



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STAVEBNÍ**  
**ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

**VZDUCHOTECHNIKA SOKOLOVNY**  
AIR CONDITION OF CULTURAL CENTER

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**LUKÁŠ BĚLEHRÁDEK**

**VEDOUcí PRÁCE**  
SUPERVISOR

**Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.**

BRNO 2016





# 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** Lukáš Bělehrádek

**Název** Vzduchotechnika sokolovny

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

**Datum zadání  
bakalářské práce** 30. 11. 2015

**Datum odevzdání  
bakalářské práce** 27. 5. 2016

V Brně dne 30. 11. 2015

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

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

## **Podklady a literatura**

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

## **Zásady pro vypracování**

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu

B. Výpočtová část

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

průtoky vzduchu, tlakové poměry

distribuce vzduchu,

dimenzování potrubí a tlaková ztráta,

úpravy vzduchu, návrh VZT jednotek (hx diagramy),

útlum hluku

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

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

**Abstrakt**

Cílem bakalářské práce je navrhnout vzduchotechnické zařízení sokolovny. V teoretické části jsou obecně popsány procesy zpětného získávání tepla a následně druhy zařízení pro zpětné získávání tepla ve vzduchotechnice. V praktické části bakalářské práce je řešen návrh vzduchotechniky pro sál se vstupním vestibulem a hospodu. Jsou navrženy dvě vzduchotechnické jednotky pro chlazení a teplovzdušné vytápění. Poslední část bakalářské práce tvoří projektová dokumentace vzduchotechniky sokolovny.

**Klíčová slova**

Zpětné získávání tepla, zařízení pro zpětné získávání tepla ve vzduchotechnice, vzduchotechnika, tepelná bilance, distribuce vzduchu.

**Abstract**

The aim of the bachelor thesis is to design an air condition of cultural center. The theoretical part describes processes of heat recovery in general, followed by description of various heat recovery ventilation systems in airconditioning. Design of an air condition for a multipurpose hall with an entrance hall and a pub is dealt with in the practical part of the thesis. The design consists of two air-conditioning units for cooling, and for warm air heating. The last part of the thesis consists of design documents for the air condition of cultural center.

**Keywords**

Heat recovery, heat recovery ventilation systems in air-conditioning, heating, ventilating and air conditioning, heat balance, air distribution.

...



### **Bibliografická citace VŠKP**

Lukáš Bělehrádek *Vzduchotechnika sokolovny*. Brno, 2016.121 s., 34 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Olga Rubinová, Ph.D.





**Prohlášení:**

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

V Brně dne 27.5.2016

.....  
podpis autora  
Lukáš Bělehrádek



**Poděkování:** Děkuji Ing. Olze Rubinové, Ph.D. za její vstřícnost, cenné rady, připomínky a za její přístup, díky kterému bylo poskytnutí konzultací komplexní a velmi přínosné. Také děkuji své rodině za podporu.



# OBSAH

ÚVOD.....	17
<b>A. TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>18</b>
A.1 ZPĚTNÉ ZÍSKÁVÁNÍ TEPLA VE VZDUCHOTECHNICE .....	19
A.1.1 ÚVOD .....	19
A.1.2 DRUHY ZAŘÍZENÍ ZZT .....	20
A.1.2.1 REKUPERAČNÍ .....	20
A.1.2.2 REGENERAČNÍ.....	20
A.1.2.3 TEPELNÁ ČERPADLA .....	20
A.2 ÚČINNOST ZZT .....	20
A.3 REKUPERAČNÍ VÝMĚNÍKY PRO ZPĚTNÉ ZÍSKÁVÁNÍ TEPLA.....	21
A.3.1 DESKOVÝ VÝMĚNÍK TEPLA.....	21
A.3.2 LAMELOVÉ VÝMĚNÍKY S KAPALINOVÝM OKRUHEM.....	23
A.3.3 TEPELNÉ TRUBICE.....	24
A.4 REGENERAČNÍ VÝMĚNÍKY PRO ZPĚTNÉ ZÍSKÁVÁNÍ TEPLA.....	26
A.4.1 ROTAČNÍ VÝMĚNÍK TEPLA.....	27
A.4.2 PŘEPÍNAČÍ VÝMĚNÍK TEPLA .....	28
A.5 TEPELNÁ ČERPADLA .....	29
A.6 EKONOMICKÉ HODNOCENÍ ZAŘÍZENÍ ZZT.....	33
A.7 OBECNÝ POSTUP PŘI NÁVRHU ZAŘÍZENÍ ZZT.....	34
A.7.1 OBECNÝ POSTUP .....	35
<b>B. VÝPOČTOVÁ ČÁST .....</b>	<b>36</b>
B.1 ÚVOD – VÝPOČTOVÁ ČÁST.....	37
B.2 ANALÝZA ŘEŠENÉHO OBJEKTU .....	37
B.3 KLIMATICKÉ PODMÍNKY STAVBY .....	39
B.4 POŽADAVKY NA VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ STAVBY .....	39
B.5 VÝPOČET SOUČINITELŮ PROSTUPU TEPLA .....	40
B.6 VÝPOČET TEPELNÉ BILANCE.....	41
B.6.1 TEPELNĚ-VLHKOSTNÍ BILANCE PRO SÁL .....	41
B.6.1.1 TEPELNÁ ZÁTĚŽ.....	42
B.6.1.2 TEPELNÉ ZTRÁTY .....	47
B.6.1.3 PŘEHLED TEPELNĚ VLHKOSTNÍ BILANCE .....	48
B.6.2 TEPELNĚ VLHKOSTNÍ BILANCE PRO HOSPODU .....	49
B.6.2.1 TEPELNÉ ZTRÁTY.....	49
B.6.2.2 PŘEHLED TEPELNÉ BILANCE .....	50
B.7 PRŮTOKY VZDUCHU A TLAKOVÉ POMĚRY .....	50
B.7.1 PRŮTOKY VZDUCHU –SÁL A VSTUPNÍ VESTIBUL.....	51
B.7.2 PRŮTOKY VZDUCHU – HOSPODA .....	51
B.8 VÝBĚR DISTRIBUČNÍCH ELEMENTŮ .....	52
B.8.1 ZAŘÍZENÍ Č. 1 – TEPLOVZDUŠNÉ VYTÁPĚNÍ A KLIMATIZACE.....	52
B.8.2 ZAŘÍZENÍ Č. 2 – VĚTRÁNÍ A TEPLOVZDUŠNÉ VYTÁPĚNÍ.....	54

B.8.3	DALŠÍ PRVKY DISTRIBUCE VZDUCHU .....	56
B.9	DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ.....	57
B.9.1	SCHÉMATA PRO DIMENZOVÁNÍ.....	57
B.9.2	ZAŘÍZENÍ Č.1 – TEPLOVZDUŠNÉ VYTÁPĚNÍ A KLIMATIZACE ZÓNA 1 .....	60
B.9.2.1	PŘÍVODNÍ POTRUBÍ .....	60
B.9.2.2	ODVODNÍ POTRUBÍ.....	62
B.9.2.3	SÁNÍ VZDUCHU .....	63
B.9.2.4	VÝFUK VZDUCHU.....	64
B.9.3	ZAŘÍZENÍ Č.2 – VĚTRÁNÍ HOSPODY A HYGIENICKÉHO ZÁZEMÍ .....	65
B.9.3.1	PŘÍVODNÍ POTRUBÍ .....	65
B.9.3.2	ODVODNÍ POTRUBÍ.....	67
B.9.3.3	SÁNÍ VZDUCHU .....	69
B.9.3.4	VÝFUK VZDUCHU.....	69
B.10	NÁVRH VZT JEDNOTEK .....	70
B.10.1	VZT JEDNOTKA Č. 1.....	70
B.10.2	VZT JEDNOTKA Č. 2.....	75
B.11	ÚPRAVY VZDUCHU, H–X DIAGRAMY.....	79
B.11.1	VZT JEDNOTKA Č. 1.....	79
B.11.1.1	VÝPOČET VÝKONŮ STROJNÍCH ZAŘÍZENÍ .....	79
B.11.2	VZT JEDNOTKA Č. 2.....	82
B.12	ÚTLUM HLUKU .....	84
B.12.1	ÚTLUM HLUKU PRO ZAŘÍZENÍ Č.1 .....	85
B.12.2	ÚTLUM HLUKU PRO ZAŘÍZENÍ Č. 2 .....	93
B.13	NÁVRH IZOLACÍ.....	99
<b>C.</b>	<b>PROJEKT.....</b>	<b>101</b>
C.1	TECHNICKÁ ZPRÁVA .....	102
ÚVOD	102	
C.1.1	PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ.....	102
C.1.2	VÝPOČTOVÉ HODNOTY KLIMATICKÝCH POMĚRŮ .....	102
C.1.3	VÝPOČTOVÉ HODNOTY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ .....	103
C.2	ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ .....	103
C.2.1	HYGIENICKÉ VĚTRÁNÍ .....	104
C.2.2	TECHNOLOGICKÉ VĚTRÁNÍ A CHLAZENÍ.....	104
C.2.3	ENERGETICKÉ ZDROJE .....	104
C.3	POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ.....	104
C.3.1	ZAŘÍZENÍ Č. 1 – TEPLOVZDUŠNÉ VYTÁPĚNÍ A CHLAZENÍ .....	104
C.3.2	NUCENÉ VĚTRÁNÍ A TEPLOVZDUŠNÉ VYTÁPĚNÍ HOSPODY.....	104
C.4	NÁROKY NA ENERGIE.....	105
C.5	MĚŘENÍ A REGULACE .....	105
C.6	NÁROKY NA SOUVISEJÍCÍ PROFESE.....	105
C.6.1	STAVEBNÍ ÚPRAVY .....	105
C.6.1.1	ZAŘÍZENÍ Č. 1 TEPLOVZDUŠNÉ VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE TĚLOCVIČNY .....	105
C.6.1.2	ZAŘÍZENÍ Č. 1 TEPLOVZDUŠNÉ VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE TĚLOCVIČNY .....	105
C.6.2	SILNOPROUD .....	106
C.6.3	VYTÁPĚNÍ .....	106
C.6.4	CHLAZENÍ .....	106
C.6.5	ZDRAVOTNÍ TECHNIKA .....	106

C.7	PROTIHLUKOVÁ A PROTIOTŘESOVÁ OPATŘENÍ.....	106
C.8	IZOLACE A NÁTĚRY .....	106
C.9	PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ .....	106
C.10	MONTÁŽ, PROVOZ, ÚDRŽBA A OBSLUHA ZAŘÍZENÍ .....	106
C.11	PŘÍLOHY TECHNICKÉ ZPRÁVY.....	107
C.11.1	TABULKA ZAŘÍZENÍ.....	107
C.11.2	FUNKČNÍ SCHÉMA ZAŘÍZENÍ Č. 1 .....	107
C.11.3	FUNKČNÍ SCHÉMA ZAŘÍZENÍ Č. 2 .....	107
C.12	ZÁVĚR.....	107
C.13	TECHNICKÁ SPECIFIKACE .....	111
	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>113</b>
	<b>D. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....</b>	<b>114</b>
	<b>E. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ .....</b>	<b>116</b>
	<b>F. SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....</b>	<b>118</b>
	<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>121</b>
A.	VÝKRESY .....	121
A.1	VÝKRES Č. 1 – PŮDORYS 1. NP, ŘEZ A-A', B-B', .....	121
A.2	VÝKRES Č. 2 – PŮDORYS 2. NP', ŘEZ C-C', D-D', E-E' .....	121





## ÚVOD

Bakalářská práce se zabývá návrhem vzduchotechniky pro objekt sokolovny. Cílem je navrhnout dvě až tři vzduchotechnické zařízení do zadaného objektu a vypracovat projekt na úrovni prováděcího projektu.

Bakalářská práce je rozdělena na tři části: teoretickou, výpočtovou a projekční. Tématem teoretické části je zpětné získávání tepla. Zařízení pro zpětné získávání tepla se stává nedílnou součástí vzduchotechnický jednotek. Proto je nutná znalost v oblasti zpětného získávání tepla, jako například princip, druhy zařízení, ekonomická výhodnost, nebo postup pro návrh zařízení. Tyto znalosti byly využity ve výpočtové části této bakalářské práce.

Ve druhé části je praktický návrh vzduchotechniky sokolovny. Tato část obsahuje všechny výpočty důležité pro správný návrh vzduchotechnického systému. Jedná se zejména o tepelné bilance, průtoky vzduchu, dimenze potrubí, útlum hluku.

V poslední části je zpracován projekt. Projekt je zpracován na úrovni prováděcího projektu. Tato část obsahuje technickou zprávu, položkovou specifikaci a výkresy navržených vzduchotechnických zařízení.

## **A. TEORETICKÁ ČÁST**

## A.1 Zpětné získávání tepla ve vzduchotechnice

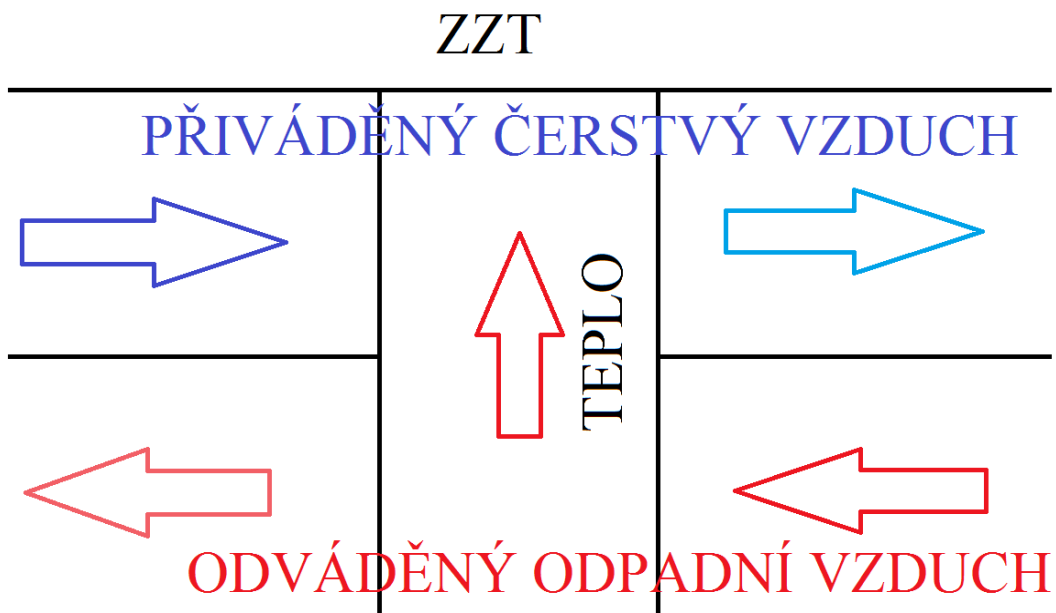
### A.1.1 Úvod

S rostoucím zájmem odborníků i laické veřejnosti o úsporu energie, roste i pozornost o zpětné získávání tepla ve vzduchotechnice. Z důvodu rostoucích cen energií a z důvodu ochrany životního prostředí. Tyto důvody jsou zohledněny v normě ČSN 73 0540-2, kde jsou uvedeny podmínky za jakých je povinnost vybavit vzduchotechnické zařízení zpětným získáváním tepla s ověřenou celkovou účinností nejméně 60%.

*Pokud je u novostaveb z hygienických a provozních důvodů celková intenzita výměny vzduchu v budově větší než  $n = 2 \text{ h}^{-1}$  po dobu nejméně 8 hodin denně, požaduje se osazení účinného zařízení ke zpětnému získávání tepla z odpadního vzduchu, s ověřenou celkovou účinností nejméně 60 %. Pokud nelze takové zařízení prokazatelně použít, doporučuje se v rámci energetické bilance budovy provést taková opatření, která zajistí nejméně shodné snížení potřeby tepla na provoz budovy, je-li to v konkrétních podmínkách možné.*

*Pokud je celková intenzita výměny vzduchu v budově větší než  $n = 1 \text{ h}^{-1}$ , osazení zařízení ke zpětnému získávání tepla z odpadního vzduchu se doporučuje. (1)*

Zpětné získávání tepla je proces, při kterém je odebíráno teplo z odváděného odpadního vzduchu a je předáváno do přivodního čerstvého vzduchu přiváděného do místnosti. Proces probíhá ve vzduchotechnické jednotce v zařízení pro zpětné získávání tepla. Zpětné získávání tepla může být přímé (vzduch – vzduch) nebo pomocí teplonosné látky. Většinou se jedná o předávání citelného tepla, ale některá zařízení umožňují i přenos vlhkosti tj. tepla vázaného. Pro zařízení ZZT přenášející jak citelné tak vázané teplo se někdy používá název entalpické výměníky.



Obrázek A.1-1 Princip zpětného získávání tepla

## A.1.2 Druhy zařízení ZZT

Zařízení ZZT je možné rozdělit do tří skupin podle způsobu přenosu tepla na:

- rekuperační,
- regenerační,
- tepelná čerpadla.

### A.1.2.1 Rekuperační

Teplo mezi přiváděným a odváděným vzduchem se předává přímo přes stěnu. Typickým příkladem rekuperační jednotky ZZT patří zejména deskové a trubkové výměníky.

### A.1.2.2 Regenerační

Teplo odváděného vzduchu se předá do akumulární hmoty a z ní se pak uvolňuje do přiváděného vzduchu. Mezi regenerační jednotky ZZT patří rotační a přepínací výměníky.

### A.1.2.3 Tepelná čerpadla

Teplo se předává pomocí kapalinového oběhu.

## A.2 Účinnost ZZT

Účinnost ZZT vyjadřuje s jakou účinností je výměník schopen předat teplo z odváděného vzduchu do přiváděného vzduchu. Účinnost může být ovlivněna dimenzováním a provozem. Základním parametrem je velikost teplosměnné plochy, tím i velikost výměníku. Čím větší výměník použijeme, tím větší bude účinnost a nižší tlakové ztráty a opačně. Definice účinnosti je definována pomocí teplot, ale ovlivňuje ji i poměr mezi množstvím přiváděného a odváděného vzduchu. (2)

Výpočet účinnosti:

$$\varphi = \frac{t_{e2} - t_{e1}}{t_{i1} - t_{e1}} \quad [-] \quad (1.1)$$

Kde:

$t_{e1}$  – teplota přiváděného vzduchu před výměníkem

$t_{e2}$  – teplota přiváděného vzduchu za výměníkem

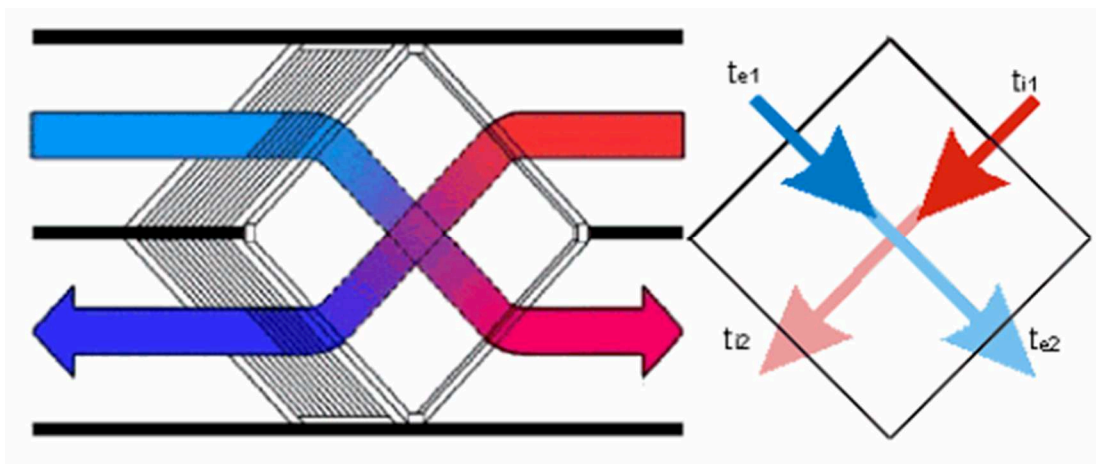
$t_{i1}$  – teplota odváděného vzduchu před výměníkem

Dalším parametrem ovlivňující účinnost je vlhkost a kondenzace odváděného vzduchu. Pokud má odváděný vzduchu vyšší vlhkost, roste teplota rosného bodu a tím i riziko kondenzace vody. Při kondenzaci se předává i vázané výparné teplo a roste součinitel přestupu tepla stěny výměníku.

## A.3 Rekuperační výměníky pro zpětné získávání tepla

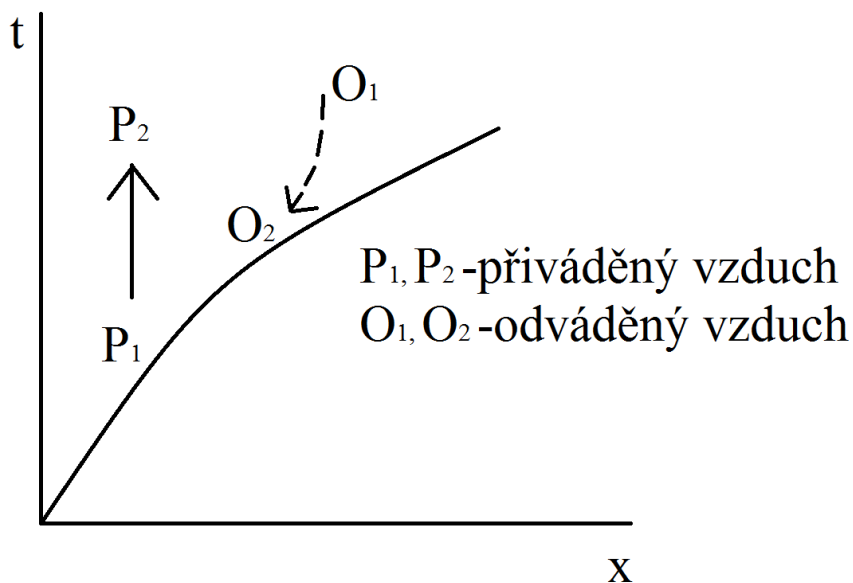
### A.3.1 Deskový výměník tepla

Deskový výměník tepla je nejpoužívanější typ výměníku pro ZZT v zařízeních s menším průtokem vzduchu. Deskový výměník tvoří soustava teplosměnných desek, kterými střídavě proudí teplý a chladný vzduch. Provedení tohoto výměníku může být vertikální nebo horizontální. Hlavní výhodou výměníku je oddělení přívodního a odváděného vzduchu, díky tomu lze zařízení využívat i pro znečištěná prostředí. Další výhodou je, že může docházet ke kondenzaci, která zvyšuje účinnost rekuperace. (3)



Obrázek A.3-1 Deskový výměník s kolmým křížením proudů (2)

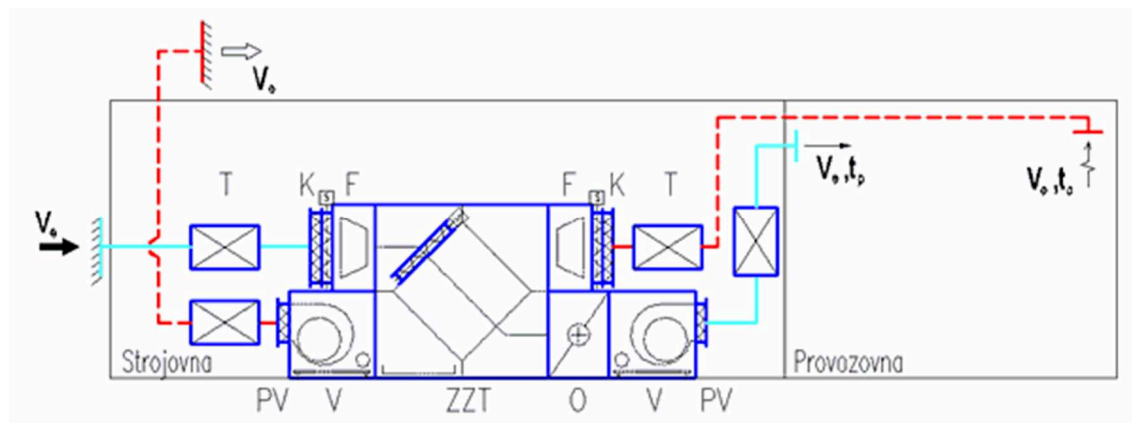
Konstrukce deskového výměníku může být z různých materiálů, nejčastěji používané materiály jsou nerez, ocel, hliník nebo plasty. Desky bývají spojeny slepením, mechanicky, sletováním, svařením nebo výjimečně i sešroubováním. Profil desek a šířka průduchu bývá podle předpokládaného znečištění proudícího vzduchu. Provedení výměníku bývá s kolmým křížením proudů. Na straně výstupu odpadního vzduchu musí být opatřen eliminátorem kapek a kondenzační vanou pro odvod kondenzátu.



Obrázek A.3-2 hx diagram úpravy vzduchu v deskovém výměníku

Na obrázku A.3-2 je znázorněna výměna tepla mezi přívodním a odvodním vzduchem. Přívodní vzduch je nasáván z exteriéru. V deskovém výměníku dojde k předání tepla z odvodního vzduchu do příváděného vzduchu pomocí teplosměnné plochy. Vzduch z exteriéru je oteplen a vzduch z interiéru je ochlazen.

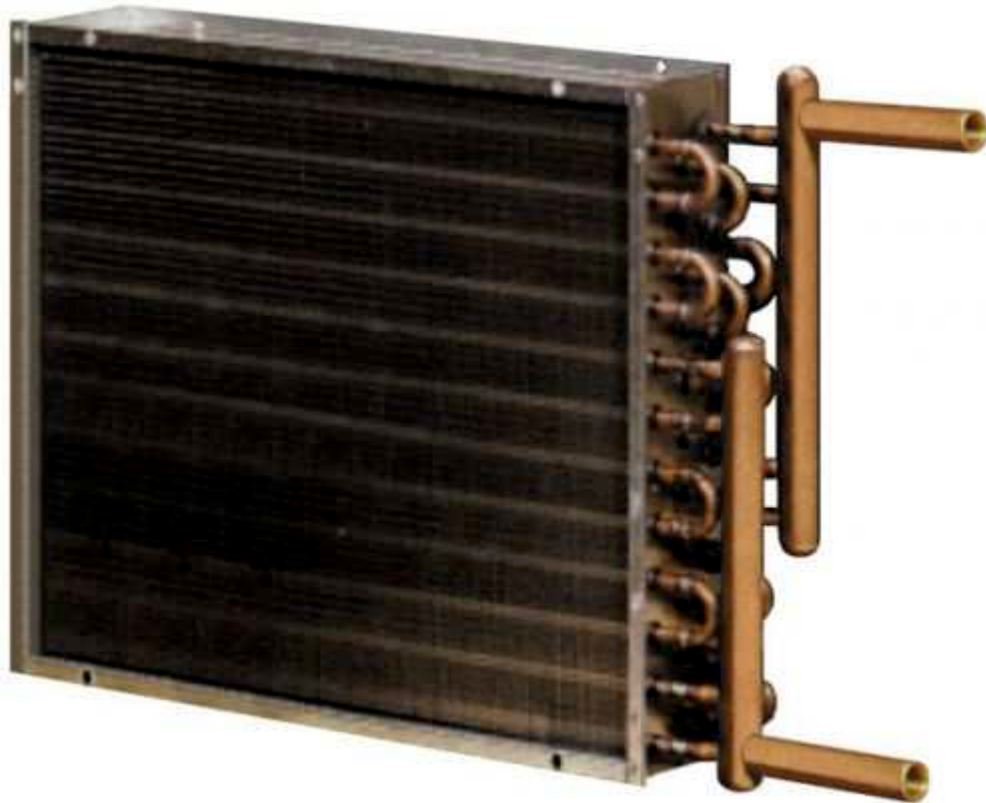
Obvyklá tepelná účinnost dosahuje podle provedení 50-80%. Ke zvětšení účinnosti lze deskové výměníky smáčct vodou. Na sprchované ploše dochází k odpařování vody a potřebné teplo se odnímá vzduchu proudícímu podél druhé strany desek výměníku.



Obrázek A.3-3 Zapojení deskového výměníku do vzduchotechnické jednotky (4)

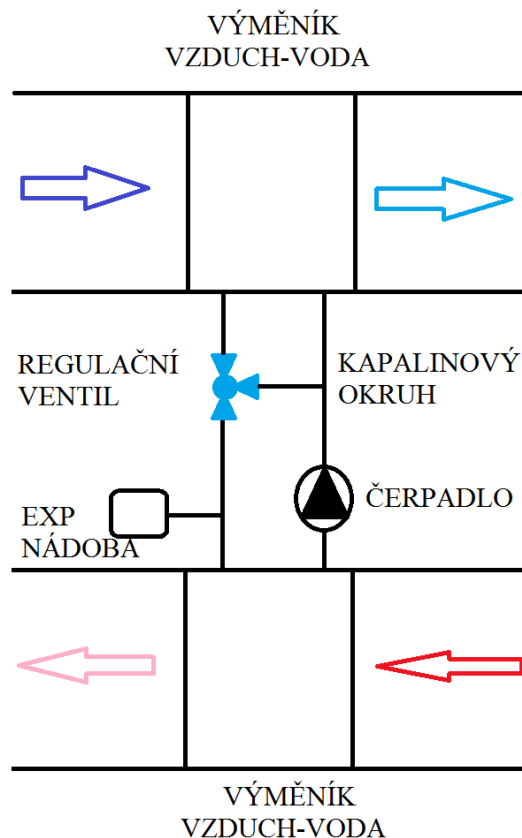
### A.3.2 Lamelové výměníky s kapalinovým okruhem

Lamelový výměník s kapalinovým okruhem je méně využívaný typ výměníku pro zpětné získávání tepla. Je vhodný především tam, kde není možné zajistit vedení odvodní a přívodní části vzduchotechnické jednotky v těsné blízkosti, tudíž není možné použít výměnu vzduch-vzduch. Oba proudy vzduchu jsou od sebe odděleny a mohou být od sebe vzdáleny na větší délku, protože teplo se přenáší prostřednictvím teplotonosné látky. Výhodné použití může být v případě velmi znečištěného vzduchu. Znečištění se nemůže přenést do přiváděného vzduchu. (3)

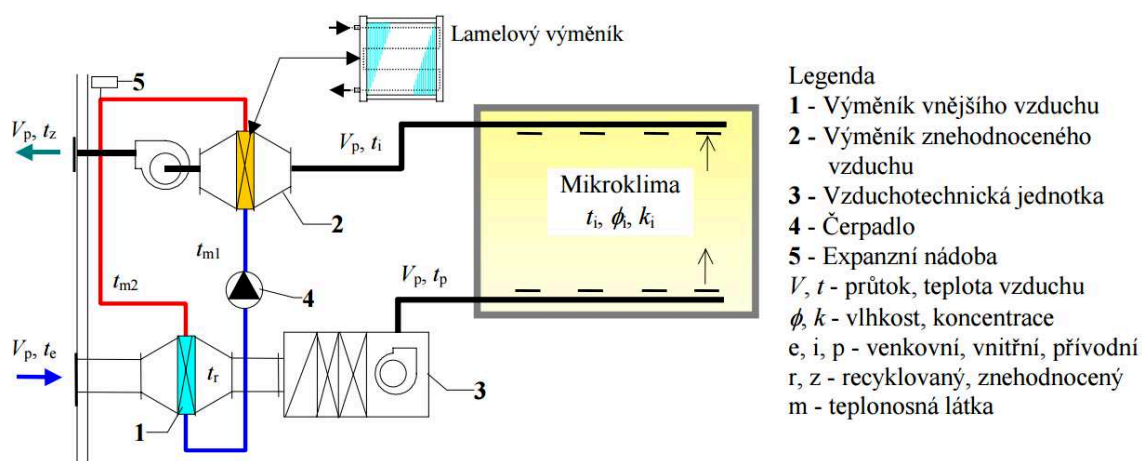


Obrázek A.3-4 Lamelový výměník (5)

Přenos tepla je umožněn díky dvěma výměníkům tepla umístěným v jednotlivých větvích vzduchotechnické jednotky. Mezi výměníky je kapalinový okruh. Částmi kapalinového okruhu jsou potrubí, čerpadlo, regulační ventil a expanzní nádoba. Jako teplotonosná látka se používá směs vody a glykolu, která cirkuluje mezi výměníky. Na obrázku A.3-6 je schéma zapojení. Tyto systémy dosahují účinnosti až 90%. S takto vysokou účinností je zařízení vhodné i pro zpětné získávání chladu, kdy nejsou takové rozdíly teplot (například 32/26°C).



Obrázek A.3-5 Princip ZTT s lamelovými výměníky a kapalinovým okruhem



Obrázek A.3-6 Schéma VZT jednotky s lamelovými výměníky (6)

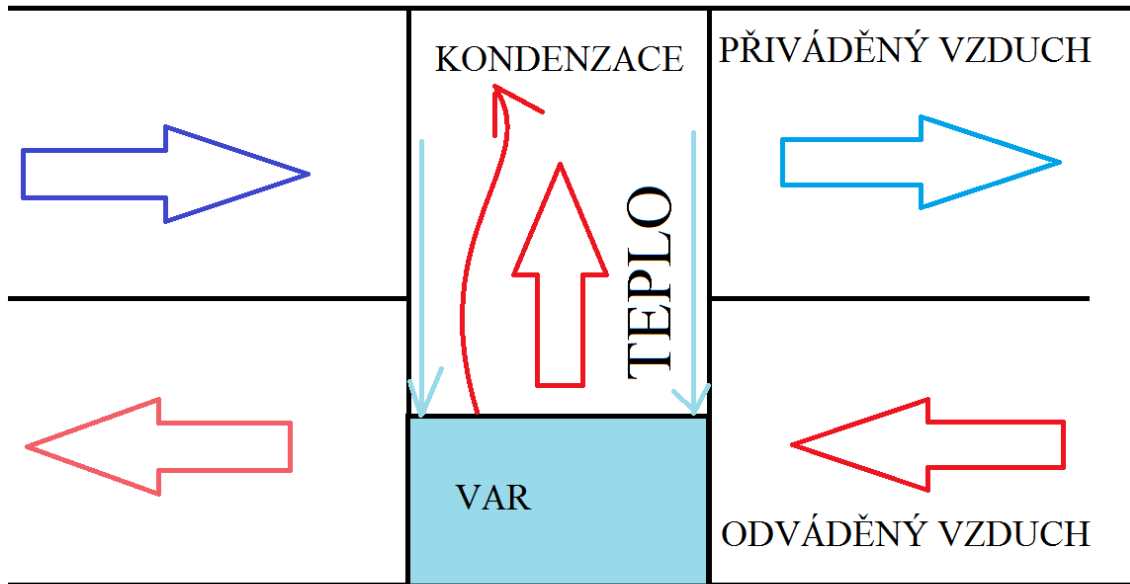
### A.3.3 Tepelné trubice

Princip zpětného získávání tepla pomocí tepelných trubec pracuje na základě skupenských změn kapaliny v trubicích. Základním prvkem zařízení je tepelná trubice s chladivem. Spodní část trubice je v prostoru odváděného teplého vzduchu. Kvůli teplému vzduchu dojde k vypaření chladiva. Vypařené chladivo se přemísť do horní části trubice, kolem které proudí přiváděný studený vzduch. Studený vzduch způsobuje kondenzaci páry a tím se ohřeje. Zkondenzované



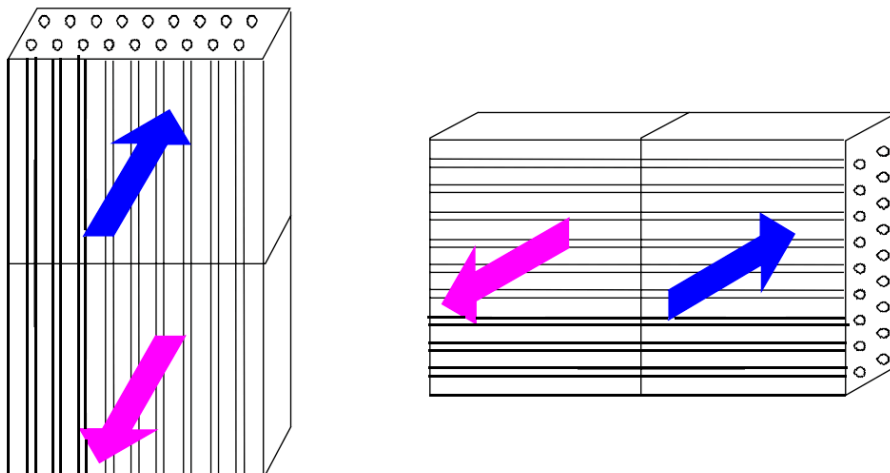
chladiivo opět steče dolů. Celý proces se opakuje stále dokola. Pro správné fungování přenosu tepla je nutné zvolení chladiva, které má optimální teploty vypařování a kondenzace. (3)

### TEPELNÁ TRUBICE



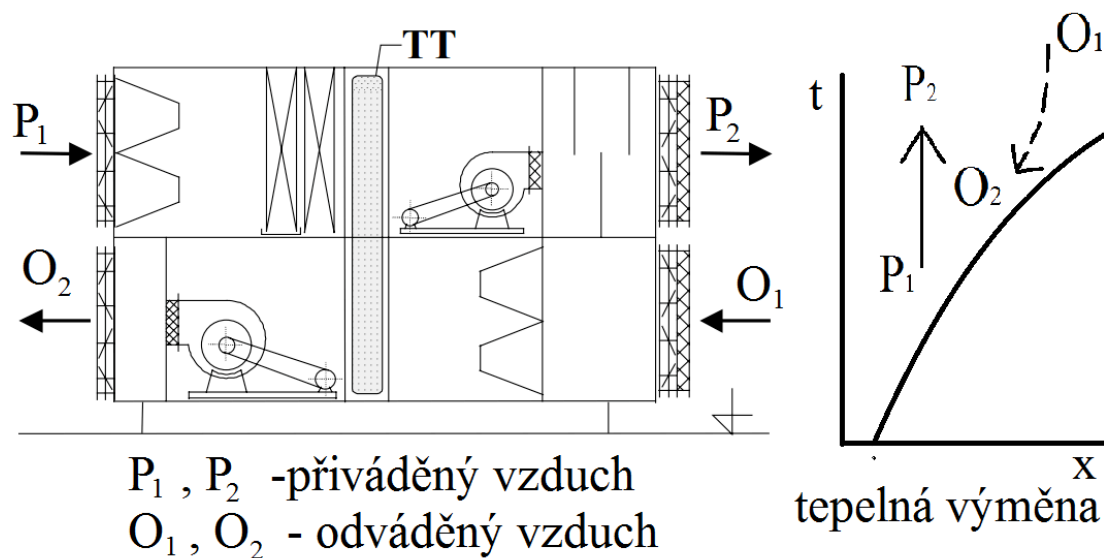
Obrázek A.3-7 Schéma tepelné trubice

Zařízení s tepelnými trubicemi se provádí ve svislé nebo vodorovné variantě. Při vodorovném provedení se k přenosu chladiva využívá kapilárních sil. Svisle provedení využívá gravitačních sil. Trubice bývají vyrobeny z měděných nebo hliníkových trubek. Pro zvětšení účinnosti se trubice opatřují žebrováním pro zvětšení teplosměnné plochy.



Obrázek A.3-8 Typy tepelných trubic – vodorovné nebo svislé

Využívání výměníků tepla s tepelnými trubice je vhodné pro znečištěné provozy, kde nemůže dojít ke kontaktu přiváděného a odváděného vzduchu. Vzduch může být znečištěn například prachem, pachem, oleji, atp. Schéma zapojení ve vzduchotechnické jednotce společně s hx diagramem na obrázku A.3.-9



Obrázek A.3-9 Zapojení ve VZT jednotce a tepelná výměna (6)

#### A.4 Regenerační výměníky pro zpětné získávání tepla

Základním prvkem zařízení je regenerační výměník. Ten zprostředkovává přenos tepla. Přenos tepla je umožňován akumulací hmotou, která je opakovaně ohřívána a ochlazována proudícím vzduchem. U regeneračních výměníků dochází k přenosu tepla citelného i vázaného. Výměníky dosahují nejvyšších účinností, avšak není možné je použít do znečištěných provozů, kvůli kontaktu přiváděného a odváděného vzduchu. Účinnost tohoto výměníku je nejvyšší z důvodu největší teplosměnné plochy tvořenou systémem kanálků. (2)



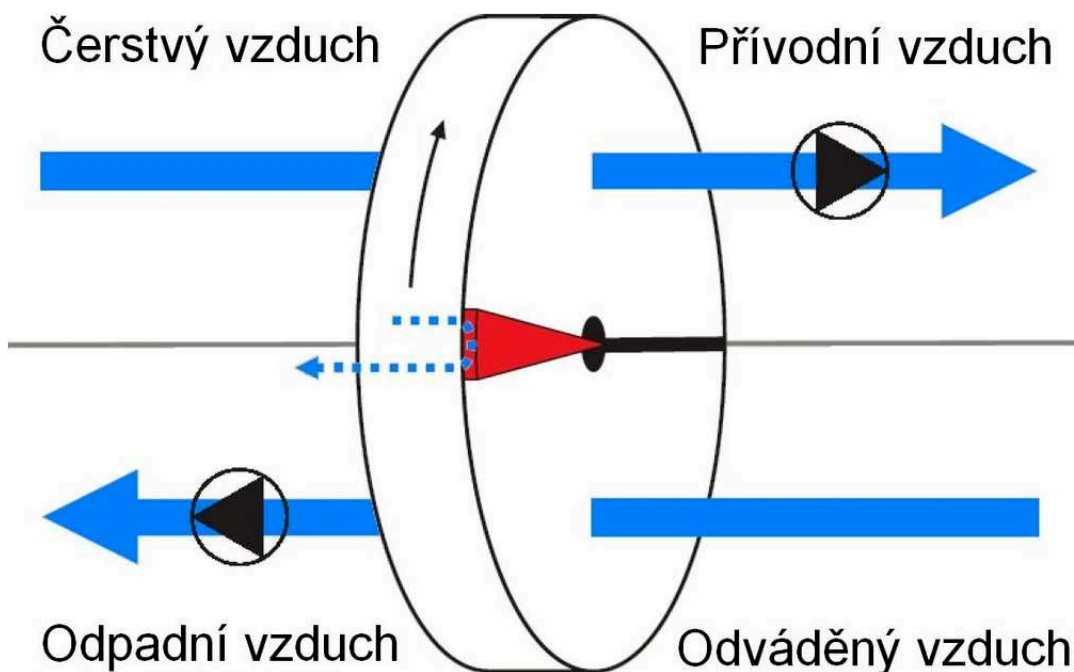
Obrázek A.4-1 Akumulační hmota regeneračního výměníku (8)

Regenerační výměníky se dělí na dva typy:

- rotační,
- přepínací.

#### A.4.1 Rotační výměník tepla

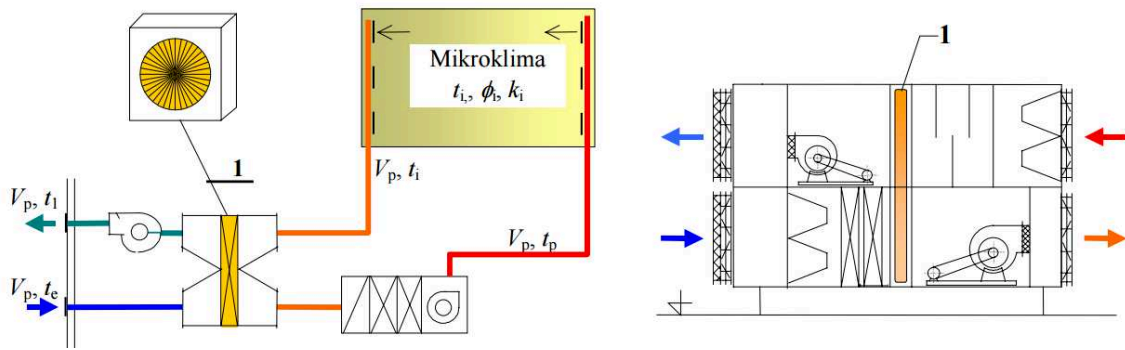
V rotačním výměníku tepla je směr proudění vzduchu stálý a akumulční hmota mění svou polohu. Akumulační hmota je obvykle z vlnitých hliníkových plechů s tloušťkou 0,8-1,2mm stáčených do tvaru kotouče v kovovém rámu, společně tvoří rotor. Tato hmota tvoří malé kanálky, kterými proudí vzduch. Rotor je rozdělen svisle nebo vodorovně na dvě poloviny. Jednou polovinou proudí odpadní vzduch, který ohřívá akumulční hmotu a druhou polovinou proudí přívodní vzduch, který je ohříván a ochlazuje tuto hmotu. Rotor se otáčí rychlostí 10-20 otáček za minutu. Otáčení rotačního výměníku zajišťuje elektromotor, je možné i s regulací otáček.



Obrázek A.4-2 Zobrazení přiváděného a odváděného vzduchu v rotačním výměníku (6)

Ve výměníku je nutné udržovat o něco vyšší průtok přiváděného vzduchu oproti průtoku odváděného z důvodu netěsností v konstrukci a z důvodu správné funkce čistící zóny. Čistící zóna je profukována přívodním vzduchem. Tato zóna je zobrazena na obrázku A.4-2.

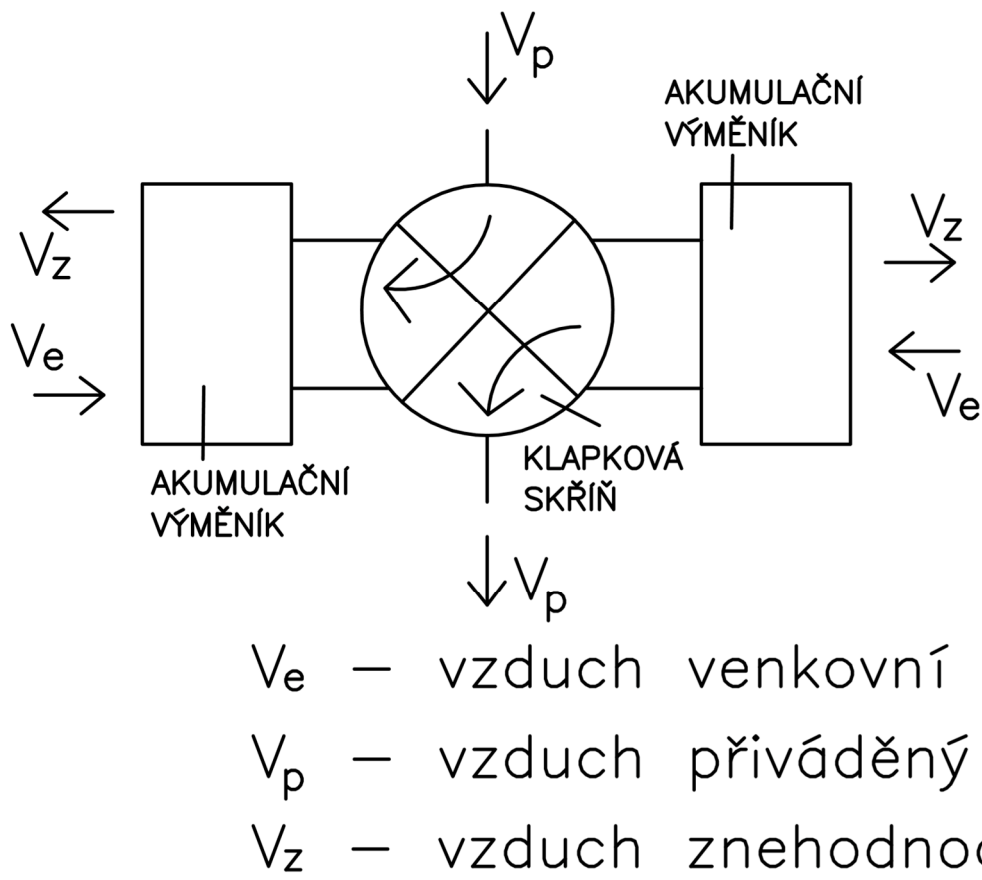
Výhodou výměníku je poměrně úzké provedení oproti jiným druhům. Při osazení do jednotky s velkými vzduchovými výkony je možné zařadit více výměníků paralelně vedle sebe. Výměník lze využít při adsorpčním odvlhčování, pokud se rotor pokryje hygroskopickým.



Obrázek A.4-3 Schéma umístění rotačního výměníku ve VZT jednotce (6)

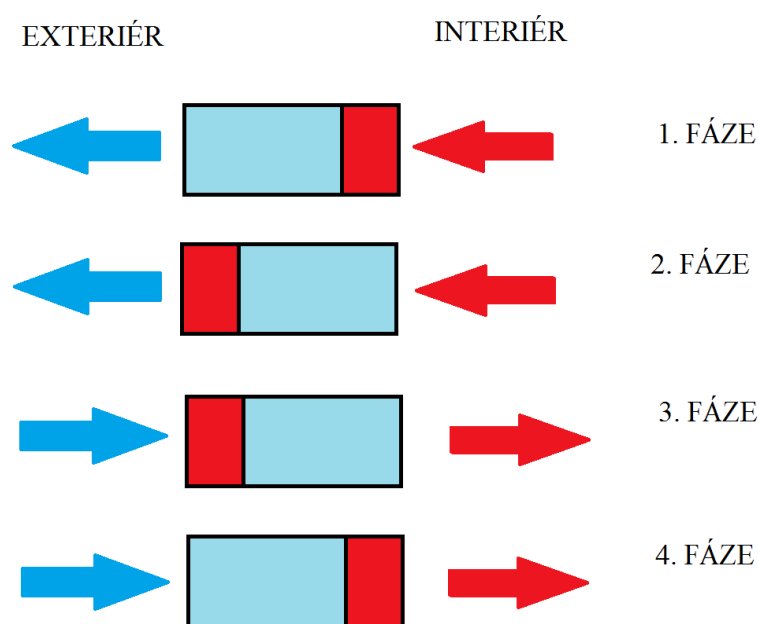
### A.4.2 Přepínací výměník tepla

Přepínací výměník tepla funguje na podobném principu jako rotační výměník. Zásadní rozdíl je v pohybu akumulární hmoty a proudění vzduchu. U přepínacího výměníku je akumulární hmota osazena ve stálé poloze a mění se proudění vzduchu. Směr proudění zajišťuje klapka, která je ovládána automatickou regulací v závislosti na teplotách. Proudící odpadní vzduch přes akumulární hmotu ji zahřívá, následně klapka přepne proudění a stejným místem začne proudit čerstvý přírodní vzduch, který je ohříván. (3)



Obrázek A.4-4 Schéma přepínacího výměníku se dvěma akumulárními výměníky

Přepínací výměníky mají jeden nebo dva akumulární výměníky. V případě dvou akumulárních výměníků je jeden ohříván a druhý ochlazován. Po ochlazení se přepne klapka a proces se obrátí. Tento proces se to neustále opakuje. Tyto výměníky dosahují vysokých účinností až 90%, ale jejich konstrukce je dost složitá a navíc má velké rozměry. U těchto výměníků není možné zabránit přenosu škodlivin z odpadního vzduchu na přívodní, proto je vhodné použití jen v provozech, kde vzduch není znečištěn. K přenosu dochází zejména při přepínání klapky, kdy se část odpadního vzduchu dostane do přívodu.



Obrázek A.4-5 Přepínací výměník s jedním akumulárním výměníkem

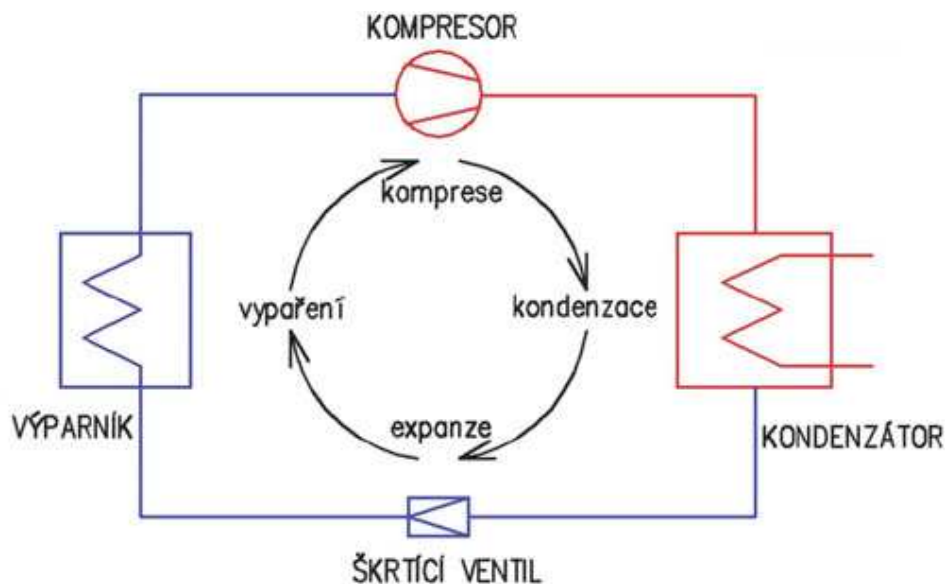
Provoz přepínacího výměníku pouze s jedním akumulárním výměníkem nemůže souběžně přivádět a odvádět vzduch. Jeho provoz se dělí na čtyři fáze, které jsou zobrazeny na obrázku A.4-5. V první fázi se odvádí vzduch z místnosti a akumuluje se teplo. Ve druhé fázi už je akumulátor ohřátý a dochází ke změně proudění. Třetí fáze znázorňuje přivádění a ohřívání vzduchu z exteriéru. Až akumulátor předa všechno teplo je zase studený, nastává fáze čtvrtá, kdy se opět mění směr proudění. Tyto fáze se stále opakují. Jeden cyklus trvá přibližně 150 vteřin.

## A.5 Tepelná čerpadla

Tepelná čerpadla patří k nejnákladnějším řešením zpětného získávání tepla. Jejich provoz se vyplatí v případě levné energie k pohonu čerpadla. Přenos tepla je zajištěn pomocí cirkulace chladiva. Chladivo prochází skupenskými změnami z důvodu změn tlaků a teplot v oběhovém okruhu chladiva.

Oběhový okruh tepelného čerpadla obsahuje čtyři prvky:

- kondenzátor,
- výparník,
- kompresor,
- škrťací ventil.

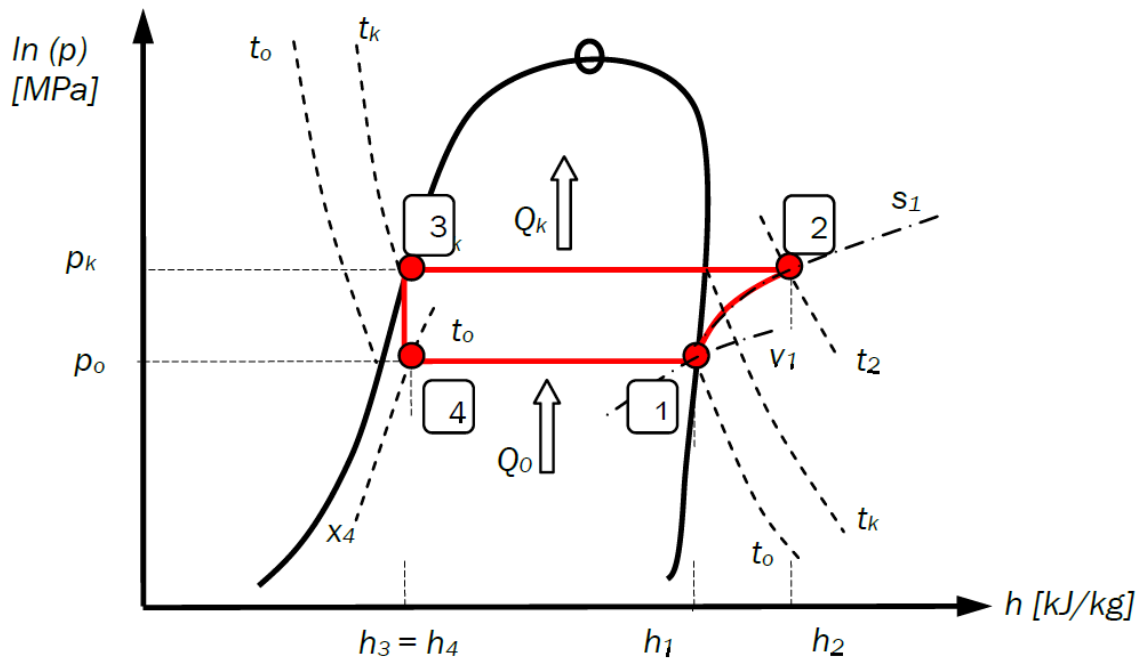


Obrázek A.5-1 Princip tepelného čerpadla

V oběhovém okruhu tepelného čerpadla dochází k mnoha dějům. V okruhu cirkuluje chladicí kapalina, která v průběhu mění své skupenství za vlivu teploty a tlaku. Kompresor zajišťuje cirkulaci chladiva a stlačuje plyn, tím zvyšuje teplotu a tlak. Chladivo ve formě plynu o vysokém tlaku a teplotě vstupuje do kondenzátoru. Zde předává teplo do okolí, tím se ochladí a zkondenzuje. Dále postupuje kapalina o vysokém tlaku a teplotě, která projde škrťacím ventilem, kde dojde k náhlému snížení tlaku a teploty. Chladná kapalina postupuje přes výparník, kde přijímá teplo z okolí. Zvýšením teploty dojde k vypaření. Z výparníku jde plyn opět do kompresoru. Tento cyklus se neustále opakuje.

Systém pracuje na principu obráceného Carnotova cyklu. Carnotův cyklus je levotočivý kruhový děj, který pracuje s ideálním plynem, je idealizovaný a nerealizovatelný a má nejvyšší účinnost. Slouží pro srovnání účinností reálných cyklů. Skládá se z dějů adiabatická komprese, izotermická komprese, adiabatická expanze a adiabatická expanze.

Pro zobrazení dějů lze použít Mollierův diagram viz obrázek A.5-2



Obrázek A.5-2 Mollierův diagram převzato z přednášek (10)

Děje zobrazené v diagramu na obrázku A.5-2.

Adiabatická komprese probíhá z bodu 1 do bodu 2, izotermická komprese z bodu 2 do bodu 3, adiabatická expanze z bodu 3 do bodu 4 a adiabatická expanze z bodu 4 do bodu 1.

Pro výpočet topného/chladicího faktoru oběhu je nutné stanovit hmotnostní průtok chladiva a příkon kompresoru. (10)

Hmotnostní průtok

$$m = \frac{Q_o}{h_1 - h_4} \quad [\text{kg/s}] \quad (1.2)$$

Příkon kompresoru

$$P_{ie} = m \cdot (h_2 - h_1) \quad [\text{W}] \quad (1.3)$$

Po zjištění těchto dvou hodnot už je možné vypočítat topný/chladicí faktor oběhu, pro který se používá zkratka COP (Coefficient of performance). Topný faktor udává energetickou účinnost zařízení. Je to poměr mezi vyprodukovaným teplem a spotřebovanou energií. Hodnota COP se pohybuje v rozmezí 2 – 7. Pokud máme topný faktor například 5, znamená to, že čerpadlo vyrobí 5x více energie, než je množství energie dodané. (10)

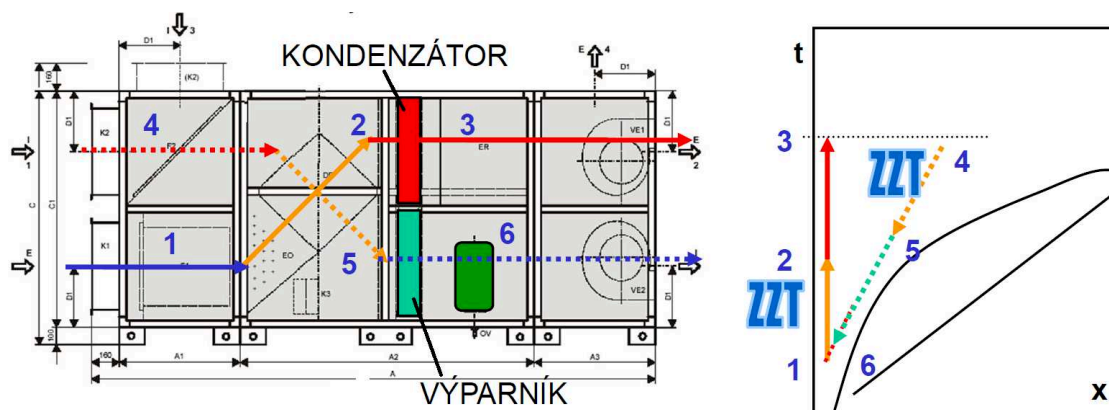
Topný/chladicí faktor

$$\varepsilon = \frac{Q_o}{P_{ie}} \quad [-] \quad (1.4)$$

Výkon kondenzátoru

$$Q_k = m \cdot (h_2 - h_3) \quad [W] \quad (1.5)$$

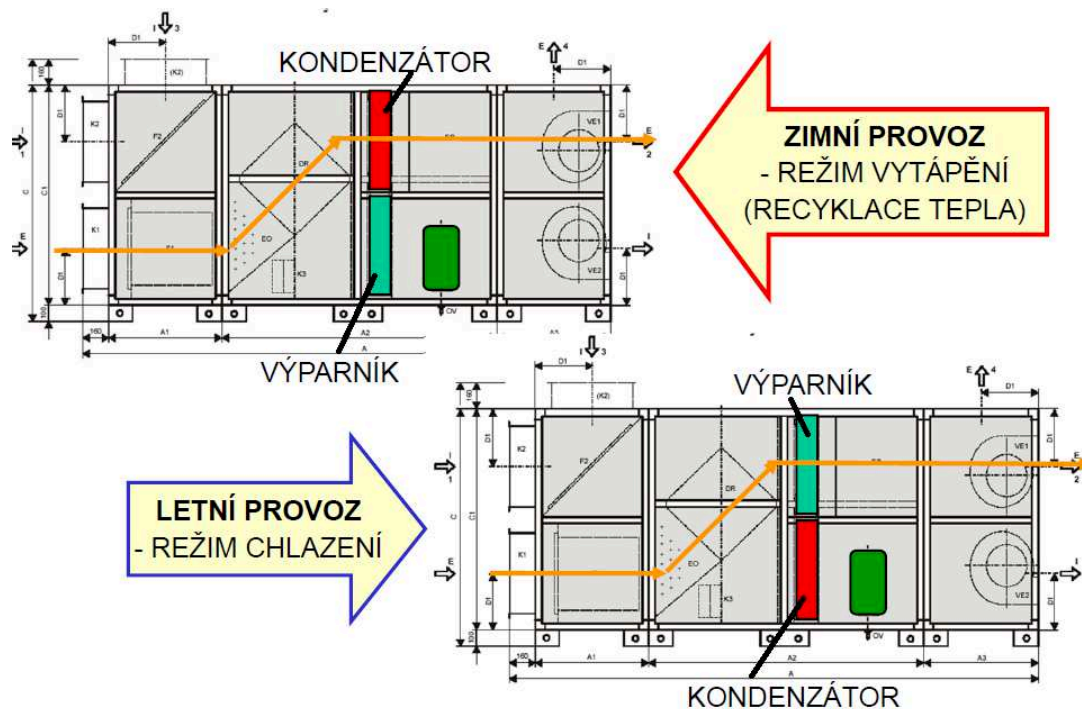
Ve vzduchotechnice se tepelné čerpadlo nevyužívá samostatně, ale například v kombinaci s deskovým výměníkem. Díky kombinaci je možné získat ještě větší účinnost při zpětném získávání tepla.



Obrázek A.5-3 Zapojení tepelného čerpadla v kombinaci s deskovým výměníkem (11)

Tepelná čerpadla se využívají jak pro ohřev, tak pro ochlazování. Je to možné díky reverznímu chodu čerpadla, kdy se přepne chod látky a místo získávání tepla dojde k získávání chladu. Dojde k záměně kondenzátoru za výparník a naopak





Obrázek A.5-4 Zimní a letní provoz tepelného čerpadla (12)

## A.6 Ekonomické hodnocení zařízení ZZT

Hlavním cílem zařízení pro zpětné získávání tepla je úspora energie. Tím že se z odpadního vzduchu odebírá tepelná energie a předává se chladnějším přiváděnému vzduchu. Má teda za úkol snížit spotřebu energie na ohřev přiváděného vzduchu v případě chlazení na ochlazení přiváděného vzduchu. (3)

Zařízení pro ZZT se ekonomicky vyplatí, pokud jsou náklady na zařízení a provoz menší než náklady ušetřené na ohřívání případně chlazení. Návratnost se zjišťuje po dobu životnosti zařízení.

Finanční přínosy závisí především na:

- ceně energií (tepla, elektrické energie),
- životnosti a době provozu zařízení VZT a ZZT,
- pořizovacích nákladech na ZZT,
- průtoku vzduchu.

K vyhodnocení ekonomického přínosu zařízení lze využít vztah, který počítá se všemi náklady a zisky. Mezi zisky patří průměrné roční zisky tepla ušetřeného na vytápění, z provozu ventilátoru a z provozu čerpadel. Do nákladů patří vícenáklady na provoz ventilátoru a oběhového čerpadla a amortizace ZZT.

$$E_p = Z_1 - Z_2 - Z_3 - N_1 - N_2 - N_3 \quad (1.6)$$

Kde:

$E_p$  – ekonomický přínos

$Z_1$  – průměrné roční zisky z ušetřeného teplo

$Z_2$  – průměrné roční zisky tepla z provozu ventilátorů

$Z_3$  – průměrné roční zisky tepla z provozu čerpadel

$N_1$  – vícenáklady na provoz ventilátorů

$N_2$  – vícenáklady na provoz čerpadla

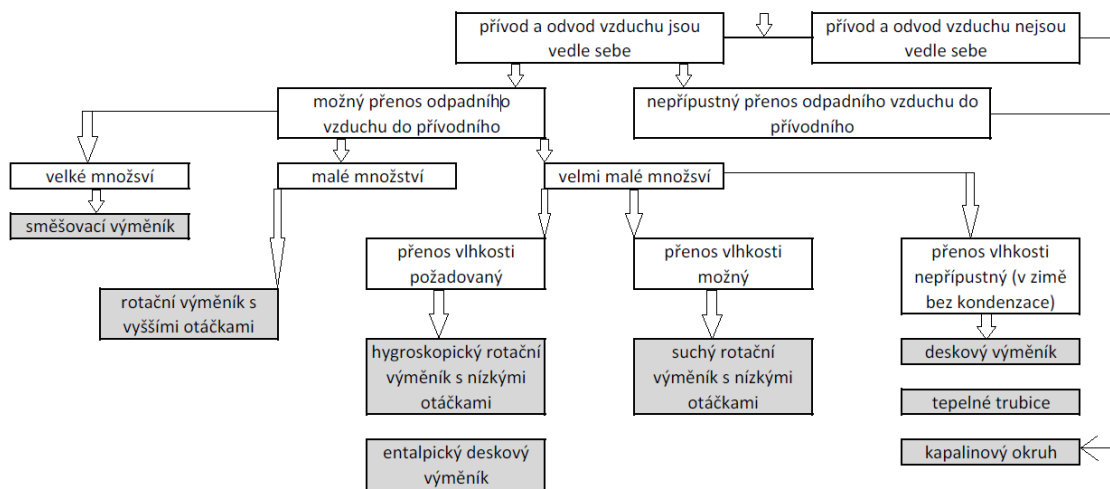
$N_3$  – roční amortizace zařízení ZZT

Každý člen je nutné ještě vypočítat a proto tento výpočet energetického přínosu je složitější. Je možné použít i jednoduššího výpočtu, kde se úspora vypočítá z průměrných ročních úspor na ohřevu a z vícenákladu na provoz ventilátoru.

## **A.7 Obecný postup při návrhu zařízení ZZT**

Pro návrh zařízení ZZT je nutné zohlednit fyzikální, provozní a ekonomické hlediska. Fyzikální hlediska jsou především vlivy látek při proměnných teplotách, nestacionární výměny tepla, režimy provozu a podoba a čistota teplosměnné plochy. Provozní hlediska řeší režim provozu vzduchotechnického zařízení a dobu provozu samostatného ZZT. Ekonomickým hlediskem se myslí investiční náklady, náklady na provoz spojené s provozem ZZT a návratnost investic. (3)

Při návrhu zařízení zpětného získávání tepla se zohledňuje fyzikální, provozní a ekonomická problematika. V rámci fyzikálního řešení se jedná zejména o nestacionární výměnu tepla, vliv látky při proměnných teplotách a režimech provozu, podoba teplosměnné plochy a čistota jejího povrchu. Provozní aspekt řeší režim provozu vzduchotechnického zařízení a dobu provozu samostatného ZZT. Ekonomickou stránkou se myslí investiční a provozní náklady spojené s provozem ZZT a návratnost investic



Obrázek A.7-1 Postup při návrhu ZZT

### A.7.1 Obecný postup

1. Kritéria užití ZZT – Výchozí je ČSN 73 0540-02, která je zmíněna v úvodní části.
2. Specifikace vstupních hodnot – Jde o průtok vzduchu, průměrné venkovní teploty, roční doba provozu a využívání ZZT, ceny tepla a elektrické energie, pořizovací cena, odpisy a náklady na opravy a údržbu.
3. Volba reálných variant – varianty zařízení pro zpětné získávání tepla.
4. Návrh tepelných prvků - jedná se o určení velikosti teplosměnné plochy a teploty za výměníkem a tlakové ztráty způsobené výměníkem.
5. Ekonomické hodnocení – zhodnocení ekonomické výhodnosti výměníku.
6. Výběr optimální varianty – dle stavebních podmínek a ekonomického řešení.
7. Podobný návrh – technických prvků celého zařízení.
8. Řešení regulace – musí se vyřešit optimalizace provozu, ovládání provozu a protimrazová ochrana.

## **B. VÝPOČTOVÁ ČÁST**

## **B.1 Úvod – Výpočtová část**

Ve výpočtové části bakalářské práce jsou uvedeny všechny výpočty potřebné k navržení vzduchotechniky v zadaném objektu - v sokolovně. Jedná se o výpočet součinitelů tepla, výpočet tepelné bilance, stanovení průtoků vzduchu, návrh a dimenzování potrubí, úpravy vzduchu pomocí hx diagramů a výkonové parametry vzduchotechnických strojních zařízení. Velké množství dat bylo zpracováno do tabulek pro lepší přehlednost. Pro názornost jsou uvedeny některé postupy a vztahy.

## **B.2 Analýza řešeného objektu**

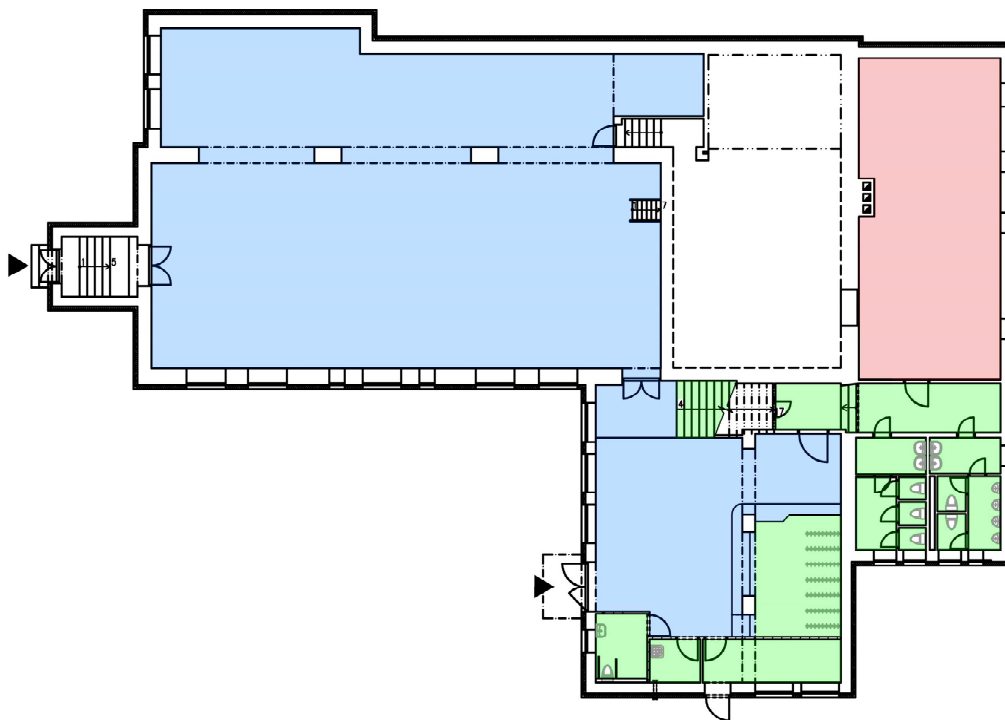
Bakalářská práce řeší návrh vzduchotechniky pro sokolovnu s hospodou. Sokolovna je budova pro veřejnost se dvěma nadzemními podlažími a částečným podsklepením. Hlavní část budovy tvoří sál s kapacitou 150 osob. Výška sálu je přes obě podlaží. Dále je zde hospoda s kuchyní na přípravu studené kuchyně s kapacitou 40 osob. Dále se v budově nachází vstupní vestibul, salónek, hygienické zařízení, sklep a strojovna vzduchotechniky (dále také VZT). Strojovna vzduchotechniky je umístěna do nejnižšího podlaží. Objekt je členěn na tři zóny.

Zóna č. 1 zahrnuje místnosti: sál, přísálí a vstupní vestibul. Zóna je v této bakalářské práci na obrázcích znázorněna modře.

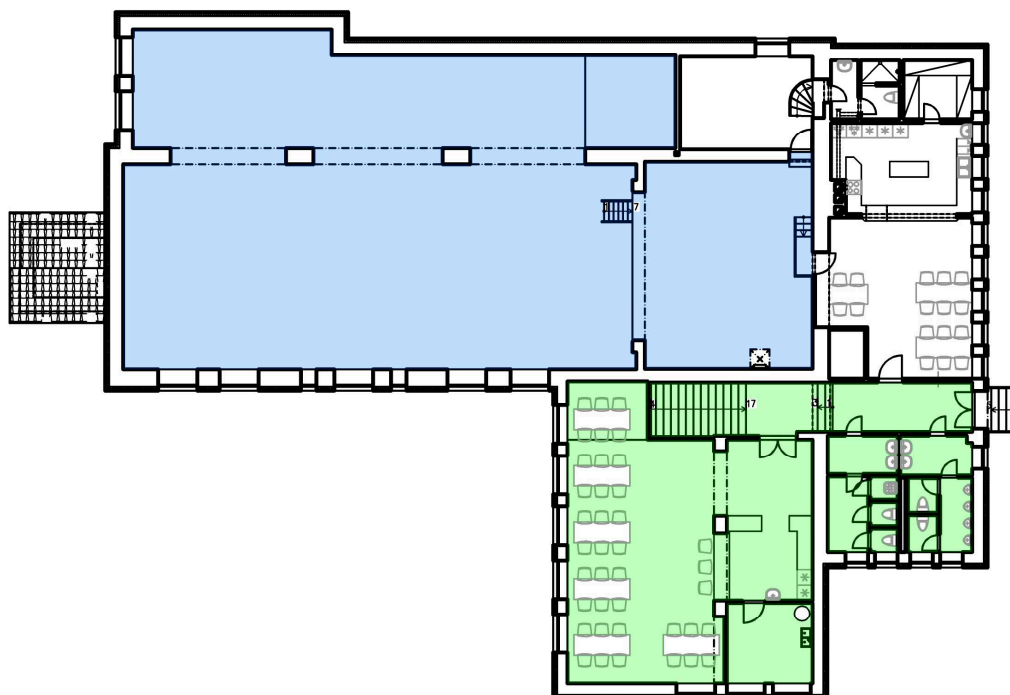
Zóna č. 2 zahrnuje místnosti: hospoda s přiléhající kuchyní na studené pokrmy, hygienické zázemí pro hospodu, chodby, hygienické zázemí pro sál a šatnu. Zóna je v bakalářské práci na obrázcích znázorněna zeleně.

Pro obě zóny je navržena vzduchotechnická jednotka vybavena rotačním výměníkem pro zpětné získávání tepla, který má větší účinnost než ostatní typy rekuperačních jednotek. Strojovna vzduchotechniky je v následujících obrázcích znázorněna červeně.

Třetí zóna zahrnuje místnosti: salónek, kuchyň, šatnu pro herce, hygienické zařízení herců a sklad. Řešení této zóny není předmětem bakalářské práce.



Obrázek B.2-1 Zóny 1.NP



Obrázek B.2-2 Zóny 2.NP

### B.3 Klimatické podmínky stavby

Stavba sokolovny se nachází v Brně. Následující tabulka shrnuje klimatické podmínky.

Tabulka B.3-1 Klimatické podmínky

Brno	Teplota	Měrná vlhkost	Entalpie
	[°C]	[g/kg]	[kJ/kg]
Léto	32	X	56
Zima	-12	1,0	X

### B.4 Požadavky na vnitřní prostředí stavby

Podle příslušné legislativy byly stanoveny požadavky na rychlost proudění vzduchu, hladinu akustického tlaku a relativní vlhkost. Teplota v místnostech byla stanovena podle způsobu využití.

Tabulka B.4-1 Požadavky na vnitřní prostředí

Hlavní sál a vstupní vestibul				
	Teplota	Relativní vlhkost	Rychlost proudění	Hluk
	[°C]	[%]	[m/s]	[dB/A]
Léto	25	30-70	0,2	50
Zima	20	30-70	0,2	50
Hospoda a hygienické zázemí				
	Teplota	Relativní vlhkost	Rychlost proudění	Hluk
	[°C]	[%]	[m/s]	[dB/A]
Léto	25	30-70	0,2	55
Zima	20	30-70	0,2	55

## B.5 Výpočet součinitelů prostupu tepla

Výpočet byl proveden dle normy ČSN 73 0540. Součinitel prostupu tepla se byl vypočten pomocí následujících vztahů:

$$U = \frac{1}{R_T} \quad [\text{m}^2\text{K}/\text{W}] \quad (1.7)$$

$$R_T = R_{si} + R_{se} + \sum_{i=1}^n R_i \quad [\text{m}^2\text{K}/\text{W}] \quad (1.8)$$

$$R_i = \frac{d_i}{\lambda_i} \quad [\text{W}/\text{m}^2\text{K}] \quad (1.9)$$

Kde	$d_i$ – tloušťka i-té vrstvy konstrukce	[m]
	$\lambda_i$ – součinitel tepelné vodivosti	[W/m·K]
	$R_i$ – odpor při prostupu tepla i-tou vrstvou	[m <sup>2</sup> K/W]
	$R_{si}$ – odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	[m <sup>2</sup> K/W]
	$R_{se}$ – odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	[m <sup>2</sup> K/W]

V budově se vyskytuje velké množství konstrukcí, pro ilustraci je zde uveden jeden vzorový výpočet. Kompletní výsledky nalezneme souhrnně v níže uvedené tabulce.

Příklad výpočtu součinitele prostupu tepla:

Tabulka B.5-1 výpočet součinitele prostupu tepla

Konstrukce: vnější stěna č.8		d	$\lambda$	R	$R_{si}$	$R_T$	$R_{se}$	U
		[m]	[W/m·K]	[m <sup>2</sup> K/W]	[m <sup>2</sup> K/W]	[m <sup>2</sup> K/W]	[m <sup>2</sup> K/W]	[W/m <sup>2</sup> K]
1	Omítka vápenocementová	0,020	0,990	0,020	0,13	4,622	0,04	0,21
2	Cihla plná pálená	0,650	0,800	0,813				
3	EPS	0,140	0,037	3,784				
4	Silikátová omítka	0,004	0,700	0,006				



Tabulka B.5-2 přehled součinitelů prostupu tepla

#	konstrukce	R <sub>si</sub>	R <sub>se</sub>	R	R <sub>T</sub>	U	U <sub>N</sub> (U <sub>rec</sub> )	Splněno
<b>PODLAHA</b>								
1	sál, přísálí	0,17	0	3,54	3,71	0,27	0,45(0,3)	OK
2	vstup, zázemí, sklep	0,17	0	3,46	3,63	0,28	0,45(0,3)	OK
3	jeviště	0,17	0,17	2,42	2,59	0,39	0,45(0,3)	OK
<b>STROP</b>								
4	hlavní část sálu	0,1	0,04	5,42	5,52	0,18	0,3(0,20)	OK
5	prísálí	0,1	0,04	4,97	5,07	0,20	0,3(0,20)	OK
6	jeviště	0,1	0,04	4,97	5,07	0,20	0,3(0,20)	OK
7	vstupní hala	0,1	0,04	1,23	1,33	0,75	0,75(0,5)	OK
<b>STĚNA OBVODOVÁ</b>								
8	820mm	0,13	0,04	4,62	4,75	0,21	0,3(0,25)	OK
9	700mm	0,13	0,04	4,47	4,6	0,22	0,3(0,25)	OK
10	690mm	0,13	0,04	4,46	4,59	0,22	0,3(0,25)	OK
11	670mm	0,13	0,04	4,43	4,56	0,22	0,3(0,25)	OK
12	600mm	0,13	0,04	4,35	4,48	0,22	0,3(0,25)	OK
13	570mm	0,13	0,04	4,31	4,44	0,23	0,3(0,25)	OK
14	550mm	0,13	0,04	4,28	4,41	0,23	0,3(0,25)	OK
<b>STĚNA VNITŘNÍ</b>								
15	720mm	0,13	0,13	0,89	1,02	0,98	2,7(1,8)	OK
16	650mm	0,13	0,13	0,8	0,93	1,08	2,7(1,8)	OK
17	630mm	0,13	0,13	0,78	0,91	1,10	2,7(1,8)	OK
18	590mm	0,13	0,13	0,73	0,86	1,16	2,7(1,8)	OK
19	530mm	0,13	0,13	0,65	0,78	1,28	2,7(1,8)	OK
20	480mm	0,13	0,13	0,59	0,72	1,39	2,7(1,8)	OK
21	470mm	0,13	0,13	0,58	0,71	1,41	2,7(1,8)	OK
22	200mm	0,13	0,13	0,24	0,37	2,70	2,7(1,8)	OK
23	PT 100mm	0,13	0,13	0,36	0,49	2,04	2,7(1,8)	OK

## B.6 Výpočet tepelné bilance

Výpočet tepelné bilance byl proveden pro sál se vstupním vestibulem. Pro hospodu a hygienické zázemí nebylo třeba počítat tepelnou bilanci, protože v letním období nebude systém VZT zajišťovat chlazení (v hospodě bude pouze večerní a noční provoz) a v zimě bude vytápění řešeno pomocí teplovzdušného systému.

### B.6.1 Tepelně-vlhkostní bilance pro sál

Pro zónu sálu a vstupního vestibulu, je vzduchotechnická jednotka navržena jak pro chlazení, tak pro teplovzdušné vytápění. Proto bylo nutné stanovit tepelnou zátěž a tepelné ztráty pro výpočet průtoku vzduchu a výkonu chladiče a ohřivače v jednotce.

### B.6.1.1 Tepelná zátěž

V prostoru sálu se nachází velké množství prosklených ploch, proto bylo nutné vypočítat tepelnou zátěž okny, která tvoří podstatnou část tepelné zátěže v letním období. Nejvíce prosklených ploch je orientováno na JZ.

Výpočet tepelné zátěže pro okna na JZ pro dobu výpočtu 15 hodin a typický den 21.7.

Rozměry okna: 1500x2340

Počet oken: 5

Výška slunce  $h$ :  $44^\circ$

Azimut slunce  $\alpha$ :  $246^\circ$

Azimut stěny  $\gamma$ :  $255^\circ$

Korekční součinitel na čistotu atmosféry: 0,85

Intenzita slunečního záření pro 21.7 15:00:  $511\text{W/m}^2$

Intenzita difuzního slunečního záření pro 21.7 15:00:  $117\text{W/m}^2$

Prostup tepla konvekcí:  $Q_{ok} = U_0 \cdot S_0 \cdot (t_e - t_i)$

$$Q_{ok} = 1,5 \cdot 3,51 \cdot (32 - 24) = 42,1\text{W}$$

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

$$Q_{or} = [3,24 \cdot 511 \cdot 0,85 + (3,51 - 3,24) \cdot 117] \cdot 0,72 = 1036\text{W}$$

Osluněná plocha okna:  $S_{os} = (a - e_1) \cdot (b - e_2)$

$$S_{os} = (1,5 - 0,024) \cdot (2,34 - 0,147) = 3,24\text{m}^2$$

Délka stínu od kraje slunolamů:  $e_1 = [d \cdot \text{tg}(|\alpha - \gamma|)]$

$$e_1 = [0,15 \cdot \text{tg}(|246 - 255|) \cdot (3,14/180)] = 0,024\text{m}$$

Délka stínu od kraje slunolamů:  $e_2 = [c \cdot \text{tg} h / \cos(|\alpha - \gamma|)]$

$$e_2 = [0,15 \cdot \text{tg}(44 \cdot (3,14/180)) / \cos(|246 - 255| \cdot (3,14/180))] = 0,147\text{m}$$

Výpočet stínícího součinitele  $s = s_1 \cdot s_2 \cdot \dots \cdot s_i$

$$s = 0,9 \cdot 0,8 = 0,72$$

Celková zátěž okny  $Q_{sun}$ :

$$Q_{sun} = Q_{or} + Q_{ok} = (1036 + 42,1) \cdot 5 = 5390,5\text{W}$$

Pro zjištění času, kdy je tepelná zátěž okny největší, byla sestavena tabulka s vypočtenými hodnotami -

Tabulka B.6-1 Kritická hodina. Tabulka zvažuje intenzity slunečního záření v jednotlivých hodinách a počítá s plochami oken na příslušných stranách. V našem případě vyšla největší zátěž v 15:00 hodin.

Tabulka B.6-1 Kritická hodina

hodina	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
SZ $I_o$	217	321	361	287	85
JZ $I_o$	511	452	335	180	41
$I_{dsz}=A \cdot I_{osz}$	1 393	2 061	2 318	1 843	546
$I_{djz}=A \cdot I_{ojz}$	9 494	8 398	6 224	3 344	762
Celkem	10 888	10 459	8 542	5 187	1 307

Výpočet tepelné zátěže okny pro sál v kritickou hodinu 15:00 je podrobně popsán v tabulce -  
 Výpočet tepelné zátěže okny

Tabulka B.6-2 Výpočet tepelné zátěže okny

Orientace	Výplň	a	b	U	$t_e$	n	h	$\alpha$	$\gamma$	$I_0$	$I_{0dif}$
Světová strana	Druh výplně	Šířka okna	Výška okna	Součinitel prostupu tepla	Venkovní teplota	Počet oken/dveří	Výška slunce	Azimut slunce	Azimut stěny	Intenzita sluneční radiace	Intenzita sluneční radiace difuzní
[-]	[-]	[m]	[m]	[W/m <sup>2</sup> K]	[°C]	[-]	[°]	[°]	[°]	[W/m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> ]
JZ	Okno 1	1,5	2,34	1,5	32	5	44	246	255	511	117
	Okno 2	0,6	2,34	1,5	32	2	44	246	255	511	117
SZ	Okno 3	1,5	1,8	1,5	32	3	44	246	330	217	117
	Okno 4	1,5	2,34	1,5	32	2	44	246	330	217	117
	Dveře 1	1,92	2,3	1,5	32	1	44	246	330	217	117

Tabulka B.6-3 Výpočet tepelné zátěže okny pokračování

s	d	c	e <sub>1</sub>	e <sub>2</sub>	S <sub>os</sub>	Q <sub>or1</sub>	Q <sub>or</sub>	Q <sub>ok1</sub>	Q <sub>ok</sub>	Q <sub>sum</sub>
Sítní součinitel	Hloubka okna	Hloubka okna k horní sítní desce	Délka stínu	Délka stínu	Osluněná plocha	Prostup tepla radiací pro 1	Čistkový průstup tepla radiací	Prostup tepla konvekce pro 1	Čistkový průstup tepla konvekce	Čistková tepelná zátěž
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]
0,72	0,15	0,15	0,024	0,147	3,24	1036	5177,8	42,1	210,6	5388,4
0,72	0,15	0,15	0,024	0,147	1,26	407	814,2	16,8	33,7	847,9
0,72	0,15	0,15	1,417	1,375	0,04	229	687,5	32,4	97,2	784,7
0,72	0,15	0,15	1,417	1,375	0,08	300	599,1	42,1	84,2	683,4
0,72	0,15	0,15	1,417	1,375	0,47	395	394,6	53,0	53,0	447,6
										8151,9

Výpočet tepelné zátěže vnějších stěn  $Q_s$  je uveden v tabulce - Tabulka B.6-4 Tepelná zátěž vnějších stěn :

Tloušťka stěny nad 0,45m => těžká stěna – kolísání teplot je zanedbatelné.

Příklad výpočtu pro stěnu tloušťky 0,67m:

$$Q_s = U \cdot S \cdot (t_{rm} - t_i) = 0,21 \cdot 74,5 \cdot (31,2 - 24) = 112,7 \text{ W}$$

$t_{rm}$  průměrná rovnocenná sluneční teplota vzduchu za 24 hodin.

Tabulka B.6-4 Tepelná zátěž vnějších stěn

Orientace	S	U	$t_{rm}$	$t_i$	$Q_s$
Světová strana	Plocha stěny	Součinitel prostupu tepla	Průměrná rovnocenná teplota	Teplota interiéru	Tepelná zátěž stěnou
[-]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[°C]	[°C]	[W]
SV	102,6	0,22	29,1	24	115,1
SZ	62,9	0,22	29,1	24	70,5
JZ	74,5	0,21	31,2	24	112,7
					298,3

Další zdroje tepelných zisků jsou lidé. Sál je určený pro maximálně 150 lidí. Při výpočtu je uvažováno se 140 lidmi v publiku a 10 lidmi na podiu. Produkce tepla lidí se počítá podle aktivity.

$$Q_{l1} = n_{l1} \cdot Q_1 = 140 \cdot 76 = 10\,640 \text{ W}$$

$$Q_{l2} = n_{l2} \cdot Q_2 = 10 \cdot 102 = 1\,020 \text{ W}$$

$$Q_l = Q_{l1} + Q_{l2} = 10\,640 + 1\,020 = 11\,660 \text{ W}$$

Méně významnou složkou tepelných zisků je tepelná produkce svítidel, která se stanoví podle osvětlované plochy a výkonu osvětlení na m<sup>2</sup>.

$$Q_{sv} = A \cdot P = 230 \cdot 8 = 1\,840 \text{ W}$$

Stanovení vodních zisků  $M_w$  bylo podle aktivity osob. 140 osob bylo s nižší aktivitou a 10 osob s vyšší aktivitou.

$$M_w = n_{l1} \cdot g_{l1} + n_{l2} \cdot g_{l2} = 140 \cdot 58 + 10 \cdot 235 = 10\,470 \text{ g/h}$$

### B.6.1.2 Tepelné ztráty

Tabulka B.6-5 Tepelné ztráty zóna č. 1

Tepelné ztráty do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
č.k.	popis	$A_k$	$U_k$	dU	$U_{kc}$	$e_k$	$A_k * U_{kc} * e_k$
1	obvodová stěna 670mm	112,48	0,22	0,02	0,24	1	27,00
2	obvodová stěna 700mm	44,19	0,22	0,02	0,24	1	10,61
3	obvodová stěna 820mm	75,22	0,21	0,02	0,23	1	17,30
4	okna	31,08	1,5	0	1,5	1	46,62
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							101,52
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
č.k.	popis	$A_k$	$U_k$	dU	$U_{kc}$	$b_u$	$A_k * U_{kc} * b_u$
5	strop sál	157,8	0,18	0,02	0,20	0,81	25,64
6	strop přísálí	97,6	0,2	0,02	0,22	0,81	17,45
7	strop jeviště	56,1	0,2	0,02	0,22	0,81	10,03
8	stěna sklep 100mm	7,62	2,04	0,02	2,06	0,53	8,34
9	stěna sklep 480mm	15,9	1,39	0,02	1,41	0,53	11,91
10	dveře sklep	1,7	1,7	0	1,7	0,53	1,54
11	podlaha sklep	52,4	0,39	0,02	0,41	0,53	11,41
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor							43,23
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
č.k.	popis	$A_k$	$U_k$	$f_{ij}$	$A_k * U_{kc} * f_{ij}$		
12	stěna šatna herců 180mm	11,66	2,86	-0,06	-2,08		
13	dveře šatna herců	1,82	3,5	-0,06	-0,40		
14	stěna šatna herců 480mm	27,55	1,39	-0,06	-2,39		
15	stěna strojovna 700mm	2,8	1,02	0,00	0,00		
16	stěna salónek 650mm	15,2	1,08	0,00	0,00		
17	dveře salónek	1,82	3,5	0,00	0,00		
18	stěna salónek 100mm	4,65	2,04	0,00	0,00		
19	stěna vstup 550mm	2,85	1,26	0,16	0,56		
20	dveře vstup	3,23	3,5	0,16	1,77		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							-2,55

Tepelné ztráty zóna č. 1 pokračování

Tepelné ztráty zeminou								
č.k.	popis	$A_k$	$U_{equiv,k}$	$A_k * U_{equiv,k}$	$f_{g1}$	$f_{g2}$	$G_w$	$f_{g1} * f_{g2} * G_w$
21	podlaha na zemině	248,9	0,27	67,20	1,45	0,5	1	0,73
Celkem $A_k * U_{equiv,k}$					67,20			
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							48,72	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{t,i} = H_{t,ie} + H_{t,iu} + H_{t,ij} + H_{t,jg}$								190,92
	$t_i$	$t_e$	$\Delta t$	$H_{t,i}$	Návrhová ztráta prostupem (W)			
	20	-12	32	190,92	6 109,48			

Tabulka B.6-6 Tepelné ztráty infiltrací zóna č. 1

Objem místnosti $V_i$ (m <sup>3</sup> )	Výpočtová venkovní teplota	Výpočtová vnitřní teplota	Hygienické požadavky	
			$n$ (h <sup>-1</sup> )	$V_{min,i}$ (m <sup>3</sup> /h)
1 243	-12	20	0,5	621,5
Počet nechráněných otvorů	N50	Činitel zacloňování	Výškový korekční činitel	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$
	4,5	0,03	1	335,61
Výpočet tepelné ztráty větráním				
$V_{inf}$	$H_{v,i}$	Rozdíl teplot	Návrhová tepelná ztráta větráním (W)	
335,61	114,11	32	3 651,4	

### B.6.1.3 Přehled tepelně vlhkostní bilance

V následující tabulce - Tabulka B.6-7 Tepelně vlhkostní bilance jsou znázorněny hodnoty pro sál sokolovny.

Tabulka B.6-7 Tepelně vlhkostní bilance

Shrnutí tepelně vlhkostní bilance pro sál	
Tepelná zátěž okny	8 152 W
Tepelná zátěž stěnou	298 W
Tepelná zátěž od lidí	11 660 W
Tepelná zátěž od svítidel	1 840 W
Celková tepelná zátěž	21 950 W
Celkové tepelné ztráty	9 761 W
Vodní zisky	10 470 g/h



## B.6.2 Tepelně vlhkostní bilance pro hospodu

Pro zónu hospody s hygienickým zázemím je vzduchotechnická jednotka určena pro větrání a v zimě pro teplovzdušné vytápění. Provoz hospody bude pouze ve večerních hodinách, proto nebylo nutné navrhovat vzduchotechnickou jednotku na chlazení. Průtoky vzduchu byly stanoveny na základě hygienických požadavků. Dále bylo nutné provést výpočet tepelných ztrát pro zjištění výkonu ohřívače

### B.6.2.1 Tepelné ztráty

Tabulka B.6-8 Tepelné ztráty zóna č. 2

Tepelné ztráty do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
č.k.	popis	$A_k$	$U_k$	$dU$	$U_{kc}$	$e_k$	$A_k * U_{kc} * e_k$	
1	obvodová stěna 550mm	34,94	0,23	0,02	0,25	1	8,74	
2	obvodová stěna 600mm	106,1	0,22	0,02	0,24	1	25,46	
3	obvodová stěna 570mm	26,4	0,23	0,02	0,25	1	6,60	
4	okna/dveře	35,7	1,5	0	1,5	1	53,55	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							94,35	
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem								
Stavební konstrukce								
č.k.	popis	$A_k$	$U_k$	$dU$	$U_{kc}$	$b_u$	$A_k * U_{kc} * b_u$	
5	strop	152,5	0,2	0,02	0,22	0,81	27,26	
6	stěna strojovna	15,9	2,04	0,02	2,06	0,31	10,24	
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor							37,50	
Tepelné ztráty zeminou								
č.k.	popis	$A_k$	$U_{equiv,k}$	$A_k * U_{equiv,k}$	$f_{g1}$	$f_{g2}$	$G_w$	$f_{g1} * f_{g2} * G_w$
21	podlaha na zemině	79,5	0,27	21,47	1,45	0,5	1	0,73
Celkem $A_k * U_{equiv,k}$				21,47				
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou							15,56	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{t,i} = H_{t,ie} + H_{t,iue} + H_{t,ij} + H_{t,jg}$							147,41	
teplota interiéru		$t_e$	rozdíl teplot		$H_{t,i}$		Návrhová ztráta prostupem (W)	
20		-12	32		147,41		4 717,00	

Tabulka B.6-9 Tepelná ztráta infiltrací zóna č. 2

Objem místnosti $V_i$ ( $m^3$ )	Výpočtová venkovní teplota	výpočtová vnitřní teplota	Hygienické požadavky	
			$n$ ( $h^{-1}$ )	$V_{min,i}$ ( $m^3/h$ )
585	-12	20	-	-
Počet nechráněných otvorů	N50	Činitel zaclonění	Výškový korekční činitel	Množství vzduchu infiltraci $V_{inf,i}$
-	4,5	0,03	1	157,95
Výpočet tepelné ztráty větráním				
$\max z V_{min}$ a $V_{inf}$	$H_{v,i}$	rozdíl teplot	Návrhová tepelná ztráta větráním (W)	
157,95	53,70	32	1 718,5	

Celkové tepelné ztráty hospody s hygienickým zázemím jsou 6 436 W.

Stanovení vodních zisků  $M_w$  bylo podle aktivity osob. 39 osob bylo s nižší aktivitou a 2 osoby s vyšší aktivitou.

$$M_w = n_{11} \cdot g_{11} + n_{12} \cdot g_{12} = 39 \cdot 58 + 2 \cdot 235 = 2732 \text{ g/h}$$

### B.6.2.2 Přehled tepelné bilance

Tabulka, která shrnuje tepelně vlhkostní bilanci.

Tabulka B.6-10 Přehled tepelné bilance

Shrnutí tepelně vlhkostní bilance pro hospodu	
Celkové tepelné ztráty	6 436 W
Vodní zisky	2 732 g/h

## B.7 Průtoky vzduchu a tlakové poměry

Bakalářská práce se zabývá dvěma zónami budovy ze tří. Každou z těchto zón obsluhuje jiná vzduchotechnická jednotka. Stanovení průtoků vzduchu bylo provedeno podle požadavků na minimální výměnu vzduchu podle počtu osob, zařizovacích předmětů nebo podle tepelné zátěže.

Tabulka B.7-1 Dávky vzduchu

Popis	Dávka $m^3/h$
Lidé	30-100
Záchodová mísa	50
Umyvadlo	30
Pisoár	30
Výlevka	50

### B.7.1 Průtoky vzduchu –sál a vstupní vestibul

Průtoky vzduchu pro sál a vstupní vestibul byly stanoveny na základě tepelné zátěže. Celková tepelná zátěž je 21 950 W. Průtok vzduchu byl navržen tak, aby odvedl veškerou tepelnou zátěž.

$$V_p = \frac{Q_{zisky}}{\rho \cdot c_v \cdot \Delta t} \quad [m^3/s] \quad (1.4)$$

Kde,

$V_p$	množství přivedeného vzduchu	$[m^3/s]$
$Q_{zisky}$	celková tepelná zátěž	$[W]$
$\Delta t$	rozdíl teplot	$[^{\circ}C]$
$\rho$	měrná hmotnost vzduchu	$[kg/m^3]$
$c_v$	měrná tepelná kapacita vzduchu	$[J/kg \cdot K]$

Tabulka B.7-2 Průtoky vzduchu zóna č. 1

Číslo m.	Název místnosti	Přívod	Odvod
[-]	[-]	$[m^3/h]$	$[m^3/h]$
101,102	sál, přísálí	7 500	7 500
103	vstupní vestibul	1 500	1 500
		9 000	9 000

### B.7.2 Průtoky vzduchu – hospoda

Průtoky vzduchu pro hospodu a hygienické zázemí byly stanoveny podle dávek vzduchu na zařizovací předměty nebo podle počtu osob v místnosti.

Tabulka B.7-3 Průtoky vzduchu zóna č. 2

Číslo m.	Název místnosti	Plocha	Světlá výška	Objem	Měrná jednotka	Počet	Dávka	Přívod	Odvod
[-]	[-]	$[m^2]$	$[m]$	$[m^3]$	[-]	[-]	$[m^3/h]$	$[m^3/h]$	$[m^3/h]$
105	Bezbariérové WC	5,2	2,59	13,5	WC	1	50	0	50
					umyvadla	1	30	0	30
Celkem								0	80
106	Úklidová místnost	3,3	2,59	8,5	výlevka	1	50	0	50
107	Sklad piva	8,8	2,59	22,8				0	70
103	Šatna	15,5	2,59	40,1				500	300
108	WC ženy	11,9	2,45	29,2	WC	3	50	0	150
					umyvadla	2	30	0	60
Celkem								0	210
109	WC muži	11,2	2,45	27,4	WC	2	50	0	100
					pisoiáry	4	30	0	120
					umyvadla	2	30	0	60
Celkem								0	280

115	Chodba	10,8	2,45	26,5				490	0
201	Hospoda	85,7	2,85	244,2	osoby	41	70	2 900	1 930
202	Přípravná	10,5	2,85	29,9				0	970
203	WC ženy	12,3	2,55	31,4	WC	3	50	0	150
					umyvadla	2	30	0	60
Celkem								0	210
204	WC muži	11,7	2,55	29,8	WC	2	50		100
					pisoáry	4	30		120
					umyvadla	2	30		60
Celkem								0	280
205	Chodba	24,8	2,55	63,2				490	0
Celkem								4 380	4 380

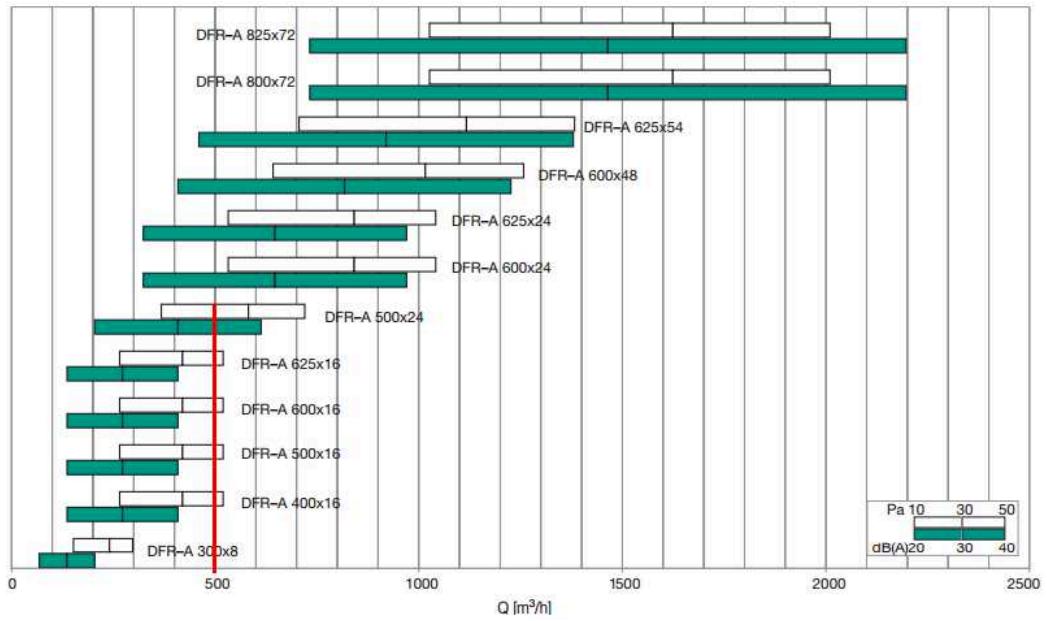
## B.8 Výběr distribučních elementů

### B.8.1 Zařízení č.1 – Teplovzdušné vytápění a klimatizace

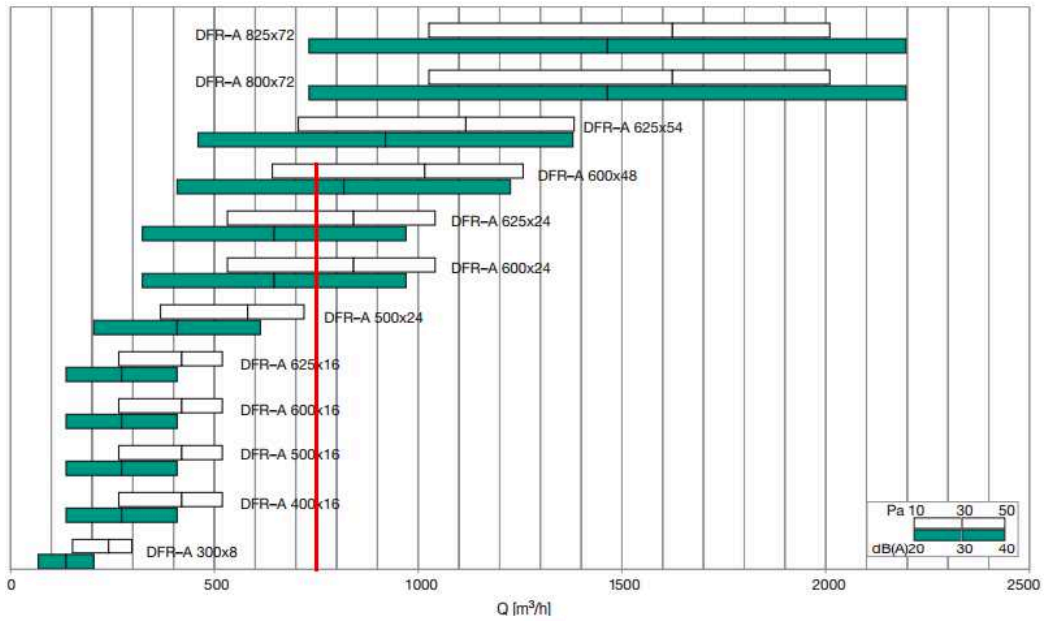
Přívod vzduchu v sále je řešen přes čtvercové vířivé anemostaty napojené flexi potrubím do čtyřhranného potrubí. Čtyřhranné potrubí je vedené podhledem. Vyústky pro přívod vzduchu mají rozměry 500 x 500 mm a vyústky pro odvod vzduchu mají rozměry 600 x 600 mm nebo 800 x 800 mm. Přehled přívodních a odvodních vyústek s průtokem, tlakovou ztrátou a hlukovými parametry je shrnut v následující tabulce.

Tabulka B.8-1 Přehled vyústek zóna č. 1

Sál				
Popis	Průtok vzduchu	Tlaková ztráta	Hlukové parametry	Počet kusů
	[m <sup>3</sup> /h]	[Pa]	[dB]	[-]
Přívod				
DRF-A 500x24	577	30	38,5	13
Odvod				
DRF-A 800x72	1500	27	31	5
Vstupní vestibul				
Popis	Průtok vzduchu	Tlaková ztráta	Hlukové parametry	Počet kusů
	[m <sup>3</sup> /h]	[Pa]	[dB]	[-]
Přívod				
DRF-A 500x24	500	24	34,5	3
Odvod				
DRF-A 600x48	750	15	28	2



Obrázek B.8-1 Tlaková ztráta a akustický výkon přívodní výústky vstupní vestibul



Obrázek B.8-2 Tlaková ztráta a akustický výkon odvodní výústky vstupní vestibul

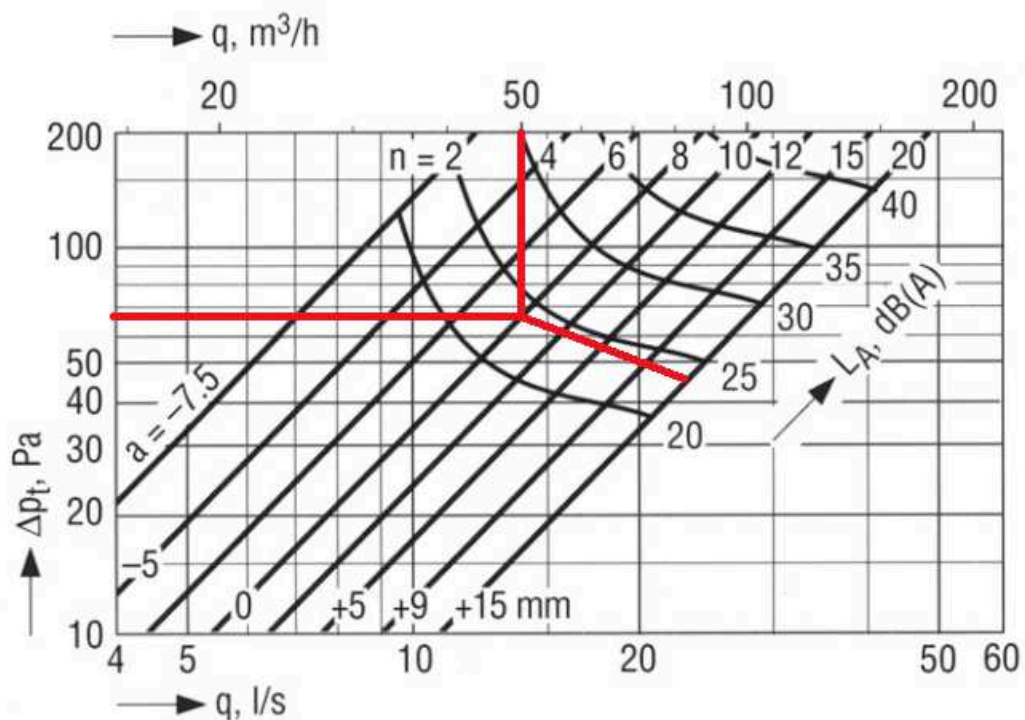
## B.8.2 Zařízení č. 2 – Větrání a teplovzdušné vytápění

Přívod vzduchu v zóně s hospodou a hygienickým zázemím je řešeno pomocí vířivých anemostatů. Vyústky pro odvod jsou z velké části kruhové anemostaty, protože odvádíme menší průtoky z více menších prostorů. Zbytek odvodních vyústek je pomocí vířivých anemostatů. Přehled přívodních a odvodních vyústek s průtokem, tlakovou ztrátou a hlukovými parametry je shrnut v následující tabulce.

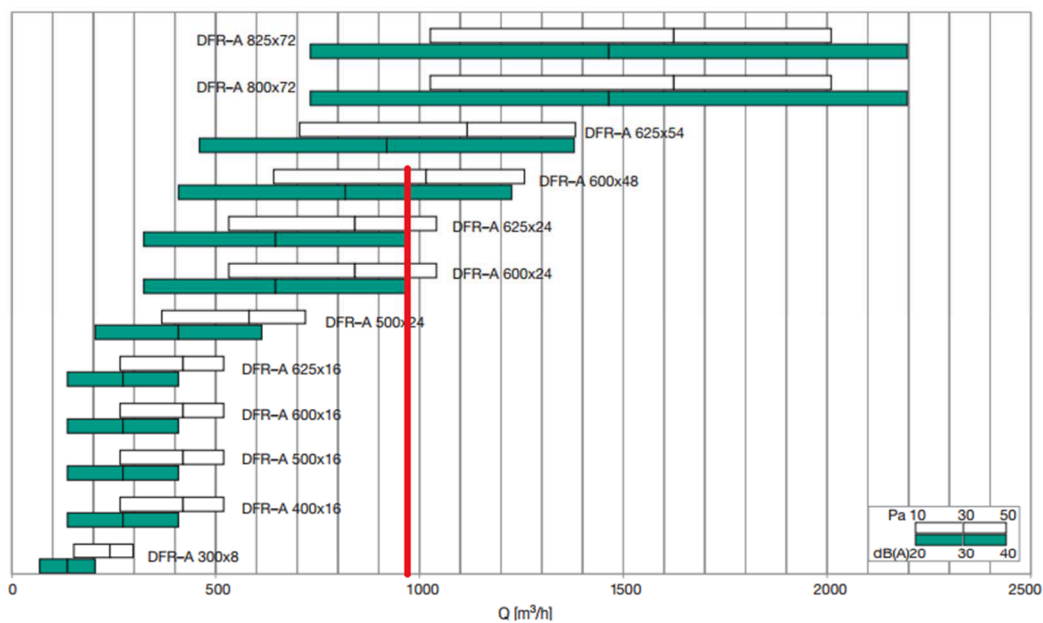
Tabulka B.8-2 Přehled vyústek zóna č. 2

Hospoda				
Popis	Průtok vzduchu	Tlaková ztráta	Hlukové parametry	Počet kusů
	[m <sup>3</sup> /h]	[Pa]	[dB]	[-]
Přívod				
DRF-A 500x24	580	30	38,5	5
Odvod				
DRF-A 600x48	967	28	34	3
Hygienické zázemí a chodba 2.NP				
Popis	Průtok vzduchu	Tlaková ztráta	Hlukové parametry	Počet kusů
	[m <sup>3</sup> /h]	[Pa]	[dB]	[-]
Přívod				
DRF-A 400x16	245	15	28	2
Odvod				
VEF 100 +15	120	89	33	1
VEF 100 +2,5	60	69	26	2
VEF 100 +0	50	67	24	5
Hygienické zázemí a šatna 1.NP				
Popis	Průtok vzduchu	Tlaková ztráta	Hlukové parametry	Počet kusů
	[m <sup>3</sup> /h]	[Pa]	[dB]	[-]
Přívod				
DRF-A 500x24	490	24	34	1
DRF-A 500x24	500	24	34,5	1
Odvod				
VEF 100 +15	120	89	33	1
VEF 100 +9	80	62	26	1
VEF 100 +5	70	70	27	1
VEF 100 +2,5	60	69	26	2
VEF 100 +0	50	67	24	6
DRF-A 400x16	300	16	32	1

## VEF 100



Obrázek B.8-3 Tlaková ztráta a akustický výkon odvodní vyústky hygienické zázemí



Obrázek B.8-4 Tlaková ztráta a akustický výkon odvodní vyústky hospoda

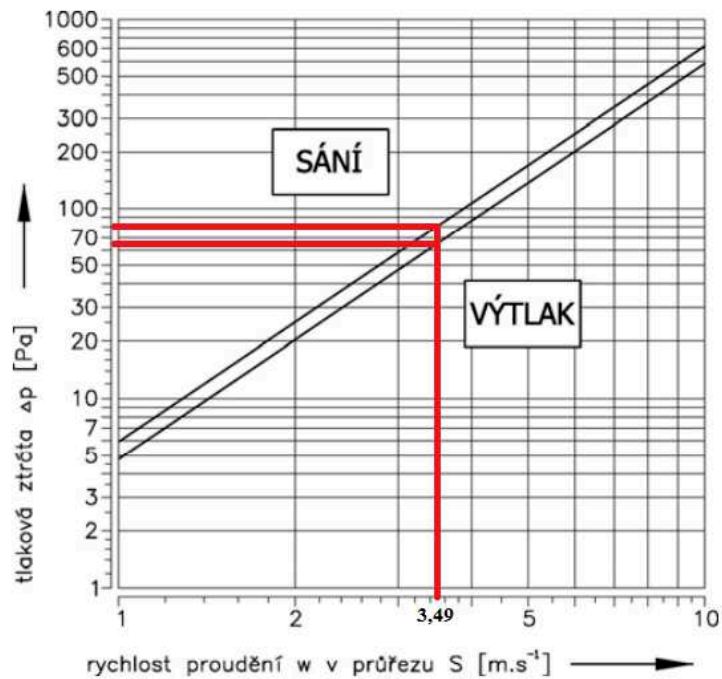
### B.8.3 Další prvky distribuce vzduchu

Pro distribuci vzduchu bylo nutné navrhnout ještě další prvky. Pro přívod vzduchu do hygienických místností bylo nutné osadit do stěn větrací mřížky. Dále bylo nutné navrhnout protidešťové žaluzie pro přívod a odvod vzduchu do a z vzduchotechnických jednotek, tlumiče hluku pro utlumení hluku vycházejícího ze zařízení (podrobněji v kapitole útlum hluku), regulační klapky pro správnou distribuci vzduchu a protipožární klapky pro oddělení požárních úseků.

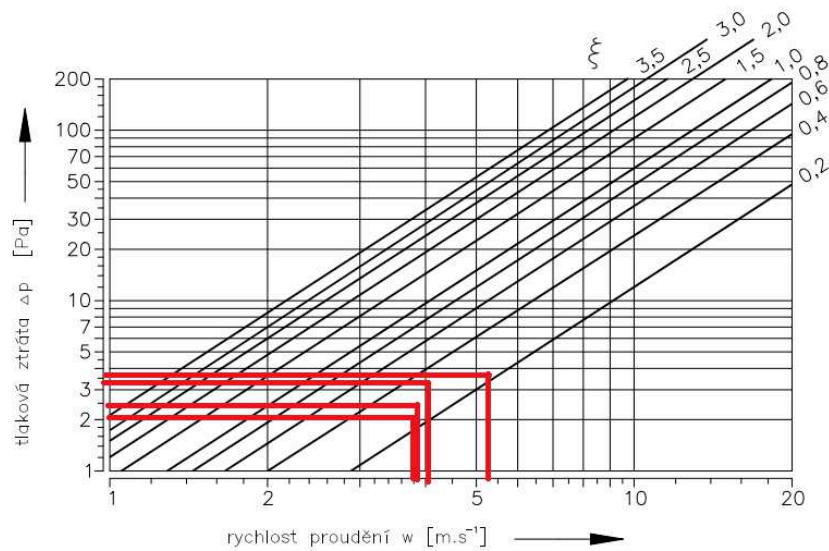
Tabulka B.8-3 Přehled doplňujících prvků pro distribuci vzduchu

Další prvky distribuce vzduchu					
Popis	Dodavatel	Průtok vzduchu	Tlaková ztráta	Hlukové parametry	Počet kusů
		[m <sup>3</sup> /h]	[Pa]	[dB(A)]	[-]
Protidešťová žaluzie PDZM 1250x800 (sání)	Mandík	9 000	80	-	1
Protidešťová žaluzie PDZM 1250x800 (výfuk)	Mandík	9 000	65	-	1
Protidešťová žaluzie PDZM 1000x500 (sání)	Mandík	4 380	80	-	1
Protidešťová žaluzie PDZM 500x1000 (výfuk)	Mandík	4 380	65	-	1
Tlumič hluku Mart 1250x560/1800 - 1250/5	Mart	9 000	9	14	1
Tlumič hluku Mart 1250x560/900 - 1250/5	Mart	9 000	6	14	1
Tlumič hluku Mart 1250x800/1000 - 1250/5	Mart	9 000	3	10	1
Tlumič hluku Mart 1250x800/500 - 1250/5	Mart	9 000	2	10	1
Tlumič hluku Mart 560x560/500 - 560/3	Mart	4 380	16	23	1
Tlumič hluku Mart 1000x500/500 - 1000/5	Mart	4 380	5	10	1
Tlumič hluku Mart 1000x500/500 - 1000/2	Mart	4 380	0	10	1
Regulační klapka IMOS-RKT-280x560-R	Systemairkk	1 500	dle potřeby	-	1
Regulační klapka IMOS-RKT-450x560-R	Systemairkk	2 900	dle potřeby	-	1
Regulační klapka IMOS-RKT-200x560-R	Systemairkk	990	dle potřeby	-	1
Regulační klapka IMOS-RKT-180x250-R	Systemairkk	490	dle potřeby	-	1
Protipožární klapka PKTM 90-C 1250/560 - .41	Mandík	7 500	4	28	2
Protipožární klapka PKTM 90-C 560/560 - .41	Mandík	3 390	2	11	2
Protipožární klapka PKTM 90-C 250/710 - .41	Mandík	1 500	2	7	2
Protipožární klapka PKTM 90-C 200/560 - .41	Mandík	990	3	4	2
Stěnová mřížka SMK 20 425x225	Elektrodesign	280	-	-	2
Stěnová mřížka SMK 20 325x225	Elektrodesign	220 (210)	-	-	4
Stěnová mřížka SMK 20 425x125	Elektrodesign	150	-	-	2





Obrázek B.8-5 Určení tlakové ztráty žaluzie 1000x500



Obrázek B.8-6 Určení tlakových ztrát u protipožárních klapek

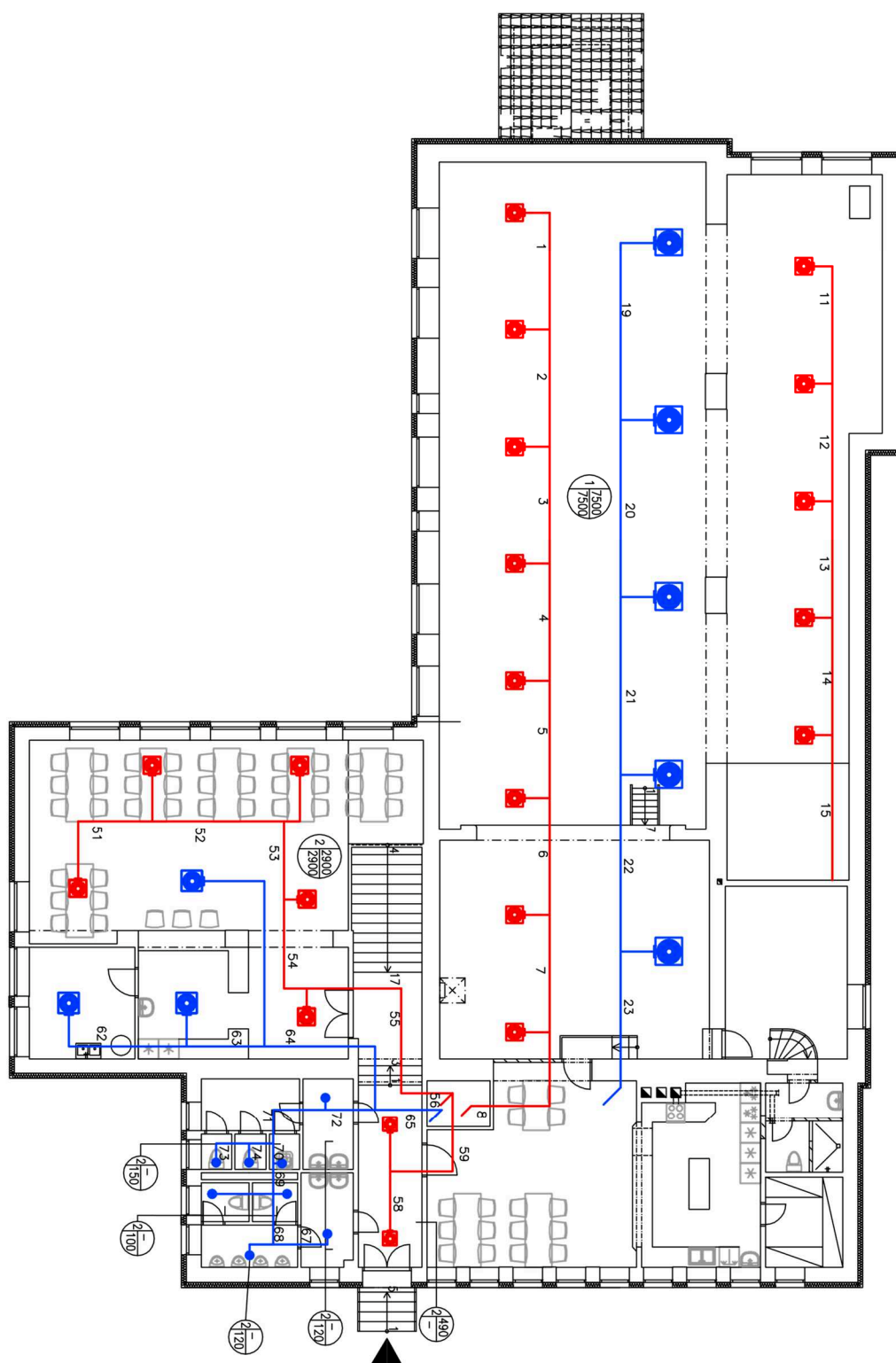
## B.9 Dimenzování potrubí

Potrubí pro hlavní rozvody distribuce vzduchu je čtyřhranné, z důvodu úspory místa v podhledu. Rozvody vzduchu od hlavních větví k jednotlivým výústkám jsou z flexi potrubí kvůli toleranci v umístění potrubí a výústek.

### B.9.1 Schémata pro dimenzování

Schémat, pomocí kterých bylo provedeno dimenzování potrubí.





Obrázek B.9-2 Dimenzování - schéma 2.NP

## B.9.2 Zařízení č.1 – Teplovzdušné vytápění a klimatizace zóna 1

### B.9.2.1 Přívodní potrubí

Tabulka B.9-1 Dimenzování – zařízení č.1 – hlavní přívodní větev

#	V	L	v'	S	d'	A	B	d	v	R	$\xi_r$	Z	R*L	Z + R*L
Označení úseku	Průtok vzduchu v úseku	Délka úseku	Předběžná rychlost	Předběžná plocha potrubí	Předběžný rovnomerný průměr	Výška potrubí	Šířka potrubí	Rovnomerný průměr	Skutečná rychlost	Tlaková ztráta třením v potrubí	Součinitel odporu tvarovek	Tlaková ztráta místními odpory	Tlaková ztráta třením	Celková tlaková ztráta
[-]	[m <sup>3</sup> /h]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[Pa/m]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
Hlavní větev – přívodní														
1	577	4,3	3	0,053	0,261	0,225	0,315	0,263	2,96	0,44	0,9	3,95	1,87	5,817
2	1154	3,5	4	0,080	0,319	0,250	0,450	0,321	3,95	0,56	0,6	4,68	1,96	6,642
3	1731	3,5	4	0,120	0,391	0,355	0,450	0,397	3,89	0,43	0,6	4,53	1,51	6,036
4	2308	3,5	4	0,160	0,452	0,450	0,450	0,450	4,03	0,38	0,6	4,87	1,33	6,205
5	2885	3,5	4	0,200	0,505	0,450	0,560	0,499	4,10	0,35	0,6	5,04	1,23	6,262
6	3462	3,5	4	0,240	0,553	0,450	0,710	0,551	4,04	0,31	0,6	4,88	1,09	5,969
7	4039	3,5	4	0,280	0,598	0,500	0,710	0,587	4,15	0,23	0,6	5,16	0,81	5,969
8	4616	9,9	4	0,321	0,639	0,500	0,900	0,643	3,95	0,25	2,7	21,07	2,47	23,540
9	6116	5,5	5	0,340	0,658	0,500	1,000	0,667	4,87	0,28	1,2	14,21	1,54	15,752
10	9000	6	5	0,500	0,798	0,560	1,250	0,773	5,32	0,29	1,7	24,06	1,74	25,801
													celkem	107,99
													vyúst'	30
													klapka	20
													tlumič hluku	25
Celková tlaková ztráta přívodního potrubí - zařízení č.1														182,99

Tabulka B.9-2 Dimenzování – zařízení č.1 – vedlejší přírodní větev

#	V	L	v'	S	d'	A	B	d	v	R	$\xi$	Z	R*L	Z + R*L
Označení úseku	Průtok vzduchu v úseku	Délka úseku	Předběžná rychlost	Předběžná plocha potrubí	Předběžný rovnocenný průměr	Výška potrubí	Šířka potrubí	Rovnocenný průměr	Skutečná rychlost	Tlaková ztráta třením v potrubí	Součinitel odporu tvarovek	Tlaková ztráta místními odpory	Tlaková ztráta třením	Celková tlaková ztráta
[-]	[m <sup>3</sup> /h]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[Pa/m]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
<b>Vedlejší větev sál – přírodní</b>														
11	577	4,1	3	0,053	0,261	0,225	0,315	0,263	2,96	0,44	0,9	3,95	1,78	5,729
12	1 154	3,5	4	0,080	0,319	0,250	0,450	0,321	3,95	0,56	0,6	4,68	1,96	6,642
13	1 731	3,5	4	0,120	0,391	0,355	0,450	0,397	3,89	0,43	0,6	4,53	1,51	6,036
14	2 308	3,5	4	0,160	0,452	0,450	0,450	0,450	4,03	0,38	0,6	4,87	1,33	6,205
15	2 884	25	4	0,200	0,505	0,450	0,560	0,499	4,10	0,35	1,5	12,58	8,75	21,334
													Celkem	45,95
<b>Vedlejší větev vstupní vestibul – přírodní</b>														
16	500	4,3	3	0,046	0,243	0,200	0,315	0,245	2,95	0,44	1,4	6,11	1,89	8,001
17	1 000	4,5	4	0,069	0,297	0,225	0,450	0,300	3,93	0,55	0,9	6,95	2,48	9,424
18	1 500	25	4	0,104	0,364	0,250	0,710	0,370	3,88	0,49	2,7	20,32	12,25	32,569
													Celkem	49,99

## B.9.2.2 Odvodní potrubí

Tabulka B.9-3 Dimenzování – zařízení č.1 – hlavní odvodní větev

#	V	L	v'	S	d'	A	B	d	v	R	$\xi$	Z	R*L	Z + R*L
Označení úseku	Průtok vzduchu v úseku	Délka úseku	Předběžná rychlost	Předběžná plocha potrubí	Předběžný rovnocenný průměr	Výška potrubí	Šířka potrubí	Rovnocenný průměr	Skutečná rychlost	Tlaková ztráta třením v potrubí	Součinitel odporu tvarovek	Tlaková ztráta místními odpory	Tlaková ztráta třením	Celková tlaková ztráta
[-]	[m <sup>3</sup> /h]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[Pa/m]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
Zařízení č.1 - hlavní větev – odvodní														
19	500	6,5	3	0,139	0,421	0,400	0,450	0,424	2,96	0,27	0,9	3,94	1,75	5,690
20	000	5,3	4	0,208	0,515	0,450	0,630	0,525	3,85	0,31	0,6	4,45	1,64	6,089
21	500	5,3	4	0,313	0,631	0,500	0,900	0,643	3,85	0,24	0,6	4,45	1,27	5,721
22	000	5,3	4	0,417	0,728	0,560	1,000	0,718	4,12	0,23	0,6	5,08	1,22	6,304
23	500	9,3	4	0,521	0,814	0,560	1,250	0,773	4,43	0,18	2,1	20,64	1,67	22,311
24	000	5,5	5	0,500	0,798	0,560	1,250	0,773	5,32	0,24	1,2	16,98	1,32	18,305
												celkem	64,42	
												vyúst'	27	
												klapka	20	
												tlumič hluku	25	
Celková tlaková ztráta odvodního potrubí														136,42

Tabulka B.9-4 Dimenzování – zařízení č.1 – vedlejší odvodní větev

#	V	L	v'	S	d'	A	B	d	v	R	$\xi$	Z	R*L	Z + R*L
Označení úseku	Průtok vzduchu v úseku	Délka úseku	Předběžná rychlost	Předběžná plocha potrubí	Předběžný rovnocenný průměr	Výška potrubí	Šířka potrubí	Rovnocenný průměr	Skutečná rychlost	Tlaková ztráta třením v potrubí	Součinitel odporu tvarovek	Tlaková ztráta místními odpory	Tlaková ztráta třením	Celková tlaková ztráta
[-]	[m <sup>3</sup> /h]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[Pa/m]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
Zařízení č.1 - vedlejší větev vstupní vestibul– odvodní														
25	750	4,6	3	0,069	0,297	0,225	0,450	0,300	2,95	0,37	0,9	3,91	1,71	5,622
26	1 500	16	4	0,104	0,364	0,250	0,710	0,370	3,88	0,42	1,7	12,79	6,78	19,576
Celkem														25,20

### B.9.2.3 Sání vzduchu

Tabulka B.9-5 Dimenzování – zařízení č.1 – sání vzduchu

#	V	L	v'	S	d'	A	B	d	v	R	$\xi$	Z	R*L	Z + R*L
Označení úseku	Průtok vzduchu v úseku	Délka úseku	Předběžná rychlost	Předběžná plocha potrubí	Předběžný rovnocenný průměr	Výška potrubí	Šířka potrubí	Rovnocenný průměr	Skutečná rychlost	Tlaková ztráta třením v potrubí	Součinitel odporu tvarovek	Tlaková ztráta místními odpory	Tlaková ztráta třením	Celková tlaková ztráta
[-]	[m <sup>3</sup> /h]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[Pa/m]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
Zařízení č.1 - sání vzduchu														
101	9 000	5	4	0,625	0,892	0,800	1,250	0,976	3,34	0,095	1,5	8,39	0,48	8,863
												žaluzie	20	
												tlumič hluku	25	
celková tlaková ztráta sání														53,86

## B.9.2.4 Výfuk vzduchu

Tabulka B.9-6 Dimenzování – zařízení č.1 – výfuk vzduchu

#	V	L	v'	S	d'	A	B	d	v	R	$\xi$	Z	R*L	Z + R*L
Označení úseku	Průtok vzduchu v úseku	Délka úseku	Předběžná rychlost	Předběžná plocha potrubí	Předběžný rovnocenný průměr	Výška potrubí	Šířka potrubí	Rovnocenný průměr	Skutečná rychlost	Tlaková ztráta třením v potrubí	Součinitel odporu tvarovek	Tlaková ztráta místními odpory	Tlaková ztráta třením	Celková tlaková ztráta
[-]	[m <sup>3</sup> /h]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[Pa/m]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
<b>Zařízení č.1 - výfuk vzduchu</b>														
101	9 000	9	4	0,625	0,892	0,800	1,250	0,976	3,34	0,095	1,5	8,39	0,86	9,243
											žaluzie	20		
											tlumič hluku	25		
celková tlaková ztráta výfuk														54,24



## B.9.3 Zařízení č.2 – Větrání hospody a hygienického zázemí

### B.9.3.1 Přívodní potrubí

Tabulka B.9-7 Dimenzování – zařízení č.2 – hlavní přívodní větev

#	V	L	v'	S	d'	A	B	d	v	R	ξ	Z	R*L	Z+ R*L
Označení úseku	Průtok vzduchu v úseku	Délka úseku	Předběžná rychlost	Předběžná plocha potrubí	Předběžný rovnocenný průměr	Výška potrubí	Šířka potrubí	Rovnocenný průměr	Skutečná rychlost	Tlaková ztráta třením v potrubí	Součinitel odporu tvarovek	Tlaková ztráta místními odpory	Tlaková ztráta třením	Celková tlaková ztráta
[-]	[m <sup>3</sup> /h]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[Pa/m]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
Zařízení č.2 - hlavní větev – přívodní														
51	580	3,9	3	0,054	0,261	0,250	0,280	0,264	2,94	0,43	1,2	5,19	1,69	6,878
52	1160	3,9	4	0,081	0,320	0,280	0,400	0,329	3,78	0,42	1,1	7,86	1,65	9,513
53	1740	2,3	4	0,121	0,392	0,315	0,500	0,387	4,12	0,49	0,3	2,55	1,15	3,695
54	2320	3,3	4	0,161	0,453	0,355	0,630	0,454	3,98	0,38	0,9	7,12	1,26	8,388
55	2900	7,4	4	0,201	0,506	0,400	0,710	0,512	3,92	0,43	2,3	17,64	3,19	20,839
56	3390	6,3	4	0,235	0,547	0,400	0,800	0,533	4,22	0,27	2,1	18,66	1,70	20,357
57	4380	7	5	0,243	0,557	0,560	0,560	0,560	4,94	0,4	1,2	14,64	2,80	17,441
												Celkem	87,11	
												vyúst'	30	
												klapka	20	
												tlumič hluku	25	
celková tlaková ztráta přívodního potrubí - zařízení č. 2														162,11

Tabulka B.9-8 Dimenzování – zařízení č.2 – vedlejší přívodní větev

#	V	L	v'	S	d'	A	B	d	v	R	$\xi$	Z	R*L	Z + R*L
Označení úseku	Průtok vzduchu v úseku	Délka úseku	Předběžná rychlost	Předběžná plocha potrubí	Předběžný rovnocenný průměr	Výška potrubí	Šířka potrubí	Rovnocenný průměr	Skutečná rychlost	Tlaková ztráta třením v potrubí	Součinitel odporu tvarovek	Tlaková ztráta místními odpory	Tlaková ztráta třením	Celková tlaková ztráta
[-]	[m <sup>3</sup> /h]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[Pa m]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
<b>Zařízení č.2 - vedlejší větev chodba 2.NP – přívodní</b>														
58	245	1,8	3	0,023	0,170	0,180	0,180	0,180	2,67	0,57	1,1	3,93	1,00	4,931
59	490	4,1	4	0,034	0,208	0,180	0,250	0,209	3,96	0,89	1,5	11,74	3,69	15,426
													Celkem	20,36
<b>Zařízení č.2 - vedlejší větev 1.NP – přívodní</b>														
60	500	14	3	0,046	0,243	0,200	0,315	0,245	2,95	0,45	2,1	9,16	6,41	15,577
61	990	1,9	4	0,069	0,296	0,200	0,560	0,295	4,03	0,54	1,9	15,43	1,02	16,449
													Celkem	32,03

### B.9.3.2 Odvodní potrubí

Tabulka B.9-9 Dimenzování – zařízení č.2 – hlavní odvodní větev

#	V	L	v'	S	d'	A	B	d	v	R	ξ	Z	R*L	Z + R*L
Označení úseku	Průtok vzduchu v úseku	Délka úseku	Předběžná rychlost	Předběžná plocha potrubí	Předběžný rovnocenný průměr	Výška potrubí	Šířka potrubí	Ravnocenný průměr	Skutečná rychlost	Tlaková ztráta třením v potrubí	Součinitel odporu tvarovek	Tlaková ztráta místními odpory	Tlaková ztráta třením	Celková tlaková ztráta
[-]	[m <sup>3</sup> /h]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[Pa/m]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
<b>Zařízení č.2 - hlavní větev hygienické zázemí 1.NP– odvodní</b>														
75	80	1,6	3	0,007	0,097	0,1	0,1	0,100	2,83	1,24	0,9	3,60	1,92	5,525
76	130	5,6	4	0,009	0,107	0,1	0,13	0,111	3,72	1,86	0,9	6,24	10,42	16,657
77	200	4,3	4	0,014	0,133	0,13	0,16	0,140	3,59	1,23	1,5	9,67	5,32	14,991
78	500	4,1	4	0,035	0,210	0,2	0,23	0,212	3,94	0,91	1,5	11,66	3,71	15,371
79	550	1	4	0,038	0,221	0,2	0,25	0,222	3,94	0,89	0,9	6,98	0,88	7,859
80	600	0,7	4	0,042	0,230	0,2	0,32	0,245	3,55	0,59	1,1	6,91	0,42	7,334
81	660	0,6	4	0,046	0,242	0,2	0,32	0,245	3,90	0,73	0,9	6,84	0,43	7,274
82	710	0,9	4	0,049	0,251	0,2	0,36	0,256	3,84	0,69	0,9	6,62	0,63	7,250
83	810	1,5	4	0,056	0,268	0,2	0,45	0,277	3,74	0,53	1,1	7,68	0,80	8,471
84	930	1,6	4	0,065	0,287	0,2	0,56	0,295	3,79	0,52	0,9	6,45	0,84	7,291
85	990	3,4	4	0,069	0,296	0,2	0,56	0,295	4,03	0,59	1,1	8,94	2,00	10,932
66	4 380	4	5	0,243	0,557	0,560	0,560	0,560	4,94	0,39	0,6	7,32	1,56	8,880
													Celkem	108,95
													vyúst'	62
													klapka	20
													tlumič hluku	25
Celková tlaková ztráta přívodního potrubí														215,95

Tabulka B.9-10 Dimenzování – zařízení č.2 – vedlejší odvodní větev

#	V	L	v'	S	d'	A	B	d	v	R	ξ	Z	R*L	Z + R*L
Označení úseku	Průtok vzduchu v úseku	Délka úseku	Předběžná rychlost	Předběžná plocha potrubí	Předběžný rovnocenný průměr	Výška potrubí	Šířka potrubí	Rovnocenný průměr	Skutečná rychlost	Tlaková ztráta třením v potrubí	Součinitel odporu tvarovek	Tlaková ztráta místními odpory	Tlaková ztráta třením	Celková tlaková ztráta
[-]	[m <sup>3</sup> /h]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[Pa/m]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
<b>Zařízení č.2 - vedlejší větev – odvodní</b>														
62	967	4,5	3	0,090	0,338	0,280	0,450	0,345	2,87	0,29	1,5	6,18	1,29	7,470
63	1934	2,3	4	0,134	0,414	0,355	0,500	0,415	3,97	0,43	0,9	7,08	1,00	8,082
64	2900	5,2	4	0,201	0,506	0,400	0,710	0,512	3,92	0,33	1,7	13,04	1,72	14,758
65	3390	9,1	4	0,235	0,547	0,400	0,900	0,554	3,91	0,27	2,3	17,57	2,46	20,026
													Celkem	50,34
<b>Zařízení č.2 - vedlejší větev hygienické zázemí 2.NP– odvodní</b>														
67	60	1,6	3	0,006	0,084	0,1	0,1	0,100	2,12	0,79	1,7	3,83	1,28	5,107
68	180	1,5	4	0,013	0,126	0,13	0,16	0,140	3,23	1,15	1,1	5,74	1,73	7,470
69	280	0,9	4	0,019	0,157	0,16	0,16	0,160	3,87	1,2	0,9	6,73	1,09	7,826
70	330	0,6	4	0,023	0,171	0,16	0,2	0,178	3,69	1,08	0,9	6,14	0,64	6,774
71	430	2,6	4	0,030	0,195	0,16	0,28	0,204	3,67	0,84	1,5	10,09	2,16	12,251
72	490	1,5	4	0,034	0,208	0,16	0,32	0,212	3,85	0,76	0,9	6,66	1,12	7,789
													Celkem	47,22
<b>Zařízení č.2 - vedlejší větev WC 2.NP – odvodní</b>														
73	50	1,4	3	0,005	0,077	0,1	0,1	0,100	1,77	0,65	1,5	2,35	0,93	3,278
74	100	0,7	4	0,007	0,094	0,1	0,1	0,100	3,54	2,11	1,1	6,88	1,51	8,388
													Celkem	11,67

### B.9.3.3 Sání vzduchu

Tabulka B.9-11 Dimenzování – zařízení č.2 – sání vzduchu

#	V	L	v'	S	d'	A	B	d	v	R	$\xi$	Z	R*L	Z + R*L
Označení úseku	Průtok vzduchu v úseku	Délka úseku	Předběžná rychlost	Předběžná plocha potrubí	Předběžný rovnocenný průměr	Výška potrubí	Šířka potrubí	Rovnocenný průměr	Skutečná rychlost	Tlaková ztráta třením v potrubí	Součinitel odporu tvarovek	Tlaková ztráta místními odpory	Tlaková ztráta třením	Celková tlaková ztráta
[-]	[m <sup>3</sup> /h]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[Pa/m]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
<b>Zařízení č.2 - sání vzduchu</b>														
101	4 380	5	4	0,304	0,622	0,500	1,000	0,667	3,49	0,21	1,5	9,11	1,05	10,161
												žaluzie	20	
												tlumič hluku	25	
Celková tlaková ztráta sání														55,16

### B.9.3.4 Výfuk vzduchu

Tabulka B.9-12 Dimenzování – zařízení č.2 – výfuk vzduchu

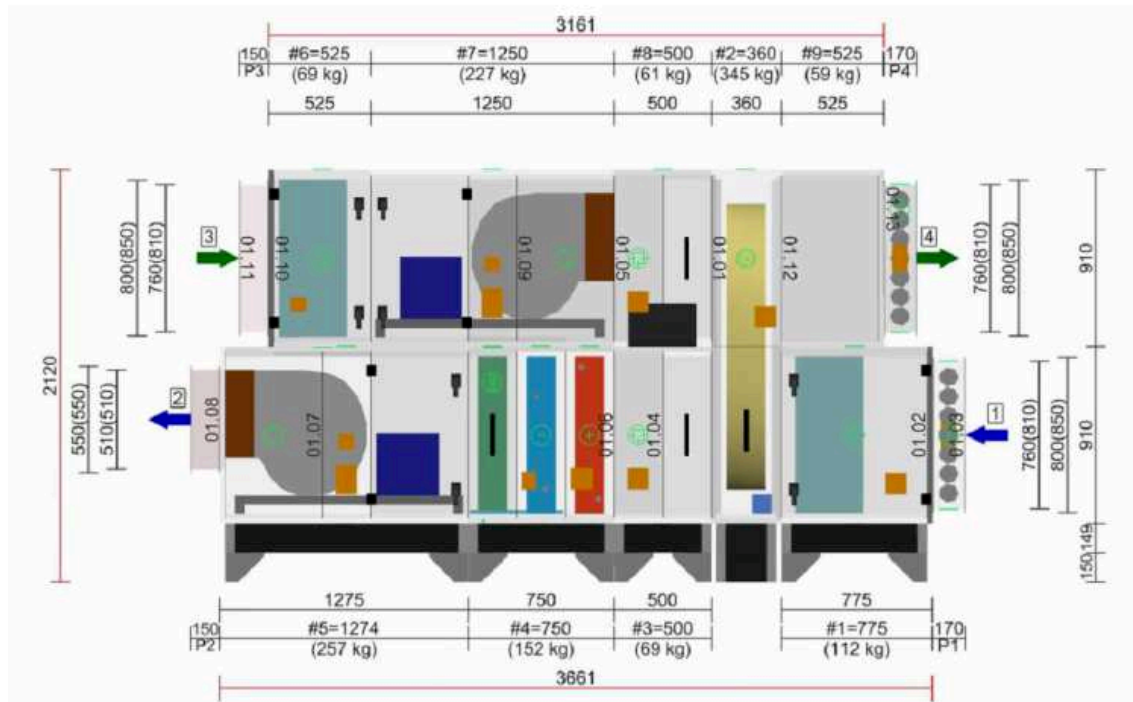
#	V	L	v'	S	d'	A	B	d	v	R	$\xi$	Z	R*L	Z + R*L
Označení úseku	Průtok vzduchu v úseku	Délka úseku	Předběžná rychlost	Předběžná plocha potrubí	Předběžný rovnocenný průměr	Výška potrubí	Šířka potrubí	Rovnocenný průměr	Skutečná rychlost	Tlaková ztráta třením v potrubí	Součinitel odporu tvarovek	Tlaková ztráta místními odpory	Tlaková ztráta třením	Celková tlaková ztráta
[-]	[m <sup>3</sup> /h]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[Pa/m]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
<b>Zařízení č.2 - výfuk vzduchu</b>														
101	4 380	5	4	0,304	0,622	0,5	1,0	0,667	3,49	0,21	1,5	9,11	1,05	10,161
												žaluzie	20	
												tlumič hluku	25	
Celková tlaková ztráta sání														55,16

## B.10 Návrh VZT jednotek

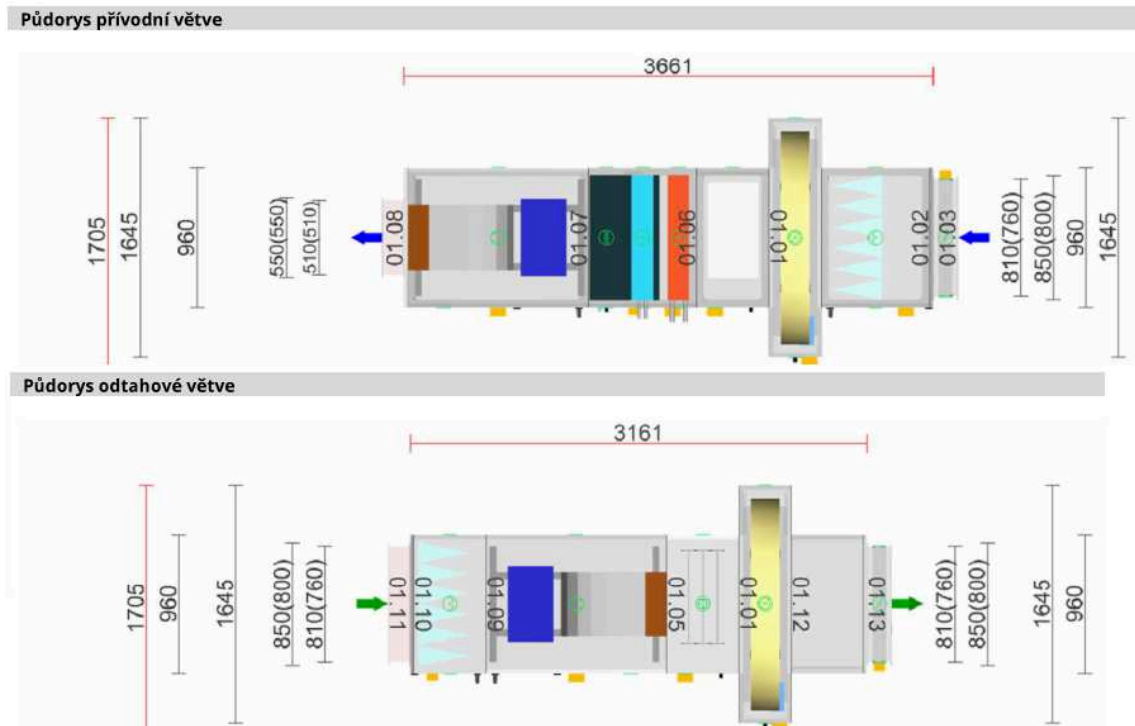
Návrh vzduchotechnických jednotek byl proveden v programu AeroCAD od firmy Remak, a.s. Obě vzduchotechnické jednotky jsou stojící na zemi na pevném rámu vysokém 300mm.

### B.10.1 VZT jednotka č. 1

Vzduchotechnická jednotka č. 1 zajišťuje úpravu mikroklimatu v sále a vstupním vestibulu. Bližší informace o jednotce budou zařazeny do přílohy.



Obrázek B.10-1 Boční pohled na vzduchotechnickou jednotku č. 1



Obrázek B.10-2 Horní pohled na přívodní a odvodní větev vzduchotechnické jednotky č. 1

#### 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	
Přívod - sání	57.2	71.1	75.9	82.7	76.7	70.4	65.5	56.2	84.7
Přívod - výtlak	66.8	79.1	86.0	93.7	92.2	92.8	87.8	78.7	98.5
Přívod - okolí	54.2	59.0	62.8	64.7	60.0	57.2	55.2	43.0	68.9
Odvod - sání	52.6	69.6	73.1	74.0	75.9	73.0	69.9	63.6	81.0
Odvod - výtlak	52.5	69.4	70.5	72.2	72.9	71.1	68.9	61.6	78.9
Odvod - okolí	46.6	54.5	55.0	49.0	49.2	47.8	46.6	36.4	59.6

Obrázek B.10-3 Hlukové parametry vzduchotechnické jednotky č. 1

01.03 Klapka	Přívod	LK 810-760		
Kód	VLK018176			
Nominální průtok vzduchu	9000 m <sup>3</sup> /h			
Tlaková ztráta	4 Pa			
Plocha klapek	0.62 m <sup>2</sup>			
Třída těsnosti	2			
Počet servopohonů	1 ks			
Krouticí moment serva	10 Nm			
<b>Příslušenství vestavěné</b>				
• Servopohon NM 24A-SR, Kód: XPSESN24S, Počet: 1				
01.02 Filtr	Přívod	XPNH 10/5 (K) ECOD		
Kód	XPNH010-50K5S			
Servisní přístup	Zleva			
Materiál vnitřního pláště	Pozinkovaný plech			
Nominální průtok vzduchu	9000 m <sup>3</sup> /h			
Tlaková ztráta	165 Pa			
Třída filtrace	M5			
Typ filtru	Kapsový			
01.01 Rotační rekuperátor	Přívod/Odvod	XPXR 10/4		
Kód	XPXR010RS0L42T10FRA		Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	9000 / 9000 m <sup>3</sup> /h	Teplota / Vlhkost - Přívod		
Tlaková ztráta	136 / 137 Pa	Vstup	-12.0 °C / 95 %	32.0 °C / 37 %
Rychlost v průřezu	3.1 / 3.1 m/s	Výstup	12.1 °C / 44 %	29.1 °C / 43 %
Typ výměníku	Teplotní T	Teplota / Vlhkost - Odvod		
Výška vlny / šířka rotoru	1,9 / 200 mm	Vstup	21.0 °C / 45 %	28.0 °C / 65 %
Průměr vnější	1470 mm	Výstup	1.0 °C / 100 %	30.9 °C / 54 %
<b>Motor</b>				
Napájecí napětí	3NPE 400 V, 50 Hz	Teplotní účinnost	73 %	71 %
Výkon	180 W	Výkon		
Proud max.	6.10 A	Celkový výkon	90.2 kW	8.8 kW
Napájecí napětí regulátoru	1NPE 230 V, 50 Hz	Citelný výkon	70.7 kW	8.8 kW
01.04 Směšování	Přívod	XPIS 10/5		
Kód	XPIS010RS0LNLS		Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	9000 m <sup>3</sup> /h	Teplota / Vlhkost		
Tlaková ztráta	3 Pa	Vstup	12.1 °C / 44 %	29.1 °C / 43 %
		Výstup	12.1 °C / 44 %	29.1 °C / 44 %
		Poměr cirkul. vzduchu (ICH)	50 %	0 %
		Poměr cirkul. vzduchu	0 %	0 %
01.14 Vodní ohříváč	Přívod	XPNC 10/2R		
Kód	XPNC010-S02		Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	9000 m <sup>3</sup> /h	Teplota / Vlhkost		
Tlaková ztráta	104 Pa	Vstup	12.1 °C / 44 %	29.1 °C / 44 %
Rychlost v průřezu	4.7 m/s	Výstup	23.2 °C / 22 %	29.1 °C / 44 %
Teplonosné medium	Voda			
Počet řad	2	Teplotní spád	70 / 36 °C	
Počet okruhů	1			
Rozteč lamel	2.1 mm	Výkon	33.9 kW	
<b>Materiál</b>				
Materiál trubek	Cu	Teplonosné medium		
Materiál lamel	Al	Průtok	0.87 m <sup>3</sup> /h	
Připojení		Tlaková ztráta	1.0 kPa	
Průměr připojení	1 "			
Typ	8.35.CU.11.AL.21.02.0725.21.W.X.X.007.042.R 1" L			

Obrázek B.10-4 Specifikace zařízení č. 1 1/3



01.14 Vodní chladič		Přívod	XPND 10/4R	
Kód	XPND010-504		Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	9000 m <sup>3</sup> /h	Teplota / Vlhkost		
Tlaková ztráta	239 Pa	Vstup	23.2 °C / 22 %	29.1 °C / 44 %
Rychlost v průřezu	4.7 m/s	Výstup	23.2 °C / 22 %	19.6 °C / 74 %
Teplonosné médium	Voda			
Počet řad	4	Teplotní spád	7 / 13 °C	
Počet okruhů	1			
Rozteč lamel	2.1 mm	Výkon	32.5 kW	
Materiál		Množství kondenzátu	5.3 kg/h	
Materiál trubek	Cu	Teplonosné médium		
Materiál lamel	Al	Hmotnostní průtok	4.66 m <sup>3</sup> /h	
Připojení		Tlaková ztráta	11.0 kPa	
Průměr připojení	1 "			
Typ	8.35.CU.11.AL.21.04.0725.21.W.X.X.018.084.R 1" L			

**Poznámka:** Ventilátor je navržen na základě mokré tlakové ztráty výměníku.

#### Příslušenství vestavěné

- Směšovací uzel chladiče SUMX 10/EU (2), Kód: VSU04A0B-, Počet: 1

01.14 Eliminátor kapek		Přívod	XPNU 10	
Kód	XPNU010-S0			
Nominální průtok vzduchu	9000 m <sup>3</sup> /h			
Tlaková ztráta	69 Pa			

01.07 Ventilátor		Přívod	XPVA 355-160/160-7,5-J4 (IE2)	
Kód	XPVA010RS035PNND4B75R1			
Nominální průtok vzduchu	9000 m <sup>3</sup> /h			
Statický tlak	1041 Pa			
Proud v pracovním bodě	11.76 A			
Otáčky ventilátoru (n)/(n <sub>max</sub> )	1455/- 1/min			
Výkon ventilátoru	5.68 kW			
Účinnost	60 %			
Elektrický příkon	6.52 kW			
Specifický výkon ventilátoru	2606 W.m <sup>3</sup> .s			
Rychlost v průřezu	3.59 m/s			
Pracovní frekvence	50 Hz			
Převod	Řemenový			
Motor				
Třída účinnosti motoru	IE2			
Výkon motoru nom.	7500 W			
Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz			
Proud max.	14.60 A			
Počet pólů	4			
Jištění	Termokontakty			

01.08 Tlumič vložka		Přívod	DV 510-510	
Kód	VDV015151			
Nominální průtok vzduchu	9000 m <sup>3</sup> /h			

01.11 Tlumič vložka		Odvod	DV 810-760	
Kód	VDV018176			
Nominální průtok vzduchu	9000 m <sup>3</sup> /h			

01.10 Filtr		Odvod	XPNH 10/5 (K) ECOD	
Kód	XPNH010-S0K5S			
Servisní přístup	Zprava			
Materiál vnitřního pláště	Pozinkovaný plech			
Nominální průtok vzduchu	9000 m <sup>3</sup> /h			
Tlaková ztráta	165 Pa			
Třída filtrace	M5			
Typ filtru	Kapsový			
Počáteční / Koncová tlaková ztráta	131 / 200 Pa			

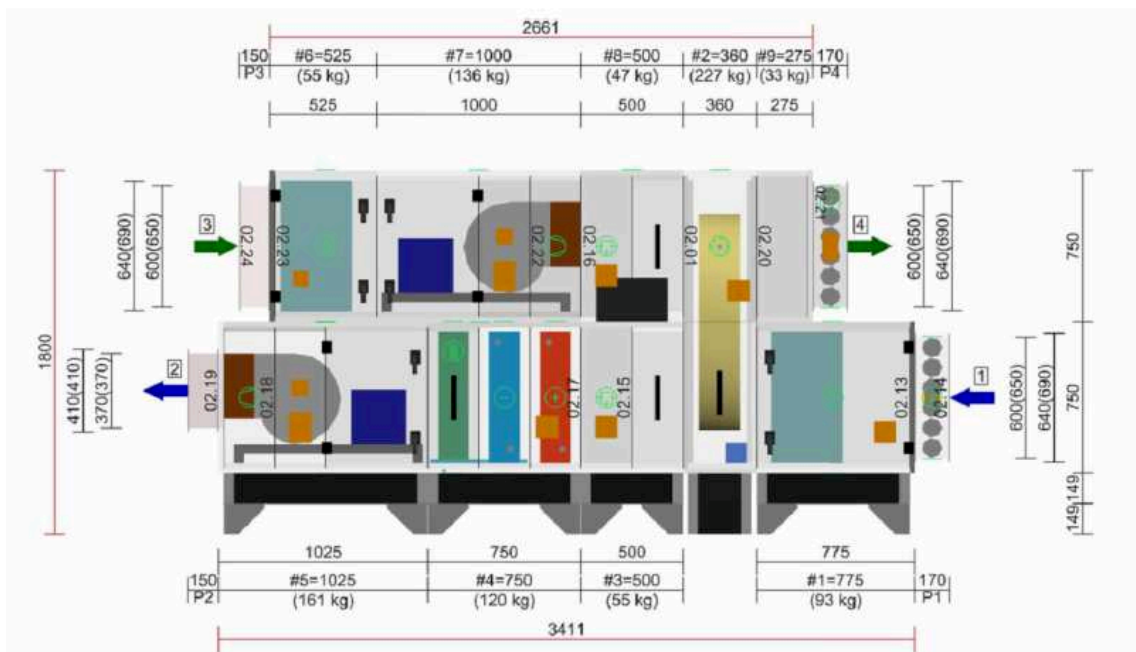
Obrázek B.10-5 Specifikace zařízení č. 1 2/3

<b>01.09 Ventilátor</b>	<b>Odvod</b>	<b>XPVA 355-224/170-4,0-J4 (IE2)</b>		
Kód	XPVA010RS035PSOD4B40R1			
Nominální průtok vzduchu	9000 m <sup>3</sup> /h			
Statický tlak	613 Pa			
Proud v pracovním bodě	7,38 A			
Otáčky ventilátoru (n)/(nmax)	1097/- 1/min			
Výkon ventilátoru	3,42 kW			
Účinnost	62 %			
Elektrický příkon	4,02 kW			
Specifický výkon ventilátoru	1608 W.m <sup>3</sup> .s			
Rychlost v průřezu	3,59 m/s			
Pracovní frekvence	50 Hz			
Převod	Řemenový			
Motor				
Třída účinnosti motoru	IE2			
Výkon motoru nom.	4000 W			
Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz			
Proud max.	8,34 A			
Počet pólů	4			
jištění	Termokontakty			
<b>01.05 Směšování</b>	<b>Odvod</b>	<b>XPIS 10/R</b>		
Kód	XPIS010RS0PLIR	Zima	Léto	
Nominální průtok vzduchu	9000 m <sup>3</sup> /h	Teplota / Vlhkost		
Tlaková ztráta	3 Pa	Vstup	21.0 °C / 45 %	28.0 °C / 65 %
<b>Vnitřní klapka</b>	<b>Odvod</b>	<b>XPHD 10/500-S B</b>		
Kód	PXPH010RS0500SB0			
Nominální průtok vzduchu	9000 m <sup>3</sup> /h			
<b>Příslušenství vestavěné</b>				
• Servopohon NM 24A-SR, Kód: XPSESN24S, Počet: 1				
<b>01.12 Sekce prázdná</b>	<b>Odvod</b>	<b>XPJP 10/S</b>		
Kód	XPJP010RS0-S			
Nominální průtok vzduchu	9000 m <sup>3</sup> /h			
<b>01.13 Klapka</b>	<b>Odvod</b>	<b>LK 810-760</b>		
Kód	VLK018176			
Nominální průtok vzduchu	9000 m <sup>3</sup> /h			
Tlaková ztráta	4 Pa			
Plocha klapek	0,62 m <sup>2</sup>			
Třída těsnosti	2			
Počet servopohonů	1 ks			
Kroutící moment serva	10 Nm			

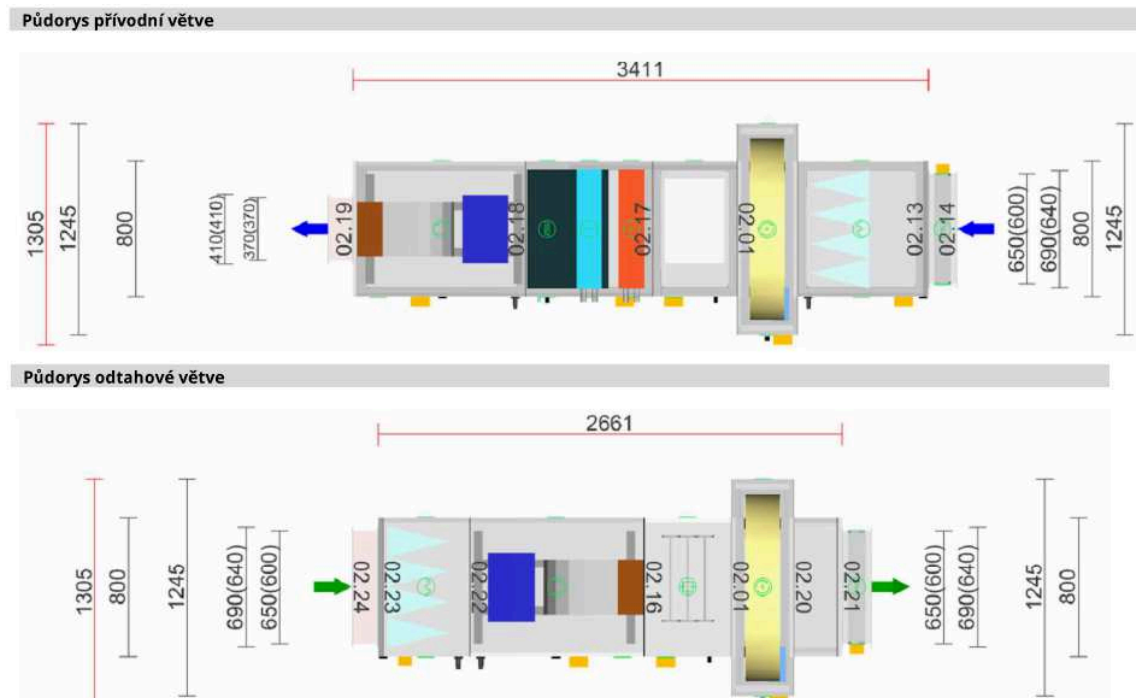
Obrázek B.10-6 Specifikace zařízení č. 1 3/3

## B.10.2 VZT jednotka č. 2

Vzduchotechnická jednotka č. 2 zajišťuje teplovzdušné vytápění a větrání hospody a hygienického zázemí. Bližší informace o jednotce budou zařazeny do přílohy.



Obrázek B.10-7 Boční pohled na vzduchotechnickou jednotku č. 2



Obrázek B.10-8 Horní pohled na přívodní a odvodní větev vzduchotechnické jednotky č. 2

## 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	
Přívod - sání	52.3	68.5	75.0	76.9	74.0	70.5	61.1	54.6	81.0
Přívod - výtlak	66.3	72.2	80.5	86.7	82.9	87.5	80.7	70.1	91.8
Přívod - okolí	48.3	56.4	61.9	57.9	56.3	56.3	50.8	41.4	65.6
Odvod - sání	56.2	68.6	69.3	70.0	75.4	72.1	69.1	61.5	79.4
Odvod - výtlak	54.0	66.5	65.6	67.7	72.3	70.0	68.1	59.5	76.9
Odvod - okolí	50.2	53.5	51.2	45.0	48.7	46.9	45.8	34.3	58.2

Obrázek B.10-9 Hlukové parametry vzduchotechnické jednotky č. 2

02.14 Klapka	Přívod	LK 650-600
Kód	VLK016560	
Nominální průtok vzduchu	4380 m <sup>3</sup> /h	
Tlaková ztráta	1 Pa	
Plocha klapek	0.39 m <sup>2</sup>	
Třída těsnosti	2	
Počet servopohonů	1 ks	
Krouticí moment serva	10 Nm	
<b>Příslušenství vestavěné</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Servopohon NM 24A-SR, Kód: XPSESN24S, Počet: 1</li> </ul>		
02.13 Filtr	Přívod	XPNH 06/5 (K) ECOD
Kód	XPNH006-S0K5S	
Servisní přístup	Zleva	
Materiál vnitřního pláště	Pozinkovaný plech	
Nominální průtok vzduchu	4380 m <sup>3</sup> /h	
Tlaková ztráta	149 Pa	
Třída filtrace	M5	
Typ filtru	Kapsový	
Počáteční / Koncová tlaková ztráta	97 / 200 Pa	
<b>Příslušenství vestavěné</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Panel čelní - vstup XPK 06/P, Kód: XPKO006RS-P, Počet: 1, Tlaková ztráta: 16 Pa</li> <li>Montážní sada panelu XPK 06/P (MSP), Kód: MPKO006RS-P, Počet: 1</li> <li>Snímač tlakové diference P33 N (30 - 500 Pa), Kód: XPP33N, Počet: 1</li> </ul>		
<b>Skladba filtru</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kód AX</li> <li>Rozměr vložky (délka × výška × hloubka)</li> <li>Třída filtrace</li> <li>Počet kapes v jedné vložce</li> <li>Počet vložek v jedné filtrační vestavbě</li> </ul>		<b>11250903058</b> 340x645x360 mm M5 5 ks <b>2 ks</b>
02.01 Rotační rekuperátor	Přívod/Odvod	XPXR 06/2
Kód	XPXR006RS0L22T10FRA	Zima Lét
Nominální průtok vzduchu	4380 / 4380 m <sup>3</sup> /h	Teplota / Vlhkost - Přívod
Tlaková ztráta	126 / 126 Pa	Vstup -12.0 °C / 95 % 32.0 °C / 37 %
Rychlost v průřezu	2.9 / 2.9 m/s	Výstup 12.5 °C / 44 % 29.1 °C / 43 %
Typ výměníku	Teplotní T	Teplota / Vlhkost - Odvod
Výška vlny / šířka rotoru	1,9 / 200 mm	Vstup 21.0 °C / 45 % 28.0 °C / 65 %
Průměr vnější	1070 mm	Výstup 0.7 °C / 100 % 31.0 °C / 54 %
<b>Motor</b>		
Napájecí napětí	3NPE 400 V, 50 Hz	Teplotní účinnost 74 % 73 %
Výkon	90 W	Výkon
Proud max.	6.10 A	Celkový výkon 44.6 kW 4.4 kW
Napájecí napětí regulátoru	1NPE 230 V, 50 Hz	Citelný výkon 34.9 kW 4.4 kW
02.15 Směšování	Přívod	XPIS 06/S
Kód	XPIS006RS0LNLS	Zima Lét
Nominální průtok vzduchu	4380 m <sup>3</sup> /h	Teplota / Vlhkost
Tlaková ztráta	2 Pa	Vstup 12.5 °C / 44 % 29.1 °C / 43 %
		Výstup 12.5 °C / 44 % 29.1 °C / 44 %
		Poměr cirkul. vzduchu (ICH) 50 % 0 %
		Poměr cirkul. vzduchu 0 % 0 %

Obrázek B.10-10 Specifikace zařízení č. 2 1/3

<b>02.17 Vodní ohřivač</b>		<b>Přívod</b>	<b>XPNC 06/2R</b>	
Kód	XPNC006-502		Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	4380 m <sup>3</sup> /h	Teplota / Vlhkost		
Tlaková ztráta	63 Pa	Vstup	12.5 °C / 44 %	29.1 °C / 44 %
Rychlost v průřezu	3.7 m/s	Výstup	24.4 °C / 21 %	29.1 °C / 44 %
Teplonosné medium	Voda			
Počet řad	2	Teplotní spád		70 / 33 °C
Počet okruhů	1			
Rozteč lamel	2.1 mm	Výkon		17.3 kW
Materiál				
Materiál trubek	Cu	Teplonosné medium		
Materiál lamel	Al	Průtok		0.41 m <sup>3</sup> /h
Připojení		Tlaková ztráta		1.2 kPa
Průměr připojení	1"			
<b>02.17 Eliminátor kapek</b>		<b>Přívod</b>	<b>XPNU 06</b>	
Kód	XPNU006-50			
Nominální průtok vzduchu	4380 m <sup>3</sup> /h			
Tlaková ztráta	38 Pa			
<b>02.18 Ventilátor</b>		<b>Přívod</b>	<b>XPVA 250-170/200-2,2-J4 (IE2)</b>	
Kód	XPVA006RS025PORD4B22R1			
Nominální průtok vzduchu	4380 m <sup>3</sup> /h			
Statický tlak	685 Pa			
Proud v pracovním bodě	4.49 A			
Otáčky ventilátoru (n)/(nmax)	1671/-1/min			
Výkon ventilátoru	2.00 kW			
Účinnost	56 %			
Elektrický příkon	2.43 kW			
Specifický výkon ventilátoru	1994 W.m <sup>-3</sup> .s			
Rychlost v průřezu	2.67 m/s			
Pracovní frekvence	50 Hz			
Převod	Řemenový			
Motor				
Třída účinnosti motoru	IE2			
Výkon motoru nom.	2200 W			
Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz			
Proud max.	4.81 A			
Počet pólů	4			
Jištění	Termokontakty			
<b>02.19 Tlumicí vložka</b>		<b>Přívod</b>	<b>DV 370-370</b>	
Kód	VDV013737			
Nominální průtok vzduchu	4380 m <sup>3</sup> /h			
<b>02.24 Tlumicí vložka</b>		<b>Odvod</b>	<b>DV 650-600</b>	
Kód	VDV016560			
Nominální průtok vzduchu	4380 m <sup>3</sup> /h			
<b>02.23 Filtr</b>		<b>Odvod</b>	<b>XPNH 06/4 ECOD</b>	
Kód	XPNH006-S0045			
Servisní přístup	Zprava			
Materiál vnitřního pláště	Pozinkovaný plech			
Nominální průtok vzduchu	4380 m <sup>3</sup> /h			
Tlaková ztráta	99 Pa			
Třída filtrace	G4			
Typ filtru	Kapsový			
Počáteční / Koncová tlaková ztráta	48 / 150 Pa			

Obrázek B.10-11 Specifikace zařízení č. 2 2/3

<b>02.22 Ventilátor</b>	<b>Odvod</b>	<b>XPVA 250-140/150-2,2-J4 (IE2)</b>		
Kód	XPVA006RS025PLMD4B22R1			
Nominální průtok vzduchu	4380 m <sup>3</sup> /h			
Statický tlak	551 Pa			
Proud v pracovním bodě	4.01 A			
Otáčky ventilátoru (n)/(n <sub>max</sub> )	1521/- 1/min			
Výkon ventilátoru	1.64 kW			
Účinnost	56 %			
Elektrický příkon	1.99 kW			
Specifický výkon ventilátoru	1632 W.m <sup>3</sup> .s			
Rychlost v průřezu	2.67 m/s			
Pracovní frekvence	50 Hz			
Převod	Řemenový			
Motor				
Třída účinnosti motoru	IE2			
Výkon motoru nom.	2200 W			
Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz			
Proud max.	4.81 A			
Počet pólů	4			
Jištění	Termokontakty			
<b>02.16 Směšování</b>	<b>Odvod</b>	<b>XPIS 06/R</b>		
Kód	XPIS006RS0PLIR		Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	4380 m <sup>3</sup> /h	Teplota / Vlhkost		
Tlaková ztráta	2 Pa	Vstup	21.0 °C / 45 %	28.0 °C / 65 %
<b>Vnitřní klapka</b>	<b>Odvod</b>	<b>XPHD 06/500-S B</b>		
Kód	PXPH006RS0500SB0			
Nominální průtok vzduchu	4380 m <sup>3</sup> /h			
<b>Příslušenství vestavěné</b>				
• Servopohon NM 24A-SR, Kód: XPSESN24S, Počet: 1				
<b>02.20 Sekce prázdná</b>	<b>Odvod</b>	<b>XPJP 06/K</b>		
Kód	XPJP006RS0-K			
Nominální průtok vzduchu	4380 m <sup>3</sup> /h			
<b>02.21 Klapka</b>	<b>Odvod</b>	<b>LK 650-600</b>		
Kód	VLK016560			
Nominální průtok vzduchu	4380 m <sup>3</sup> /h			
Tlaková ztráta	1 Pa			
Plocha klapek	0.39 m <sup>2</sup>			
Třída těsnosti	2			
Počet servopohonů	1 ks			
Kroutící moment serva	10 Nm			

Obrázek B.10-12 Specifikace zařízení č. 2 3/3

## B.11 Úpravy vzduchu, h–x diagramy

### B.11.1 VZT jednotka č. 1

#### B.11.1.1 Výpočet výkonů strojních zařízení

##### Zima – Ohřívač

Tepelná ztráta  $Q_{\text{winter}} = 9761 \text{ W}$

Teplota přiváděného vzduchu  $t_p$ :

$$\Delta t = \frac{Q_{\text{winter}}}{V_p \cdot \rho \cdot c} = \frac{9761 \cdot 3600}{9000 \cdot 1,2 \cdot 1010} = 3,22 \text{ K}$$

$$t_p = 20,0 + 3,22 = 23,22 \text{ °C}$$

Výkon ohřívače za rotačním rekuperátorem s účinností 73%:

$$t_1 = t_e + \eta \cdot (t_i - t_e) = -12 + 0,73 \cdot (20 + 12) = 11,36 \text{ °C}$$

$$Q_v = V_p \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t = 9000/3600 \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (23,22 - 11,36) = 35936 \text{ W} = 35,9 \text{ kW}$$

##### Léto – Chladič

$Q_{\text{summer}} = 21950 \text{ W}$

Teplota přiváděného vzduchu:

$$\Delta t = \frac{Q_{\text{summer}}}{V_p \cdot \rho \cdot c} = \frac{21950 \cdot 3600}{9000 \cdot 1,2 \cdot 1010} = 7,24 \text{ K}$$

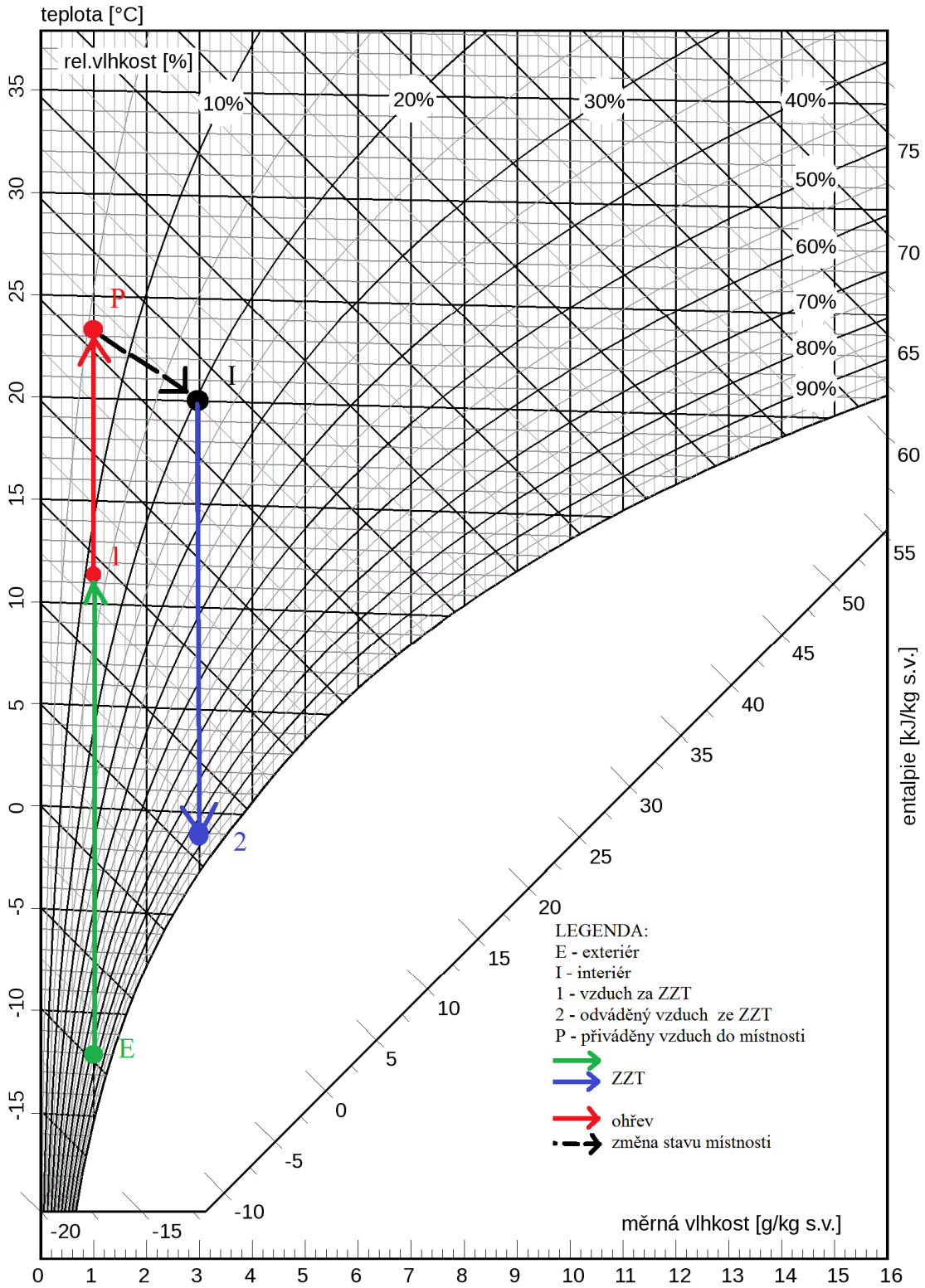
$$t_p = 25 - 7,24 = 17,76 \text{ °C}$$

Výkon ohřívače za rotačním rekuperátorem s účinností 73%:

$$t_1 = t_e + \eta \cdot (t_i - t_e) = 32 + 0,73 \cdot (25 - 32) = 26,89 \text{ °C}$$

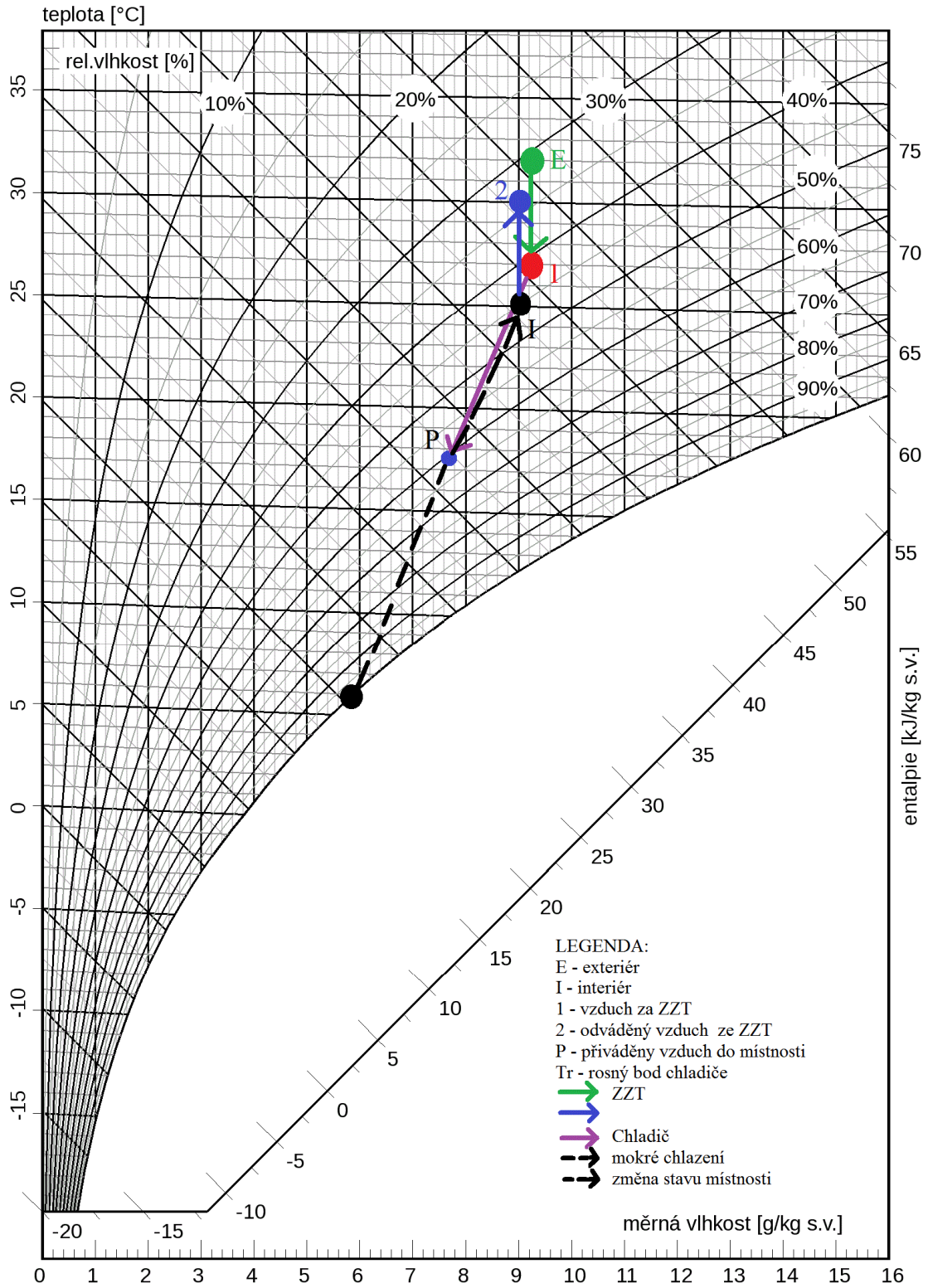
Chladicí výkon:

$$Q_{\text{ch}} = V_p \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t = 9000/3600 \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (26,89 - 17,76) = 27664 \text{ W} = 27,7 \text{ kW}$$



Obrázek B.11-1 hx diagram úpravy vzduchu v zimě zařízení č. 1





Obrázek B.11-2 hx diagram úpravy vzduchu v létě zařízení č. 1

### **B.11.2 VZT jednotka č. 2**

Tepelná ztráta  $Q_{\text{winter}} = 6436 \text{ W}$

Teplota přiváděného vzduchu  $t_p$ :

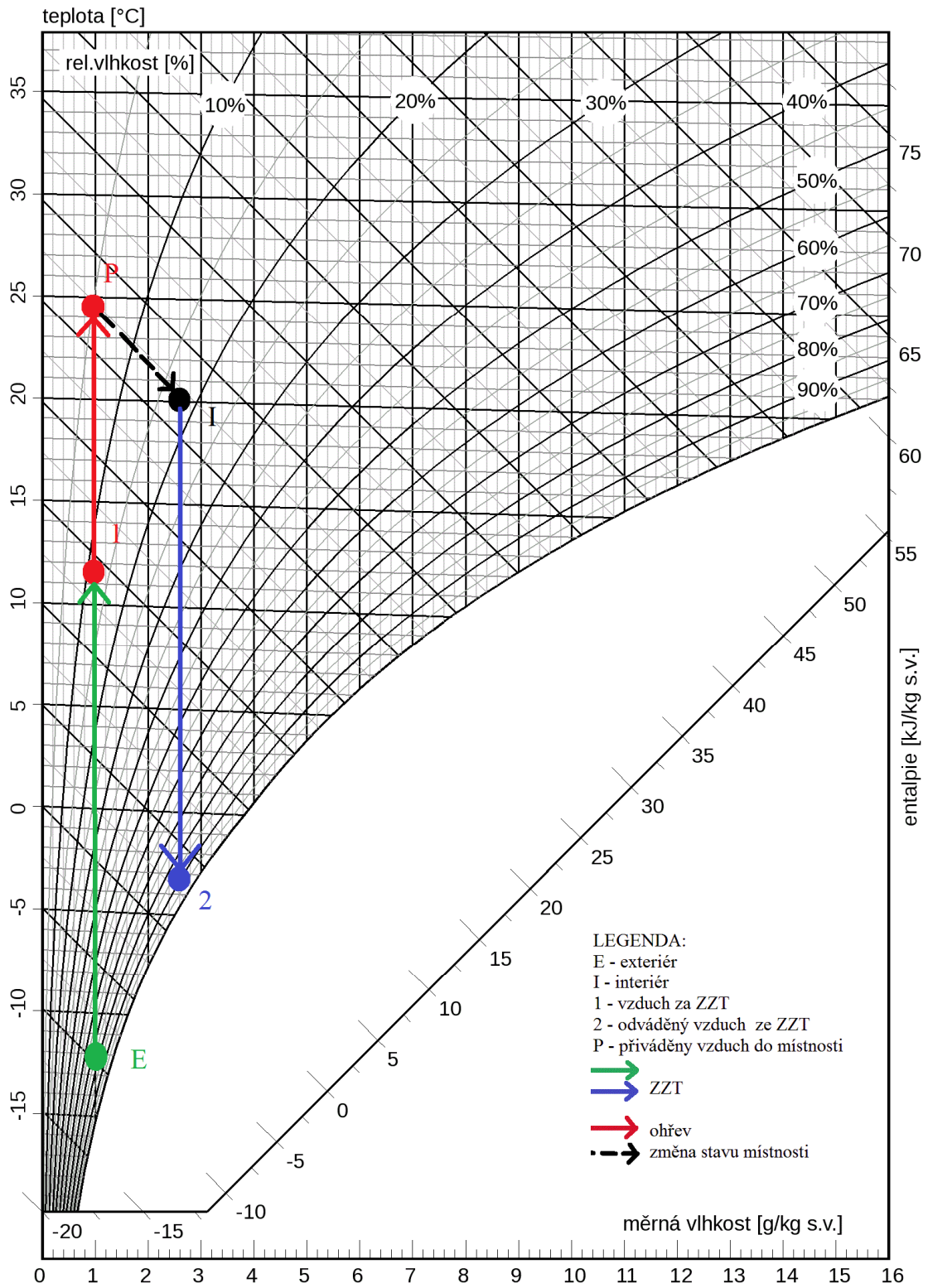
$$\Delta t = \frac{Q_{\text{winter}}}{V_p \cdot \rho \cdot c} = \frac{6436 \cdot 3600}{4380 \cdot 1,2 \cdot 1010} = 4,36 \text{ K}$$

$$t_p = 20,0 + 4,36 = 24,36 \text{ °C}$$

Výkon ohřívače za rotačním rekuperátorem s účinností 74%:

$$t_1 = t_e + \eta \cdot (t_i - t_e) = -12 + 0,74 \cdot (20 + 12) = 11,68 \text{ °C}$$

$$Q_v = V_p \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t = 4380/3600 \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (24,36 - 11,68) = 18698 \text{ W} = 18,7 \text{ kW}$$



Obrázek B.11-3 hx diagram úpravy vzduchu v zimě zařízení č. 2

## **B.12 Útlum hluku**

Návrh tlumicí hluku bylo nutné provést z důvodu šíření hluku od vzduchotechnických jednotek, které jsou hlavním zdrojem hluku. Při návrhu bylo nutné se z vystupujícím hlukem z vyústek dostat pod hodnoty, které plynou z nařízení vlády č. 272/2011 Sb. Byl využit software od firmy Mart.

Tlumiče byly navrženy tak, aby hluk vycházející z nejbližší vyústky na přívodním a odvodním potrubím byl nižší než požadovaný limit. Vyústky, které jsou nejbližší VZT jednotce, jsou nejkritičtější pro posouzení.

Dále byly navrženy tlumiče, pro útlum hluku vycházející ze saní a výfuku vzduchu. Tyto tlumiče byly navrženy tak, aby splnily limity hluku pro noční provoz.

## B.12.1 Útlum hluku pro zařízení č.1

Tabulka B.12-1 Útlum hluku přívod zařízení č. 1

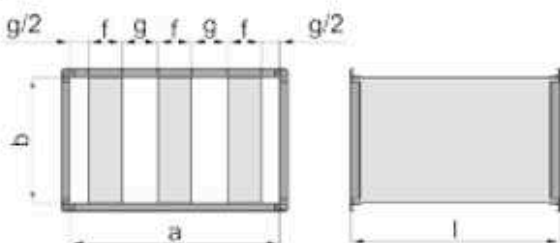
Zařízení č.1 sál + vstupní vestibul									
Přívodní potrubí									
Č.	Hladina akustického výkonu	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součet
1	Přívod - výtlak $L_{vent}$	79,1	86	93,7	92,2	92,8	98,8	78,7	101,48
2	Přirozený útlum								
3	Rovné potrubí (0,8m)	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
4	Oblouky, kolena (4ks)	0,0	4,0	8,0	12,0	12,0	12,0	12,0	
5	Odbočka z hlavní větve	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	
6	Rovné potrubí (1,8m)	1,1	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
7	Oblouky, kolena (2ks)	0,0	2,0	4,0	6,0	6,0	6,0	6,0	
8	Odbočka z hlavní větve	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	
9	Rovné potrubí (1,1m)	0,7	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
10	Oblouky, kolena (1ks)	0,0	1,0	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
11	Odbočka z hlavní větve	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	
12	Ohebné potrubí (1,05m)	16,8	22,1	18,4	14,2	10,5	13,1	8,4	
13	Koncový odraz	12,7	7,6	3,6	1,3	0,4	0,1	0,0	
14	Útlum tlumiče hluku (1,8m)	10,0	18,0	29,0	46,0	42,0	35,0	22,0	
15	Celkový útlum	50,4	64,4	74,2	91,7	83,1	78,4	60,6	
16	Hluk ve výústce $L_w$	28,72	21,56	19,50	0,51	9,70	20,37	18,07	30,65
17	Vlastní hluk vyústky $L_1$								38,50
18	Hluk vystupující z vyústky $L_S$								30,65
19	Korekce na počet vyústek $K_1$								11,14
20	Hluk všech přívodních vyústek $L$								41,79
Hygienický limit									50,00
									VYHOVUJE
NÁVRH TLUMIČE HLUKU:									
	MART 1250x560/1800 - 1250/5								

## VSTUPNÍ HODNOTY

typ tlumiče:  
kulisový

číslo pozice:

### GEOMETRIE:



šířka tlumiče:  
 $a = 1250 \text{ mm}$

šířka kulisy:  
 $f = 100 \text{ mm}$

výška tlumiče:  
 $b = 560 \text{ mm}$

počet kulis:  
 $e = 5$

délka tlumiče:  
 $l = 1800 \text{ mm}$

průtočná mezera:  
 $g = 150 \text{ mm}$

náběhové hrany:  
ano

odtokové hrany:  
ano

### PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:  
 $Q = 9000 \text{ m}^3/\text{h}$

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

### VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
<b>přenosový útlum:</b>	4	6	10	18	29	46	42	35	22	-	dB
<b>vlastní hluk tlumiče:</b>	0	0	4	7	8	6	1	0	0	14	dB(A)
<b>hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:</b>	1	1	4	7	8	6	1	0	0	14	dB(A)

Obrázek B.12-1 Tlumič hluku přívod zařízení č. 1

Tabulka B.12-2 Útlum hluku odvod zařízení č. 1

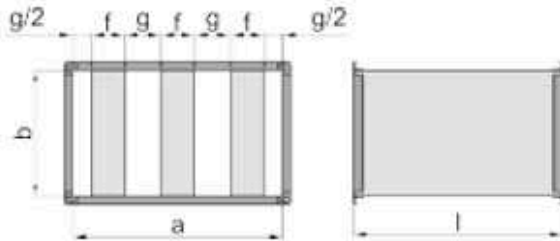
Zařízení č.1 sál + vstupní vestibul									
Odvodní potrubí									
Č.	Hladina akustického výkonu	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000	součet
1	Odvod - sání $L_{vent}$	69,6	73,1	74	75,9	73	69,9	63,6	80,99
2	Přirozený útlum								
3	Rovné potrubí (0,4m)	0,2	0,9	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
4	Oblouky, kolena (2ks)	0,0	2,0	4,0	6,0	6,0	6,0	6,0	
5	Odbočka z hlavní větve	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
6	Rovné potrubí (5,6m)	3,4	1,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
7	Oblouky, kolena (1ks)	0,0	1,0	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
8	Odbočka z hlavní větve	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	
9	Ohebné potrubí (1,3m)	20,8	27,3	22,8	17,6	13,0	16,3	10,4	
10	Koncový odraz	8,0	3,9	1,4	0,4	0,1	0,0	0,0	
11	Útlum tlumiče hluku	7,0	13,0	20,0	28,0	26,0	23,0	16,0	
12	Celkový útlum	44,3	54,7	56,4	61,2	54,3	54,5	41,6	
13	Hluk ve výústce $L_w$	25,30	18,42	17,62	14,72	18,69	15,43	22,01	28,83
14	Vlastní hluk výústky $L_1$								31,00
15	Hluk vystupující z výústky $L_S$								28,83
16	Korekce na počet výústek $K_1$								6,99
17	Hluk všech přívodních výústek $L$								35,82
Hygienický limit									50,00
									VYHOVUJE
NÁVRH TLUMIČE HLUKU:									
	MART 1250x560/900 - 1250/5								

## VSTUPNÍ HODNOTY

typ tlumiče:  
kulisový

číslo pozice:

### GEOMETRIE:



šířka tlumiče:  
 $a = 1250 \text{ mm}$

šířka kulisy:  
 $f = 100 \text{ mm}$

výška tlumiče:  
 $b = 560 \text{ mm}$

počet kulis:  
 $e = 5$

délka tlumiče:  
 $l = 900 \text{ mm}$

průtočná mezera:  
 $g = 150 \text{ mm}$

náběhové hrany:  
ano

odtokové hrany:  
ano

### PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:  
 $Q = 9000 \text{ m}^3/\text{h}$

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

### VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
<b>přenosový útlum:</b>	2	3	7	13	20	28	26	23	16	-	dB
<b>vlastní hluk tlumiče:</b>	0	0	4	7	8	6	1	0	0	14	dB(A)
<b>hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:</b>	2	2	4	7	8	6	1	0	0	14	dB(A)

Obrázek B.12-2 Tlumič hluku odvod zařízení č. 1



Tabulka B.12-3 Útlum hluku sání zařízení č. 1

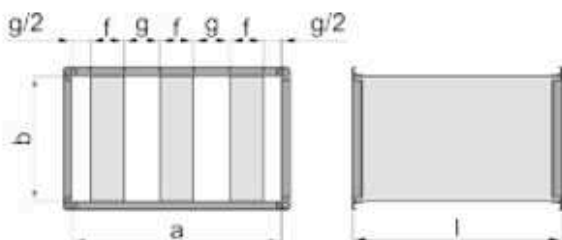
Zařízení č.1 sál + vstupní vestibul									
Sání vzduchu									
č.	Hladina akustického výkonu	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000	součet
1	Odvod - sání $L_{vent}$	71,1	75,9	82,7	76,7	70,4	65,5	56,2	84,77
2	Přirozený útlum								
3	Rovné potrubí (5,3m)	3,2	1,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
4	Oblouky, kolena (4ks)	0,0	4,0	8,0	12,0	12,0	12,0	12,0	
6	Koncový odraz	4,4	1,7	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	
7	Útlum tlumiče hluku	8,0	14,0	21,0	30,0	28,0	24,0	16,0	
8	Celkový útlum	15,6	21,3	30,3	42,9	40,8	36,8	28,8	
9	Hluk na fasádě	55,5	54,6	52,4	33,8	29,6	28,7	27,4	59,2
Útlum hluku vzdáleností		Q (-)	r (m)						
		2,0	4,0						39,1
Hygienický limit									40
									VYHOVUJE
NÁVRH TLUMIČE HLUKU:									
MART 1250x800/1000 - 1250/5									

## VSTUPNÍ HODNOTY

typ tlumiče:  
kulisový

číslo pozice:

### GEOMETRIE:



šířka tlumiče:  
 $a = 1250 \text{ mm}$

šířka kulisy:  
 $f = 100 \text{ mm}$

výška tlumiče:  
 $b = 800 \text{ mm}$

počet kulisy:  
 $e = 5$

délka tlumiče:  
 $l = 1000 \text{ mm}$

průtočná mezera:  
 $g = 150 \text{ mm}$

náběhové hrany:  
ano

odtokové hrany:  
ano

### PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:  
 $Q = 9000 \text{ m}^3/\text{h}$

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

### VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
<b>přenosový útlum:</b>	2	4	8	14	21	30	28	24	16	-	dB
<b>vlastní hluk tlumiče:</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	dB(A)
<b>hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:</b>	2	1	1	0	0	0	0	0	0	10	dB(A)

Obrázek B.12-3 Tlumič hluku sání zařízení č. 1

Tabulka B.12-4 Útlum hluku výfuk zařízení č. 1

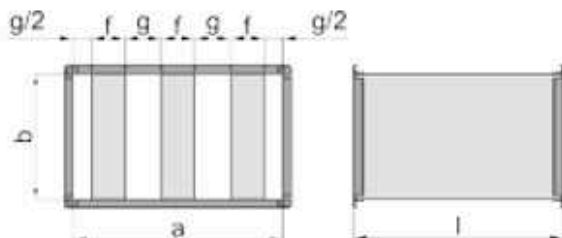
Zařízení č.1 sál + vstupní vestibul										
Výfuk vzduchu										
č.	Hladina akustického výkonu	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součet	
1	Odvod - sání $L_{vent}$	69,4	70,5	72,2	72,9	71,1	68,9	61,6	78,93	
2	Přirozený útlum									
3	Rovné potrubí (9,9m)	5,9	3,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5		
4	Oblouky, kolena (5ks)	0,0	5,0	10,0	15,0	15,0	15,0	15,0		
6	Koncový odraz	4,4	1,7	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0		
7	Útlum tlumiče hluku	6,0	11,0	15,0	20,0	19,0	17,0	13,0		
8	Celkový útlum	16,3	20,7	27,0	36,6	35,5	33,5	29,5		
9	Hluk na fasádě	53,1	49,8	45,2	36,3	35,6	35,4	32,1	55,4	
Útlum hluku vzdáleností		Q (-)	r (m)							55,4
		2,0	4,0							35,4
Hygienický limit									40,0	
									VYHOVUJE	
NÁVRH TLUMIČE HLUKU:										
MART 1250x800/500 - 1250/5										

## VSTUPNÍ HODNOTY

typ tlumiče:  
kulisový

číslo pozice:

### GEOMETRIE:



šířka tlumiče:  
 $a = 1250 \text{ mm}$

šířka kulisy:  
 $f = 100 \text{ mm}$

výška tlumiče:  
 $b = 800 \text{ mm}$

počet kulisy:  
 $e = 5$

délka tlumiče:  
 $l = 500 \text{ mm}$

průtočná mezera:  
 $g = 150 \text{ mm}$

náběhové hrany:  
ano

odtokové hrany:  
ano

### PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:  
 $Q = 9000 \text{ m}^3/\text{h}$

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

### VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
<b>přenosový útlum:</b>	1	3	6	11	15	20	19	17	13	-	dB
<b>vlastní hluk tlumiče:</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	dB(A)
<b>hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:</b>	2	2	1	0	0	0	0	0	0	10	dB(A)

Obrázek B.12-4 Tlumič hluku výfuk zařízení č. 1

## B.12.2 Útlum hluku pro zařízení č. 2

Tabulka B.12-5 Útlum hluku přívod zařízení č. 2

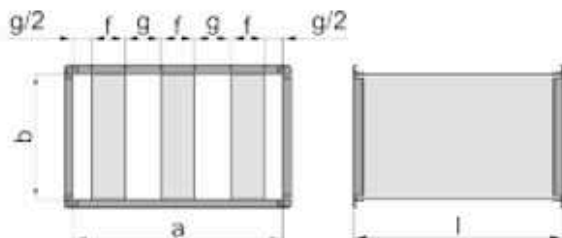
Zařízení č. 2 hospoda + hygienické zázemí									
Přívodní potrubí									
č.	Hladina akustického výkonu	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000	součet
1	Přívod - výtlač $L_{vent}$	72,2	80,5	86,7	82,9	87,5	80,7	70,1	91,71
2	Přirozený útlum								
3	Rovné potrubí (2,2m)	1,3	0,7	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
4	Oblouky, kolena (3ks)	0,0	3,0	6,0	9,0	9,0	9,0	9,0	
5	Odbočka z hlavní větve	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	
6	Rovné potrubí (1,0m)	0,6	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	
7	Oblouky, kolena (2ks)	0,0	0,0	2,0	4,0	6,0	6,0	6,0	
8	Odbočka z hlavní větve	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	
9	Rovné potrubí (1,1m)	0,7	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	
12	Ohebné potrubí (0,7m)	11,2	14,7	12,3	9,5	7,0	8,8	5,6	
13	Koncový odraz	12,7	7,6	3,6	1,3	0,4	0,1	0,0	
14	Útlum tlumiče hluku(m)	4,0	9,0	18,0	27,0	25,0	22,0	16,0	
15	Celkový útlum	38,1	43,5	50,4	59,1	55,7	54,2	44,9	
16	Hluk ve výústce $L_w$	34,14	36,99	36,30	23,82	31,79	26,53	25,16	41,58
17	Vlastní hluk výústky $L_1$								34,00
18	Hluk vystupující z výústky $L_s$								41,58
19	Korekce na počet výústek $K_1$								0,00
20	Hluk všech přívodních výústek $L$								41,58
Hygienický limit									50
VYHOVUJE									
NÁVRH TLUMIČE HLUKU:									
MART 560x560/500 - 560/3									

## VSTUPNÍ HODNOTY

typ tlumiče:  
kulisový

číslo pozice:

### GEOMETRIE:



šířka tlumiče:  
 $a = 560 \text{ mm}$

šířka kulisy:  
 $f = 100 \text{ mm}$

výška tlumiče:  
 $b = 560 \text{ mm}$

počet kulis:  
 $e = 3$

délka tlumiče:  
 $l = 500 \text{ mm}$

průtočná mezera:  
 $g = 86.6666666666667 \text{ mm}$

náběhové hrany:  
ano

odtokové hrany:  
ano

### PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:  
 $Q = 4380 \text{ m}^3/\text{h}$

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

### VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
<b>přenosový útlum:</b>	2	2	4	9	18	27	25	22	16	-	dB
<b>vlastní hluk tlumiče:</b>	4	11	15	17	18	16	10	5	0	23	dB(A)
<b>hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:</b>	5	11	15	17	18	16	10	5	0	23	dB(A)

Obrázek B.12-5 Tlumič hluku přívod zařízení č. 2

Tabulka B.12-6 Tlumič hluku odvod zařízení č. 2

Zařízení č.2 hospoda + hygienické zázemí									
Odvodní potrubí									
Č.	Hladina akustického výkonu	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000	součet
1	Odvod - sání $L_{vent}$	68,6	69,3	70	75,4	72,1	69,1	61,5	79,35
2	Přirozený útlum								
3	Rovné potrubí (0,5m)	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
4	Oblouky, kolena (2ks)	0,0	2,0	4,0	6,0	6,0	6,0	6,0	
5	Odbočka z hlavní větve	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	
6	Rovné potrubí (4,2m)	2,5	1,9	1,3	0,8	0,8	0,8	0,8	
7	Oblouky, kolena (2ks)	0,0	0,0	2,0	4,0	6,0	6,0	6,0	
8	Odbočka z hlavní větve	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	
9	Ohebné potrubí (0,6m)	13,5	17,4	14,4	11,4	8,4	10,5	6,6	
10	Koncový odraz	23,4	17,8	12,3	7,3	3,4	1,2	0,4	
11	Celkový útlum	52,9	52,4	47,3	42,8	37,9	37,8	33,1	
12	Hluk ve vyústce $L_w$	15,68	16,86	22,74	32,59	34,19	31,27	28,42	38,29
13	Vlastní hluk vyústky $L_1$								31,00
14	Hluk vystupující z vyústky $L_s$								38,29
15	Korekce na počet vyústek $K_1$								6,99
16	Hluk všech přívodních vyústek $L$								45,28
Hygienický limit									50,00
									VYHOVUJE
NÁVRH TLUMIČE HLUKU:									
Tlumič není třeba									

Tabulka B.12-7 Útlum hluku sání zařízení č. 2

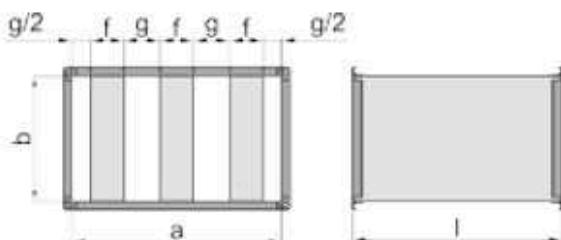
Zařízení č.2 hospoda + hygienické zázemí									
Sání vzduchu									
č.	Hladina akustického výkonu	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000	součet
1	Odvod - sání $L_{vent}$	68,5	75	76,9	74	70,5	61,1	54,6	80,99
2	Přirozený útlum								
3	Rovné potrubí (10,4m)	6,2	3,1	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	
4	Oblouky, kolena (2ks)	0,0	2,0	4,0	6,0	6,0	6,0	6,0	
6	Koncový odraz	9,5	5,0	2,0	0,6	0,2	0,1	0,0	
7	Útlum tlumiče hluku	5,0	10,0	17,0	25,0	23,0	21,0	15,0	
8	Celkový útlum	20,7	20,1	24,6	33,2	30,7	28,6	22,6	
9	Hluk na fasádě	47,8	54,9	52,3	40,8	39,8	32,5	32,0	57,5
Útlum hluku vzdáleností		Q (-)	r (m)						
		2,0	4,0						37,5
Hygienický limit									40,00
									VYHOVUJE
NÁVRH TLUMIČE HLUKU:									
MART 1000x500/500 - 1000/5									

## VSTUPNÍ HODNOTY

typ tlumiče:  
kulisový

číslo pozice:

### GEOMETRIE:



šířka tlumiče:  
 $a = 1000 \text{ mm}$

šířka kulisy:  
 $f = 100 \text{ mm}$

výška tlumiče:  
 $b = 500 \text{ mm}$

počet kulis:  
 $e = 5$

délka tlumiče:  
 $l = 500 \text{ mm}$

průtočná mezera:  
 $g = 100 \text{ mm}$

náběhové hrany:  
ano

odtokové hrany:  
ano

### PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:  
 $Q = 4380 \text{ m}^3/\text{h}$

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

### VÝSLEDNĚ HODNOTY:

frekvence:frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
<b>přenosový útlum:</b>	2	2	5	10	17	25	23	21	15	-	dB
<b>vlastní hluk tlumiče:</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	dB(A)
<b>hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:</b>	2	2	1	0	0	0	0	0	0	10	dB(A)

Obrázek B.12-6 Tlumič hluku sání zařízení č. 2



Tabulka B.12-8 Útlum hluku výfuk zařízení č. 2

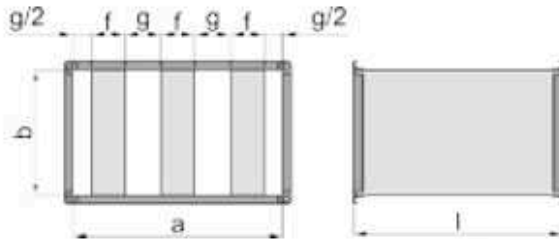
Zařízení č.2 hospoda + hygienické zázemí									
Výfuk vzduchu									
Č.	Hladina akustického výkonu	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000	součet
1	Odvod - sání $L_{vent}$	66,5	65,6	67,7	72,3	70	68,1	59,5	76,84
2	Přirozený útlum								
3	Rovné potrubí (4,8m)	2,9	1,4	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	
4	Oblouky, kolena (2ks)	0,0	2,0	4,0	6,0	6,0	6,0	6,0	
6	Koncový odraz	9,5	5,0	2,0	0,6	0,2	0,1	0,0	
7	Útlum tlumiče hluku	4,0	8,0	12,0	14,0	13,0	13,0	11,0	
8	Celkový útlum	16,4	16,4	18,7	21,4	19,9	19,8	17,7	
9	Hluk na fasádě	50,1	49,2	49,0	50,9	50,1	48,3	41,8	57,6
Útlum hluku vzdáleností									
	Q (-)	r (m)							
	2,0	4,0							37,6
Hygienický limit									40
VYHOVUJE									
NÁVRH TLUMIČE HLUKU:									
MART 1000x500/500 - 1000/2									

## VSTUPNÍ HODNOTY

typ tlumiče:  
kulisový

číslo pozice:

### GEOMETRIE:



šířka tlumiče:  
 $a = 1000 \text{ mm}$

šířka kulisy:  
 $f = 100 \text{ mm}$

výška tlumiče:  
 $b = 500 \text{ mm}$

počet kulisy:  
 $e = 2$

délka tlumiče:  
 $l = 500 \text{ mm}$

průtočná mezera:  
 $g = 400 \text{ mm}$

náběhové hrany:  
ano

odtokové hrany:  
ano

### PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:  
 $Q = 4380 \text{ m}^3/\text{h}$

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

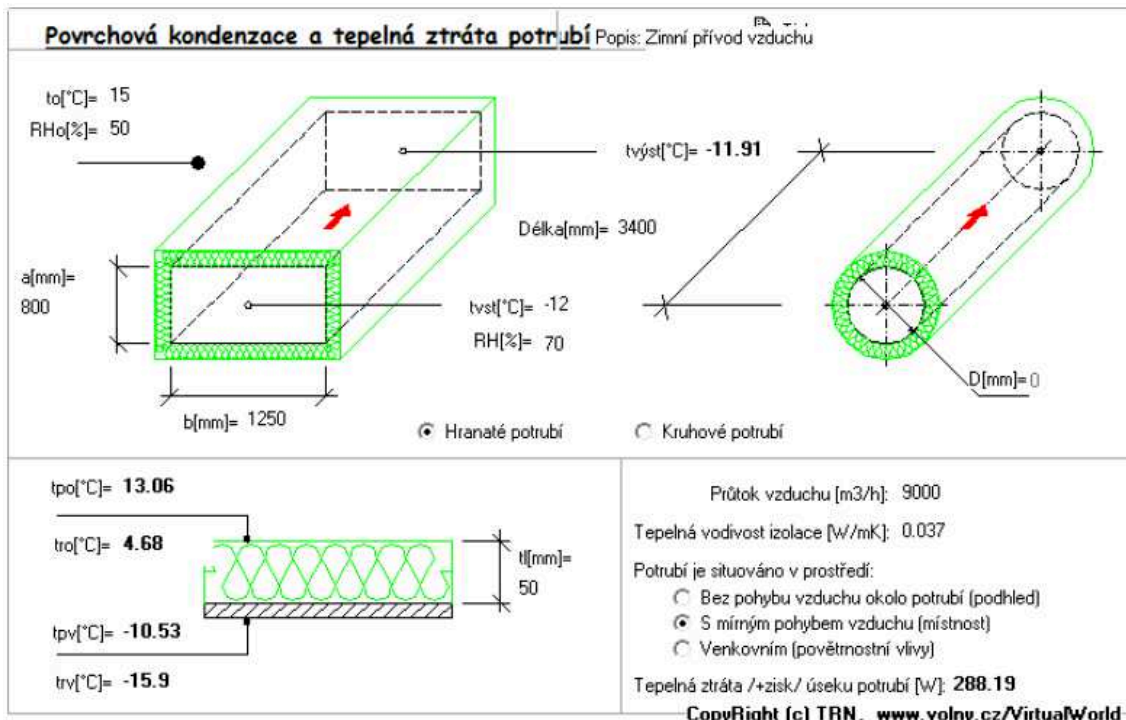
### VÝSLEDNĚ HODNOTY:

frekvence:frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
<b>přenosový útlum:</b>	0	1	4	8	12	14	13	13	11	-	dB
<b>vlastní hluk tlumiče:</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	dB(A)
<b>hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:</b>	3	2	1	1	0	0	0	0	0	11	dB(A)

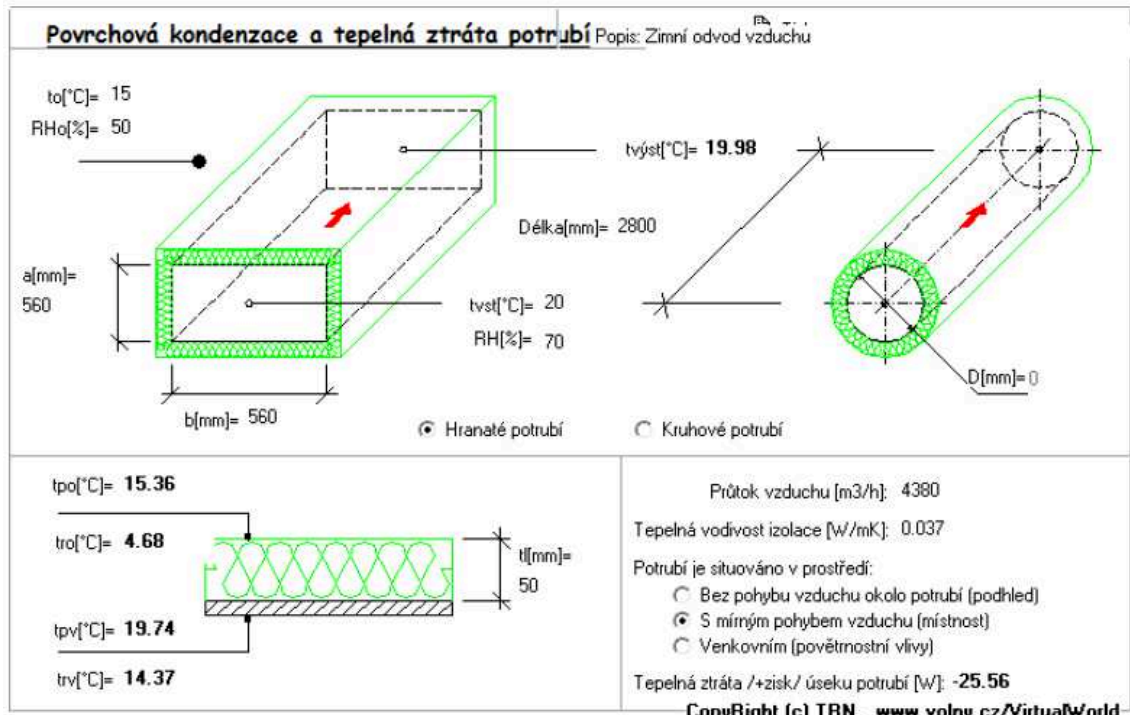
Obrázek B.12-7 Tlumič hluku výfuk zařízení č. 2

## B.13 Návrh izolací

Vzduchotechnické potrubí ve strojovně je nutné tepelně a akusticky izolovat. Hodnota hluku ve strojovně je 75 dB. Hluk vychází ze vzduchotechnických jednotek a je nutné mu zabránit proniknutí do potrubí. Tepelná izolace je z důvodu možné kondenzace na povrchu potrubí. Návrh a posouzení bylo provedeno v programu TERUNA. Izolace byla provedena z kamenné vlny ROCKWOOL Techrock 40 ALS tloušťky 50mm s polepem hliníkovou folií. Posouzení v programu TERUNA je zobrazeno na následujícím obrázku.



Obrázek B.13-1 Posouzení tepelné izolace potrubí v zimě - přívod



Obrázek B.13-2 Posouzení tepelné izolace potrubí v zimě - odvod

## **C. PROJEKT**

## C.1 Technická zpráva

### Úvod

Předmětem této projektové dokumentace je návrh vzduchotechnického zařízení pro sokolovnu s hospodou. Podrobně byla řešena část sálu se vstupním vestibulem, kde byla navržena jednotka pro klimatizaci a teplovzdušné vytápění. Dále byla řešena hospoda s hygienickým zázemím, kde byla navržena jednotka pro teplovzdušné vytápění a pro větrání.

#### C.1.1 Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování celého projektu byla projektová dokumentace stavebního a architektonického řešení stavby. Projektová dokumentace obsahuje výkresy půdorysů, řezů, pohledů a půdorysu střechy. Součástí podkladů jsou příslušné zákony a prováděcí vyhlášky, České technické normy a podklady výrobců vzduchotechnických zařízení:

- ČSN EN 15251/2011 – Vstupní parametry vnitřního prostředí pro návrh a posouzení energetické náročnosti budov s ohledem na kvalitu vnitřního vzduchu, tepelného prostředí, osvětlení a akustiky
- ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov
- ČSN 01 3454 Technické výkresy – Instalace – Vzduchotechnika, klimatizace
- Předpis č. 272/2011 Sb. – Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- vyhl. č. 343/2009 Sb. O hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých
- ČSN 73 0548 Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů
- ČSN 12 7010 Navrhování větracích a klimatizačních zařízení
- ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu
- ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty
- AeroCAD – program pro návrh vzduchotechnických jednotek
- Teruna – program pro návrh tepelné izolace potrubí
- MartAkustik – program na výpočet útlumů tlumičů hluku
- Mandík – podklady výrobce
- Elektrodesign – podklady výrobce

#### C.1.2 Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

Výpočtové hodnoty jsem volil Brno. Hodnoty jsou shrnuty v následující tabulce.

Tabulka C.1-1 Klimatické podmínky

Brno	Teplota	Měrná vlhkost	Entalpie
	[°C]	[g/kg]	[kJ/kg]
Léto	32	X	56
Zima	-12	1,0	X

### C.1.3 Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí

Tabulka C.1-2 Vnitřní hodnoty návrhové prostředí

Hlavní sál a vstupní vestibul				
	Teplota	Relativní vlhkost	Rychlost proudění	Hluk
	[°C]	[%]	[m/s]	[dB/A]
Léto	25	30-70	0,2	50
Zima	20	30-70	0,2	50
Hospoda a hygienické zázemí				
	Teplota	Relativní vlhkost	Rychlost proudění	Hluk
	[°C]	[%]	[m/s]	[dB/A]
Léto	25	30-70	0,2	55
Zima	20	30-70	0,2	55

Hluk vycházející z budovy musí splňovat požadavky 50dB ve dne a 40dB v noci.

Všechny požadavky byly splněny.

## C.2 Základní koncepční řešení

Nucené větrání je zajištěno pro prostory sálu, vstupního vestibulu, hospody a hygienického zázemí.

Prostory sálu a vstupního vestibulu obsluhuje vzduchotechnická jednotka č. 1. Zajišťuje teplo-vzdušné vytápění, chlazení a větrání. Jednotka se skládá z protidešťových žaluzií, uzavíracích klapek, filtrů, rotačního rekuperátoru, směšovací komory, vodního ohříváče, vodního chladiče, eliminátoru kapek a ventilátorů. Na každém potrubí vedoucím z jednotky je osazen tlumič hluku, co nejbližše ventilátoru. Protipožární klapky se nacházejí na potrubí vycházejících ze strojovny do objektu. Vzduchotechnická jednotka je umístěna ve strojovně v prvním nadzemním podlaží. Pod jednotkou je rám vysoký 300mm. K distribuci vzduchu je použito čtyřhranného potrubí. Potrubí ve strojovně je obaleno tepelnou a akustickou izolací, kvůli ztrátám tepla z potrubí a šíření hluku ze strojovny do potrubí.

Prostory hospody a hygienického zázemí obsluhuje vzduchotechnická jednotka č. 2. Zajišťuje teplovzdušné vytápění a větrání. Jednotka se skládá z protidešťových žaluzií, uzavíracích klapek, filtrů, rotačního rekuperátoru, směšovací komory, vodního ohříváče, eliminátoru kapek a ventilátorů. Strojovna vzduchotechniky tvoří samostatný požární úsek, proto jsou potrubí vycházející ze strojovny opatřeny požárními klapkami. Tlumiče hluku jsou osazeny na potrubí vycházejícím z jednotku, kvůli splnění limitu hluku. K distribuci vzduchu je použito čtyřhranného potrubí. Potrubí ve strojovně je obaleno tepelnou a akustickou izolací, kvůli ztrátám tepla z potrubí a šíření hluku ze strojovny do potrubí.

## C.2.1 Hygienické větrání

Tabulka C.2-1 Dávky vzduchu

Popis	Dávka m <sup>3</sup> /h
Lidé	30-100
Záchodová mísa	50
Umyvadlo	30
Pisoár	30
Výlevka	50

Větrání v budově je rovnotlaké.

Filtrace jednotek je zajištěna filtry umístěnými v jednotkách. Filtr se nachází na vstupu venkovního vzduchu do jednotky a na vstupu vzduchu odváděného z místnosti. Stupeň filtrace je M5.

Vytápění je zajištěno teplovodním ohřevem vzduchu v jednotce.

## C.2.2 Technologické větrání a chlazení

V objektu se vyskytují prostory, které jsou větrány a chlazeny. Jsou to prostory sálu a vestibulu, kde se nachází velké množství lidí.

## C.2.3 Energetické zdroje

Pro správný chod zařízení je nutné zajistit příkon elektrické energie. Hlavním odběratelem elektrické energie je elektromotor ventilátorů.

Tepelná energie pro ohřev vzduchu v tepelném výměník bude sloužit topná voda s rozsahem pracovních teplot 70/33°C. Výrobu teplé vody zajistí profese ÚT.

Chlazení vzduchu skrz vodní chladič je pomocí vody o teplotním spádu 7/17°C.

## C.3 Popis technického řešení

### C.3.1 Zařízení č. 1 – Teplovzdušné vytápění a chlazení

Jde o jednotku sestavenou v programu AeroCAD. Je sestavena z jednotlivých komponentů. Typ jednotky je AeroMaster XP 10 pro vnitřní prostředí. Vzduchotechnická jednotka stojí na rámu vysokém 300mm. Zařízení je rovnotlaké s průtokem vzduchu 9000m<sup>3</sup>/h. Komponenty přívodu vzduchu: protidešťová žaluzie, klapka, kapsový filtr (třída M5), rotační výměník (účinnost v zimě 73% a v létě 71%), směšovací komora, ohřívač (tepelný spád 70/36°C), vodní chladič (tepelný spád 7/17°C), eliminátor kapek, ventilátor (el. příkon 6,52kW) a tlumící vložka. Komponenty pro odvod: tlumící vložka, kapsový filtr (třídy M5), ventilátor (el. příkon 4,02kW), směšovací komora, rotační výměník, uzavírací klapka.

### C.3.2 Nucené větrání a teplovzdušné vytápění hospody

Jde o jednotku sestavenou v programu AeroCAD. Je sestavena z jednotlivých komponentů. Typ jednotky je AeroMaster XP 06 pro vnitřní prostředí. Vzduchotechnická jednotka stojí na rámu



vysokém 300mm. Zařízení je rovnotlaké s průtokem vzduchu 4380m<sup>3</sup>/h. Komponenty přívodu vzduchu: protidešťová žaluzie, klapka, kapsový filtr (třída M5), rotační výměník (účinnost v zimě 74% a v létě 73%), směšovací komora, ohřívač (tepelný spád 70/33°C), vodní chladič (tepelný spád 7/17°C), eliminátor kapek, ventilátor (el. příkon 2,43 kW) a tlumící vložka. Komponenty pro odvod: tlumící vložka, kapsový filtr (třídy M5), ventilátor (el. příkon 1,99 kW), směšovací komora, rotační výměník, uzavírací klapka.

Podrobnější specifikace v příloze ve výstupu z programu AeroCAD.

## C.4 Nároky na energii

Pro správný chod zařízení je nutné zajistit příkon elektrické energie. V tabulce, která je součástí technické zprávy, je přehled jednotlivých zařízení a jejich požadovaný příkon elektrické energie.

## C.5 Měření a regulace

Jednotlivé prvky v sestavených vzduchotechnických jednotkách budou řízeny a regulovány samostatným systémem měření a regulace MaR:

- Regulace servopohonu uzavíracích klapek
- Snímání tlakové difference filtrů
- Snímání namrzání rotačního/deskového rekuperátoru
- Protimrazové čidlo na vodním ohřívači
- Regulace výkonu chladiče a ohřívače vlivem směšování
- Snímač tlakové difference provozu ventilátorů
- Snímače teplotních a vlhkostních čidel
- Regulace servopohonu požárních klapek
- Regulace servopohonu regulačních klapek
- Poruchová signalizace zařízení

## C.6 Nároky na související profese

### C.6.1 Stavební úpravy

#### C.6.1.1 Zařízení č. 1 Teplovzdušné větrání a klimatizace tělocvičny

Jednotka se nachází ve strojovně. Aby bylo dostatek místa ve strojovně pro vzduchotechnické jednotky, bylo nutné vybourat příčky mezi strojovnou a sklepem a skladem. Touto úpravou vznikla velká strojovna, ve které jsou umístěny obě jednotky. Mezi další úpravy patří vytvoření prostupu stropní konstrukcí kvůli vedení potrubí a tím byl omezen prostor ve vyšším patře. U výfuku a sání je nutné počítat se zabudováním překladů. Strojovnu bylo nutné vyspádovat kvůli odtoku kondenzátu.

#### C.6.1.2 Zařízení č. 1 Teplovzdušné větrání a klimatizace tělocvičny

Jednotka se nachází společně s první jednotkou ve strojovně. Úpravy, které byly provedeny pro jednotku první, slouží i pro druhou jednotku.

## C.6.2 Silnoproud

- Připojení VTZ jednotek
- Uzemnění zařízení
- Zajištění ochrany před zásahem elektrickým proudem
- Napojení softwaru měření a regulace a jednotlivých komponentů

## C.6.3 Vytápění

Teplotní ohřívače je nutné napojit na topnou vodu o teplotním spádu 70/33°C, napojení pomocí trubek DN25. Potřebné výkony jsou uvedeny v tabulce zařízení, která je v příloze.

## C.6.4 Chlazení

Systém chlazení se bude nacházet v blízkosti zařízení. Přívod do vodního chladiče bude zajištěn pomocí trubek DN25. Teplotní spád vody je 7/17°C.

## C.6.5 Zdravotní technika

Je nutné vyřešit odvod kondenzátu od rotačního výměníku, eliminátoru kapek a od chladiče. Strojovnu je nutné vyspádovat a vytvořit podlahovou vpusť, která zajistí odvod kondenzátu. Vpusť bude mít zápachovou uzávěrku.

## C.7 Protihluková a protitřesová opatření

Byly navrženy tlumiče pro odvodní i přívodní potrubí pro omezení šíření hluku, návrh ve výpočtové části. Připojení jednotlivých potrubí do vzduchotechnických jednotek je provedeno pomocí tlumících vložek, které zamezují šíření vibrací. Jednotky jsou uloženy na antivibračních podložkách, aby bylo zamezeno šíření vibrací do konstrukce.

## C.8 Izolace a nátěry

Jako izolace byla použita kamenná vlna ROCKWOOL TECHROCK 40 ALS tloušťky 50mm s polepem hliníkovou fólií. Posouzení izolace bylo provedeno v programu TERUNA.

## C.9 Protipožární opatření

Strojovna vzduchotechniky tvoří samostatný požární úsek, proto je nutné na každé potrubí procházející požárně dělící konstrukcí osadit protipožární klapky. Protipožární klapky budou řízeny systémem Mar.

## C.10 Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení

Montáž vzduchotechnických jednotek musí být provedena proškolenými pracovníky dle podkladů od výrobce. Před prvním spuštěním jednotky je nutné provést seřízení a kontrolu funkčnosti zařízení. Kontrola a údržba zařízení musí být prováděna pravidelně proškoleným pracovníkem.

## **C.11 Přílohy technické zprávy**

### **C.11.1 Tabulka zařízení**

### **C.11.2 Funkční schéma zařízení č. 1**

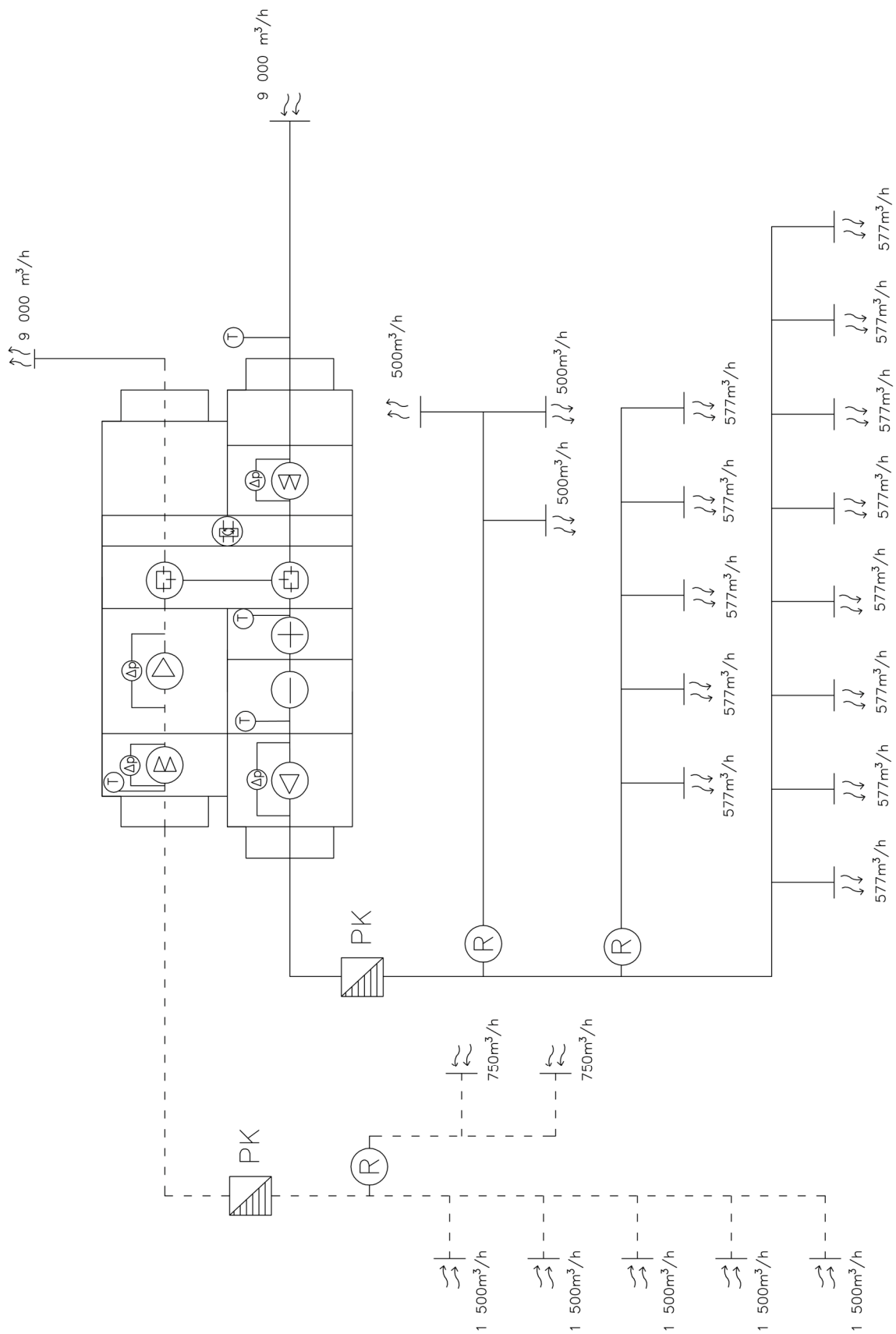
### **C.11.3 Funkční schéma zařízení č. 2**

## **C.12 Závěr**

Navržená vzduchotechnická zařízení zajišťují splnění požadavků na vnitřní mikroklima. Splňují požadavky na tepelnou pohodu, na výměnu vzduchu, útlum hluku a hygienické požadavky ve výše popsaném objektu sokolovny.

TABULKA ZAŘÍZENÍ																	
Technická pozice	VZDUCHOTECHNIKA SPORTOVNÍHO CENTRA	Ventilátor			Elektrina				Ohřev			Chlazení			MaR/ovládání/ZTI		
		Přívod/odvod	Množství vzduchu	Externí tlak	Počet	Elektrický příkon jednotkový	Elektrický příkon celkem	Elektrický proud jednotkový	Napětí/frekve.	Topný příkon 70/36 °C	Průtok média	Tlaková ztráta výměníku	Chladicí výkon 7/13	Průtok média	Tlaková ztráta výměníku	Kondenzát	
-	-	-	(m3/h)	(Pa)	(ks)	(kW)	(kW)	(A)	(V)/(Hz)	(kW)	(m <sup>3</sup> /h)	(kPa)	(kW)	(m <sup>3</sup> /h)	(kPa)	(kg/hod)	-
<b>1 Zařízení č. 1 Teplovzdušné větrání a chlazení sálu a vstupního vestibulu</b>																	
1.1.1.	Centrální VZT jednotka se ZZT																
	tlumící vložka																
	uzavírací klapka																Servopohon SM 24A-SR
	kapový filtr (M5)																Snímač tlakové difference P33 N(35 -500 Pa)
	tlumič hluku																
	rotační rekuperátor																0,1 3NPE 400 V, 50 Hz
	směšování přívod																
	vodní ohřivač									33,1	0,84	1,0					Směšovací uzel SUMX1/EU (4)
	vodní chladič												32,5	4,66	11	5,3	Směšovací uzel SUMX10 EU (2)
	eliminátor kapek																Souprava pro odvod kondenzátu
	ventilátor	P	9 000	1041	1	6,52	6,52	14,6	3x400/50								Snímač tlakové difference P33 V(20 -200 Pa)
	tlumící vložka																
	kapový filtr (M5)																Snímač tlakové difference P33 N(35 -500 Pa)
	ventilátor	O	9 000	631	1	4,02	4,02	4,02	3x400/50								Snímač tlakové difference P33 V(20 -200 Pa)
	směšování odvod																
	vnitřní klapka																Servopohon SM 24A-SR
<b>2 Zařízení č. 2 Nucené větrání a teplovzdušné vytápění hospody s hygienickým zadem</b>																	
2.1.1.	Centrální VZT jednotka se ZZT																
	tlumící vložka																
	uzavírací klapka																Servopohon NM 230A
	kapový filtr (M5)																Snímač tlakové difference P33 N(35 -500 Pa)
	rotační rekuperátor																0,1 3NPE 400 V, 50 Hz
	směšování přívod																
	vodní ohřivač									17,3	0,41	1,2					Směšovací uzel SUMX1/EU (4)
	ventilátor	P	4380	685	1	2,43	2,43	4,81	3x400/50								Snímač tlakové difference P33 V(20 -200 Pa)
	tlumící vložka																
	kapový filtr (M5)																Snímač tlakové difference P33 N(35 -500 Pa)
	ventilátor	O	4380	551	1	1,64	1,64	4,81	3x400/50								Snímač tlakové difference P33 V(20 -200 Pa)
	směšování odvod																
	vnitřní klapka																Servopohon SM 24A-SR
	<b>CELKEM</b>						14,61			50,4			32,5				

Tabulka C.12-1 Tabulka zařízení



Obrázek C.12-1 Funkční schéma zařízení č.1



## C.13 Technická specifikace

### Teplovzdušné větrání a klimatizace sálu

#### 1.1. VZT jednotky

- 1.1.1 VZT jednotka s rotačním rekuperátorem

#### 1.2. Tlumiče hluku

- 1.2.1 Kulisový tlumič hluku THKU 1250x560-1800 – **1ks**
- 1.2.2 Kulisový tlumič hluku THKU 1250x560-900 – **1ks**
- 1.2.3 Kulisový tlumič hluku THKU 1250x800-1000 – **1ks**
- 1.2.4 Kulisový tlumič hluku THKU 1250x800-500 – **1ks**

#### 1.3. Distribuční prvky pro přívod vzduchu

- 1.3.1 Vřivý anemostat DRF-A 500x24 – **16ks**

#### 1.4. Distribuční prvky pro odvod vzduchu

- 1.4.1 Vřivý anemostat DRF-A 800x72 – **5ks**
- 1.4.2 Vřivý anemostat DRF-A 600x48 – **10ks**

#### 1.5. Koncové elementy v exteriéru

- 1.5.1 Protidešťová žaluzie PDZM 1250x800 – **2ks**

#### 1.6. Protipožární klapky

- 1.6.1 Protipožární klapka PKTM 90-C 560/1200 -.41 – **2ks**
- 1.6.2 Protipožární klapka PKTM 90-C 250/710 -.41 – **2ks**
- 1.6.3 Protipožární klapka PKTM 90-C 800/1250 -.41 – **2ks**

#### 1.7. Regulační prvky

- 1.7.1 Regulační klapka IMOS-RKT-280x560-R – **1ks**
- 1.7.2 Regulační klapka IMOS-RKT-450x560-R – **1ks**

#### 1.8. Ohebné potrubí zvukově izolační

ALUFLEX Ø200 mm – **18,3m**

ALUFLEX Ø250 mm – **2,9m**

ALUFLEX Ø350 mm – **6,1m**

#### 1.9. Čtyřhranné potrubí

Čtyřhranné potrubí z pozinkovaného plechu do obvodu 1050 mm / 35% tvarovek – **5 m**

Čtyřhranné potrubí z pozinkovaného plechu do obvodu 1500 mm / 35% tvarovek – **20 m**

Čtyřhranné potrubí z pozinkovaného plechu do obvodu 1890 mm / 35% tvarovek – **15 m**

Čtyřhranné potrubí z pozinkovaného plechu do obvodu 2630 mm / 35% tvarovek – **78,5 m**

Čtyřhranné potrubí z pozinkovaného plechu do obvodu 3500 mm / 35% tvarovek – **13 m**

Čtyřhranné potrubí z pozinkovaného plechu do obvodu 4460 mm / 35% tvarovek – **49 m**

## **2. Nucené větrání zázemí tělocvičny**

### **2.1. VZT jednotky**

2.1.1. VZT jednotka s rotačním rekuperátorem

### **2.2. Tlumiče hluku**

2.2.1. Kulisový tlumič hluku THKU 560x560-500 – **1ks**

2.2.2. Kulisový tlumič hluku THKU 1000x500-500 – **1ks**

2.2.3. Kulisový tlumič hluku THKU 1000x500-500 – **1ks**

### **2.3. Distribuční prvky pro přívod vzduchu**

2.3.1. Vířivý anemostat DRF-A 500x24 – **7ks**

2.3.2. Vířivý anemostat DRF-A 400x16 – **2ks**

### **2.4. Distribuční prvky pro odvod vzduchu**

2.4.1. Vířivý anemostat DRF-A 600x48 – **3ks**

2.4.2. Vířivý anemostat DRF-A 400x16 – **1ks**

2.4.3. VEF 100 plastový talířový ventil – **19ks**

### **2.5. Koncové prvky v exteriéru**

2.5.1. Protidešťová žaluzie PDZM 1000x500 – **2ks**

### **2.6. Protipožární prvky**

2.6.1. Protipožární klapka PKTM 90-C 560/560 -.41 – **2ks**

2.6.2. Protipožární klapka PKTM 90-C 200/560 -.41 – **2ks**

2.6.3. Protipožární klapka PKTM 90-C 500/1000 -.41 – **2ks**

### **2.7. Regulační klapky**

2.7.1. Regulační klapka IMOS-RKT-200x560– **1ks**

2.7.2. Regulační klapka IMOS-RKT-180x250– **1ks**

### **2.8. Ohebné potrubí**

ALUFLEX Ø80 mm – **17,2m**

ALUFLEX Ø150 mm – **2,6m**

ALUFLEX Ø200 mm – **9m**

ALUFLEX Ø250 mm – **4,7m**

### **2.9. Čtyřhranné potrubí**

Čtyřhranné potrubí z pozinkovaného plechu do obvodu 650 mm / 14% tvarovek – **14,2 m**

Čtyřhranné potrubí z pozinkovaného plechu do obvodu 1050 mm / 28% tvarovek – **24,7 m**

Čtyřhranné potrubí z pozinkovaného plechu do obvodu 1500 mm / 11% tvarovek – **18,5 m**

Čtyřhranné potrubí z pozinkovaného plechu do obvodu 1890 mm / 45% tvarovek – **13,8 m**

Čtyřhranné potrubí z pozinkovaného plechu do obvodu 2630 mm / 44% tvarovek – **60,3 m**

### **2.10. Ostatní prvky**

2.10.1. Stěnová mřížka SMK 20 425x225 – **2ks**

2.10.2. Stěnová mřížka SMK 20 325x225 – **4ks**

2.10.3. Stěnová mřížka SMK 20 425x125 – **2ks**



## ZÁVĚR

Výsledkem bakalářské práce je projekt vzduchotechniky pro sokolovnu. Navržené vzduchotechnické zařízení upravuje vnitřní mikroklima do požadovaného stavu. Do objektu byly navrženy dvě vzduchotechnické jednotky, které upravují vzduchu v létě i v zimě.

Sál a vstupní vestibul obsluhuje vzduchotechnická jednotka, která zajišťuje chlazení v letním období a teplovzdušné vytápění v zimě. Jednotka pokryje celé tepelné zisky a tepelné ztráty, proto není třeba dalších zařízení pro úpravu teploty vzduchu.

Hospodu s hygienickým zázemím nebylo nutné chladit z důvodu pouze večerního provozu. Proto jednotka pro tuhle zónu zajišťuje pouze větrání a teplovzdušné vytápění. Hlavním cílem jednotky je zajištění potřebné výměny vzduchu. Vzduchotechnickou jednotkou jsou navíc pokryté celé tepelné ztráty, proto není nutné umisťovat další zařízení pro vytápění. Vzduchotechnické rozvody bylo nutné udělat čtyřhranné z důvodu malého prostoru v podhledu.

Pro vedení potrubí bylo nutné provést stavební úpravy v objektu, jako například zmenšení prostoru nad strojovnou nebo zrušení skladu. Umístění jednotek do strojovny bylo technicky náročnější kvůli nedostatku prostoru. Bylo velice obtížné navrhnout křížení potrubí a zajištění dostatečného prostoru pro kontrolu jednotek.

Projekt vzduchotechniky je navržen dle platných technických norem a nařízení.

V teoretické části jsem rozebíral téma zpětného získávání tepla, které je v dnešní době nezbytnou součástí vzduchotechnických jednotek. Jsem rád, že jsem si vybral právě toto téma a prohloubil tak svou znalost v oblasti zpětného získávání tepla. Nově nabyté znalosti jsem využil při navrhování samotných vzduchotechnických jednotek.

## D. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. ČSN 73 0540 2.
2. Miloš, Lain. Zpětné získávání tepla ve větrání a klimatizaci. *www.tzb-info.cz*. [Online] ČVUT - Fakulta Strojní, 6. Listopad 2006. [Citace: 23. Duben 2016.] <http://www.tzb-info.cz/3648-zpetne-ziskavani-tepla-ve-vetrani-a-klimatizaci-i>.
3. Günter, Gebauer a Rubinová Olga, Horhá, Helena. *Vzduchotechnika*. Brno : ERA group, spol. s r.o., 2007, 2. vydání. str. 262. ISBN: 978-80-7366-091-8.
4. Zmrhal, Vladimír a Lain, Miloš. Větrání a klimatizace malých provozoven (II). *TZB-info*. [Online] ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav techniky prostředí, 17. Prosinec 2007. [Citace: 24. Duben 2016.] <http://www.tzb-info.cz/4548-vetrani-a-klimatizace-malych-provozoven-ii>.
5. Lamelové výměníky. *Ciat*. [Online] [Citace: 24. Duben 2016.] <http://www.ciat.cz/vymeniky-tepla/lamelove-vymeniky>.
6. Gebauer, Günter. *TZB - Vzduchotechnika*. Brno : autor neznámý, 2005.
7. Székelyová, Marta, Ferstl, Karol a Nový, Richard. *Větrání a klimatizace*. Bratislava : Jaga group, s.r.o., 2006. ISBN 80-8076-037-3.
8. *Kasst*. [Online] [Citace: 24. Duben 2016.] <http://kastt.cz/cz/vyrobyky#princip-rov>.
9. Schild, P.G. a Mysen, M. Doporučení pro měrný příkon ventilátoru (SFP) a účinnost vzduchotechnických systémů – II. *TZB-info*. [Online] 21. Duben 2016. [Citace: 23. Duben 2016.] <http://vetrani.tzb-info.cz/vzduchotechnicka-zarizeni/11102-doporuceni-pro-merny-prikon-ventilatoru-sfp-a-ucinnost-vzduchotechnicky-systemu-ii>.
10. Šikula, Ondřej. Přednášky z ochlazování.
11. *Nazeleno.cz*. [Online] [Citace: 23. Duben 2016.] <http://www.nazeleno.cz/topny-faktor.dic>.
12. Rubina, Aleš. Přednášky ze vzduchotechniky.
13. Lain, Miloš. Zpětné získávání tepla ve větrání a klimatizaci (II). *TZB - info*. [Online] ČVUT - Fakulta Strojní, 20. Listopad 2006. [Citace: 23. Duben 2016.] <http://www.tzb-info.cz/3688-zpetne-ziskavani-tepla-ve-vetrani-a-klimatizaci-ii>.
14. Zikán, Zdeněk. TZB-info / Větrání a klimatizace / Větrání s rekuperací. *TZB - info*. [Online] 22. Březen 2010. [Citace: 2016. Duben 23.] <http://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-s-rekuperaci/6325-zpetne-ziskavani-tepla-a-vetrani-objektu>.
15. Lain, Miloš. Zpětné získávání tepla ve větrání a klimatizaci (I). *TZB - info*. [Online] ČVUT - Fakulta Strojní, 6. Listopad 2006. [Citace: 23. Duben 2016.] <http://www.tzb-info.cz/3648-zpetne-ziskavani-tepla-ve-vetrani-a-klimatizaci-i>.
16. Zpětné získávání tepla ve vzduchotechnice. *Technika prostředí*. [Online] [Citace: 23. Duben 2016.] <http://www.qpro.cz/ZZT-rekuperace-regenerace>.
17. ČSN 73 0540-2

18. ČSN 01 3454

19. ČSN 73 0802

**Elektronické podklady od výrobců**

20. Elektrodesign ventilátory spol s.r.o. *vířivé anemostaty DFR-A*. [Online]. [Citace: 15. Březen 2016.] <http://www.elektrodesign.cz/web/download/37226>

21. Elektrodesign ventilátory spol s.r.o. *VEF 100 plastový talířový ventil odvodní*. [Online]. [Citace: 23. Duben 2016.] <http://www.elektrodesign.cz/web/download/33653>

22. Mandík a.s. *Protipožární klapka PKTM III*. [Online]. [Citace: 22. Duben 2016.] [http://www.mandik.cz/getattachment/9b652797-1112-4e97-8b84-97a702b33644/075\\_09\\_cz\\_PKTM\\_III.aspx](http://www.mandik.cz/getattachment/9b652797-1112-4e97-8b84-97a702b33644/075_09_cz_PKTM_III.aspx)

23. Mandík a.s. *Protidešťová žaluzie*. [Online]. [Citace: 23. Duben 2016.] [http://www.mandik.sk/produkt/distribucne-prvky/pdf/079\\_01cz\\_Z3\\_PDZM.pdf](http://www.mandik.sk/produkt/distribucne-prvky/pdf/079_01cz_Z3_PDZM.pdf)

24. Mart s.r.o. *Tlumič hluku kulisový*. [Online]. [Citace: 19. Květen 2016.] [http://www.mart.cz/pict/division\\_cs/detail/204.pdf](http://www.mart.cz/pict/division_cs/detail/204.pdf)

25. Rockwool a.s. *TECHROCK 40 ALS* [Online]. [Citace: 22. Květen 2016.] [http://www.rockwool.cz/produkty-a-reseni/u/5255/technicke-izolace-pro-technicka-zarizeni-budov-\(tzb\)/techrock-40-als](http://www.rockwool.cz/produkty-a-reseni/u/5255/technicke-izolace-pro-technicka-zarizeni-budov-(tzb)/techrock-40-als)

26. Elektrodesign ventilátory spol s.r.o. *Spiro potrubí*. [Online]. [Citace: 23. Duben 2016.] [http://www.elektrodesign.cz/web/download/32035?webproduct\\_id=140&language\\_id=21&prefix=katalog](http://www.elektrodesign.cz/web/download/32035?webproduct_id=140&language_id=21&prefix=katalog)

27. Systema AB *Regulační klapky* [Online]. [Citace: 23. Duben 2016.] <https://www.systemair.com/globalassets/documentation/46350.pdf>

28. Elektrodesign ventilátory spol s.r.o. *Sténové mřížky*. [Online]. [Citace: 23. Duben 2016.] [http://www.elektrodesign.cz/web/download/33790?webproduct\\_id=9481&language\\_id=21&prefix=katalog](http://www.elektrodesign.cz/web/download/33790?webproduct_id=9481&language_id=21&prefix=katalog)

## E. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

### Zkratky

š	–	šířka
d	–	délka
v	–	výška
PTH	–	POROTHERM
s.š.	–	severní šířka
m.č.	–	místnost číslo
VZT	–	vzduchotechnika
MaR	–	systém měření a regulace
SZ	–	severozápad
JZ	–	jihozápad

### Fyzikální veličiny a jednotky

Q	–	tepelná zátěž vnitřního prostoru [W]
$\Delta t$	–	rozdíl teploty odváděného vzduchu $t_0$ a venkovního vzduchu $t_e$ [°C]
$\rho_I$	–	hustota pro střední teplotu v prostoru $t_I$ [kg/m <sup>3</sup> ]
$\rho_E$	–	hustota venkovního vzduchu [kg/m <sup>3</sup> ]
p	–	tlak [Pa]
$\rho$	–	hustota [kg/m <sup>3</sup> ]
T	–	termodynamická teplota [K]
w	–	rychlost vzduchu [m/s]
$\mu$	–	průtokový součinitel [-]
$A_k$	–	plocha části (k) konstrukce budovy [m <sup>2</sup> ]
$U_k$	–	součinitel prostupu tepla části konstrukce budovy (k) [m <sup>2</sup> K/W]
$\Delta U$	–	korekční součinitel [m <sup>2</sup> K/W]
$U_{kc}$	–	korekční součinitel prostupu tepla části konstrukce budovy (k) [m <sup>2</sup> K/W]
$f_{ij}$	–	součinitel redukce teploty [-]
$b_u$	–	korekční činitel exponování [-]
$U_{equiv,bf}$	–	ekvivalentní součinitel prostupu tepla konstrukce v kontaktu se zemí [-]
$f_{g1}$	–	opravný součinitel [-]
$f_{g2}$	–	opravný teplotní součinitel [-]
$G_k$	–	opravný součinitel na vliv spodní vody [-]
$l_b$	–	šířka zasklení [m]
f	–	odstup od svislé stínící překážky [m]
d	–	hloubka okna (venkovní nadpraží) [m]
$e_1$	–	vodorovný stín [m]
$e_2$	–	svislý stín [m]
c	–	hloubka okna (venkovní nadpraží) [m]
$\alpha$	–	azimut slunce [°]
$\gamma$	–	azimut stěny [°]
d	–	výška zasklení [m]
f	–	hloubka okna (venkovní nadpraží) [m]
$h_s$	–	výška slunce nad obzorem [m]
$S_{OS}$	–	osluněná část okna [m <sup>2</sup> ]

$I_0$	– celková intenzita radiace procházející oknem [Wm <sup>-2</sup> ]
$c_0$	– korekce na čistotu atmosféry [-]
$S_0$	– plocha zasklení okna [m <sup>2</sup> ]
$I_{0dif}$	– intenzita difúzní radiace procházející oknem [Wm <sup>-2</sup> ]
$s$	– stínící součinitel [-]
$t_i$	– teplota interiéru [°C]
$t_e$	– teplota vnějšího vzduchu [°C]
$m$	– součinitel zmenšení teplotního kolísání [-]
$t_{r\psi}$	– rovnocenná sluneční teplota v době o $\psi$ hodin dříve [°C]
$\delta$	– tloušťka stěny [m]
$v$	– rychlost proudění vzduchu [m/s]

### **Indexy**

e	– exteriér
i	– interiér
l	– lidé
p	– přívod / pracovní

## F. SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

### Obrázky

Obrázek A.1-1 Princip zpětného získávání tepla .....	19
Obrázek A.3-1 Deskový výměník s kolmým křížením proudů (2) .....	21
Obrázek A.3-2 hx diagram úpravy vzduchu v deskovém výměníku .....	22
Obrázek A.3-3 Zapojení deskového výměníku do vzduchotechnické jednotky (4).....	22
Obrázek A.3-4 Lamelový výměník (5) .....	23
Obrázek A.3-5 Princip ZZT s lamelovými výměníky a kapalinovým okruhem .....	24
Obrázek A.3-6 Schéma VZT jednotky s lamelovými výměníky (6).....	24
Obrázek A.3-7 Schéma tepelné trubice .....	25
Obrázek A.3-8 Typy tepelných trubic – vodorovné nebo svislé .....	25
Obrázek A.3-9 Zapojení ve VZT jednotce a tepelná výměna (6) .....	26
Obrázek A.4-1 Akumulační hmota regeneračního výměníku (8) .....	26
Obrázek A.4-2 Zobrazení přiváděného a odváděného vzduchu v rotačním výměníku (6) .....	27
Obrázek A.4-3 Schéma umístění rotačního výměníku ve VZT jednotce (6) .....	28
Obrázek A.4-4 Schéma přepínacího výměníku se dvěma akumulacími výměníky .....	28
Obrázek A.4-5 Přepínací výměník s jedním akumulacími výměníkem .....	29
Obrázek A.5-1 Princip tepelného čerpadla.....	30
Obrázek A.5-2 Mollierův diagram převzato z přednášek (10).....	31
Obrázek A.5-3 Zapojení tepelného čerpadla v kombinaci s deskovým výměníkem (11).....	32
Obrázek A.5-4 Zimní a letní provoz tepelného čerpadla (12).....	33
Obrázek A.7-1 Postup při návrhu ZZT .....	35
Obrázek B.2-1 Zóny 1.NP .....	38
Obrázek B.2-2 Zóny 2.NP.....	38
Obrázek B.8-1 Tlaková ztráta a akustický výkon přívodní vyústky vstupní vestibul .....	53
Obrázek B.8-2 Tlaková ztráta a akustický výkon odvodní vyústky vstupní vestibul .....	53
Obrázek B.8-3 Tlaková ztráta a akustický výkon odvodní vyústky hygienické zázemí .....	55
Obrázek B.8-4 Tlaková ztráta a akustický výkon odvodní vyústky hospoda.....	55
Obrázek B.8-5 Určení tlakové ztráty žaluzie 1000x500.....	57
Obrázek B.8-6 Určení tlakových ztrát u protipožárních klapek .....	57
Obrázek B.9-1 Dimenzování - schéma 1.NP.....	58
Obrázek B.9-2 Dimenzování - schéma 2.NP.....	59
Obrázek B.10-1 Boční pohled na vzduchotechnickou jednotku č. 1.....	70
Obrázek B.10-2 Horní pohled na přívodní a odvodní větev vzduchotechnické jednotky č. 1 ....	71
Obrázek B.10-3 Hlukové parametry vzduchotechnické jednotky č. 1 .....	71
Obrázek B.10-4 Specifikace zařízení č. 1 1/3 .....	72
Obrázek B.10-5 Specifikace zařízení č. 1 2/3 .....	73
Obrázek B.10-6 Specifikace zařízení č. 1 3/3 .....	74
Obrázek B.10-7 Boční pohled na vzduchotechnickou jednotku č. 2.....	75
Obrázek B.10-8 Horní pohled na přívodní a odvodní větev vzduchotechnické jednotky č. 2 ....	75
Obrázek B.10-9 Hlukové parametry vzduchotechnické jednotky č. 2 .....	76
Obrázek B.10-10 Specifikace zařízení č. 2 1/3 .....	76
Obrázek B.10-11 Specifikace zařízení č. 2 2/3 .....	77
Obrázek B.10-12 Specifikace zařízení č. 2 3/3 .....	78

Obrázek B.11-1 hx diagram úpravy vzduchu v zimě zařízení č. 1 .....	80
Obrázek B.11-2 hx diagram úpravy vzduchu v létě zařízení č. 1 .....	81
Obrázek B.11-3 hx diagram úpravy vzduchu v zimě zařízení č. 2 .....	83
Obrázek B.12-1 Tlumič hluku přívod zařízení č. 1 .....	86
Obrázek B.12-2 Tlumič hluku odvod zařízení č. 1 .....	88
Obrázek B.12-3 Tlumič hluku sání zařízení č. 1 .....	90
Obrázek B.12-4 Tlumič hluku výfuk zařízení č. 1 .....	92
Obrázek B.12-5 Tlumič hluku přívod zařízení č. 2 .....	94
Obrázek B.12-6 Tlumič hluku sání zařízení č. 2 .....	96
Obrázek B.12-7 Tlumič hluku výfuk zařízení č. 2 .....	98
Obrázek B.13-1 Posouzení tepelné izolace potrubí v zimě - přívod .....	99
Obrázek B.13-2 Posouzení tepelné izolace potrubí v zimě - odvod .....	100
Obrázek C.12-1 Funkční schéma zařízení č.1 .....	109
Obrázek C.12-2 Funkční schéma zařízení č. 2 .....	110

## Tabulky

Tabulka B.3-1 Klimatické podmínky .....	39
Tabulka B.4-1 Požadavky na vnitřní prostředí .....	39
Tabulka B.5-1 výpočet součinitele prostupu tepla .....	40
Tabulka B.5-2 přehled součinitelů prostupu tepla .....	41
Tabulka B.6-1 Kritická hodina .....	44
Tabulka B.6-2 Výpočet tepelné zátěže okny .....	45
Tabulka B.6-3 Výpočet tepelné zátěže okny pokračování .....	45
Tabulka B.6-4 Tepelná zátěž vnějších stěn .....	46
Tabulka B.6-5 Tepelné ztráty zóna č. 1 .....	47
Tabulka B.6-6 Tepelné ztráty infilrací zóna č. 1 .....	48
Tabulka B.6-7 Tepelně vlhkostní bilance .....	48
Tabulka B.6-8 Tepelné ztráty zóna č. 2 .....	49
Tabulka B.6-9 Tepelná ztráta infilrací zóna č. 2 .....	50
Tabulka B.6-10 Přehled tepelné bilance .....	50
Tabulka B.7-1 Dávky vzduchu .....	50
Tabulka B.7-2 Průtoky vzduchu zóna č. 1 .....	51
Tabulka B.7-3 Průtoky vzduchu zóna č. 2 .....	51
Tabulka B.8-1 Přehled vyústek zóna č. 1 .....	52
Tabulka B.8-2 Přehled vyústek zóna č. 2 .....	54
Tabulka B.8-3 Přehled doplňujících prvků pro distribuci vzduchu .....	56
Tabulka B.9-1 Dimenzování – zařízení č.1 – hlavní přívodní větev .....	60
Tabulka B.9-2 Dimenzování – zařízení č.1 – vedlejší přívodní větev .....	61
Tabulka B.9-3 Dimenzování – zařízení č.1 – hlavní odvodní větev .....	62
Tabulka B.9-4 Dimenzování – zařízení č.1 – vedlejší odvodní větev .....	63
Tabulka B.9-5 Dimenzování – zařízení č.1 – sání vzduchu .....	63
Tabulka B.9-6 Dimenzování – zařízení č.1 – výfuk vzduchu .....	64
Tabulka B.9-7 Dimenzování – zařízení č.2 – hlavní přívodní větev .....	65
Tabulka B.9-8 Dimenzování – zařízení č.2 – vedlejší přívodní větev .....	66

Tabulka B.9-9 Dimenzování – zařízení č.2 – hlavní odvodní větev .....	67
Tabulka B.9-10 Dimenzování – zařízení č.2 – vedlejší odvodní větev .....	68
Tabulka B.9-11 Dimenzování – zařízení č.2 – sání vzduchu .....	69
Tabulka B.9-12 Dimenzování – zařízení č.2 – výfuk vzduchu .....	69
Tabulka B.12-1 Útlum hluku přívod zařízení č. 1 .....	85
Tabulka B.12-2 Útlum hluku odvod zařízení č. 1 .....	87
Tabulka B.12-3 Útlum hluku sání zařízení č. 1 .....	89
Tabulka B.12-4 Útlum hluku výfuk zařízení č. 1 .....	91
Tabulka B.12-5 Útlum hluku přívod zařízení č. 2 .....	93
Tabulka B.12-6 Tlumič hluku odvod zařízení č. 2 .....	95
Tabulka B.12-7 Útlum hluku sání zařízení č. 2 .....	95
Tabulka B.12-8 Útlum hluku výfuk zařízení č. 2 .....	97
Tabulka C.1-1 Klimatické podmínky .....	102
Tabulka C.1-2 Vnitřní hodnoty návrhové prostředí .....	103
Tabulka C.2-1 Dávky vzduchu .....	104
Tabulka C.12-1 Tabulka zařízení .....	108



# PŘÍLOHY

## A. Výkresy

A.1 Výkres č. 1 – Půdorys 1. NP, Řez A-A', B-B',

A.2 Výkres č. 2 – Půdorys 2. NP', Řez C-C', D-D', E-E'