

# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## VZDUCHOTECHNIKA JEDNOTKY INTENZIVNÍ PÉČE

AIRCONDITIONING OF INTENSIVE CARE UNIT

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

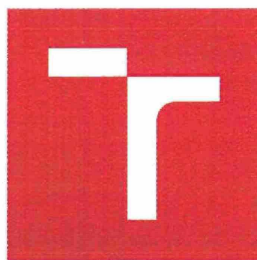
**Dominik Cakl**

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

**doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.**

**BRNO 2018**



## VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

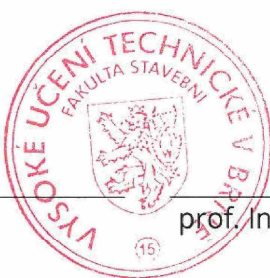
Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

### ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Dominik Cakl
Název	Vzduchotechnika jednotky intenzivní péče
Vedoucí práce	doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2017
Datum odevzdání	25. 5. 2018

V Brně dne 30. 11. 2017

doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.  
Vedoucí ústavu



prof. Ing. Rošislav Drochýtko, CSc., MBA  
Děkan Fakulty stavební VUT

## **PODKLADY A LITERATURA**

Stavební dokumentace zadané budovy

České i zahraniční technické normy

Odborná literatura

Zdroje na internetu

## **ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ**

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

B. Výpočtová část

analýza objektu – rozdělení zadané dispozice na funkční celky, koncepce řešení  
tepelné bilance,

průtoky vzduchu, tlakové poměry

distribuce vzduchu,

dimenzování potrubí a tlaková ztráta,

úpravy vzduchu návrh VZT jednotek (hx diagramy),

útlum hluku

izolace VZT potrubí

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,

Počet VZT zařízení a rozsah určí vedoucí práce

## **STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

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



---

doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.

Vedoucí bakalářské práce

## **ABSTRAKT**

CÍLEM TÉTO BAKALÁŘSKÉ PRÁCE JE NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÝCH A KLIMATIZAČNÍCH SYSTÉMŮ V PROSTORÁCH JIP INFEKČNÍHO ODDĚLENÍ A ZÁZEMÍ ZAMĚSTNANCŮ NEMOCNICE. NÁVRH ZAŘÍZENÍ SPLŇUJE PŘÍSLUŠNÉ NORMY, HYGIENICKÉ A PROVOZNÍ POŽADAVKY. VÝPOČTOVÁ ČÁST SE ZABÝVÁ CELKOVOU ANALÝZOU OBJEKTU, TEPELNÝMI BILANCEMI, PRŮTOKY VZDUCHU V ROVINĚ ZVÝŠENÝCH HYGIENICKÝCH POŽADAVKŮ A POŽADAVKŮ PRO TEPELVZDUŠNÉ VYTÁPĚNÍ. VÝPOČTOVÁ ČÁST SE DÁLE ZABÝVÁ DISTRIBUCÍ, ÚPRAVAMI VZDUCHU A DALŠÍMI NÁVRHY, KTERÉ JSOU NEDÍLNOU SOUČÁSTÍ SPRÁVNĚ NAVRŽENÉHO ZAŘÍZENÍ. TEORETICKÁ ČÁST SE ZABÝVÁ ZPĚTNÝM ZÍSKÁVÁNÍM ENERGIE Z ODPADNÍHO VZDUCHU VE VZDUCHOTECHNICKÝCH VÝMĚNÍCÍCH V KOMFORTNÍCH APLIKACÍCH POMOCÍ TEPELNÉHO ČERPADLA. SAMOTNÝ PROJEKT JE ZPRACOVÁN NA ÚROVNI PROVÁDĚCÍHO PROJEKTU.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

VZDUCHOTECHNIKA, ČISTÉ PROSTORY, TŘÍDY ČISTOTY, MIKROKLIMA, KLIMATIZACE, HEPA FILTR, AKUSTIKA, TEPELNÉ BILANCE, INFEKČNÍ ODDĚLENÍ, ZÁZEMÍ ZAMĚSTNANCŮ, VZDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA, CITELNÉ TEPLA, VÁZANÉ TEPLA, REGENERAČNÍ VÝMĚNÍK, ENTALPIKÝ VÝMĚNÍK, REKUPERAČNÍ VÝMĚNÍK, JIP, JEDNOTKA INTENZIVNÍ PÉČE, HEAT PUMP.

## **ABSTRACT**

THIS BACHELOR'S THESIS DEALS WITH DESIGN OF AIR-CONDITIONING AND AIR-CONDITION SYSTEMS IN THE SPACES OF INTENSIVE CARE UNIT OF INFECTION DEPARTMENT AND EMPLOYEES DEPARTMENT. PROPOSAL OF THE SYSTEMS MEETS RELEVANT STANDARDS, HYGIENE AND OPERATING REQUIREMENTS. THE COMPUTATIONAL PART IS FOCUSED ON TOTAL OBJECT ANALYSIS, HEAT BALANCE, AIR FLOW IN RELATION TO INCREASED HYGIENE REQUIREMENTS AND REQUIREMENTS FOR AIR HEATING. THE COMPUTATIONAL PART ALSO INVOLVES DISTRIBUTION, ADJUSTMENT OF AIR AND OTHER PROPOSALS, WHICH ARE INTEGRATED IN CORRECTLY PROPOSED EQUIPMENT. THE THEORETICAL PART IS INVOLVING HEAT RECOVERY WITH HEAT PUMP. THE PROJECT IS PROCESSED ON THE LEVEL OF THE PROJECT IMPLEMENTING.

## **KEYWORDS**

AIR-CONDITIONING, CLEAN SPACES, CLEANLINESS CATEGORIES, MICROCLIMATE, HEPA FILTER, AIR-CONDITION, HEAT BALANCE, INFECTION DEPARTMENT, EMPLOYEES DEPARTMENT, SENSIBLE HEAT, LATENT HEAT (HUMIDITY), REGENERATION RECOVERY, ENTHALPY RECOVERY, RECUPERATOR, ICU, INTENSIVE CARE UNIT, HEAT PUMP.

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP**

Dominik Cakl Vzduchotechnika jednotky intenzivní péče. Brno, 2018. 117s., 11 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D..

## **ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ**

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

V Brně dne 25. 5. 2018

Dominik Cakl

---

autor práce

# **ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP**

## **PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP**

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

V Brně dne 25. 5. 2018

Dominik Cakl

---

autor práce

## **POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

<b>Vedoucí práce</b>	doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D
<b>Autor práce</b>	Dominik Cakl
<b>Škola</b>	Vysoké učení technické v Brně
<b>Fakulta</b>	Stavební
<b>Ústav</b>	Ústav technických zařízení budov
<b>Studijní obor</b>	3608R001 Pozemní stavby
<b>Studijní program</b>	B3607 Stavební inženýrství
<b>Název práce</b>	Vzduchotechnika jednotky intenzivní péče
<b>Název práce v anglickém jazyce</b>	Airconditioning systems in the spaces of Intensive Care Unit
<b>Typ práce</b>	Bakalářská práce
<b>Přidělovaný titul</b>	Bc.
<b>Jazyk práce</b>	Čeština
<b>Datový formát elektronické verze</b>	PDF
<b>Abstrakt práce</b>	<p>Cílem této bakalářské práce je návrh vzduchotechnických a klimatizačních systémů v prostorech JIP infekčního oddělení a zázemí zaměstnanců nemocnice. Návrh zařízení splňuje příslušné normy, hygienické a provozní požadavky. Výpočtová část se zabývá celkovou analýzou objektu, tepelnými bilancemi, průtoky vzduchu v rovině zvýšených hygienických požadavků a požadavků pro teplovzdušné vytápění. Výpočtová část se dále zabývá distribucí, úpravami vzduchu a dalšími návrhy, které jsou nedílnou součástí správně navrženého zařízení. Teoretická část se zabývá zpětným získáváním energie z odpadního vzduchu ve vzduchotechnických výměnících v komfortních aplikacích pomocí tepelného čerpadla. Samotný projekt je zpracován na úrovni prováděcího projektu.</p>

**Abstrakt práce  
v anglickém jazyce**

This bachelor's thesis deals with design of air-conditioning and air-condition systems in the spaces of intensive care unit of infection department and employees department. Proposal of the systems meets relevant standards, hygiene and operating requirements. The computational part is focused on total object analysis, heat balance, air flow in relation to increased hygiene requirements and requirements for air heating. The computational part also involves distribution, adjustment of air and other proposals, which are integrated in correctly proposed equipment. The theoretical part is involving heat recovery with heat pump. The project is processed on the level of the project implementing.

**Klíčová slova**

Vzduchotechnika, čisté prostory, třídy čistoty, mikroklíma, klimatizace, hepa filtr, akustika, tepelné bilance, infekční oddělení, zázemí zaměstnanců, vzduchotechnická jednotka, citelné teplo, vázané teplo, regenerační výměník, entalpický výměník, rekuperační výměník, JIP, jednotka intenzivní péče, tepelné čerpadlo.

**Klíčová slova  
v anglickém jazyce**

Air-conditioning, clean spaces, cleanliness categories, microclimate, hepa filter, air-condition, heat balance, infection department, employees department, sensible heat, latent heat (humidity), regeneration recovery, enthalpy recovery, recuperator, ICU, intensive care unit, heat pump.

## **PODĚKOVÁNÍ**

Chtěl bych tímto poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce doc. Ing. Aleši Rubinovi, Ph.D. za užitečné rady a neustálou ochotu.

## OBSAH

ÚVOD.....	15
ČÁST A – TEORETICKÁ ČÁST .....	16
<b>1 úvod do teoretické části.....</b>	<b>17</b>
1.1 Vliv větrání na tepelné bilanci objektu.....	17
1.2 Zpětné získávání tepla v komfortních aplikacích.....	17
1.2.1 Komfortní aplikace v teplém počasí.....	18
1.2.2 Komfortní aplikace v zimním počasí.....	18
1.3 Ideální výměník energie (vzduch – vzduch) pro komfortní aplikace .....	18
1.4 Druhy výměníků energie (vzduch – vzduch).....	18
1.4.1 Rekuperační výměníky - deskové a trubkové výměníky. ....	18
1.4.2 Regenerační výměníky - rotační, přepínací výměníky.....	19
1.4.3 Entalpické výměníky - výměníky z propustných plochých desek.....	19
1.4.4 Výměníky tepla s tepelnými čerpadly.....	19
<b>2 Využití tepelného čerpadla pro zpětné získávání energie z odpadního vzduchu .....</b>	<b>19</b>
2.1 Fyzikální princip.....	19
2.1.2 Princip zzt tepelným čerpadlem typu vzduch - vzduch.....	20
2.1.3 Režim vytápění a chlazení .....	20
2.1.4 Vliv tč na účinnost zpětného získávání energie z odpadního vzduchu.....	21
2.1.5 Vyšší zisk energie z odpadního vzduchu, než z venkovního prostředí.....	21
2.1.6 Teoretický topný faktor v závislosti na okrajových podmínkách:.....	22
2.2 Monovalentní a bivalentní provoz tepelného čerpadla .....	22
2.2.1 Vstupní teploty topné vody vzhledem k odpovídajícím venkovním teplotám.....	23
2.3 Akumulační zásobníky.....	23
2.4 Měření a regulace .....	24
2.4.1 Regulační obvod – technické provedení .....	24
2.4.2 Regulace výkonu tč výkonem kompresoru.....	24
2.4.3 Regulace výkonu tč elektronicky řízeným expanzním ventilem (eev) .....	26
2.4.4 Efektivnější elektropohony a výkonová regulace .....	26
2.4.5 Ovládání jednotky .....	26
2.4.6 Inteligentní budovy.....	26
2.5 Chladivo .....	26
2.5.1 Současná situace na trhu s chladivem.....	27
2.5.2 Vliv chladiv na životní prostředí .....	27
2.5.3 Snižování množství fluorovaných skleníkových plynů na trh .....	28
2.5.4 Budoucí situace na trhu s chladivem.....	29
2.5.5 Hořlavost chladiv v závislosti na gwp.....	29

2.5.6	Vzestup hořlavých chladiv .....	29
2.6	Tepelná čerpadla poháněná tepelnou energií .....	30
2.7	Aplikace v rodinných domech.....	30
2.7.1	Příklad aplikace menší kompaktní jednotky.....	31
2.7.2	Prostory, pro které se hodí menší kompaktní jednotka .....	33
<b>3</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>34</b>
<b>4</b>	<b>Použité zdroje .....</b>	<b>35</b>
<b>5</b>	<b>Seznam obrázků, tabulek a grafů .....</b>	<b>36</b>
5.1	Seznam obrázků .....	36
5.2	Seznam tabulek .....	36
5.3	Seznam grafů.....	36
	<b>ČÁST B - VÝPOČTOVÁ ČÁST .....</b>	<b>37</b>
<b>1</b>	<b>analýza objektu .....</b>	<b>39</b>
1.1	Rozdělení zadané dispozice na funkční celky.....	40
1.2	Koncepce řešení .....	40
1.3	Skladby konstrukcí a součinitele prostupu tepla u $[w/m^2/k]$ .....	42
1.4	Tabulka místností.....	45
<b>2</b>	<b>Tepelné bilance.....</b>	<b>47</b>
2.1	Tepelné ztráty.....	47
2.2	Tepelná zátěž.....	48
2.3	Grafická příloha.....	49
2.4	Příloha k tepelným ztrátám .....	50
2.4.1	Ztráta vstupem jednotlivými konstrukcemi pro zázemí zaměstnanců a JIP .....	50
2.4.2	Podrobný výpočet tz jednotlivých místností.....	50
<b>3</b>	<b>Průtoky vzduchu, tlakové poměry.....</b>	<b>53</b>
<b>4</b>	<b>Distribuce vzduchu.....</b>	<b>56</b>
4.1	Distribuční prvky na přívodu pro jip infekční odd .....	56
4.2	Distribuční prvky na odvodu pro jip infekční odd .....	57
4.3	Ostatní koncové elementy .....	58
4.3.1	VEF – plastové talířové ventily odvodní .....	58
4.3.2	VST – plastové talířové ventily přívodní.....	58
4.3.3	BDOP – plastové anemostaty univerzální .....	58
4.3.4	Vířivé anemostaty trox - série vdw .....	59
4.4	Ohebné hadice sonoflex .....	60
4.5	Akustické výkony jednotlivých koncových elementů pro jednotlivé místnosti.....	61
<b>5</b>	<b>Dimenzování potrubí a tlaková ztráta .....</b>	<b>63</b>
5.1	Jednočarové řešení rozvodů vzt pro zařízení č. 1 – zázemí zaměstnanců .....	63

5.2	Dimenzování potrubí a tlakové ztráty pro zařízení č. 1 – přívod.....	64
5.3	Dimenzování potrubí a tlakové ztráty pro zařízení č. 1 – odvod.....	65
5.4	Jednočarové řešení rozvodů vzt pro zařízení č. 1 – jip.....	66
5.5	Dimenzování potrubí a tlakové ztráty pro zařízení č. 2 – přívod.....	67
5.6	Dimenzování potrubí a tlakové ztráty pro zařízení č. 2 – odvod.....	68
<b>6</b>	<b>Úpravy vzduchu, návrh vzt jednotek (hx diagramy).....</b>	<b>69</b>
6.1	Zařízení vzt č.1 – technická specifikace.....	70
6.2	Zařízení vzt č.2 – technická specifikace.....	75
6.3	Lokální dohříváče/chladiče vzduchu.....	80
6.3.1	Přímé chlazení.....	81
6.3.2	El. dohříváč.....	82
6.3.3	Přímotopný konvektor.....	83
<b>7</b>	<b>Útlum hluku.....</b>	<b>83</b>
7.1	Hladina akustického tlaku v místnosti úseku 1 bez tlumiče:.....	83
7.2	Návrh tlumiče na přívodní potrubí pro zázemí zaměstnanců.....	85
7.3	Návrh tlumiče na odvodní potrubí pro zázemí zaměstnanců.....	86
7.4	Posouzení tlumiče pro zázemí zaměstnanců.....	87
7.5	Hladina akustického tlaku v místnosti úseku 2 bez tlumiče:.....	88
7.6	Návrh tlumiče na přívodní potrubí pro jip, infekční odd.....	90
7.7	Návrh tlumiče na odvodní potrubí pro jip, infekční odd.....	91
7.8	Posouzení tlumiče pro jip, infekční odd.....	92
<b>8</b>	<b>Izolace vzt potrubí.....</b>	<b>93</b>
<b>9</b>	<b>Použité zdroje.....</b>	<b>94</b>
	ČÁST C - PROJEKT.....	96
	Technická zpráva.....	97

## ÚVOD

Tématem této bakalářské práce je návrh větrání a klimatizace místností ve zrekonstruovaných prostorách 2. nadzemního podlaží nemocnice v Brně tak, aby byly do budoucna užívány jako jednotka intenzivní péče infekčního oddělení a oddělení zázemí zaměstnanců. návrh byl proveden tak, aby byly zajištěny požadované hodnoty hygienických výměn vzduchu s ohledem na pohodu prostředí a vnitřní tepelně vlhkostní mikroklima.

Ke zpracování byly poskytnuty stavební výkresy v elektronické podobě.

Teoretická část se zabývá zpětným získáváním energie z odpadního vzduchu pomocí tepelného čerpadla v komfortních aplikacích.

Výpočtová část obsahuje celkovou analýzu objektu, tepelné bilance, průtoky vzduchu v rovině zvýšených hygienických požadavků a požadavků pro teplovzdušné vytápění. Výpočtová část se dále zabývá distribucí, úpravami vzduchu a dalšími návrhy, které jsou nedílnou součástí správně navrženého zařízení.

Projektová část se obsahuje návrh dvou vzduchotechnických jednotek pro úsek č. 1 a č. 2. V této části jsou doloženy veškeré výkresy (půdorysy podlaží, řezy strojovnou) a technická zpráva s přílohami. Projekt je zpracován na úrovni prováděcího projektu.



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## ČÁST A – TEORETICKÁ ČÁST

PART A - THE THEORETICAL PART

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

#### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

DOMINIK ČAKL

#### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. ALEŠ RUBINA, Ph.D.

BRNO 2018

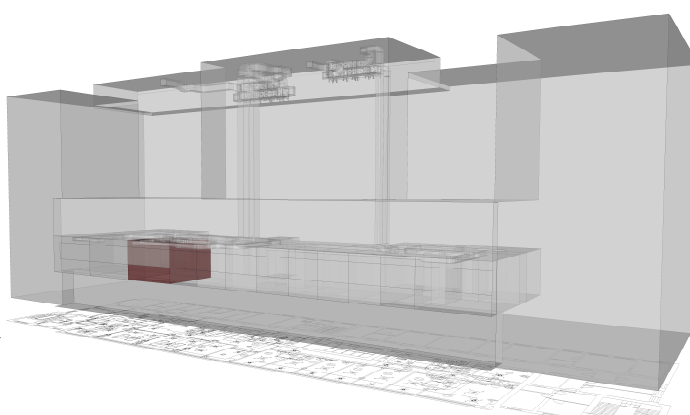
# 1 ÚVOD DO TEORETICKÉ ČÁSTI

S rostoucím zájmem o kvalitu vnitřního prostředí a snižování energetické spotřeby budov, jsou v současné době ze strany investorů a směrnic EuP, předkládány stále přísnější požadavky na technologie větracích jednotek. Jednou z technologií, která se stala v posledních desetiletích nedílnou součástí větracích a klimatizačních zařízení jsou systémy pro zpětné získávání tepla, z odváděného znehodnoceného vzduchu.

## 1.1 VLIV VĚTRÁNÍ NA TEPELNÉ BILANCI OBJEKTU

Tepelná ztráta a tepelná zátěž mají významný vliv na ekonomický a environmentální dopad provozu pro budovu. Současný trend výrazného zateplování obálek budov nabízí snížení tepelných ztrát konvekcí a tepelná ztráta větráním ve většině případů zůstává nezměněna z důvodu hygienické výměny vzduchu.

Za účelem přiblížení výhodnosti zpětného získávání energie z odpadního vzduchu byla provedena studie. Studie hodnotí v následujícím grafu 1.1 tepelné ztráty a zisky, pro referenční místnost JIP, která je zvýrazněna v 3D vizualizaci objektu, v závislosti na násobné výměně vzduchu za hodinu bez vlivu ZZT.

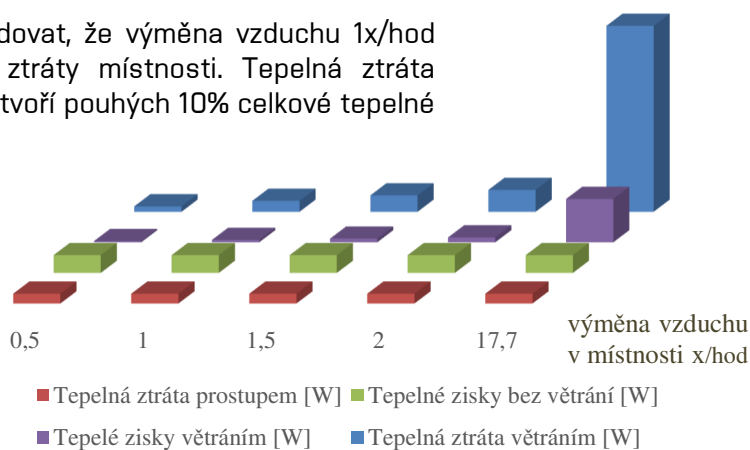


Obr. 1.1: Hodnocená místnost

Okrajové podmínky referenční místnosti jsou zahrnuty ve výpočtové části práce.

V následujícím grafu můžeme sledovat, že výměna vzduchu 1x/hod tvoří více než jednu polovinu celkové ztráty místnosti. Tepelná ztráta prostupem při výměně vzduchu 17,7x/hod tvoří pouhých 10% celkové tepelné ztráty.

Závěrečným zhodnocením této studie lze konstatovat, že větrání má vysoký vliv na tepelnou ztrátu objektu a přímo vybízí k nedílnému využití systémů pro zpětné získávání tepla, z odváděného znehodnoceného vzduchu. Zařízením pro ZZT lze významně zmenšit energetickou spotřebu pro referenční místnost a objekt, jako celek.



Graf. 1.1: tepelná bilance místnosti

## 1.2 ZPĚTNÉ ZÍSKÁVÁNÍ TEPLA V KOMFORTNÍCH APLIKACÍCH

Existuje řada typů zpětného získávání energie (vzduch - vzduch), které mohou být děleny podle jejich použití v aplikacích jako z výroby do výroby, z výroby do komfortního prostředí a z komfortního prostředí do komfortního prostředí.

Zpětného získávání energie v aplikaci z komfortního prostředí do komfortního prostředí, můžeme uvažovat prostory plaveckých bazénů, šaten, residenčních objektů, pečovatelských objektů, zdravotnických zařízení a další. Zařízení mohou přenášet pouze citelnou složku tepla, nebo citelnou a vázanou složku tepla zároveň.

### 1.2.1 KOMFORTNÍ APLIKACE V TEPLÉM POČASÍ

Zařízení ZZT snižuje entalpii dodávaného čerstvého vzduchu a dokáže předávat teplo odváděnému, znehodnocenému vzduchu z klimatizovaného prostředí.

### 1.2.2 KOMFORTNÍ APLIKACE V ZIMNÍM POČASÍ

Zařízení ZZT zvyšuje entalpii dodávaného čerstvého vzduchu a dokáže odebírat teplo odváděnému, znehodnocenému vzduchu z vytápěného prostředí.

## 1.3 IDEÁLNÍ VÝMĚNÍK ENERGIE (VZDUCH – VZDUCH) PRO KOMFORTNÍ APLIKACE

Ideální výměník energie zahrnuje následující tepelné a hydraulické funkce:

- Extrémně vysoký součinitel prostupu tepla U
- Velmi nízkou tlakovou ztrátu
- Umožňuje přenos vlhkosti
- Zcela blokuje smíšení čerstvého přiváděného vzduchu a přetlakově odváděného proudu vzduchu, kontaminovaného plyny, biologickými látkami a částicemi.
- Cíleně nespotřebovává energii na provoz.

Důležité je zvážit druh provozu a prostředí, pro který je výměník navrhován.

- U prostředí, které má být vysoušeno, není vhodná aplikace výměníku, který umožňuje přenos vlhkosti.
- Pokud je výměník energie, výměníkem pouze citelné složky tepla, ale ne výměníkem vlhkosti, usnadňuje chlazení ventilačního vzduchu a část energie na odvlhčení vzduchu, která snižuje obsah vlhkosti na přijatelnou úroveň, bude ušetřena
- Prostedí a provoz, který vylučuje smíšení odpadního a čerstvě přiváděného vzduchu.

## 1.4 DRUHY VÝMĚNÍKŮ ENERGIE (VZDUCH – VZDUCH)

Rozlišujeme dva typy „air-to-air“ energetických výměníků. Výměník pro přenos citelného tepla a výměník pro přenos citelného tepla a zároveň vlhkosti.

### 1.4.1 REKUPERAČNÍ VÝMĚNÍKY - DESKOVÉ A TRUBKOVÉ VÝMĚNÍKY.

- Oba proudy vzduchu, nebo tekutin jsou odděleny pevnou stěnou. Povrch může být hladký, nebo uměle zvětšený. Rekuperační výměníky dělíme podle toku tekutin, nebo proudění vzduchu na souproudé, s příčným (křížovým) proudem a protiproudé.
- Umožňují přenos pouze citelné složky tepla.

#### 1.4.2 REGENERAČNÍ VÝMĚNÍKY - ROTAČNÍ, PŘEPÍNAČÍ VÝMĚNÍKY

- Pro přenos tepla u rotačních a přepínacích výměníků se využívá akumulační hmota, která se střídavě ohřívá a ochlazuje, tím předává teplo do proudu jedné tekutiny, nebo vzduchu a odebírá ho druhému proudu.
- Umožňují přenos citelné i vázané složky tepla ve vlhkosti.

#### 1.4.3 ENTALPIKÉ VÝMĚNÍKY - VÝMĚNÍKY Z PROPUSTNÝCH PLOCHÝCH DESEK

- Umožňují přenos citelné i vázané složky tepla pomocí propustných plochých desek
- Konečná účinnost výměníku pro přenos energie z odváděného vzduchu do čerstvě přiváděného vzduchu je podobná jako u regeneračních výměníků, ale transportní mechanismus proudu vzduchu je velmi odlišný.

#### 1.4.4 VÝMĚNÍKY TEPLA S TEPELNÝMI ČERPADLY

- Jsou to drahá a náročná zařízení, která mají určité výhody. Účinnost rekuperace lze dobře regulovat, lze předejít namrzání částí VZT zařízení a hodí se i pro reverzní chod v létě, kdy je čerstvý vzduch potřeba naopak ochlazovat.

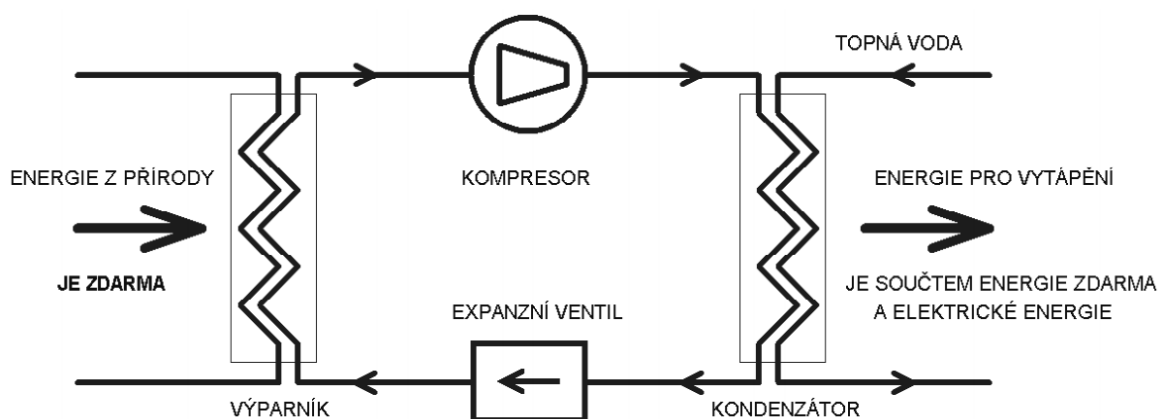
## 2 VYUŽITÍ TEPELNÉHO ČERPADLA PRO ZPĚTNÉ ZÍSKÁVÁNÍ ENERGIE Z ODPADNÍHO VZDUCHU

### 2.1 FYZIKÁLNÍ PRINCIP

Tepelné čerpadlo (TČ) je zařízení, které umí využívat nízkopotenciální energii a dokáže ji převést do užitečné podoby. Ke svému provozu potřebuje určité množství energie, obvykle elektrické. Jsou to kompresorové chladicí procesy, zakládající se na tepelném oběhu, v němž nastává změna skupenství chladiva.

#### 2.1.1 PRINCIP TEPELNÉHO ČERPADLA

Tepelné čerpadlo obsahuje čtyři základní části chladicího okruhu: výparník, kompresor, kondenzátor a expanzní ventil. Do výparníku se pomocí vhodného teplotnosného média (vzduch, voda, nemrznoucí směs) přivádí nízkopotenciální teplo a do jeho druhé poloviny se tryskou expanzního ventilu vstříkují pod velkým tlakem kapalné chladivo. Tlak ve výparníku za expanzním ventilem je nižší a kapalné chladivo se proto rychle odpařuje. Tím se celý výparník podchlazuje na teplotu nižší, než je teplota prostředí, ze kterého se odebírá teplo.



Obr.2.1.1: Schéma principu tepelného čerpadla [1]

## 2.1.2 PRINCIP ZT TEPELNÝM ČERPADLEM TYPU VZDUCH - VZDUCH

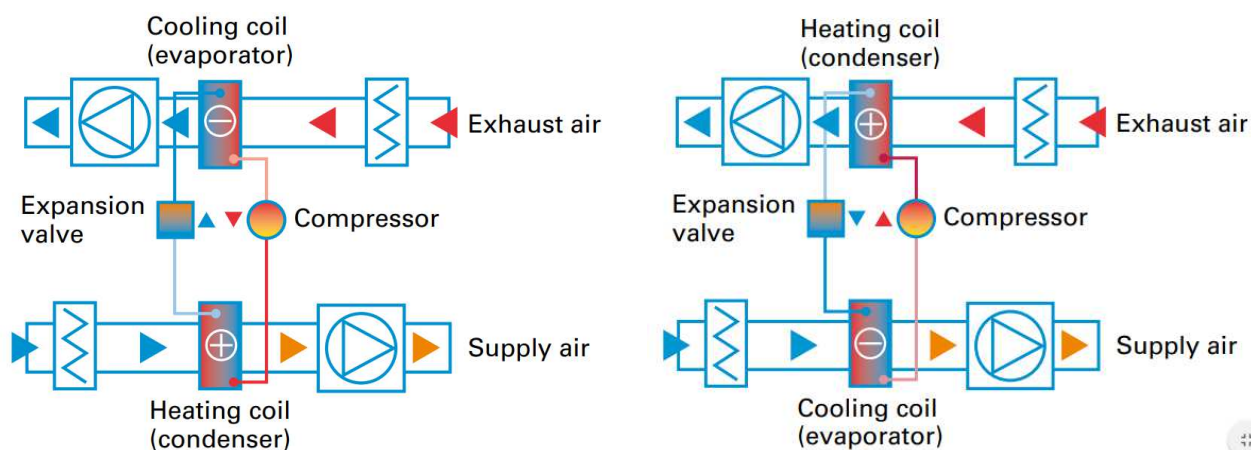
System zpětného získávání tepla větráním pomocí tepelného čerpadla je konstruován pro efektivní přenos energie z jednoho proudu vzduchu do druhého. Tyto dva proudy vzduchu jsou na sobě navzájem fyzicky nezávislé. Tepelné čerpadlo může zajišťovat buď vytápění, nebo chlazení dvou navzájem oddělených proudů vzduchu, které nemusejí být umístěny vedle sebe, ale umožňuje přenos energie ze vzdálenějších míst.

### 2.1.3 REŽIM VYTÁPĚNÍ A CHLAZENÍ

Přiváděný vzduch z vnějšího prostředí vyžaduje ohřát. Teplu je čerstvému vzduchu předáváno pomocí chladivového okruhu s kondenzátorem, který je umístěn uvnitř přiváděného proudu vzduchu z vnějšího prostředí.

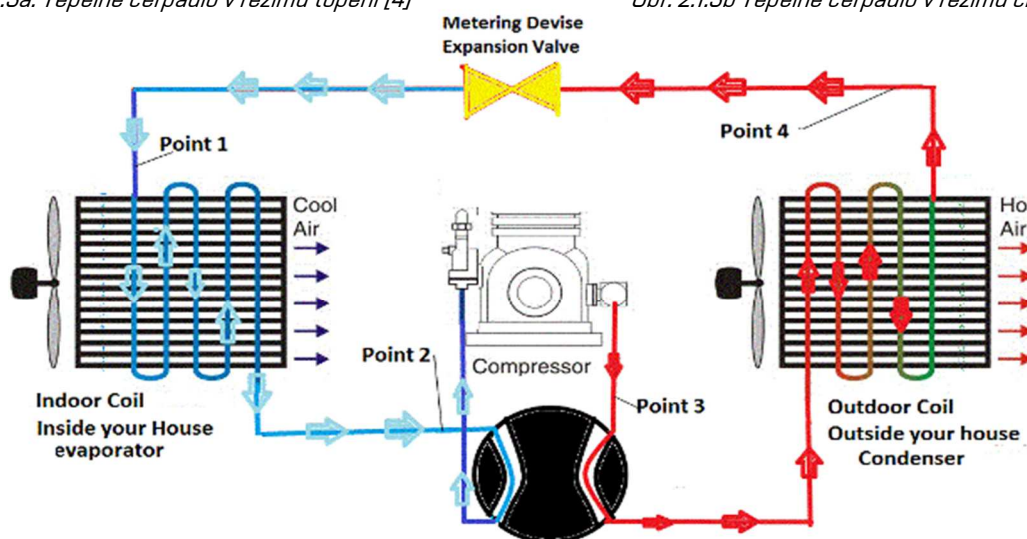
Na vstupu znečištěného vzduchu do vzduchotechnické jednotky je umístěn výparník s chladivovým okruhem, který odebírá teplo odváděnému vzduchu. Odváděný znečištěný vzduch má teplotu v komfortních aplikacích přibližně 20 - 22°C. Teplota za výparníkem je přibližně 0°C, záleží na technologii, která dokáže omezit namrzání výměníku z důvodu odvádění vlhkého vzduchu z interiéru.

V režimu chlazení nastane obrácený děj. Teplu je odebíráno přiváděnému vzduchu a předáváno znečištěnému, odváděnému vzduchu.



Obr. 2.1.3a: Tepelné čerpadlo v režimu topení [4]

Obr. 2.1.3b: Tepelné čerpadlo v režimu chlazení [4]



Obr. 2.1.3c: Tepelné čerpadlo v módu chlazení s reverzibilním chodem, zdroj: instructables.com

## 2.1.4 VLIV TČ NA ÚČINNOST ZPĚTNÉHO ZÍSKÁVÁNÍ ENERGIE Z ODPADNÍHO VZDUCHU

Teplotná čerpadla umožňují maximalizovat zpětný zisk energie z odváděného vzduchu a dokáží odváděný vzduch i podchladiť na teplotu nižší venkovnímu vzduchu, díky tomu získáváme větší účinnost zpětného získávání tepla, než u ostatních typů výměníků.

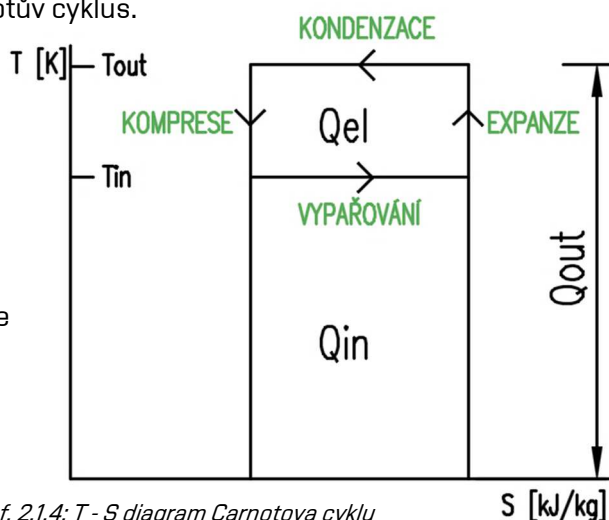
Odebrané teplo můžeme následně přečerpat do přiváděného, čerstvého a v zimním období studeného vzduchu, nebo můžeme odebrané teplo využít pro ohřev zásobníku teplé vody.

Účinnost zpětného získávání energie je závislá na okrajových podmínkách a to především na teplotě nízkopotenciálního zdroje energie – v tomto případě odváděného, znehodnoceného vzduchu a požadované teplotě na výstupu chladicího okruhu. Vliv okrajových podmínek je dále znázorněn v teoretickém T-S diagramu pro Carnotův cyklus.

T = teplota  
S = entropie

$$e = Q_{out} / Q_{el} = (Q_{in} + Q_{el}) / Q_{el} = T_{out} / (T_{out} - T_{in})$$

$T_{in}$  teplota nízkopotenciálního zdroje tepla [K]  
 $T_{out}$  teplota na výstupu [K]  
 $Q_{in}$  energie získaná z nízkopotenciálního zdroje tepla  
 $Q_{el}$  je externí energie potřebná pro pohon kompresoru (elektrická energie)  
 $Q_{out}$  výsledná energie při vyšší teplotě  $T_{out}$   
 e teoretický topný faktor



Graf. 2.1.4: T - S diagram Carnotova cyklu

Topný faktor COP je vždy vyšší než 1 a je tím vyšší, čím je menší rozdíl mezi  $T_{out} - T_{in}$ . Z toho plyne, že je výhodnější používat zdroje nízkopotenciálního tepla s vyšší teplotou a teplo dodávat do zařízení pro vytápění s nižší teplotou.

## 2.1.5 VYŠŠÍ ZISK ENERGIE Z ODPADNÍHO VZDUCHU, NEŽ Z VENKOVNÍHO PROSTŘEDÍ

Teoretický příklad pro zázemí zaměstnanců JIP infekčního oddělení: při venkovní teplotě  $-5^{\circ}\text{C}$ , odváděného znehodnoceného vzduchu  $22^{\circ}\text{C}$  a při rekuperaci tepla deskovým výměníkem s účinností 77%. Odváděný znehodnocený vzduch z interiéru po rekuperaci tepla deskovým výměníkem má teplotu:

$$t'_0 = t_e - \Delta t = 1,74 [^{\circ}\text{C}]$$

$$\Delta t = t_0 - t'_e = 22 - 15,26 = 6,74 [^{\circ}\text{C}]$$

$$t'_e = t_e + \mu * (V_0 / V_e) * (t_0 - t_e) = (-5) + 0,77 * (3800/3900) * (22 - (-5)) = 15,26 [^{\circ}\text{C}]$$

$t_e$  teplota přiváděného čerstvého vzduchu  
 $t_0$  teplota odváděného znehodnoceného vzduchu  
 $\mu$  účinnost deskového rekuperátoru  
 $V_e$  objem přiváděného čerstvého vzduchu  
 $V_0$  objem odváděného znehodnoceného vzduchu  
 $t'_e$  teplota přiváděného čerstvého vzduchu po ZZT

$\Delta t$  nepředané teplo  
 $t'_0$  teplota odváděného znehodnoceného vzduchu po ZZT

Teoretický topný faktor v závislosti na okrajových podmínkách:

Teoretické COP dle ideálního Carnotova diagramu,  $T_{out} = 50^\circ$

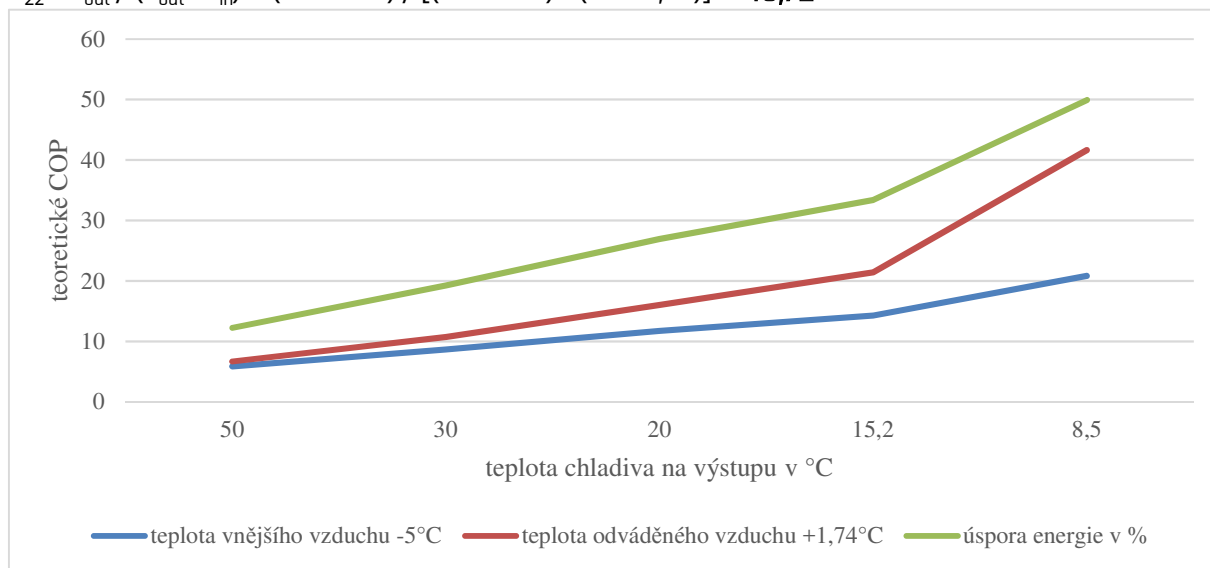
$$e_1 = T_{out} / (T_{out} - T_{in}) = (273 + 50) / [(273 + 50) - (273 - 5)] = 5,87$$

$$e_{11} = T_{out} / (T_{out} - T_{in}) = (273 + 50) / [(273 + 50) - (273 + 1,74)] = 6,69$$

Teoretické COP dle ideálního Carnotova diagramu,  $T_{out} = 30^\circ$

$$e_2 = T_{out} / (T_{out} - T_{in}) = (273 + 30) / [(273 + 30) - (273 - 5)] = 8,66$$

$$e_{22} = T_{out} / (T_{out} - T_{in}) = (273 + 30) / [(273 + 30) - (273 + 1,74)] = 10,72$$



Graf. 2.1.6: Graf teoretického topného faktoru

V grafu je vidět vliv rozdílu teplot a výsledné úspory energie v závislosti na teplotě na výstupu. Ve skutečnosti topný faktor nedosahuje zdaleka tak vysokých hodnot kvůli nedokonalosti kompresoru, fyzikálním vlastnostem chladiv, tlakové ztráty v potrubí a dalším vlivům.

Do vztahu pro výpočet COP se ve skutečnosti dosazují teploty chladiva vypařovací  $T_0$  a kondenzační  $T_k$ , které se neshodují s  $T_{in}$  a  $T_{out}$ . Předešlý vzorec slouží pouze pro názornost, jak velká je závislost na teplotním spádu v závislosti na úspoře energie.

Z empirických zkušeností vyplývá, že pouhá změna výparné či kondenzační teploty o 1 °C vede ke změně topného faktoru o 2-3 %, což má významný vliv na ekonomiku provozu.

Ze závislosti plyne, že při teplotě na výstupu 15,2°C se dá teoreticky ušetřit 1/3 vložené energie, když budeme odebírat teplo z odpadního vzduchu oproti venkovnímu vzduchu. Otázkou je, co chceme takto nízkou teplotou ohřívat, řešením může být přehřev čerstvě přiváděného vzduchu a tím zvýšit teplotu před deskovým výměníkem, která může sloužit i jako sekundární ochrana před zamrznutím. Dalším řešením může být přehřev studené vody z vodovodního řádu určené pro přípravu teplé vody. V úvahu lze brát kombinaci, kdy v zimě přehřívá přiváděný vzduch a v létě s vyšším topným faktorem předává teplo a akumuluje ho do zásobníku na teplou vodu.

## 2.2 MONOVALENTNÍ A BIVALENTNÍ PROVOZ TEPELNÉHO ČERPADLA

Z hlediska možností využití, a tím i způsobu provozu tepelného čerpadla, má vstupní teplota topné vody pro topné zařízení rozhodující význam. Topná zařízení, která vyžadují vstupní teplotu topné vody vyšší než +60 °C, mohou být provozována s tepelným čerpadlem pouze v bivalentním

způsobu provozu s druhým zdrojem tepla nebo s vysokoteplotním tepelným čerpadlem. Bod přepnutí tepelného čerpadla se tedy neorientuje pouze podle topného výkonu tepelného čerpadla, ale také podle dimenzování topných ploch. Radiátorová topení byla dosud dimenzována pro vstupní teplotu topné vody o hodnotě 75 °C. Díky dodatečné tepelné izolaci nebo předimenzování byly většinou nutné vstupní teploty topné vody pouze o hodnotě +60 °C nebo nižší. Topné plochy nových systémů musejí být dimenzovány na vstupní teplotu topné vody max. +55 °C tak, aby byl možný monovalentní způsob provozu. [8]

## 2.2.1 VSTUPNÍ TEPLoty TOPNÉ VODY VZHEDEM K ODPOVÍDAJÍCÍM VENKOVNÍM TEPLOTÁM

### Osy:

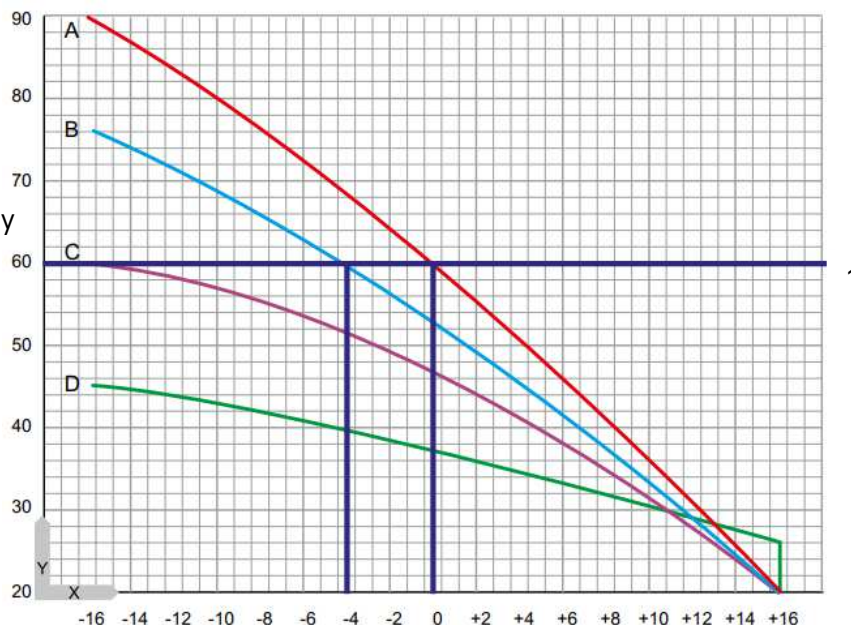
X Venkovní teplota [°C]

Y Teplota topné vody [°C]

1 Vstupní teplota topné vody tepelného čerpadla [°C]

A-D Charakteristika vstupních teplot topné vody

Graf. 2.2.1:  
Vstupní teploty topné vody vzhledem k odpovídajícím venkovním teplotám [8]



Tab. 2.2.1: Provozní režim TČ

Křivka	Teplota topné vody °C	Přepínací bod °C	Provozní režim
A	90	0	bivalentní
B	75	-4	bivalentní
C	< 60	-	monovalentní
D	< 60	-	monovalentní

## 2.3 AKUMULAČNÍ ZÁSOBNÍKY

Akumulační zásobníky v topných soustavách slouží k akumulaci tepelné energie, kterou lze následně využít v topné soustavě. Slouží také k hydraulickému odpojení objemových průtoků v okruhu tepelného čerpadla a v topném okruhu.

Kombinace tepelných čerpadel a rozvodných topných systémů s malým objemem vody, např. topných systémů s topnými tělesy, vede zpravidla k tomu, že zdroj tepla zejména v režimu částečného zatížení se často zapíná a vypíná (taktuje). Aby se tomu zabránilo, je zapotřebí nainstalovat akumulaciční zásobník s vhodně zvoleným objemem nebo u tepelných čerpadel s regulací výkonu využívat variabilní rozsah výkonu. [8]

Využití akumulacičních nádob u tepelných čerpadel v monovalentním režimu, které zvládají variabilní rozsah výkonu, ztrácí význam. Topnou vodu je možné ohřát jen na teplotu max. 55 °C, pokud nebudeme uvažovat vysokoteplotní tepelná čerpadla. Naakumulovaná energie je v tomto

případě velmi malá. Proto se také akumulční nádoby nepoužívají ani u kondenzačních plynových kotlů, které v efektivním kondenzačním režimu ohřívají topnou vodu jen do 55 °C. [9]

## 2.4 MĚŘENÍ A REGULACE

Regulace je zařízení, na jehož impuls se mění jeden, nebo více provozních parametrů otopné soustavy a to především: teplota, průtok a tlak.

### 2.4.1 REGULAČNÍ OBVOD – TECHNICKÉ PROVEDENÍ

Měření regulované veličiny, resp. řídicí veličiny

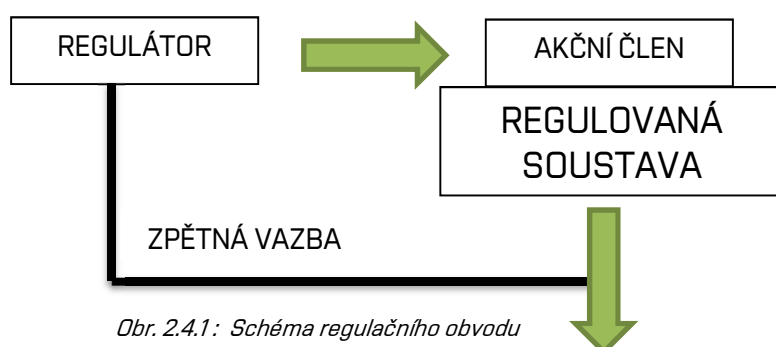
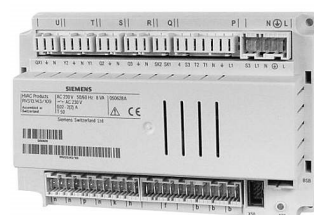
- tlakoměr, elektrický teploměr, průtokoměr apod.

Regulátor

- zařízení, které porovnává naměřené hodnoty se žádanými a podle toho aktivuje akční člen

Akční člen

- fyzicky mění akční veličinu – např. uzavírací nebo směšovací trojcestný ventil se servopohonem, elektromagnetický uzávěr na přívodu otopné vody

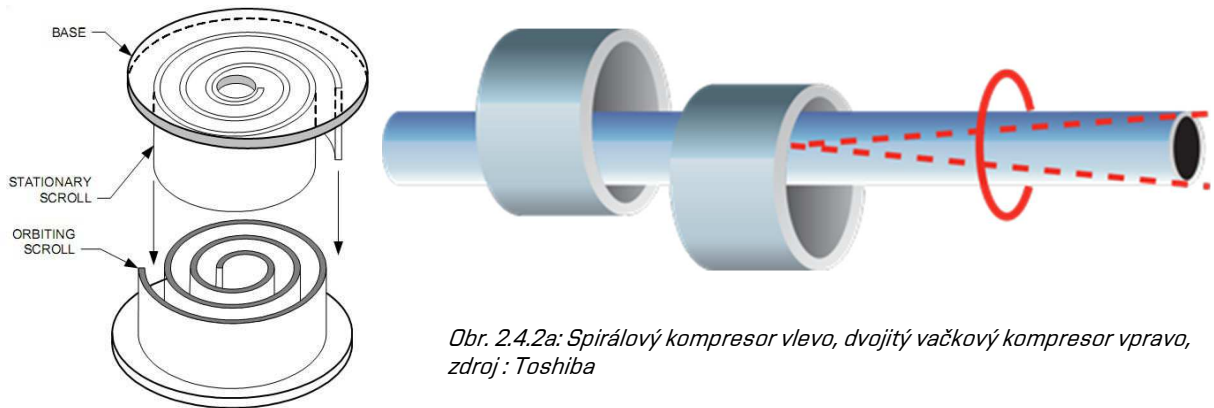


Obr. 2.4.1: Schéma regulačního obvodu

### 2.4.2 REGULACE VÝKONU TČ VÝKONEM KOMPRESORU

Pro tepelná čerpadla menšího výkonu se v posledních letech staly standardem kompresory typu scroll (spirálové). Oproti pístovým kompresorům, které byly v chladírenské technice tradičně používány, se vyznačují údajně až dvojnásobnou životností (dle předních výrobců až 40 mil. cyklů, zejména proto, že mají o 70 % menší počet pohyblivých částí), dále jsou tišší a také mají vyšší účinnost, pokud trvale pracují ve zvoleném pracovním bodě.

otopné soustavy objektů při ekvitermním řízení pracují s proměnnou teplotou topné vody v závislosti na teplotě venkovního vzduchu. Do popředí se tak dostává účinnost kompresoru v celém rozsahu možného výkonu. Někteří výrobci se tak v aplikacích, kde je požadován/praktikován proměnný výkon tepelného čerpadla, přiklání k rotačním vačkovým kompresorům ve dvojitém provedení, v němž je dosahováno vyšších účinností a kompresor má menší velikost (twin rotary kompresory). Oproti scroll kompresorům mají twin rotary kompresory dosahovat v částečném a maximálním zatížení vyšší účinnosti (viz obrázek níže), jejich životnost však vzhledem k většímu počtu pohyblivých částí bude kratší (uvádí se přibližně poloviční). Scroll kompresory však nicméně přesto nacházejí uplatnění i v tepelných čerpadlech s výkonovou regulací. [12]

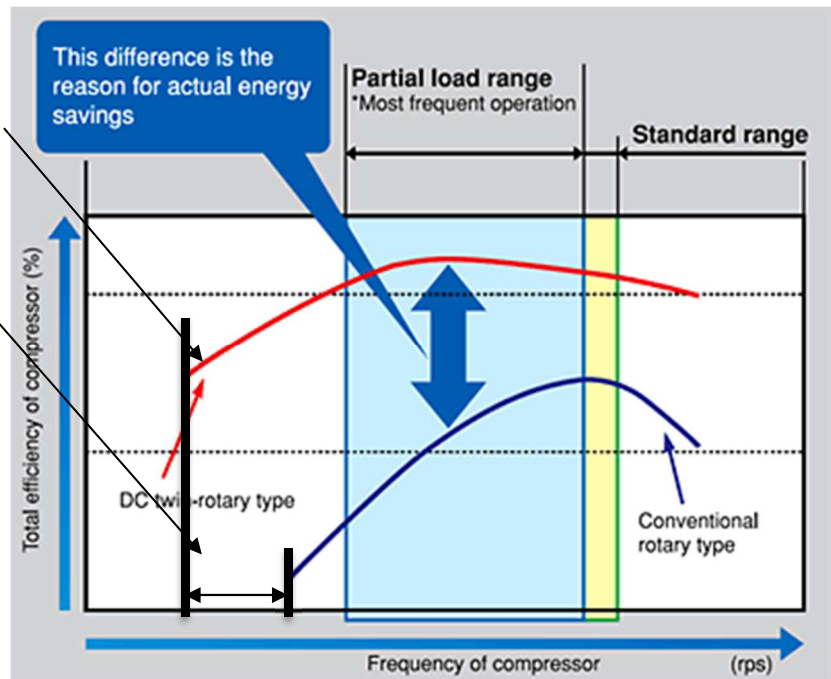


Obr. 2.4.2a: Spirálový kompresor vlevo, dvojitý vačkový kompresor vpravo, zdroj: Toshiba

Dvojitý vačkový kompresor má vyšší účinnost při nízkých i při vysokých otáčkách

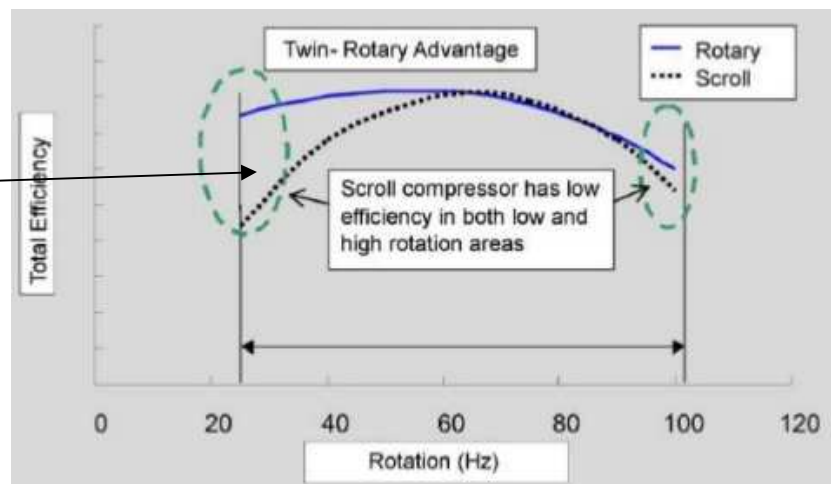
Dvojitý vačkový kompresor má širší rozsah výkonu oproti tradičnímu vačkovému

Graf. 2.4.2a: Srovnání účinnosti kompresoru vačkového a dvojitého vačkového při měnících se otáčkách, zdroj: Toshiba



Dvojitý vačkový kompresor má vyšší účinnost při nízkých i při vysokých otáčkách než spirálový

Graf. 2.4.2b: Srovnání účinnosti kompresoru spirálového a dvojitého vačkového při měnících se otáčkách, zdroj: HVAC



### Dodatek ke spirálovým kompresorům:

Spirálové kompresory pracují s nejvyšší účinností a nejdelší životností při optimální určené kondenzační teplotě, v režimu řízení ON/OFF a nízkým počtem spínání (taktů).

### 2.4.3 REGULACE VÝKONU TČ ELEKTRONICKY ŘÍZENÝM EXPANZNÍM VENTILEM (EEV)

Od termostatického se EEV ventil odlišuje přesným řízením průtoku chladiva za pomoci krokového elektropohonu ovládaného kontrolní jednotkou TČ, což dále zlepšuje účinnost celého pracovního okruhu (snižuje kompresní práci, zvyšuje vychlazení v kondenzátoru). EEV ventily jsou dále vylepšovány za pomoci pohonů s tzv. duální polaritou (mají vyšší točivý moment) či schopných skutečně přesného - lineárního řízení a pak jsou označovány jako LEV ventily (u EEV ventilu je odezva na požadavek na změnu průtoku paliva mírně nelineární). [12]

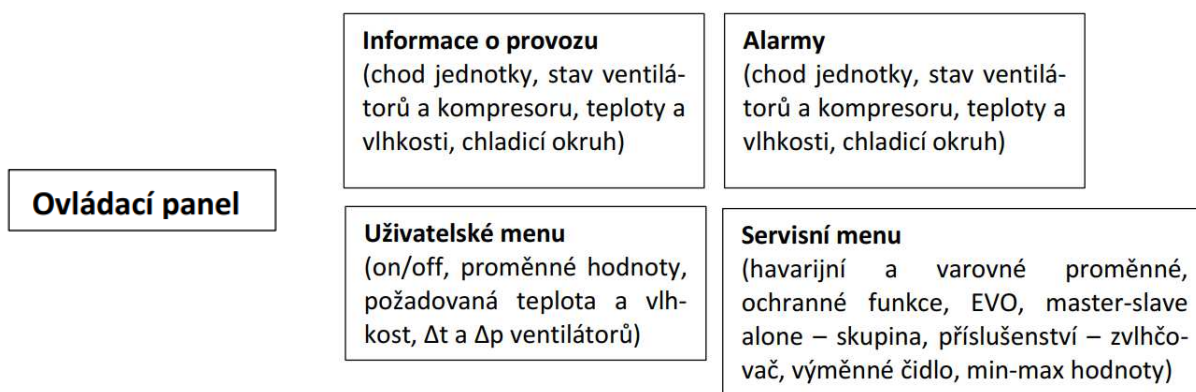


### 2.4.4 EFEKTIVNĚJŠÍ ELEKTROPOHONY A VÝKONOVÁ REGULACE

Integrální součástí kompresorů je dále elektromotor, jehož prostřednictvím je možné i regulovat výkon kompresoru.

V kompresorech a dalších doprovodných součástech tepelného čerpadla (čerpadla, ventilátory) bývaly tradičně asynchronní indukční motory s konstantními otáčkami. Nyní kvůli přesnější regulaci výkonu slouží jako pohon asynchronní elektromotor s frekvenčním měničem, nebo synchronní bezkartáčové motory, které mají rotor z permanentních magnetů (BLDC, nebo jen DC). [12]

### 2.4.5 OVLÁDÁNÍ JEDNOTKY



Obr. 2.4.5: Schéma nabídky ovládací jednotky regulátoru [11]

### 2.4.6 INTELIGENTNÍ BUDOVY

Inteligentní budovy jsou objekty s integrovaným managementem, tj. se sjednocenými systémy řízení (technika prostředí, komunikace, energetika), zabezpečení (kontrola přístupu, požární ochrana, bezpečnostní systém) a správy budovy (plánování, pronájem, leasing, inventář). Optimalizací těchto složek a vzájemných vazeb mezi nimi je zabezpečeno produktivní a nákladově efektivní prostředí. Inteligentní budova pomáhá vlastníkově, správci i uživateli realizovat jejich vlastní cíle v oblasti nákladů, komfortu prostředí, bezpečnosti, dlouhodobé flexibility a prodejnosti. Inteligentní budova uspokojuje současné potřeby vlastníka a nájemce budovy a může být jednoduše přizpůsobena jejich rostoucím nárokům v budoucnosti, umožňuje úspory pořizovacích i provozních nákladů. [10]

## 2.5 CHLADIVO

Chladivo je chemická látka nebo směs látek používaných v tepelném cyklu, kde podléhá fázové přeměně skupenství z plynu na kapalinu a zpět. V chladicím oběhu přijímá teplo při nízkém tlaku a teplotě a odevzdává je při vyšším tlaku a teplotě.

## 2.5.1 SOUČASNÁ SITUACE NA TRHU S CHLADIVEM

Situace kolem používání některých druhů chladiv je stálým předmětem mnoha diskuzí, spekulací a v posledních letech hlavně zdrojem nejistoty. Dynamika legislativního vývoje v EU je daná především cílem EU snížit množství produkce emisí CO<sub>2</sub>. Regulace v oblasti chladiv je jen jednou z mnoha dotčených odvětví. Cílem EU je snížit do roku 2020 emise CO<sub>2</sub> o 20 % proti referenčnímu roku 1990 (vychází z Kjótského protokolu). [5]

Regulace v oblasti chladiv je dána mezinárodními dohodami o ochraně ozónové vrstvy (již nelze používat chladiva poškozující ozónovou vrstvu) a Nařízeními Evropského parlamentu a Rady 517/2014 [20] a 842/2006 [21], která stanovují omezování použití chladiv na základě hmotnosti náplně a vypočteného potenciálu globálního oteplování GWP. Zatímco snahy o přechod na chladiva s nulovým potenciálem poškozování ozónové vrstvy byly průmyslem adekvátně přijaty a postupně realizovány, snahy o omezení chladiv na základě postupného zpřísňování maximální hodnoty GWP už nejsou přijímány jednoznačně, neboť úniky chladiv přispívají ke globálnímu oteplování pouze minimálně. Lepším porovnávacím kritériem pro různá zařízení s chladivy je ukazatel TEWI, který vychází z ČSN EN 378 [22] a zohledňuje i vliv provozu zařízení na produkci emisí CO<sub>2</sub>. Vztahy pro výpočet TEWI jsou ukázány v poslední části příspěvku. Jeho výpočtem lze přímo odhadnout skutečný příspěvek zařízení s chladivy ke globálnímu oteplování. [5]

## 2.5.2 VLV CHLADIV NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Základní definice:

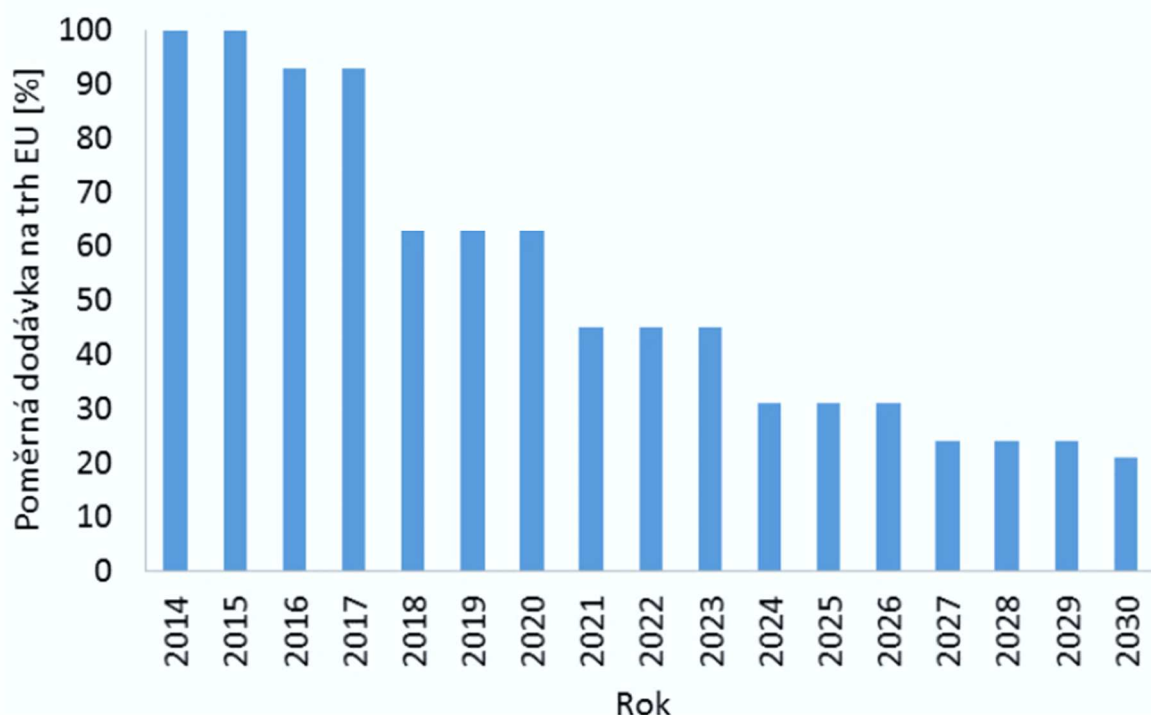
- ODP - (ozone depletion potencial) je relativní číslo udávající potenciál k poškozování ozónové vrstvy vzhledem k referenčnímu chladivu CCl<sub>3</sub>F - R11 (ODP látky R11 = 1), použití látek s ODP > 0 je regulováno (patří mezi tzv. regulované látky). Chladivo R11 patří mezi tzv. tvrdé čili plně halogenované uhlovodíky (především s obsahem chloru), jejichž používání je v současnosti zakázáno Montrealským protokolem. [5]
- GWP - (global warming potencial) je ukazatel vlivu daného látky (chladiva) na globální oteplování. Termínem "globální oteplování" se zde zjednodušeně myslí schopnost zachytit teplo v atmosféře, resp. odrazit zpět k zemskému povrchu (radiační účinnost). Jeho hodnota určuje, kolikrát více daný plyn přispívá ke skleníkovému jevu než plyn CO<sub>2</sub>. Hodnota je dána jak radiačními vlastnostmi plynu, tak jeho "životností" v atmosféře. [5]
- TEWI - Ukazatel TEWI [kg ekv. CO<sub>2</sub>] značí celkový potenciál globálního oteplování (total global warming impact). Jedná se o způsob posuzování přímého vlivu emisí chladiva a nepřímého vlivu oxidu uhličitého. Ukazatel v sobě zahrnuje:

**přímý účinek** na globální oteplování vlivem úniků chladiva za životnost zařízení, včetně ztrát při konečné likvidaci a zpětné rekuperaci chladiv;

**nepřímý účinek** z emisí CO<sub>2</sub> při spalování paliv pro výrobu energie použité k pohonu zařízení během celé životnosti zařízení [5]

### 2.5.3 SNIŽOVÁNÍ MNOŽSTVÍ FLUOROVANÝCH SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ NA TRH

Množství fluorovaných plynů každoročně dodávaných na trh Evropské unie bude omezeno tak, aby nedosáhlo maximální množství vypočtené pro daný rok podle obr. 1. Pro postupné omezování se jako reference uvažuje průměrně dodávané množství v letech 2008–2012. Hodnoty na následujícím obrázku vyjadřují postupný útlum v ekvivalentu CO<sub>2</sub>. [6]



Graf. 2.5.3: Omezování dodávek fluorovaných chladiv na trh v EU [6]

Odhad do budoucnosti předpokládá značnou změnu chladiv v zařízeních dodávaných na evropský trh pro tepelná čerpadla. Konkrétní hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce. Z tabulky je patrný masivní nástup chladiv HFO (hydrofluoro-olefiny jsou chladiva na bázi nenasycených uhlovodíků chladiva s jednou dvojitou chemickou vazbou mezi atomy uhlíku) mezi roky 2015 a 2020 a útlum používání chladiv s vysokým GWP. [6]

Chladivo	2005	2010	2015	2020	2030	2050
R404a	4	2	0	0	0	0
R407c	44	30	20	10	0	0
R410a	50	66	75	50	15	0
R134a	2	2	0	0	0	0
čisté uhlovodíky	0	0	2	16	43	50
CO <sub>2</sub>	0	0	0	4	13	25
HFO (např. R1234yf)	0	0	3	20	30	25

Tab. 2.5.3: Odhad množství poměrů [%] používaných chladiv v TČ v EU [6]

## 2.5.4 BUDOUCÍ SITUACE NA TRHU S CHLADIVEM

Legislativa v oblasti chladiv prochází již dlouho postupným vývojem. Z předchozího textu je patrné, že započaté změny v omezování použití některých chladiv do budoucna neustoupí, ale budou se rozšiřovat. Budoucnost pro tepelná čerpadla je v chladivech s nízkým GWP, ve kterých není překážkou ani jejich velká náplň. Možnosti jsou především v použití CO<sub>2</sub> a čistých uhlovodíků. [6]

## 2.5.5 HOŘLAVOST CHLADIV V ZÁVISLOSTI NA GWP

Obecně platí, že čím nižší GWP, tím je vyšší hořlavost

Klasifikace bezpečnosti	Nízká úroveň hořlavosti, % objemu ve vzduchu	Spalné teplo, J/kg	Šíření plamene	Příklad chladiva	GWP
A1, nehořlavá chladiva (HCFC, HFC)	Bez šíření plamene – testováno při 60°C a 101.3 kPa			R410a	1975
				R407c	1652
				R134a	1300
				R404a	3784
A2L, nízká hořlavost (HFC, HFO)	>3.5	<19,000	Vyazuje šíření plamene při 60°C a 101.3 kPa, rychlost hoření ≤10 cm/s při testování ve 23°C a 101.3kPa	R32	675
			R1234yf	4	
			R1234ze	4	
			R717 (čpavek)	0	
A2, hořlavost (HCFC)	>3.5	<19,000	Vyazuje šíření plamene při 60°C a 101.3 kPa	R143a	4470
				R142b	2400
A3, vysoká (HC) hořlavost	≤3.5	≥19,000	Vyazuje šíření plamene při 60°C a 101.3 kPa	R152a	124
				R290 (propan)	3
				R600 (butan)	3
				R170 (ethan)	6
				R600a (isobutan)	3

Tab. 2.5.5: Schéma rozdělení chladiv do skupin podle nebezpečnosti dle ISO 817 (ASHRAE 34)

HCFC jsou od 1. 1. 2015 absolutně zakázaná

## 2.5.6 VZESTUP HOŘLAVÝCH CHLADIV

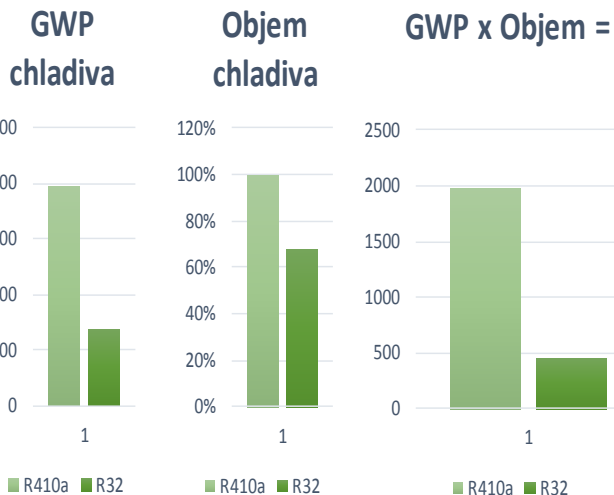
Příkladem uvedeme chladivo R32, které posloužilo jako náhrada za chladivo R410a.

### Environmentální přínos:

R32 má o 66% nižší hodnotu GWP

R32 stačí objem náplně o 30% nižší než pro R410A

R32 má celkový pokles GWP proti R410a o 77%.



Graf. 2.5.6: Environmentální přínos chladiva R32

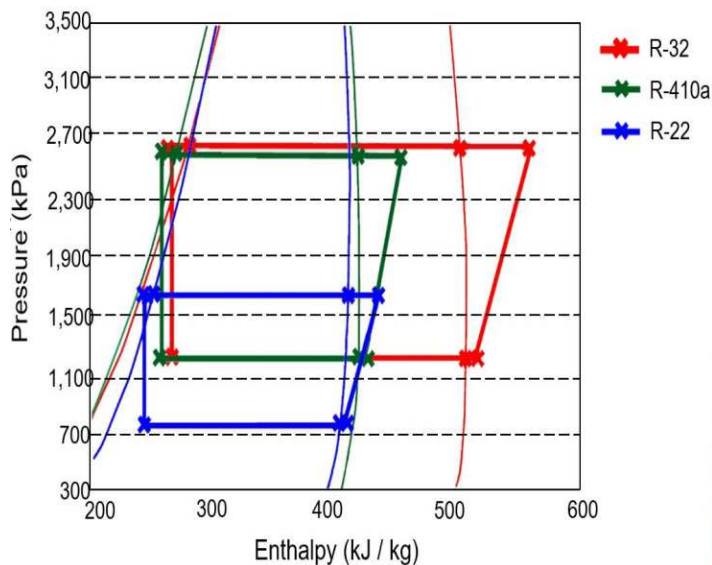
### Vyšší objemová chladivost:

R32 - podobný pracovní tlak jako R410A (cca 1.2 – 2.6 MPa).

R32 - vyšší objemová chladivost než R410a.

R32 - přenese až o 60% vyšší výkon než R410a.

Graf. 2.5.6: P - H diagram pro chladiva R22, R32, R-410a [7]

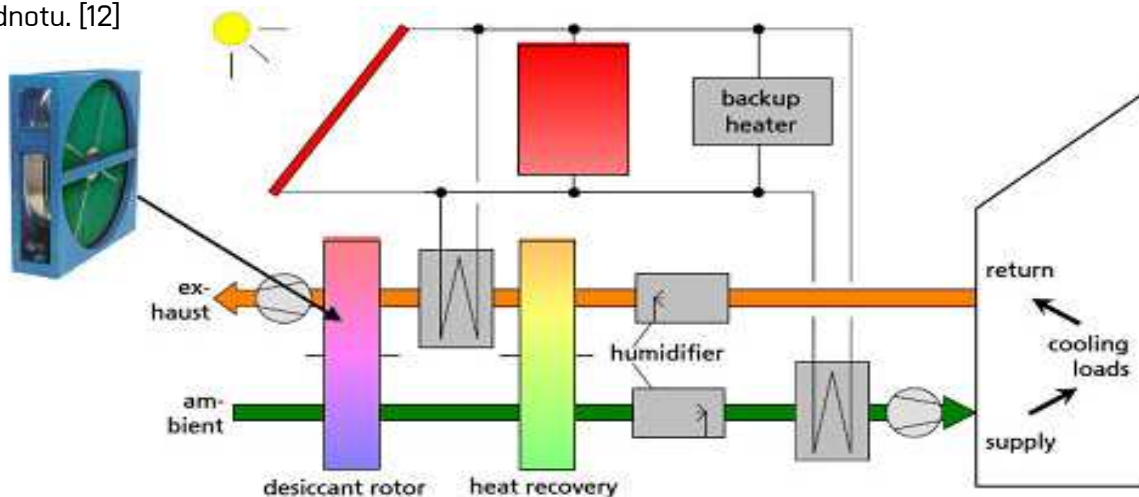


### Dodatek k chladivu R32:

Ani chladivo R32 nejspíše není konečné řešení otázky výběru chladiva, které nebude do budoucna omežováno nařízeními pro snižování množství fluorovaných skleníkových plynů na trhu.

## 2.6 TEPELNÁ ČERPADLA POHÁNĚNÁ TEPELNOU ENERGIÍ

Tepebná čerpadla absorpčního typu si podobně jako absorpční chladiče vyžadují pro svůj chod hnací energii v podobě teplé/horké vody, vzduchu či páry o určité minimální teplotě (uvádí se alespoň 88 °C). Čím vyšší teplotu hnací energie má, tím efektivněji TČ pracuje. Protože při teplotách hnací energie pod 100 °C klesá hodnota COP pod 1, mají v těchto případech absorpční tepelná čerpadla ekonomické opodstatnění jen za podmínky, že toto teplo nemá žádnou ekonomickou hodnotu. [12]



Obr. 2.6: Schéma solárního sorpčního chlazení v otevřeném cyklu, zdroj: Pinterest.com

## 2.7 APLIKACE V RODINNÝCH DOMECH

Energie z odváděného, znečištěného vzduchu je využívána k vytápění, či ohřevu teplé vody. Využití tepelného čerpadla jako alternativního zdroje pro vytápění a ohřev teplé vody má zásadní vliv pro splnění požadavku na neobnovitelnou primární energii z hlediska vyhl. 78/2013 Sb. o energetickém hodnocení budov. Dále lze využívat výhodnější sazby tarifu D55d a D56d pro tepelná čerpadla.

## 2.7.1 PŘÍKLAD APLIKACE MENŠÍ KOMPAKTNÍ JEDNOTKY

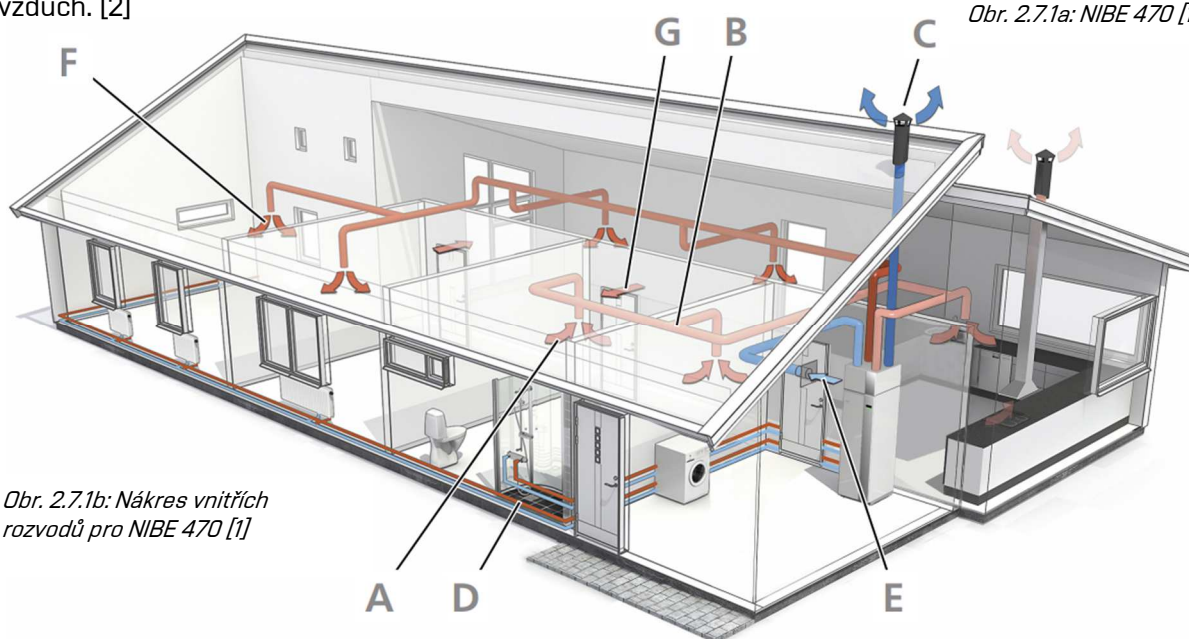
### Ventilační tepelné čerpadlo NIBE F470

je tepelné čerpadlo pro nízkoenergetické objekty a je určeno pro připojení k nízkooteplotnímu teplovodnímu topnému systému, např. radiátorům, konvektorům nebo podlahovému topení. NIBE F470 také predehřívá přiváděný venkovní vzduch. Jednotku je možné zapojit více různými způsoby, např. v kombinaci se solárními panely, dvěma nebo více topnými okruhy, plynovým kotlem, dálkovým vytápěním nebo dalším elektrickým ohříváčem vody. Jednotka je vybavena řídicí jednotkou pro ekonomické a bezpečné zajištění komfortního klimatu v domě. [2]

NIBE F470 je kompletní tepelné čerpadlo pro získávání energie z odpadního vzduchu při větrání objektu. Tento teplý, použitý vzduch je veden do tepelného čerpadla z jednotlivých místností prostřednictvím jednoduchého systému vzduchotechniky. Získané teplo je předáno ve výparníku chladivu, které je následně nasáváno do kompresoru. Kompresor chladivo stlačí, čímž se výrazně zvýší jeho teplota. Horké chladivo pak předá svou energii topné vodě. Současně je prostřednictvím jiného výměníku tepla ohříván i přiváděný venkovní vzduch. [2]



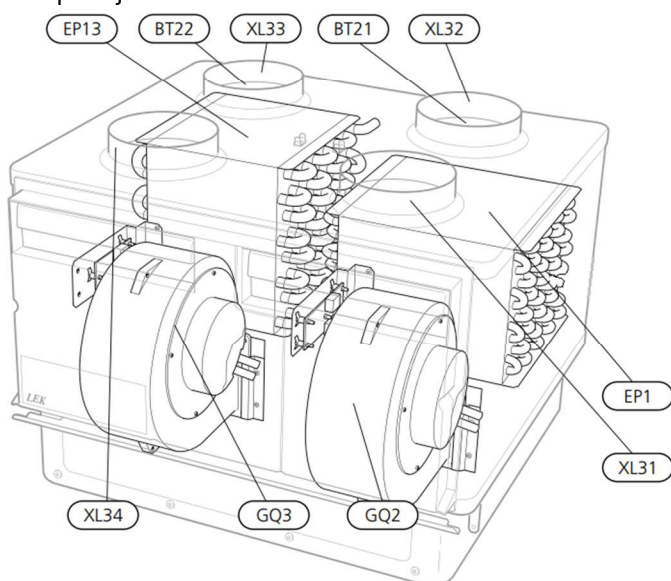
Obr. 2.7.1a: NIBE 470 [1]



Obr. 2.7.1b: Náčrty vnitřních rozvodů pro NIBE 470 [1]

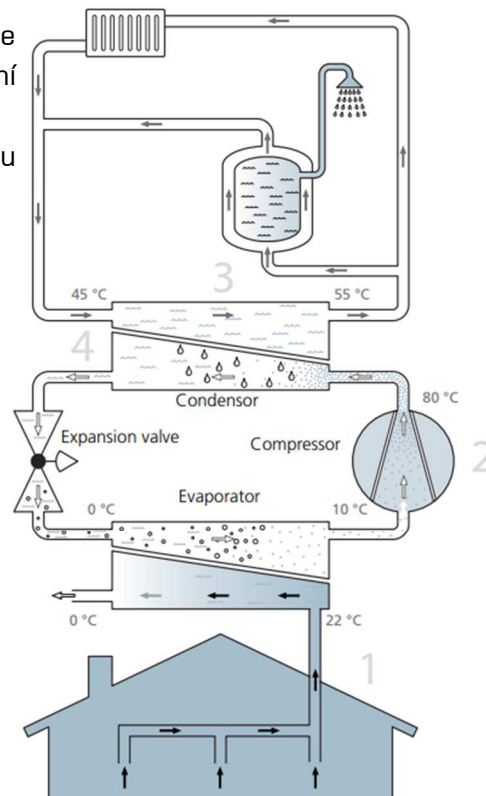
- A Teplý použitý vzduch je nasáván do ventilačního systému
- B Napojení místnosti s teplým vzduchem
- C Odváděný vzduch prochází tepelným čerpadlem a je vyfukován do venkovního prostředí. Před vypuštěním se z odsávaného vzduchu v tepelném čerpadle získá maximum energie pro vytápění a ohřev vody
- D Rozvody vytápění a teplé vody
- E Čerstvý vzduch je přiváděn do domu nasávacím potrubím skrze stěnový ventil
- F Predehřátý vzduch je rozváděn do místností přívodními vzduchotechnickými ventily.
- G Větrací mřížky, nebo mezera pod dveřmi

- 1 Teplý znečištěný vzduch se přivádí do výměníku tepla, kde předává teplo chladivovému okruhu. Ochlazený odpadní vzduch se vypouští ven z domu.
- 2 Kompresor zvyšuje tlak chladiva a tím zvyšuje jeho teplotu v tepelném čerpadle.
- 3 Energie získaná ze znečištěného vzduchu se předává do topného systému, který zajišťuje vytápění domu a ohřev teplé vody.
- 4 V kondenzátoru se chladivo mění zpět na kapalinu, aby znovu mohlo přijímat tepelnou energii, a cyklus se opakuje.

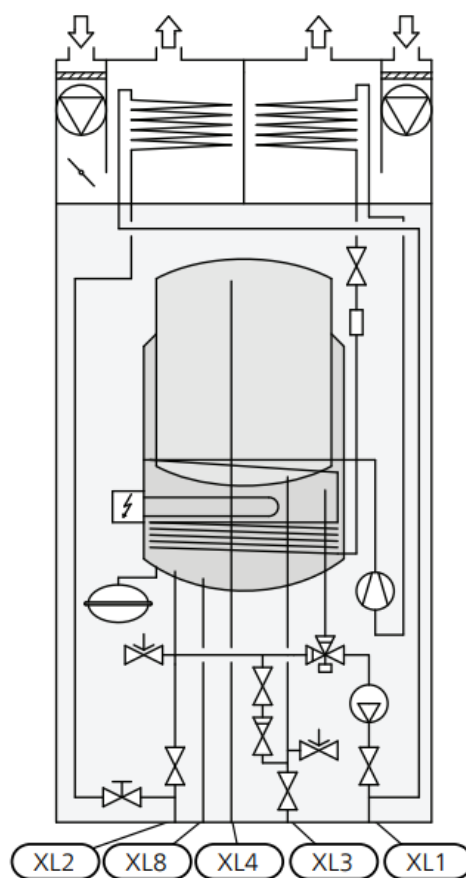


Obr. 2.7.1c: Schéma ZTT z odváděného odpadního vzduchu pro NIBE 470 [1]

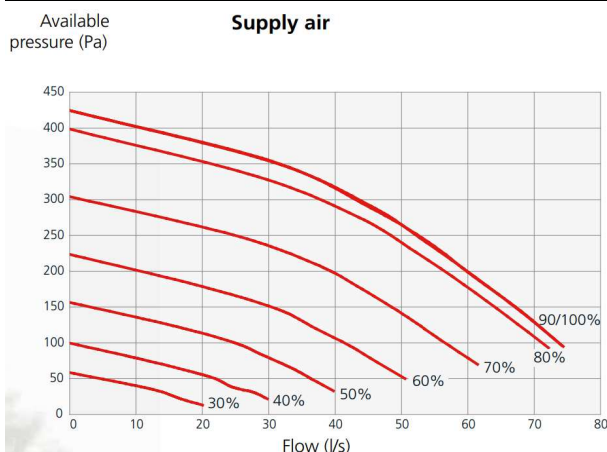
- XL31 Připojení ventilátoru – znečištěný vzduch
- XL32 Připojení ventilátoru – vzduch odebírající teplo znečištěnému vzduchu
- XL33 Připojení ventilátoru – vzduch předávající teplo venkovnímu vzduchu
- XL34 Připojení ventilátoru – venkovní vzduch
- EP1 Výparník
- EP13 Kondenzátor
- BT21 Senzor teploty
- BT22 Senzor teploty
- GQ2 Ventilátor znečištěného vzduchu
- GQ3 Ventilátor pro čistý vzduch
- XL1 Zapojení topného média
- XL2 Zapojení zpětného potrubí
- XL3 Zapojení studené vody
- XL4 Zapojení teplé vody
- XL8 Zapojení dock



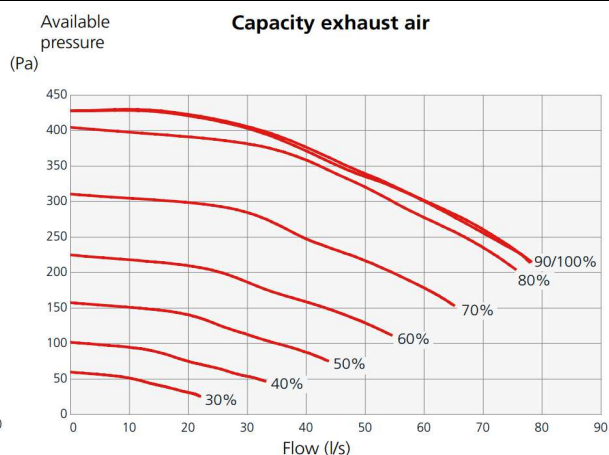
Obr. 2.7.1d: Funkční schéma [1]



Obr. 2.7.1e Schéma ZTT NIBE 470 [1]



Graf. 2.7.1a: Digram výkonu ventilátoru pro přívodní vzduch [1]



Graf. 2.7.1b: Digram výkonu ventilátoru pro znečištěný vzduch [1]

## 2.7.2 PROSTORY, PRO KTERÉ SE HODÍ MENŠÍ KOMPAKTNÍ JEDNOTKA

Uvedené ventilační tepelné čerpadlo systému vzduch voda NIBE F470, se hodí pro objekty s tepelnou ztrátou do 4 kW. Při uvažování hygienické potřeby přívodu čerstvého vzduchu pro člověka 50 m<sup>3</sup>/hod, tato jednotka splní požadovanou výměnu vzduchu pro rodinu o pěti lidech

U uvedené jednotky mi chybí možnost vlhčení přívodního čerstvého vzduchu. Přívodní vzduch bude v zimních měsících vysoušet interiér. Pro příjemné vnitřní mikroklima budou muset uživatelé si obstarat externí zdroje vlhkosti (např.: zvlhčovače vzduchu, květiny), aby i s ostatními, běžnými zdroji vlhkosti, dosáhli v součtu optimální relativní vlhkosti vnitřního vzduchu cca 45%.

Jednotka neumožňuje podchlazovat přívodní vzduch pod 0°C, což je dáno technologií, ale bohužel se nevyužije více tepla z odpadního vzduchu, což se projeví především v zimních měsících. Kompaktní jednotka je vybavena dále 170 l zásobníkem na teplou vodu a elektrickým topným tělesem o výkonu 10,25 kW. Výkon elektrického topného tělesa by měl pokrýt tepelné ztráty a potřebu teplé vody pro rodinný dům s nízkou energetickou spotřebou a podlahovou plochou do cca 100 - 150 m<sup>2</sup>.

### Technické údaje NIBE™ F470

Jmenovitý výkon kompresoru (pel)* [kW]	1,9
COP*	3,06
Jmenovitý výkon kompresoru (pel)** [kW]	2,18
COP**	3,80

Tab. 2.7.2: Technické údaje [2]

\* Podle EN 14511, A20 (12) / W45

\*\* Podle EN 14511, A20 (12) W35 a ventilace 200m<sup>3</sup>/hod

\*\*\* Hodnota se mění v závislosti na potřebě energie a objemu ventilačního vzduchu

**Celkový výkon pro COP A20 (12) / W45 :**

$$P_{out} = P_{el} / (e - 1) = 1,9 * (3,06 - 1) = 3,9 \text{ kW}$$

e topný faktor COP  
P<sub>out</sub> celkový výkon  
P<sub>el</sub> elektrický příkon

**Celkový výkon pro COP A20 (12) / W35 a ventilace 200m<sup>3</sup>/hod :**

$$P_{out} = P_{el} / (e - 1) = 2,18 * (3,8 - 1) = \mathbf{6,1 \text{ kW}}$$

Na základě přibližně stejné teploty a množství ventilovaného znečištěného vzduchu v průběhu užívání objektu lze do budoucna predikovat pokrytí tepelných ztrát větráním a konvekcí tepelným čerpadlem a určit množství energie spotřebované bivalentním zdrojem integrovaným v kompaktní jednotce ventilačního tepelného čerpadla systému vzduch voda.

### **3 ZÁVĚR**

Použití tepelného čerpadla v aplikaci zpětného získávání tepla z odpadního vzduchu jsou prvkem vzduchotechniky, který má specifické vlastnosti a podle toho je s nimi potřeba zacházet.

Účinnost zpětného získávání energie za pomoci tepelného čerpadla je závislá na okrajových podmínkách a to především na teplotě nízkopotenciálního zdroje energie – v tomto případě odváděného, znehodnoceného vzduchu a požadované teplotě na výstupu chladicího okruhu. Podle teploty otopné vody se dá rozhodnout, zda je výhodné v aplikaci uvažovat monovalentní, nebo bivalentní režim provozu zdroje tepla.

Odhad do budoucna předpokládá značnou změnu chladiv v zařízeních dodávaných na evropský trh pro tepelná čerpadla, dále lze očekávat nástup hořlavých chladiv. Množství fluorovaných plynů každoročně dodávaných na trh Evropské unie bude omezeno tak, aby nedosáhlo maximální množství vypočtené pro daný rok.

Tepelné čerpadlo pro zpětné získávání tepla z odpadního vzduchu je dostupné v menší kompaktní ventilační jednotce pro nízkoenergetické rodinné domy, kde je určeno pro připojení k nízkoteplotnímu teplovodnímu topnému systému.

## 4 POUŽITÉ ZDROJE

- [1] [www.nibe.eu](http://www.nibe.eu) [online]. 2018, NIBE F470 Product Leaflet. Dostupné z: < <https://www.nibe.eu/Products/Exhaust-air-heat-pumps/NIBE-F470/#downloads> >.
- [2] <http://www.nibe.cz> [online]. 2018, NIBE F470 - Produktová karta. Dostupné z: <http://www.nibe.cz/cs/ventilacni-tepelna-cerpadla/tepelne-cerpadlo-nibe-f470#ke-stazeni>
- [3] <http://www.remak.eu> [online]. 2018, AeroMaster XP (Katalog). Dostupné z: <http://www.remak.eu/cs/produkt/aeromaster-xp>
- [4] <http://www.esprojects.com>. [online]. 2018, Heat recovery a guid to key systems and aplications. Dostupné z: [http://www.esprojects.com/assets/downloads/Heat\\_Recovery\\_CTG057.pdf](http://www.esprojects.com/assets/downloads/Heat_Recovery_CTG057.pdf)
- [5] Sedlář, J.: Chladiva – úvod, definice, historie, TZB-info, 2015.
- [6] Sedlář, J.: Legislativní situace v oblasti chladiv a výhledy do budoucna, TZB-info, 2016.
- [7] Chyský, P.: Mírně hořlavá chladiva, bezpečnost práce při práci s nimi, 2016.
- [8] stiebel-eltron : Příručka pro plánování tepelných čerpadel. 2015
- [9] Honzík, J.: Tepelná čerpadla vzduch-voda a akumulární nádoby, TZB-info, 2012
- [10] <https://elektro.tzb-info.cz> [online]. 2018, Dostupné z: <https://elektro.tzb-info.cz/intelligentni-budovy>
- [11] RUBINA, A.; RUBINOVÁ, O.; BLASINSKI, P.; CIMBÁL, B.; DVOŘÁK, T.; CONTEG, spol. s r.o. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební: Hybridní chladicí systém pro datová centra s využitím produkovaného tepla serverů. 30611, užžitný vzor. (2017)
- [12] SEVEn Energy s.r.o.: Nové technologie a aplikace tepelných čerpadel rozšiřující možnosti jejich uplatnění (nejen) v podmínkách ČR, 2014
- [13] ASHRAE. 2000. Systems and Equipment Handbook. Chapter 44
- [14] CHYSKÝ, J., HEMZAL, K. a kol. Větrání a klimatizace. 1993, Brno: Bolit B-press. 560 s. ISBN 80-901574-0-8
- [20] Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 517/2014 o fluorovaných skleníkových plynech a o zrušení nařízení (ES) č. 842/2006. Brusel 2014.
- [21] Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 842/2006 o některých fluorovaných skleníkových plynech. Brusel 2013.
- [22] ČSN EN 378-1 – Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – Část 1: Základní požadavky, definice, klasifikace a kritéria volby. ÚNMZ 2014.

## 5 SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

### 5.1 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr.2.1.1: Schéma principu tepelného čerpadla [1] .....	17
Obr. 2.1.3a: Tepelné čerpadlo v režimu topení [4] .....	18
Obr. 2.1.3b Tepelné čerpadlo v režimu chlazení [4] .....	18
Obr. 2.1.3c: Tepelné čerpadlo v módu chlazení s reverzibilním chodem.....	18
Obr. 2.4.1: Schéma regulačního obvodu.....	22
Obr. 2.4.2a: Spirálový kompresor vlevo, dvojitý vačkový kompresor vpravo, zdroj : Toshiba	23
Obr. 2.4.5: Schéma nabídky ovládání regulátoru [11] .....	24
Obr. 2.6: Schéma solárního sorpčního chlazení v otevřeném cyklu, zdroj : Pinterest.com....	28
Obr. 2.7.1a: NIBE 470 [1].....	29
Obr. 2.7.1d: Funkční schéma [1] .....	30
Obr. 2.7.1c: Schéma ZZT z odváděného odpadního vzduchu pro NIBE 470 [1] .....	30
Obr. 2.7.1e Schéma ZZT NIBE 470 [1] .....	30

### 5.2 SEZNAM TABULEK

Tab. 2.2.1 : Provozní režim TČ.....	21
Tab. 2.5.3: Odhad množstevních poměrů [%] používaných chladiv v TČ v EU [6] .....	26
Tab. 2.5.5: Schéma rozdělení chladiv do skupin podle nebezpečnosti dle ISO 817 .....	27
Tab. 2.7.2: Technické údaje [2] .....	31

### 5.3 SEZNAM GRAFŮ

Graf. 1.1: tepelná bilance místnosti.....	15
Graf. 2.1.4: T - S diagram Carnotova cyklu.....	19
Graf. 2.1.4: T - S diagram Carnotova cyklu.....	19
Graf. 2.1.6: Graf teoretického topného faktoru .....	20
Graf. 2.1.6: Graf teoretického topného faktoru .....	20
Graf. 2.2.1 : Vstupní teploty topné vody vzhledem k odpovídajícím venkovním teplotám [8] .	21
Graf. 2.2.1 :Vstupní teploty topné vody vzhledem k odpovídajícím venkovním teplotám [8] ..	21
Graf. 2.4.2a: Srovnání účinnosti kompresoru vačkového a dvojitého vačkového při měnících se otáčkách, zdroj : Toshiba .....	23
Graf. 2.4.2b: Srovnání účinnosti kompresoru spirálového a dvojitého vačkového při měnících se otáčkách, zdroj : HVAC.....	23
Graf. 2.5.3: Omezování dodávek fluorovaných chladiv na trh v EU [6] .....	26
Graf. 2.5.6: Environmentální přínos chladiva R32 .....	27
Graf. 2.5.6: P - H diagram pro chladiva R22, R32, R - 410a [7].....	28
Graf. 2.7.1a: Digram výkonu ventilátoru pro přírodní vzduch [1].....	31
Graf. 2.7.1b: Digram výkonu ventilátoru pro znečištěný vzduch [1].....	31



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## ČÁST B - VÝPOČTOVÁ ČÁST

PART B - COMPUTATIONAL PART

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

DOMINIK ČAKL

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. ALEŠ RUBINA, Ph.D.

BRNO 2018

# 1 ANALÝZA OBJEKTU

Jedná se o objekt občanské vybavenosti – zdravotnická stavba. Objekt má jedno podzemní podlaží a sedm nadzemních podlaží. V posledním nadzemním podlaží je umístěna strojovna vzduchotechnických zařízení. Objekt je obdélníkového půdorysu do třetího nadzemního podlaží a další vyšší podlaží jsou půdorysem do tvaru U. Budova je konstrukčně dělena na starší část a přístavbu.

Starší část má nosný stěnový systém. Nosnou konstrukci stěn tvoří cihla plná pálená. Konstrukce stropu je tvořena železobetonovým stropem.

Přístavba má nosnou část železobetonový skelet, obvodový plášť byl odborným odhadem stanovený ze škvárobetonových tvárnic. Konstrukce stropu je železobetonová stropní deska.

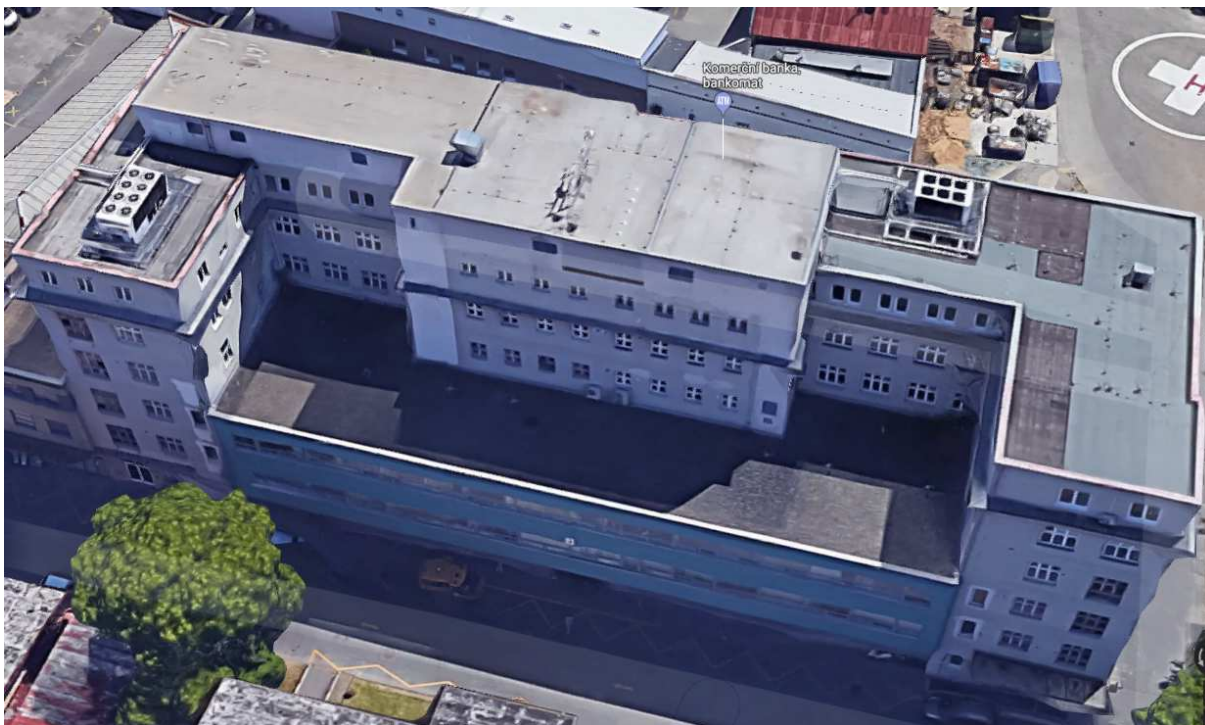
Střecha plochá, jednoplášťová s pásy živičné asfaltové izolací proti vodě.

Okna jsou plastová s dvojsklem, přibližně 15 let stará.

Větrání objektu je částečně přirozené i nucené. Ovládání světla ruční.

Byla zpracována rozsáhlá dokumentace pro stavební povolení, která vychází z poskytnutých slepých matic v elektronické podobě. Dokumentace pro stavební povolení obsahuje bourací práce, které vycházejí ze stávajícího stavu objektu a navržený stav, ve kterém se uvažuje s komplexním zateplením obálky objektu. V projektu se dále uvažuje pro návrh vzduchotechnických jednotek pouze navržený stav s komplexním zateplením obálky objektu.

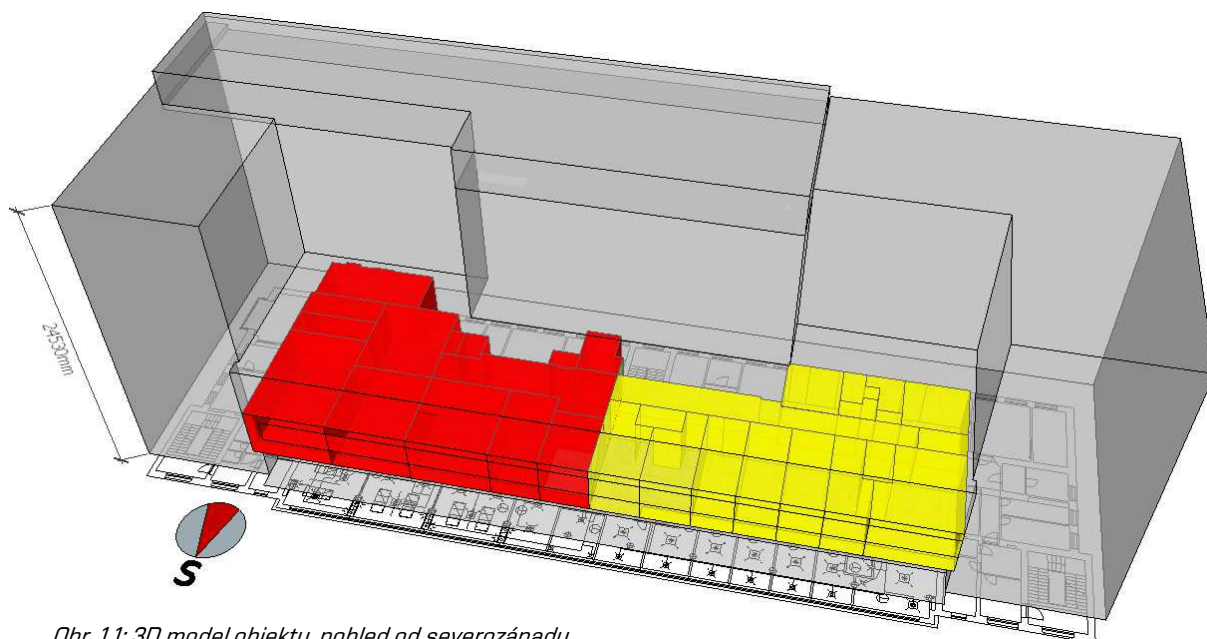
Předmětem zájmu této práce je návrh větrání a klimatizace místností ve zrekonstruovaných prostorách 2. nadzemního podlaží nemocnice v Brně tak, aby byly do budoucna užívány jako jednotka intenzivní péče infekčního oddělení a oddělení zázemí zaměstnanců.



Obr. 1: 3D pohled z letecké mapy

## 1.1 ROZDĚLENÍ ZADANÉ DISPOZICE NA FUNKČNÍ CELKY

Řešený objekt byl rozdělen na funkční celky viz. 3D model: JIP infekční oddělení - červená barva, zázemí zaměstnanců žlutá barva.



Obr. 1.1: 3D model objektu, pohled od severozápadu

### Zázemí zaměstnanců - úsek 1

třída čistoty 8, dle ČSN EN ISO 14644-1  
2NP (druhé nadzemní podlaží)  
27 místností, z toho 4 lékařské pokoje  
světlá výška místnosti jsou 3 metry  
celková podlahová plocha stanovena z vnějších rozměrů je 286 m<sup>2</sup>  
celkový objem stanovený z vnějších rozměrů je 1171 m<sup>3</sup>

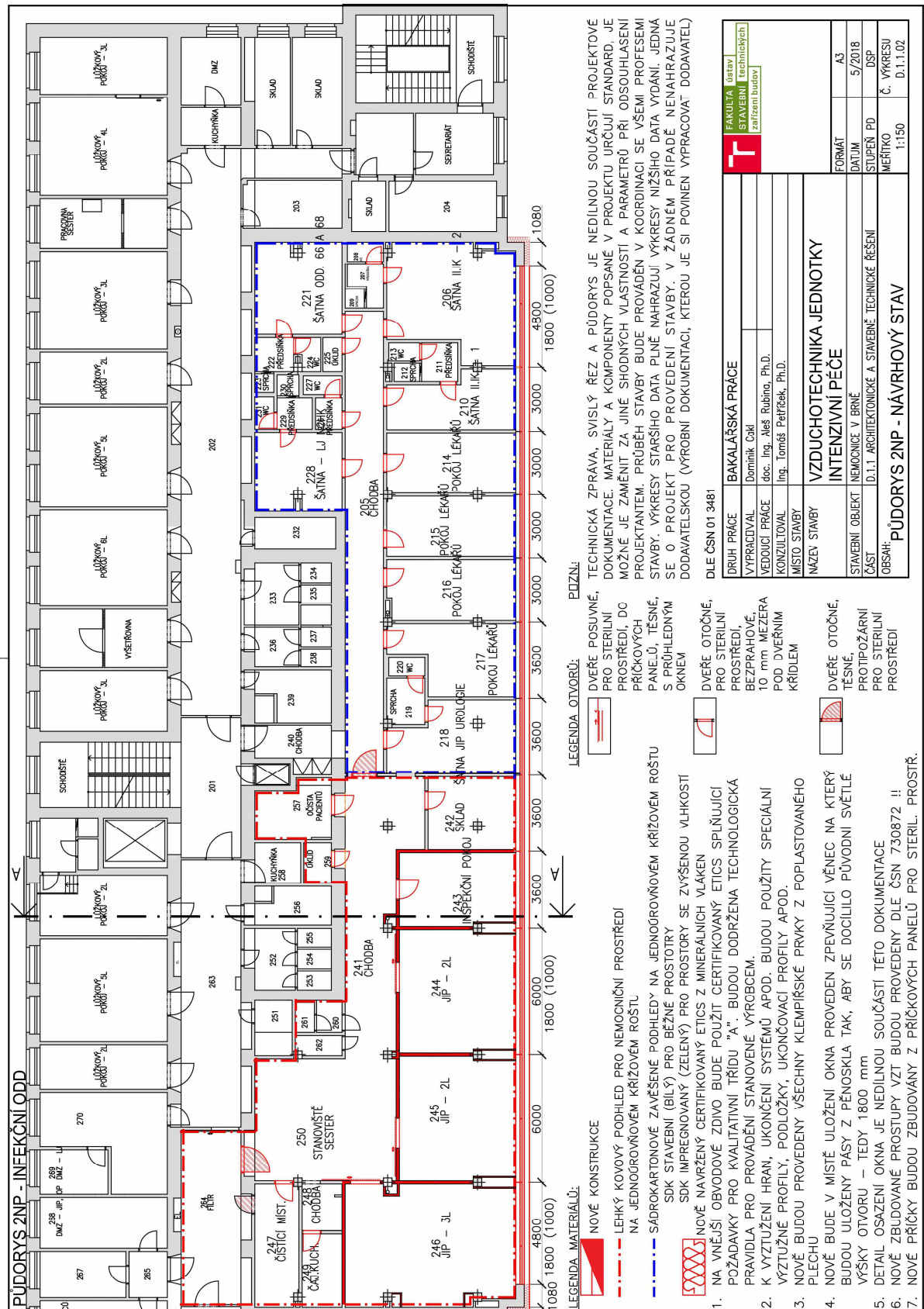
### JIP infekční oddělení - úsek 2

třída čistoty 7, dle ČSN EN ISO 14644-1  
2NP (druhé nadzemní podlaží)  
16 místností, z toho 3 lůžkové pokoje  
světlá výška místnosti jsou 3 metry  
celková podlahová plocha stanovena z vnějších rozměrů je 332 m<sup>2</sup>  
celkový objem stanovený z vnějších rozměrů je 1360 m<sup>3</sup>

## 1.2 KONCEPCE ŘEŠENÍ

Byla zpracována rozsáhlá dokumentace pro stavební povolení, která vychází z poskytnutých slepých matic v elektronické podobě. Dokumentace pro stavební povolení obsahuje bourací práce, které vycházejí ze stávajícího stavu objektu a navržený stav, ve kterém se uvažuje s komplexním zateplením obálky objektu. V projektu se dále uvažuje pro návrh vzduchotechnických jednotek pouze navržený stav s komplexním zateplením obálky objektu.

Dokumentace pro stavební povolení se nachází v části C, Projekt



Obr. 1.2: Půdorys návrhového stavu pro 2NP JIP

### 1.3 SKLADBY KONSTRUKCÍ A SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA U [W/M<sup>2</sup>/K]

Dle ČSN 73 0540

Součinitel prostupu tepla vícevrstvou konstrukcí - stávající stav							
Vnitřní nosná dělicí zeď - bývalá vnější							
		j	Materiál	d [m]	$\lambda_u$ [W.m-1.K-1]	Rj [m <sup>2</sup> K/W]	U [W.m-2.K-1]
exteriér ← interiér	Rsi: 0,13	1	omítka	0,025	0,880	0,028	
		2	cihla plná	0,600	0,840	0,714	
		3	omítka	0,025	0,880	0,028	
		4					
		5					
		6					
	Rse: 0,13	7					
celková tl. konstrukce:				0,65	celkový tepelný odpor: $\sum R_j + R_{si} + R_{se}$	1,03	<b>0,97</b>

Součinitel prostupu tepla vícevrstvou konstrukcí - stávající stav							
Vnitřní dělicí příčka							
		j	Materiál	d [m]	$\lambda_u$ [W.m-1.K-1]	Rj [m <sup>2</sup> K/W]	U [W.m-2.K-1]
exteriér ← interiér	Rsi: 0,13	1	omítka	0,020	0,880	0,023	
		2	CDm 115	0,115	0,710	0,162	
		3	omítka	0,015	0,880	0,017	
		4					
		5					
		6					
	Rse: 0,13	7					
celková tl. konstrukce:				0,15	celkový tepelný odpor: $\sum R_j + R_{si} + R_{se}$	0,46	<b>2,17</b>

Součinitel prostupu tepla vícevrstvou konstrukcí - stávající stav							
obvodová stěna							
		j	Materiál	d [m]	$\lambda_u$ [W.m-1.K-1]	Rj [m <sup>2</sup> K/W]	U [W.m-2.K-1]
exteriér ← interiér	Rsi: 0,13	1	omítka	0,030	0,880	0,034	
		2	škvárobetonové tvárnice	0,290	0,560	0,518	
		3	omítka	0,030	0,880	0,034	
		4					
		5					
		6					
	Rse: 0,04	7					
celková tl. konstrukce:				0,35	celkový tepelný odpor: $\sum R_j + R_{si} + R_{se}$	0,76	<b>1,32</b>

Součinitel prostupu tepla vícevrstvou konstrukcí - návržený stav							
<b>S1</b>	obvodová stěna						
		j	Materiál	d [m]	$\lambda_u$ [W.m-1.K-1]	Rj [m2K/W]	U [W.m-2.K-1]
exteriér ← interiér	Rsi: 0,13	1	omítka	0,030	0,880	0,034	
		2	škvárobetonové tvárnice	0,290	0,560	0,518	
		3	omítka	0,030	0,880	0,034	
		4	minerální vlna	0,200	0,040	5,000	
		5	lepící a stěrková hmota	0,008	0,880	0,009	
		6					
	Rse: 0,04	7					
	$\Delta U =$	0,02	celková tl. konstrukce:	0,558	celkový tepelný odpor: $\sum R_j + R_{si} + R_{se}$	5,77	<b>0,17</b>

Součinitel prostupu tepla vícevrstvou konstrukcí - stávající stav							
	Podlaha na exteriér						
		j	Materiál	d [m]	$\lambda_u$ [W.m-1.K-1]	Rj [m2K/W]	U [W.m-2.K-1]
exteriér ← interiér	Rsi: 0,17	1	Linoleum	0,003	0,17	0,018	
		2	vyrovnávací stěrka	0,020	1,300	0,015	
		3	železobeton	0,290	1,580	0,184	
		4	EPS	0,05	0,045	1,111	
		5	lepící a stěrková hmota	0,008	0,880	0,009	
		6					
	Rse: 0,04	7					
			celková tl. konstrukce:	0,368	celkový tepelný odpor: $\sum R_j + R_{si} + R_{se}$	1,53	<b>0,65</b>

Součinitel prostupu tepla vícevrstvou konstrukcí - navžený stav							
<b>S2</b>	Podlaha na exteriér						
		j	Materiál	d [m]	$\lambda_u$ [W.m-1.K-1]	Rj [m2K/W]	U [W.m-2.K-1]
exteriér ← interiér	Rsi: 0,17	1	Linoleum	0,003	0,17	0,018	
		2	vyrovnávací stěrka	0,020	1,300	0,015	
		3	železobeton	0,290	1,580	0,184	
		4	minerální vlna	0,200	0,040	5,000	
		5	lepící a stěrková hmota	0,008	0,880	0,009	
		6					
	Rse: 0,04	7					
	$\Delta U =$	0,02	celková tl. konstrukce:	0,521	celkový tepelný odpor: $\sum R_j + R_{si} + R_{se}$	5,44	<b>0,18</b>



		Součinitel prostupu tepla vícevrstvou konstrukcí - stávající stav					
		strop pod 2NP a nad 2NP					
		j	Materiál	d [m]	$\lambda_u$ [W.m-1.K-1]	Rj [m <sup>2</sup> K/W]	U [W.m-2.K-1]
exteriér ← interiéř	Rsi: 0,17	1	Linoleum	0,003	0,17	0,018	
		2	vyrovnávací stěrka	0,020	1,300	0,015	
		3	železobeton	0,290	1,580	0,184	
		4	omítka	0,030	0,880	0,034	
		5					
		6					
		7					
	Rse: 0,1						
			celková tl. konstrukce:	0,34	celkový tepelný odpor: $\sum R_j + R_{si} + R_{se}$	0,50	<b>1,99</b>

## 1.4 TABULKA MÍSTNOSTÍ

Tabulka místností pro zázemí zaměstnanců:

Informace o místnosti					Rozměry místnosti						Návrhová teplota INT.			
Úsek	třída čistoty podle ČSN EN ISO 14644-1	Podlaží	Číslo	Účel	Světlá výška [m]	Světlá plocha [m <sup>2</sup> ]	Světlý objem [m <sup>3</sup> ]	Vytápěná výška z vnějších rozměrů [m]	Vytápěná plocha z vnějších rozměrů [m <sup>2</sup> ]	Objem z vnějších rozměrů [m <sup>3</sup> ]	Zima		Léto	
											Teplota [°C]	Rel. Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Rel. Vlhkost [%]
1	8	2.	205	chodba	3	39,2	117,6	4,1	49,22	201,80	20	45	25	70
			206	šatna II.IK - 2	3	29,93	89,79	4,1	37,5	153,75	23	45	25	70
			207	předsíňka	3	2,65	7,95	4,1	3,27	13,41	25	45	25	70
			208	WC - zaměstnanci	3	1,53	4,59	4,1	2,34	9,59	20	45	25	70
			209	sprcha zaměstnanci	3	0,81	2,43	4,1	1,05	4,31	25	45	25	70
			210	šatna II.IK - 1	3	14,62	43,86	4,1	17,7	72,57	22	45	25	70
			211	předsíňka	3	3,15	9,45	4,1	3,7	15,17	25	45	25	70
			212	sprcha zaměstnanci	3	1,08	3,24	4,1	1,65	6,77	25	45	25	70
			213	WC - zaměstnanci	3	1,23	3,69	4,1	1,65	6,77	20	45	25	70
			214	pokoj lékařů	3	17,33	51,99	4,1	20,42	83,72	23	45	25	70
			215	pokoj lékařů	3	17,33	51,99	4,1	20,42	83,72	23	45	25	70
			216	pokoj lékařů	3	17,33	51,99	4,1	20,42	83,72	23	45	25	70
			217	pokoj lékařů	3	17,33	51,99	4,1	20,42	83,72	23	45	25	70
			218	šatna JIP urologie	3	18,39	55,17	4,1	21,91	89,83	23	45	25	70
			219	sprcha zaměstnanci	3	3,9	11,7	4,1	4,49	18,41	25	45	25	70
			220	WC - zaměstnanci	3	1,53	4,59	4,1	2,05	8,41	20	45	25	70
			221	šatna ODD. 66 A 68	3	17,46	52,38	4,1	20,22	82,90	23	45	25	70
			222	předsíňka	3	2,93	8,79	4,1	3,73	15,29	25	45	25	70
			223	sprcha zaměstnanci	3	0,81	2,43	4,1	1,15	4,72	25	45	25	70
			224	WC - zaměstnanci	3	1,65	4,95	4,1	2,03	8,32	25	45	25	70
			225	úklid	3	1,44	4,32	4,1	1,95	8,00	20	45	25	70
226	předsíňka WC	3	1,81	5,43	4,1	2,27	9,31	20	45	25	70			
227	WC - zaměstnanci	3	1,65	4,95	4,1	2,14	8,77	20	45	25	70			
228	šatna - LJ NCHK	3	14,94	44,82	4,1	17,91	73,43	23	45	25	70			
229	předsíňka	3	2,41	7,23	4,1	2,9	11,89	25	45	25	70			
230	sprcha zaměstnanci	3	1,03	3,09	4,1	1,3	5,33	25	45	25	70			
231	WC - zaměstnanci	3	1,35	4,05	4,1	1,88	7,71	25	45	25	70			

Informace o místnosti					Rozměry místnosti						Návrhová teplota INT.			
Úsek	třída čistoty podle ČSN EN ISO 14644-1	Podlaží	Číslo	Účel	Světlá výška [m]	Světlá plocha [m <sup>2</sup> ]	Světlý objem [m <sup>3</sup> ]	Vytápěná výška z vnějších rozměrů [m]	Vytápěná plocha z vnějších rozměrů [m <sup>2</sup> ]	Objem z vnějších rozměrů [m <sup>3</sup> ]	Zima		Léto	
											Teplota [°C]	Rel. Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Rel. Vlhkost [%]
2	7	2.	241	chodba	3	36,91	110,73	4,1	44,26	181,47	20	40	25	70
			242	sklad	3	14,25	42,75	4,1	17,75	72,78	18	40	26	70
			243	inspekční pokoj	3	18,86	56,58	4,1	22,34	91,59	23	40	24	50
			244	JIP-2L	3	31,96	95,88	4,1	37,22	152,60	23	40	24	50
			245	JIP-2L	3	31,96	95,88	4,1	37,18	152,44	23	40	24	50
			246	JIP-3L	3	44,95	134,85	4,1	53,75	220,38	23	40	24	50
			247	čistící místnost	3	11,87	35,61	4,1	13,79	56,54	25	40	25	50
			248	chodba	3	4,15	12,45	4,1	4,8	19,68	22	40	24	50
			249	čaj. Kuchyňka	3	6,49	19,47	4,1	7,66	31,41	22	40	24	50
			250	stanoviště sester	3	39,17	117,51	4,1	40,23	164,94	22	40	24	50
			257	očista pacientů	3	9,37	28,11	4,1	11,38	46,66	25	40	25	50
			259	úklid	3	2,47	7,41	4,1	3,21	13,16	20	40	25	70
			260	předsíňka	3	1,8	5,4	4,1	2,34	9,59	20	40	25	70
			261	WC - zaměstnanci	3	1,35	4,05	4,1	2,1	8,61	20	40	25	70
			262	sklad	3	2,05	6,15	4,1	2,71	11,11	18	40	25	70
			264	filtr	3	26,56	79,68	4,1	31,17	127,80	22	40	25	70

Tabulka místností pro jednotku intenzivní péče:



FAKULTA ústav  
STAVEBNÍ technických  
zařízení budov

Vzduchotechnika jednotky intenzivní péče  
Dominik Čákl

## 2 TEPELNÉ BILANCE

### 2.1 TEPELNÉ ZTRÁTY

Tepelné ztráty jednotlivých místností byly vypočteny v programu Tepelný výkon (TV) Protech, zapůjčeným společností EnergySim s.r.o.

#### Výpočet budovy - varianta 1

Stavba:	Vzduchotechnika jednotky intenzivní péče		
Místo:	Brno	Zadavatel:	VUT FAST
Zpracovatel:	Dominik Cakl		
Zakázka:	úsek 1.1 tep. zátěž	Archiv:	
Projektant:	Dominik Cakl	Datum:	27.10.2017
E-mail:	dominikcakl@gmail.com	Telefon:	+773 082 253

Tento dokument obsahuje všechny zadané úseky

$t_e = -12 \text{ °C}$     $t_{ib} = 22,5 \text{ °C}$     $n_{50} = 2,0$    systém rozměrů: E - vnější

podl.	č.m.	úcel	úsek	$t_i$ °C	$V_{mi}$ m <sup>3</sup>	$A_{pi}$ m <sup>2</sup>	$\Phi_{Vm}$ W	$\Phi_{Tm}$ W	$\Phi_{HLm}$ W	$Q_{cm}$ W	
<b>Nevytápěné místnosti</b>											
2	225	Úklid	N	22	4,3	0,0	3	40	42	42	
2	226	Hygienické zázemí b	N	22	10,4	0,0	6	39	45	45	
2	259	Úklid	N	21	7,4	0,0	4	6	10	10	
2	260	Hygienické zázemí	N	20	9,4	0,0	5	2	8	8	
2	262	Sklad	N	21	6,2	0,0	4	63	67	67	
<b>Σ úsek N</b>						37,7	0,0	22	150	172	172
<b>Zázemí zaměstnanců</b>											
2	205	Chodba	1	20	117,6	0,0	64	-976	0	0	
2	206	Šatna	1	23	89,8	0,0	85	1 035	1 121	1 121	
2	207	Hygienické zázemí	1	25	14,9	0,0	9	340	350	350	
2	210	Šatna	1	23	43,9	0,0	42	515	557	557	
2	211	Hygienické zázemí	1	25	16,4	0,0	10	333	343	343	
2	214	Pokoj lékařů	1	23	52,0	0,0	49	632	682	682	
2	215	Pokoj lékařů	1	23	52,0	0,0	49	632	682	682	
2	216	Pokoj lékařů	1	23	52,0	0,0	49	632	682	682	
2	217	Pokoj lékařů	1	23	52,0	0,0	49	585	634	634	
2	218	Šatna JIP	1	23	55,2	0,0	53	895	948	948	
2	219	Hygienické zázemí	1	25	16,3	0,0	10	356	366	366	
2	221	Šatna ODD	1	23	52,4	0,0	31	174	205	205	
2	222	Hygienické zázemí	1	25	16,2	0,0	10	287	297	297	
2	228	Šatna LJ NCHK	1	23	44,8	0,0	27	297	324	324	
2	229	Hygienické zázemí	1	25	14,4	0,0	9	230	239	239	
<b>Σ úsek 1 Zázemí zaměstnanců</b>						689,7	0,0	549	5 968	7 428	7 428
<b>JIP Infekční</b>											
2	241	Chodba	2	20	110,4	0,0	60	-655	0	0	
2	242	Sklad	2	18	42,8	0,0	35	-209	0	0	
2	243	Inspekční pokoj	2	23	56,6	0,0	54	1 078	1 132	1 132	
2	244	JIP - 2L	2	23	152,6	0,0	145	1 132	1 277	1 277	
2	245	JIP - 2L	2	23	95,9	0,0	91	1 024	1 115	1 115	
2	246	JIP - 3L	2	23	220,4	0,0	210	1 350	1 560	1 560	
2	247	Čistící místnost	2	25	35,7	0,0	22	725	747	747	
2	249	Čajová kuchyňka	2	22	31,9	0,0	18	-87	0	0	
2	250	Stanoviště sester	2	22	117,5	0,0	68	184	252	252	
2	257	Očista pacientů	2	25	28,1	0,0	18	585	603	603	
2	264	Filtr	2	22	127,8	0,0	74	354	428	428	
<b>Σ úsek 2 JIP Infekční</b>						1 019,6	0,0	796	5 481	7 114	7 114
<b>Σ budovy</b>						1 747,1	0,0	1 366	11 599	14 715	

Legenda

$\Phi_{Vm}$  - návrhová tepelná ztráta místnosti větráním

$\Phi_{HLm}$  - celkový návrhový tepelný výkon místnosti

$Q_{cm} = \Phi_{HLm} + Q_z$

Dominik Cakl

dominikcakl@gmail.com

Tel.: +773 082 253

## 2.2 TEPELNÁ ZÁTĚŽ

Tepebná zátěž jednotlivých místností byla vypočtena v programu Tepelný výkon (TV) Protech, zapůjčeným společností EnergySim s.r.o.

### Výpočet tepelné zátěže podle ČSN 73 05 48

Stavba:	Vzduchotechnika jednotky intenzivní péče	
Místo:	Brno	Zadavatel: VUT FAST
Zpracovatel:	Dominik Cakl	
Zakázka:	úsek 1.1 tep. zátěž	Archiv:
Projektant:	Dominik Cakl	Datum: 27.10.2017
E-mail:	dominikcakl@gmail.com	Telefon: +773 082 253

měsíc: červenec  $t_{e,max} = 32,0^{\circ}\text{C}$  opravný činitel  $c_0 = 1,00$

č.m.	název	$t_v$ °C	$\Delta t$ K	$\tau_{max}$ h	$Q_{osl}$ W	$k_{Mm}$ %	$Q_{lidé}$ W	$Q_{osv.}$ W	$\Delta t_v$ K	$Q_v$ W	$Q_{tech}$ W	$Q_{jiné}$ W	$Q_{citelné}$ W	kx	$Q_{celkem}$ W
241	Chodba	25	2	7		0,0	53	296	4,0	0	100	0	449	1,00	449
242	Sklad	25	2	13	570	0,0	0	112	4,0	0	0	0	682	1,00	682
243	Inspekční pokoj	24	2	13	786	0,0	115	152	4,0	0	100	0	1 153	1,00	1 153
244	JIP - 2L	24	2	13	1 126	0,0	177	256	4,0	0	300	0	1 859	1,00	1 859
245	JIP - 2L	24	2	13	1 125	0,0	177	256	4,0	0	300	0	1 858	1,00	1 858
246	JIP - 3L	24	2	13	1 060	0,0	239	360	4,0	0	300	0	1 958	1,00	1 958
247	Čistící místnost	25	2	7		0,0	115	96	4,0	0	100	0	311	1,00	311
249	Čajová kuchyňka	24	2	7	120	0,0	105	48	4,0	0	150	0	424	1,00	424
250	Stanoviště sester	24	2	7	331	0,0	173	320	4,0	0	200	0	1 023	1,00	1 023
257	Očista pacientů	25	2	7	25	0,0	115	72	4,0	0	100	0	312	1,00	312
259	Úklid	25	2	7	44	0,0	0	0	4,0	0	0	0	44	1,00	44
260	Hygienické zázemí	25	2	7	15	0,0	0	0	4,0	0	0	0	15	1,00	15
262	Sklad	24	2	7	61	0,0	0	0	4,0	0	0	0	61	1,00	61
264	Filtr	25	2	7	0	0,0	0	208	4,0	0	0	0	208	1,00	208

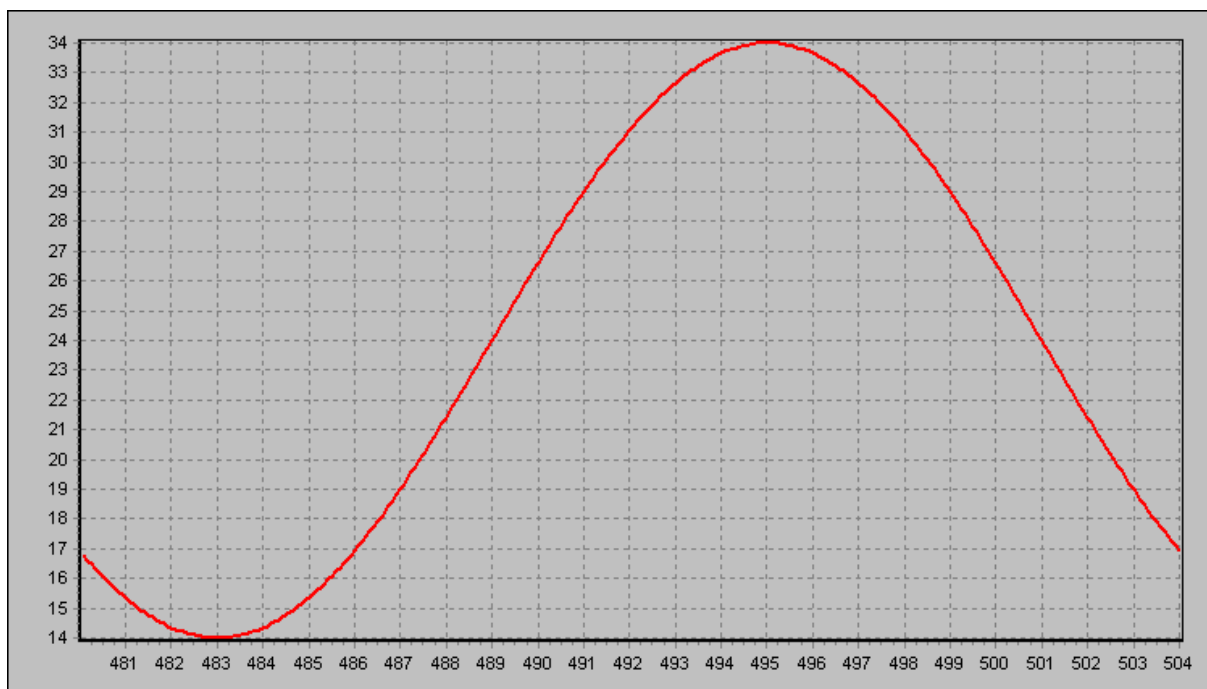
měsíc: červenec  $t_{e,max} = 32,0^{\circ}\text{C}$  opravný činitel  $c_0 = 1,00$

č.m.	název	$t_v$ °C	$\Delta t$ K	$\tau_{max}$ h	$Q_{osl}$ W	$k_{Mm}$ %	$Q_{lidé}$ W	$Q_{osv.}$ W	$\Delta t_v$ K	$Q_v$ W	$Q_{tech}$ W	$Q_{jiné}$ W	$Q_{citelné}$ W	kx	$Q_{celkem}$ W
205	Chodba	25	2	7	245	0,0	0	312	4,0	0	0	20	577	1,00	577
206	Šatna	25	2	13	961	0,0	62	240	4,0	0	0	0	1 263	1,00	1 263
207	Hygienické zázemí	25	2	7	0	0,0	0	40	4,0	0	0	100	140	1,00	140
210	Šatna	25	2	13	458	0,0	62	120	4,0	0	0	0	640	1,00	640
211	Hygienické zázemí	25	2	7	0	0,0	0	40	4,0	0	0	100	140	1,00	140
214	Pokoj lékařů	25	2	13	458	0,0	177	136	4,0	0	100	0	870	1,00	870
215	Pokoj lékařů	25	2	13	458	0,0	177	136	4,0	0	100	0	870	1,00	870
216	Pokoj lékařů	25	2	13	458	0,0	177	136	4,0	0	100	0	870	1,00	870
217	Pokoj lékařů	25	2	13	457	0,0	177	136	4,0	0	100	0	870	1,00	870
218	Šatna JIP	25	2	13	549	0,0	62	144	4,0	0	0	0	755	1,00	755
219	Hygienické zázemí	25	2	7	0	0,0	0	32	4,0	0	0	100	132	1,00	132
221	Šatna ODD	25	2	7	36	0,0	62	136	4,0	0	0	0	234	1,00	234
222	Hygienické zázemí	25	2	7	11	0,0	0	40	4,0	0	0	100	151	1,00	151
225	Úklid	25	2	7	0	0,0	0	8	4,0	0	0	0	8	1,00	8
226	Hygienické zázemí b	25	2	7		0,0	0	40	4,0	0	0	0	40	1,00	40
228	Šatna LJ NCHK	25	2	7	34	0,0	62	120	4,0	0	0	0	216	1,00	216
229	Hygienické zázemí	25	2	7	7	0,0	0	40	4,0	0	100	0	147	1,00	147

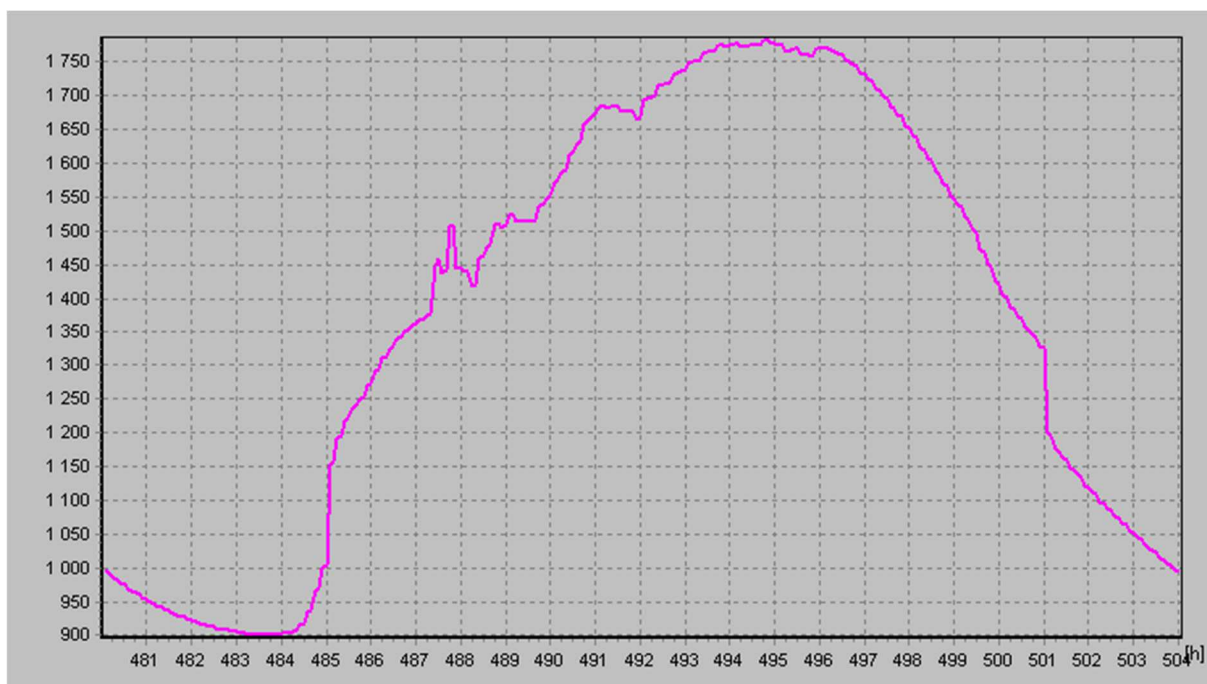
Výpočet hodnoty  $Q_v$  je proveden pro hodnotu  $\Delta t_v$

## 2.3 GRAFICKÁ PŘÍLOHA

Průběh venkovní teploty od 21.7. do 22.7:



Graf tepelné zátěže pro referenční místnost M245 a M244:



Výpočtový program Teruna

## 2.4 PŘÍLOHA K TEPELNÝM ZTRÁTÁM

### 2.4.1 ZTRÁTA PROSTUPEM JEDNOTLIVÝMI KONSTRUKCEMI PRO ZÁZEMÍ ZAMĚSTNANCŮ A JIP

Celková ztráta všemi konstrukcemi řešené části objektu.

#### Rozdělení ztrát mezi konstrukce - varianta 1

Stavba:	Vzduchotechnika jednotky intenzivní péče		
Místo:	Brno	Zadavatel:	VUT FAST
Zpracovatel:	Dominik Cakl		
Zakázka:	úsek 1.1 tep. zátěž	Archiv:	
Projektant:	Dominik Cakl	Datum:	27.10.2017
E-mail:	dominikcakl@gmail.com	Telefon:	+773 082 253

Systém rozměrů: E - vnější

OK	popis	ZZ	Var	U,Ψ	kU	$i_{LV} \cdot 10^4$ $m^2 \cdot s^{-1} \cdot Pa^{0,67}$	A m <sup>2</sup>	L(LV) m	H W·K <sup>-1</sup>	Φ <sub>(T)</sub> W
SO1	Obvodová stěna	0	V1	0,180	1,00		145,1		26,11	905,4
SN1	Vnitřní nosná dělicí zeď - bý	0	V1	0,970	1,00		260,6		31,94	1 128,4
SN2	Vnitřní dělicí příčka	0	V1	2,170	1,00		619,4		-2,85	221,0
PDL1	Podlaha na exteriér	0	V1	0,190	1,00		50,7		9,63	333,6
STR1	Strop pod 2NP a nad 2NP	0	V1	1,990	1,00		1 149,1		83,64	2 978,8
DN1	otvor	0	V1	8,000	1,00	0,000	0,0		-5,22	-167,2
OT1	Okno s trojsklem	0	V1	1,000	1,00	0,050	11,1		11,05	386,8
OT2	Okno s trojsklem	0	V1	1,000	1,00	0,000	21,6		21,60	756,0
OT3	Okno s trojsklem	0	V1	1,000	1,00	0,000	25,9		25,92	874,8
OT4	Okno s trojsklem	0	V1	1,000	1,00	0,000	21,6		21,60	756,0
OT5	Okno s trojsklem	0	V1	1,000	1,00	0,000	9,1		9,11	318,8
LIN1	Lineární vazby		V1	0,050				1 790,86	89,54	3 106,9

### 2.4.2 PODROBNÝ VÝPOČET TZ JEDNOTLIVÝCH MÍSTNOSTÍ

Tento výpočet byl proveden pro všechny místnosti v zázemí zaměstnanců a JIP infekčního oddělení

#### 215 Pokoj lékařů

$t_i = 23 \text{ °C}$      $t_e = -12 \text{ °C}$      $\Delta B = 0$     kód : 19113

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
SO1	0	13,35	1,00	0,180	35	1,00	1	13,3	5,4	7,9	1,4	22,2
OT2	0	5,40	1,00	1,000	35	1,00	1	5,4	5,4	5,4	5,4	18,6
PDL1	0	3,00	1,00	0,190	35	1,00	0	3,0	0,0	3,0	0,6	21,9
SN2	0	27,90	1,00	2,170	0	0,00	0	27,9	0,0	27,9	0,0	23,0
SN2	0	12,30	1,00	2,170	3	0,09	0	12,3	0,0	12,3	2,3	22,2
SN2	0	27,90	1,00	2,170	0	0,00	0	27,9	0,0	27,9	0,0	23,0
STR1	0	38,88	1,00	1,990	1	0,03	0	38,9	0,0	38,9	2,2	22,8
LIN1		123,33		0,050	35	1,00					6,2	22,8

#### Výměna vzduchu

Hygienický požadavek  $V_{np}$  2,6 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

Infiltrace pláštěm  $V_{n50}$  4,2 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

#### Součinitel tepelné ztráty

Prostupem  $H_{Tm}$  18,1 W·K<sup>-1</sup>

Výměnou vzduchu  $H_{Vm}$  1,4 W·K<sup>-1</sup>

#### Tepelná ztráta

Prostupem  $\Phi_{Tm}$  632 W

Výměnou vzduchu  $\Phi_{Vm}$  49 W

Zátopová  $\Phi_{RHm}$  0 W

**Celkem**  $\Phi_{HLm}$  682 W

Tepelný zisk  $Q_z$  0 W

## 218 Šatna JIP

$t_i = 23\text{ °C}$      $t_e = -12\text{ °C}$      $\Delta B = 0$     kód : 19113

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
SO1	0	16,00	1,00	0,180	35	1,00	1	16,0	6,5	9,5	1,7	22,2
OT3	0	6,48	1,00	1,000	35	1,00	1	6,5	6,5	6,5	6,5	18,6
PDL1	0	3,60	1,00	0,190	35	1,00	0	3,6	0,0	3,6	0,7	21,9
SN2	0	19,91	1,00	2,170	0	0,00	0	19,9	0,0	19,9	0,0	23,0
SN2	0	13,43	1,00	2,170	-2	-0,06	0	13,4	0,0	13,4	-1,7	23,5
SN2	0	9,29	1,00	2,170	3	0,09	0	9,3	0,0	9,3	1,7	22,2
SN2	0	7,69	1,00	2,170	3	0,09	0	7,7	0,0	7,7	1,4	22,2
SN2	0	20,21	1,00	2,170	5	0,14	0	20,2	0,0	20,2	6,3	21,6
STR1	0	41,45	1,00	1,990	1	0,03	0	41,5	0,0	41,5	2,4	22,8
LIN1		131,58		0,050	35	1,00					6,6	22,8

### Výměna vzduchu

Hygienický požadavek  $V_{np}$  2,8 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

Infiltrace pláštěm  $V_{n50}$  4,4 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

### Součinitel tepelné ztráty

Prostupem  $H_{Tm}$  25,6 W·K<sup>-1</sup>

Výměnou vzduchu  $H_{Vm}$  1,5 W·K<sup>-1</sup>

### Tepelná ztráta

Prostupem  $\Phi_{Tm}$  895 W

Výměnou vzduchu  $\Phi_{Vm}$  53 W

Zátopová  $\Phi_{RHm}$  0 W

**Celkem**  $\Phi_{HLm}$  948 W

Tepelný zisk  $Q_z$  0 W

## 243 Inspekční pokoj

$t_i = 23\text{ °C}$      $t_e = -12\text{ °C}$      $\Delta B = 0$     kód : 19113

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
SO1	0	16,02	1,00	0,180	35	1,00	1	16,0	6,5	9,5	1,7	22,2
OT3	0	6,48	1,00	1,000	35	1,00	1	6,5	6,5	6,5	6,5	18,6
PDL1	0	3,60	1,00	0,190	35	1,00	0	3,6	0,0	3,6	0,7	21,9
SN2	0	20,56	1,00	2,170	5	0,14	0	20,6	0,0	20,6	6,4	21,6
SN2	0	19,99	1,00	2,170	3	0,09	0	20,0	0,0	20,0	3,7	22,2
SN2	0	25,79	1,00	2,170	0	0,00	0	25,8	0,0	25,8	0,0	23,0
STR1	0	70,54	1,00	1,990	1	0,03	0	70,5	0,0	70,5	4,0	22,8
LIN1		156,50		0,050	35	1,00					7,8	22,8

### Výměna vzduchu

Hygienický požadavek  $V_{np}$  2,8 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

Infiltrace pláštěm  $V_{n50}$  4,5 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

### Součinitel tepelné ztráty

Prostupem  $H_{Tm}$  30,8 W·K<sup>-1</sup>

Výměnou vzduchu  $H_{Vm}$  1,5 W·K<sup>-1</sup>

### Tepelná ztráta

Prostupem  $\Phi_{Tm}$  1 078 W

Výměnou vzduchu  $\Phi_{Vm}$  54 W

Zátopová  $\Phi_{RHm}$  0 W

**Celkem**  $\Phi_{HLm}$  1 132 W

Tepelný zisk  $Q_z$  0 W

### 244 JIP - 2L

$t_i = 23\text{ °C}$      $t_e = -12\text{ °C}$      $\Delta B = 0$     kód : 19113

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
SO1	0	26,70	1,00	0,180	35	1,00	1	26,7	10,8	15,9	2,9	22,2
OT4	0	10,80	1,00	1,000	35	1,00	1	10,8	10,8	10,8	10,8	18,6
PDL1	0	6,00	1,00	0,190	35	1,00	0	6,0	0,0	6,0	1,1	21,9
SN2	0	25,79	1,00	2,170	0	0,00	0	25,8	0,0	25,8	0,0	23,0
SN2	0	24,60	1,00	2,170	3	0,09	0	24,6	0,0	24,6	4,6	22,2
SN2	0	25,44	1,00	2,170	0	0,00	0	25,4	0,0	25,4	0,0	23,0
STR1	0	70,46	1,00	1,990	1	0,03	0	70,5	0,0	70,5	4,0	22,8
LIN1		178,99		0,050	35	1,00					8,9	22,8

#### Výměna vzduchu

Hygienický požadavek     $V_{np}$  4,8 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>  
Infiltrace pláštěm     $V_{n50}$  7,7 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

#### Součinitel tepelné ztráty

Prostupem     $H_{Tm}$  32,3 W·K<sup>-1</sup>  
Výměnou vzduchu     $H_{Vm}$  2,6 W·K<sup>-1</sup>

#### Tepelná ztráta

Prostupem     $\Phi_{Tm}$  1 132 W  
Výměnou vzduchu     $\Phi_{Vm}$  91 W  
Zátopová     $\Phi_{RHm}$  0 W  
**Celkem**     $\Phi_{HLm}$  1 223 W  
Tepelný zisk     $Q_z$  0 W

### 246 JIP - 3L

$t_i = 23\text{ °C}$      $t_e = -12\text{ °C}$      $\Delta B = 0$     kód : 19113

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
SO1	0	31,77	1,00	0,180	35	1,00	1	31,8	9,1	22,7	4,1	22,2
OT5	0	9,11	1,00	1,000	35	1,00	1	9,1	9,1	9,1	9,1	18,6
PDL1	0	6,14	1,00	0,190	35	1,00	0	6,1	0,0	6,1	1,2	21,9
SN2	0	25,44	1,00	2,170	0	0,00	0	25,4	0,0	25,4	0,0	23,0
SN2	0	10,45	1,00	2,170	1	0,03	0	10,4	0,0	10,4	0,6	22,7
SN2	0	25,17	1,00	2,170	1	0,03	0	25,2	0,0	25,2	1,6	22,7
SN1	0	31,80	1,00	0,970	5	0,14	0	31,8	0,0	31,8	4,4	22,4
STR1	0	103,51	1,00	1,990	1	0,03	0	103,5	0,0	103,5	5,9	22,8
LIN1		234,28		0,050	35	1,00					11,7	22,8

#### Výměna vzduchu

Hygienický požadavek     $V_{np}$  6,7 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>  
Infiltrace pláštěm     $V_{n50}$  10,8 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

#### Součinitel tepelné ztráty

Prostupem     $H_{Tm}$  38,6 W·K<sup>-1</sup>  
Výměnou vzduchu     $H_{Vm}$  3,7 W·K<sup>-1</sup>

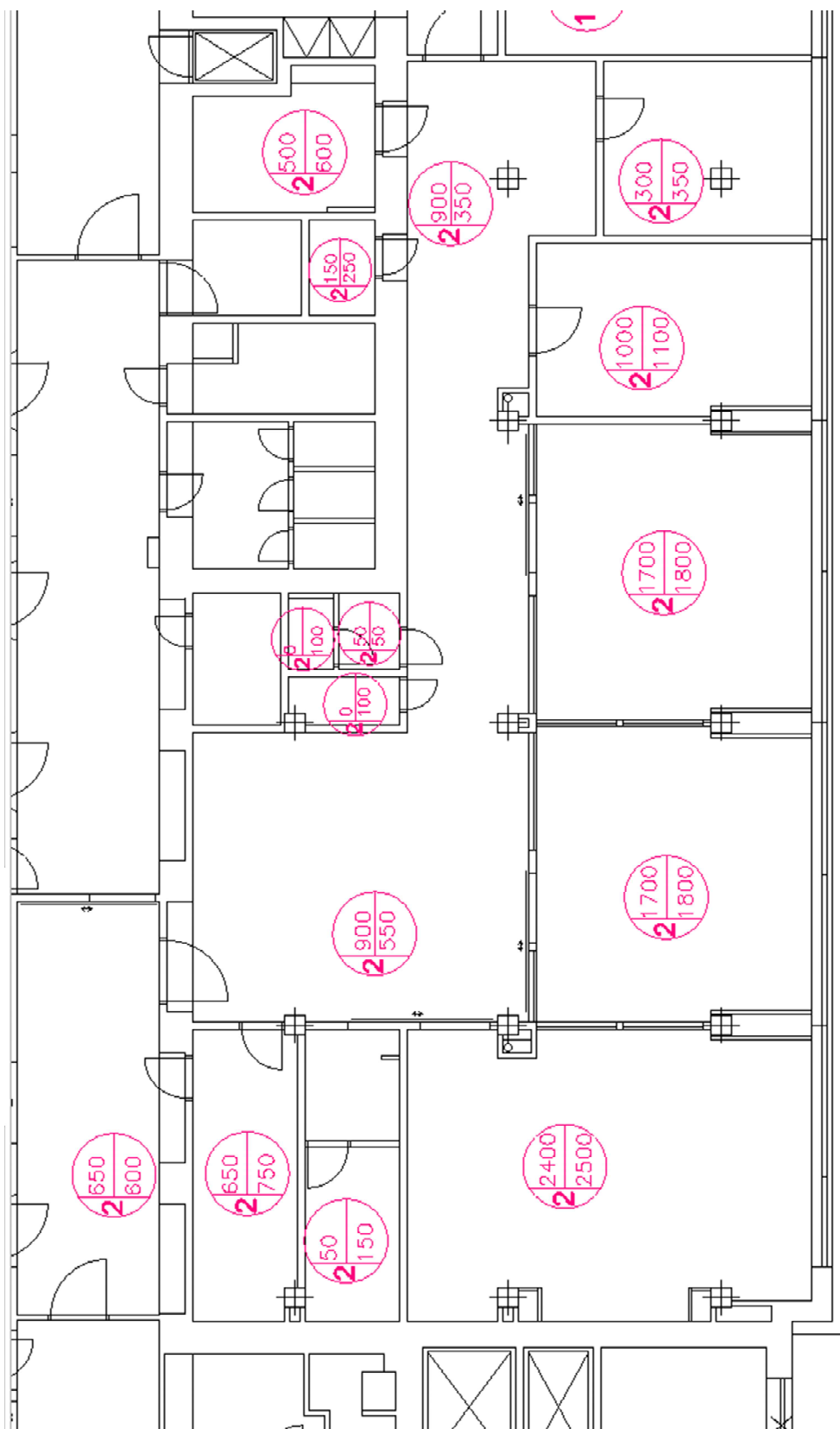
#### Tepelná ztráta

Prostupem     $\Phi_{Tm}$  1 350 W  
Výměnou vzduchu     $\Phi_{Vm}$  128 W  
Zátopová     $\Phi_{RHm}$  0 W  
**Celkem**     $\Phi_{HLm}$  1 478 W  
Tepelný zisk     $Q_z$  0 W

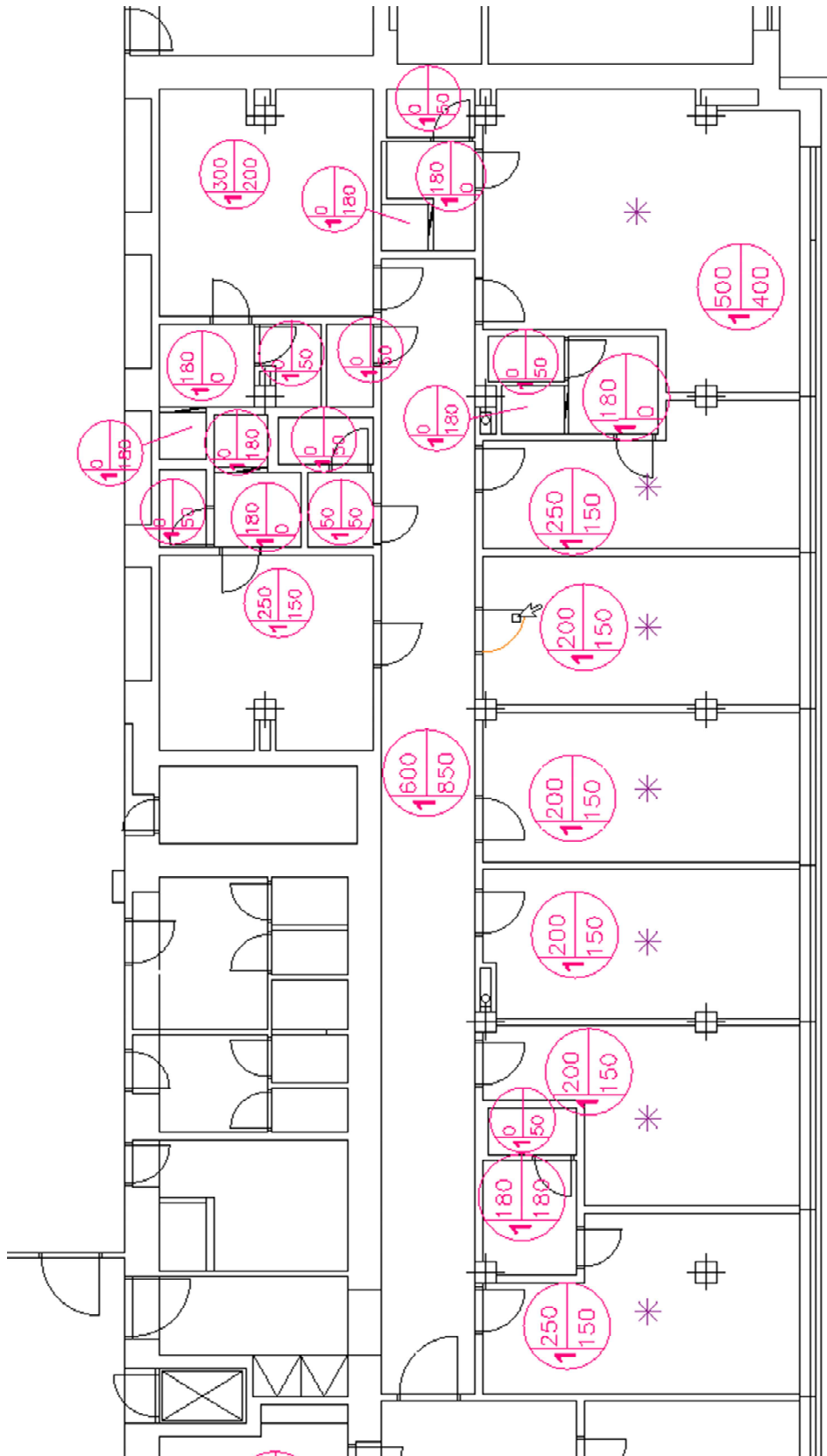
### 3 PRÚTOKY VZDUCHU, TLAKOVÉ POMĚRY

Informace o místnosti			Hygienická výměna vzduchu								Pokrytí TZ a Tep. Zátěže	
Úsek	Číslo M	Účel	Parametry INT. VZT								Další zdroj není potřeba	
			Výměna [x/h]	Průtok [m³/h] (tlaková kaskáda)	Přívod hygienický standard [m³/h]	Odvod [m³/h]	Tepelná ztráta [W]	Tepelná zátěž [W]	Teoretický nutný přívod pro pokrytí tepelných ztrát konvekcí [m³/h]	Teoretický nutný přívod pro pokrytí tepelné zátěže [m³/h]	standard hygienické výměny vzduchu pokryje tepelné ztráty?	standard hygienické výměny vzduchu pokryje tepelnou zátěž??
1	205	chodba	5,1	-100	600	850	0,0	557	0	473	ANO	ANO
	206	šatna II.IK - 2	5,6	-100	500	400	1121,0	1263	1586	1072	NEPRAVDA	NEPRAVDA
	207	předsíňka	-	50	180,0	0	350,0	140,0	10396	119	NEPRAVDA	ANO
	208	WC - zaměstnanci	-	50	-	50	0,0	0,0	0	0	ANO	ANO
	209	sprcha zaměstnanci	-	150	-	180	0,0	0,0	0	0	ANO	ANO
	210	šatna II.IK - 1	5,7	-100	250	150	557,0	640	534	543	NEPRAVDA	NEPRAVDA
	211	předsíňka	-	50	180,0	0	343,0	140,0	10188	119	NEPRAVDA	ANO
	212	sprcha zaměstnanci	-	150	-	180	0,0	0,0	0	0	ANO	ANO
	213	WC - zaměstnanci	-	50	-	50	0,0	0,0	0	0	ANO	ANO
	214	pokoj lékařů	3,8	-50	200	150	682,0	870	965	738	NEPRAVDA	NEPRAVDA
	215	pokoj lékařů	3,8	-50	200	150	682,0	870	965	738	NEPRAVDA	NEPRAVDA
	216	pokoj lékařů	3,8	-50	200	150	682,0	870	965	738	NEPRAVDA	NEPRAVDA
	217	pokoj lékařů	3,8	-50	200	150	634,0	870	897	738	NEPRAVDA	NEPRAVDA
	218	šatna JIP urologie	4,5	-100	250	150	948,0	755	1341	641	NEPRAVDA	NEPRAVDA
	219	sprcha zaměstnanci	-	50	180,0	180	366,0	132,0	10871	112	NEPRAVDA	ANO
	220	WC - zaměstnanci	-	-50	-	50	0,0	0,0	0	0	ANO	ANO
	221	šatna ODD. 66 A 68	5,7	-100	300	200	205,0	234	290	199	ANO	ANO
	222	předsíňka	-	50	180,0	0	297,0	151,0	8822	128	NEPRAVDA	ANO
	223	sprcha zaměstnanci	-	180	-	180	0,0	0,0	0	0	ANO	ANO
	224	WC - zaměstnanci	-	50	-	50	0,0	0,0	0	0	ANO	ANO
	225	úklid	-	50	-	50	0,0	8	0	0	ANO	ANO
	226	předsíňka WC	-	50	50,0	50	0,0	50,0	0	42	ANO	ANO
	227	WC - zaměstnanci	-	50	-	50	0,0	0,0	0	0	ANO	ANO
228	šatna - LJ NCHK	5,6	-100	250	150	324,0	216	458	183	NEPRAVDA	ANO	
229	předsíňka	-	50	180,0	180	239,0	147,0	7099	125	NEPRAVDA	ANO	
230	sprcha zaměstnanci	-	-180	-	180	0,0	0,0	0	0	ANO	ANO	
231	WC - zaměstnanci	-	-50	-	50	0,0	0,0	0	0	ANO	ANO	
2	241	chodba	8,1	50	900	300	0,0	449	0	296	ANO	ANO
	242	sklad	7,0	50	300	350	0,0	682	0	368	ANO	ANO
	243	inspekční pokoj	17,7	100	1000	1000	1132,0	1153	33624	979	NEPRAVDA	ANO
	244	JIP-2L	17,7	100	1700	1800	1277,0	1859	37931	1578	NEPRAVDA	ANO
	245	JIP-2L	17,7	100	1700	1800	1115,0	1859	33119	1578	NEPRAVDA	ANO
	246	JIP-3L	17,8	100	2400	2500	1560,0	1958	46337	1662	NEPRAVDA	ANO
	247	čistící místnost	18,3	100	650	750	747,0	311	1168	205	NEPRAVDA	ANO
	248	chodba	-	-	-	-	0,0	424,0	0,0	359,8	ANO	ANO
	249	čaj. Kuchyňka	-	-	50	150						
	250	stanoviště sester	7,7	100	900	550	252,0	1023	680	868	ANO	ANO
	257	očista pacientů	17,8	100	500	600	603,0	312	1168	206	NEPRAVDA	ANO
	259	úklid	20,2	100	150	250	0,0	44	0	29	ANO	ANO
	260	předsíňka	9,3	100	50	50						
	261	WC - zaměstnanci	-	50	-	100	0,0	15,0	0	10	ANO	ANO
	262	sklad	-	100	-	100	0,0	61	0	40	ANO	ANO
264	filtr	8,2	50	650	600	428,0	208	1156	137	NEPRAVDA	ANO	

Přívod a odvod vzduchu pro JIP infekční ODD:



Přívod a odvod vzduchu pro zázemí zaměstnanců:



## 4 DISTRIBUCE VZDUCHU

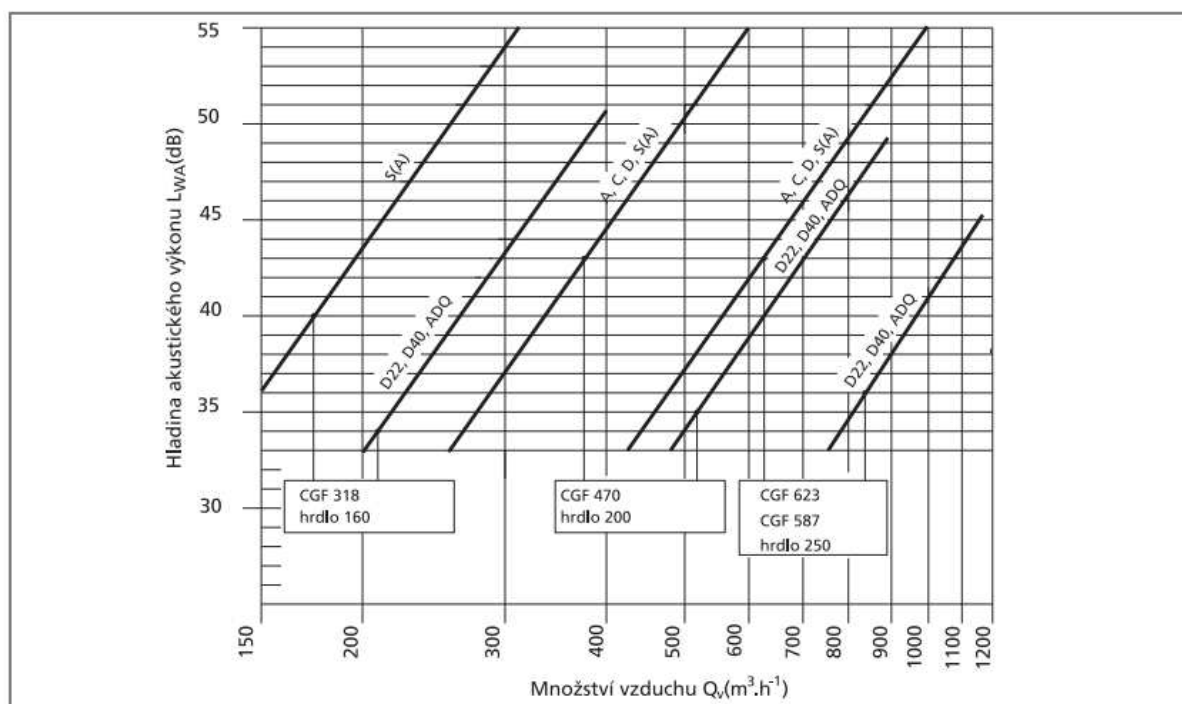
### 4.1 DISTRIBUČNÍ PRVKY NA PŘÍVODU PRO JIP INFEKČNÍ ODD

Čistý nástavec CGF s filtrační vložkou ABSOFIL

Podstropní čistý nástavec CGF je určen jako koncový člen rozvodu vzduchu do prostředí s kontrolovanou čistotou vzduchu. Čistý nástavec může být umístěn v prostoru samostatně, a to zavěšením např. na stropní konstrukci nebo integrován do stropů či podhledů z různých materiálů. Pro usnadnění montáže do stropů a podhledů lze použít nástavce s upevňovacími lištami nebo rámečkem po obvodě. [1]



Obr.4.1a: Čistý nástavec CGF [1]



Akustický výkon čistého nástavce (hrdla bez klapky), s filtrační vložkou, různé vyústky. Při provedení s těsnou klapkou v otevřené poloze se zvýší akustický výkon o 1-2 dB.

Obr.4.1b: Hladina akustického výkonu pro Čistý nástavec CGF [1]

Čistý nástavec bude realizován s filtrační vložkou ABSOFIL a uzavírací těsnou klapkou.

## 4.2 DISTRIBUČNÍ PRVKY NA ODVODU PRO JIP INFEKČNÍ ODD

Vzduchotechnické mřížky s kapsovým filtrem tř. F9

Vzduchotechnické mřížky s kapsovým filtrem tř. F9 slouží k odvodu vzduchu z místností nebo lokálních míst s vývinem prachu. Zamezují přenosu škodlivin a prachových částic do odsávacího systému. [2]

### FILTRACE TŘ. F

II. stupeň filtrace pro odloučení jemných prachů a jako předfiltrace pro absolutní filtry. Určeno pro klimatizační zařízení a sací trakty nemocnic, hotelů, administrativních budov, laboratoří a výrobních prostorů [2]

Umístěno v místnostech, kde se nacházejí lůžkové pokoje pacientů: JIP 2I a JIP 3I.



Obr.4.2a: Vzduchová mřížka s kapsovým filtrem [3]

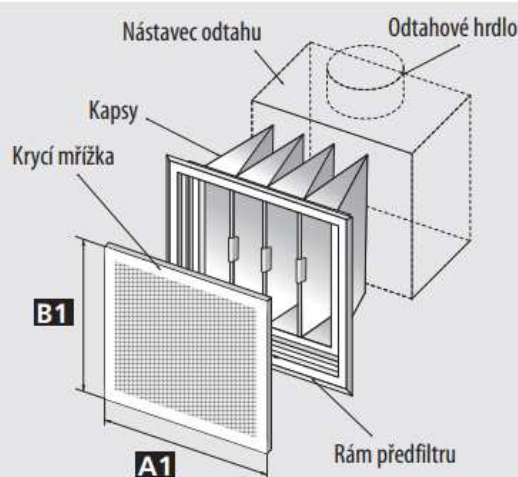
#### TECHNICKÉ PARAMETRY - FILTRY TŘ. F7, F9

Rozměr filtru [mm]	Doporučené průtoky [m³/h]	Počet a délka kapes	Počáteční tlaková ztráta filtru F7 [Pa]	Počáteční tlaková ztráta filtru F9 [Pa]	Hmotnost [kg]		Efekt. volná plocha mřížky $A_{\text{efekt}}$ [mm²]
					F7	F9	
592 x 592	800 - 2500	4 ks / 590 mm	15 - 51	25 - 90	3,3	3,3	115 905
287 x 592	600 - 1500	4 ks / 590 mm	22 - 65	38 - 115	1,8	1,8	55 676
287 x 287	300 - 800	8 ks / 590 mm	23 - 73	38 - 125	1,1	1,1	26 945

#### ZÁKLADNÍ POPIS

##### VZDUCHOTECHNICKÁ MŘÍŽKA S KAPSOVÝM FILTREM

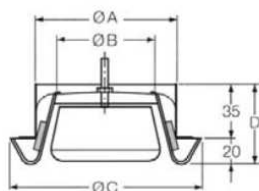
- Krycí mřížka** - volitelný materiál a povrchová úprava
- Rám předfiltru** - kovový nebo plastový
- Kapsový filtr**
  - médium ze syntetických vláken
  - velká jímavost
  - nízké tlakové ztráty
  - velká filtrační plocha
  - volitelný počet a hloubka kapes
  - volitelná třída filtrace
  - jednoduchá montáž a demontáž
- Nástavec odtahu** - není standardní součástí dodávky, pouze na základě požadavku zákazníka
  - na horní straně kruhové odtahové hrdlo



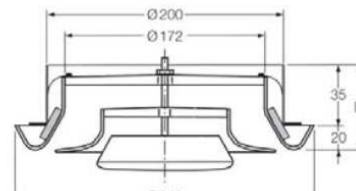
Obr.4.2b: Vzduchová mřížka s kapsovým filtrem, tech. parametry [3]

## 4.3 OSTATNÍ KONCOVÉ ELEMENTY

### 4.3.1 VEF – PLASTOVÉ TALÍŘOVÉ VENTILY ODVODNÍ



VEF 80-160



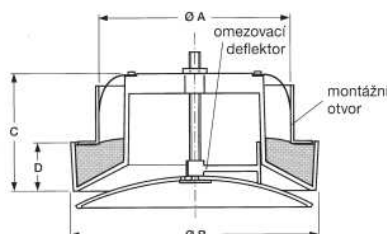
VEF 200

Typ	A	B	C	D	hmotnost [kg]
VEF 80	80	45	120	55	0,09
VEF 100	100	70	145	55	0,12
VEF 125	125	95	160	55	0,15
VEF 160	160	115	195	55	0,20
VEF 200	200	172	240	55	0,34

Obr.4.2b: Tab. rozměrů talířového ventilu VEF [3]

Plastové talířové ventily pro odvod vzduchu mají snadno nastavitelný středový element pro regulaci průtoku. Talířový ventil je opatřen těsnicí páskou pro utěsnění v montážním kroužku. [3]

### 4.3.2 VST – PLASTOVÉ TALÍŘOVÉ VENTILY PŘÍVODNÍ



Typ	A	B	C	D	hmotnost [kg]
VST 80	80	126	62	26	0,10
VST 100	100	150	66	30	0,14
VST 125	125	175	71	35	0,21
VST 160	160	200	76	40	0,27

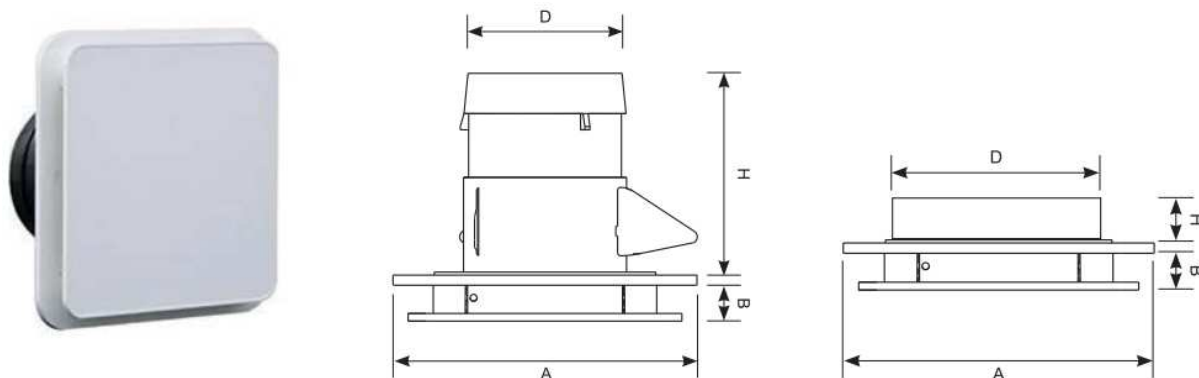
Obr.4.3: Tab. rozměrů talířového ventilu VST [4]

Plastové talířové ventily pro přívod vzduchu mají snadno nastavitelný středový element pro regulaci průtoku. Ventil je vybaven otvorem pro měření tlaku. Standardně je talířový ventil vybaven nastavitelným deflektorem, který omezí proud přiváděného vzduchu do prostoru v úhlu 180°. Talířový ventil je opatřen těsnicí páskou pro utěsnění v montážním kroužku. [4]

### 4.3.3 BDOP – PLASTOVÉ ANEMOSTATY UNIVERZÁLNÍ

Univerzální plastové anemostaty pro přívod a odvod vzduchu mají snadno nastavitelné regulační listy pro regulaci průtoku a směru proudu vzduchu. Ventily o velikosti 80, 100 a 125 jsou dodávány s vložkou pro snadnou instalaci do SDK podhledu. [5]

Regulace směru proudu vzduchu se provádí regulačním listem. Možnost nastavení ventilu je do čtyř směrů. Měření průtoku vzduchu se provádí standardními metodami. [5]

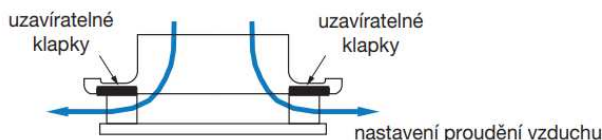
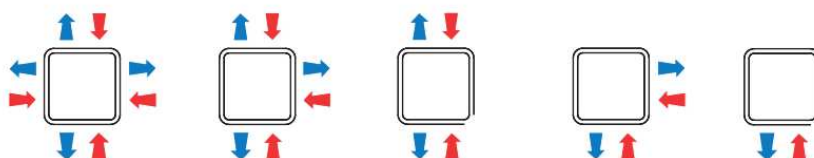


Typ	A	B	D	H
BDOP 80	151	22	78	100
BDOP 100	205	22	98	100
BDOP 125	205	22	122	100

Typ	A	B	D	H
BDOP 160	250	28,3	148	36,8
BDOP 200	300	28,3	190	45,8



4 regulační listy anemostatu, možné osazení v opačné poloze pro přímknutí proudu vzduchu ke stropu

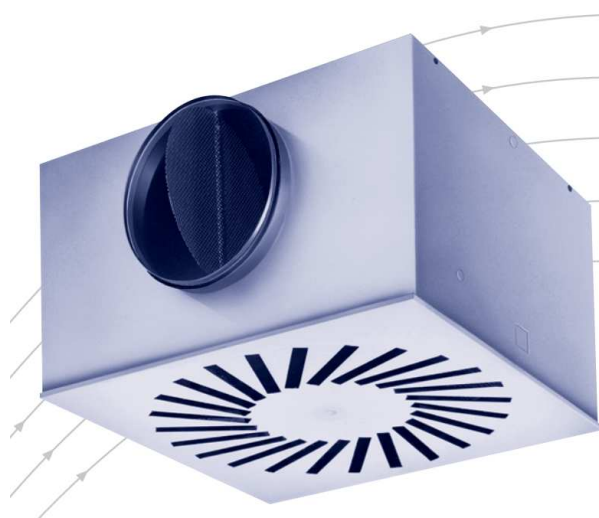


Obr.4.3.3: Tab. rozměrů BDOP – plastové anemostaty univerzální a regulace směru proudu [5]

#### 4.3.4 VÍŘIVÉ ANEMOSTATY TROX - SÉRIE VDW

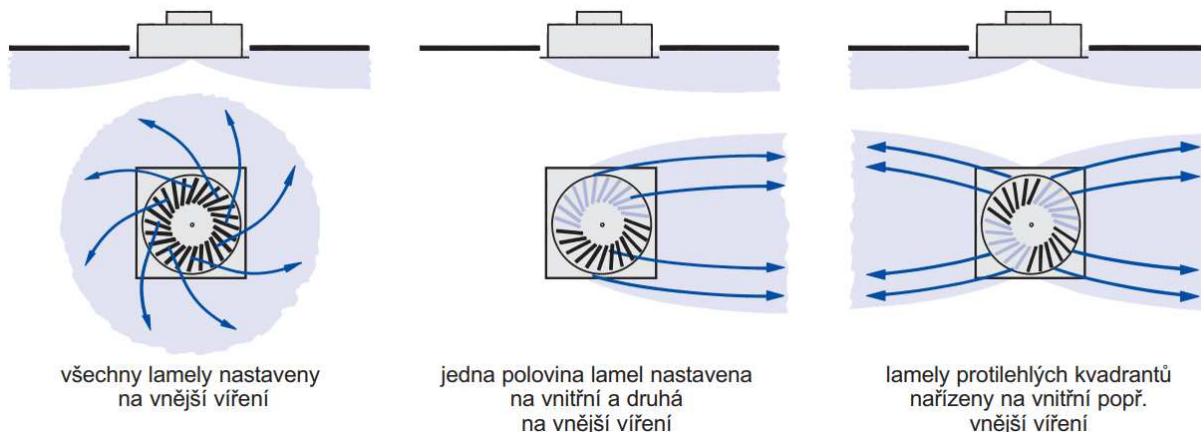
Ručně ovládané vířivé anemostaty série VDW. Umožňují kdykoli přizpůsobit směr proudění stavebním změnám. Díky vířivému výstupu vzduchu se vzduch v místnosti ve velké míře indukují a tím dosahuje rychlejšího snížení rychlosti vzduchu a teploty proudění. [6]

Podle architektonických požadavků se anemostat dodává s kruhovou nebo čtvercovou čelní deskou, volitelně s bílými nebo černými lamelami. Vzduch se přivádí přes připojovací komoru shora nebo ze strany. [6]



Obr.4.3.4a: Vířivý anemostat Série VDW [6]

**Směry proudění** pro velikosti 300x8, 400x16, 500x24, 600x24 a 625x24



Obr.4.3.4b: Vířivý anemostat Série VDW [6]

## 4.4 OHEBNÉ HADICE SONOFLEX

Ohebná Al laminátová hadice s vnitřním uspořádáním jako Aluflex MI, s tepelnou a hlukovou izolací z vrstvy ekologické nedráždivé minerální vaty tloušťky 25 mm, 16 kg/m<sup>3</sup>, parozábrana – zpevněný Al laminát. Vnitřní hadice je perforovaná jako tlumič hluku. [7]



Konstrukce obsahuje parotěsnou zábranu k zbránění kondenzace v hlukové izolaci. [7]

Řada průměrů [mm]																
82	102	127	152	160	185	203	229	254	305	315	356	406	457	508	560	630

Obr.4.4a: Ohebné hadice sonoflex a řada průměrů [7]

Vložený útlum v dB

vztaženo na 1 m hadice typ SONOFLEX, síla izolace 25 mm

Ø mm	Frekvence Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
80	13,5	22,5	29,0	24,0	19,0	14,0	17,5	11,0
102	12,5	21,0	27,0	22,5	17,5	13,0	16,5	10,0
127	11,5	19,0	25,0	20,5	16,0	12,0	15,0	9,0
152	10,5	17,5	23,0	19,0	15,0	11,0	14,0	8,5
160	10,5	17,5	23,0	19,0	15,0	11,0	14,0	8,5
203	9,0	16,0	21,0	17,5	13,5	10,0	12,5	8,0
254	8,5	15,0	19,0	16,0	12,5	9,0	11,5	7,0
315	7,5	13,5	17,5	14,5	11,0	8,0	10,5	6,0
406	7,0	12,0	15,5	13,0	10,0	7,5	9,5	5,0
508	6,5	10,5	14,0	11,5	9,0	6,5	8,0	5,0

Toleranční pole: ±5 dB

Obr.4.4b: Ohebné hadice sonoflex a jejich akustický útlum [7]



## 4.5 AKUSTICKÉ VÝKONY JEDNOTLIVÝCH KONCOVÝCH ELEMENTŮ PRO JEDNOTLIVÉ MÍSTNOSTI

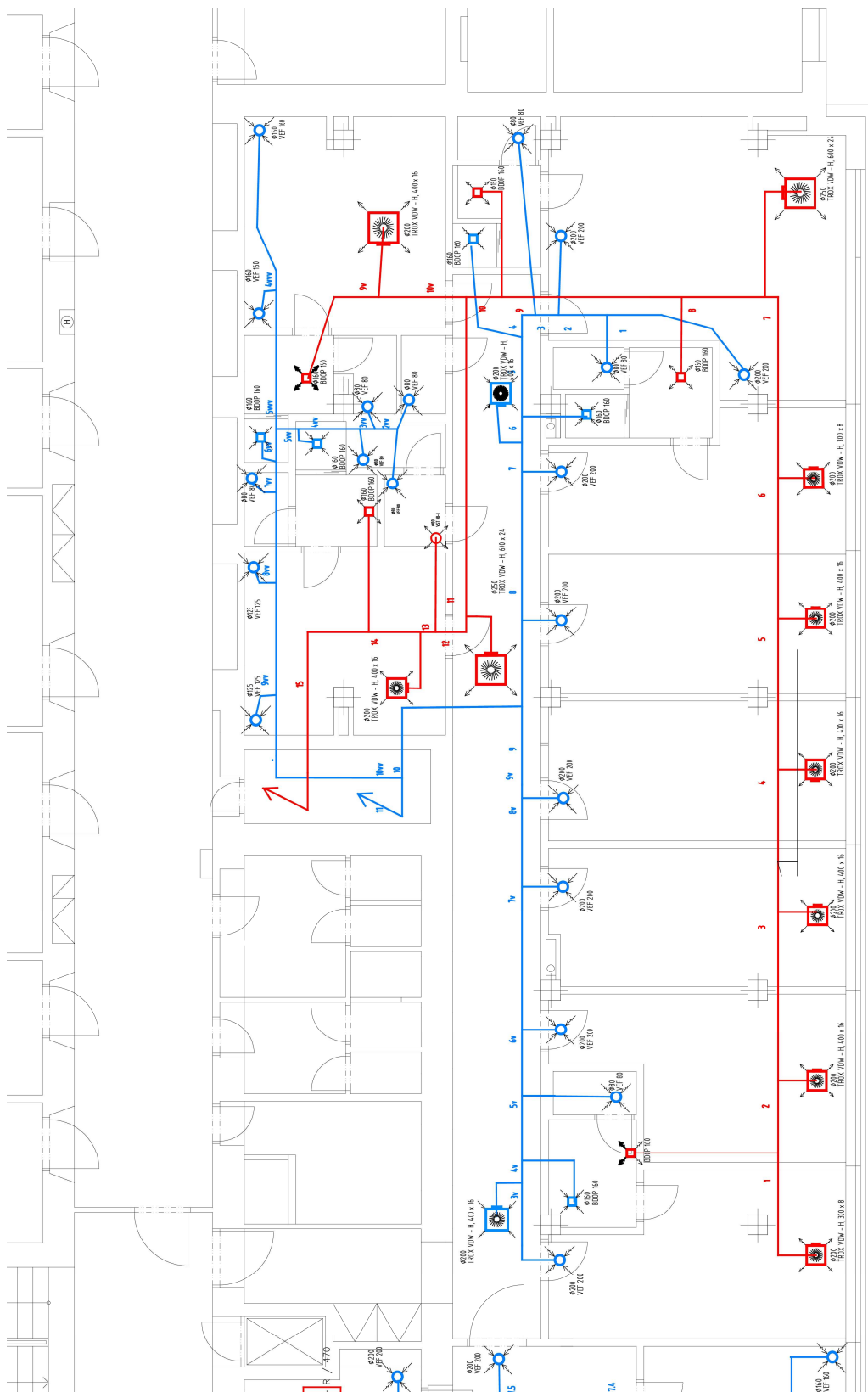
Informace o místnosti			Návrh vnitřních koncových elementů systému VZT							
Úsek	Číslo M	Účel	přívod				odvod			
			distribuční element	objemový průtok ks [m³/h]	počet	Akustický výkon [dB(A)] / ks	distribuční element	objemový průtok ks [m³/h]	počet	Akustický výkon [dB(A)] / ks
1	205	chodba	TROX VDW - H, velikost 600 x 24	600	1	35	VDW - H, velikost 400 x 16	425	2	27
	206	šatna II.IK - 2	TROX VDW - H, velikost 600 x 24	500	1	30	VEF 200 plastový talířový odvod	200	2	25
	207	předsíňka	BDOP 160– plastový anemostat univerzální	180,0	1	33				
	208	WC - zaměstnanci					VEF 80 plastový talířový odvod	50	1	30
	209	sprcha zaměstnanci					BDOP 160– plastový anemostat univerzální	180	1	29
	210	šatna II.IK - 1	TROX VDW - H, velikost 300 x 8	250	1	36	VEF 200 plastový talířový odvod	150	1	22
	211	předsíňka	BDOP 160– plastový anemostat univerzální	180,0	1	33				
	212	sprcha zaměstnanci					VEF 80 plastový talířový odvod	50	1	30
	213	WC - zaměstnanci					BDOP 160– plastový anemostat univerzální	180	1	29
	214	pokoj lékařů	TROX VDW - H, velikost 400 x 16	200	1	18	VEF 200 plastový talířový odvod	150	1	22
	215	pokoj lékařů	TROX VDW - H, velikost 400 x 16	200	1	18	VEF 200 plastový talířový odvod	150	1	22
	216	pokoj lékařů	TROX VDW - H, velikost 400 x 16	200	1	18	VEF 200 plastový talířový odvod	150	1	22
	217	pokoj lékařů	TROX VDW - H, velikost 400 x 16	200	1	18	VEF 200 plastový talířový odvod	150	1	22
	218	šatna JIP urologie	TROX VDW - H, velikost 300 x 8	250	1	33	VEF 200 plastový talířový odvod	150	1	22
	219	sprcha zaměstnanci	BDOP 160– plastový anemostat univerzální	180,0	1	33	BDOP 160– plastový anemostat univerzální	180	1	29
	220	WC - zaměstnanci					VEF 80 plastový talířový odvod	50	1	30
	221	šatna ODD. 66 A 68	TROX VDW - H, velikost 400 x 16	300	1	36	VEF 160	100	2	20
	222	předsíňka	BDOP 160– plastový anemostat univerzální	180,0	1	33				
	223	sprcha zaměstnanci					VEF 80 plastový talířový odvod	50	1	30
	224	WC - zaměstnanci					BDOP 160– plastový anemostat univerzální	180	1	29
	225	úklid					VEF 80 plastový talířový odvod	50	1	30
226	předsíňka WC	VST 08-1 plastový talířový ventil přívodní	50	1	30	VEF 80 plastový talířový odvod	50	1	30	
227	WC - zaměstnanci					VEF 80 plastový talířový odvod	50	1	29	
228	šatna - LJ NCHK	TROX VDW - H, velikost 400 x 16	250	1	26	VEF 125 plastový talířový odvod	75	2	22	
229	předsíňka	BDOP 160– plastový anemostat univerzální	180,0	1	33					
230	sprcha zaměstnanci					VEF 80 plastový talířový odvod	50	1	30	
231	WC - zaměstnanci					BDOP 160– plastový anemostat univerzální	180	1	29	

Informace o místnosti			Návrh vnitřních koncových elementů systému VZT							
Úsek	Číslo M	Účel	přívod				odvod			
			distribuční element	objemový průtok ks [m³/h]	počet	Akustický výkon [dB(A)] / ks	distribuční element	objemový průtok ks [m³/h]	počet	Akustický výkon [dB(A)]/ ks
2	241	chodba	CGF - H - R / 623 / 0, C 623 D22	900	1	38	VEF 200 plastový talířový odvod	350	2	35
	242	sklad	CGF - H - R / 318 / 0, C 318 D22	300	1	43	VEF 160 plastový talířový odvod	175	2	30
	243	inspekční pokoj	CGF - H - R / 470 / 0, C 470 D22	500	2	33	BLOCK 287 x 592 větrací mřížka s kapsovým filtrem F9	1100	1	27
	244	JIP-2L	CGF - H - R / 623 / 0, C 623 D22	570	3	20	BLOCK 287 x 592 větrací mřížka s kapsovým filtrem F9	900	2	27
	245	JIP-2L	CGF - H - R / 623 / 0, C 623 D22	570	3	20	BLOCK 287 x 592 větrací mřížka s kapsovým filtrem F9	900	2	27
	246	JIP-3L	CGF - H - R / 623 / 0, C 623 D22	600	4	20	BLOCK 287 x 592 větrací mřížka s kapsovým filtrem F9	833	3	27
	247	čistící místnost	CGF - H - R / 623 / 0, C 623 D22	650	1	30	TROX VDW - H, velikost 625 x 24	750	1	28
	248	chodba	-	-	-	-	-	-	-	-
	249	čaj. Kuchyňka	CGF - H - R / 318 / 0, C 318 D22	50	1	-	BDOP 200– plastový anemostat univerzální	150	1	22
	250	stanoviště sester	CGF - H - R / 470 / 0, C 470 D22	450	2	32	TROX VDW - H, velikost 400 x 16	550	1	35
	257	očista pacientů	CGF - H - R / 470 / 0, C 470 D22	500	1	33	VEF 200 plastový talířový odvod	300	2	35
	259	úklid	CGF - H - R / 318 / 0, C 318 D22	150	1	36	BDOP 200– plastový anemostat univerzální	250	1	20
	260	předsíňka	CGF - H - R / 318 / 0, C 318 D22	50	1	-	VEF 80 plastový talířový odvod	50	1	30
	261	WC - zaměstnanci	-	-	-	-	VEF 125plastový talířový odvod	100	1	25
	262	sklad	-	-	-	-	VEF 125plastový talířový odvod	100	1	25
	264	filtr	CGF - H - R / 623 / 0, C 623 D22	650	1	30	VEF 200 plastový talířový odvod	150	4	22



## 5 DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ A TLAKOVÁ ZTRÁTA

### 5.1 JEDNOČAROVÉ ŘEŠENÍ ROZVODŮ VZT PRO ZAŘÍZENÍ Č. 1 – ZÁZEMÍ ZAMĚŠTNANCŮ





## 5.2 DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ A TLAKOVÉ ZTRÁTY PRO ZAŘÍZENÍ Č. 1 – PŘÍVOD

ZAŘÍZENÍ Č. 1 (ZÁZEMÍ ZAMĚSTNANCŮ) - PŘÍVOD															TLAKOVÁ ZTRÁTA				
Z VÝKRESU			HODNOTY PŘEDBĚŽNÉ				HODNOTY SKUTEČNÉ - VYPOČTENÉ								STATICKÝ TLAK				DYNAMICKÝ TLAK
Č.Ú.	V		L	w' (R'1)	S' (d'r)	d'	A (Š) x B (V)	S	d	w	R	Pd (Z)	ξ	element 1	element 2		R1 * L	ξ * Pd (Z)	
	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /s	m	m/s	m <sup>2</sup>	mm	m	m <sup>2</sup>	mm	m/s	Pa/m	Pa	-	-	Pa	-	Pa	Pa	Pa
1	250,00	0,07	1,00	2,00	0,03	0,210	0,160	0,200	0,03	0,178	2,3	0,52	3,17	1,17	koncový element	33 flexi 7 pa/m	15,0	0,52	3,71
2	430,00	0,12	3,00	2,00	0,06	0,276	0,225	0,200	0,05	0,212	2,4	0,45	3,46	0,9				1,35	3,11
3	630,00	0,18	3,00	2,95	0,06	0,275	0,315	0,200	0,06	0,245	2,9	0,45	5,05	0,9				1,35	4,54
4	830,00	0,23	1,50	2,95	0,08	0,316	0,400	0,200	0,08	0,267	3,2	0,4	6,14	0,9				0,60	5,53
5	1030,00	0,29	4,80	3,65	0,08	0,316	0,400	0,200	0,08	0,267	3,5	0,45	7,35	0,3				2,16	2,21
6	1230,00	0,34	3,00	3,65	0,09	0,345	0,400	0,250	0,10	0,000	3,6	0,67	7,78	0,6				2,01	4,67
7	1480,00	0,41	3,30	3,70	0,11	0,376	0,400	0,355	0,14	0,376	3,7	0,29	8,21	1,5				0,96	12,32
8	1980,00	0,55	1,80	3,80	0,14	0,429	0,400	0,400	0,16	0,400	3,7	0,31	8,21	0,9				0,56	7,39
9	2160,00	0,60	3,80	3,80	0,16	0,448	0,400	0,400	0,16	0,400	3,9	0,35	9,13	0,3				1,33	2,74
10	2340,00	0,65	0,60	3,80	0,17	0,467	0,400	0,400	0,16	0,400	4	0,38	9,60	0,3				0,23	2,88
9v	180,00	0,05	0,30	2,00	0,03	0,178	0,160	0,160	0,03	0,160	2								
10v	480,00	0,13	1,80	3,00	0,04	0,238	0,200	0,200	0,04	0,200	3,3								
11	2820,00	0,78	5,80	4,65	0,17	0,463	0,500	0,400	0,20	0,444	4,1	0,31	10,09	0,9				1,80	9,08
11_1	600,00	0,17	1,70	2,00	0,08	0,326	0,250	0,250	0,06	0,250	2,8	0,45	5,05	0,9				0,77	4,55
12	3420,00	0,95	0,30	4,65	0,20	0,510	0,560	0,400	0,22	0,467	4,3	0,38	11,09	1,4				0,11	15,53
13	3470,00	0,96	0,30	4,75	0,20	0,508	0,560	0,400	0,22	0,467	4,5	0,39	12,15	0,3				0,12	3,65
14	3720,00	1,03	1,40	4,75	0,22	0,526	0,630	0,400	0,25	0,489	4,9	0,31	14,41	0,9				0,43	12,97
15	3900,00	1,08	25,00	5,00	0,22	0,525	0,630	0,400	0,25	0,489	5	0,4	15,00	1,8				10,00	27,00
16	3900,00	1,08	3,00	5,00	0,22	0,525	0,630	0,400	0,25	0,489	5,1	0,4	15,61	1,8				1,20	28,09
							1,200	0,400	0,48	0,600	2,6				regulační klapka 2x	60			
															tlumič hluku	60			
															požární klapka 2x	80			
															žaluzie	60			
															Σι =	293	15	25,491	150,0
															<b>CELKOVÁ TLAKOVÁ ZTRÁTA PŘÍVODU:</b>			<b>478,10 Pa</b>	

Poznámka:

Vedlejší větev

Sání na přívodním potrubí na úseku z vnějšího prostředí po vstup do VZT jednotky

ZAŘÍZENÍ Č. 1 (ZÁZEMÍ ZAMĚSTNANCŮ) - ODVOD															TLAKOVÁ ZTRÁTA				
Z VÝKRESU			HODNOTY PŘEDBĚŽNÉ				HODNOTY SKUTEČNÉ - VYPOČTENÉ								STATICKÝ TLAK				DYNAMICKÝ TLAK
Č.Ú.	V		L	w' (R'1)	S' (d'r)	d'	A (Š) x B (V)	S	d	w	R	Pd (Z)	ξ	element 1	element 2		R1 * L	ξ * Pd (Z)	
	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /s	m	m/s	m <sup>2</sup>	mm	m	m <sup>2</sup>	mm	m/s	Pa/m	Pa	-	-	Pa	Pa	Pa	Pa	
1	200,00	0,06	3,50	2,00	0,03	0,188	0,200 0,16	0,03	0,178	2,25	0,585	3,04	0,78	koncový element	20	flexi 7 pa/m	7,3	2,05	2,37
2	250,00	0,07	0,60	2,50	0,03	0,188	0,200 0,16	0,03	0,178	2,6	0,55	4,06	0,3					0,33	1,22
3	450,00	0,13	0,50	2,50	0,05	0,252	0,200 0,315	0,06	0,245	2,6	0,38	4,06	0,3					0,19	1,22
4	500,00	0,14	0,70	2,70	0,05	0,256	0,200 0,315	0,06	0,245	2,7	0,4	4,37	0,9					0,28	3,94
5	680,00	0,19	1,60	2,70	0,07	0,299	0,280 0,315	0,09	0,296	2,7	0,31	4,37	0,3					0,50	1,31
6	860,00	0,24	0,60	3,40	0,07	0,299	0,280 0,315	0,09	0,296	3,1	0,45	5,77	0,3					0,27	1,73
7	1285,00	0,36	0,60	3,40	0,10	0,366	0,400 0,315	0,13	0,352	3,6	0,42	7,78	0,3					0,25	2,33
8	1435,00	0,40	3,50	3,80	0,10	0,366	0,400 0,315	0,13	0,352	3,9	0,58	9,13	0,3					2,03	2,74
9	1585,00	0,44	0,50	4,00	0,11	0,374	0,400 0,350	0,14	0,373	4	0,58	9,60	0,3					0,29	2,88
9v	1255,00	0,35	0,50	4,00	0,09	0,33	0,400 0,280	0,11	0,33	4,00									
8v	1105,00	0,31	1,80	3,80	0,08	0,32	0,400 0,250	0,10	0,31	3,80									
7v	955,00	0,27	3,00	3,80	0,07	0,30	0,400 0,250	0,10	0,31	3,60									
6v	805,00	0,22	1,30	3,30	0,07	0,29	0,400 0,250	0,10	0,31	3,30									
5v	755,00	0,21	1,30	3,30	0,06	0,28	0,315 0,250	0,08	0,28	3,30									
4v	575,00	0,16	0,50	2,60	0,06	0,28	0,315 0,250	0,08	0,28	2,60									
3v	150,00	0,04	0,30	2,00	0,02	0,16	0,315 0,250	0,08	0,28	1,80									
10	2840,00	0,79	3,20	4,90	0,16	0,453	0,630 0,350	0,22	0,450	4,9	0,5	14,41	1,8					1,60	25,93
10vv	960,00	0,27	3,80	4,50	0,06	0,275	0,280 0,280	0,078	0,280	4,300									
9vv	885,00	0,25	2,50	4,40	0,06	0,267	0,250 0,280	0,070	0,264	4,100									
8vv	810,00	0,23	1,90	4,00	0,06	0,268	0,250 0,280	0,070	0,264	3,900									
7vv	760,00	0,21	1,00	3,80	0,06	0,266	0,250 0,280	0,070	0,264	3,900									
6vv	580,00	0,16	0,30	3,80	0,04	0,232	0,250 0,225	0,056	0,237	3,900									
5vv	380,00	0,11	0,50	3,80	0,03	0,188	0,160 0,225	0,036	0,187	3,800									
4vv	200,00	0,06	1,30	3,80	0,01	0,136	0,160 0,160	0,026	0,160	2,750									
3vv	150,00	0,04	0,50	3,00	0,01	0,133	0,160 0,125	0,020	0,140	2,500									
2vv	100,00	0,03	0,50	2,00	0,01	0,133	0,125 0,125	0,016	0,125	2,250									
5vvv	200,00	0,06	3,00	3,80	0,01	0,136	0,125 0,160	0,020	0,140	3,800									
4vvv	100,00	0,03	0,50	2,00	0,01	0,133	0,125 0,160	0,020	0,140	2,250									
11	3800,00	1,06	29,00	4,60	0,23	0,541	0,630 0,500	0,32	0,558	5	0,4	15,00	2,4					11,60	36,00
							1,200 0,500	0,60	0,706	2,6				regulační klapka 2x	60				
														tlumič hluku	50				
														požární klapka 2x	80				
														žaluzie	40				
														Σt =	250		7,3	19,3855	81,7
														<b>CELKOVÁ TLAKOVÁ ZTRÁTA PŘÍVODU:</b>				<b>358,35 Pa</b>	

Poznámka:

Vedlejší větve

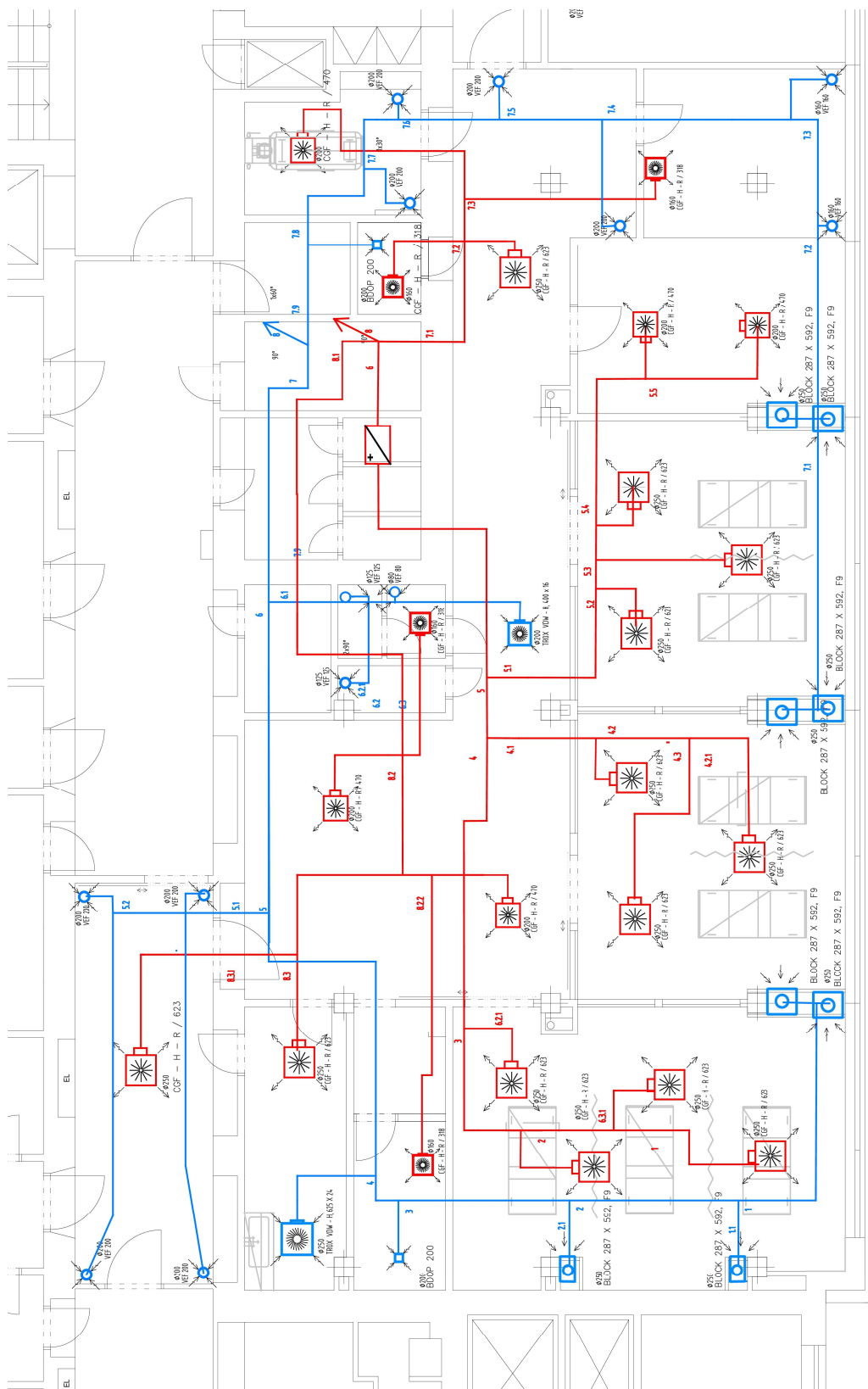
## 5.3 DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ A TLAKOVÉ ZTRÁTY PRO ZAŘÍZENÍ Č. 1 – ODVOD



FAKULTA Ústav  
STAVEBNÍ technických  
zařízení budov

Vzduchotechnika jednotky intenzivní péče  
Dominik Cakl

## 5.4 JEDNOČAROVÉ ŘEŠENÍ ROZVODŮ VZT PRO ZAŘÍZENÍ Č. 1 – JIP





## 5.5 DIMENZOVANÍ POTRUBÍ A TLAKOVÉ ZTRÁTY PRO ZAŘÍZENÍ Č. 2 – PŘÍVOD

ZAŘÍZENÍ Č. 2 (JIP) - PŘÍVOD														TLAKOVÁ ZTRÁTA																					
Z VYKRESU				HODNOTY PŘEDBĚŽNÉ			HODNOTY SKUTEČNÉ - VYPOČTENÉ							STATICKÝ TLAK				DYNAMICKÝ TLAK																	
Č.Ú.	V		L	w' (R'1)	S' (d'r)	d'	A (V) x	B (Š)	S	d	w	R	Pd (Z)	ξ	element 1	element 2		R1 * L		ξ * Pd (Z)															
	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /s	m	m/s	m <sup>2</sup>	mm	m	m <sup>2</sup>	mm	m/s	Pa/m	Pa	-	-	Pa	-	Pa	Pa	Pa	Pa															
1	600,00	0,17	3,00	2,10	0,08	0,318	0,315	0,315	0,10	0,315	2,1	0,20	2,65	0,90	koncový element	151	flexi 7 pa/m	7,0	0,60	2,38															
2	1200,00	0,33	0,60	3,00	0,11	0,376	0,315	0,450	0,14	0,371	3	0,30	5,40	0,30					0,18	1,62															
3	1800,00	0,50	1,30	3,50	0,14	0,427	0,400	0,450	0,18	0,424	3,5	0,30	7,35	0,30					0,39	2,21															
4	2400,00	0,67	9,50	3,60	0,19	0,486	0,400	0,630	0,25	0,489	3,6	0,28	7,78	0,90					2,66	7,00															
4.1	1700,00	0,47	1,40	3,70	0,13	0,403	0,400	0,400	0,16	0,400	3,7																								
4.2	1134,00	0,32	0,80	3,20	0,10	0,354	0,315	0,400	0,13	0,352	3,2																								
4.2.1	567,00	0,16	4,00	2,30	0,07	0,295	0,315	0,315	0,10	0,315	2,3																								
4.3	567,00	0,16	3,20	2,10	0,08	0,309	0,315	0,315	0,10	0,315	2,1																								
5	4100,00	1,14	1,20	4,40	0,26	0,574	0,400	1,000	0,40	0,571	4,4	0,67	11,62	0,60					0,80	6,97															
5.1	2700,00	0,75	1,20	3,80	0,20	0,501	0,400	0,630	0,25	0,489	3,9																								
5.2	2134,00	0,59	2,50	3,30	0,18	0,478	0,355	0,630	0,22	0,454	3,6																								
5.3	1567,00	0,44	0,70	2,40	0,18	0,481	0,355	0,630	0,22	0,454	2,7																								
5.4	1000,00	0,28	4,20	2,30	0,12	0,392	0,355	0,450	0,16	0,397	2,3																								
5.5	500,00	0,14	2,50	2,00	0,07	0,297	0,355	0,250	0,09	0,293	2																								
6	6800,00	1,89	8,50	4,70	0,40	0,72	0,56	1,00	0,56	0,72	4,70	0,28	13,25	1,50	el. ohřivač	30			2,38	19,88															
7.1	1850,00	0,51	0,50	3,80	0,14	0,415	0,315	0,630	0,198	0,420	3,8																								
7.2	800,00	0,22	2,30	2,50	0,09	0,337	0,315	0,355	0,112	0,334	2,5																								
7.3	300,00	0,08	4,40	2,10	0,04	0,225	0,200	0,250	0,050	0,222	2,1																								
8.1	2250,00	0,63	10,30	3,30	0,19	0,491	0,400	0,630	0,252	0,489	3,3																								
8.2	1300,00	0,36	0,80	2,60	0,14	0,421	0,630	0,315	0,198	0,420	2,6																								
8.2.2	500,00	0,14	14,00	2,20	0,06	0,284	0,280	0,280	0,078	0,280	2,2																								
8	10900,00	3,03	32,00	4,90	0,62	0,887	0,800	1,000	0,80	0,889	5,9	0,2	20,89	5,1					6,40	106,52															
9	10950,00	3,04	15,00	4,90	0,62	0,889	0,800	1,000	0,80	0,889	1,5	0,2	1,35	2,7					3,00	3,65															
Poznámka:															regulační klapka 2x	60																			
rychlost v el. ohřivači 5,8 m/s															tlumič hluku	100																			
															požární klapka 2x	80																			
															žaluzie	60																			
Vedlejší větev																																			
Sání na přívodním potrubí na úseku z vnějšího prostředí po vstup do VZT jednotky															Σl =	481																7	16,414	150,2	
															<b>CELKOVÁ TLAKOVÁ ZTRÁTA PŘÍVODU:</b>		<b>654,63 Pa</b>																		



### 5.6 DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ A TLAKOVÉ ZTRÁTY PRO ZAŘÍZENÍ Č. 2 – ODVOD

ZAŘÍZENÍ Č. 2 (JIP) - ODVOD														TLAKOVÁ ZTRÁTA								
Z VYKRESU				HODNOTY PŘEDBĚŽNÉ			HODNOTY SKUTEČNÉ - VYPOČTENÉ							STATICKÝ TLAK				DYNAMICKÝ TLAK				
Č.Ú.	V		L	w' (R'1)	S' (d'r)	d'	A (V)	x	B(Š)	S	d	w	R	Pd (Z)	ξ	element 1	element 2		R1 * L	ξ * Pd (Z)		
	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /s	m	m/s	m <sup>2</sup>	mm	m		m <sup>2</sup>	mm	m/s	Pa/m	Pa	-	-	Pa	-	Pa	Pa	Pa		
1	1730,00	0,48	8,50	2,20	0,22	0,528	0,355	1,000	0,36	0,524	2,2	0,12	2,90	3,44		koncový element	115	flexi 7 pa/m	3,0	1,02	9,99	
1.1	833,00	0,23	4,80	2,30	0,10	0,358	0,355	0,355	0,13	0,355	2,3											
2	2563,00	0,71	3,50	2,30	0,31	0,628	0,450	1,000	0,45	0,621	2,3	0,12		0,6						0,42	0,00	
2.1	833,00	0,23	4,80	2,30	0,10	0,358	0,355	0,355	0,13	0,355	2,3											
3	3396,00	0,94	3,50	3,10	0,30	0,623	0,450	1,000	0,45	0,621	3,1	0,16	5,77	0,6						0,56	3,46	
4	3546,00	0,99	2,10	3,20	0,31	0,626	0,450	1,000	0,45	0,621	3,2	0,18	6,14	0,6						0,38	3,69	
5	4296,00	1,19	5,00	3,40	0,35	0,669	0,500	1,000	0,50	0,667	3,4	0,18	6,94	1,2						0,90	8,32	
5.1	600,00	0,17	1,20	2,60	0,06	0,286	0,500	0,200	0,10	0,286	2,6											
5.2	300,00	0,08	2,00	2,20	0,04	0,220	0,400	0,200	0,08	0,267	2,2											
6	4896,00	1,36	6,20	3,90	0,35	0,667	0,500	1,000	0,50	0,667	3,9	0,21	9,13	1,2						1,30	10,95	
6.1	800,00	0,22	2,00	3,50	0,06	0,284	0,200	0,500	0,10	0,286	3,5											
6.2	600,00	0,17	0,50	2,60	0,06	0,286	0,200	0,500	0,10	0,286	2,6											
6.3	550,00	0,15	1,70	2,40	0,06	0,285	0,200	0,500	0,10	0,286	2,4											
7	5696,00	1,58	7,50	4,60	0,34	0,662	0,500	1,000	0,50	0,667	4,6	0,26	12,70	2						1,95	25,39	
7.1	1800,00	0,50	8,90	2,30	0,22	0,526	0,355	1,000	0,36	0,524	2,3											
7.2	3800,00	1,06	4,00	3,60	0,29	0,611	0,450	1,000	0,45	0,621	3,6											
7.3	3975,00	1,10	3,00	3,70	0,30	0,617	0,450	1,000	0,45	0,621	3,7											
7.4	4150,00	1,15	3,50	3,80	0,30	0,622	0,450	1,000	0,45	0,621	3,8											
7.5	4325,00	1,20	0,40	4,00	0,30	0,619	0,450	1,000	0,45	0,621	4											
7.6	4500,00	1,25	4,00	4,10	0,30	0,623	0,450	1,000	0,45	0,621	4,1											
7.7	4800,00	1,33	2,00	4,40	0,30	0,621	0,450	1,000	0,45	0,621	4,4											
7.8	5100,00	1,42	3,00	4,70	0,30	0,620	0,450	1,000	0,45	0,621	4,7											
7.9	5350,00	1,49	7,00	4,90	0,30	0,622	0,450	1,000	0,45	0,621	4,9											
8	11050,00	3,07	31,00	5,00	0,61	0,884	0,800	1,000	0,80	0,889	5	0,26	15,00	4,5						8,06	67,50	
9	11050,00	3,07	1,00	5,00	0,61	0,884	0,800	1,000	0,80	0,889	5	0,26	15,00	0,6						0,26	9,00	
																regulační klapka 2x	60					
																tlumič hluku	70					
																požární klapka 2x	80					
																žaluzie	40					
																Σl =	365		3,0		14,85	138,3
																<b>CELKOVÁ TLAKOVÁ ZTRÁTA PŘÍVODU:</b>					<b>521,15 Pa</b>	

Poznámka:

Vedlejší větev

## 6 ÚPRAVY VZDUCHU, NÁVRH VZT JEDNOTEK (HX DIAGRAMY)

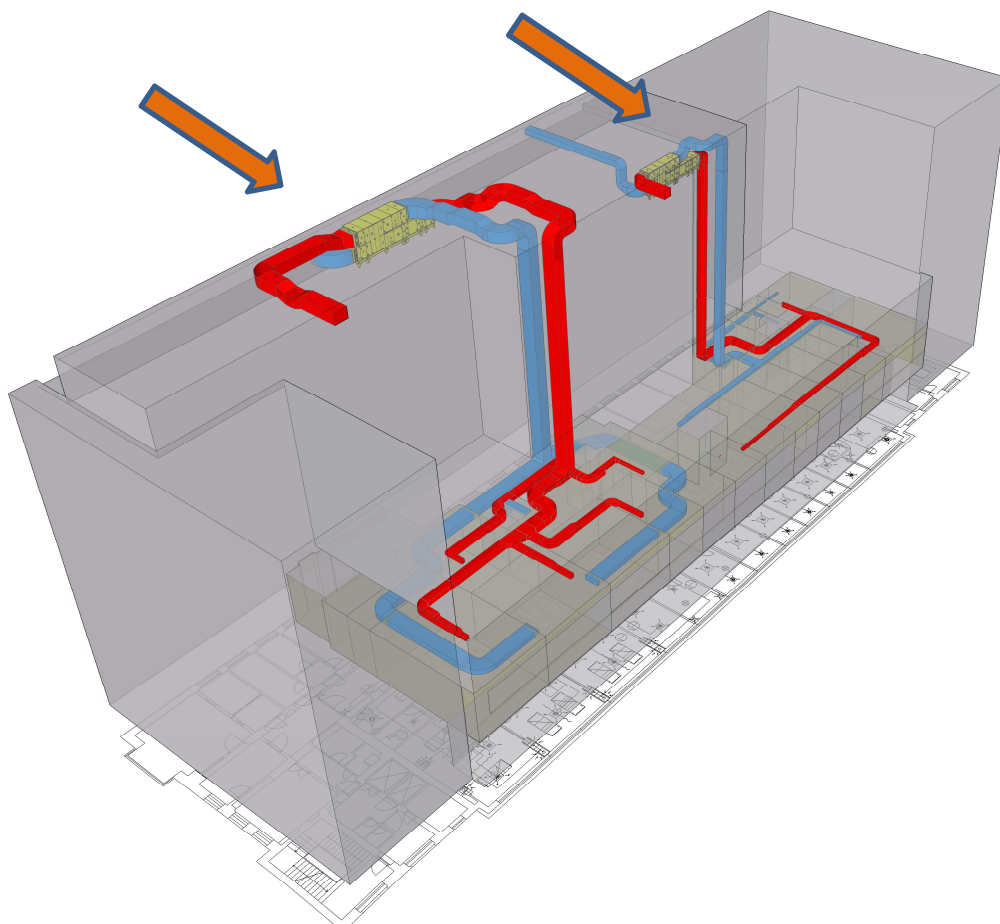
### Zařízení č. 1 – zázemí zaměstnanců

- Vzduchotechnická jednotka je navržena tak, aby zajistila neřízené odvlhčování místností zázemí zaměstnanců. Z důvodů vyšších hygienických nároků pro čisté prostory obsahuje jednotka na přívodu třídu filtrace tř. F9.
- Zpětné získávání tepla je řešeno deskovým protiproudým rekuperátorem s účinností ZZT 77%.

### Zařízení č. 1 – JIP infekčního ODD

- Vzduchotechnická jednotka je navržena tak, aby zajistila řízené vlhčení místností jednotky intenzivní péče infekčního oddělení. Z důvodu vysokých hygienických nároků je na přívodu filtrace tř. F9. Na odvodním potrubí bude umístěn HEPA filtr, který zabrání kontaminaci vnějšího prostředí bakteriemi a viry, které budou odsávány z vnitřního prostředí. HEPA filtr není součástí technické specifikace zařízení, avšak navržený radiální ventilátor uvažuje tlakovou rezervu.
- Zpětné získávání tepla je řešeno deskovým protiproudým rekuperátorem s účinností ZZT 79%.
- Vzduch pro místnosti s lůžky pacientů jsou dohřívány pomocí el. ohřívače vzduchu.

Obě vzduchotechnické jednotky budou umístěné ve strojovně nemocnice v Brně.



## 6.1 ZAŘÍZENÍ VZT Č.1 – TECHNICKÁ SPECIFIKACE

# REMAK

### Název projektu

## BC-VZT

### Technická specifikace zařízení

---

Číslo zařízení	Název zařízení	Určení jednotky	Strana
01	Zařízení VZT Č. 1 pro zázemí zaměstnanců	Standardní prostředí	2

**ID nabídky**  
**Vypracoval**  
Projekt vytvořen:  
Tisk:

**VUT v Brně Počítačová učebna - VUT v Brně**  
03.12.2017,12:51  
20.03.2018,23:34

ID nabídky  
Projekt [BC] BC-VZT  
Číslo / Název zařízení 01 / Zařízení VZT Č. 1 pro zázemí zaměstnanců  
Určení jednotky Standardní prostředí

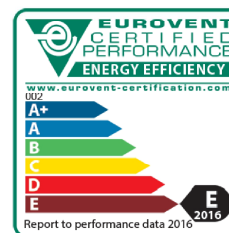


### STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

#### Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	AeroMaster XP 06	
Typ řídicího systému	Není	
Hmotnost (+/-10%)	1 191 kg	
Umístění jednotky	Vnitřní	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	
	Přívod	Odvod
Přítok vzduchu	3900 m <sup>3</sup> /h	3800 m <sup>3</sup> /h
Externí tlaková rezerva	478 Pa	358 Pa
Rychlost v průřezu	2.39 m/s	2.32 m/s
Příkon ventilátorů	3.11 kW	1.88 kW
1. stupeň filtrace	M5	M5
2. stupeň filtrace	F9	-
SFP <sub>i</sub>	2873 W.m <sup>-3</sup> .s	1779 W.m <sup>-3</sup> .s

#### Model box AMXP3



#### Parametry pláště dle EN1886

Celkový příkon jednotky	23.74 kW	Mechanická stabilita	D2(M)
Napájecí napětí		Netěsnost skříně	L2(M)
Celkový proud I <sub>max</sub>		Termická izolace	T3(M)
		Faktor tepelných mostů	TB3(M)
SFP <sub>AHU</sub>	4606 W.m <sup>-3</sup> .s	Netěsnost mezi filtrem a rámem	< 0,5 % (F9)

#### Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

	Na straně vzduchu		Na straně média
Zpětný zisk tepla	-12.0 → 13.6 °C	77 %	
Ohřev	13.6 → 25.1 °C	15.2 kW	70/33 °C, Voda, 0.9 kPa, 0.35 m <sup>3</sup> /h
Chlazení	32.0 → 20.7 °C	18.7 kW	6 °C, Freon R407C (Mix), 9.0 kPa, 436 kg/h
Vlhčení	25.1 → 25.1 °C	7 → 32 %	25.0 kg/h, 18.8 kW

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

#### Hlukové parametry zařízení

Oktávové pásmo	LwA <sub>okt</sub> * [dB]								LwA** [dB(A)]
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	55	62	66	71	65	61	55	48	74
Přívod - výtlač	57	70	76	80	82	76	68	61	86
Přívod - okolí	52	58	62	61	62	60	56	45	68
Odvod - sání	55	65	73	80	77	72	67	61	83
Odvod - výtlač	54	63	69	74	74	72	63	56	79
Odvod - okolí	50	53	59	58	59	57	51	41	65

\* Hladiny akustického výkonu v oktávových pásmech

\*\* Celková hladina akustického výkonu

ID nabídky  
Projekt  
Číslo / Název zařízení  
Určení jednotky

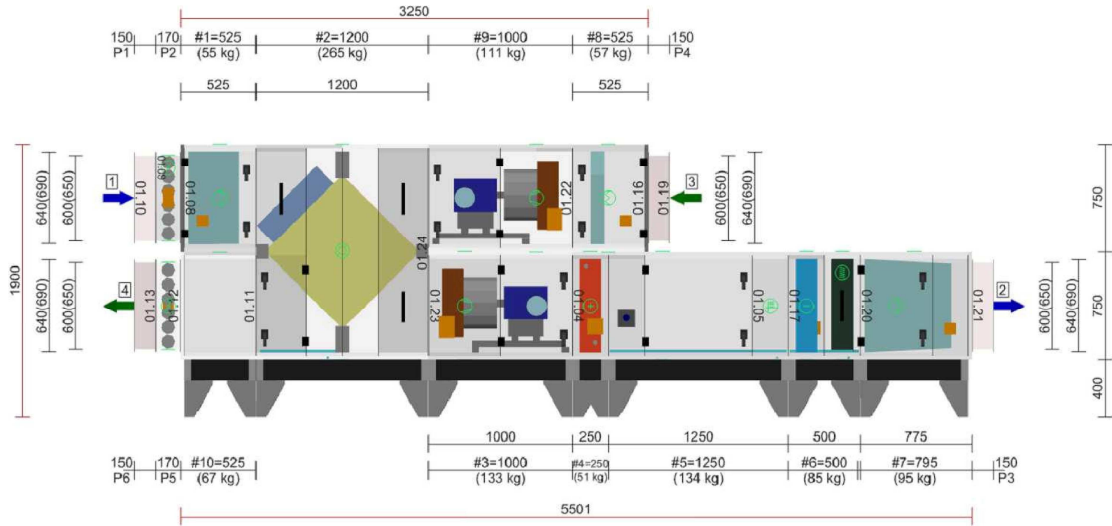
[BC] BC-VZT  
01 / Zařízení VZT Č. 1 pro zázemí zaměstnanců  
Standardní prostředí



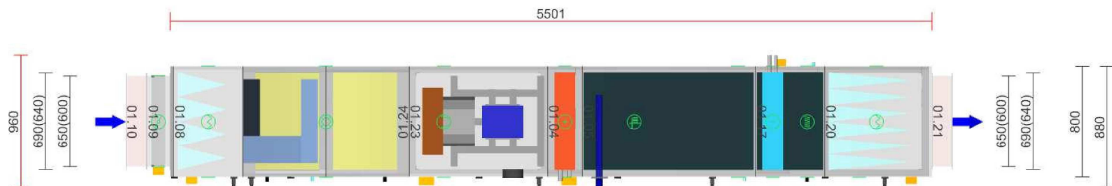
**GRAFICKÉ POHLEDY**

**Bokorys servisní strany**

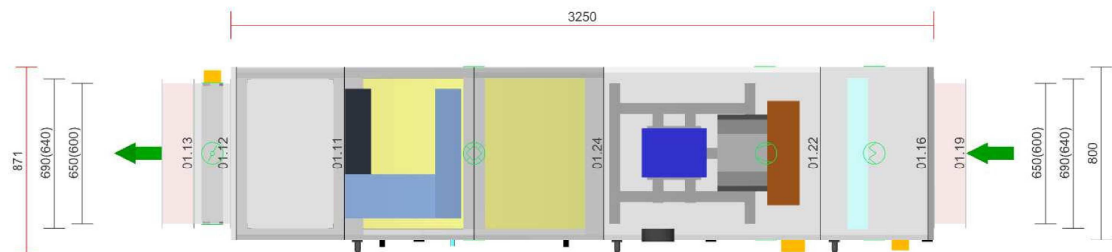
Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přívodní vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch



**Půdorys přívodní větve**



**Půdorys odtahové větve**

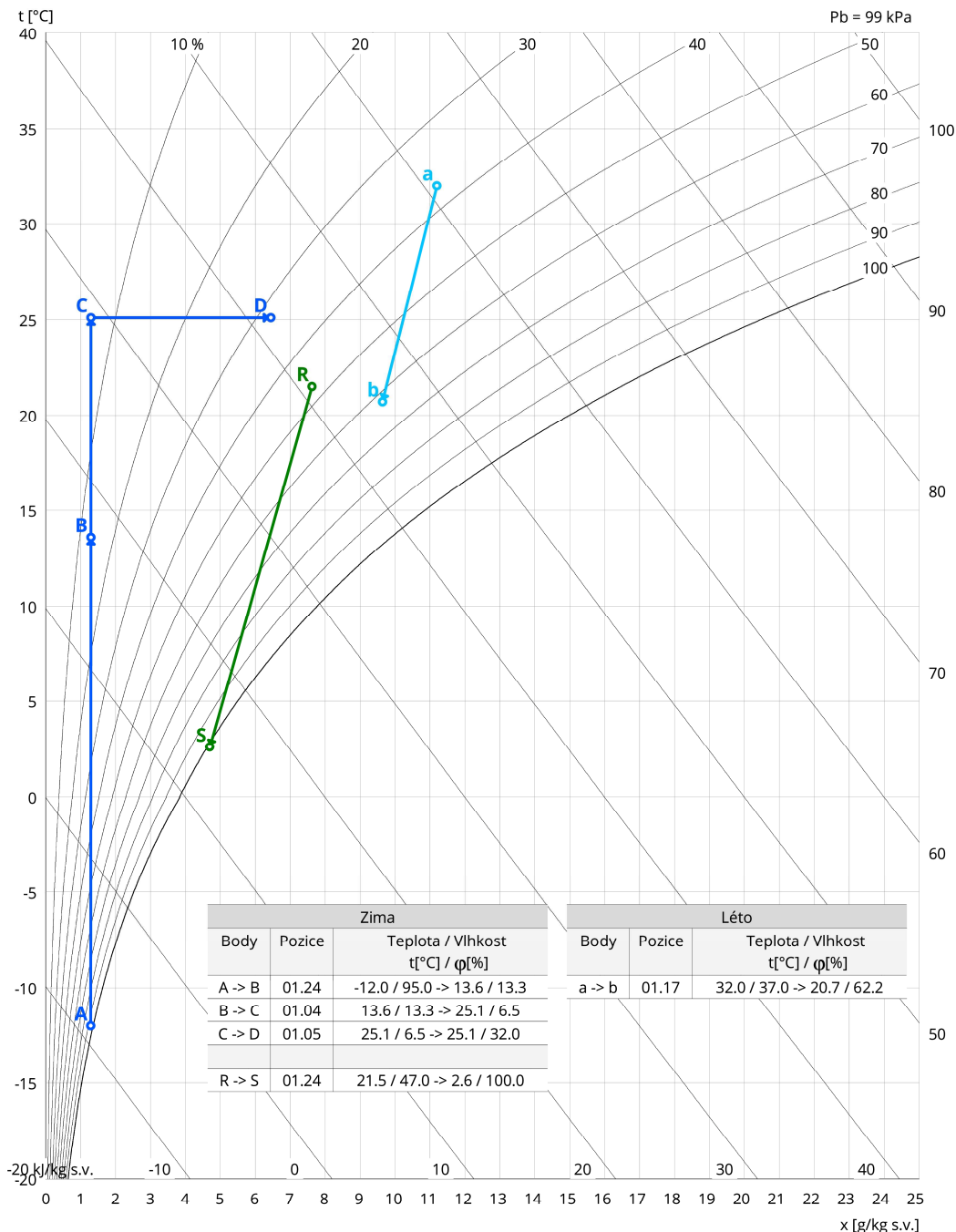


ID nabídky  
Projekt  
Číslo / Název zařízení  
Určení jednotky

[BC] BC-VZT  
01 / Zařízení VZT Č. 1 pro zázemí zaměstnanců  
Standardní prostředí



**Psychrometrický diagram**



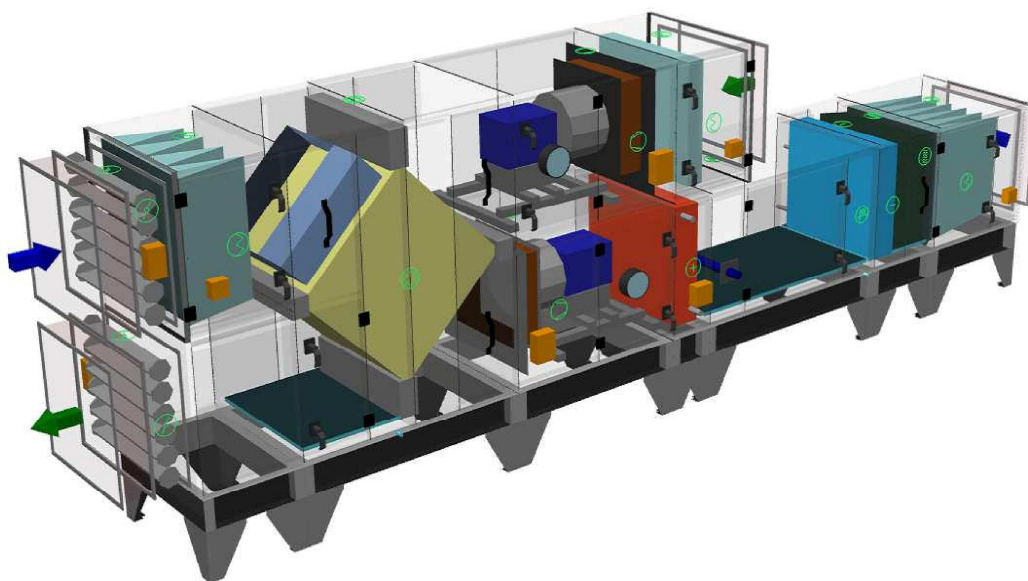
ID nabídky  
Projekt  
Číslo / Název zařízení  
Určení jednotky

[BC] BC-VZT  
01 / Zařízení VZT Č. 1 pro zázemí zaměstnanců  
Standardní prostředí

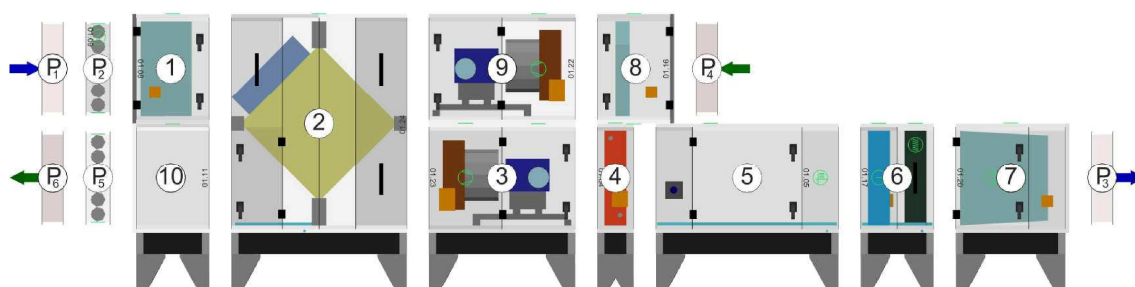


**ROZŠÍŘENÝ VÝKRESOVÝ VÝSTUP**

**Axonometrický pohled na zařízení**



**Transportní bloky**



## 6.2 ZAŘÍZENÍ VZT Č.2 – TECHNICKÁ SPECIFIKACE

# REMAK

### Název projektu

## BC-VZT

### Technická specifikace zařízení

Číslo zařízení	Název zařízení	Určení jednotky	Strana
01	Zařízení VZT Č. 2 pro JIP	Standardní prostředí	2

**ID nabídky**  
**Vypracoval**  
Projekt vytvořen:  
Tisk:

**VUT v Brně Počítačová učebna - VUT v Brně**  
03.12.2017,12:51  
20.03.2018,23:23

ID nabídky  
Projekt [BC] BC-VZT  
Číslo / Název zařízení 01 / Zařízení VZT Č. 2 pro JIP  
Určení jednotky Standardní prostředí

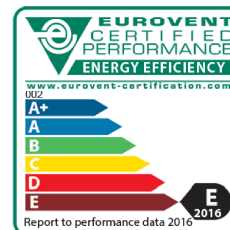


### STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

#### Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	AeroMaster XP 17	
Typ řídicího systému	Není	
Hmotnost (+/-10%)	2 522 kg	
Umístění jednotky	Vnitřní	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	
	Prívod	Odvod
Průtok vzduchu	10950 m <sup>3</sup> /h	11050 m <sup>3</sup> /h
Externí tlaková rezerva	655 Pa	521 Pa
Rychlost v průřezu	2.62 m/s	2.65 m/s
Příkon ventilátorů	9.55 kW	7.49 kW
1. stupeň filtrace	M5	M5
2. stupeň filtrace	F9	F9
SFP <sub>i</sub>	3141 W.m <sup>-3</sup> .s	2440 W.m <sup>-3</sup> .s

#### Model box AMXP3



Parametry pláště dle EN1886			
Celkový příkon jednotky	84.54 kW	Mechanická stabilita	D2(M)
Napájecí napětí		Netěsnost skříně	L2(M)
Celkový proud I <sub>max</sub>		Termická izolace	T3(M)
SFP <sub>AHU</sub>	5552 W.m <sup>-3</sup> .s	Faktor tepelných mostů	TB3(M)
		Netěsnost mezi filtrem a rámem	< 0,5 % (F9)

#### Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

	Na straně vzduchu		Na straně média	
Zpětný zisk tepla	-12.0 → 15.7 °C	79 %		
Ohřev1	15.7 → 20.5 °C	17.6 kW	70/42 °C, Voda, 0.2 kPa, 0.54 m <sup>3</sup> /h	
Ohřev2	16.1 → 23.1 °C	25.9 kW	70/40 °C, Voda, 0.7 kPa, 0.77 m <sup>3</sup> /h	
Chlazení	32.0 → 16.1 °C	79.0 kW	1 °C, Freon R410A (Mix), 30.2 kPa, 1921 kg/h	
Vlhčení	20.5 → 20.5 °C	9 → 44 %	90.0 kg/h, 67.5 kW	

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

#### Hlukové parametry zařízení

Oktávové pásmo	LwAokt* [dB]								LwA** [dB(A)]
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Prívod - sání	52	54	64	67	61	56	50	45	70
Prívod - výtlak	56	64	77	81	81	82	74	65	87
Prívod - okolí	51	51	63	61	62	66	63	50	70
Odvod - sání	53	61	75	79	78	75	71	69	84
Odvod - výtlak	50	56	65	66	65	64	55	46	71
Odvod - okolí	48	50	61	58	60	64	60	48	68

\* Hladiny akustického výkonu v oktávových pásmech

\*\* Celková hladina akustického výkonu

ID nabídky  
 Projekt  
 Číslo / Název zařízení  
 Určení jednotky

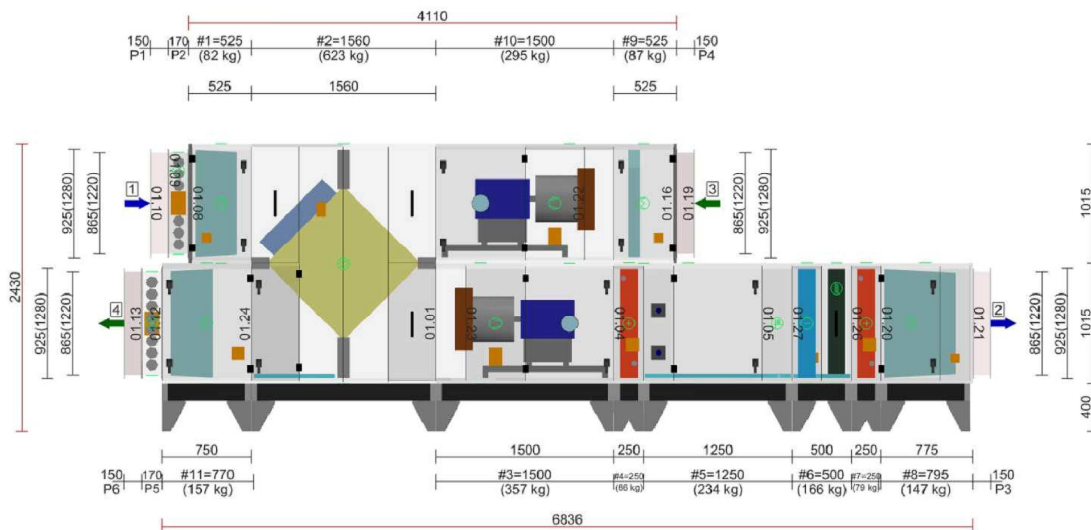
[BC] BC-VZT  
 01 / Zařízení VZT Č. 2 pro JIP  
 Standardní prostředí



**GRAFICKÉ POHLEDY**

**Bokorys servisní strany**

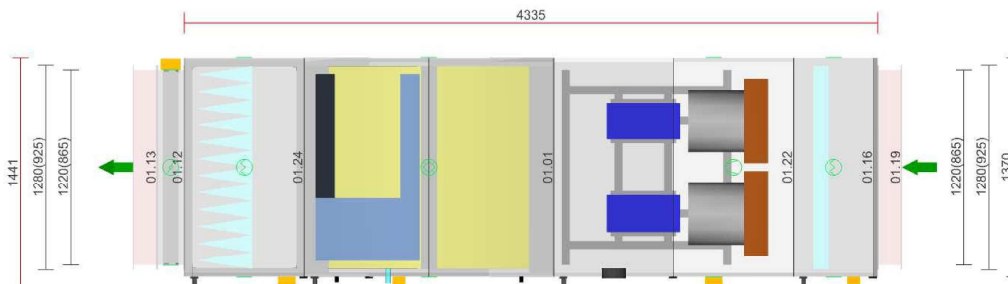
Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přívodní vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch



**Půdorys přívodní větve**



**Půdorys odtahové větve**



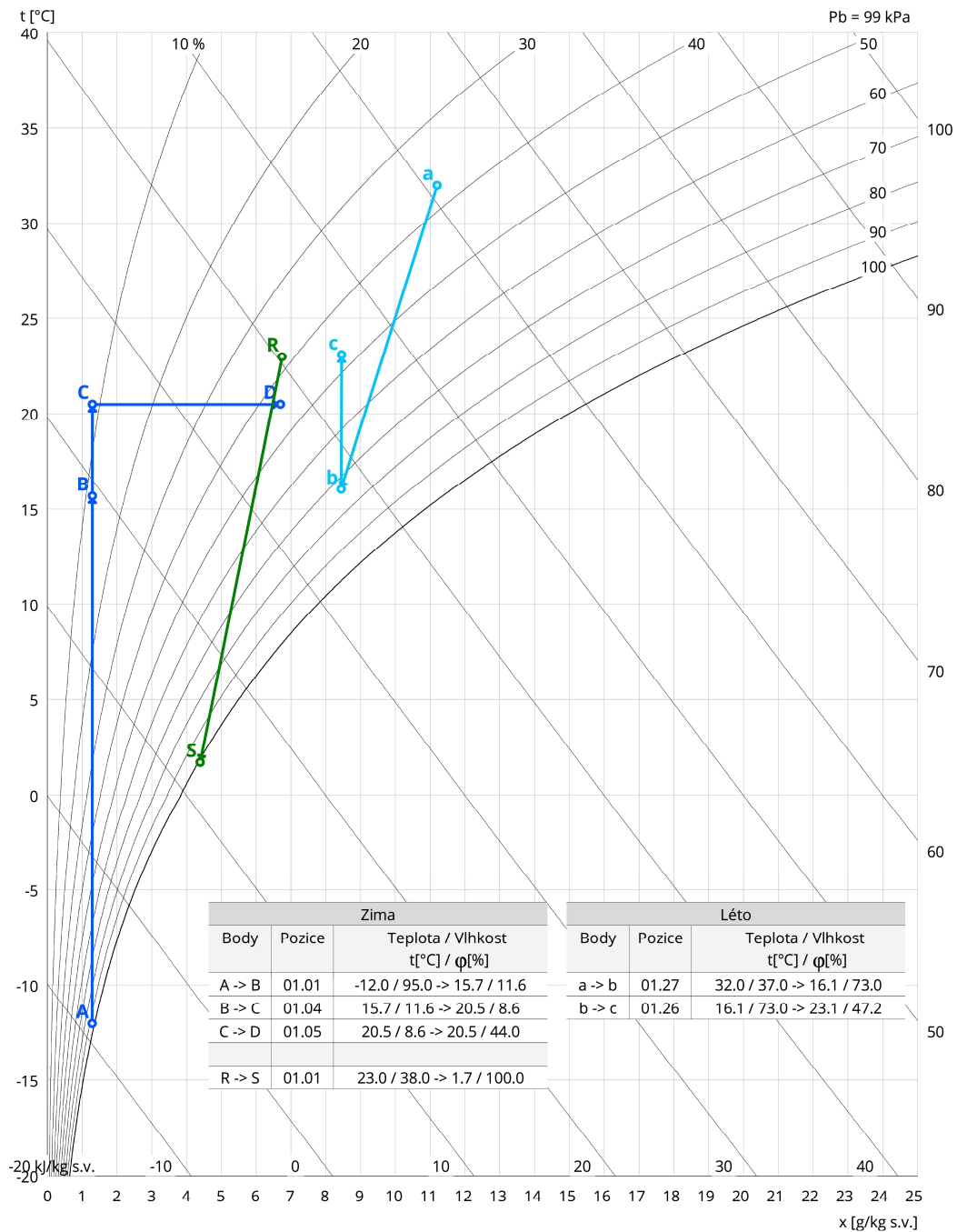


ID nabídky  
Projekt  
Číslo / Název zařízení  
Určení jednotky

[BC] BC-VZT  
01 / Zařízení VZT Č. 2 pro JIP  
Standardní prostředí



Psychrometrický diagram



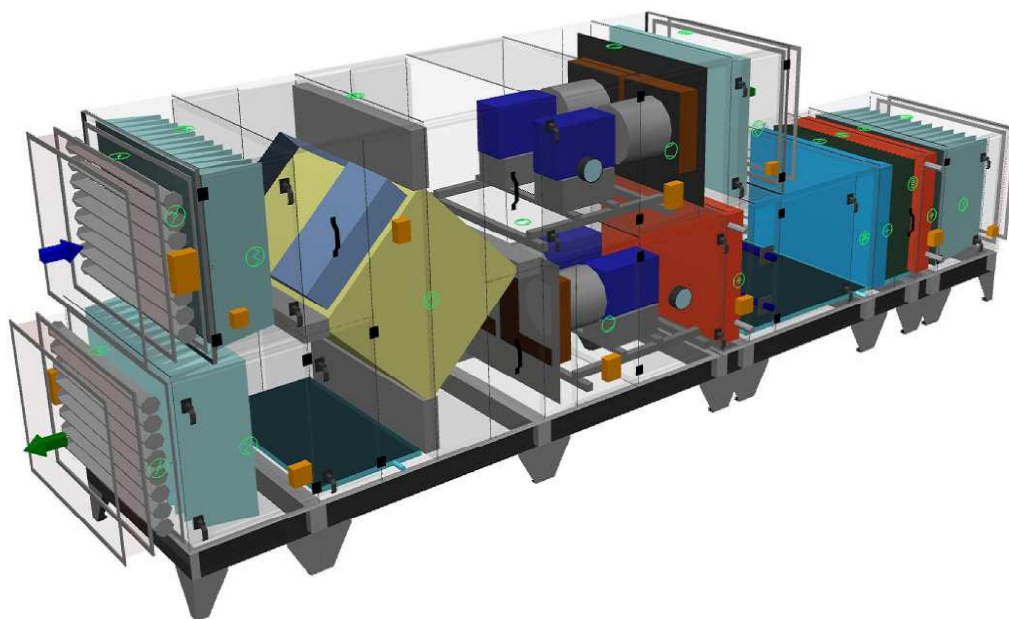
ID nabídky  
Projekt  
Číslo / Název zařízení  
Určení jednotky

[BC] BC-VZT  
01 / Zařízení VZT Č. 2 pro JIP  
Standardní prostředí

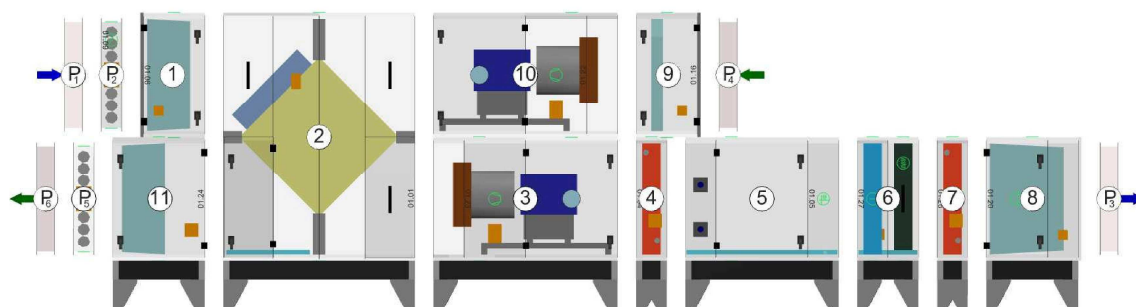


**ROZŠÍŘENÝ VÝKRESOVÝ VÝSTUP**

**Axonometrický pohled na zařízení**



**Transportní bloky**



### 6.3 LOKÁLNÍ DOHŘÍVAČE/CHLADIČE VZDUCHU

Informace o místnosti			Pokrytí TZ a Tep. Zátěže		Návrh vnitřní jednotky vytápěcí / chladicí jednotky						
Úsek	Číslo M	Účel	Další zdroj není potřeba		el. přímotop			jednotka v kazetovém rastru			
			Standard hygienické výměny vzduchu pokryje tepelné ztráty?	Standard hygienické výměny vzduchu pokryje tepelnou zátěží??	Navržená vnitřní jednotka	Výkon vnitřní parapetní jednotky [W]	Posouzení	Navržená vnitřní jednotka	Výkon vnitřní parapetní jednotky [W]	Posouzení	
1	205	chodba	ANO	ANO							
	206	šatna II.IK - 2	NEPRAVDA	NEPRAVDA					FXZQ - A	1700,0	Vyhovuje
	207	předsíňka	NEPRAVDA	ANO	ECOFLEX TAC 05	500	Vyhovuje				
	208	WC - zaměstnanci	ANO	ANO							
	209	sprcha zaměstnanci	ANO	ANO							
	210	šatna II.IK - 1	NEPRAVDA	NEPRAVDA					FXZQ - A	1700,0	Vyhovuje
	211	předsíňka	NEPRAVDA	ANO	ECOFLEX TAC 05	500	Vyhovuje				
	212	sprcha zaměstnanci	ANO	ANO							
	213	WC - zaměstnanci	ANO	ANO							
	214	pokoj lékařů	NEPRAVDA	NEPRAVDA					FXZQ - A	1700,0	Vyhovuje
	215	pokoj lékařů	NEPRAVDA	NEPRAVDA					FXZQ - A	1700,0	Vyhovuje
	216	pokoj lékařů	NEPRAVDA	NEPRAVDA					FXZQ - A	1700,0	Vyhovuje
	217	pokoj lékařů	NEPRAVDA	NEPRAVDA					FXZQ - A	1700,0	Vyhovuje
	218	šatna JIP urologie	NEPRAVDA	NEPRAVDA					FXZQ - A	1700,0	Vyhovuje
	219	sprcha zaměstnanci	NEPRAVDA	ANO	ECOFLEX TAC 05	500	Vyhovuje				
	220	WC - zaměstnanci	ANO	ANO							
	221	šatna ODD. 66 A 68	ANO	ANO							
	222	předsíňka	NEPRAVDA	ANO	ECOFLEX TAC 05	500	Vyhovuje				
	223	sprcha zaměstnanci	ANO	ANO							
	224	WC - zaměstnanci	ANO	ANO							
	225	úklid	ANO	ANO							
226	předsíňka WC	ANO	ANO								
227	WC - zaměstnanci	ANO	ANO								
228	šatna - LJ NCHK	NEPRAVDA	ANO	ECOFLEX TAC 05	500	Vyhovuje					
229	předsíňka	NEPRAVDA	ANO	ECOFLEX TAC 05	500	Vyhovuje					
230	sprcha zaměstnanci	ANO	ANO								
231	WC - zaměstnanci	ANO	ANO								
2	241	chodba	ANO	ANO							
	242	sklad	ANO	ANO							
	243	inspekční pokoj	NEPRAVDA	ANO							
	244	JIP-2L	NEPRAVDA	ANO	EOS 900 x 500	4500	Vyhovuje				
	245	JIP-2L	NEPRAVDA	ANO							
	246	JIP-3L	NEPRAVDA	ANO							
	247	čistící místnost	NEPRAVDA	ANO	ECOFLEX TAC 1	1000	Vyhovuje				
	248	chodba	ANO	ANO							
	249	čaj. Kuchyňka	ANO	ANO							
	250	stanoviště sester	ANO	ANO							
	257	očista pacientů	NEPRAVDA	ANO	ECOFLEX TAC 1	1000	Vyhovuje				
	259	úklid	ANO	ANO							
	260	předsíňka	ANO	ANO							
	261	WC - zaměstnanci	ANO	ANO							
	262	sklad	ANO	ANO							
264	filtr	NEPRAVDA	ANO	ECOFLEX TAC 05	500	Vyhovuje					

### 6.3.1 PŘÍMÉ CHLAZENÍ

Pro úsek zázemí zaměstnanců je navržen systém přímého chlazení VRV.

**Jedinečný design: plochá jednotka nevystupuje ze stropu**

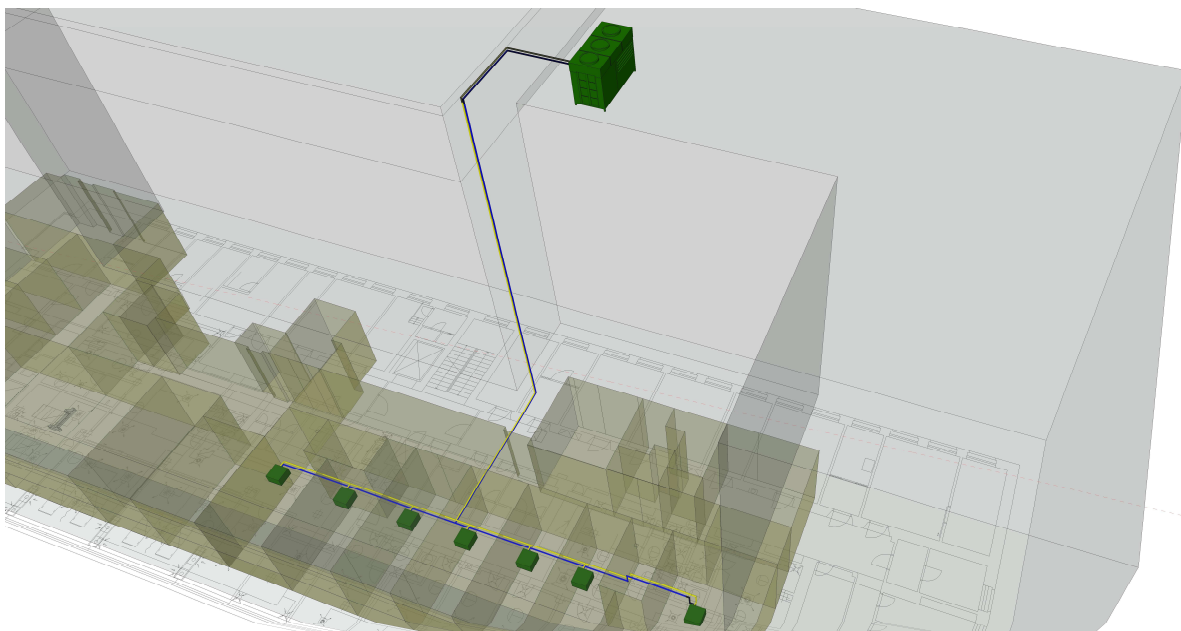
- › Dokonalá integrace do standardních stropních panelů
- › Kombinace nápaditého designu a technické dokonalosti
- › Inteligentní čidla šetří energii a maximalizují pohodlí
- › Jednotka s malým jmenovitým výkonem vytvořená pro malé nebo dobře izolované místnosti
- › Flexibilita pro jakékoli uspořádání místnosti



FXZQ-A



Obr.6.3.1a: FCU FXZQ-A [8]



Obr.6.3.1c: 3D model rozmístění jednotek přímého chlazení

Vnitřní jednotka		FXZQ	15A	20A	25A	32A
Chladicí výkon	Jmen.	kW	1,7	2,2	2,8	3,6
Topný výkon	Jmen.	kW	1,9	2,5	3,2	4,0
Příkon – 50 Hz	Chlazení	Jmen.		0,043		0,045
	Vytápění	Jmen.		0,036		0,038
Rozměry	Jednotka	Výška	mm			260
		Šířka	mm			575
		Hloubka	mm			575
Hmotnost	Jednotka	kg		15,5		

Kazetová jednotka FXZQ-A o chladicím výkonu 1,7 kW pokryje tepelnou zátěž jednotlivých místností, ve kterých je instalována.

Venkovní jednotka je Kompaktní tepelné čerpadlo VRV IV-S, RXYSCQ-TV1

Kompaktní a lehký design s jedním ventilátorem.

Má všechny standardní funkce VRV

Možnost omezení příkonu ve špičkách v rozsahu 30 až 80 % [8]



Obr.6.3.1b: Venkovní jednotka [8]

Venkovní jednotka			RXYSQ	4TV1
Výkonová řada			HP	4
Chladicí výkon	Jmen.		kW	12,1
Topný výkon	Jmen.		kW	12,1
	Max.		kW	14,2
Příkon – 50 Hz	Chlazení	Jmen.	kW	3,43
		Vytápění	Jmen.	3,18
			Max.	kW
EER			kW	3,53
COP při jmenovitém výkonu			kW	3,81
COP při maximálním výkonu			kW	3,43

Obr.6.3.1c: Venkovní jednotka, parametry [8]

### 6.3.2 EL. DOHŘÍVAČ

Pro dohřev přívodního vzduchu lůžkových pokojů pacientů JIP.

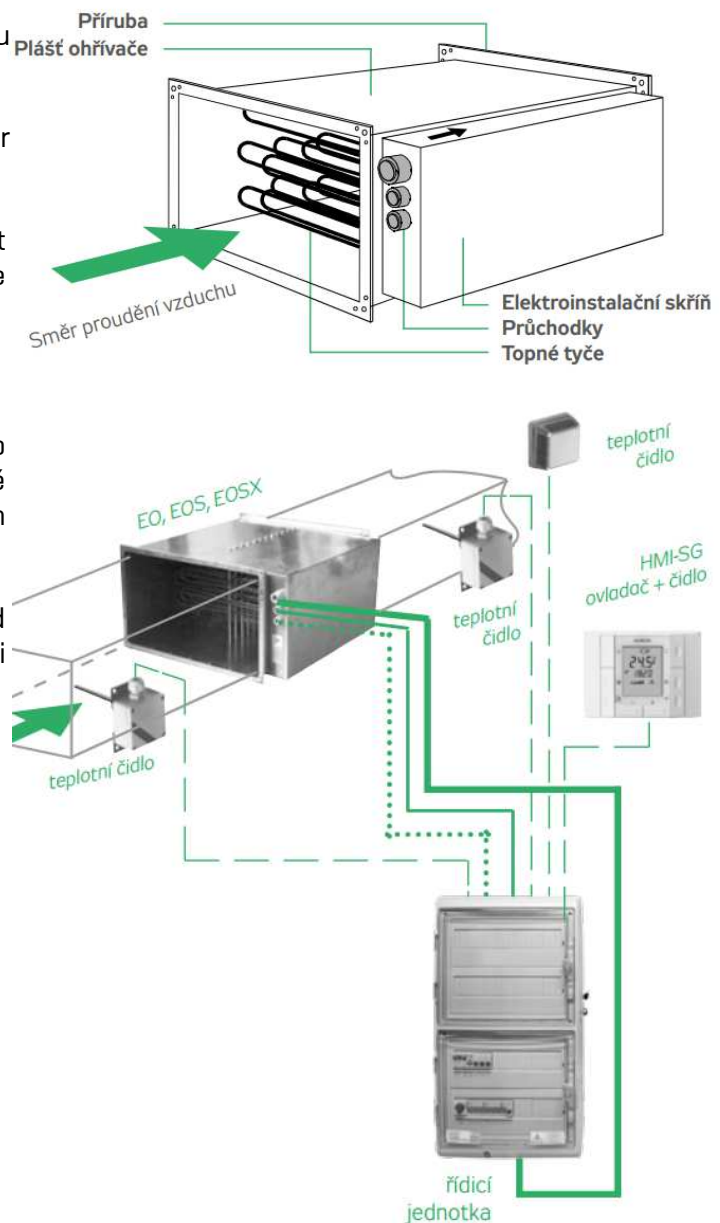
Přímá regulace výkonu z prostor stanoviště sester.

Za ohřivač je nutné vložit vzduchotechnické potrubí o délce minimálně 1 m

Zvolená velikost 900x500mm

Dle topného výkonu je vyráběno celkem devět variant s postupně vzrůstajícím maximálním topným výkonem od 3 kW do 45 kW.

Instalován bude el. dohřivač od společnosti Remak, velikosti 900x500mm a výkonu 4,5 kW.



Obr.6.3.2: El. dohřivač a schema zapojení el. dohřivače [9]

### 6.3.3 PŘÍMOTOPNÝ KONVEKTOR

Standardní typ konvektoru, vybavený přesným elektronickým termostatem (přesnost 0,1°C) s pilotním vodičem. Konvektor je tvořen karosáží z ocelového plechu, řídicí jednotkou a lamelovým topným tělesem. Povrch konvektoru je opatřen bílým komaxitem včetně mřížky. Topidlo se instaluje pevně na stěnu (instalační rám je součástí výrobku) s připojením přívodního vodiče do instalační krabice. [10]

Pro pokrytí tepelných ztrát jsou v místech, kde by bylo jiné řešení ekonomicky nevýhodné, instalovány el. přímotopné konvektory.

#### Navržená výkonová řada:

ECOFLEX TAC 1 = 1000 W výkon

ECOFLEX TAC 05 = 500W výkon



Obr.6.3.3: El. konvektor [10]

## 7 ÚTLUM HLUKU

### 7.1 HLADINA AKUSTICKÉHO TLAKU V MÍSTNOSTI ÚSEKU 1 BEZ TLUMIČE:

ZAŘÍZENÍ Č. 1 (ZÁZEMÍ ZAMĚSTNANCŮ) - PŘÍVOD /MÍSTNOST ŠATNA LJ - NCHK Č.M. 228/											
ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI		množství	Oktávová pásma								součtová hladina
frekvence (Hz)			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
<b>Lw</b>	<b>Hluk ventilátoru</b>										
Lw	Hladina akustického výkonu zdroje 1		57	70	76	80	82	76	68	61	86
Kai	Korekce v příslušném oktávovém pásmu		0	0	0	0	0	0	0	0	
LwAokt	součet		57	70	76	80	82	76	68	61	86
<b>Dp</b>	<b>Přirozený útlum</b>										
	... přirozený útlum přímého potrubí úsek v m	1	0	1	0	0	0	0	0	0	
	... přirozený útlum přímého potrubí úsek v m	17	0	10	5	3	3	3	3	3	
	... přirozený útlum přímého potrubí úsek v m	2,5	0	2	1	0	0	0	0	0	
	... přirozený útlum /oblouky, rozbočky/ v ks	3	0	0	3	6	9	9	9	9	
	Útlum koncovým odrazem /S = 400*400/		10	6	2	0	0	0	0	0	
	...Útlum hluku flexibilním potrubím	1	1,8	6,7	14,8	16,7	19,7	15,7	12,7	11,9	24
<b>Lw1</b>	Hladina akustického výkonu pouze přirozeným útlumem		47	52	65	71	70	64	56	49	75
<b>Lwy1</b>	Hladina akustického výkonu regulační klapky										30
<b>Lwy2</b>	Hladina akustického výkonu vyústky										26
K1	Korekce na počet vyústek										počet vyústek: 1 0
Ls	Hladina akustického výkonu všech vyústek										75
Q	směrový činitel (polokoule)										2
r	vzdálenost od vyústky k posluchači										1
A	pohltivá plocha místnosti m <sup>2</sup>	74					74	pohltivost (-)	0,15		11
Lso	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										72
Lp,A	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										40

ZÁŘÍZENÍ Č. 1 (ZÁZEMÍ ZAMĚSTNANCŮ) - ODVOD /MÍSTNOST ŠATNA LJ - NCHK Č.M. 228/											
ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI		množství	Oktávová pásma								součtová hladina
	frekvence (Hz)		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
<b>Lw</b>	<b>Hluk ventilátoru</b>										
Lw	Hladina akustického výkonu zdroje 1		55	65	73	80	77	72	67	61	83
Kai	Korekce v příslušném oktávovém pásmu		0	0	0	0	0	0	0	0	
LwAokt	součet		55	65	73	80	77	72	67	61	83
<b>Dp</b>	<b>Přirozený útlum</b>										
	... přirozený útlum přímého potrubí úsek v m	1	0	1	0	0	0	0	0	0	
	... přirozený útlum přímého potrubí úsek v m	18	0	11	5	3	3	3	3	3	
	... přirozený útlum přímého potrubí úsek v m	2,5	0	2	1	0	0	0	0	0	
	... přirozený útlum /oblouky, rozbočky/ v ks	5	0	0	5	10	15	15	15	15	
	... přirozený útlum /oblouky, rozbočky/ v ks	2	0	0	0	2	4	6	6	6	
	Útlum koncovým odrazem /S = 400*400/		10	6	2	0	0	0	0	0	
	...Útlum hluku flexibilním potrubím	1	1,8	6,7	14,8	16,7	19,7	15,7	12,7	11,9	24
<b>Lw1</b>	Hladina akustického výkonu zdroje pouze přirozeným útlumem		45	46	60	65	55	48	43	37	66
<b>Lwy1</b>	Hladina akustického výkonu regulační klapky										30
<b>Lwy2</b>	Hladina akustického výkonu vyústky										22
K1	Korekce na počet vyústek						počet vyústek:			2	3
Ls	Hladina akustického výkonu všech vyústek										69
Q	směrový činitel (osminy prostoru)										8
r	vzdálenost od vyústky k posluchači										1
A	pohltivá plocha místnosti m <sup>2</sup>	74					74	pohltivost (-)	0,15		11
Lso	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										69
Lp,A	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										40

<b>Stav bez tlumiče:</b>										
	Celková hodnota akustického tlaku v místnosti	Přívod:	72	Odvod:	69	celkem v místnosti :			74	
<b>Posouzení:</b>										
	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti	40 dB	≤	74 dB	→	Nevyhovuje				

## 7.2 NÁVRH TLUMIČE NA PŘÍVODNÍ POTRUBÍ PRO ZÁZEMÍ ZAMĚŠTNANCŮ

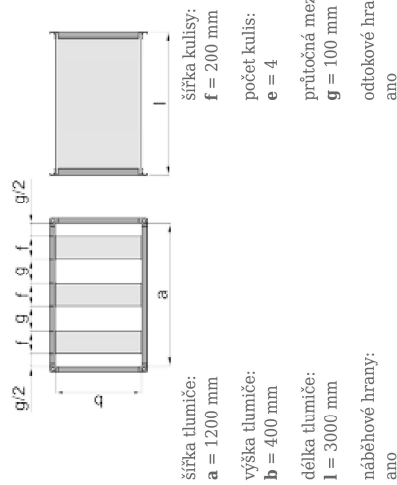


VSTUPNÍ HODNOTY

typ tlumiče:  
kulisový

číslo pozice:

GEOMETRIE:



PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:  
**Q** = 3900 m<sup>3</sup>/h

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: **f**  
32 Hz 500 Hz 5000 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	47	52	65	71	70	64	56	49	75

KÓD OBJEDNÁVKY: **THKL.1200.400.3000-3.4X.KTH.200.400.3000**

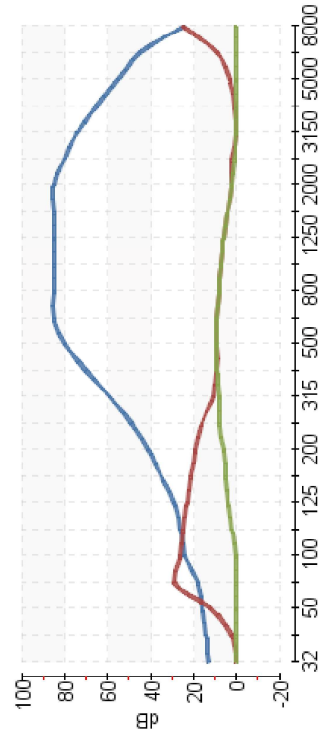
Technické řešení:

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

VÝSLEDNÉ HODNOTY

ÚTLUM HLUKU:

■ přenosový útlum ■ hluk za tlumičem ■ vlastní hluk tlumiče

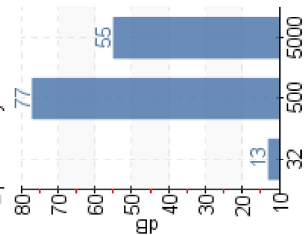


VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
<b>přenosový útlum:</b>	13	18	29	49	80	85	85	65	24	-
<b>vlastní hluk tlumiče:</b>	0	0	4	8	9	7	2	0	0	14
<b>hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:</b>	0	29	23	16	9	7	2	1	25	32

VYBRANÉ FREKVENCE:

■ přenosový útlum



RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	2.3	m/s
ve volné ploše:	6.8	m/s

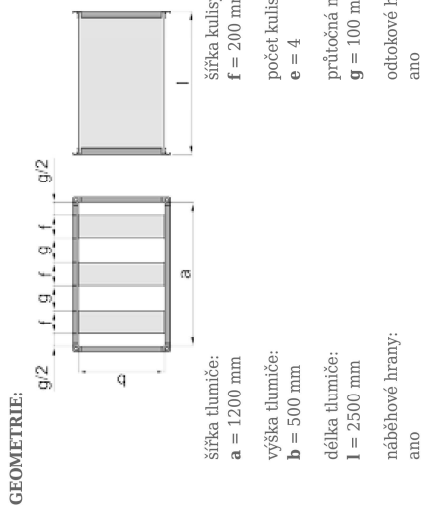
Všechny uvedené hodnoty jsou vypočítány s tolerancí ± 10%.

### 7.3 NÁVRH TLUMIČE NA ODVODNÍ POTRUBÍ PRO ZÁZEMÍ ZAMĚŠTANCŮ



**VSTUPNÍ HODNOTY**

typ tlumiče: **kulisový**  
číslo pozice:



**PARAMETRY PROUDĚNÍ:**

průtok vzduchu: **Q = 3800 m<sup>3</sup>/h**  
hustota vzduchu: **ρ = 1.2 kg/m<sup>3</sup>**

**VYBRANÉ FREKVENCE:**

frekvence: **f**  
32 Hz    500 Hz    5000 Hz

**AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORŮ:**

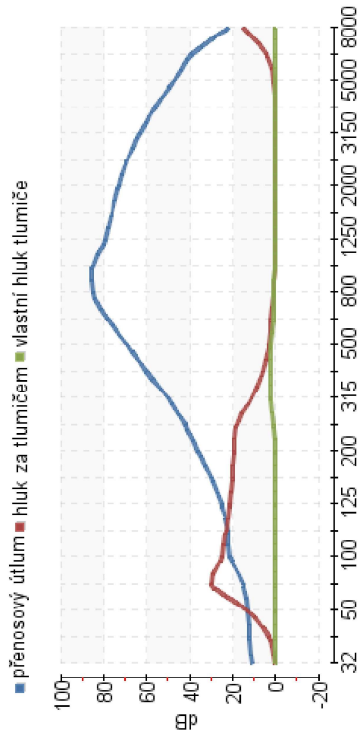
frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A: [dB(A)]	0	45	46	60	65	55	48	43	37	67

**KÓD OBJEDNÁVKY: JHKU.1200.500.2500-3.4X.KTH.200.500.2500**

Technické řešení: **FAST**  
Vysoké učení technické v Brně - Fakulta stavební - Ústav technických zařízení budov

**VÝSLEDNÉ HODNOTY**

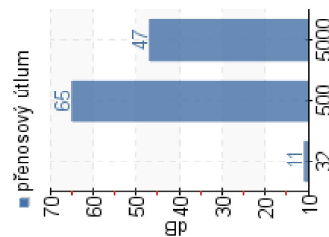
**ÚTLUM HLUKU:**



**VÝSLEDNÉ HODNOTY:**

frekvence:frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
<b>přenosový útlum:</b>	11	15	25	42	69	85	73	56	22	-
<b>vlastní hluk tlumiče:</b>	0	0	0	1	2	0	0	0	0	10
<b>hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:</b>	0	30	21	18	3	0	0	0	15	31

**VYBRANÉ FREKVENCE:**



Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí ± 10%.

## 7.4 POSOUZENÍ TLUMIČE PRO ZÁZEMÍ ZAMĚSTNANCŮ

ZAŘÍZENÍ Č. 1 (ZÁZEMÍ ZAMĚSTNANCŮ) - PŘÍVOD /MÍSTNOST ŠATNA LJ - NCHK Č.M. 228/											
ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI		množství	Oktávová pásma								součtová hladina
frekvence (Hz)			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Dt	útlum navrženým tlumičem		18	29	49	80	85	85	65	24	
Lw1	Hladina akustického výkonu za tumičem		29	23	16	0	0	0	0	25	31
Lwy1	Hladina akustického výkonu regulační klapky										30
Lwy2	Hladina akustického výkonu vyústky										26
K1	Korekce na počet vyústek								počet vyústek:	1	0
Ls	Hladina akustického výkonu všech vyústek										32
Q	směrový činitel (polokoule)										2
r	vzdálenost od vyústky k posluchači										1
A	pohltivá plocha místnosti m <sup>2</sup>	74					74	pohltivost (-)	0,15		11
Lso	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										30
Lp,A	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										40

ZAŘÍZENÍ Č. 1 (ZÁZEMÍ ZAMĚSTNANCŮ) - ODVOD /MÍSTNOST ŠATNA LJ - NCHK Č.M. 228/											
ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI		množství	Oktávová pásma								součtová hladina
frekvence (Hz)			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Dt	útlum navrženým tlumičem		15	25	42	69	85	73	56	22	
Lw1	Hladina akustického výkonu za tumičem		30	21	18	0	0	0	0	15	31
Lwy1	Hladina akustického výkonu regulační klapky										30
Lwy2	Hladina akustického výkonu vyústky										22
K1	Korekce na počet vyústek								počet vyústek:	2	3
Ls	Hladina akustického výkonu všech vyústek										34
Q	směrový činitel (osminy prostoru)										8
r	vzdálenost od vyústky k posluchači										1
A	pohltivá plocha místnosti m <sup>2</sup>	74					74	pohltivost (-)	0,15		11
Lso	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										34
Lp,A	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										40

<b>Stav s navrženým tlumičem:</b>											
Celková hodnota akustického tlaku v místnosti		Přívod:	30	Odvod:	34	celkem v místnosti :					36
<b>Posouzení:</b>											
Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti		40 dB	≥	36 dB	→	Vyhovuje					

## 7.5 HLADINA AKUSTICKÉHO TLAKU V MÍSTNOSTI ÚSEKU 2 BEZ TLUMIČE:

ZAŘÍZENÍ Č. 2 (JIP) - PŘÍVOD PRO 2L POKOJ											
ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI		množství	Oktávová pásma								součtová hladina
frekvence (Hz)			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
<b>Lw</b>	<b>Hluk ventilátoru</b>										
Lw	Hladina akustického výkonu zdroje 1		56	64	77	81	81	82	74	65	87
Kai	Korekce v příslušném oktávovém pásmu		0	0	0	0	0	0	0	0	
LwAokt	součet		56	64	77	81	81	82	74	65	87
<b>Dp</b>	<b>Přirozený útlum</b>										
	... přirozený útlum přímého potrubí úsek v m	1	0	1	0	0	0	0	0	0	
	... přirozený útlum přímého potrubí úsek v m	17	0	10	5	3	3	3	3	3	
	... přirozený útlum přímého potrubí úsek v m	2,5	0	2	1	0	0	0	0	0	
	... přirozený útlum /oblouky, rozbočky/ v ks	3	0	0	3	6	9	9	9	9	
	Útlum koncovým odrazem /S = 400*400/		10	6	2	0	0	0	0	0	
	...Útlum hluku flexibilním potrubím	1	1,8	6,7	14,8	16,7	19,7	15,7	12,7	11,9	24
<b>Lw1</b>	Hladina akustického výkonu vpřed výústkou		46	46	66	72	69	70	62	53	76
<b>Lwy1</b>	Hladina akustického výkonu regulační klapky										30
<b>Lwy2</b>	Hladina akustického výkonu vyústky										17
K1	Korekce na počet vyústek									počet vyústek: 3	5
Ls	Hladina akustického výkonu všech vyústek										81
Q	směrový činitel (polokoule)										2
r	vzdálenost od vyústky k posluchači										1
A	pohltivá plocha místnosti m <sup>2</sup>	74					74	pohltivost (-)	0,15		11
Lso	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										78
Lp,A	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										25

ZAŘÍZENÍ Č. 2 (JIP) - ODVOD											
ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI		množství	Oktávová pásma								součtová hladina
frekvence (Hz)	63		125	250	500	1000	2000	4000	8000		
<b>Lw</b>	<b>Hluk ventilátoru</b>										
Lw	Hladina akustického výkonu zdroje 1		53	61	75	79	78	75	71	69	78
Kai	Korekce v příslušném oktávovém pásmu		0	0	0	0	0	0	0	0	
LwAokt	součet		53	61	75	79	78	75	71	69	78
<b>Dp</b>	<b>Přirozený útlum</b>										
	... přirozený útlum přímého potrubí úsek v m	1	0	1	0	0	0	0	0	0	
	... přirozený útlum přímého potrubí úsek v m	17	0	10	5	3	3	3	3	3	
	... přirozený útlum přímého potrubí úsek v m	2,5	0	2	1	0	0	0	0	0	
	... přirozený útlum /oblouky, rozbočky/ v ks	2	0	0	2	4	6	6	6	6	
	... přirozený útlum /oblouky, rozbočky/ v ks	2	0	0	0	2	4	6	6	6	
	Útlum koncovým odrazem /S = 400*400/		10	6	2	0	0	0	0	0	
	...Útlum hluku flexibilním potrubím	1	1,8	6,7	14,8	16,7	19,7	15,7	12,7	11,9	24
<b>Lw1</b>	Hladina akustického výkonu vpřed výústkou		43	43	65	70	65	60	56	54	72
<b>Lwy1</b>	Hladina akustického výkonu regulační klapky										30
<b>Lwy2</b>	Hladina akustického výkonu vyústky										17
K1	Korekce na počet vyústek										3
Ls	Hladina akustického výkonu všech vyústek										75
Q	směrový činitel (osminy prostoru)										8
r	vzdálenost od vyústky k posluchači										1
A	pohltivá plocha místnosti m <sup>2</sup>	74					74	pohltivost (-)	0,15		11
Lso	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										75
Lp,A	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										25

<b>Stav bez tlumiče:</b>											
Celková hodnota akustického tlaku v místnosti		Přívod:	78	Odvod:	75	celkem v místnosti :					80
<b>Posouzení:</b>											
Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti		25 dB	≤	80 dB	→	Nevyhovuje					

## 7.6 NÁVRH TLUMIČE NA PŘÍVODNÍ POTRUBÍ PRO JIP, INFEKČNÍ ODD



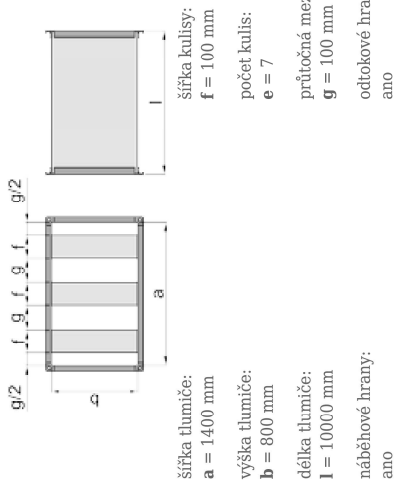
VSTUPNÍ HODNOTY

VÝSLEDNÉ HODNOTY

typ tlumiče:  
kulisový

ÚTLUM HLUKU:

GEOMETRIE:



PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:  
**Q** = 10950 m<sup>3</sup>/h

hustota vzduchu:  
**ρ** = 1.2 kg/m<sup>3</sup>

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: **f**  
32 Hz    500 Hz    5000 Hz

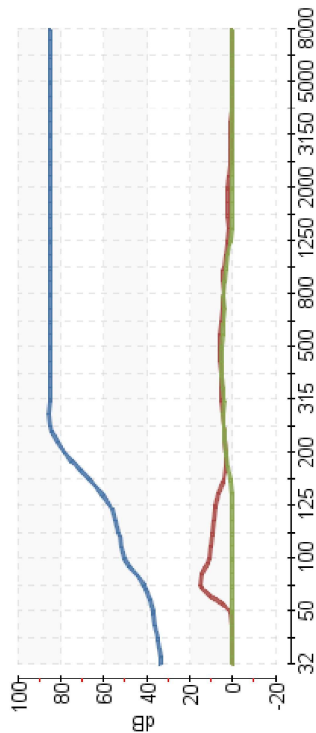
AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORŮ:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A: [dB(A)]	0	56	64	77	81	81	82	74	65	87

KÓD OBJEDNÁVKY: JHKU.1400.800.10000-3 7X KTH.100.800.10000

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

■ přenosový útlum ■ hluk za tlumičem ■ vlastní hluk tlumiče

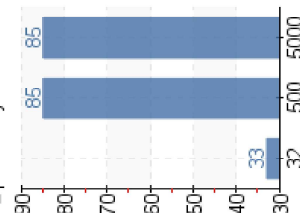


VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
přenosový útlum:	33	41	57	85	85	85	85	85	85	-
vlastní hluk tlumiče:	0	0	0	4	5	3	0	0	0	11
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	0	15	8	4	6	4	2	0	0	17

VYBRANÉ FREKVENCE:

■ přenosový útlum



RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	2.7	m/s
ve volné ploše:	5.4	m/s

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočítány s tolerancí ± 10%.

## 7.7 NÁVRH TLUMIČE NA ODVODNÍ POTRUBÍ PRO JIP, INFEKČNÍ ODD



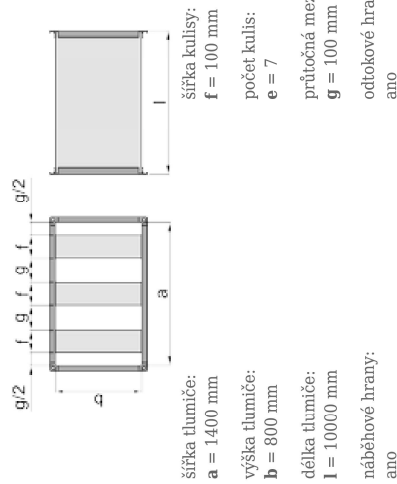
VSTUPNÍ HODNOTY

VÝSLEDNÉ HODNOTY

typ tlumiče:  
kulisový

číslo pozice:

GEOMETRIE:



PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:  
**Q** = 11050 m<sup>3</sup>/h

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: **f**  
32 Hz 500 Hz 5000 Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORŮ:

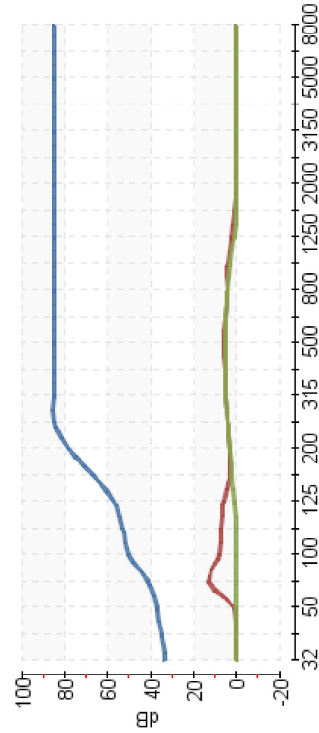
frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A: [dB(A)]	0	53	61	75	79	78	75	71	69	84

KÓD OBJEDNÁVKY: JHKU.1400.800.10000-3 7X KTH.100.800.10000

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

ÚTLUM HLUKU:

■ přenosový útlum ■ hluk za tlumičem ■ vlastní hluk tlumiče

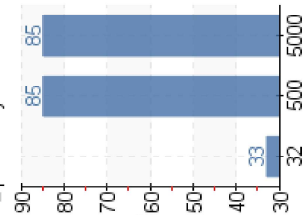


VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
přenosový útlum:	33	41	57	85	85	85	85	85	85	-
vlastní hluk tlumiče:	0	0	1	4	5	3	0	0	0	12
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	0	13	6	4	6	4	0	0	0	15

VYBRANÉ FREKVENCE:

■ přenosový útlum



RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	2.7	m/s
ve volné ploše:	5.5	m/s

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí ± 10%.

## 7.8 POSOUZENÍ TLUMIČE PRO JIP, INFEKČNÍ ODD

ZAŘÍZENÍ Č. 2 (JIP) - PŘÍVOD 2L											
	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	množství	Oktávová pásma								součtová hladina
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
	frekvence (Hz)										
Dt	útlum navrženým tlumičem		41	57	85	85	85	85	85	85	
Lw1	Hladina akustického výkonu za tlumičem + vlastní hluk tlumiče		15	8	4	6	4	2	0	0	17
Lwy1	Hladina akustického výkonu regulační klapky										30
Lwy2	Hladina akustického výkonu vyústky										17
K1	Korekce na počet vyústek									počet vyústek:	3
Ls	Hladina akustického výkonu všech vyústek										25
Q	směrový činitel (polokoule)										2
r	vzdálenost od vyústky k posluchači										1
A	pohltivá plocha místnosti m <sup>2</sup>	74				74			pohltivost (-)	0,15	11
Lso	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										22
Lp,A	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										25

ZAŘÍZENÍ Č. 2 (JIP) - ODVOD											
	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	množství	Oktávová pásma								součtová hladina
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
	frekvence (Hz)										
Dt	útlum navrženým tlumičem		41	57	85	85	85	85	85	85	
Lw1	Hladina akustického výkonu za tlumičem + vlastní hluk tlumiče		13	6	4	6	4	0	0	0	15
Lwy1	Hladina akustického výkonu regulační klapky										30
Lwy2	Hladina akustického výkonu vyústky										17
K1	Korekce na počet vyústek									počet vyústek:	2
Ls	Hladina akustického výkonu všech vyústek										22
Q	směrový činitel (osminy prostoru)										8
r	vzdálenost od vyústky k posluchači										1
A	pohltivá plocha místnosti m <sup>2</sup>	74				74			pohltivost (-)	0,15	11
Lso	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										22
Lp,A	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										25

<b>Stav s navrženým tlumičem:</b>											
	Celková hodnota akustického tlaku v místnosti	Přívod:	22	Odvod:	22	celkem v místnosti :	25				
<b>Posouzení:</b>											
	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti	25 dB	≥	25 dB	→	Vyhovuje					

## 8 IZOLACE VZT POTRUBÍ

Tepelná izolace pro odvodní a přívodní potrubí ve strojovně VZT:

**Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí** Popis: Zař. č. 1, Odvod, strojovna, zima

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o(^{\circ}\text{C}) = -12$   
 $\text{RH}_o(\%) = 10$   
 $a(\text{mm}) = 400$   
 $b(\text{mm}) = 630$   
 $\text{Délka}(\text{mm}) = 5000$   
 $\text{tvst}(^{\circ}\text{C}) = 7.9$   
 $\text{RH}(\%) = 75$   
 $\text{D}(\text{mm}) = 0$

Hranaté potrubí  Kruhové potrubí

$t_{po}(^{\circ}\text{C}) = -8.51$   
 $t_{ro}(^{\circ}\text{C}) = -35.26$  **riziko námrazy**  
 $t_{pv}(^{\circ}\text{C}) = 7.11$   
 $t_{rv}(^{\circ}\text{C}) = 3.85$  **riziko kondenzace**  
 $\eta(\text{mm}) = 60$

Průtok vzduchu [m<sup>3</sup>/h]: 3900  
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.04  
 Potrubí je situováno v prostředí:  
 Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)  
 S mírným pohybem vzduchu (místnost)  
 Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: -140.42

Tepelná izolace v pohledu - byla z 35 mm navýšena z důvodu nabídky trhu na 40 mm.

**Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí** Popis: Zař. č. 1, přívod, Šatna Č.M. 228, zima

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o(^{\circ}\text{C}) = 23$   
 $\text{RH}_o(\%) = 45$   
 $a(\text{mm}) = 400$   
 $b(\text{mm}) = 630$   
 $\text{Délka}(\text{mm}) = 4500$   
 $\text{tvst}(^{\circ}\text{C}) = 25.09$   
 $\text{RH}(\%) = 32$   
 $\text{D}(\text{mm}) = 0$

Hranaté potrubí  Kruhové potrubí

$t_{po}(^{\circ}\text{C}) = 23.55$   
 $t_{ro}(^{\circ}\text{C}) = 10.44$   
 $t_{pv}(^{\circ}\text{C}) = 24.96$   
 $t_{rv}(^{\circ}\text{C}) = 7.26$   
 $\eta(\text{mm}) = 35$

Průtok vzduchu [m<sup>3</sup>/h]: 3900  
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.04  
 Potrubí je situováno v prostředí:  
 Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)  
 S mírným pohybem vzduchu (místnost)  
 Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: -18.46

## 9 POUŽITÉ ZDROJE

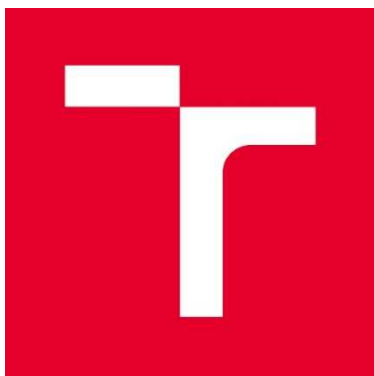
- [1] DencoHappel.: 01/2016, Čistý nástavec CGF / CGG / CGO
- [2] Block.: 2017, Čisté prostory, realizace prostor s náročnými požadavky na čistotu prostředí.
- [3] Soler & Palau Ventilation Group.: 2017, VEF – plastové talířové ventily odvodní, dostupné z: [www.elektrodesign.cz](http://www.elektrodesign.cz)
- [4] Soler & Palau Ventilation Group.: 2017, VST – plastové talířové ventily přívodní, dostupné z: [www.elektrodesign.cz](http://www.elektrodesign.cz)
- [5] Soler & Palau Ventilation Group.: 2017, BDOP – plastové anemostaty univerzální, dostupné z: [www.elektrodesign.cz](http://www.elektrodesign.cz)
- [6] TROX.: 2017, Vířivé anemostaty - Série VDW, dostupné z: [www.trox.cz](http://www.trox.cz)
- [7] Soler & Palau Ventilation Group.: 2017, Ohebné hadice, dostupné z: [www.elektrodesign.cz](http://www.elektrodesign.cz)
- [8] Daikin.: Katalog 2016 – 2017 VRV, dostupné z: [www.daikin.cz](http://www.daikin.cz)
- [9] Remak.: Vento systém, 2017, dostupné z: [www.remak.cz](http://www.remak.cz)
- [10] Fenixgroup.: ECOFLEX TAC, dostupné z: <http://www.fenixgroup.cz/cs/produkty/ecoflex-tac>

## 10 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: 3D pohled z letecké mapy .....	38
Obr. 1.1: 3D model objektu, pohled od severozápadu.....	39
Obr. 1.2: Půdorys návrhového stavu pro 2NP JIP.....	40
Obr.4.1a: Čistý nástavec CGF [1].....	55
Obr.4.1b: Hladina akustického výkonu pro Ččstý nástavec CGF [1].....	55
Obr.4.2a: Vzduchová mřížka s kapsovým filtrem [3].....	56
Obr.4.2b: Vzduchová mřížka s kapsovým filtrem, tech. parametry [3] .....	56
Obr.4.2b: Tab. rozměrů talířového ventilu VEF [3].....	57
Obr.4.3: Tab. rozměrů talířového ventilu VST [4].....	57
Obr.4.3.3: Tab. rozměrů BDOP – plastové anemostaty univerzální a regulace směru proudu [5].....	58
Obr.4.3.4a: Vířivý anemostat Série VDW [6].....	58
Obr.4.3.4b: Vířivý anemostat Série VDW [6].....	59
Obr.4.4a: Ohebné hadice sonoflex a řada průměrů [7] .....	59
Obr.4.4b: Ohebné hadice sonoflex a jejich akustický útlum [7] .....	59
Obr.6.3.1a: FCU FXZQ-A [8].....	80
Obr.6.3.1c: 3D model rozmístění jednotek přímého chlazení.....	80
Obr.6.3.1b: Venkovní jednotka [8].....	80

---

Obr.6.3.1c: Venkovní jednotka, parametry [8].....	81
Obr.6.3.2: El. dohříváč a schema zapojení el. dohříváče [9] .....	81
Obr.6.3.3: El. konvektor [10].....	82



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## ČÁST C - PROJEKT

PART C - PROJECT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

DOMINIK ČAKL

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. ALEŠ RUBINA, Ph.D.

BRNO 2018

---

**ROZSAH A OBSAH PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE PRO PROVÁDĚNÍ STAVBY**

dle přílohy č.13 k vyhlášce č. 405/2017Sb.

# VZDUCHOTECHNIKA JEDNOTKY INTENZIVNÍ PÉČE

---

## **Část D**

### Dokumentace objektů a technických a technologických zařízení

#### **Část D.1.4**

### Vzduchotechnika, vytápění a chlazení

Návrh větrání a klimatizace místností ve stávajících rekonstruovaných  
prostorách ve 2. NP nemocnice v Brně.

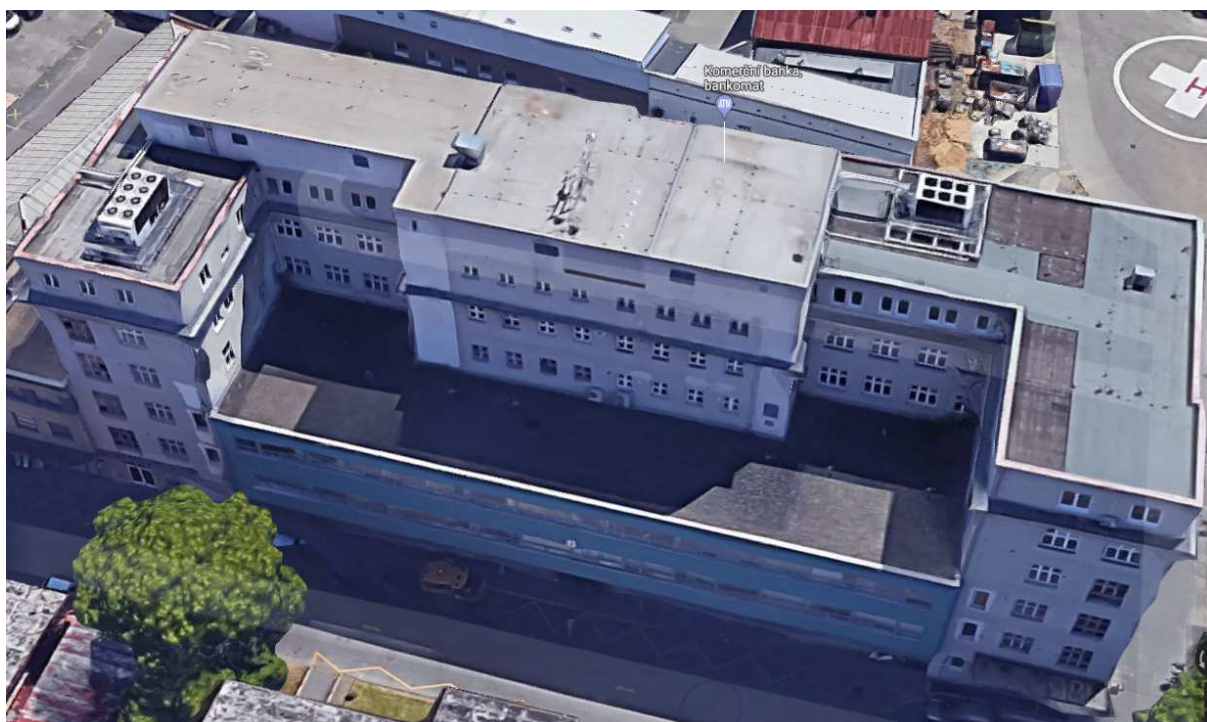
## OBSAH

A.	TEXTOVÁ ČÁST .....	98
1	Úvod.....	98
	1.1 Podklady pro zpracování .....	98
	1.2 Výpočtové hodnoty klimatických poměrů .....	99
2	Základní koncepční řešení.....	100
	2.1 Stavební větrání .....	100
	2.2 Hygienické větrání.....	100
	2.3 Klimatizace zdravotnických prostor.....	101
	2.4 Technologické větrání a klimatizace.....	102
	2.5 Energetické zdroje .....	102
3	Popis technického řešení .....	102
	3.1 Koncepce větracích a klimatizačních zařízení .....	103
	3.1.1 Zařízení č.1 – VZT a klimatizace prostorů zázemí zaměstnanců ve 2.NP.....	103
	3.1.2 Zařízení č.2 – VZT a klimatizace prostorů JIP infekční ODD ve 2.NP .....	104
4	Nároky na energie.....	105
5	Měření a regulace, protimrazová ochrana.....	105
6	Nároky na související profese .....	106
	6.1 Stavební úpravy:.....	106
	6.2 Silnoproud:.....	106
	6.3 Út .....	106
	6.4 Zti.....	106
7	Protihluková a protitřesová opatření.....	106
8	Izolace a nátěry .....	107
9	Protipožární opatření.....	107
10	Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení.....	108
11	Závěr.....	109
12	Přílohy technické zprávy.....	110
B.	VÝKRESOVÁ ČÁST .....	117

## A. TEXTOVÁ ČÁST

### 1 ÚVOD

Předmětem této projektové dokumentace pro povolení a realizaci stavby je návrh větrání a klimatizace místností ve stávajících rekonstruovaných prostorách ve 2. NP nemocnice v Brně tak, aby byly do budoucna užívány jako jednotka intenzivní péče infekčního oddělení a oddělení zázemí zaměstnanců. Dále aby byly zajištěny požadavky předepsané hodnoty hygienických výměn vzduchu a pohody prostředí ve vybraných místnostech objektu.



*Obr.: Pohled z letecké mapy*

#### 1.1 PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ

Podklady pro zpracování projektové dokumentace byly slepé matrice půdorysu a svislého řezu v elektronické podobě. Součástí podkladů pro zpracování projektové dokumentace byly České technické normy, příslušné zákony, prováděcí vyhlášky a podklady výrobců vzduchotechnických zařízení, zejména:

ČSN 730540-1	Tepelná ochrana budov – část 1: Terminologie
ČSN 730540-2	Tepelná ochrana budov – část 2: Požadavky
ČSN 730540-3	Tepelná ochrana budov – část 3: Návrhové hodnoty veličin
ČSN EN 14644	Čisté prostory a příslušné řízené prostředí – část 1: klasifikace čistoty vzduchu
ČSN EN 1886	Větrání budov – Potrubní prvky – mechanické vlastnosti, těsnost VZT jednotek

- ČSN EN 1505 Větrání budov – Kovové plechové potrubí a armatury pravoúhlého průřezu – rozměry
- ČSN EN 1822-1 Vysoce účinné filtry vzduchu (HEPA a ULPA), část 1 - Klasifikace, ověřování vlastností, označování
- ČSN EN 1822-2 Vysoce účinné filtry vzduchu (HEPA a ULPA), část 2 – Výroba aerosolu, měřicí zařízení, statistické počítání částic
- ČSN 730835 Požární bezpečnost staveb – budovy zdravotnických zařízení a sociální péče
- ČSN EN 1507 Větrání budov – Kovové plechové potrubí pravoúhlého průřezu – požadavky na pevnost a těsnost
- ČSN EN 15780 Větrání budov – Vzduchovody, čistota vzduchotechnických zařízení

Vyhláška 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb

Vyhláška 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve změně Vyhlášky 20/2012 Sb., o technických požadavcích na stavby

Nařízení EK - požadavky na ECODESIGN větracích jednotek od 1.1 2018

Nařízení vlády 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací

Nařízení vlády 361/2007 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací

## 1.2 VÝPOČTOVÉ HODNOTY KLIMATICKÝCH POMĚRŮ

místo	Brno
nadmořská výška	227 m.n.m
normální tlak vzduchu	98.6 kPa
výpočtová teplota vzduchu	léto: +35°C, zima -12°C, entalpie: léto 63,7 kJ/kg s.v.

## 2 ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ

Předmětem projektové dokumentace je návrh větrání a klimatizace místností v rekonstruovaných prostorách 2. nadzemního podlaží nemocnice v Brně tak, aby byly do budoucna užívány jako jednotka intenzivní péče infekčního oddělení a oddělení zázemí zaměstnanců. návrh byl proveden tak, aby byly zajištěny požadované hodnoty hygienických výměn vzduchu s ohledem na pohodu prostředí a vnitřní tepelně vlhkostní mikroklima.

Jedná se o objekt občanské vybavenosti – zdravotnická stavba. Objekt má jedno podzemní podlaží a sedm nadzemních podlaží. V posledním nadzemním podlaží je umístěna strojovna vzduchotechnických zařízení. Objekt je obdélníkového půdorysu do třetího nadzemního podlaží a další vyšší podlaží jsou půdorysem do tvaru U. Budova je konstrukčně dělena na starší část a přístavbu.

Řešený objekt byl rozdělen na funkční celky ve 2.NP:

Zázemí zaměstnanců - úsek 1

třída čistoty 8, dle ČSN EN ISO 14644-1

2.NP (druhé nadzemní podlaží)

27 místností, z toho 4 lékařské pokoje

světlá výška místnosti jsou 3 metry

celková podlahová plocha stanovena z vnějších rozměrů je 286 m<sup>2</sup>

celkový objem stanovený z vnějších rozměrů je 1171 m<sup>3</sup>

JIP infekční oddělení - úsek 2

třída čistoty 7, dle ČSN EN ISO 14644-1

2.NP (druhé nadzemní podlaží)

16 místností, z toho 3 lůžkové pokoje

světlá výška místnosti jsou 3 metry

celková podlahová plocha stanovena z vnějších rozměrů je 332 m<sup>2</sup>

celkový objem stanovený z vnějších rozměrů je 1360 m<sup>3</sup>

v 7.NP je umístěna strojovna VZT. Strojovna VZT byla uvažována s prostorovou rezervou

### 2.1 STAVEBNÍ VĚTRÁNÍ

Stavební větrání bude zabezpečovat nucenou výměnu vzduchu v provozních, provozně-technických místnostech a v místnostech hygienického vybavení v souladu s příslušnými hygienickými, zdravotnickými, bezpečnostními, protipožárními předpisy a normami platnými na území České republiky. Okna jsou těsná a neuvažuje se do budoucna s přirozeným větráním. Infekční ODD je řešeno podtlakovým nuceným větráním, zázemí zaměstnanců přetlakovým větráním.

### 2.2 HYGIENICKÉ VĚTRÁNÍ

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

Podtlakové větrání je navrženo ve většině místnostech hygienického vybavení (WC, umývárny, úklidové komory)

Nejvyšší přípustná maximální hladina vnitřního hluku  $L_{Amaxp}$  bude splňovat hygienické předpisy.

Třída a počet stupňů filtrace přiváděného vzduchu je určena dle třídy čistoty řešeného prostoru podle ČSN EN ISO 14644-1.

Přívod čerstvého upraveného vzduchu do zdravotnických prostor bude pro zázemí zaměstnanců v létě 21,5 °C a v zimě 25,1 °C.

Přívod čerstvého upraveného vzduchu do zdravotnických prostor bude pro JIP infekční ODD bude v létě 20,5 °C a v zimě 23,1 °C.

## 2.3 KLIMATIZACE ZDRAVOTNICKÝCH PROSTOR

Klimatizace bude zajišťovat:

Přívod čerstvého upraveného vzduchu do zdravotnických prostor bude pro zázemí zaměstnanců v létě 21,5 °C a v zimě 25,1 °C.

Přívod čerstvého upraveného vzduchu do zdravotnických prostor bude pro JIP infekční ODD bude v létě 20,5 °C a v zimě 23,1 °C.

Garanci relativní vlhkosti v JIP infekční ODD v zimním období  $40 \pm 10\%$ .

Garanci relativní vlhkosti pro zázemí zaměstnanců v zimním období  $45 \pm 10\%$ .

Výkon KLM zařízení je navržen tak, že pracovní rozdíl teplot (rozdíl teploty přiváděného vzduchu a výpočtové teploty vzduchu v interiéru) se bude pohybovat v rozmezí max.  $\pm 6$  K.

Ve všech místnostech oddělení JIP jsou navrženy koncové elementy pro turbulentní proudění s horizontálním vířivým výtokem vzduchu s nastavitelnými lamelami pro nastavení směru toku proudu vzduchu.

Třída a počet stupňů filtrace přiváděného vzduchu je určena dle třídy čistoty řešeného prostoru podle ČSN EN ISO 14644-1. Zázemí zaměstnanců má dvoustupňovou filtraci přiváděného vzduchu z exteriéru. Třída filtru na přívodu vzduchu do klimatizovaných prostor F9. na vstupu odváděného vzduchu do jednotky bude třída filtrace M5.

Třída a počet stupňů filtrace přiváděného vzduchu je určena dle třídy čistoty řešeného prostoru podle ČSN EN ISO 14644-1. JIP infekčního ODD má třístupňovou filtraci přiváděného vzduchu z exteriéru. Třída filtru na přívodu vzduchu před vířivý anemostat s čistým nástavcem bude F9 a na čistém nástavci, který je součástí anemostatu v klimatizovaných prostorách bude třídy HEPA. Odváděný vzduch z lůžkové části infekčního ODD bude na vstupu odváděného vzduchu do jednotky bude třída filtrace M5.

Zimní ohřev přiváděného vzduchu je uvažován pro zázemí zaměstnanců v úrovni teplovzdušného vytápění, které neeliminuje zcela tepelné ztráty větráním a tepelné ztráty prostupem pro všechny místnosti. Kompletní pokrytí tepelných ztrát místností, u kterých tepelné ztráty nebudou pokryty pouze teplovzdušným vytápěním, budou pokryty el. přímotopnými tělesy, nebo systémem VRV s podstropními kazetovými jednotkami.

Chlazení přiváděného vzduchu v letním období zcela neeliminuje tepelnou zátěž sluneční radiací pro zázemí zaměstnanců. Kompletní pokrytí tepelné zátěže místností, u kterých tepelná

zátěž nebude pokryta ochlazeným přiváděným vzduchem, budou pokryty systémem VRV s podstropními kazetovými jednotkami. Systém VRV navíc bude umožňovat regulaci výkonu jednotlivých jednotek v jednotlivých místnostech a tím zařídí komfortní regulaci teploty ve vnitřním prostředí.

Zimní ohřev přiváděného vzduchu je uvažován pro JIP infekční ODD v úrovni teplovzdušného vytápění, které neeliminuje zcela tepelné ztráty větráním a tepelné ztráty prostupem pro všechny místnosti. Kompletní pokrytí tepelných ztrát místností, u kterých tepelné ztráty nebudou pokryty pouze teplovzdušným vytápěním, budou pokryty el. přímotopnými tělesy v hygienickém zázemí a el. dohříváčem na přívodním potrubí pro lůžkové pokoje a inspekční pokoj.

Chlazení přiváděného vzduchu v letním období zcela eliminuje tepelnou zátěž pro JIP infekční ODD. Některé místnosti budou muset být i v létě dohřívány lokálními el. přímotopy, aby v místnostech bylo dosaženo požadované teploty (hygienické zázemí), čímž se zajistí odvlhčování a snižování rizika množení bakterií a virů

Přípustné hodnoty hladiny hluku v interiéru pro vybrané obsluhované místnosti jsou navrženy dle **Nařízení č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací**, § 11 hygienické limity hluku v chráněných vnitřních prostorech staveb:

Hygienický limit maximální hladiny akustického tlaku bez korekcí L = 40 dB

Korekce pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb:

Druh chráněného vnitřního prostoru	Doba pobytu	Korekce v dB
Nemocniční pokoje	doba mezi 6.00 a 22.00 hodinou	0
Nemocniční pokoje	doba mezi 22.00 a 6.00 hodinou	-15

Lůžkové pokoje max. 40 dB/A/ ve dne, 25 dB/A/ v noci

Ostatní prostory, sklady, šatny 40dB/A/

## 2.4 TECHNOLOGICKÉ VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE

Není řešeno.

## 2.5 ENERGETICKÉ ZDROJE

Elektrická energie, Tepelná energie

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

Pro ohřev a chlazení vzduchu bude sloužit ostrá topná a studená voda s rozsahem pracovních teplot  $tw1/tw2 = 80/60^{\circ}\text{C}$  respektive  $tw1/tw2 = 1/6^{\circ}\text{C}$ . Rozvody topné a studené vody zajistí profese ÚT.

Vlhčení vzduchu bude zajištěno parním zvlhčovačem umístěným v centrální klimatizační jednotce. Příprava čisté páry bude centrální – zajišťuje profese ÚT

## 3 POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ

## 3.1 KONCEPCE VĚTRACÍCH A KLIMATIZAČNÍCH ZAŘÍZENÍ

Návrh řešení klimatizace a větrání předmětných prostor vychází z návrhového stavu stavební části, technických možností a požadavků kladených na interní mikroklima v daných místnostech.

Klimatizované prostoty se nacházejí ve 2.NP a strojovna VZT je umístěna v 7.NP. Prostory jsou od sebe 2x stavebně odděleny vodorovnou dělicí konstrukcí v místě svislé šachty a dále pomocí požárních klapek.

Centrální VZT jednotky budou osazeny ve strojovně VZT systémem ZZT, který pomocí deskového výměníku bude dosahovat účinnosti ZZT vyšší, než 73%. Dále budou osazeny vodním ohřevem, přímým výparníkem pro chlazení, parním zvlhčovačem, požadovanými filtry, odvodu kondenzátu, kolektoru, manometru a servopohonů s bezp.funkcí a VZT jednotka zař. č. 2 bude navíc osazena systémem řízeného odvlhčování.

Výkon zvlhčovačů je dimenzován na cca úpravu 45% relativní vlhkosti přívodního vzduchu. Jednotky budou vybaveny na přívodu i odvodu frekvenčními měniči. Součástí jednotek budou i pružné manžety, sifony a nosné rámy včetně aretačních nožiček.

Navržená VZT a klimatizační zařízení jsou rozdělena do následujících funkčních celků :

### 3.1.1 ZAŘÍZENÍ Č.1 – VZT A KLIMATIZACE PROSTORŮ ZÁZEMÍ ZAMĚSTANCŮ VE 2.NP

Třída a počet stupňů filtrace přiváděného vzduchu je určena dle třídy čistoty řešeného prostoru podle ČSN EN ISO 14644-1. Zázemí zaměstnanců má dvoustupňovou filtraci přiváděného vzduchu z exteriéru. Třída filtru na přívodu vzduchu do klimatizovaných prostor F9. na vstupu odváděného vzduchu do jednotky bude třída filtrace M5.

Zimní ohřev přiváděného vzduchu je uvažován pro zázemí zaměstnanců v úrovni teplovzdušného vytápění, které neeliminuje zcela tepelné ztráty větráním a tepelné ztráty prostupem pro všechny místnosti. Kompletní pokrytí tepelných ztrát místností, u kterých tepelné ztráty nebudou pokryty pouze teplovzdušným vytápěním, budou pokryty el. přímotopnými tělesy, nebo systémem VRV s podstropními kazetovými jednotkami.

Chlazení přiváděného vzduchu v letním období zcela neeliminuje tepelnou zátěž sluneční radiací pro zázemí zaměstnanců. Kompletní pokrytí tepelné zátěže místností, u kterých tepelná zátěž nebude pokryta ochlazeným přiváděným vzduchem, budou pokryty systémem VRV s podstropními kazetovými jednotkami. Systém VRV navíc bude umožňovat regulaci výkonu jednotlivých jednotek v jednotlivých místnostech a tím zařídí komfortní regulaci teploty ve vnitřním prostředí.

Sání čerstvého vzduchu bude tvořeno přes samostatnou pozinkovanou protidešťovou žaluzii (opatřenou ochranným pletivem), osazenou na severní straně objektu strojovny VZT. Výfuk znehodnoceného vzduchu bude tvořen rovněž přes pozinkovanou protidešťovou žaluzii osazenou na jižní straně objektu strojovny.

Přívodní potrubí rozvody budou ve 2. NP tepelně izolovány tvrzenou tepelnou izolací tl.40mm – zabránění kondenzace vodní páry na potrubí. Veškeré potrubní rozvody budou ve strojovně VZT izolovány tvrzenou hydrofobizovanou protihlukovou izolací tl. 60mm. V prostoru svislé instalační šachty bude jak přívodní, tak odvodní potrubní rozvod izolován tvrzenou tepelnou izolací tl. 60mm.

Součástí VZT zařízení je i samostatné odvětrání prostorů hyg. zázemí této JIP, včetně odvětrání prostorů hyg. zázemí.

Centrální jednotka bude napojena na systém rozvodů tepla, chladu a centrálního rozvodu páry. Výkon zvlhčovače je dimenzován na 40% relativní vlhkost přiváděného vzduchu. Armatury, včetně připojení na jednotlivé výměníky a tělo zvlhčovače bude dodávkou profese ÚT, odvod kondenzátu od sifonů jednotky nad podlahové vpusti bude dodávkou profese ZTI. Jednotka bude osazena na nosných nožičkách – nožičky budou pružně podloženy rýhovanou gumou.

Systém centrálního větrání a klimatizace je navržen jako přetlakový vzhledem k ostatním prostorům hygienickému zázemí (kaskádový přetlak). Jeho spouštění, ovládání a regulace bude centrální prostřednictvím systému měření a regulace, včetně možnosti úpravy teploty přiváděného vzduchu v rozmezí +/- 5°C. Umístění příslušných ovladačů a čidel (teplotní čidlo v referenční místnosti apod.) je řešeno v profesi MaR.

### 3.1.2 ZAŘÍZENÍ Č.2 – VZT A KLIMATIZACE PROSTORŮ JIP INFEKČNÍ ODD VE 2.NP

Třída a počet stupňů filtrace přiváděného vzduchu je určena dle třídy čistoty řešeného prostoru podle ČSN EN ISO 14644-1. JIP infekčního ODD má třístupňovou filtraci přiváděného vzduchu z exteriéru. Třída filtru na přívodu vzduchu před vířivý anemostat s čistým nastavcem bude F9 a na čistém nastavci, který je součástí anemostatu v klimatizovaných prostorách bude třídy HEPA. Odváděný vzduch z lůžkové části infekčního ODD bude na vstupu odváděného vzduchu do jednotky bude třída filtrace M5.

Zimní ohřev přiváděného vzduchu je uvažován pro JIP infekční ODD v úrovni teplovzdušného vytápění, které neeliminuje zcela tepelné ztráty větráním a tepelné ztráty prostupem pro všechny místnosti. Kompletní pokrytí tepelných ztrát místností, u kterých tepelné ztráty nebudou pokryty pouze teplovzdušným vytápěním, budou pokryty el. přímotopnými tělesy v hygienickém zázemí a el. dohříváčem na přívodním potrubí pro lůžkové pokoje a inspekční pokoj.

Chlazení přiváděného vzduchu v letním období zcela eliminuje tepelnou zátěž pro JIP infekční ODD. Některé místnosti budou muset být i v létě dohřívány lokálními el. přímotopy, aby v místnostech bylo dosaženo požadované teploty (hygienické zázemí), čímž se zajistí odvlhčování a snižování rizika množení bakterií a virů.

Sání čerstvého vzduchu bude tvořeno přes samostatnou pozinkovanou protidešťovou žaluzii (opatřenou ochranným pletivem), osazenou na severní straně objektu strojovny VZT. Výfuk znehodnoceného vzduchu bude tvořen rovněž přes pozinkovanou protidešťovou žaluzii osazenou na jižní straně objektu strojovny.

Přívodní potrubí rozvody budou ve 2. NP tepelně izolovány tvrzenou tepelnou izolací tl.40mm – zabránění kondenzace vodní páry na potrubí. Veškeré potrubní rozvody budou ve strojovně VZT izolovány tvrzenou hydrofobizovanou protihlukovou izolací tl. 60mm. V prostoru svislé instalační šachty bude jak přívodní, tak odvodní potrubní rozvod izolován tvrzenou tepelnou izolací tl. 60mm.

Součástí VZT zařízení je i samostatné odvětrání prostorů hyg. zázemí této JIP, včetně odvětrání prostorů hyg. zázemí.

Centrální jednotka bude napojena na systém rozvodů tepla, chladu a centrálního rozvodu páry. Výkon zvlhčovače je dimenzován na 40% relativní vlhkost přiváděného vzduchu. Armatury, včetně připojení na jednotlivé výměníky a tělo zvlhčovače bude dodávkou profese ÚT, odvod

kondenzátu od sifonů jednotky nad podlahové vpusti bude dodávkou profese ZTI. Jednotka bude osazena na nosných nožičkách – nožičky budou pružně podloženy rýhovanou gumou.

Systém centrálního větrání a klimatizace je navržen jako přetlakový vzhledem k ostatním prostorům hygienickému zázemí (kaskádový přetlak). Jeho spouštění, ovládání a regulace bude centrální prostřednictvím systému měření a regulace, včetně možnosti úpravy teploty přiváděného vzduchu v rozmezí +/- 5°C. Umístění příslušných ovladačů a čidel (teplotní čidlo v referenční místnosti apod.) je řešeno v profesi MaR.

## 4 NÁROKY NA ENERGIE

K zajištění chodu větracích a klimatizačních zařízení je třeba zabezpečit zdroje energií uvedených v technických specifikacích zařízení

## 5 MĚŘENÍ A REGULACE, PROTIMRAZOVÁ OCHRANA

Navržená vzduchotechnická a klimatizační jednotka bude řízena a regulována samost. systémem měření a regulace – profese MaR.

- ovládání chodu ventilátorů, silové napájení ovládaných zařízení
- regulace teploty vzduchu řízením výkonu teplovodního ohříváče v zimním období – vlečná regulace ( směšování )
- regulace teploty vzduchu řízením výkonu vodního chladiče v letním období ( rozdělování )
- řízené zimní dovlhčování - ovládání parního zvlhčovače
- umístění teplotních a vlhkostních čidel podle požadavku uživatele (refer. místnosti apod.)
- řízení účinnosti deskového výměníku nastavováním obtokové klapky
- ovládání uzavíracích klapek na jednotce včetně dodání servopohonů
- protimrazová ochrana teplovodního výměníku – měření na straně vzduchu i vody.
- Při poklesnutí teploty:  
1.-vypnutí ventilátoru, 2.-uzavření klapek, 3.-otevření třícestného ventilu, 4.-spuštění čerpadla
- signalizace bezporuchového chodu ventilátorů pomocí diferenčního snímače tlaku
- plynulá regulace výkonu ventilátorů na přívodu i odvodu vzhledem ke stupni zanášení filtrů (frekvenční měniče)/, snímání a zajištění konstantního průtoku vzduchu na přívodu i odvodu z.č.1a 2 - „měřící kříže“
- regulace výkonu dvouotáčkových ventilátorů na přívodu i odvodu dle daného režimu (den/noc) – z.č.3
- snímání zanášení třetího stupně filtrace (u z.č.1 je vybrán čistý nástavec CGF v m.č.245), signalizace zanesení filtrů
- poruchová signalizace, připojení regulace a signalizace všech zařízení na velící centralizované stanoviště
- doregulace teploty přivodního vzduchu z místa pracoviště sester cca ± 5°C na základě teploty vnitřního vzduchu v referenční místnosti (Pro zař. č. 2)
- zajištění požadovaných současností chodu jednotlivých zařízení v příslušných funkčních celcích

## 6 NÁROKY NA SOUVISEJÍCÍ PROFESE

### 6.1 STAVEBNÍ ÚPRAVY:

Bourací práce a návrhový stav konstrukcí je přiložen v samostatné příloze.

Stavební úpravy úzce spojené s VZT:

- otvory pro prostupy vzduchovodů včetně zapravení a odklizení sutě
- obložení a dotěsnění prostupů VZT potrubí izolačními protiotřesovými hmotami v rámci zapravení
- zajištění případných nátěrů VZT prvků umístěných na fasádě, či střeše objektu (architektonické ztvárnění)
- stavební, výpomocné práce
- zřízení případných sádkokartonových kufrů pro rozvody VZT
- zřízení revizních otvorů pro přístup k ventilátorům, regulačním a požárním klapkám nerozebíratelných částech podhledu – byly předány požadavky – nutno koordinovat znovu na stavbě
- zřízení transportního otvoru pro dopravu jednotlivých dílů VZT jednotek do strojovny VZT (transport jednotky bude řešen po jednotlivých dílech jeřábem nad střechem) z venkovního prostoru

### 6.2 SILNOPROUD:

- silové napojení rozvaděče MaR pro VZT jednotky a el. dohříváč v 2. NP JIP infekčního ODD
- opatření el. zařízení výstražnými štítky dle ČSN ISO 3864
- zapojení el. dohříváče v 2. NP JIP infekčního ODD

### 6.3 ÚT

- připojení ohřívače a chladiče centrálních VZT jednotek na topnou a chladnou vodu (včetně příslušných směšovacích a rozdělovacích okruhů)
- zřízení rozvodů teplé a studené vody
- připojení parního zvlhčovače zař. .č.1 a zař. č.2 na rozvod čisté páry

### 6.4 ZTI

- odvod kondenzátu od chladiče, výměníku ZZT a komory parního zvlhčovače centrální jednotky ve strojovně, včetně svodu od sifonů nad podlahové vpustě
  - umístění podlahových vpustí ve strojovnách VZT ( pára – nerezová nebo kameninová vpust'
  - odvod kondenzátu od primárního odvodu kondenzátu parního distributoru nad podlahovou vpust'

## 7 PROTIHLUKOVÁ A PROTIOTŘESOVÁ OPATŘENÍ

Do rozvodných tras potrubí budou vloženy tlumiče hluku, které zabrání nadměrnému šíření hluku od ventilátorů do větraných místností. Vzduchovody budou protihlukově izolovány od zdroje hluku za jednotlivé tlumiče jak na sání, tak na výtlačku. Veškeré točivé stroje (jednotky, ventilátory) budou pružně uloženy za účelem zmenšení vibrací přenášejících se stavebními konstrukcemi – stavitelné nohy budou podloženy rýhovanou gumou. Veškeré vzduchovody budou napojeny na ventilátory přes tlumicí vložky nebo ohebné zvukově izolované potrubí. Potrubí bude na závěsech podloženo tlumicí gumou. Všechny prostupy VZT potrubí stavebními konstrukcemi budou obloženy a dotěsněny izolací – dodávka stavby.

## 8 IZOLACE A NÁTĚRY

Jsou navrženy tvrzené izolace hlukové, protipožární a tepelné. Ve výkresové části PD jsou uvažované izolace zobrazeny na výkresech. Tepelná izolace tl.60 mm bude zároveň plnit funkci hlukové. Přívodní potrubní rozvod v prostorách 2.NP bude izolován tvrzenou izolací tl.40 mm.

Požárně budou izolovány potrubní rozvody přecházející přes samostatný požární úsek, místa na potrubních rozvodech pro doizolování předsazené požární klapky před požárně dělící konstrukcí a to tak, že patřičná část vzduchovodu bude chráněna izolací s požadovanou dobou odolnosti.

Tvrzené tepelné - šířka izolace 40 a 60mm, souč.tepelné vodivosti 0,04W/m2K.

V případě použití jiného druhu izolací je nutné se řídit uvedenými parametry. Nátěry nejsou uvažovány. Všechny protidešťové žaluzie budou tvořeny z pozinkovaného plechu – možnost nátěru – architektonické řešení dodávka stavby

## 9 PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ

Do vzduchovodů procházejících stavební konstrukcí ohraničující určitý požární úsek budou vřazeny protipožární klapky, zabraňující v případě požáru v některém požárním úseku jeho šíření do dalších úseků nebo na celý objekt. V případech, kdy nebude protipožární klapku možno osadit do požárně dělící konstrukce, bude potrubí mezi touto konstrukcí a protipožární klapkou opatřeno izolací s požadovanou dobou odolnosti. Osazené požární klapky budou v provedení mechanické. Ke klapkám budou zajištěny přístupy pro následné revize – nutná koordinace se stavební profesí v průběhu realizace výstavby.

ke kolaudaci bude doložena revize PK včetně jejich požárních odolností dle zákona 22/98 , odolnosti izolací potrubí, včetně oprávnění montážních firem apod. Veškeré PK budou pro možnost kontroly a následných revizí označeny čísly.

## 10 MONTÁŽ, PROVOZ, ÚDRŽBA A OBSLUHA ZAŘÍZENÍ

- Realizační firma v rámci své dodávky provede rozpis VZT potrubí pro výrobní a montážní účely (rozdělení vzduchovodů na jednotlivé tvarovky a roury včetně potřebných „doměrů“)
- Dodavatel VZT provede před objednáním jednotlivých prvků a komponentů VZT opětovnou kontrolu jednotlivých zařízení – výkaz výměr je pouze orientační
- Rozvody VZT budou instalovány před ostatními profesemi – prostorové nároky
- Všechny protidešťové žaluzie budou tvořeny z pozinkovaného plechu, či plastu připravenými k případnému nátěru – architektonické řešení dodávka stavby
- Při montáži požárních klapek budou zajištěny přístupy pro následné revize – nutná opětovná koordinace se stavební profesí v průběhu realizace výstavby
- Osazení centrálních VZT a KLM jednotek bude provedeno na podložky z rýhované gumy
- Při zaregulování systémů VZT s motory ovládanými frekvenčními měniči je nutné nastavení požadovaných vzduchových výkonů koordinovat s profesí MaR
- Vzhledem k čitelnosti a orientaci na výkresech, budou profesí stavební částí zpracovány koordinační výkresy všech profesí, při montáži je třeba kontrolovat polohu rozvodů VZT dle koordinačních výkresů stavby
- Spodní hrana vzduchovodů uvedená na výkresech je uvažována od čisté podlahy místností
- Montáž všech VZT zařízení bude provedena odbornou montážní firmou. Navržená VZT zařízení budou montována podle montážních předpisů jednotlivých VZT prvků. Přívodní trasy vzduchovodů obsluhující „čisté prosto ry“ budou provedeny ve třídě těsnosti III. Lemy potrubí a rohovníky přírubových spojů budou utěsněny trvale pružným polyuretanovým tmelem
- Všechny odbočky, rozbočky a nástavce na čtyřhranných potrubních rozvodech budou vybaveny náběhovými plechy – třetí stupeň regulace
- Vzhledem k prostorovým nárokům VZT musí být rozvody VZT montovány jako první před ostatními profesemi (pozor na kolize hlavně v rekonstruovaných stávajících objektech)
- Připojení koncových elementů pro přívod vzduchu bude dle popisu u jednotlivých zařízení.
- Při montáži musí být dodržována veškerá bezpečnostní opatření dle platných předpisů. Veškerá zařízení musí být po montáži vyzkoušena a zaregulována. Při zaregulování vzduchotechnických systémů bude postupováno v součinnosti s profesí MaR. Uživatel musí být řádně seznámen s funkcí, provozem a údržbou zařízení.
- VZT zařízení, seřízená a odevzdaná do trvalého provozu, smí být obsluhována pouze řádně zaškolenými pracovníky, a to dle provozních předpisů dodavatelů vzduchotechnických zařízení, pokud není v PD uvedeno jinak. Při provozu odpovídá za bezpečnost práce provozovatel. Všechny podmínky pro bezpečnou práci musí být uvedeny v provozním řádu. Vypracování provozního řádu včetně zaškolení obsluhy zajistí dodavatel.
- VZT zařízení musí být pravidelně kontrolována, čištěna a udržována stále v provozuschopném stavu. Okolí zařízení musí být vždy čisté a přístupné pro snadnou kontrolu a bezpečnou obsluhu nebo údržbu. Vizuálně bude hygienická účinnost provozu (filtrační části) jednotlivých KLM zařízení kontrolována nejméně jednou týdně, v rámci profese MaR bude kontrolováno zanášení jednotlivých stupňů filtrace (prostřednictvím měření tlakové difference filtru). O kontrolách a údržbě musí být veden záznam a jejich frekvence bude určena v provozním řádu – zajistí dodavatel.
- Výměna dílčích prvků vzduchotechnických zařízení a následné nakládání s nimi (likvidace HEPA filtrů apod.) bude prováděna podle předpisů jednotlivých výrobců a předpisy s nakládáním s nebezpečnými odpady.

- Navržená VZT a klimatizace zařízení budou řízena a regulována samostatným systémem měření a regulace – profese MaR. Údržbu a kontrolu nad chodem zařízení budou zajišťovat techničtí pracovníci nemocnice, kteří musí být pro tuto činnost zaškoleni
- Kvalita čistých prostorů bude před uvedením do provozu prokázána protokolárním měřením. Postupy používané v České republice pro kvalifikaci čistých prostorů jsou uvedeny v předpisu IES- RP- CC006 -2 „Testování čistých prostorů“. Základní testy úzce souvisejí s klasifikací čistých prostor vzhledem k množství částic podle normy FED-STD-209E. Jedná se o následující testy:
  - Testy rychlosti, objemu a rovnoměrnosti průtoku vzduchu.
  - Testy defektoskopie a netěsnosti montáže filtračních vložek HEPA nebo ULPA.
  - Měření koncentrace částic v prostoru, Test udržování přetlaku v prostoru.
  - případné další testy vyžádané hygienickou stanicí (např. aeroskopické měření - limity chemických, fyzikálních a biologických parametrů v ovzduší) uvedené v podmínkách pro kolaudaci stavby
- O provedených měřeních bude vypracován protokol a vystaveno osvědčení.

## 11 ZÁVĚR

Navržené větrací a klimatizační zařízení zcela splňuje nároky kladené na provoz daného typu a charakteru. Celoročně zabezpečuje v daných místnostech optimální pohodu prostředí požadovanou předpisy při zabezpečení maximální hospodárnosti provozu těchto zařízení.

V Brně, 25.5. 2018

# 12 PŘÍLOHY TECHNICKÉ ZPRÁVY

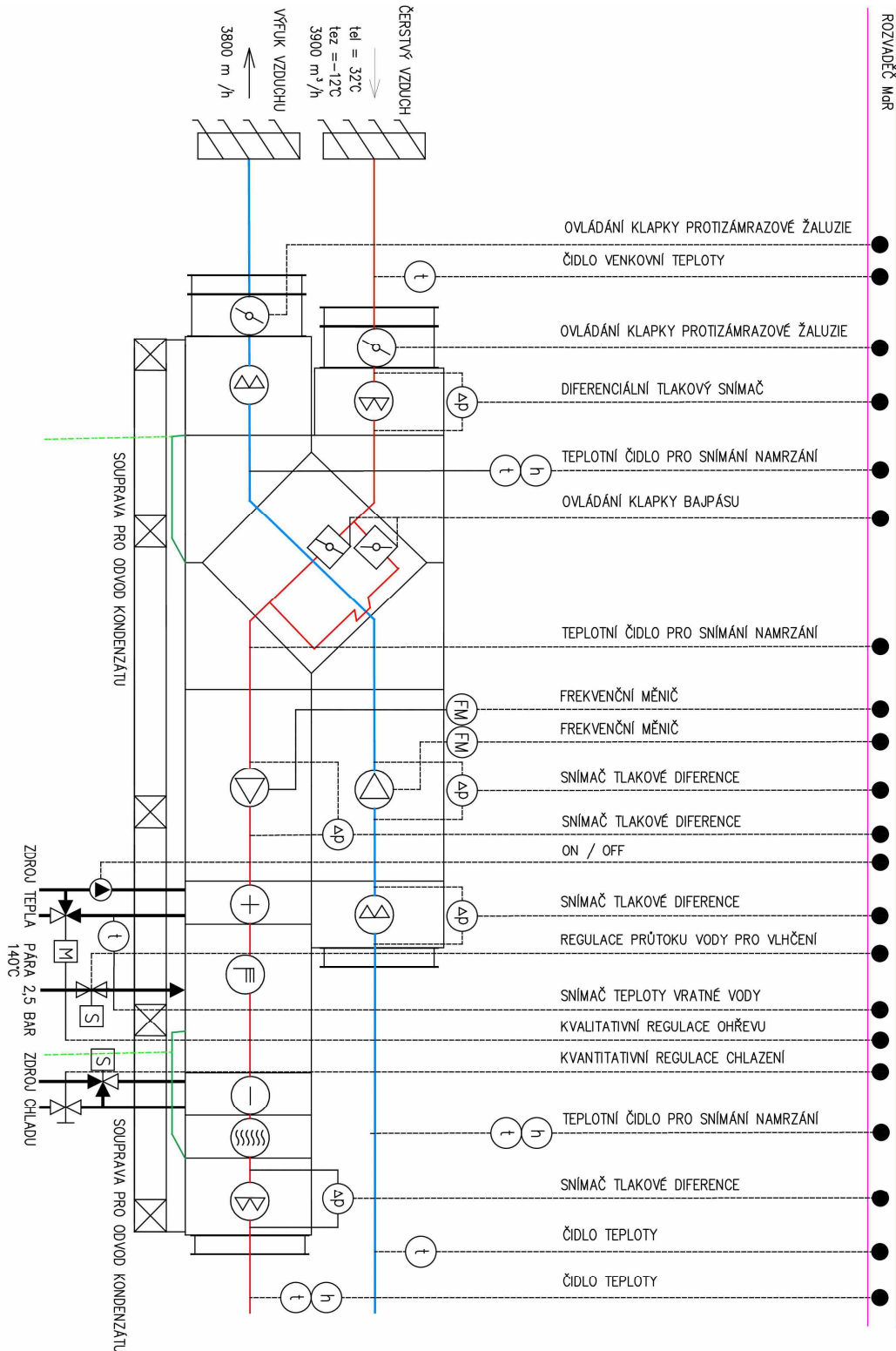
PŘÍLOHA Č. 1

FUNKČNÍ SCHÉMA

PŘÍLOHA Č. 2

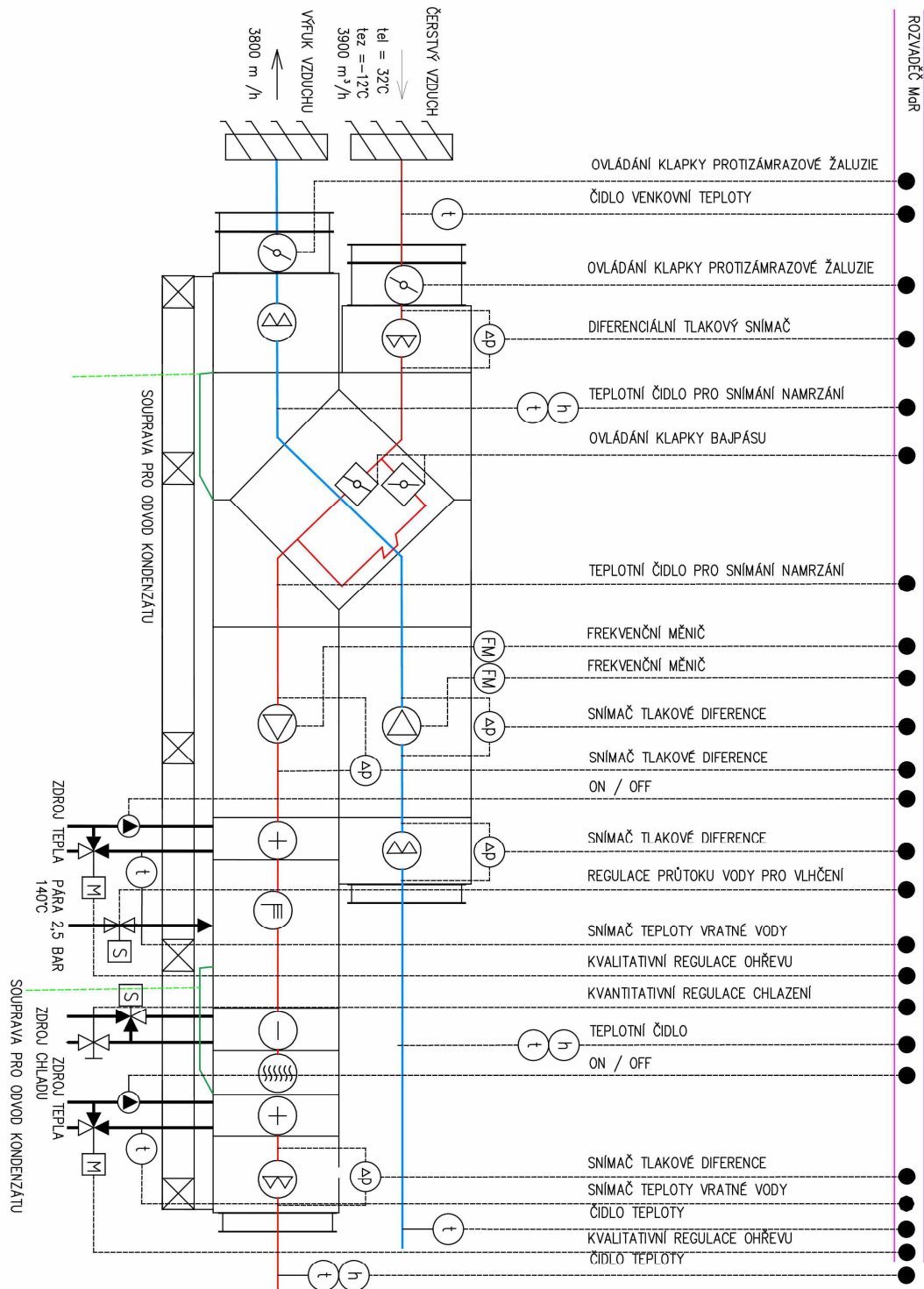
SPECIFIKACE

## 12.1 FUNKČNÍ SCHÉMA VZT Č. 1



FUNKČNÍ SCHÉMA - ZAŘÍZENÍ Č. 1 - ZÁZEMÍ ZAMĚSTNANCŮ

## 12.2 FUNKČNÍ SCHÉMA VZT Č. 2



FUNKČNÍ SCHÉMA - ZAŘÍZENÍ Č. 2 - JIP INFEKČNÍ ODD

## 12.3 SPECIFIKACE

Specifikace prvků pro zařízení č. 1 - zázemí zaměstnanců			
Číslo pozice	Popis	Měrná jednotka	Množství
1.1.	Hlavní VZT zařízení		
1.1.1.	Sestavná klimatizační jednotka REMAK, AeroMaster XP 06	ks	1
1.2.	Koncovky		
1.2.1.	Protidešťová žaluzie (sání) 840 x 600mm	ks	1
1.2.2.	Protidešťová žaluzie (výtlak) 1260 x 500mm	ks	1
1.2.3.	Výřivý anemostat TROX VDW - H, 300 x 8	ks	2
1.2.4.	Výřivý anemostat TROX VDW - H, 400 x 16	ks	7
1.2.5.	Výřivý anemostat VDW - H, 600 x 24	ks	2
1.2.6.	plastový anemostat univerzální BDOP 160	ks	10
1.2.7.	plastový talířový přívod VST 08-1	ks	1
1.2.8.	plastový talířový odvod VEF 80	ks	8
1.2.9.	plastový talířový odvod VEF 125	ks	2
1.2.10.	plastový talířový odvod VEF 200	ks	8
1.3.	Potrubí		
	Kruhové SPIRO potrubí:		
1.3.1.	Ø80	ks	4
1.3.2.	Ø160	ks	10,5
1.3.3.	Ø200	ks	6
1.3.4.	Ø80	bm	5
	Flexibilní zvukově izolační SONOFLEX potrubí:		
1.3.5.	Ø80	bm	5,8
1.3.6.	Ø125	bm	3

1.3.7.	Ø160	bm	10
1.3.8.	Ø200	bm	19
1.3.9.	Ø250	bm	2
1.4.	Regulační klapky:		
	Regulační klapka kruhová		
	RKT Ø80	ks	8
	RKT Ø125	ks	2
	RKT Ø160	ks	9
	RKT Ø200	ks	17
	RKT Ø250	ks	2
1.5.	Požární klapky		
	Požární klapka čtyřhranná, mechanická	ks	4
1.6.	Potrubí:		
	Čtyřhranné potrubí z pozinkovaného plechu, do obvodu vč.oblouků:		
	570 mm	bm	3,6
	800 mm	bm	2,7
	850 mm	bm	3
	1030 mm	bm	3,7
	1060 mm	bm	5
	1130 mm	bm	4,5
	1190 mm	bm	3,5
	1200mm	bm	6,7
	1300mm	bm	12
	1500 mm	bm	13
	1600 mm	bm	7,5
	1800 mm	bm	6

	1960 mm	bm	2,2
	2060 mm	bm	22,5
	2260 mm	bm	29
	tvarovky se zúžením a přírupou pro kruhovou RK, atypy	ks	8
1.7.	Tlumiče:		
	Mart kulisový, 1200 x 400 x 3000	ks	1
	Mart kulisový, 1200 x 500 x 2500	ks	1
<b>Specifikace prvků pro zařízení č. 2 - JIP</b>			
<b>Číslo pozice</b>	<b>Popis</b>	<b>Měrná jednotka</b>	<b>Množství</b>
1.1.	Hlavní VZT zařízení		
1.1.1.	Sestavná klimatizační jednotka REMAK, AeroMaster XP 17	ks	1
1.2.	Koncovky		
1.2.1.	Protidešťová žaluzie (sání) 2000 x 800mm	ks	1
1.2.2.	Protidešťová žaluzie (výtlak) 1850 x 870mm	ks	1
1.2.3.	CGF - H - R / 318 / 0, C 318 D22	ks	4
1.2.4.	CGF - H - R / 470 / 0, C 470 D22	ks	5
1.2.5.	CGF - H - R / 623 / 0, C 623 D22	ks	13
1.2.6.	BLOCK 287 x 592 větrací mřížka s kapsovým filtrem F9	ks	8
1.2.7.	plastový talířový odvod VEF 80	ks	1
1.2.8.	plastový talířový odvod VEF 125	ks	2
1.2.9.	plastový talířový odvod VEF 160	ks	2
1.2.10.	plastový talířový odvod VEF 200	ks	8

1.2.11.	plastový anemostat univerzální BDOP 200	ks	1
1.2.12.	TROX VDW - H, velikost 400 x 16	ks	1
1.2.13.	TROX VDW - H, velikost 625 x 24	ks	1
1.3.	Potrubí		
	Kruhové SPIRO potrubí:		
1.3.1.	Ø160	ks	5
1.3.2.	Ø160	bm	4
1.3.3.	Ø250	bm	30
	Flexibilní zvukově izolační SONOFLEX potrubí:		
1.3.5.	Ø80	bm	1
1.3.6.	Ø125	bm	3
1.3.7.	Ø160	bm	7
1.3.8.	Ø200	bm	17,5
1.3.9.	Ø250	bm	15
1.4.	Regulační klapky:		
	Regulační klapka kruhová		
	RKT Ø80	ks	1
	RKT Ø125	ks	2
	RKT Ø160	ks	6
	RKT Ø200	ks	16
	RKT Ø250	ks	22
1.5.	Požární klapky		
	Požární klapka čtyřhranná, mechanická	ks	4
1.6.	Potrubí:		
	Čtyřhranné potrubí z pozinkovaného plechu, do obvodu vč.oblouků:		
	900mm	bm	2,5

	1120 mm	bm	1
	1210mm	bm	2
	1260mm	bm	1,9
	1340mm	bm	1,4
	1400mm	bm	4
	1530mm	bm	0,5
	1600mm	bm	5,1
	1700mm	bm	2,3
	1890 mm	bm	6,6
	2060mm	bm	20
	2710mm	bm	12
	2900 mm	bm	29
	3000 mm	bm	18
	3120mm	bm	6
	3600 mm	bm	74
	4100 mm	bm	2
	tvarovky se zúžením a přírupou pro kruhovou RK, atypy	ks	24
1.7.	Tlumiče:		
	Mart kulisový, 1400 x 800 x 10000	ks	1
	Mart kulisový, 1400 x 800 x 10000	ks	1
1.8.	el. dohříváč	ks	1
SPECIFIKACE PRVKŮ NENAHRADUJE DODAVATELSKOU (VÝROBNÍ) DOKUMENTACI, KTEROU SI JE POVINNEN VYPRACOVAT DODAVATEL. TECHNICKÁ ZPRÁVA JE NEDÍLNOU SOUČÁSTÍ PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE. MATERIÁLY A KOMPONENTY POPSANÉ V PROJEKTU URČUJÍ STANDARD, JE MOŽNÉ JE ZAMĚNIT ZA JINÉ SHODNÝCH VLASTNOSTÍ A PARAMETRŮ PŘI ODSOUHLASENÍ PROJEKTANTEM A INVESTOREM.			

## B. VÝKRESOVÁ ČÁST

### D.1.1 ARCHITEKTONICKÉ A STAVEBNĚ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

D.1.1.01	PŮDORYS 2NP - BOURACÍ PRÁCE
D.1.1.02	PŮDORYS 2NP - NÁVRHOVÝ STAV
D.1.1.03	SVISLÝ ŘEZ - BOURACÍ PRÁCE
D.1.1.04	SVISLÝ ŘEZ - NÁVRHOVÝ STAV
D.1.1.05	DETAIL OSAZENÍ OKNA

### D.1.4 VZDUCHOTECHNIKA, VYTÁPĚNÍ A CHLAZENÍ

D.1.4.01	JEDNOČAROVÉ SCHÉMA
D.1.4.02	PŮDORYS 2NP
D.1.4.03	SVISLÉ ŘEZY
D.1.4.04	PŮDORYS STROJOVNY VZT
D.1.4.05	FUNKČNÍ SCHÉMA VZT č. 1
D.1.4.05	FUNKČNÍ SCHÉMA VZT č. 2

Pozn.:

Výkresová část D.1.1 A D.1.4 jsou přiloženy samostatně.

Informace a výpočty, které jsou nedílnou součástí technické zprávy a nejsou uvedeny v technické zprávě, nejsou uvedeny ani jako přílohy technické zprávy, jsou obsaženy v části B – výpočtová část.