a celková hladina L_{wA} [dB(A)]									
Oktaové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	L_{wA}
Vstup	53.5	64.8	64.3	67.1	71.7	67.8	64.1	56.3	75.4
Výstup	52.1	63.7	63.0	67.5	72.5	70.7	68.1	60.3	76.7
Okolí	47.5	49.7	46.2	42.1	45.0	42.6	40.8	29.1	54.3



Grafický pohled
Zařízení
Obrysové rozměry

Axonometrie XYZ zepředu
05 - VZT Sklad 3
X = 5021 mm, Y = 1650 mm, Z = 1800 mm



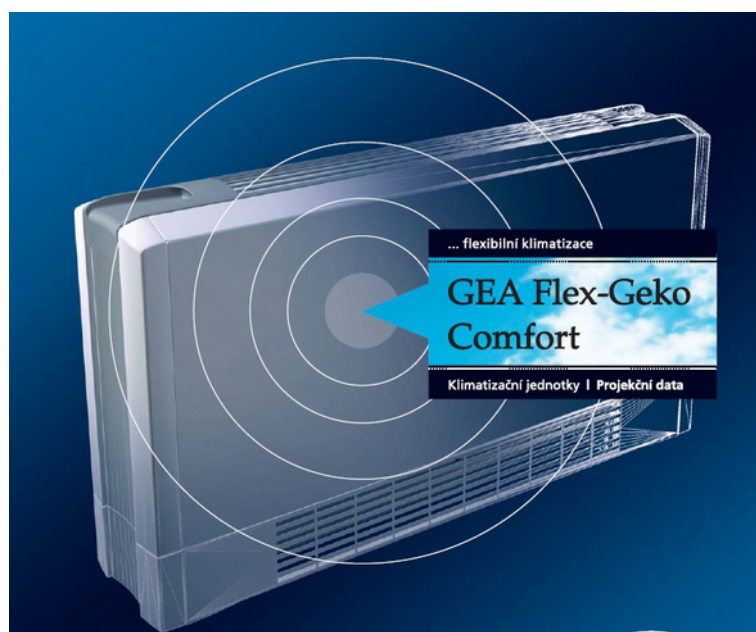
05.06 Sekce filtru		XPHO 06/D		
Hmotnost (+-10%) [kg]	75	Servisní přístup	Zleva	
Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech			
• Panel čelní - vstup XPK 06/P • Montážní sada panelu XPK 06/P (MSP) • Filtrační vložka XPNH 06/5				
Třída filtrace	M5			
• Snímač tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa)				
05.05 Sekce ventilátoru		XPAA 06/P		
Hmotnost (+-10%) [kg]	127	Servisní přístup	Zleva	
Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech			
• Panel čelní - výtlak XPM 06/A • Ventilátor XPVA 250-150/140-1,1-J4 (IE1)				
Statický tlak [Pa]	401	Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz	
Výkon ventilátoru [kW]	0.94	Proud max. [A]	2.71	
Elektrický příkon [kW]	1.27	Termokontakty	Ano	
Dimenzovat na výkonový stupeň	5	Třída účinnosti motoru	IE1	
Pracovní frekvence [Hz]	50			
• Regulátor výkonu XPFM 1.5 (IP54) • Snímač tlakové difference P33 V (20 - 200 Pa)				
05.08 Sekce směšování		XPID 06/R		
Hmotnost (+-10%) [kg]	76	<u>Vstupní parametry vzduchu</u>	<u>Zima</u>	<u>Léto</u>
Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech	Teplota [°C]	15.0	20.0
Servisní přístup	Zleva	Relativní vlhkost [%]	50	50
Teplota vstupního vzduchu (zima) [°C]	10.0	<u>Výstupní parametry vzduchu</u>	<u>Zima</u>	<u>Léto</u>
Relativní vlhkost vstupního vzduchu (zima) [%]	60.0	Teplota [°C]	15.0	20.0
Teplota vstupního vzduchu (léto) [°C]	30.0	Relativní vlhkost [%]	50	50
Relativní vlhkost vstupního vzduchu (léto) [%]	35.0			
• Panel čelní - výstup XPK 06/P • Montážní sada panelu XPK 06/P (MSP) • Servopohon NM 24A-SR				

Návrh zařízení 4.2 Parapetní fancoil GEA Flex-GEKO Comfort

Návrh čtyřtrubkového parapetního fancoilu GEA Flex-GEKO Comfort

4.2 FCU Prodejna				
Vnitřní relativní vlhkost	$\varphi_i =$	43	[%]	
vnější relativní vlhkost	$\varphi_e =$	40	[%]	
teplota vnitřní léto	$t_i =$	24	[°C]	
teplota vnější	$t_e =$	29	[°C]	
tepelná kapacita vzduchu	$c =$	1,01	[kJ/(kg*K)]	
hustota vzduchu	$\rho =$	1,2	[kg/m³]	
Rozdíl teplot přív. vzduchu	$\Delta t =$	7	[°C]	
průtok vzduchu VZT	$V_{VZT} =$	2400	[m³/hod]	
vodní zisky	$M_w =$	4650	[g/hod]	
vodní zisky pobrané VZT 2/3	$M_{w,VZT} =$	1750	[g/hod]	
vodní zisky pobrané FCU 1/3	$M_{w,FCU} =$	2900	[g/hod]	
zátěž k pokrytí FCU	$Q =$	16,41	[kW]	
Počet FCU	$n =$	4	[ks]	
Výkon FCU	$P_{FCU} =$	4,8	[kW]	
průtok vzduchu FCU	$V_{FCU} =$	980	m³/hod	
Změna enthalpie	$\Delta h = (P_{FCU} * 1000 * 3600) / (V_{FCU} * \rho) =$	14,7	kJ/K	
Odvhlčení VZT	$\Delta X_{VZT} = M_{w,VZT} / (\rho * V_{VZT}) =$	0,6	g/kg	
Odvhlčení FCU	$\Delta X_{FCU} = M_{w,FCU} / (\rho * n * V_{FCU}) =$	0,6	g/kg	

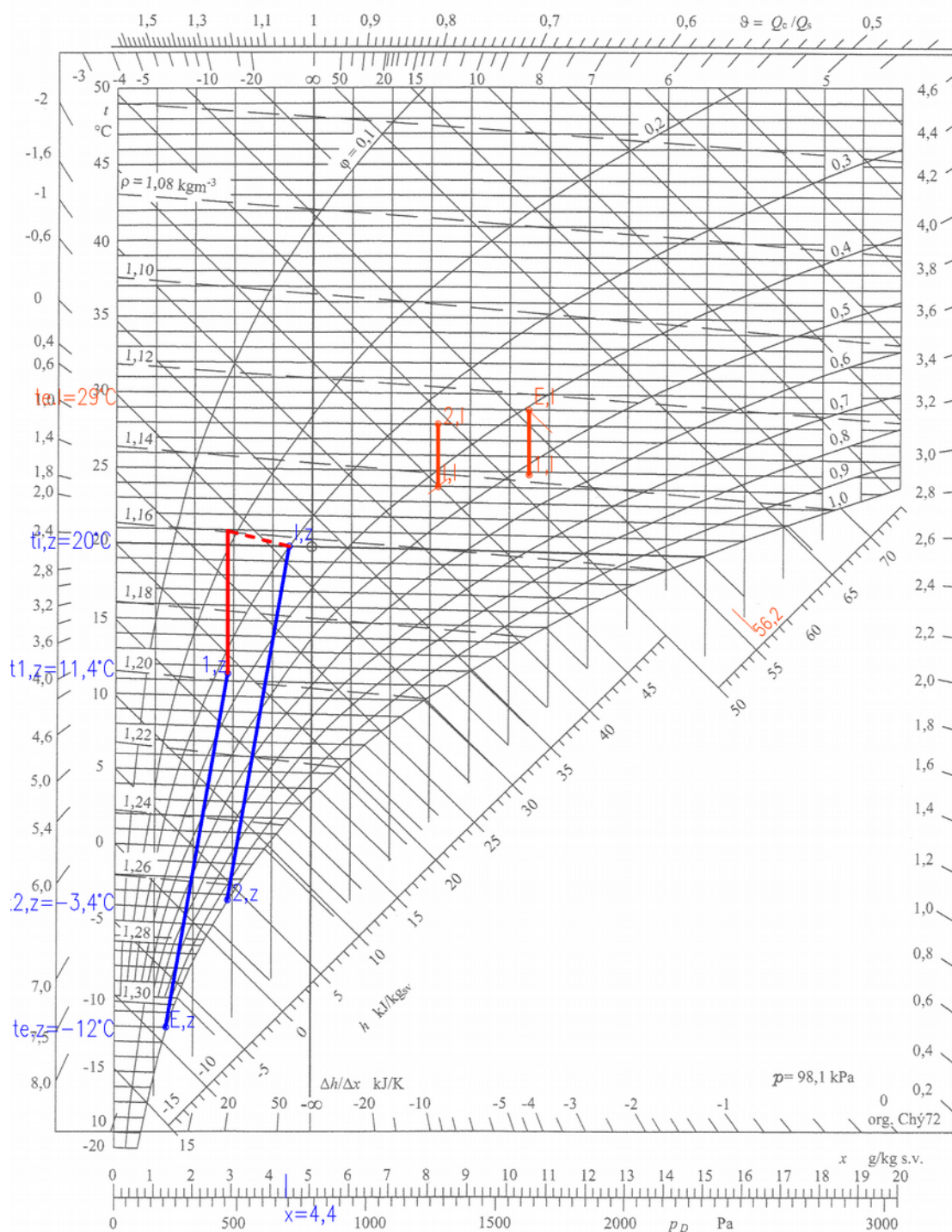
Příloha 6: Výpočet zařízení 4.2 FCU Prodejna



Příloha 7: Parapetní fancoil GEA Flex-GEKO Comfort (převzato z [8])

Grafické znázornění teplotních úprav zařízení 4.2 FCU Prodejna

Mollierův $h - x$ ($i - x$) diagram



Obrázek 43: HX diagram úpravy vzduchu zařízení 4.2 FCU Prodejna

Oběh - chlazení a topení

4-trubkový systém, chladicí a topná voda

Velikost 1 až 8

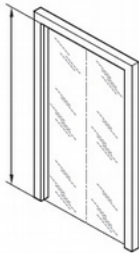
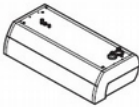
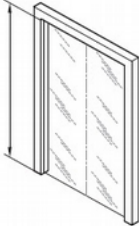
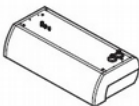
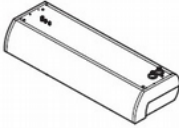
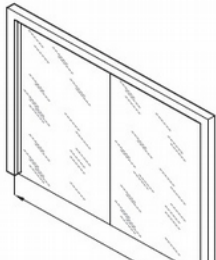
PKW 6/12 °C PWW 70/50 °C Klima

$t_{L1} = +27\text{ °C}$ $t_{L1} = +20\text{ °C}$

$\phi_1 = 46\text{ \% r.v.}$

Velikost	Stupně otáček ++	Množství vzduchu m ³ /h	Výkonová řada 1				Výkonová řada 2				5-stupň. motor		3-stupň. motor s předř. odporem	
			Chladicí výkon	Tlaková ztráta	Topný výkon	Tlaková ztráta	Chladicí výkon	Tlaková ztráta	Topný výkon	Tlaková ztráta	Akustický výkon	Akustický tlak *	Akustický výkon	Akustický tlak *
			Q _K kW	Δp _K kPa	Q _H kW	Δp _H kPa	Q _K kW	Δp _K kPa	Q _H kW	Δp _H kPa	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
6	1	425	2,8	7,7	2,9	3,2	2,7	1,2	2,7	0,7	33	24	36	28
	2	555	3,4	11,0	3,4	4,3	3,5	1,8	3,1	0,9	39	31	41	32
	3	745	4,1	15,4	4,0	5,7	4,4	2,9	3,8	1,3	46	38	48	39
	4	980	4,8	20,5	4,6	7,5	5,4	4,1	4,4	1,8	55	47	56	47
	5	1295	5,7	27,2	5,3	9,5	6,4	5,7	5,1	2,3	62	54	62	53
7	1	455	3,2	10,2	3,2	4,4	3,1	1,6	3,0	0,9	33	24	36	27
	2	575	3,8	14,1	3,7	5,6	3,8	2,4	3,5	1,2	38	30	41	33
	3	765	4,5	19,8	4,3	7,4	4,9	3,8	4,1	1,7	46	38	48	40
	4	1020	5,4	26,9	5,1	9,9	6,0	5,4	4,9	2,3	54	45	56	47
	5	1405	6,4	36,8	5,9	13,0	7,4	8,0	5,8	3,1	62	53	63	54
8	1	575	3,9	16,5	3,9	6,8	4,0	2,8	3,6	1,4	34	25	36	28
	2	680	4,4	20,6	4,3	8,1	4,6	3,6	4,0	1,7	38	29	40	31
	3	955	5,4	30,0	5,2	11,4	6,0	5,9	5,0	2,5	46	37	48	40
	4	1365	–	–	6,3	16,0	7,6	9,1	6,0	3,6	55	46	58	49
	5	1800	–	–	7,2	20,1	9,1	12,6	7,0	4,8	61	53	64	55
			Výkonová řada 1				Výkonová řada 2							

Příloha 8: Výkonové údaje fancoil GEA Flex-GEKO Comfort (převzato z [8])

Výška dveří ↑	 ≤ 3,0 m	B 1  $\dot{V}_{\max} = 2400 \text{ m}^3/\text{h}$ $Q_{H\max} = 15,3 \text{ kW}$	B 2  $\dot{V}_{\max} = 3700 \text{ m}^3/\text{h}$ $Q_{H\max} = 26,2 \text{ kW}$	B 3  $\dot{V}_{\max} = 4600 \text{ m}^3/\text{h}$ $Q_{H\max} = 32,7 \text{ kW}$
	 ≤ 2,5 m	A 1  $\dot{V}_{\max} = 1750 \text{ m}^3/\text{h}$ $Q_{H\max} = 12,8 \text{ kW}$	A 2  $\dot{V}_{\max} = 2600 \text{ m}^3/\text{h}$ $Q_{H\max} = 21,4 \text{ kW}$	A 3  $\dot{V}_{\max} = 3400 \text{ m}^3/\text{h}$ $Q_{H\max} = 27,5 \text{ kW}$
	 ≤ 1,0 m	 ≤ 1,5 m	 ≤ 2,0 m	
	Šířka dveří →			

Příloha 9: Návrh vzduchové clony GEA Viento (převzato z [8])

Velikost	Stupeň otáček	Hladina akustického výkonu (dB)										Hladina akus. tlaku *)			
		Střední oktávová frekvence (Hz)								nekorigovaná dB	dle váhy A dB(A)	nekorigovaná dB	dle váhy A, NR, NC		
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				dB(A)	NR	NC
6	1	38	36	37	33	23	<20	<20	<20	42	33	33	24	20	18
	2	40	36	42	40	31	21	<20	<20	46	39	37	31	28	26
	3	47	53	45	44	42	36	27	20	55	46	46	38	33	32
	4	47	55	54	55	50	45	38	31	60	55	51	47	43	42
	5	52	55	61	61	57	54	48	43	66	62	57	54	49	48
7	1	44	42	35	32	23	<20	<20	<20	46	33	37	24	19	17
	2	43	43	41	38	31	22	<20	<20	48	38	39	30	26	23
	3	47	53	47	46	40	33	25	<20	56	46	47	38	34	32
	4	46	55	53	53	48	43	36	29	59	54	50	45	41	40
	5	53	56	59	60	57	53	48	42	65	62	56	53	48	47

Příloha 10: Akustické výkonové údaje fancoil GEA Flex-GEKO Comfort (převzato z [8])

Návrh zařízení 4.3 Vzduchová clona GEA Viento

Vzduchová clona navržena podle rozměrů dveří šířka 1,425 m a výška 2,888m



Příloha 11: Vzduchová clona GEA Viento (převzato z [8])

Množství vzduchu / Teplota

Stavební řada / Typ	Stupeň otáček	Dvouřadý výměník (2RR) PWW 80/60 °C; $t_{1,2}=18^{\circ}\text{C}$ L.B□□2.□□□				Třířadý výměník (3RR) PWW 60/40 °C; $t_{1,2}=18^{\circ}\text{C}$ L.B□□3.□□□				Hladina akustického výkonu dB(A)	Hladina akustického tlaku * dB(A)
		Množství vzduchu	Topný výkon	Teplota výstupního vzduchu (t_{12})	Tlaková ztráta	Množství vzduchu	Topný výkon	Teplota výstupního vzduchu (t_{12})	Tlaková ztráta		
		m ³ /h	kW	°C	kPa	m ³ /h	kW	°C	kPa		
Šířka dveří do 1,0 m L.B1□□.□□□	1	1100	9,7	44,2	0,8	1060	7,1	37,9	1,2	59	42
	2	1250	10,5	43,1	0,9	1210	7,8	37,3	1,4	63	47
	3	1600	12,2	40,6	1,2	1530	9,2	35,8	1,9	67	50
	4	2050	14,1	38,5	1,7	1940	10,7	34,4	2,5	73	56
	5	2400	15,3	37,0	1,9	2240	11,7	33,6	3,0	77	60
Šířka dveří do 1,5 m L.B2□□.□□□	1	1700	16,5	46,9	2,8	1630	11,4	38,9	1,9	63	46
	2	2000	18,4	45,3	3,4	1920	13,0	38,2	2,4	67	50
	3	2400	20,4	43,3	4,1	2300	14,8	37,1	3,0	71	54
	4	3150	24,1	40,8	5,7	2990	17,5	35,5	4,1	76	59
	5	3700	26,2	39,1	6,6	3480	19,2	34,4	4,9	79	62

Příloha 12: Výkonové parametry zařízení 4.3-VC Prodejna GEA Viento (převzato z [8])

Rozměry / hmotnost

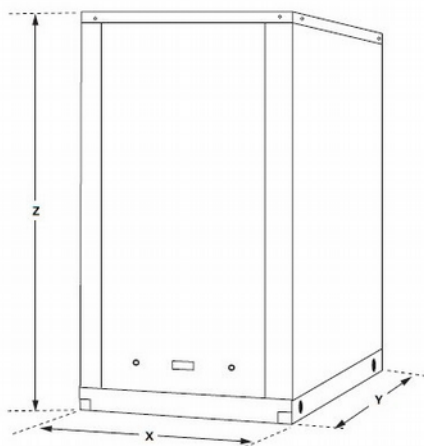
Stavební řada / Typ	Délka s opláštěním L_1 [mm]	Délka bez opláštění L_2 [mm]	Vzdálenost otvorů pro zavěšení L_3 [mm]	Hmotnost s bez opláštění [kg]	
Šířka dveří do 1,0 m L.B1□□.□□□	1130	1100	1010	60	53
Šířka dveří do 1,5 m L.B2□□.□□□	1630	1600	1510	85	75
Šířka dveří do 2,0 m L.B3□□.□□□	2130	2100	2010	107	94

Příloha 13: Rozměrové parametry zařízení 4.3-VC Prodejna GEA Viento (převzato z [8])

Zařízení 4.5-Hydraulický modul Trane HDM 2.2



Všeobecné údaje



Velikost jednotky		HDM 1.1	HDM 2.2
Napájení	(V/fáze/Hz)	400/3/50	400/3/50
Maximální průtok vody	(l/s)	2,5	8,0
Jmenovitý příkon	(kW)	1,1	2,2
Jmenovitý proud	(A)	2,7	4,9
Spouštěcí proud	(A)	13,5	24,5
Objem expanzní nádoby	(l)	24	24
Objem nádrže na vodu	(l)	150	300
Průměr přípojky vody	(palce)	1 ½"	2 ½"
Typ vodní přípojky		ISO R7 - s vnějším závitem	
Dostupný statický tlak (1) / Průtok vody	(kPa)	200/1,5	200/4
Rozměry			
X	(mm)	635	737
Y	(mm)	1045	1200
Z	(mm)	1300	1300
Přepavní hmotnost s jedním čerpadlem	(kg)	250	300
Přepavní hmotnost s dvojicí čerpadel	(kg)	280	340

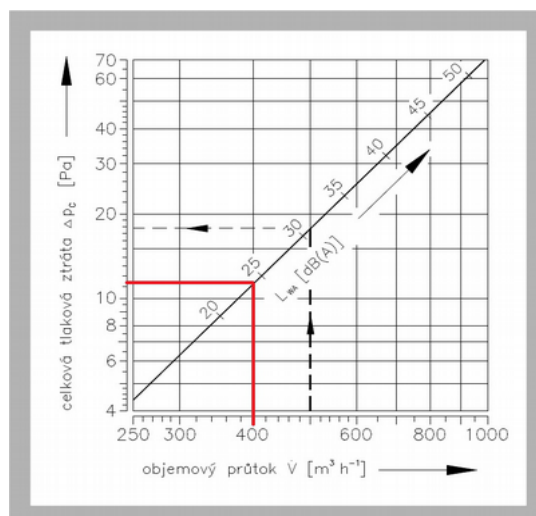
(1) Jedno čerpadlo

HDM

Hydraulický modul

Příloha 14: Zařízení 4.5-Hydraulický modul Trane HDM 2.2 (převzato z [2])

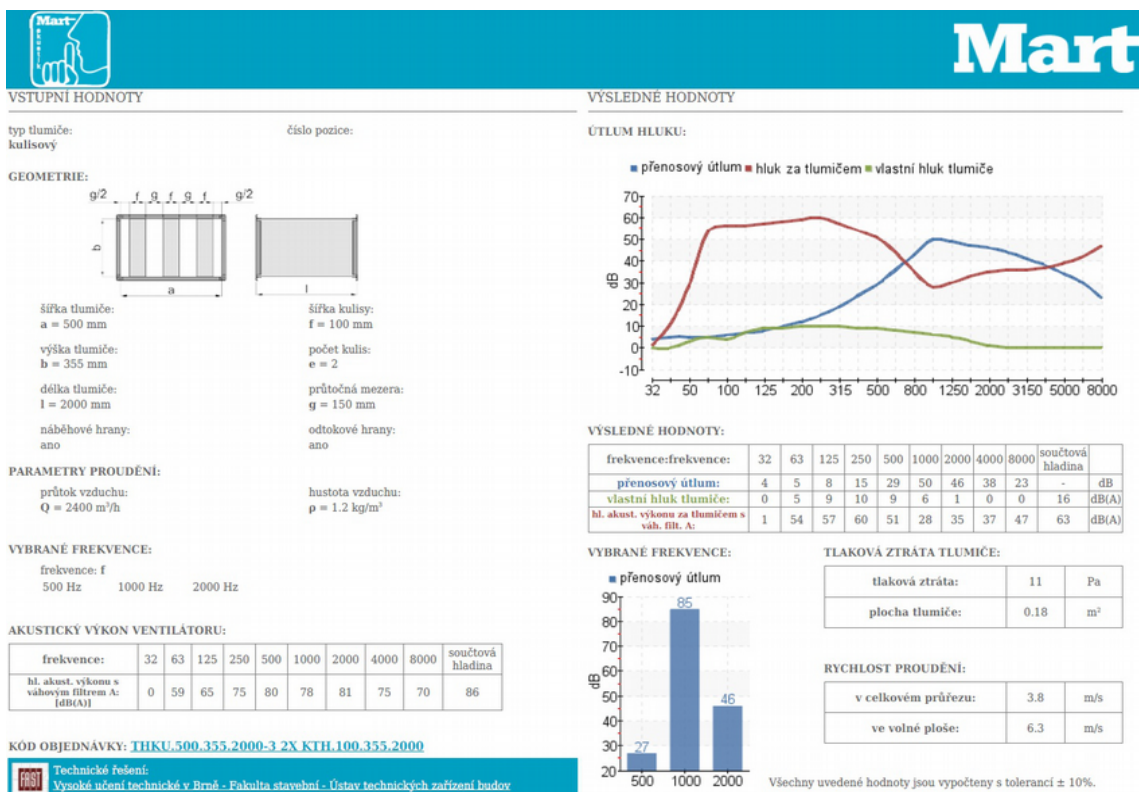
Výpočet útlumu hluku zařízení 2-Prodejna



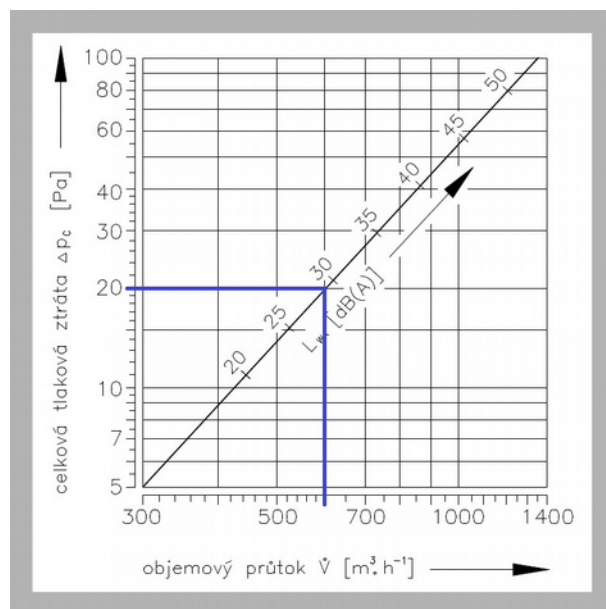
Příloha 15: Akustický výkon přívodní vyústě VVM 600/C/V/P/24/R (převzato z [23])

Přívod 2-Prodejna										
Ozn.	Frekvence [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součt. hl.
L_{vent}	Přívod - výtlak VZT jednotky	53,9	67,3	78,5	76,1	77,5	80,0	76,4	71,0	85
D_p	Přirozený útlum									
	Rovné úseky	0,0	9,2	6,9	4,6	3,1	3,1	3,1	3,1	
	Kolena	0,0	0,0	0,0	2,0	4,0	6,0	6,0	6,0	
	Odbočka výústky	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	
	Ohebné potrubí	8,5	15,0	19,0	16,0	12,5	9,0	11,5	7,0	
	Útlum koncovým odrazem	14,3	9,1	4,7	1,8	0,6	0,2	0,0	0,0	
	Útlum tlumiče hluku	5,0	8,0	15,0	29,0	50,0	46,0	38,0	23,0	
	Hluk vlastního tlumiče	5,0	9,0	10,0	9,0	6,0	1,0	0,0	0,0	
L_1	Hladina akustického výkonu ve výústce	25,3	29,2	37,1	25,9	7,6	11,0	12,0	26,1	39
L_{vy}	Hladina akus. výkonu výústky									24
L_s	Hladina akus. výkonu vycházející z výústky									39
K_1	Korekce na počet výústek						Počet výústek	6		8
L_s	Hladina akustického výkonu všech výústek									46
Q	Směrový činitel									2
r	Vzdálenost od výústky k posluchači									1
A	Pohltivost místnosti				Pohltivost	0,2		plocha	647	129
L_c	Hladina akust. tlaku v místě posluchače									37

Příloha 16: Výpočet hladiny akust. tlaku v místě posluchače zař. 2-Prodejna Přívod



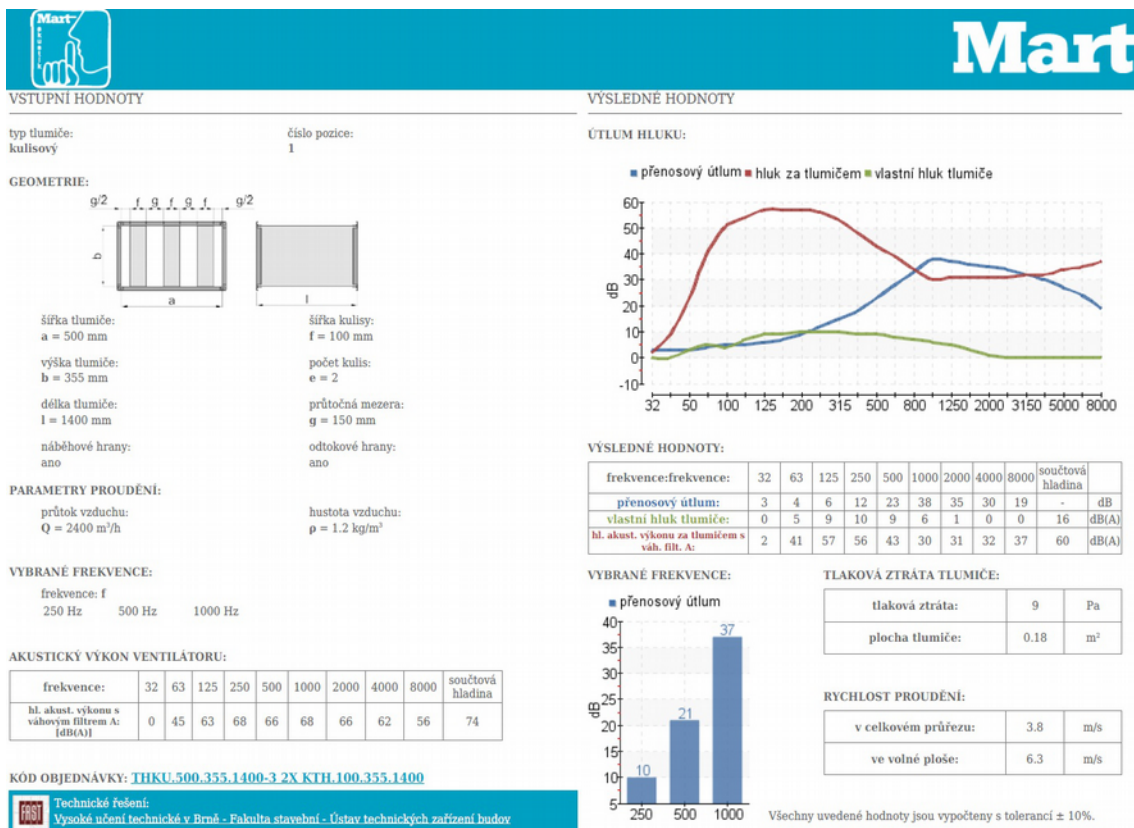
Příloha 17: Navržený tlumič hluku pro přívodní potrubí zařízení 2-Prodejna



Příloha 18: Akustický výkon odvodní vyústě VVM 600/C/V/P/48/R (převzato z [23])

Odvod 2-Prodejna											
Ozn.	Frekvence [Hz]	Oktávová pásma								Součet.	
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	hl.	
L_{vent}	Odvod - výtlak VZT jednotky	45,0	62,5	68,2	65,9	67,9	65,9	62,1	55,5	74	
D_p	Přirozený útlum										
	Rovné úseky	0,0	4,2	3,1	2,1	1,4	1,4	1,4	1,4		
	Kolena	0,0	0,0	0,0	2,0	4,0	6,0	6,0	6,0		
	Odbočka výstky	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8		
	Ohebné potrubí	12,8	22,5	28,5	24,0	18,8	13,5	17,3	10,5		
	Útlum koncovým odrazem	15,0	9,8	5,2	2,1	0,7	0,2	0,1	0,0		
	Útlum tlumiče hluku	4,0	6,0	12,0	23,0	38,0	35,0	30,0	19,0		
	Hluk vlastního tlumiče	5,0	9,0	10,0	9,0	6,0	1,0	0,0	0,0		
L_1	Hladina akustického výkonu ve výstce	12,4	23,3	23,6	15,9	5,3	5,0	1,6	12,8	27	
L_{vy}	Hladina akus. výkonu výstky									29	
L_s	Hladina akus. výkonu vycházející z výstky									31	
K_1	Korekce na počet výstek								Počet výstek	4	6
L_s	Hladina akustického výkonu všech výstek									37	
Q	Směrový činitel									2	
r	Vzdálenost od výstky k posluchači									20	
A	Pohltivost místnosti						Pohltivost	0,2	plocha	647	129
L_c	Hladina akust. tlaku v místě posluchače									22	

Příloha 19: Výpočet hladiny akust. tlaku v místě posluchače zař. 2-Prodejna Odvod



Príloha 20: Navržený tlumič hluku pro odvodní potrubí zařízení 2-Prodejna

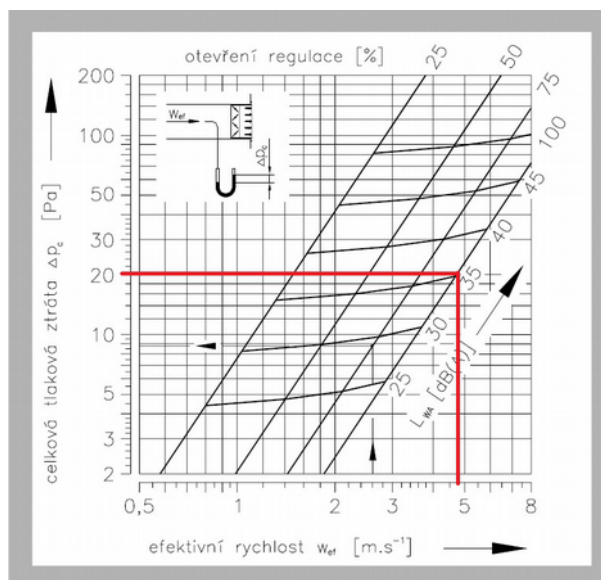
Parapetní FCU 2- Prodejna										
Ozn.	Frekvence f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součt. hl.
L _{FCU}	Hladina akustického výkonu FCU	47,0	55,0	54,0	55,0	50,0	45,0	38,0	31,0	60
K ₁	Korekce na počet výustek	Počet výustek								4
L _S	Hladina akustického výkonu všech FCU									66
Q	Směrový činitel									2
r	Vzdálenost od výustky k posluchači									1
A	Pohltivost místnosti	Pohltivost								0,2
L _c	Hladina akust. tlaku v místě posluchače	plocha								647
										129
										59

Príloha 21: Výpočet hladiny akust. tlaku v místě posluchače zař. 2-Prodejna FCU

L _c	Hladina akust. tlaku v místě posluchače	přívodní výustky	37
		odvodní výustky	22
		kazetové FCU parapetní	59
		celkový	59

Príloha 22: Výpočet celkové hladiny akust. tlaku v místě posluchače zařízení 2-Prodejna

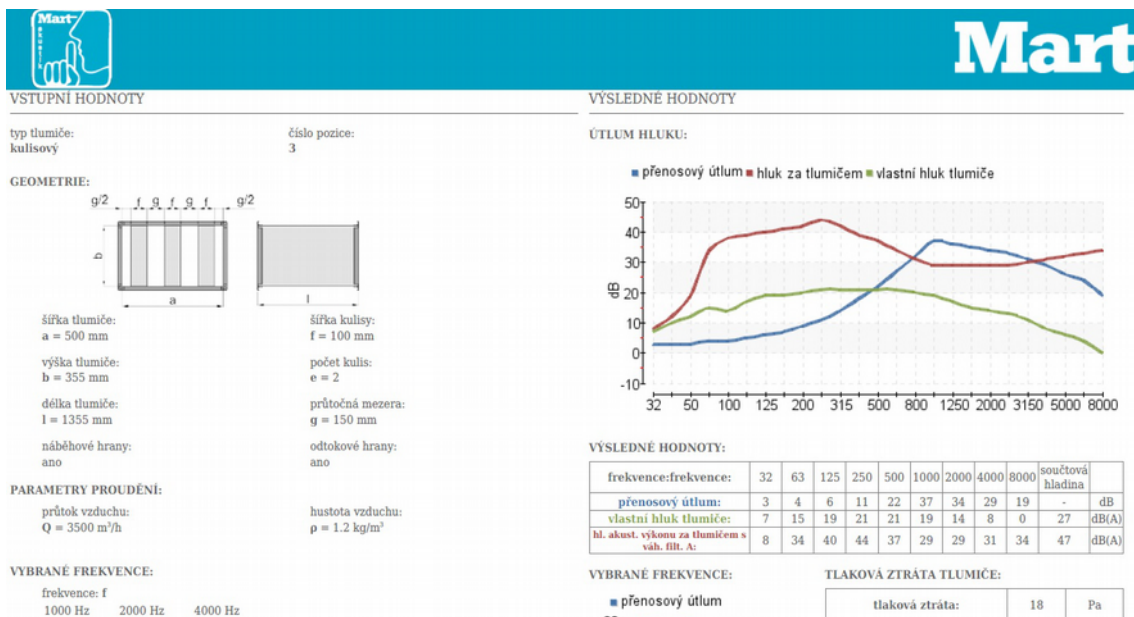
Výpočet útlumu hluku zařízení 3-Sklad



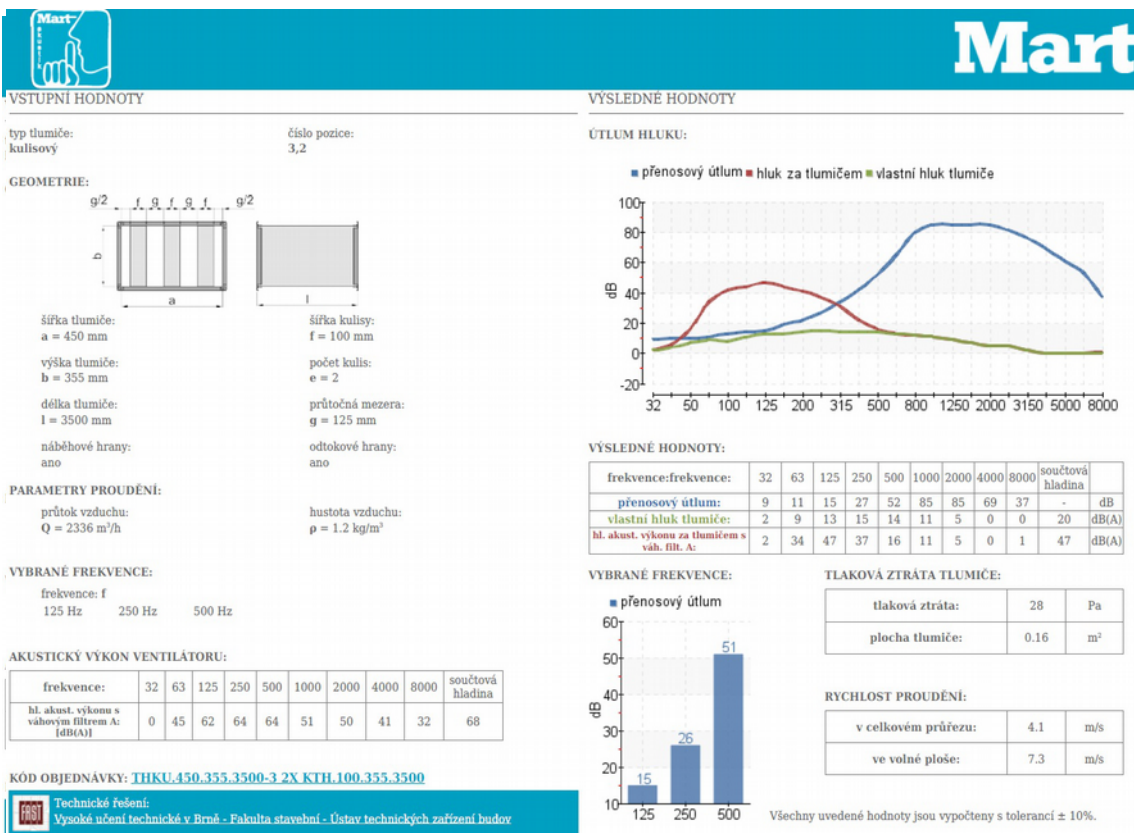
Příloha 23: Akustický výkon přivodní vyústě
VNM 2A 400x225 UR/S [23]

Přívod Sklad										
Ozn.	Frekvence [Hz]	Oktávová pásma								Součt. hl.
L_{verit}	Přívod - výtlak VZT jednotky	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	88
D_p	Přirozený útlum	55,7	66,6	70,0	79,4	82,6	85,1	76,7	66,0	
	Rovné úseky	0,0	9,2	6,9	4,6	3,1	3,1	3,1	3,1	
	Kolena	0,0	0,0	0,0	2,0	4,0	6,0	6,0	6,0	
	Odbočka výstky	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	
	Odbočka z hlavní větve	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	
	Útlum koncovým odrazem	15,8	10,5	5,8	2,4	0,8	0,2	0,1	0,0	
	Útlum tlumiče hluku 1	4,0	6,0	11,0	22,0	37,0	34,0	29,0	19,0	
	Hluk vlastního tlumiče 1	15,0	19,0	21,0	21,0	19,0	14,0	8,0	0,0	
	Útlum tlumiče hluku 2	11,0	15,0	27,0	52,0	85,0	85,0	69,0	37,0	
	Hluk vlastního tlumiče 2	9,0	13,0	15,0	14,0	11,0	5,0	0,0	0,0	
L_1	Hladina akustického výkonu ve výstce	43,3	52,4	49,8	25,8	-22,8	-29,8	-28,0	-4,6	55
L_{vy}	Hladina akus. výkonu výstky									32
L_s	Hladina akus. výkonu vycházející z výstky									55
K_1	Korekce na počet výstek						Počet výstek	6		8
L_s	Hladina akustického výkonu všech výstek									62
Q	Směrový činitel									2
r	Vzdálenost od výstky k posluchači									3
A	Pohltivost místnosti				Pohltivost	0,1		plocha	869	87
L_c	Hladina akust. tlaku v místě posluchače									50

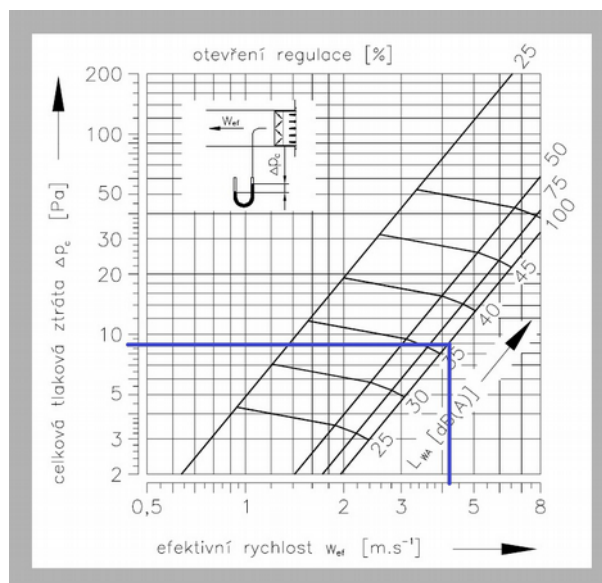
Příloha 24: Výpočet hladiny akust. tlaku v místě posluchače zařízení 3-Sklad Přívod



Príloha 25: Navržený tlumič hluku 1 pro odvodní potrubí zařízení 3-Sklad



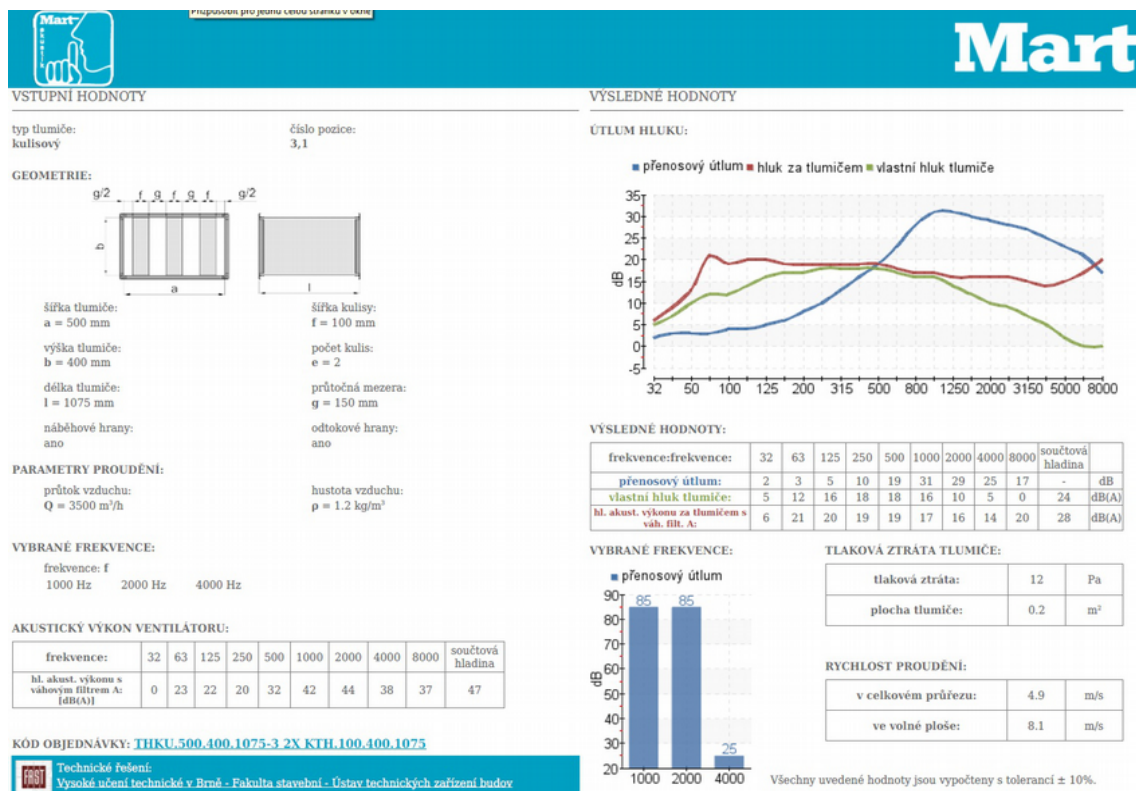
Príloha 26: Navržený tlumič hluku 2 pro odvodní potrubí zařízení 3-Sklad



Příloha 27: Akustický výkon odvodní vyústě
VNM 1A 620x225 UR/S [23]

Odvod Skald										
Ozn.	Frekvence [Hz]	Oktávová pásma								Součt. hl.
L_{vent}	Odvod - výtlak VZT jednotky	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	77
D_p	Přirozený útlum									
	Rovné úseky	0,0	5,4	4,1	2,7	1,8	1,8	1,8	1,8	
	Kolena	0,0	0,0	0,0	2,0	4,0	6,0	6,0	6,0	
	Odbočka výstky	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	
	Útlum koncovým odrazem	13,1	8,0	3,9	1,4	0,4	0,1	0,0	0,0	
	Útlum tlumiče hluku	3,0	5,0	10,0	19,0	31,0	29,0	25,0	17,0	
	Hluk vlastního tlumiče	12,0	16,0	18,0	16,0	10,0	5,0	0,0	0,0	
L_1	Hladina akustického výkonu ve výstce	44,7	58,0	59,8	55,0	41,9	35,5	32,0	32,2	63
L_{vy}	Hladina akus. výkonu výstky									38
L_s	Hladina akus. výkonu vycházející z výstky									63
K_1	Korekce na počet výstek						Počet výstek	3		5
L_s	Hladina akustického výkonu všech výstek									68
Q	Směrový činitel									2
r	Vzdálenost od výstky k posluchači									3
A	Pohltivost místnosti				Pohltivost	0,1		plocha	869	87
L_c	Hladina akust. tlaku v místě posluchače									55

Příloha 28: Výpočet hladiny akust. tlaku v místě posluchače zařízení 3-Sklad Odvod



Příloha 29: Navržený tlumič hluku pro přívodní potrubí zařízení 3-Sklad

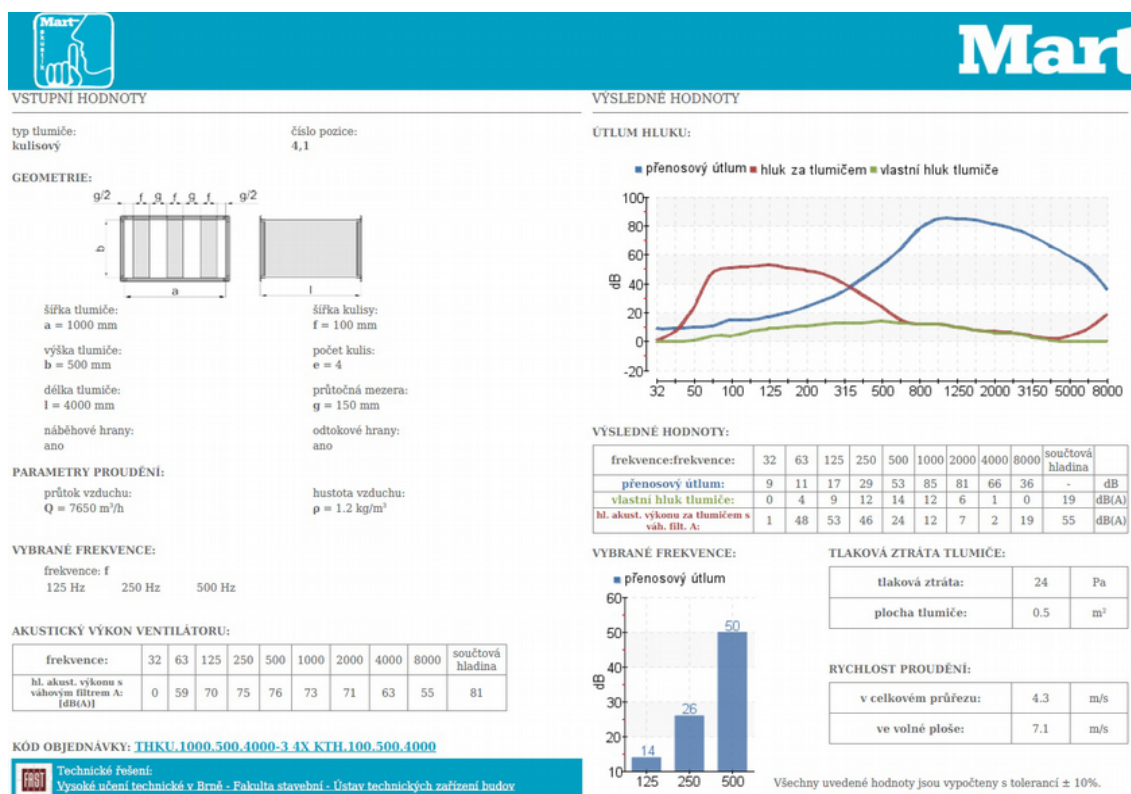
Celkový akustický tlak 3-Sklad			
Lc	Hladina akust. tlaku v místě posluchače	přívodní výústky	50
		odvodní výústky	55
		celkový	57

Příloha 30: Výpočet celkové hladiny akust. tlaku v místě posluchače zařízení 3-Sklad

Výpočet útlumu hluku zařízení 4-Zdroj chladu do venkovního prostoru

Přívod Sání vzduchu žaluzie									
Ozn.	Frekvence [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součt. hl.
L_{vent}	Přívod – vstup VZT jednotky 1-Restaurace	67,4	68,7	65,2	66,4	62,6	55,8	48,4	74
	Přívod – vstup VZT jednotky 2-Prodejna	63,3	72,7	68,6	65,3	64,9	58,4	52,0	75
	Přívod – vstup VZT jednotky 3-Sklad	65,4	66,5	74,8	71,6	68,5	59,7	50,0	78
		70,5	74,8	76,1	73,5	70,8	63,0	55,2	81
D_p	Přirozený útlum								
	Rovné úseky	18,3	13,7	9,2	6,1	6,1	6,1	6,1	
	Kolena	6,0	12,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	
	Útlum tlumiče hluku	17,0	29,0	53,0	85,0	81,0	66,0	36,0	
	Hluk vlastního tlumiče	9,0	12,0	14,0	12,0	6,0	1,0	0,0	
L_{vy}	Hladina akustického výkonu v žaluzii	38,2	32,1	10,0	-23,6	-28,3	-26,1	-4,9	39
Q	Směrový činitel								2
r	Vzdálenost od výstky k posluchači								10
L_c	Hladina akustického tlaku v místě posluchače								38

Příloha 31: Výpočet hladiny akust. tlaku v místě posluchače od sání ve venkovním prostoru



Příloha 32: Navržený tlumič hluku pro sání vzduchotechnické jednotky

Odvod Výfuk vzduchu žaluzie									
Ozn.	Frekvence [Hz]	Oktávová pásma							Součt. hl.
		125	250	500	1000	2000	4000	8000	
L_{vent}	Přívod – vstup VZT jednotky 1-Restaurace	66,5	66,9	65,4	69,1	65,5	64,1	53,4	74
	Přívod – vstup VZT jednotky 2-Prodejna	62,5	68,2	65,7	67,9	65,9	62,1	55,5	74
	Přívod – vstup VZT jednotky 3-Sklad	64,8	64,3	67,1	71,7	67,8	64,1	56,3	75
		69,7	71,5	70,9	74,6	71,3	68,3	60,0	79
Dp	Přirozený útlum								
	Rovné úseky	11,4	5,7	3,8	2,5	2,5	2,5	2,5	
	Kolena	6,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	
	Útlum tlumiče hluku	17,0	29,0	53,0	85,0	81,0	66,0	36,0	
	Hluk vlastního tlumiče	9,0	12,0	14,0	12,0	6,0	1,0	0,0	
L_w	Hladina akustického výkonu v žaluzii	44,2	39,8	19,1	-9,9	-15,2	-8,2	12,5	46
Q	Směrový činitel								2
r	Vzdálenost od výstky k posluchači								5
L_c	Hladina akustického tlaku v místě posluchače								45

Příloha 33: Výpočet hladiny akust. tlaku v místě posluchače od výfuku ve venkovním prostoru

Tlumič hluku navržen stejný pro výfuk i sání vzduchu do vzduchotechnické jednotky.

Hluk 5-Zdroj chladu									
Ozn.	Frekvence [Hz]	Oktávová pásma							Součt. hl.
		125	250	500	1000	2000	4000	8000	
L_{FCU}	Hladina akustického výkonu FCU	-	-	-	-	-	-	-	88
Q	Směrový činitel								2
r	Vzdálenost od výstky k posluchači								17
L_c	Hladina akustického tlaku v místě posluchače								87

Příloha 34: Výpočet hladiny akust. tlaku v místě posluchače od zařízení 4- Zdroj chladu ve venkovním prostoru

Celkový akustický tlak do vnějšího prostoru			
L_c	Hladina akust. tlaku v místě posluchače	Sání vzduchu žaluzie	38
		Výfuk vzduchu žaluzie	45
		5-Zdroj chladu	87
		celkový	87

Příloha 35: Výpočet celkové hladiny akust. tlaku v místě posluchače ve vnějším prostoru

Výpočet útlumu hluku ve strojovně vzduchotechniky

Strojovna VZT											
Ozn.	Frekvence [Hz]	Oktávová pásma								Součt.	
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	hl.	
L _{vent}	Hluk do okolí VZT 1-Restaurace Přívod	52,1	55,3	54,6	45,2	48,7	47,4	45,5	34,2	60	
Q	Směrový činitel									2	
r	Vzdálenost od výstky k posluchači									1	
A	Pohltivost místnosti	Pohltivost				0,1	plocha		124	12	
L _c	Hladina akust. tlaku v místě posluchače									56	
L _{vent}	Hluk do okolí VZT 1-Restaurace Odvod	50,1	53,4	50,8	44,4	47,4	45,3	43,8	32,3	58	
Q	Směrový činitel									2	
r	Vzdálenost od výstky k posluchači									1	
A	Pohltivost místnosti	Pohltivost				0,1	plocha		124	12	
L _c	Hladina akust. tlaku v místě posluchače									54	
L _{vent}	Hluk do okolí VZT 2-Prodejna Přívod	45,8	50,2	58,6	48,6	47,6	49,7	47,1	37,8	61	
Q	Směrový činitel									2	
r	Vzdálenost od výstky k posluchači									1	
A	Pohltivost místnosti	Pohltivost				0,1	plocha		124	12	
L _c	Hladina akust. tlaku v místě posluchače									57	
L _{vent}	Hluk do okolí VZT 2-Prodejna Odvod	41,0	49,4	53,1	43,9	45,2	45,7	43,8	34,3	56	
Q	Směrový činitel									2	
r	Vzdálenost od výstky k posluchači									1	
A	Pohltivost místnosti	Pohltivost				0,1	plocha		124	12	
L _c	Hladina akust. tlaku v místě posluchače									53	
L _{vent}	Hluk do okolí VZT 3-Sklad Přívod	46,9	51,3	50,4	52,8	49,9	49,3	44,4	30,8	58	
Q	Směrový činitel									2	
r	Vzdálenost od výstky k posluchači									3	
A	Pohltivost místnosti	Pohltivost				0,1	plocha		124	12	
L _c	Hladina akust. tlaku v místě posluchače									54	
L _{vent}	Hluk do okolí VZT 3-Sklad Odvod	47,5	49,7	46,2	42,1	45,0	42,6	40,8	29,1	54	
Q	Směrový činitel									2	
r	Vzdálenost od výstky k posluchači									3	
A	Pohltivost místnosti	Pohltivost				0,1	plocha		124	12	
L _c	Hladina akust. tlaku v místě posluchače									50	
										celkový akustický tlak v místě posluchače	62

Příloha 36: Výpočet celkové hladiny akust. tlaku v místě posluchače ve strojovně vzduchotechniky

Izolace potrubí ve strojovně a přívodech

Orstech LSP 40

Lamelový pás



Kód specifikace: MW – EN 14303 – T4 – ST(+)250 – WS1 – CL10

CHARAKTERISTIKA VÝROBKU

Lamelový skružovatelný pás Orstech LSP 40 z kamenné vlny s kolmou orientací vláken, na hliníkové fólii s výztuženou skelnou mřížkou. AS kvalita dle AGI Q 132, ČSN EN 13468 a ASTM C 795 – možnost použití na nerezových potrubích a plochách. Hydrofobizace dle ČSN EN 1609.

BALENÍ, TRANSPORT, SKLADOVÁNÍ

Výrobky Orstech LSP 40 jsou baleny do polyetylenové fólie a musí být dopravovány v krytých dopravních prostředcích za podmínek vylučujících jejich navlhnutí nebo jiné znehodnocení. Skladují se v krytých prostorách naležato.

POUŽITÍ

Jednosměrná orientace vláken v lamelách, které jsou přilepeny kolmo k nosnému podkladu z vyztužené hliníkové fólie, dodává výrobku sníženou stlačitelnost při zachované, nebo zlepšené přizpůsobivosti rohože zaobleným povrchům izolovaného předmětu (potrubí apod.). Lamelové pásy z minerálních vláken Isover na hliníkové fólii jsou proto vhodné zejména pro izolace potrubí, vzduchovodů a technologických zařízení. Lamelovou rohož je nutno v konstrukci chránit před vlhkem a případným mechanickým poškozením vhodným způsobem. Pro venkovní použití je nutné oplechování.

Nejvyšší provozní teplota ve smyslu normy ČSN EN 14706 je 250 °C. Tloušťka pásu musí být volena tak, aby max. teplota na straně hliníkové fólie nepřesáhla 100 °C. V části izolace, která je vystavena teplotám vyšším než 150 °C dochází jednorázově k uvolňování pojiva. V oblastech s nižší teplotou k tomuto jevu nedochází.

PŘEDNOSTI

- velmi dobré tepelné izolační vlastnosti (nízká tepelná vodivost)
- požární ochrana – nehořlavý materiál
- snížená stlačitelnost
- snadná manipulovatelnost na zakřivených částech povrchu
- ekologická a hygienická nezávadnost
- vodoodpudivost – izolační materiály Isover jsou hydrofobizované
- dlouhá životnost
- odolnost proti dřevokazným škůdcům, hlodavcům a hmyzu
- vynikající zpracovatelnost – výrobek lze snadno řezat ostrým nožem
- AS kvalita – vhodné pro izolaci nerezových povrchů

SOUVISEJÍCÍ DOKUMENTY

- ES certifikát shody 1390-CPD-0313/11/P

ROZMĚRY

Označení	Tloušťka (mm)	Rozměry (mm)	Balení (m ²)
Orstech LSP 40	20	8000 x 1000	8,0
Orstech LSP 40	30	5000 x 1000	5,0
Orstech LSP 40	40	5000 x 1000	5,0
Orstech LSP 40	50	4000 x 1000	4,0
Orstech LSP 40	60	4000 x 1000	4,0
Orstech LSP 40	80	3000 x 1000	3,0
Orstech LSP 40	100	2800 x 1000	2,8

TECHNICKÉ PARAMETRY

Parametr	Jednotka	Hodnota				Norma
TEPELNÉ VLASTNOSTI						
Deklarovaná hodnota součinitele tepelné vodivosti λ_0 dle ČSN EN ISO 13787	°C	50	100	150	200	250
	Wm ⁻¹ ·K ⁻¹	0,046	0,056	0,070	0,086	0,106
Měřená hodnota souč. tepelné vodivosti podle ČSN EN 12667	Wm ⁻¹ ·K ⁻¹	0,045	0,054	0,066	0,080	0,099
Nejvyšší provozní teplota / na straně hliníkové fólie	°C	250 / max. 100			ČSN EN 14706	
Měrná tepelná kapacita c_p	J.kg ⁻¹ ·K ⁻¹	800			-	
FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI						
Objemová hmotnost	kg.m ⁻³	40			ČSN EN 1602, ČSN EN 13470	
Krátkodobá nasákavost W_p	kg.m ⁻²	<< 1			ČSN EN 1609	
Ekvivalentní difuzní tloušťka hliníkové fólie s_d	m	> 100			ČSN EN 12086	
PROTIPOŽÁRNÍ VLASTNOSTI						
Reakce na oheň – doplňková klasifikace na tvorbu kouře, plamenné hořící částice	-	A2-s1, d0			ČSN EN 13501-1	
Bod tání t_i	°C	≥ 1000			DIN 4102 díl 17	

Součinitel tepelné vodivosti pro 0 °C: $\lambda_0 = 0,040 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$. Hodnota slouží pouze pro porovnání produktů podle vyhlášky 193/2007 Sb. – dle § 5, odst. 8 (pro tepelné izolace rozvodů) a § 8, odst. 1 a 2 (pro tepelné izolace zásobníků teplé vody a expanzních nádob). Uvedená tepelná vodivost neslouží k návrhu, protože lamelové rohože z minerální vlny nejsou vhodné na chladicí rozvody, ani na zásobníky chladu.

Příloha 37: Izolace Isover Orstech SLP 40

Požární izolace potrubí sání a výfuku vzduchu pro VZT



září 2013

High Temperature Board HTB 660

Popis

High Temperature Board HTB 660 je nehořlavá deska z minerální kamenné vlny. Je navržena tak aby poskytovala vysokou úroveň akustické i tepelné ochrany při teplotách do 660 °C. Desky mohou být na jedné nebo obou stranách opatřeny různými typy fólií (nejčastěji alu fólií, typ: HTB 660 AluR) nebo netkanou sklotextilií v bílé nebo černé barvě.

Použití

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">• FIRESTOP systém protipožární ochrany vzduchotechnického potrubí• Vzduchotechnická potrubí• Výměníky | <ul style="list-style-type: none">• Tlumiče hluku• Izolace strojních zařízení• Průmyslová zařízení• Nádrže |
|---|---|

Výrobky High Temperature Board HTB 660 a jeho varianty (HTB 660 AluR) jsou určeny pro aplikování na rovné plochy a provozní teplotu do 660 °C. Jsou součástí uceleného systému FIRESTOP, který slouží pro protipožární ochranu vzduchotechnického potrubí. S tloušťkou izolace 80 mm dosahuje úroveň EI 190 a až EI 45 s pro potrubí s funkcí OTK (odvod tepla a kouře), viz. samostatné prospekty.

Poznámka: Maximální aplikační teplota pro minerální izolaci je 660 °C, armovaná hliníková fólie na povrchu izolace (HTB 660 AluR) může být vystavena maximální teplotě do 100 °C.

Charakteristické vlastnosti

Požární odolnost

Izolace High Temperature Board HTB 660 je jako nehořlavá zařazena do třídy reakce na oheň A1

Tepelná izolace

HTB 660 dosahuje velmi dobrou hodnotu součinitele tepelné vodivosti až do teploty 660 °C

Teplotní odolnost

High Temperature Board HTB 660 odolává provozním teplotám do 660 °C.

Výhody

- Odolnost proti vysokým teplotám
- Nehořlavost
- Vodoodpudivá
- S vysokou schopností pohlcovat hluk
- Snadno se řeže
- S dlouhodobě stabilními vlastnostmi

Příloha 38: Knauf Firestop multi VZT EI 90 SQ izolační desky HTB 660 AluR tl. 80 mm [25]

Souhrnný popis izolačního materiálu.

Nehořlavá deska z minerální kamenné vlny, navržena tak aby poskytovala vysokou úroveň akustické i tepelné ochrany při teplotách do 660 °C. Desky mohou být na jedné nebo obou stranách opatřeny různými typy fólií.

Materiál je určený zejména pro vnější izolaci vzduchotechnického potrubí, výměníků, nádrží, tlumičů hluku, strojních a průmyslových zařízení pro aplikace na rovné nebo mírně zakřivené plochy.

Přípustná aplikační teplota pro minerální vlnu je do 660 °C, varianta s armovanou hliníkovou fólií na povrchu fólie může být vystavena maximální teplotě do 100 °C.

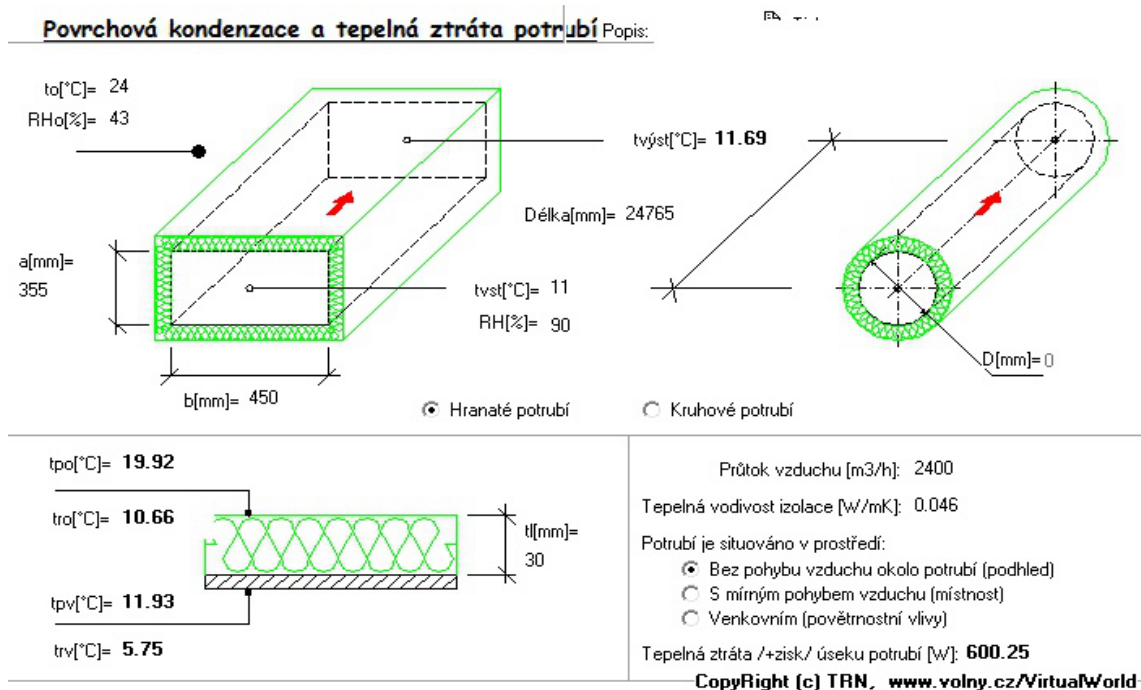
Materiál byl řádně uveden na Evropský trh, je na něj vystaven ES prohlášení o shodě podle směrnice pro stavební materiály (CPD) 89/106/EEC a prohlášení o vlastnostech, na obalu musí být označen značkou CE.

Vlastnosti

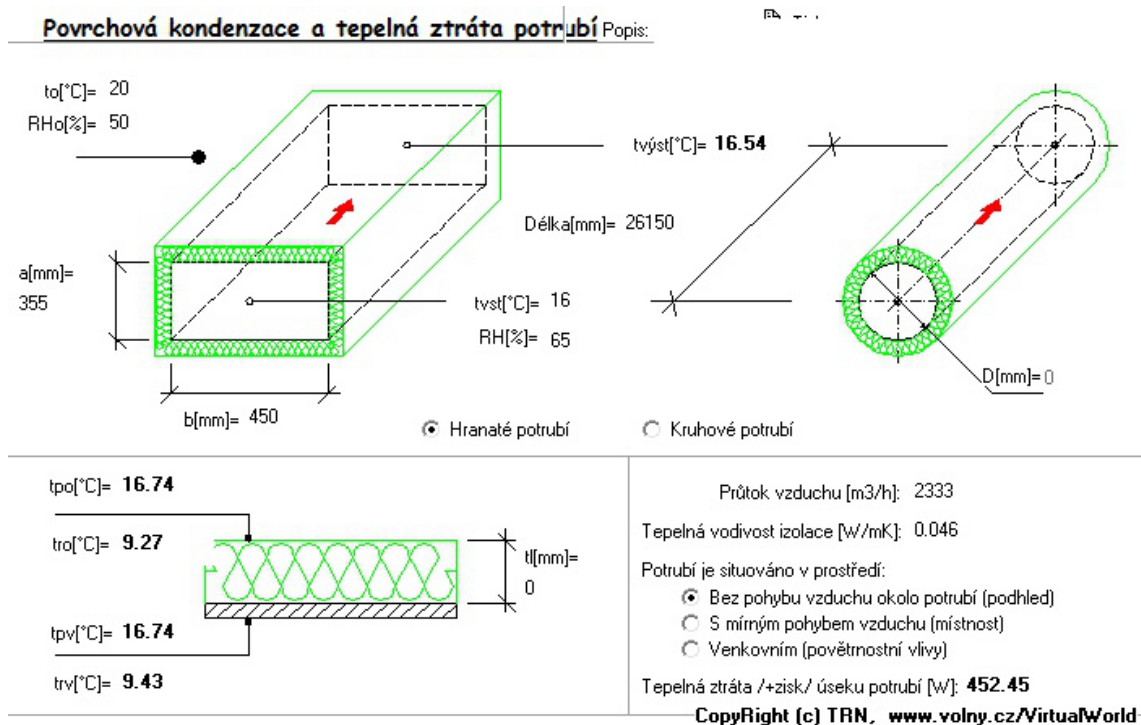
Technický parametr	Symbol	Třída/Hodnota	Jednotka	Norma
Součinitel tepelné vodivosti v závislosti na teplotě	λ	0,045 při 50 °C 0,052 při 100 °C 0,063 při 150 °C 0,071 při 200 °C 0,092 při 300 °C 0,116 při 400 °C 0,156 při 500 °C 0,204 při 600 °C	W/m·K	EN 14303
Střední objemová hmotnost	ρ	100	kg/m ³	-
Maximální provozní teplota	ST(+)	660	°C	EN 14706
Třída tolerance tloušťky	-	T5	-	EN 823
Třída reakce na oheň	-	A1	-	EN 13501-1
Bod tavení vláken	t_f	≥1000	°C	DIN 4102-17
Krátkodobá nasákavost	WS	≤1	kg/m ²	EN 1609

Příloha 39: Souhrnný popis izolační desky HTB 660 AluR tl. 80 mm [25]

Návrh tloušťek izolací přívodních potrubí



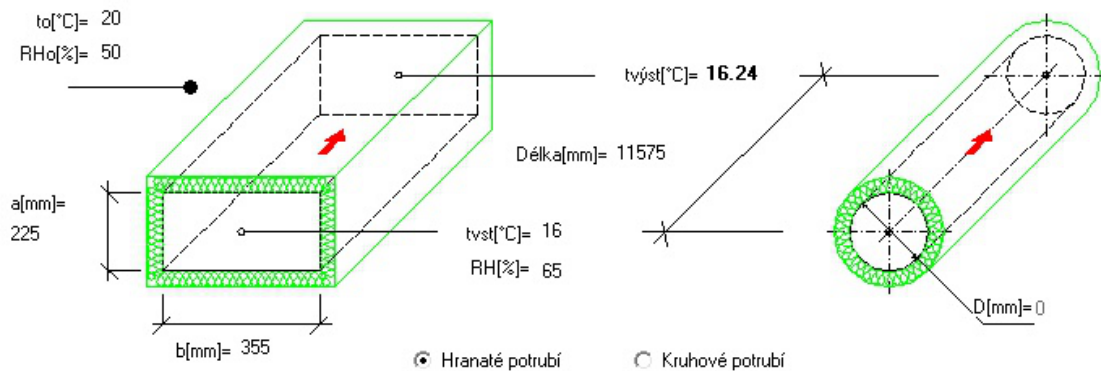
Příloha 40: Návrh tloušťky tepelné izolace pro přívodní větev zařízení 2-Prodejna
 Pro větev přívodního potrubí 2-Prodejna navržena tepelná izolace Isover Orstech SLP 40.



Příloha 41: Návrh tloušťky tepelné izolace pro hlavní větev přívodního potrubí 3-Sklad
 Pro hlavní větev přívodního potrubí 3-Sklad není nutné navrhovat tepelnou izolaci.

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí

Popis:



$tpo[^\circ\text{C}] = 16.69$

$tro[^\circ\text{C}] = 9.27$

$tpv[^\circ\text{C}] = 16.69$

$trv[^\circ\text{C}] = 9.43$



Průtok vzduchu $[\text{m}^3/\text{h}]$: 1667

Tepelná vodivost izolace $[\text{W}/\text{mK}]$: 0.046

Potrubí je situováno v prostředí:

- ☒ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
- ☐ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
- ☐ Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí $[\text{W}]$: 146.55

Copyright (c) TRN, www.volny.cz/VirtualWorld

Příloha 42: Návrh tloušťky tepelné izolace pro vedlejší větev přívodního potrubí 3-Sklad

Pro vedlejší větev přívodního potrubí 3-Sklad není nutné navrhovat tepelnou izolaci.