



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

# VZDUCHOTECHNIKA VE SPORTOVNÍM CENTRU

AIR CONDITIONING IN THE SPORTS CENTER

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Martina Měcháčková

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR BLASINSKI, Ph.D.

BRNO 2021



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Martina Měcháčková
<b>Název</b>	Vzduchotechnika ve sportovním centru
<b>Vedoucí práce</b>	Ing. Petr Blasinski, Ph.D.
<b>Datum zadání</b>	30. 11. 2020
<b>Datum odevzdání</b>	25. 5. 2021

V Brně dne 30. 11. 2020

---

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.  
Vedoucí ústavu

---

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.  
Děkan Fakulty stavební VUT

## PODKLADY A LITERATURA

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

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

Osnova práce:

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

B. Výpočtová část

- analýza objektu – rozdělení na funkční celky VZT, koncepční řešení celé budovy, vedoucí zadá 2-3 zařízení k dalšímu rozpracování

- 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.

## STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).

2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

---

Ing. Petr Blasinski, Ph.D.  
Vedoucí bakalářské práce

## **ABSTRAKT**

Tématem bakalářské práce je návrh vzduchotechnických jednotek ve sportovním. Práce je rozdělena do tří částí.

První část se věnuje teorii. Teorie je zaměřena na bazénové haly, vnitřní mikroklima bazénových hal, vlhký vzduch, odvlhčení a v neposlední řadě návrhem jednotek do prostorů se zvýšenou vlhkostí.

Druhá část je zaměřena na samostatný návrh vzduchotechnických jednotek. V objektu jsou navrženy tři jednotky. Zařízení č. 1 pro tenisové kurty, zařízení č. 2 pro hygienické zázemí a zařízení č. 3 pro bazénovou halu.

V poslední části je zpracována projektová dokumentace

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Vzduchotechnická jednotka, sportovní centrum, odvlhčení, bazénová hala, vnitřní mikroklima, tepelná zátěž, čerstvý vzduch, dimenzování potrubí.

## **ABSTRACT**

The topic of the work is the design of air handling units in a sports center. The thesis is divided into 3 parts. The first part deals with theory. It focuses on indoor swimming pools and their inner microclimate, humid air, dehumidification, and the design of units for spaces with increased level of humidity. The second part is mainly about the design of the air handling unit.

There are three units designed for a building; unit no. 1 for a tennis court, unit no. 2 for sanitary facilities, and unit no. 3 for the indoor swimming pool. The last part deals with project documentation.

## **KEYWORDS**

Air conditioning unit, sports center, dehumidification, swimming pool hall, internal microclimate, thermal load, fresh air, dimensioning duct.



## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

Martina Měcháčková *Vzduchotechnika TZB*. Brno, 2020. 122 s., 18 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Petr Blasinski, Ph.D.

## **PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Vzduchotechnika ve sportovním centru* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 25. 5. 2021

---

Martina Měcháčková  
autor práce

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych ráda poděkovala panu Ing. Petru Blasinskému, Ph.D., vedoucímu mé bakalářské práce za věnovaný čas, ochotu, cenné rady, trpělivost a pomoc, kterou mi během zpracování mé práce věnoval.

## **PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Vzduchotechnika ve sportovním centru* zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 25. 5. 2021

---

Martina Měcháčková  
autor práce

# OBSAH

PODĚKOVÁNÍ .....	6
ÚVOD.....	10
B1 – VLHKÝ VZDUCH.....	12
B.1.1 VLHKÝ VZDUCH DĚLENÍ .....	12
B.1.2 VELIČINY VLHKÉHO VZDUCHU.....	14
B.1.3 IZOBARICKÉ ZMĚNY VLHKÉHO VZDUCHU .....	15
B2 – POŽADAVKY NA VNITŘNÍ MIKROKLIMA BAZÉNŮ.....	17
B3 – ODVLHČOVÁNÍ .....	18
B.3.1 METODY ODVLHČENÍ .....	19
B.3.2 KONDENZAČNÍ A ABSORPČNÍ ODVLHČOVÁNÍ.....	19
B.3.3 ODVLHČENÍ BAZÉNŮ .....	21
B4 – VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY .....	22
B.4. 1 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ VZDUCHOTECHNICKÝCH JEDNOTEK.....	22
23	
B.4. 2 ZÁKLADNÍ UMÍSTĚNÍ VZDUCHOTECHNICKÝCH JEDNOTEK.....	23
B5 – VZDUCH VE VZT JEDNOTKÁCH A JEHO PROVOZNÍ STAVY (BAZÉNOVÉ HALY).....	24
B.5. 1 PROVOZNÍ STAVY VZDUCHU V BAZÉNOVÝCH JEDNOTKÁCH.....	24
B6 – BAZÉNOVÉ JEDNOTKY .....	25
B.6.1 VYBRANÉ REŽIMY VZDUCHOTECHNICKÝCH JEDNOTEK (BAZÉNOVÉ HALY).....	28
B7 – ZÁVĚR TEORETICKÉ ČÁSTI .....	31
C1 – ANALÝZA OBJEKTU .....	33
ROZDĚLENÍ OBJEKTU NA FUNKČNÍ CELKY.....	34
C2 – TEPELNÉ ZISKY .....	35
KLIMATICKÉ PODMÍNKY .....	35
POŽADAVKY NA VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ.....	35
C3 - VÝPOČET SOUČINITELŮ PROSTUPU TEPLA .....	36
C4 – VÝPOČET TEPELNÉ ZTRÁTY.....	38
C5 – VÝPOČET TEPELNÉ ZÁTĚŽE .....	42
C.5. 1 TEPELNÁ ZÁTĚŽ HYGIENICKÉ ZÁZEMÍ .....	44
C.5. 2 TEPELNÁ ZÁTĚŽ TENISOVÉ KURTY .....	46

C7 – DISTRIBUČNÍ ELEMENTY .....	56
C.7. 1 DISTRIBUČNÍ PRVKY – TENISOVÉ KURTY .....	56
58	
C.7. 2 DISTRIBUČNÍ PRVKY – BAZÉN + VÝHŘIVKY .....	59
C.7. 3 DISTRIBUČNÍ PRVKY – HYGIENICKÉ ZÁZEMÍ.....	61
C.8 – DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ .....	64
C.9 –NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÝCH JEDNOTEK .....	69
C.9. 1 VZDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA – TENISOVÉ KURTY .....	69
C.9. 2 VZDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA – HYGIENICKÉ ZÁZEMÍ .....	73
C.9. 3 VZDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA – BAZÉNOVÁ HALA .....	77
C10 –ÚTLUM HLUKU .....	81
C.10. 1 NÁVRH TLUMIČŮ .....	90
C11 –IZOLACE POTRUBÍ.....	95
D1 – TECHNICKÁ ZPRÁVA .....	98
1. ÚVOD .....	98
1.1 PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ .....	98
1.2 VÝPOČTOVÉ HODNOTY KLIMATICKÝCH POMĚRŮ.....	99
1.3 VÝPOČTOVÉ HODNOTY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ .....	99
1.4 TEPELNĚ-TECHNICKÉ VLASTNOSTI KONSTRUKCÍ A PŘEDPOKLADY PRO VÝPOČET TEPELNÝCH ZÁTĚŽÍ .....	100
D2 – ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ, ZAREGULOVÁNÍ SYSTÉMU .....	100
2.1 HYGIENICKÉ VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE.....	100
2.2 TECHNOLOGICKÉ VĚTRÁNÍ A CHLAZENÍ.....	100
2.3 ENERGETICKÉ ZDROJE .....	100
D3 – POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ .....	101
D4 – NÁROKY NA ENERGIE .....	103
D5 – MĚŘENÍ A REGULACE .....	103
D6 – NÁROKY NA SOUVISEJÍCÍ PROFESE .....	103
6.1 STAVEBNÍ ÚPRAVY .....	103
6.2 SILNOPROUD .....	104
6.3 VYTÁPĚNÍ.....	104
6.4 CHLAZENÍ .....	104
6.5 ZDRAVOTNÍ TECHNIKA .....	104

D7 – PROTIHLUKOVÁ A PROTIOTŘESOVÁ OPATŘENÍ .....	104
D8 – IZOLACE A NÁTĚRY .....	105
D9 – PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ .....	105
D10 – OCHRANA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ .....	105
D11 – MONTÁŽ, PROVOZ, ÚDRŽBA A OBSLUHA ZAŘÍZENÍ .....	106
D12 – ZÁVĚR .....	106
TECHNICKÁ SPECIFIKACE .....	108
ZÁVĚR .....	114
POUŽITÉ ZDROJE .....	115
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ .....	117
SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ .....	118
PŘÍLOHY P.1 .....	121
PŘÍLOHY P.2 .....	127
PŘÍLOHY P.3 .....	135

# ÚVOD

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout vzduchotechnické jednotky do sportovního centra s bazénovou halou ve Zruči nad Sázavou. Sportovní centrum je rozděleno do třech funkčních celků – tenisové kurty (tělocvična), hygienické zázemí a bazén.

Celá práce je rozdělena do tří kapitol. První kapitola se zabývá teoretickou částí na téma vlhký vzduch, odvlhčení a vzduchotechnické jednotky pro bazény.

Druhá kapitola se zabývá samostatným návrhem jednotlivých vzduchotechnických jednotek. K návrhu byl použit software Teruna, Remak a Greif akustika s. r. o. Kapitola zahrnuje samostatný výpočet, pro návrh. U každé kapitoly je uveden výpis vzorců, podle kterých byl návrh proveden.

Poslední kapitola práce osahuje technickou zprávu, specifikaci jednotlivých prvků vzduchotechnických jednotek a schémata zapojení.

Součástí práce je také půdorys a čtyři řezy. Řezy jsou vedeny přes tenisové kurty a bazénovou halu. Další dva řezy jsou ve strojovně VZT.



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## ČÁST B – TEORETICKÁ ČÁST

VZDUCHOTECHNIKA VE SPORTOVNÍM CENTRU

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

#### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Martina Měcháčková

#### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

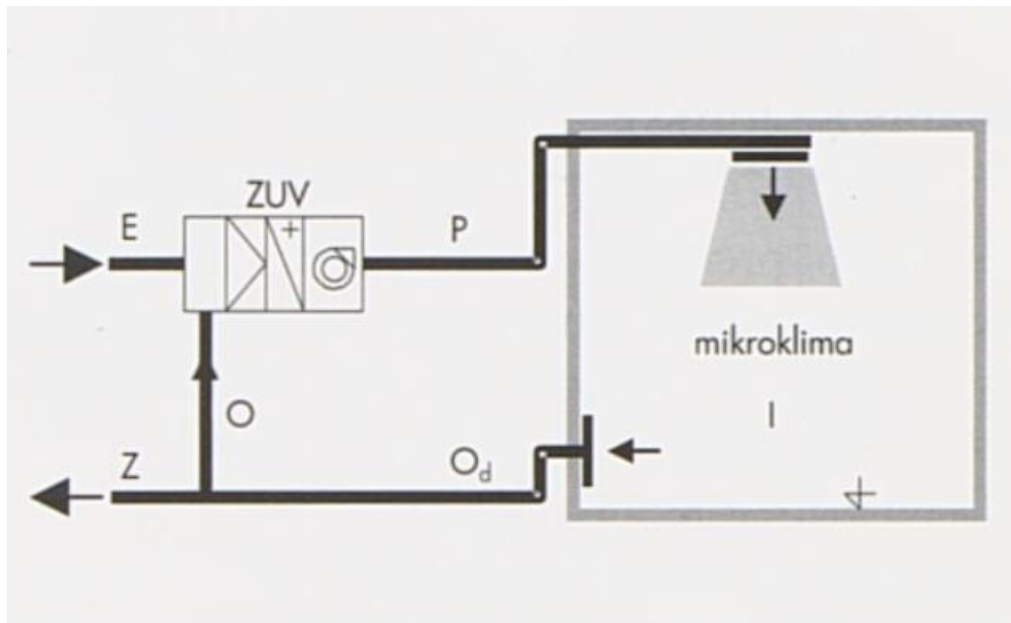
Ing. PETR BLASINSKI, Ph.D.

BRNO 2021

## B1 – VLHKÝ VZDUCH

Vlhký vzduch je směs suchého vzduchu a určitého množství vody ve formě syté, či přehřáté páry, mlhy nebo jinovatky.

V souvislosti s tvorbou interního mikroklimatu se vlhký vzduch nachází v různých tepelně-vlhkostních stavech, z nichž se do mnohých stavů řízeně upravuje ve vzduchotechnickém zařízení ZUV.



Obr. 1 – schéma VZT systému<sup>(3)</sup>

### B.1.1 VLHKÝ VZDUCH DĚLENÍ

Rozeznáváme vlhký vzduch:

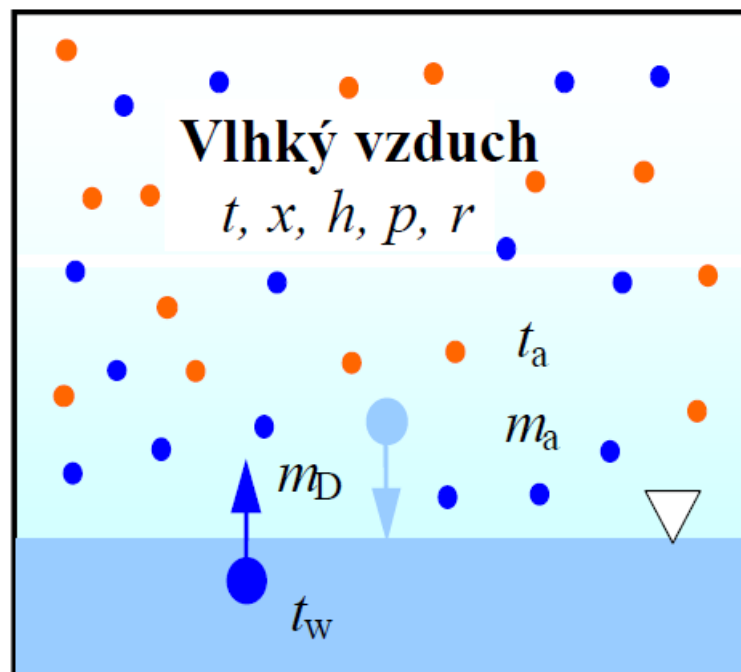
- Nenasycený vlhkostí – vodu obsahuje ve formě přehřáté páry. Parciální tlak vodních par ve vzduchu je menší než tlak sytých par při téže teplotě  $p < p''$ .
- Nasycený vlhkostí – vodu obsahuje ve formě syté páry. Je v něm obsaženo maximální možné množství vlhkosti ve formě páry  $p = p''$ .
- Přesycený vlhkostí – nasycený vzduch, který obsahuje ještě další vodu v kapalném nebo tuhém skupenství.
- Mlhový vzduch – vzduch přesycených vlhkostí – obsahuje větší množství vlhkosti, než odpovídá nasycenému vzduchu (nadbytečná vlhkost je vysrážena ve formě mlhy).
  - Při teplotě  $t \geq 0 \text{ °C}$  je vzduch přesycený mlhou ve formě kapiček.
  - Při teplotě  $t \leq 0 \text{ °C}$  je vzduch přesycený ledovou mlhou ve formě ledových krystalů či jinovatky.
  - Při teplotě  $t = 0 \text{ °C}$  může mlhový vzduch obsahovat mlhu ve formě kapiček i ledovou mlhu.<sup>(7)</sup>



## CHEMICKÉ SLOŽENÍ VLHKÉHO VZDUCHU

Tabulka 1 – chemické složení vzduchu (ppr – partes per milion – 100 % = 1 000 000 ppm) <sup>(6)</sup>

PLYN	OBJEM (%)	HMOTNOST (%)
Dusík	78,09	75,51
Kyslík	20,95	23,16
Argon	0,93	1,28
Oxid uhličitý	330 ppm	0,05
Neon	18,18 ppm	0,0012
Helium	5,24 ppm	0,000072
Metan	2 ppm	0,0001
Krypton	1,14 ppm	0,0003
Vodík	0,5 ppm	0,000001
Xenon	87 ppm	0,00004



Obr. 2 – Složky vlhkého vzduchu a jeho veličiny <sup>(6)</sup>

- ● - molekula vody
- ● - molekula vzduchu
- $m_D$  – hmotnostní tok vodní páry
- $m_a$  – hmotnostní tok suchého vzduchu

## Stavové veličiny

t – teplota  
p – tlak

x – vodní obsah  
h – entalpie

x – vodní obsah  
r – plynová konstanta

## B.1.2 VELIČINY VLHKÉHO VZDUCHU

**Absolutní vlhkost vzduchu a,  $\rho_V$**  – hmotnost vodní páry v objemu 1 m<sup>3</sup>. Jednotky jsou kg/m<sup>3</sup>, a dá se proto hovořit o hustotě vodní páry  $\rho_V$ . Značí se (kg/m<sup>3</sup>)

**Relativní vlhkost  $\varphi$**  – udává míru nasycení vzduchu.  $\varphi = 100\%$  znamená nasycený vzduch  $p_V = p_V''$ . Značí se  $\varphi$  (%)

$$\varphi = \frac{p}{p_V''} * \frac{x}{(0,622 + x)}$$

**Parciální tlak par  $p_V$**  – tlak odpovídající příslušné absolutní vlhkosti. Parciální tlak par není závislý na teplotě (při konstantním tlaku). Značí se p (Pa)

**Parciální tlak syté páry  $p_V''$**  – parciální tlak syté páry  $p_V''$  je závislý pouze na teplotě, pro t (0–80 °C). Značí se  $p_V''$  (Pa)

$$\ln p_V'' = 23,58 - \frac{4044,2}{235,6 + t}$$

**Měrná vlhkost vzduchu x** – udává hmotnost vodní páry v kg připadající na 1 kg suchého vzduchu (kg/kgA). Vzhledem k nízkým řádům se spíše používají jednotky (g/kgA). Spolu s relativní vlhkostí je toto určení vlhkosti vzduchu ve vzduchotechnice nejbližší.

Značí se x (g/kg)

$$x = 0,622 * \frac{p_V}{p - p_V} \rightarrow p_V = p * \frac{x}{0,622 + x}$$

**Teplota rosného teploměru  $t_r$**  – teplota, při které je vzduch nasycen. Při dalším ochlazení začíná vodní pára kondenzovat. Značí se  $t_r$  (°C)

**Teplota mokrého teploměru  $t_m$**  – teplota vody, při níž je teplo potřebné k vypařování vody do vzduchu odebíráno přestupem tepla konvekcí z okolního vzduchu (při izobarickém ději). Je také označována jako mezní teplota adiabatického chlazení.

$$p_V = p_V'' - A * p * (t_A - t_{WB})$$

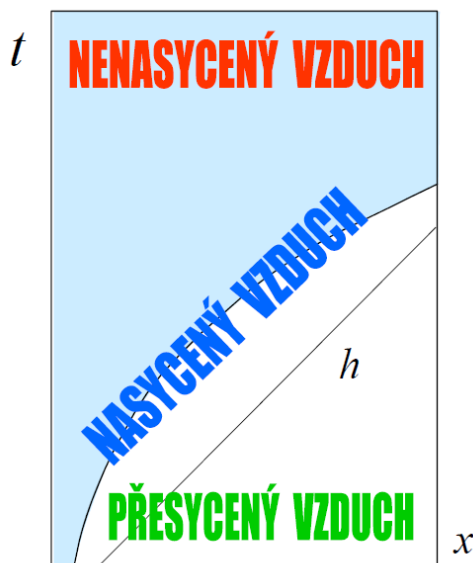
**Hustota vlhkého vzduchu  $\rho$**  – značí se  $\rho$  (kg/m<sup>3</sup>)

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{M}{V} = \frac{M_A + M_V}{V} = \frac{M_A}{V} + \frac{M_V}{V} = \rho_A + \rho_V = \frac{\rho_A}{r_A * T} + \frac{\rho_V}{r_V * T} = \frac{p - \varphi * p_v''}{r_A * T} + \frac{\varphi * p_v''}{r_V * T} \\ &= \frac{1}{T} * \left( \frac{p}{r_A} - \frac{\varphi * p_v''}{r_A} + \frac{\varphi * p_v''}{r_D} \right) = \frac{1}{T} * \left[ \frac{p}{r_A} + \varphi * p_v'' * \left( \frac{1}{r_V} - \frac{1}{r_A} \right) \right] \\ &= \frac{1,316 * 10^{-3}}{T} * (2,65 * p + \varphi * p_v'') \end{aligned}$$

**Entalpie vlhkého vzduchu  $h$**  – entalpie je fyzikální veličina, která vyjadřuje tepelnou energii uloženou v jednotkovém množství látky. Značí se  $h$  (kJ/kg)

$$h = h_v + x * h_p = l + c_v * t \cong 1010 * t + (2500 + 1,84 * t) * x$$

- $h_v$  – suchý vzduch
- $h_p$  – vodní pára
- $l$  – výparné teplo vody při 0 °C (kJ/kg)
- $c_v$  – měrná tepelná kapacita vzduchu (kJ/kg \* K)

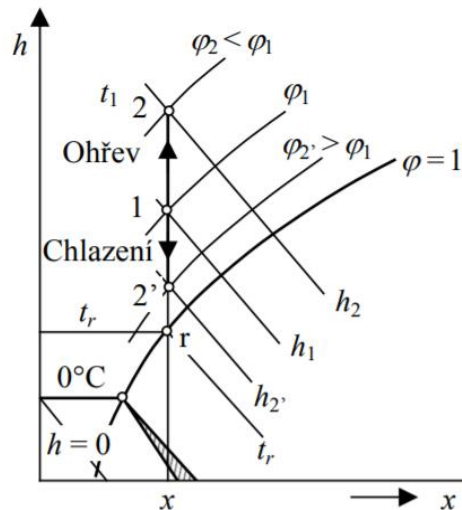


Obr. 3 – Hx diagram oblasti vlhkého vzduchu <sup>(6)</sup>

## B.1.3 IZOBARICKÉ ZMĚNY VLHKÉHO VZDUCHU

### B.1.3.1 – OHŘEV A SUCHÉ OCHLAZOVÁNÍ VLHKÉHO VZDUCHU

Ohřev a ochlazování vlhkého vzduchu se obvykle provádí ve výměnících tepla. Aby při ochlazování vzduchu nenastala kondenzace páry, aby probíhalo suché ochlazování, musí být teplota povrchu chladiče vyšší než teplota rosného bodu vzduchu. Při ohřevu vzduchu a při ochlazování vzduchu bez kondenzace páry se hmotnost vodní páry ve vzduchu nemění, a tedy tyto změny probíhají při  $x = \text{konstantní}$ .<sup>(7)</sup>

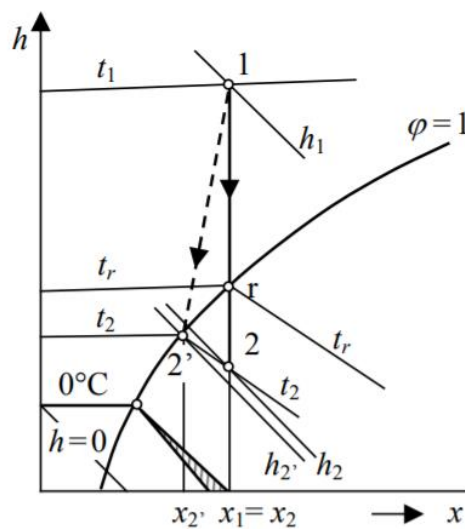


Obr. 4 – ohřev a ochlazování vlhkého vzduchu bez kondenzace páry<sup>(7)</sup>

### B.1.3.2 – CHLAZENÍ VZDUCHU S KONDENZACÍ PÁRY

Ochlazujeme-li vzduch v chladiči, jehož povrchová teplota je nižší než teplota rosného bodu vzduchu, zvětšuje se relativní vlhkost vzduchu, až v bodě r je vzduch vlhkostí nasycen. Při dalším ochlazování dojde ke kondenzaci nadbytečné vlhkosti na teplosměnném povrchu chladiče. Odvodem zkondenzované vlhkosti z povrchu chladiče dostáváme u mokré teplosměnné plochy chladiče nasycený vzduch.

Chlazením vzduchu s kondenzací páry vzduch nejen chladíme, ale také odvlhčujeme.<sup>(7)</sup>



Obr. 5 – průběh chlazení vlhkého vzduchu s kondenzací páry<sup>(7)</sup>

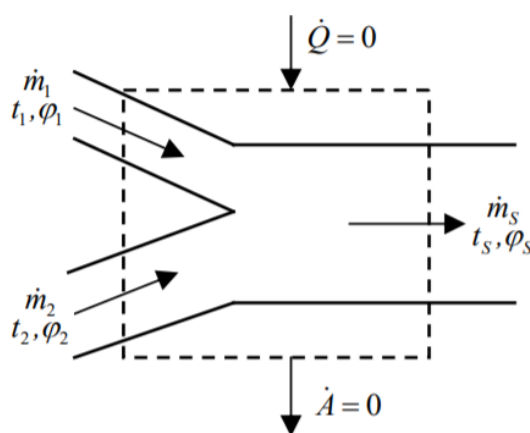
### B.1.3.3 – ADIABATICKÉ MÍSENÍ DVOU A VÍCE PROUDŮ VLHKÉHO VZDUCHU

Ve vzduchotechnických zařízeních často dochází k mísení dvou proudů vzduchu o různých stavech, např. směšuje se vzduch venkovní se vzduchem cirkulačním, který se částečně vrací do oběhu po odsátí z místnosti.

Smísí – li se adiabaticky při stejném celkové tlaku proudy vlhkého vzduchu 1 a hmotnostního toku  $\dot{m}_1$  s proudem vlhkého vzduchu 2 a hmotnostním tokem  $\dot{m}_2$ , vznikne směs S.

Stav směsi se určuje z rovnice tepelné a vlhkostní bilance mísení <sup>(7)</sup>

$$m_{vS} * h_s = m_{v1} * h_1 + m_{v2} * h_2$$



Obr. 6 - adiabatické mísení dvou proudů vlhkého vzduchu <sup>(7)</sup>

## B2 – POŽADAVKY NA VNITŘNÍ MIKROKLIMA BAZÉNŮ

V bazénových halách je mnoho faktorů, které se navzájem ovlivňují. Vzájemné působení vody a vzduchu je komplexní. Klimatické podmínky v prostoru jsou rozdílné. Rozhodující je druh vody (standartní, slaná nebo mořská) a typ krytého bazénu (plavecký, zážitkový, lázeňský atd.). Zatímco druh vody určuje hlavně materiály, které bude nutno použít, má typ krytého bazénu vliv na množství vody, která se odpaří. Pokud se odpařování vody ve fázi projektování přiměřeně nezohlední, může v hale rychle dojít ke zvýšení vlhkosti vzduchu nad maximální dovolenou hranici. Tato hranice se nazývá tzv. „hranice dusna“. <sup>(4)</sup>

Mikroklimatické podmínky v prostorách s bazénovými plochami nám částečně přibližuje vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 238/2011 Sb., o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch, v aktuálním znění. Tato vyhláška obsahuje mikroklimatické požadavky v její příloze 12. <sup>(5)</sup>

Praxí osvědčené a doporučované veličiny mikroklimatu bazénu jsou

- Teplota vody v plaveckých bazénech 26–28 °C
- Teplota vody v dětských bazénech 28–32 °C

- Operativní teplota v bazénové hale o 2–3 K vyšší než teplota vody (neplatí pro rehabilitační a terapeutické bazény)
- Doporučená výpočtová relativní vlhkost 60 %
- Maximální měrná vlhkost vzduchu 14,3 g/kg
- Rychlost proudění vzduchu v oblasti pobytu neoblečených osob 0,2 m/s.<sup>(3)</sup>

Tab. 1 - Mikroklimatické požadavky, osvětlení a vnitřní ovzduší bazénové haly krytého bazénu a jeho přilehlých prostor <sup>(3)</sup>

Faktor prostředí	Hala bazénu	Přilehlé prostory pro uživatele (šatny, WC, sprchy, chodby atd.)	Vstupní hala
Intenzita osvětlení	mm. 200 luxů pro rekreační koupání, min. 300 luxů pro plavecký výcvik	200 luxů	100 luxů
Teplota vzduchu	o 1 - 3 °C vyšší než teplota vody v bazénu max. 34 °C	sprchy 24 - 30 °C šatny 20 - 28°C pobytové prostory 22 - 26°C vstupní prostory 20 - 22°C	min. 17 °C
Relativní vlhkost vzduchu	max. 65 %	sprchy max. 85 % ostatní prostory max. 50 %	
Intenzita výměny vzduchu	min. 2x za hodinu	sprchy min. 8x za hodinu šatny 5 - 6x za hodinu ostatní prostory tak, aby vyhovovaly limitním hodnotám relativní vlhkosti vzduchu	min. 1x za hodinu
Trichlor-amin	0,5 mg/m <sup>3</sup> <sup>1)</sup>	-	-

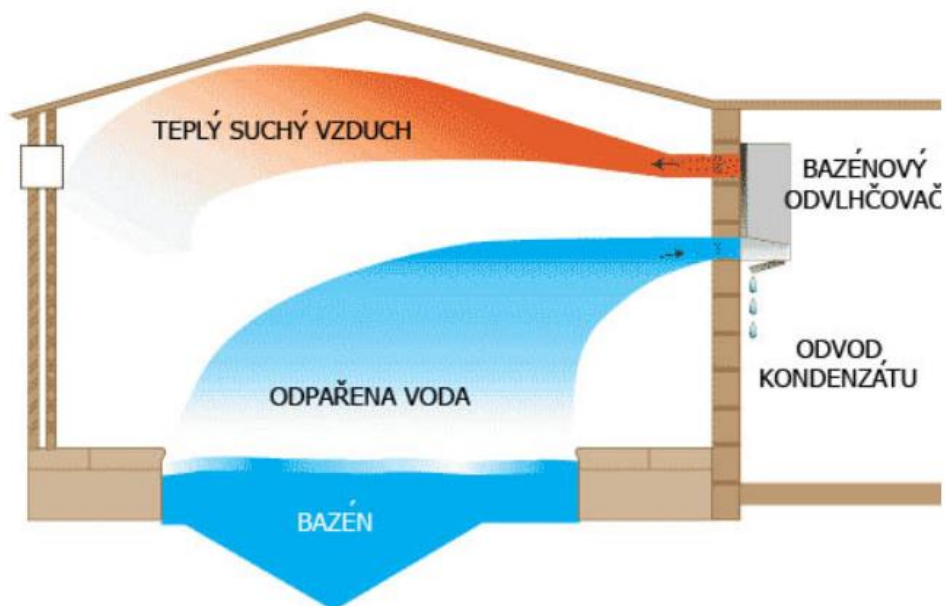
## B3 – ODVLHČOVÁNÍ

Zařízení na odvlhčování vzduchu snižují absolutní obsah vlhkosti vzduchu v místnosti. Odnímat vlhkost je možno dvěma zásadně odlišnými způsoby.

Umístění odvlhčovačů v bazénových místnostech je velice důležité. Odpařováním vodní páry z vodní hladiny u vnitřních bazénů při běžných teplotách vody okolo 24 °C a okolního vzduchu okolo 26 °C dochází k nasycení vzduchu vodními parami v blízkosti vodní plochy bazénu a ta kondenzuje v případě, že teplota povrchů je nižší než teplota rosného bodu na obvodových venkovních zdech. Tento děj vzniká nejčastěji na oknech, a to zvláště v zimním období, kdy jsou konstrukce stavby a prosklené plochy zvenku ochlazovány (na chladnějších plochách se sráží vzdušná vlhkost). Kondenzace nepřispívá ke zdravému prostředí pro pobyt lidí a může docházet k vytvoření plísní na stěnách a stropě místnosti. Plísně narušují stavební konstrukci, nepříjemně páchnou a rovněž zarosená okna nepůsobí dobře. <sup>(13)</sup>

K výhodám odvlhčovače patří především to, že:

- Odstraňuje ze vzduchu vlhkost
- Zamezuje kondenzaci páry na oknech a stěnách
- Odstraňuje zásadní příčinu vzniku plísně



Obr. 7 – umístění bazénového odvlhčovače

### B.3.1 METODY ODVLHČENÍ

1) Ochlazením vzduchu vhodným prostředkem pod teplotu rosného bodu, čímž se vyloučí nadbytečná voda. Tato metoda se nazývá metoda podchlazovací. Pro podstatné odloučení vody je zapotřebí chladicího stroje. V principu se tato zařízení podobají zařízením chladícím.

2) Absorpcí vodní páry ze vzduchu hydrofobickými pevnými látkami (jako je silikagel) nebo hydrofobickými roztoky solí (jako je chlorid vápenatý a jiné) Tato metoda se nazývá absorpční.

### B.3.2 KONDENZAČNÍ A ABSORPČNÍ ODVLHČOVÁNÍ

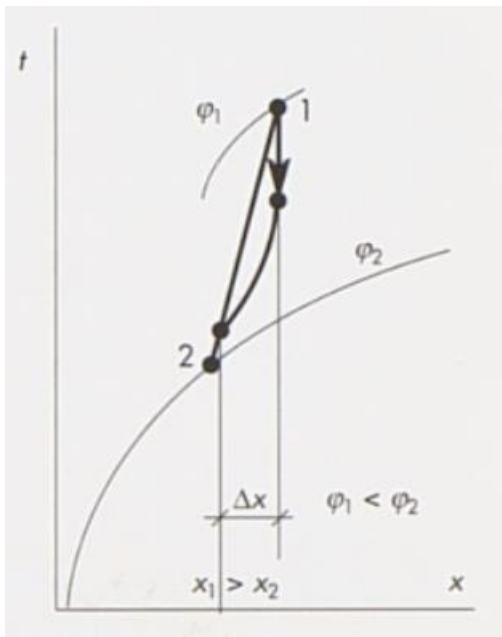
#### B.3.2.1. KONDENZAČNÍ ODVLHČOVÁNÍ

Nejčastěji se pro odvlhčování vzduchu využívá kondenzace vodní páry na chladném povrchu výparníku nebo kapalného chladiče. Je vhodné pro vyšší teploty vzduchu, pro které stačí nadnulový rosný bod chladiče. U kompresorových systémů s nižší výparnou teplotou chladiwa dochází k namrzání výměníku, stejně tak u kapalinových chladičů využívajících jako média podchlazenou glykolovou směs, solanku nebo čpavek. U běžných kondenzačních odvlhčovačů bez vymrazování je maximální dosažitelná účinnost limitována hranicí zhruba 40–35 % relativní vlhkosti při teplotách vzduchu okolo 20°C. Z toho důvodu je nejčastější použití kondenzačních odvlhčovačů pro vysoušení při stavebních pracích, rekonstrukcích a sanacích. <sup>(3)</sup>

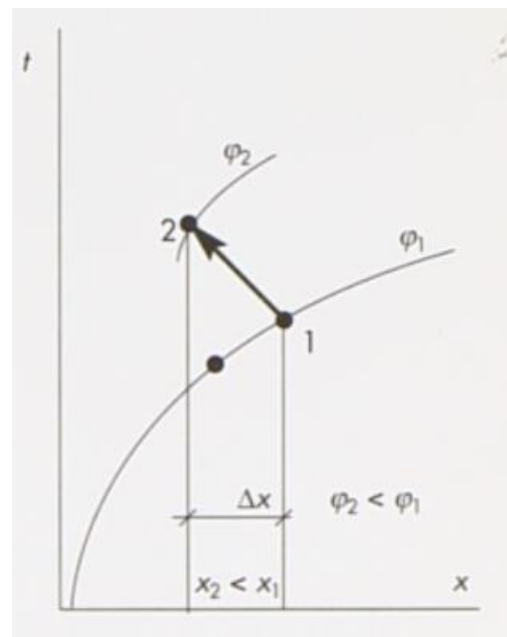
#### B.3.2.2. ABSORPČNÍ ODVLHČOVÁNÍ

Moderní odvlhčovače používají jako nosiče aktivního materiálu rotační výměník s voštinovou strukturou (podoba známá z tepelných rotačních výměníků pro zpětné získávání tepla). Materiál voštinové matrice, tvořený střídavě vrstvou rovného a vlnitého pásu s výškou komory kolem 1,5

mm, se liší nejčastěji podle velikosti rotoru a použití. Nejčastěji bývá používán hliník nebo papír impregnovaný organickými pryskyřicemi. Na tento podklad je nanášena vrstva materiálu silikagel, který vytváří charakteristický zelený povrch. Hlavní předností absorpčních rotorů je vysoká pohlcovací schopnost. Výměníky pracují i při vysokých vlhkostech na hranici nasycení bez rizika samovolného zpětného uvolňování vody. Na rozdíl od provozu kondenzačních odvlhčovačů nemezuje nízká teplota odvlhčovaného vzduchu účinnost zařízení. Absorpční odvlhčení je vhodné pro zimní stadiony a všeobecně prostory s požadavkem na udržování kombinace nízké teploty a vlhkosti vzduchu. <sup>(3)</sup>

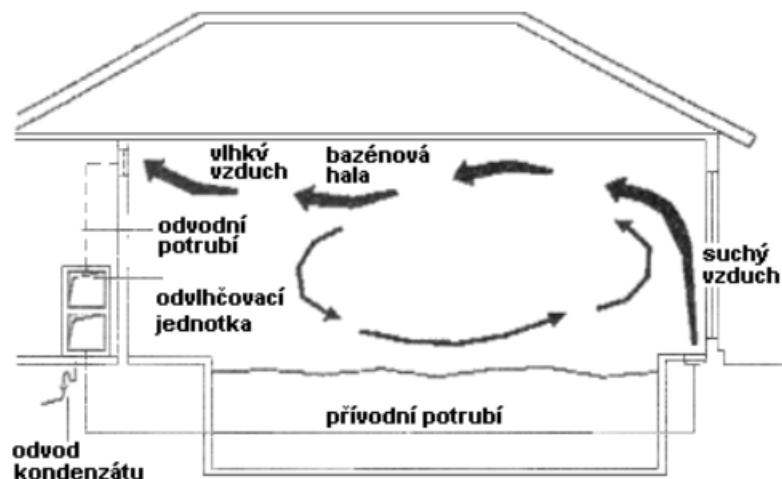


Obr. 9 – Kondenzační odvlhčovač<sup>(3)</sup>



Obr. 8 – Absorpční odvlhčovač<sup>(3)</sup>

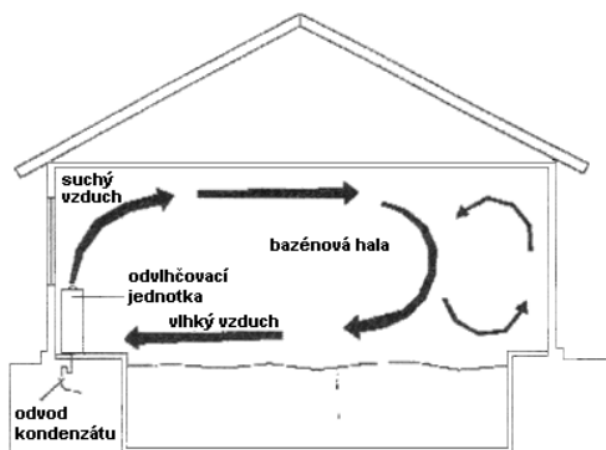




Obr. 10 - Proudění vzduchu s oběhovou odvlhčovací jednotkou umístěnou přímo v bazénové hale <sup>(8)</sup>

### B.3.3 ODVLHČENÍ BAZÉNŮ

Pro optimální fungování bazénového odvlhčovače je potřeba, aby voda bazénu byla o 3 °C chladnější než okolní vzduch v bazénové hale. Při dosažení tohoto teplotního rozdílu je průměrný odpar z hladiny bazénu 1,1 – 1,2 litrů za 24 hodiny z metru čtverečního vodní hladiny. V případě zvýšení teploty vody je potřeba počítat i s navýšením teploty okolního vzduchu. Pokud nastane situace, že voda bude teplejší než vzduch, pak dochází k nadměrnému odpařování a bazénový odvlhčovač nemusí tento nápor kondenzátu zvládnout. <sup>(14)</sup>



Obr. 11 - Proudění vzduchu s oběhovou odvlhčovací jednotkou umístěnou v technické místnosti a rozvodem vzduchu potrubím <sup>(8)</sup>

### B.3.3.1. SNÍŽENÍ NÁKLADŮ NA ODVLHČENÍ A PROVOZ BAZÉNU

Pro snížení nákladů na odvlhčení bazénů i na celkový provoz vnitřních bazénů je velmi vhodné zakrýt hladinu vody. Vodní hladinu lze zakrýt solární nebo krycí plachtou. Největší úsporu při provozu bazénů přinese bazénová roleta.

Zakrytím hladiny lze ušetřit až 70 % nákladů na provoz vnitřního bazénu. Se zakrytou hladinou dochází k menším tepelným ztrátám vody a není potřeba tak náročně ohřívat vzduch, zejména v době, kdy není bazén používán.

Ztráty odparem z vodní hladiny (kWh/den) – v době provozu

$$Q_{p,p} = \frac{1}{1000} * \tau_p * \beta_p * A_p * (p''_{v(t_w,p)} - p_{v(t_i,p)}) * \frac{I_w}{3600}$$

Ztráty odparem z vodní hladiny (kWh/den) – v době mimo provozu

$$Q_{p,n} = \frac{1}{1000} * (24 - \tau_p) * \beta_n * A_p * (p''_{v(t_w,p)} - p_{v(t_i,p)}) * \frac{I_w}{3600}$$

- $\beta_p$  –  $1,6 * 10^{-4}$  kg/h\*m<sup>2</sup>\*Pa – v době provozu a odkrytí vodní hladiny; 0 – při zakryté hladině
- $A$  – plocha bazénu
- $I_w$  – výparné teplo
- $p''_{v}$  – tlak syté vodní páry
- $P_v$  – parciální tlak vodní páry

## B4 – VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY

Vzduchotechnická jednotka (zkráceně VZT) je soubor funkčních prvků sloužící k úpravě a distribuci vzduchu. Zároveň svým chodem významně ovlivňuje cílový prostor (jako je např. teplota, hluk, vlhkost vzduchu a rychlost vzduchu, aj.)

### B.4. 1 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ VZDUCHOTECHNICKÝCH JEDNOTEK

#### SESTAVENÉ

Jednotka je sestavena z jednotlivých dílů reprezentujících jednotlivé funkční části (tzv. komory – ventilátorová komora, komora ohřivače, komora chladiče, komora vlhčení apod.) podle individuálních požadavků.

Díky snadnému spojování je možné vytvářet různé možnosti jednotek jak tvarově, tak funkčně.



Obr. 12 – Vzduchotechnická jednotka sestavená <sup>(11)</sup>

### KOMPAKTNÍ (BLOKOVÉ/SKRÍŇOVÉ)

Blokové jednotky jsou tvořeny základním rámem pro danou rozměrovou řadu.

Vnitřní sestava vybavení jednotky zůstává variabilní – při zachování rozměrů základního rámu. Umožňuje velmi kompaktní technické řešení VZT jednotky s menšími vnějšími rozměry než sestavené. <sup>(1)</sup>



Obr. 13 – Vzduchotechnická jednotka kompaktní <sup>(12)</sup>

## B.4. 2 ZÁKLADNÍ UMÍSTĚNÍ VZDUCHOTECHNICKÝCH JEDNOTEK

Vzduchotechnické jednotky se umísťují do vnitřního nebo vnějšího prostředí. Ve vnitřním prostředí se navrhují převážně do strojoven vzduchotechniky. Správné umístění strojovny v daném objektu je potřebné řešit již v prvních fázích projektové dokumentace. Strojovna musí být umístěná tak, aby hlukově neovlivňovala okolní prostory a aby do ní byl zajištěn vhodný přístup. Velikost vstupních dveří musí být navržena tak, aby byla umožněna bezpečná doprava navrženého zařízení.

Pro malá vzduchotechnická zařízení zpravidla není potřeba zřizovat samostatnou strojovnu vzduchotechniky.

Na strojovnu vzduchotechniky navazují i další prostory potřebné k zabezpečení chodu větracích a klimatizačních zařízení, jako je zdroj tepla (kotelna nebo výměňková stanice), zdroj chladu (strojovna chlazení) a další. <sup>(1)</sup>

Další variantou umístění vzduchotechnických jednotek je venkovní umístění. Zpravidla to bývá střecha, nebo venkovní oplocený prostor. V případě umístění jednotky na střeše musí být zajištěna dostatečná únosnost střešní konstrukce a vhodný přístup na střechu. V případě venkovního umístění je nutné ochránit jednotky proti klimatickým podmínkám. Ochrana jednotky se provádí povrchovou úpravou, např. lakováním nebo zinkováním. Jednotka ve venkovním prostředí by měla být opatřena vyspádanou stříškou, aby nedocházelo k hromadění vody v horní části jednotky. Z důvodu přenosu vibrací je nutné rámu nebo nožičky jednotky podložit pružným materiálem.

## **B5 – VZDUCH VE VZT JEDNOTKÁCH A JEHO PROVOZNÍ STAVY (BAZÉNOVÉ HALY)**

Problematika větrání krytých bazénů je velmi složitá. Bazénové prostory je třeba větrat zejména proto, aby se z nich odváděla vlhkost, respektive voda, která se odpařuje během provozu bazénů a je nepříjemným efektem jak pro koupající se, tak i pro objekt a jeho technické zařízení. U klasického větrání se odvod zajišťuje přívodem čerstvého vzduchu do prostoru bazénu, který v létě má teplotu okolo 25–30 °C a není třeba jej většinou chladit, zatímco v zimním období je třeba vzduch o to více ohřívat. Větrací zařízení může pracovat ve třech variantách – jen s čerstvým vzduchem, jen s cirkulačním vzduchem nebo se směšováním obou v nastaveném poměru. <sup>(2)</sup>

### **B.5. 1 PROVOZNÍ STAVY VZDUCHU V BAZÉNOVÝCH JEDNOTKÁCH**

#### **PŘIVÁDĚNÝ VZDUCH $V_p$**

Jde o vzduch, který dodává vzduchotechnická jednotka do konkrétního prostoru tak, aby zajistil požadované mikroklima. Přiváděný vzduch do místnosti má být směřován do pobytové či pracovní oblasti.

#### **ODVÁDĚNÝ VZDUCH $V_o$**

Jde o vzduch odsávaný z prostoru, jehož mikroklima zajišťuje vzduchotechnika. Vzduch je nutno odvádět bezprostředně z míst vzniku škodlivin nebo oblastí s největším znečištěním. V případě vnitřní bazénové haly se jedná o vodní hladinu. <sup>(2)</sup>

#### **NASÁVÁNÍ VENKOVNÍHO VZDUCHU**

Nasávací otvor musí být situován tak, aby se zabránilo vnikání nečistot, deště, sněhu a odpadního vzduchu.

## VÝFUK ODPADNÍHO VZDUCHU

Má být vyřešen tak, aby byl vzduch vyfukován způsobem, jenž by neobtěžoval okolní budovy. Proto se doporučuje vzduch vyfukovat nad střechu budovy. Odvod vyfukovaného vzduchu s obsahem zdraví škodlivých či dráždivých plynů a par, prachu apod. nesmí být veden přes místnosti, kde se trvale zdržují lidé. <sup>(3)</sup>

## ZNEČIŠTĚNÝ VZDUCH

Znečištěný vzduch obsahuje látky, které působí nepříznivě na živé organismy, zařízení nebo výrobu, objekty a jejich vybavení. <sup>(2)</sup> V případě bazénových hal se jedná převážně o trichloramin, ale i další škodliviny. Trichloramin je zodpovědný za typický zápach bazénů, který lidé spíše nesprávně přisuzují chlóru.

## B6 – BAZÉNOVÉ JEDNOTKY

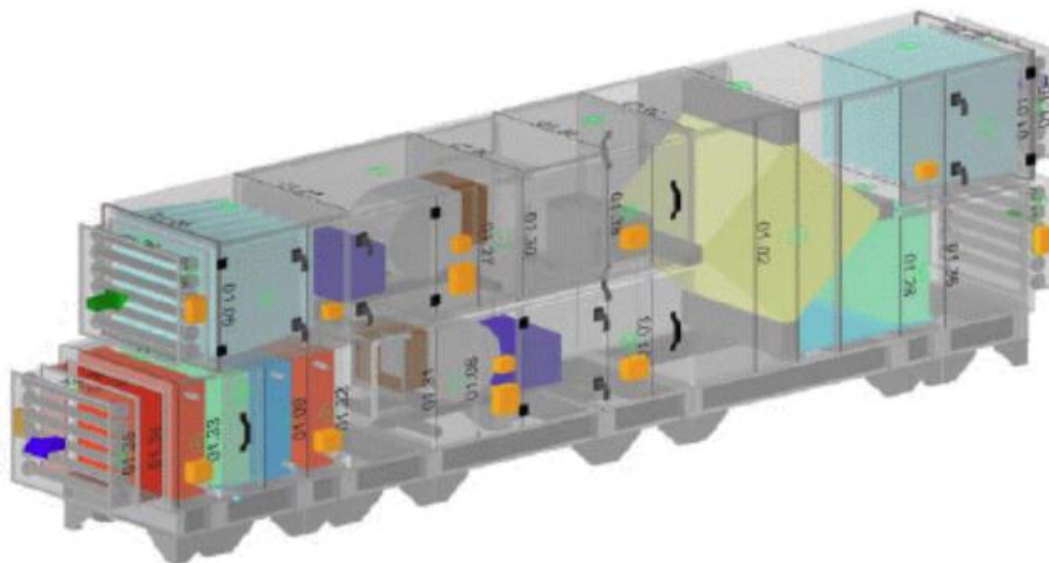
Bazénová jednotka kontroluje vlhkost a teplotu uvnitř bazénové haly, zajišťuje výměnu znehodnoceného vzduchu nasyceného nebezpečnými chloraminy za čerstvý vzduch, ofukuje teplým vzduchem stavební konstrukci, a brání tak rosení a studenému sálání. Stejně tak kryje část tepelných zisků objektu a ohřívá bazénovou vodu. To vše zcela automaticky s minimálními provozními náklady a dlouhou životností všech prvků strojní konstrukce odolných působení agresivní vzdušiny.

Návrh vzduchotechnické jednotky pro odvod vlhkostí zátěže z prostorů bazénových hal je spojený s mnoha okrajovými podmínkami, které tento návrh ovlivňují. Nejzákladnější je teplota a vlhkost vzduchu v interiéru. Sestava jednotlivých prvků je většinou navrhována na extrémní klimatické podmínky v exteriéru. Problém s provozem nastává v přechodných obdobích, kdy se venkovní klimatické podmínky poměrně rychle mění a jsou vzhledem k nasycení venkovního vzduchu vodní parou velmi nepříznivé. <sup>(9)</sup>

### Konstrukce jednotky

Základním kamenem bazénové jednotky je dvoustupňový systém rekuperace s funkcí odvlhčování pomocí účinného deskového výměníku a tepelného čerpadla. Dále se v jednotce nachází ohříváč na ohřev bazénové vody. Všechny výměňkové plochy jsou v epoxidové úpravě, vnitřní plášť jednotky a vestavby jsou žárově zinkovány a práškově lakovány. Kondenzátní vany jsou provedeny ze speciálního nerez.

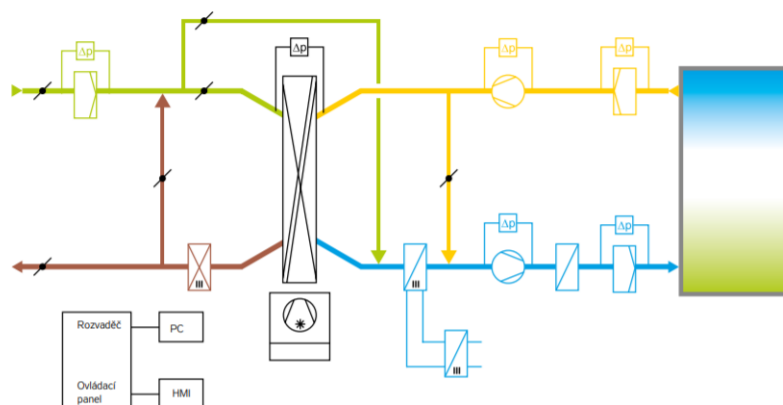
V praxi se v současnosti používá několik způsobů odvodu vlhkostí zátěže pomocí VZT jednotky. Jsou to varianty od nejjednodušších zařízení, které snižují vlhkost v místnosti pouze větráním; přes zařízení, které využívají ZZT, směšování a v létě chlazení; až po zařízení vybavené tepelným čerpadlem. <sup>(10)</sup>



Obr. 14 – ukázka standardní skladby VZT s některými úpravami vzduchu (rekuperace, směšování, předhřev, chlazení, dohřev, filtrace)<sup>(10)</sup>

### Popis řízení

V závislosti na obsazenosti bazénové haly, vnitřní i venkovní vlhkosti pracuje jednotka s proměnlivým průtokem vzduchu. Tepelné čerpadlo v jednotce pracuje na maximální výkon po celou dobu ve všech provozních režimech.<sup>(10)</sup>



Obr. 15 - schéma zapojení<sup>(9)</sup>



Obr. 16 - bazénová jednotka – firma REMAK <sup>(9)</sup>

Bazénová technologie je extrémně zatížena vysokými koncentracemi chloridů a dalších chemických látek, které v kombinaci s vysokým odvlhčením znamenají nejvyšší stupeň korozního namáhání. V praxi to znamená, že konstrukce, která by v běžné vzduchotechnice vydržela desítky let, v bazénovém provozu selže do pár měsíců.

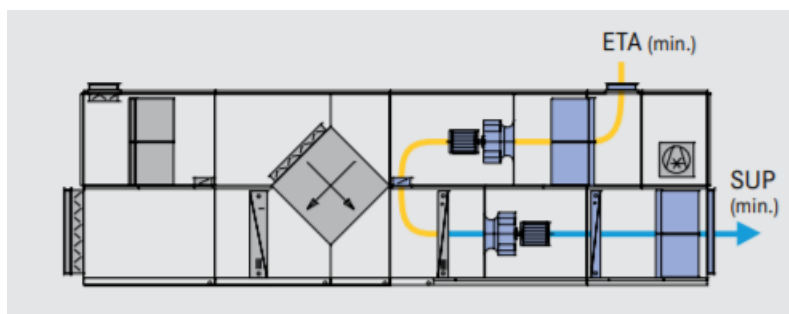
Každá skladba vyžaduje specifickou skladbu základních materiálů a povrchových úprav různých tloušťek. Zejména se pracuje s žárově zinkovanou ocelí, polyvinylchloridy v tl. 120 mikronů, epoxidovými nebo polyuretanovými laky ve vrstvě 50 mikronů.

V místech kondenzace vzdušné vlhkosti je voda okamžitě zachycena a svedena do kanalizace podle nejpřísnějších hygienických předpisů. Stejně tak je zajištěna hladkost povrchů s minimem spojů a spár.<sup>(14)</sup>

## B.6.1 VYBRANÉ REŽIMY VZDUCHOTECHNICKÝCH JEDNOTEK (BAZÉNOVÉ HALY)

### 1. Klidový režim bez odvlhčování

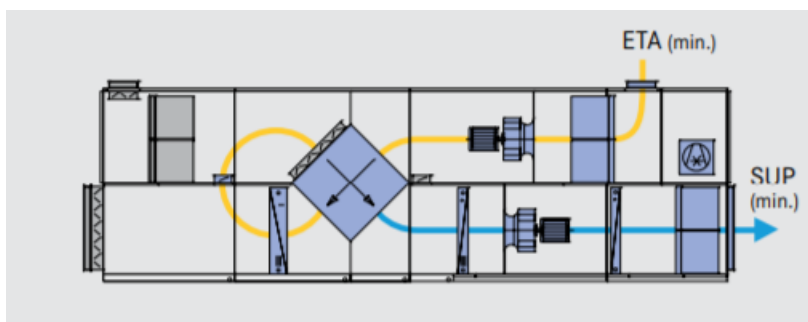
- Zpětné získávání tepla neaktivní
- Provoz oběhového vzduchu s minimálním průtokem
- Tepelné čerpadlo neaktivní
- Výměník pro dohřev uvolněn k chodu<sup>(4)</sup>



Obr. 17 - klidový provoz bez odvlhčení – robatherm<sup>(4)</sup>

### 2. Klidový provoz s odvlhčováním

- Zpětné získávání tepla aktivní
- Provoz oběhového vzduchu s minimálním průtokem
- Tepelné čerpadlo aktivní
- Výměník pro dohřev uvolněn k chodu<sup>(4)</sup>

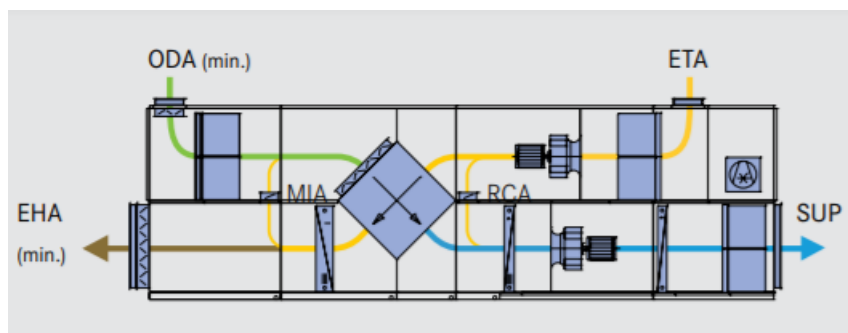


Obr. 18 - Klidový provoz s odvlhčováním – Robatherm<sup>(4)</sup>

### 3. Provoz koupání s odvlhčováním (zima)

- Zpětné získávání tepla aktivní
- Smíšený vzduch s potřebným podílem vnějšího vzduchu
- Tepelné čerpadlo aktivní
- Výměník pro dohřev uvolněn k chodu<sup>(4)</sup>

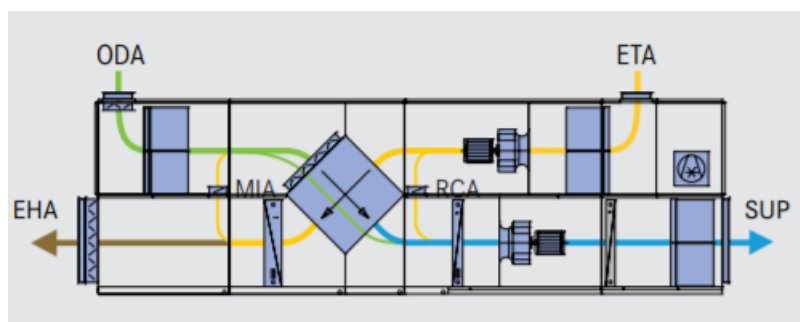




Obr. 19 - provoz koupání s odvlhčováním (zima) – Robatherm<sup>(4)</sup>

#### 4. provoz koupání s odvlhčením (přechodné období)

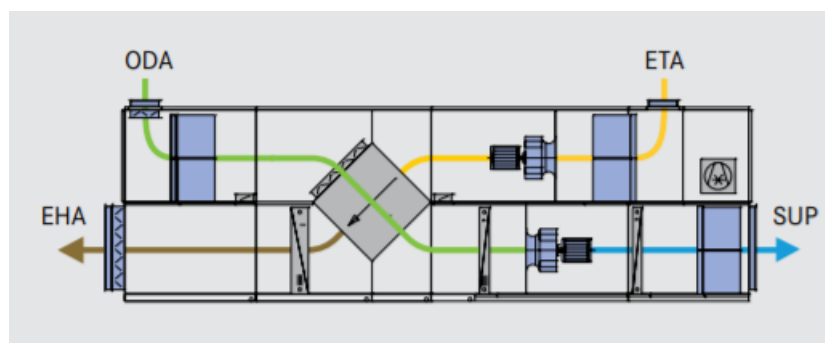
- Zpětné získávání tepla aktivní
- Smíšený vzduch s potřebným podílem vnějšího vzduchu
- Tepelné čerpadlo uvolněno k chodu
- Výměník pro dohřev neaktivní<sup>(4)</sup>



Obr. 20 - provoz koupání s odvlhčením (přechodné období) - Robatherm<sup>(4)</sup>

#### 5. provoz koupání s odvlhčením (léto)

- Zpětné získávání tepla neaktivní (provoz přes bypass)
- Maximální podíl vnějšího vzduchu
- Tepelné čerpadlo neaktivní
- Výměník pro dohřev neaktivní<sup>(4)</sup>



Obr. 21 - provoz koupání s odvlhčením (léto) – Robatherm<sup>(4)</sup>

Zkratky:

ODA – venkovní vzduch

SUP – přiváděný vzduch

ETA – odváděný vzduch

EHA – odpadní vzduch

RCA – recyklační vzduch

MIA – smíšený vzduch

## **B7 – ZÁVĚR TEORETICKÉ ČÁSTI**

V teoretické části bakalářské práce bylo nejdříve definováno, co jsou vzduchotechnické jednotky, jaké je základní rozdělení a základní umístění jednotek. Dále jsem se v teorii zabývala převážně bazénovými halami. Nejprve jsem určila provozní stavy bazénové haly a dle vyhlášky č. 238/2011 Sb. definovala vnitřní mikroklima. Tato část je doplněna i o hodnoty, které vychází z dlouhodobě praxe navrhování bazénů.

Dalším velkým tématem teoretické části byl vlhký vzduch, jeho dělení a chemické složení. V této části jsem definovala všechny veličiny související s vlhkým vzduchem. Poslední částí kapitoly vlhkého vzduchu byly izobarické změny vlhkého vzduchu, doplněné o hx diagramy.

V další části jsem se věnovala odvlhčením, což je u bazénových hal klíčová otázka. Popsala jsem odvlhčení kondenzační i absorpční. V závěru jsem se věnovala hlavně snížení nákladů na odvlhčení.

Posledním bodem byl popis bazénové jednotky a vybraných provozních režimů.



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## ČÁST C – VÝPOČTOVÁ ČÁST

VZDUCHOTECHNIKA VE SPORTOVNÍM CENTRU

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

#### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Martina Měcháčková

#### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR BLASINSKI, Ph.D.

BRNO 2021

# C1 – ANALÝZA OBJEKTU

Cílem této bakalářské práce je návrh vzduchotechniky pro sportovní centrum ve Zruči nad Sázavou. Jedná se o jednopodlažní objekt s plochou jednoplášťovou střechou. Nad funkčním celkem tenisové kurty je střecha řešena pomocí vazníků. Zdivo je konstruováno z tvárnic Porotherm, které jsou spojeny tepelně izolační maltou. Obvodové zdivo je z PUR panelů.

V objektu se nachází hala s tenisovými kurty, hygienické zázemí, šatny, recepce, bazén a dvě vířivky a strojovna vzduchotechniky.

Z důvodu různých podmínek pro vnitřní mikroklima a různých typů provozu, je objekt rozdělen na tři funkční celky.

První funkční celek najdeme na jihu budovy. Je tvořen tenisovými kurty. Světlá výška kurtů je 7,00 m.

Druhý funkční celek najdeme na severu a severovýchodu budovy. Tento celek je tvořen hygienickým zázemím a chodbami. Světlá výška hygienického zázemí je 3,00 m.

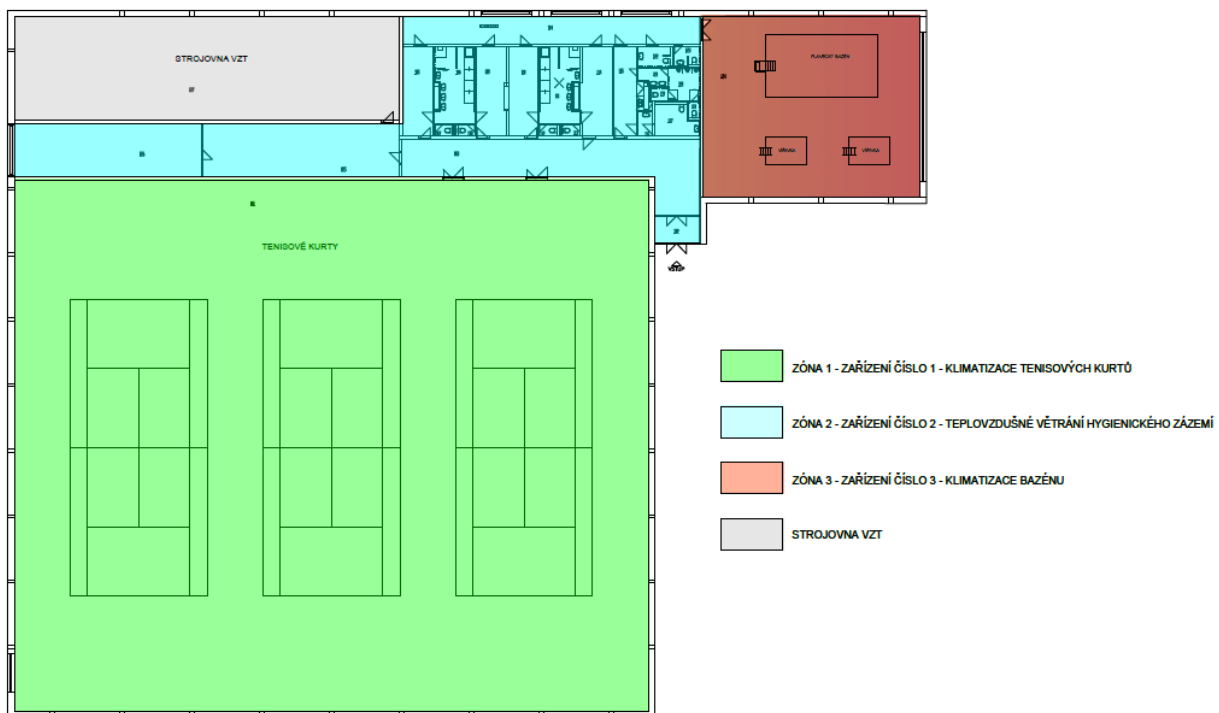
Třetí funkční celek se nachází na severovýchodě budovy. Je tvořen bazénem s vířivkami. Světlá výška bazénu je 3,00 m.

Na západě objekt se nachází strojovna VZT.

Jednotlivé funkční celky

- Zóna 1 – Tenisové kurty
- Zóna 2 – Hygienické zázemí
- Zóna 3 – Bazénová hala

# ROZDĚLENÍ OBJEKTU NA FUNKČNÍ CELKY



Obr. 22 – Rozdělení objektu na funkční celky

## C2 – TEPELNÉ ZISKY

### KLIMATICKÉ PODMÍNKY

Řešený objekt se nachází ve městě Zruč nad Sázavou. Pro tuto oblast byly stanoveny následující podmínky.

Vztažná nadmořská výška – 344 m; průměrný tlak 97,0 kPa.

Tab. 2 – Klimatické podmínky Zruč nad Sázavou<sup>(16)</sup>

ZRUČ NAD SÁZAVOU	TEPLOTA	MĚRNÁ VLHKOST	ENTALPIE
	t [°C]	[g/kg]	[kJ/kg]
LÉTO	32,9	-	66,1
ZIMA	-19,0	1	-

### POŽADAVKY NA VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ

Tab. 3 – Požadavky na vnitřní prostředí sportovní haly

BAZÉN	TEPLOTA V MÍSTNOSTI	RELATIVNÍ VLHKOST V MÍSTNOSTI	TEPLOTA VODY	RYCHLOST PROUDĚNÍ
	[°C]	[%]	[°C]	[m/s]
LÉTO	30	55	27	0,16 – 0,25
ZIMA	30	55	27	0,16 – 0,25

TENISOVÉ KURTY	TEPLOTA V MÍSTNOSTI	RELATIVNÍ VLHKOST V MÍSTNOSTI	RYCHLOST PROUDĚNÍ
	[°C]	[%]	[m/s]
LÉTO	24	55	0,16 – 0,25
ZIMA	19	40	0,16 – 0,25

HYGIENICKÉ ZÁZEMÍ	TEPLOTA V MÍSTNOSTI	RELATIVNÍ VLHKOST V MÍSTNOSTI	RYCHLOST PROUDĚNÍ
	[°C]	[%]	[m/s]
LÉTO	24	55	0,16 – 0,25
ZIMA	24	35	0,16 – 0,25

# C3 - VÝPOČET SOUČINITELŮ PROSTUPU TEPLA

Vypočteno dle ČSN 730540–2. U všech konstrukcí, které ohraničují vnitřní vytápěný prostor, byl stanoven součinitel prostupu tepla. Všechny konstrukce vyhověly požadavkům normy.

Pro výpočet součinitelů prostupu tepla byly použity následující vztahy:

Tab. 4 – Přehled přestupů tepla na vnější a vnitřní stěně

Konstrukce	$R_{si}$ [m <sup>2</sup> *K/W]	$R_{se}$ [m <sup>2</sup> *K/W]
Vnější stěna	0,13	0,04
Střecha	0,10	0,04
Podlaha	0,17	0,00

## Odpor konstrukce při prostupu tepla x-tou vrstvou

$$R_i = \frac{d_i}{\lambda_i} \quad [m^2 K/W] \quad (1.1)$$

- $d_i$  – tloušťka i-té vrstvy konstrukce [m]
- $\lambda_i$  – součinitel tepelné vodivosti [-]

## Odpor konstrukce při přestupu tepla

$$R_T = R_{Si} + \sum_{i=1}^n R_i + R_{Se} \quad (1.2)$$

- $R_i$  – 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]



Výpočet jednotlivých konstrukcí se nachází v příloze P1

Tab. 5 – Součinitelé prostupu tepla jednotlivými konstrukcemi

OZN.	NÁZEV KONSTRUKCE	U	U <sub>N,20</sub>	POSUDEK
		W/m <sup>2</sup> * K	W/m <sup>2</sup> * K	
1.	Příčka 115	1,38	1,8	Vyhovuje
2.	Příčka 175	1,23	1,8	Vyhovuje
3.	Příčka 250	0,9	1,8	Vyhovuje
4.	Obvodová stěna 500	0,13	0,25	Vyhovuje
5.	Podlaha – tenisové kurty	0,42	0,45	Vyhovuje
6.	Podlaha – bazén	0,38	0,45	Vyhovuje
7.	Podlaha – hygienické zázemí	0,38	0,45	Vyhovuje
8.	Střecha B+HZ	0,13	0,45	Vyhovuje
9.	Střecha tenisové kurty	0,12	0,45	Vyhovuje
9.	Stěna 500 - PUR	0,22	0,25	Vyhovuje

## C4 – VÝPOČET TEPELNÉ ZTRÁTY

Vypočteno dle ČSN EN 12831. Výpočet je proveden pro návrhovou teplotu  $t_e$  -16 °C a  $t_i$  24 °C (tenisové kurty a hygienické zázemí) a  $t_i$  30 °C pro bazén.

Pro výpočet součinitelů prostupu tepla byly použity následující vztahy:

### Tepelné ztráty přímo do venkovního větrání

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k * U_{kc} * e_k \quad [W/K] \quad (1.3)$$

$$U_{kc} = U_K + \Delta U \quad [W/K] \quad (1.4)$$

- $A_k$  – plocha stěny [ $m^2$ ]
- $U_{kc}$  – součinitel prostupu tepla konstrukcí s přírážkou [ $m^2K/W$ ]
- $e_k$  – korekční činitel zahrnující exponování [-]
- $\Delta U$  – korekční činitel závisící na typu stavební konstrukce [ $m^2K/W$ ]

### Tepelné ztráty přímo do venkovního větrání

$$H_{T,ij} = \sum_k A_k * U_k * f_{ij} \quad [W/K] \quad (1.5)$$

$$f_{ij} = \frac{\theta_{int,t} - \theta_j}{\theta_{int,t} - \theta_e} \quad (1.6)$$

- $f_{ij}$  – součinitel redukce teploty [-]
- $\theta_{int,t}$  – teplota interiéru [°C]
- $\theta_j$  – teplota přilehlého prostoru [°C]
- $\theta_e$  – teplota exteriéru [°C]

### Tepelné ztráty zeminou

$$H_{T,ig} = \sum_k A_k * U_{equiv,k} * f_{g1} * f_{g2} \quad [W/K] \quad (1.7)$$

- $U_{equiv,k}$  – ekvivalentní součinitel prostupu tepla konstrukce se zeminou [ $W/m^2K$ ]
- $f_{g1}$  – opravný součinitel uvažující vliv ročního kolísání venkovní teploty [-]
- $f_{g2}$  – opravný součinitel zahrnující rozdíl mezi roční průměrnou venkovní teplotou a výpočtovou venkovní teplotou [-]
- $\theta_e$  – teplota exteriéru [°C]

### Celková měrná tepelná ztráta prostupem

$$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,ij} + H_{T,ig} + H_{T,iue} \quad [W/K] \quad (1.8)$$

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

Tab. 6 – Výpočet tepelné ztráty prostupem – tenisové kurty

TEPELNÉ ZTRÁTY PŘÍMO DO VENKOVNÍHO PROSTŘEDÍ (TENIOVÉ KURTY)							$\theta_{int,i} = 24 \text{ °C}; \theta_e = -16 \text{ °C}$	
č. konstrukce	Popis	$A_k$	$U_k$	$\Delta U$	$U_{kc}$	$e_k$	$A_k * U_{kc} * e_k$	
SO1	Obvodová stěna	932,68	0,13	0,02	0,15	1	139,90	
Sch	střecha	2240	0,13	0,02	0,15	1	336,00	
<b>Celková měrná ztráta přímo do venkovního prostředí (TK) <math>H_{T,EI}</math></b>							<b>475,90</b>	
TEPELNÉ ZTRÁTY DO PROSTORŮ VYTÁPĚNÝCH NA ROZDÍLNÉ TEPLoty (TENISOVÉ KURTY)								
č. konstrukce	Popis	$A_k$	$U_k$	$\theta_{int,i}$	$\theta_j$	$f_{ij}$	$A_k * U_k * f_{ij}$	
SN1	vnitřní stěna	408,1	0,9	24	24	0	0,00	
DN1	dveře vnitřní	7,48	0,9	24	24	0	0,00	
<b>Celková měrná ztráta přímo do venkovního prostředí (TK) <math>H_{T,ij}</math></b>							<b>0,00</b>	
TEPELNÉ ZTRÁTY ZEMINOU (TENISOVÉ KURTY)								
č. konstrukce	Popis	$A_k$	$U_{equiv,k}$	$A_k * U_{equiv,k}$	$f_{g1}$	$f_{g2}$	$G_w$	$f_{g1} * f_{g2} * G_w$
PDL1	podlaha na zemině	2240	0,22	492,8	1,45	0,55	1	0,80
<b>Celková měrná ztráta přímo do venkovního prostředí (B) <math>H_{T,ij}</math></b>							<b>0,80</b>	
CELKOVÁ MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM								
$H_{T,i} = H_{T,EI} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							<b>476,70</b>	
$\theta_{int,i} \text{ [°C]}$	$\theta_e \text{ [°C]}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$		$H_{T,i}$	<b>Návrhová ztráta prostupem [W]</b>			
24	-16	40		476,70	<b>19 067,98</b>			

Tab. 7 - Výpočet tepelné ztráty prostupem – Hygienická zázemí

TEPELNÉ ZTRÁTY PŘÍMO DO VENKOVNÍHO PROSTŘEDÍ (HYGIENICKÉ ZÁZEMÍ)							$\theta_{int,i} = 24 \text{ °C}; \theta_e = -16 \text{ °C}$	
č. konstrukce	Popis	$A_k$	$U_k$	$\Delta U$	$U_{kc}$	$e_k$	$A_k * U_{kc} * e_k$	
SO1	Obvodová stěna	71,34	0,22	0,02	0,24	1	17,12	
DO1	dveře ochlazované	4,6	0,82	-	0,82	1	3,77	
O1	Okno	18	1,1	0	1,1	1	19,80	
Sch	střecha	456,9	0,13	0,02	0,15	1	68,54	
<b>Celková měrná ztráta přímo do venkovního prostředí (HZ) <math>H_{T,EI}</math></b>							<b>109,23</b>	
TEPELNÉ ZTRÁTY DO PROSTORŮ VYTÁPĚNÝCH NA ROZDÍLNÉ TEPLoty (HYGIENICKÉ ZÁZEMÍ)								
č. konstrukce	Popis	$A_k$	$U_k$	$\theta_{int,i}$	$\theta_j$	$f_{ij}$	$A_k * U_k * f_{ij}$	
SN1	vnitřní stěna	43,485	0,9	24	30	-0,15	-5,87	
SN2	Vnitřní stěna	92,67	0,9	24	15	0,225	18,77	
SN3	Vnitřní stěna	25,08	0,9	24	15	0,225	5,08	
DN1	dveře vnitřní	1,96	1	24	15	0,225	0,44	
<b>Celková měrná ztráta přímo do venkovního prostředí (HZ) <math>H_{T,ij}</math></b>							<b>18,41</b>	
TEPELNÉ ZTRÁTY ZEMINOU (HYGIENICKÉ ZÁZEMÍ)								
č. konstrukce	Popis	$A_k$	$U_{equiv,k}$	$\frac{A_k * U_{equiv,k}}{U_{equiv,k}}$	$f_{g1}$	$f_{g2}$	$G_w$	$f_{g1} * f_{g2} * G_w$
PDL1	podlaha na zemině	449,37	0,21	94,3677	1,45	0,55	1	0,80
<b>Celková měrná ztráta přímo do venkovního prostředí (HZ) <math>H_{T,ij}</math></b>							<b>0,80</b>	
CELKOVÁ MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM								
$H_{T,i} = H_{T,EI} + H_{T,IJ} + H_{T,IG}$							<b>128,44</b>	
$\theta_{int,i} \text{ [°C]}$	$\theta_e \text{ [°C]}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$		$H_{T,i}$	<b>Návrhová ztráta prostupem [W]</b>			
24	-16	40		104,60	<b>5137,64</b>			

Tab. 8 - Výpočet tepelné ztráty prostupem – bazénová hala

TEPELNÉ ZTRÁTY PŘÍMO DO VENKOVNÍHO PROSTŘEDÍ (BAZÉN)							$\theta_{int,i} = 30\text{ °C}; \theta_e = -16\text{ °C}$	
č. konstrukce	Popis	$A_k$	$U_k$	$\Delta U$	$U_{kc}$	$e_k$	$A_k * U_{kc} * e_k$	
SO1	Obvodová stěna	107,4	0,22	0,02	0,24	1	25,78	
DO1	dveře ochlazované	2	0,82	-	0,82	1	1,64	
O1	Okno	31,625	0,64	0	0,64	1	20,24	
Sch	střeška	252,25	0,13	0,02	0,15	1	37,84	
<b>Celková měrná ztráta přímo do venkovního prostředí (B) <math>H_{T,EI}</math></b>							<b>79,97</b>	
TEPELNÉ ZTRÁTY DO PROSTORŮ VYTÁPĚNÝCH NA ROZDÍLNÉ TEPLoty (BAZÉN)								
č. konstrukce	Popis	$A_k$	$U_k$	$\theta_{int,i}$	$\theta_j$	$f_{ij}$	$A_k * U_k * f_{ij}$	
SN1	vnitřní stěna	43,485	0,9	30	24	0,13	5,09	
DN1	dveře vnitřní	1,96	1	30	24	0,13	0,25	
<b>Celková měrná ztráta přímo do venkovního prostředí (B) <math>H_{T,ij}</math></b>							<b>5,34</b>	
TEPELNÉ ZTRÁTY ZEMINOU (BAZÉN)								
č. konstrukce	Popis	$A_k$	$U_{equiv,k}$	$A_k * U_{equiv,k}$	$f_{g1}$	$f_{g2}$	$G_w$	$f_{g1} * f_{g2} * G_w$
PDL1	podlaha na zemině	252,25	0,21	52,97	1,45	0,55	1	0,80
<b>Celková měrná ztráta přímo do venkovního prostředí (B) <math>H_{T,ij}</math></b>							<b>0,80</b>	
CELKOVÁ MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM								
$H_{T,i} = H_{T,EI} + H_{T,ij} + H_{T,IG}$							<b>86,11</b>	
$\theta_{int,i}$ [°C]	$\theta_e$ [°C]	$\theta_{int,i} - \theta_e$		$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem [W]			
30	-16	46		86,11	<b>3961,22</b>			

Celková tepelná ztráta prostupem pro jednotlivá zařízení:

- Zařízení č. 1 – tenisové kurty – 19 067,98 W
- Zařízení č. 2 – hygienické zázemí – 5 137,64 W
- Zařízení č. 3 – bazénová hala – 3 961,22 W

Celková tepelná ztráta prostupem objekt – **28 166,84 W**

# C5 – VÝPOČET TEPELNÉ ZÁTĚŽE

Výpočet proveden dle ČSN 73 0548

## Osluněná část okna

$$S_{so} = [l_a - (e_1 - f)] * [l_b - (e_2 - g)] \quad [m^2] \quad (1.9)$$

## Vodorovný stín

$$e_1 = c * \tan|\alpha - \gamma| \quad [m] \quad (2.0)$$

## Svislý stín

$$e_2 = d * \frac{\tanh}{\cos * |\alpha - \gamma|} \quad (2.1)$$

- $l_a$  – výška zasklení
- $l_b$  – šířka zasklení
- $f$  – odstup od svislé stínící překážky (šířka rámu)
- $g$  – odstup od vodorovné stínící překážky (šířka rámu)
- $c$  – hloubka okna (venkovní ostění, svislý slunolam)
- $d$  – hloubka okna (venkovní nadpraží, balkon, vodorovný slunolam)
- $h$  – výška slunce
- $\alpha$  – sluneční azimut
- $\gamma$  – azimut stěny

## Tepelný zisk sluneční radiací pro jedno okno

$$Q_{or} = [S_{ok} * l_o * c_o + (S_o + S_{os}) * l_{o\ dif}] * s \quad [W] \quad (2.2)$$

- $C_o$  – korekce na čistotu atmosféry
- $L_o$  – celková intenzita radiace (globální záření) procházející oknem
- $L_{o\ dif}$  – intenzita difúzní radiace procházející oknem
- $s$  – stínící součinitel
- $S_o$  – plocha zasklení jednoho okna

### Tepelné zisky oken konvekci

$$Q_{ok} = S_{ok} + U_o * (t_e - t_i) \quad [W] \quad (2.3)$$

- $t_e$  – teplota exteriéru pro určenou hodinu
- $t_i$  – teplota interiéru
- $U_o$  – součinitel prostupu tepla oknem
- $S_{ok}$  – plocha okna

### Celková tepelná zátěž okny

$$Q_o = Q_{or} + Q_{ok} \quad [W] \quad (2.4)$$

### Tepelná zátěž vnějších stěn

$$Q_s = U_s * S_s * [(t_{rm} - t_i) + m * (t_{r\psi} - t_{rm})] \quad [W] \quad (2.5)$$

- $t_{rm}$  – průměrná rovnícná sluneční teplota vnějšího vzduchu za 24 hodin
- $t_{r\psi}$  – rovnícná sluneční teplota v době o  $\psi$  hodin dříve
- $U_s$  – součinitel prostupu tepla stěnou
- $S_s$  – plocha stěny
- $m$  – součinitel zmenšení teplotního kolísání

$$m = \frac{1+7,6*\delta}{2500\delta} \quad [W] \quad (2.6)$$

- $\delta$  – tloušťka stěny
- $\psi$  – fázové posunutí teplotních kmitů

$$\psi = 32\delta - 0,5 \quad (2.7)$$

### Tepelné zisky vnitřních stěn

$$Q_{si} = U_s * S_s * (t_{io} - t_i) \quad [W] \quad (2.8)$$

- $t_{io}$  – teplota na druhé straně stěny

### Tepelné zisky od lidí

$$Q_l = n_l * 6,2 * (36 - t_i) \quad [W] \quad (2.9)$$

- $n_l$  – počet osob

### Tepelné zisky os svítidel

$$Q_{SV} = S_S * P_S * c_1 * c_2 \quad [W] \quad (3.0)$$

- $S_S$  – podlahová plocha zmenšená o osvětlenou plochu oknem
- $P_S$  – výkon osvětlení
- $c_1$  – součinitel současnosti
- $c_2$  – zbytkový součinitel 1, při odsávání vzduchu z okolních svítidel 0,7

### Vodní zisky

$$Q_l = n_l * m_l \quad [g/h] \quad (3.1)$$

- $m_l$  – produkce vodní páry na jednu osobu

## C.5. 1 TEPELNÁ ZÁTĚŽ HYGIENICKÉ ZÁZEMÍ

Názorný výpočet pro hygienické zázemí, doba výpočtu 13:00 hodin a typický den 21. 7.

Doba výpočtu  $\tau$ –13 hodin

Výška slunce  $h$ –60°

Sluneční azimut  $\alpha$ –180°

Azimut stěny  $\gamma$ –0°

Sklon stěny – 90°

Součinitel znečištění atmosféry = 5

Vztažná nadmořská výška město Zruč nad Sázavou = 344 m. n. m.

Maximální hodnota intenzity sluneční radiace  $I_o = 139 \text{ W/m}^2$

#### Osluněná část okna:

$$S_{os} = [I_a - (e_1 - f)] * [I_b - (e_2 - g)] = [1,2 - (0 - 0,075)] * [3,7 - (0,20 - 0,075)] = 1,23 \text{ m}^2$$

$$e_1 = c * \tan \alpha - \gamma = 0,12 * \tan(180-0) = 0$$



$$e_2 = \frac{d * \tanh}{\cos|\alpha - \gamma|} = \frac{0,12 * \tan 60}{\cos|180 - 0|} = 0,20$$

#### Tepelné zisky sluneční radiací pro jedno okno

$$Q_{or} = [S_{os} * I_o * c_o + (S_o - S_{os}) * I_{o \text{ dif}}] * S = [1,23 * 139 * 0,85 + (4,44 - 1,23) * 139] * 0,9 = 532,36 \text{ W}$$

#### Tepelné zisky oken konvekcí

$$Q_{ok} = S_{ok} * U_o * (t_e - t_i) = 6 * 0,69 * (32,9 - 24) = 36,846 \text{ W}$$

#### Tepelné zisky oken konvekcí

$$Q_o = Q_{or} + Q_{ok} = 532,36 * 3 + 36,846 * 3 = 1707,618 \text{ W}$$

#### Výpočet tepelné zátěže vnějších stěn – stěna lehká

$$Q_{Ss} = U_s * S_s * [(t_{rm} - t_i) + m * (t_{r\psi} - t_{rm})] = 0,22 * 71,37 * [(29,6 - 24) + 0,096 * (16,2 - 29,6)] = 67,5 \text{ W}$$

$$m = \frac{1 + 7,6 * \delta}{2500\delta} = \frac{1 + 7,6 * 0,5}{2500 * 0,5} = 0,096$$

$$\Psi \doteq 23\delta - 0,5$$

$$\Psi = 11,5 - 0,5 = 11 \text{ hod.}$$

#### Tepelná zátěž vnitřních stěn

$$Q_{si} = U_s * S * (t_{io} - t_i) \text{ [W]}$$

$$Q_{sv} = U_v * S * (t_{io} - t_i) \text{ [W]} \rightarrow 0,9 * 43,485 * (30 - 24) = 234,82 \text{ W (HZ – bazénová hala – stěna vnitřní na severovýchodě)}$$

$$Q_{ss} = U_s * S * (t_{io} - t_i) \text{ [W]} \rightarrow 0,9 * 92,67 * (20 - 24) = -333,612 \text{ W (HZ – strojovna stěna vnitřní na severozápadě)}$$

$$Q_{sz} = U_z * S * (t_{io} - t_i) \text{ [W]} \rightarrow 0,9 * 25,08 * (20 - 24) = -90,228 \text{ W (HZ – strojovna)}$$

#### Produkce tepla od lidí a pokrmů

$$\text{Aktivní} - Q_{l1} = n_1 * q_l = 15 * 160 = 2400 \text{ W}$$

#### Tepelná produkce svítidel

$$Q_{vs} = S_s * P_s * c_1 * c_2 \text{ [W]} = 388,7 * 10 * 0,8 * 1 = 3109,6 \text{ W}$$

#### Vodní zisky

$$Q_l = n_l * m_l = 30 * 98 = 2940 \text{ W}$$

**Celková tepelná zátěž hygienické zázemí:**

$$Q_L = 1707,618 + 67,5 - 191,02 + 2400 + 3109,6 = 7\ 093,698\ W$$

## **C.5. 2 TEPELNÁ ZÁTĚŽ TENISOVÉ KURTY**

Výpočet byl proveden v softwaru TERUNA. Výpočet byl proveden ke dni 21. 7.

### **Zadané prvky výpočtu tenisové kurty**

#### **Venkovní stěna**

- SO1 – vnější stěna jižní – (362,81 m<sup>2</sup>; 0,5 m; 0,065 W/m \* K; 1000 kg/m<sup>3</sup>; 900kJ/kg \* K)
- SO2 – vnější stěna západní – (301,7 m<sup>2</sup>; 0,5 m; 0,065 W/m \* K; 1000 kg/m<sup>3</sup>; 900kJ/kg \* K)
- SO3 – vnější stěna východní – (266,42 m<sup>2</sup>; 0,5 m; 0,065 W/m \* K; 1000 kg/m<sup>3</sup>; 900kJ/kg \* K)

#### **Střecha**

- SO4 – střecha (2 165,3 m<sup>2</sup>; 0,7 m; 0,085 W/m \* K; 1000 kg/m<sup>3</sup>; 900kJ/kg \* K)

#### **Další akumulční hmota**

- Nábytek (2 165,3 m<sup>2</sup>; 25 kg; 800kJ/kg \* K)

#### **Asymetrická stěna**

- SN1 – vnitřní stěna severní – (351,67 m<sup>2</sup>; 0,25 m; 0,75 W/m \* K; 1700 kg/m<sup>3</sup>; 800kJ/kg \* K)
  - D1 – dveře vnitřní (3,3 m<sup>2</sup>; 2,0 W/m<sup>2</sup>K)
  - D1 – dveře vnitřní (3,3 m<sup>2</sup>; 2,0 W/m<sup>2</sup>K)

#### **Podlaha**

- PDL1 – podlaha na zemině – (2 165,3 m<sup>2</sup>; 0,3 m; 0,32 W/m \* K; 1900 kg/m<sup>3</sup>; 800kJ/kg \* K)

## **Vstupní údaje**

Výpočet proveden pro období od 21.7. do 21.7.

Časový krok 300 s

Objem místnosti – 15 157,45 m<sup>3</sup>

#### **Ve výpočtu bylo zavedeno:**

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok: NE

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: NE

Osvětlení: 9 – 22 h, 4500 W

Větrání: 0 – 24 h, 100 m<sup>3</sup>/h

Ostatní tepelné zdroje: NE

Odpar vody: NE

Biologická produkce 9 – 22 h, 75 kg, počet osob 15

Sálavé plochy: NE

## Výsledky

Maxima tepelné zátěže

21.7. 21.92 h: Citelné teplo Max = 11 245,4 W

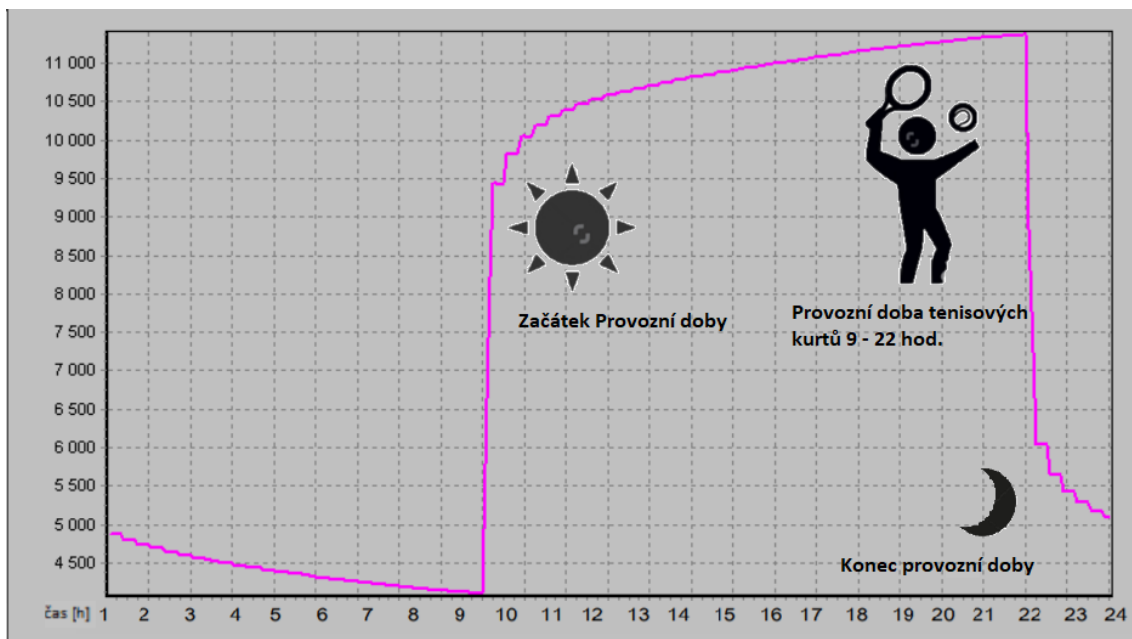
21.7. 8.92 h: Citelné teplo Min = 3 721,35 W

21.7. 21.92 h: Vázané teplo = 1 013,18 W Merna Tz = 16,28 W/K

21.7. 21.92 h: Potřeba chladu = 184,83 kWh Potřeba tepla = 0 kWh

Suma potřeby chladu = 184, 83 kWh

Suma potřeby tepla = 0 kWh



Graf 1 - Průběh tepelné zátěže tenisových kurtů během dne

Tenisové kurty mohou návštěvníci využívat v době od 9:00 – 22:00. V hale nejsou žádná okna, nepočítáme proto se sluneční radiací.

Halu může využívat až 15 návštěvníků. Největší tepelná zátěž vzniká v době, kdy je hala otevřená pro návštěvníky.

## Zadané prvky výpočtu bazén

Výpočet byl proveden v softwaru TERUNA. Výpočet byl proveden ke dni 21. 7.

### Venkovní stěna

- SO1 – vnější stěna severní – (52,25 m<sup>2</sup>; 0,5 m; 0,11 W/m \* K; 1000 kg/m<sup>3</sup>; 900kJ/kg \* K)
- SO2 – vnější stěna jižní – (52,2 m<sup>2</sup>; 0,5 m; 0,11 W/m \* K; 1000 kg/m<sup>3</sup>; 900kJ/kg \* K)
- SO3 – vnější stěna východní prosklená – (11,785 m<sup>2</sup>; 0,5 m; 0,11 W/m \* K; 1000 kg/m<sup>3</sup>; 900kJ/kg \* K)
  - Okno – dvojsklo, žaluzie vnější (33 m<sup>2</sup>, 0,65W/m<sup>2</sup>K)

### Střecha

- SO4 – střecha (252,25 m<sup>2</sup>; 0,7 m; 0,111 W/m \* K; 1000 kg/m<sup>3</sup>; 900kJ/kg \* K)

### Další akumulční hmota

- Nábytek (252,25 m<sup>2</sup>; 5 kg; 800kJ/kg \* K)

### Asymetrická stěna

- SN1 – vnitřní stěna východní – (41,485 m<sup>2</sup>; 0,25 m; 0,13 W/m \* K; 1900 kg/m<sup>3</sup>; 800kJ/kg \* K)
  - D1 – dveře vnitřní (3,3 m<sup>2</sup>; 2,0 W/m<sup>2</sup>K)

### Podlaha

- PDL1 – podlaha na zemině – (252,25 m<sup>2</sup>; 0,3 m; 0,13 W/m \* K; 1900 kg/m<sup>3</sup>; 800kJ/kg \* K)

## Vstupní údaje

Výpočet proveden pro období od 21.7. do 21.7.

Časový krok 300 s

Objem místnosti – 756,75 m<sup>3</sup>

### Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok: NE

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: NE

Osvětlení: 19 – 22 h, 5000 W

Větrání: 0 – 24 h, 100 m<sup>3</sup>/h

Ostatní tepelné zdroje: NE

Odpar vody: NE

Biologická produkce 9 – 21 h, 75 kg, počet osob 20

Sálavé plochy: NE

## Výsledky

Maxima tepelné zátěže

21.7. 9.58h: Citelné teplo Max = 6772,25 W

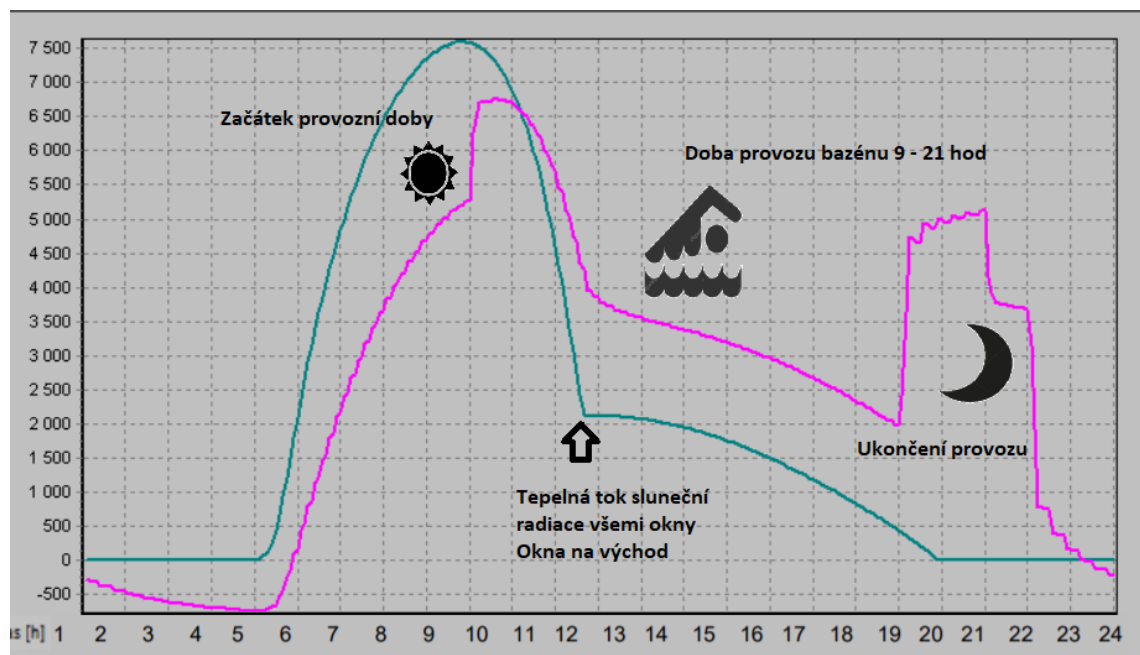
21.7. 4.08h: Citelné teplo Min = -743,14 W

21.7. 9.58h: Vázané teplo = 1332,29 W      Merna Tz = -13,72 W/K

21.7. 9.58h: Potřeba chladu = 66,31 kWh      Potřeba tepla = 2.86 kWh

Suma potřeby chladu = 66.31 kWh

Suma potřeby tepla = 2.86 kWh



Graf 2 – Průběh tepelné zátěže bazénů během dne (růžová) tepelný tok sluneční radiace všemi okny (zelená)

Bazén mohou návštěvníci využívat v době od 9:00 – 22:00. V této době je v místnosti podstatně vyšší tepelná zátěž. V bazénové hale je navržena prosklená stěna směrem na východ, tepelný tok sluneční radiace je v grafu vyznačen zelenou křivkou. Tepelná radiace je nejvyšší v době od 5–11 hodin. Tepelná zátěž bazénové haly je největší v době, kdy halu využívají návštěvníci.

Bazén může využívat až 20 návštěvníků.

## Zadané prvky výpočtu zázemí vedení

Výpočet byl proveden v softwaru TERUNA. Výpočet byl proveden ke dni 21. 7.

### Venkovní stěna

- SO1 – vnější stěna západní – (5,55 m<sup>2</sup>; 0,5 m; 0,11 W/m \* K; 1000 kg/m<sup>3</sup>; 900kJ/kg \* K)
  - O1 – okno vnější (7,2 m<sup>2</sup>; 0,64 W/m<sup>2</sup>K)

### Střecha

- SCH1 – střecha (63,75 m<sup>2</sup>; 0,7 m; 0,111 W/m \* K; 1000 kg/m<sup>3</sup>; 900kJ/kg \* K)

### Další akumulční hmota

- Nábytek (63,75 m<sup>2</sup>; 50 kg; 800kJ/kg \* K)

### Symetrická stěna

- SN2 – stěna jižní – (45 m<sup>2</sup>; 0,25 m; 0,5 W/m \* K; 1700 kg/m<sup>3</sup>; 900kJ/kg \* K)
- SN3 – stěna východní – (10,95 m<sup>2</sup>; 0,15 m; 0,8 W/m \* K; 1700 kg/m<sup>3</sup>; 900kJ/kg \* K)
  - D1 – dveře vnitřní plné (1,8 m<sup>2</sup>; 2,3 W/m<sup>2</sup>K)

### Asymetrická stěna

- SN4 – stěna severní – (45 m<sup>2</sup>; 0,15 m; 0,2 W/m \* K; 1700 kg/m<sup>3</sup>; 900kJ/kg \* K)

### Podlaha

- PDL1 – podlaha na zemině – (63,75 m<sup>2</sup>; 0,3 m; 0,13 W/m \* K; 1900 kg/m<sup>3</sup>; 800kJ/kg \* K)

## Vstupní údaje

Výpočet proveden pro období od 21.7. do 21.7.

Časový krok 300 s

Objem místnosti – 191,25 m<sup>3</sup>

### Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok: NE

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: NE

Osvětlení: 6 – 9 h, 500 W

Osvětlení: 16 – 18 h, 500 W

Větrání: 0 – 24 h, 10 m<sup>3</sup>/h

Ostatní tepelné zdroje: NE

Odpar vody: NE

Biologická produkce 7 - 16 h, 75 kg, počet osob 1

Sálavé plochy: NE

## Výsledky

Maxima tepelné zátěže

21.7. 16.58h: Citelné teplo Max = 1628,55 W

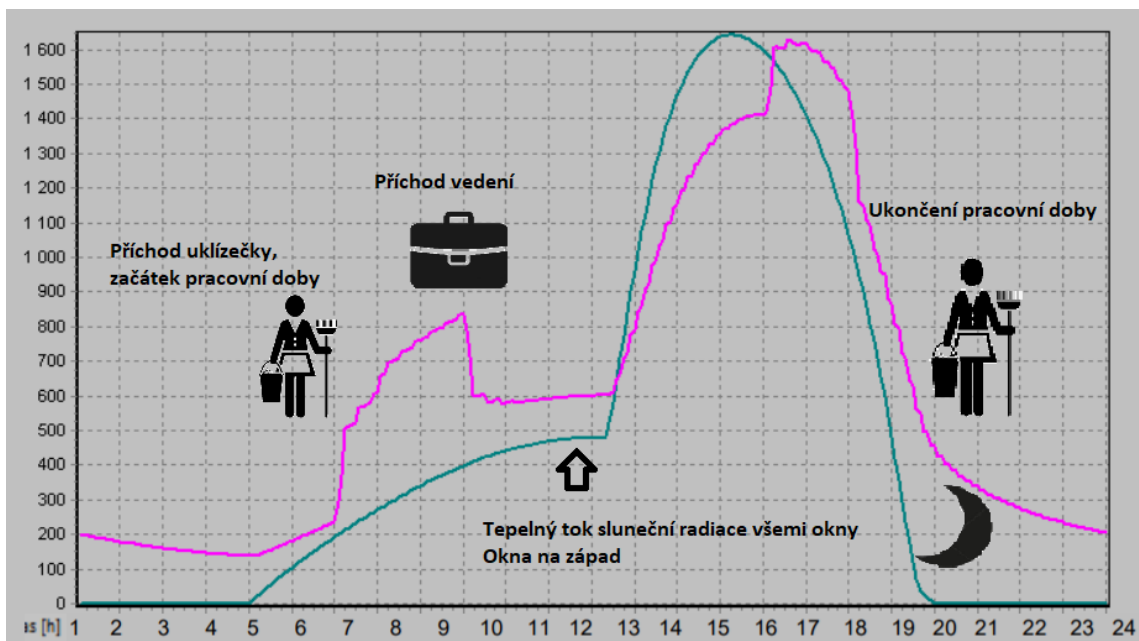
21.7. 4.08h: Citelné teplo Min = 136,56 W

21.7. 16.58h: Vázané teplo = 0 W Merna Tz = 2,86 W/K

21.7. 15.92 h: Potřeba chladu = 15.16 kWh Potřeba tepla = 0 kWh

Suma potřeby chladu = 15.16 kWh

Suma potřeby tepla = 0 kWh



Graf 3 - Průběh tepelné zátěže bazénů během dne (růžová) tepelný tok sluneční radiace všemi okny (zelená)

# C6 – VÝPOČET PRŮTOKU VZDUCHU

## Koncentrace škodlivin

$$V_p = \frac{Q}{\rho * c * \Delta t_k} \quad [m^3/s] \quad (3.2)$$

- Q – tepelná zátěž/ ztráta místnosti [W]
- $\rho$  – hustota vzduchu [ $kg/m^3$ ]
- c – měrná tepelná kapacita vzduchu [J/kgK]
- $\Delta t_k$  – rozdíl teplot [J/kgK]

## Dávka vzduchu (průtok na hygienické minimum)

$$V_p = D * x \quad [m^3/s] \quad (3.3)$$

- D – počet osob [-]
- X – dávka venkovního vzduchu na osobu [ $m^3/h$ ]

## Výměna vzduchu

$$V_p = O * n \quad [m^3/s] \quad (3.4)$$

- O – objem místnosti [ $m^3$ ]
- n – požadovaná výměna vzduchu [ $h^{-1}$ ]

Dle vyhlášky 6/2003 Sb.

- $25 \text{ m}^3/h$  – člověk vykonávající práci zařazenou do tříd práce I nebo IIa na pracovišti bez přítomnosti chemických látek, prachů nebo jiných zdrojů znečištění
- $50 \text{ m}^3/h$  – člověk vykonávající práci zařazenou do tříd práce I nebo IIa na pracovišti s přítomností chemických látek, prachů nebo jiných zdrojů znečištění
- $75 \text{ m}^3/h$  – člověk vykonávající práci zařazenou do tříd práce IIb až IIIa
- $90 \text{ m}^3/h$  – člověk vykonávající práci zařazenou do tříd práce IVa až V



Tab. 9 – Průtoky vzduchu – tenisové kurty

Zařízení č. 1 - tenisové kurty																											
ZADÁNÍ													VÝPOČET														
místnost							léto		zima		Q				PŘÍVOD								Δx	ODVOD			
č. zařízení	č. místnosti	název	plocha [m2]	objem [m3]	počet osob	požadovaná výměna vzduchu [h <sup>-1</sup> ]	VZD/osoba [m3/h]	t [°C]	φ [%]	t [°C]	φ [%]	vodní zisky [g/s]	tepelné zisky [W]	tepelné ztráty [W]	HYG. VZD z výměny	HYG. VZD na spotřební jednotku [m3/h]	VZD na krytí tepelných zisků [m3/h]	VZD na krytí tepelných ztrát [m3/h]	VZD na krytí vodních zisků [m3/h]	čerstvý vzduch [m3/h]	VZD [m3/h]	LÉTO [°C]	ZIMA [°C]	VÝMĚNA [h <sup>-1</sup> ]	ODVLHČENÍ [G/KG]	č. zařízení	VZD [m3/h]
1.	101	Tenisové kurty	2165,35	12 992,1	15	1	50	24	55	19	40	1380	11 245,4	19 067,98	12 992,10	3,33	6 214,35	4789,65	-	750,00	13 000	19	30	1	0,0823	1.	13 000

Tab. 10 – Průtoky vzduchu – hygienické zázemí

## Zařízení č. 3 - Bazén

ZADÁNÍ																											
ZADÁNÍ													VÝPOČET														
místnost							léto		zima		Q				PŘÍVOD								Δx	ODVOD			
č. zařízení	č. místnosti	název	plocha [m2]	objem [m3]	počet osob	požadovaná výměna vzduchu [h <sup>-1</sup> ]	VZD/osoba [m3/h]	t [°C]	φ [%]	t [°C]	φ [%]	vodní zisky [g/s]	tepelné zisky [W]	tepelné ztráty [W]	HYG. VZD z výměny	HYG. VZD na spotřební jednotku [m3/h]	VZD na krytí tepelných zisků [m3/h]	VZD na krytí tepelných ztrát [m3/h]	VZD na krytí vodních zisků [m3/h]	čerstvý vzduch [m3/h]	VZD [m3/h]	LÉTO [°C]	ZIMA [°C]	VÝMĚNA [h <sup>-1</sup> ]	ODVLHČENÍ [G/KG]	č. zařízení	VZD [m3/h]
3.	124	Bazén + vířivky	252,3	756,9	20	2	100	30	55	30	55	6	6772,25	3961,22	1 513,80	5,00	1559,3483	1368,14	7200	2000,00	7200	18	38	9,5	2,3256	3.	7200

Tab. 11 - Průtoky vzduchu – hygienické zázemí

## Zařízení č. 2 - hygienické zázemí

ZADÁNÍ														VÝPOČET												
místnost								léto		zima		Q			PŘÍVOD								Δx	ODVOD		
č. zařízení	č. místnosti	název	plocha [m2]	objem [m3]	počet osob	požadovaná výměna vzduchu [h <sup>-1</sup> ]	VZD/spotřební jednotku [m3/h]	t [°C]	φ [%]	t [°C]	φ [%]	vodní zisky [g/s]	tepelné zisky [W]	tepelné ztráty [W]	HYG. VZD z výměny	HYG. VZD na spotřební jednotku [m3/h]	VZD na krytí tepelných zisků [m3/h]	VZD na krytí tepelných ztrát [m3/h]	VZD na krytí vodních zisků [m3/h]	VZD [m3/h]	LÉTO [°C]	ZIMA [°C]	VÝMĚNA [h <sup>-1</sup> ]	ODVLHČENÍ [G/KG]	č. zařízení	VZD [m3/h]
2.	102	zádveří	7,19	21,57	-	0,5	-	24	55	24	35	0	120		10,785	-	0	0,00	-	0	23	25	0,5	-	2.	0
2.	103	chodba + recepce	83,24	249,72	2	1	-	24	55	24	35	-	740,836	778,83	249,72	-	2046,98	2151,96	-	250	23	25	1	-	2.	250
2.	104	chodba	52,34	157,02	-	0,5	-	24	55	24	35	-	1397,478	1295,65	78,51	-	3861,33	3579,97	-	250	23	25	0,5	-	2.	80
2.	105	šatna ženy	17	51	-	-	25*35	24	55	24	35	-	151,3	277,27	-	875	418,05	766,12	-	900	23	25	-	-	2.	900
2.	106	sprchy ženy	18,65	55,95	-	-	4*30;4*100	24	55	24	35	-	165,985	133,9	-	520	458,63	-	-	650	23	25	-	-	2.	550
2.	107	WC – ženy	1,26	3,78	-	-	50	24	55	24	35	-	120	39,46	-	50	331,57	109,03	-	0	23	25	-	-	2.	50
2.	108	WC – ženy	1,26	3,78	-	-	50	24	55	24	35	-	120	39,46	-	50	331,57	109,03	-	0	23	25	-	-	2.	50
2.	109	šatna ženy	16,54	49,62	-	-	25*35	24	55	24	35	-	147,206	131,14	-	875	406,74	362,35	-	900	23	25	-	-	2.	900
2.	110	šatna muži	16,48	49,44	-	-	25*35	24	55	24	35	-	146,672	130,87	-	875	405,26	361,60	-	900	23	25	-	-	2.	900
2.	111	sprchy muži	18,32	54,96	-	-	4*30;4*100	24	55	24	35	-	163,048	141,82	-	520	450,51	391,86	-	650	23	25	-	-	2.	550
2.	112	WC – muži	1,26	3,78	-	-	50	24	55	24	35	-	120	39,46	-	50	331,57	109,03	-	0	23	25	-	-	2.	50
2.	113	WC – muži	1,26	3,78	-	-	50	24	55	24	35	-	120	39,46	-	50	331,57	109,03	-	0	23	25	-	-	2.	50
2.	114	šatny muži	17,58	52,74	-	-	25*35	24	55	24	35	-	156,462	137,38	-	875	432,31	379,59	-	900	23	25	-	-	2.	900
2.	115	chodba	13,91	41,73	-	-	55	24	55	24	35	-	123,799	115,36	-	55	342,06	318,75	-	140	23	25	-	-	2.	60
2.	116	předsíňka WC	2,28	6,84	-	-	30	24	55	24	35	-	120	45,58	-	30	331,57	125,94	-	0	23	25	-	-	2.	30
2.	117	WC – personál	7,76	23,28	-	-	30;50	24	55	24	35	-	120	78,46	-	80	331,57	216,79	-	80	23	25	-	-	2.	80
2.	118	WC – muži	1,13	3,39	-	-	50	24	55	24	35	-	120	16	-	50	331,57	44,21	-	0	23	25	-	-	2.	50
2.	119	WC – muži	1,44	4,32	-	-	50	24	55	24	35	-	120	40,54	-	50	331,57	112,01	-	0	23	25	-	-	2.	50
2.	120	WC – muži	6,61	19,83	-	-	3*25	24	55	24	35	-	120	28,79	-	75	331,57	79,55	-	180	23	25	-	-	2.	80

2.	121	předsíňka – WC muži	3,18	9,54	-	-	60	24	55	24	35	-	120	50,98	-	60	331,57	140,86	-	0	23	25	-	-	2.	60			
2.	122	WC – ženy	4,48	13,44	-	-	30;50	24	55	24	35	-	120	50,78	-	80	331,57	140,31	-	0	23	25	-	-	2.	80			
2.	123	WC – ženy	2,95	8,85	-	-	30;50	24	55	24	35	-	120	35,29	-	80	331,57	97,51	-	0	23	25	-	-	2.	80			
2.	125	chodba	67,03	201,09	-	1	-	24	55	24	35	-	596,567	145,24	201,09	-	1648,35	401,31	-	200	23	25	1	-	2.	200			
2.	126	zázemí správce	63,75	191,25	1	1	-	24	55	24	35	-	1628,55	1119,4	191,25	-	4499,79	3092,98	-	200	23	25	1	-	2.	200			
																				<b>CELKEM</b>	<b>6200</b>							<b>CELKEM</b>	<b>6200</b>

# C7 – DISTRIBUČNÍ ELEMENTY

## C.7. 1 DISTRIBUČNÍ PRVKY – TENISOVÉ KURTY

### PŘÍVOD VZDUCHU

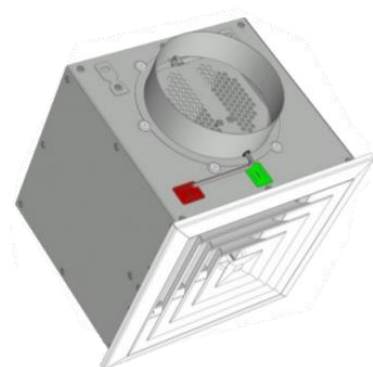
Přívod vzduchu bude zajištěn pomocí dýzy DAD. DAD stavitelná dýza je vhodná pro přívod kompaktního proudu studeného, teplého nebo izotermického vzduchu. Je určena pro přívod vzduchu ze stěn nebo ze stropu. Je vhodná pro velké a rozsáhlé prostory. Je odolná proti korozi. Vysoká tlaková ztráta na dýze zajišťuje automatické zregulování přívodní větve vzduchotechnického potrubí. Maximální úhel rozptylu proudu vzduchu je 30° ve všech směrech. <sup>(17)</sup>



Obr. 23 – dýza DAD <sup>(17)</sup>

### ODVOD VZDUCHU

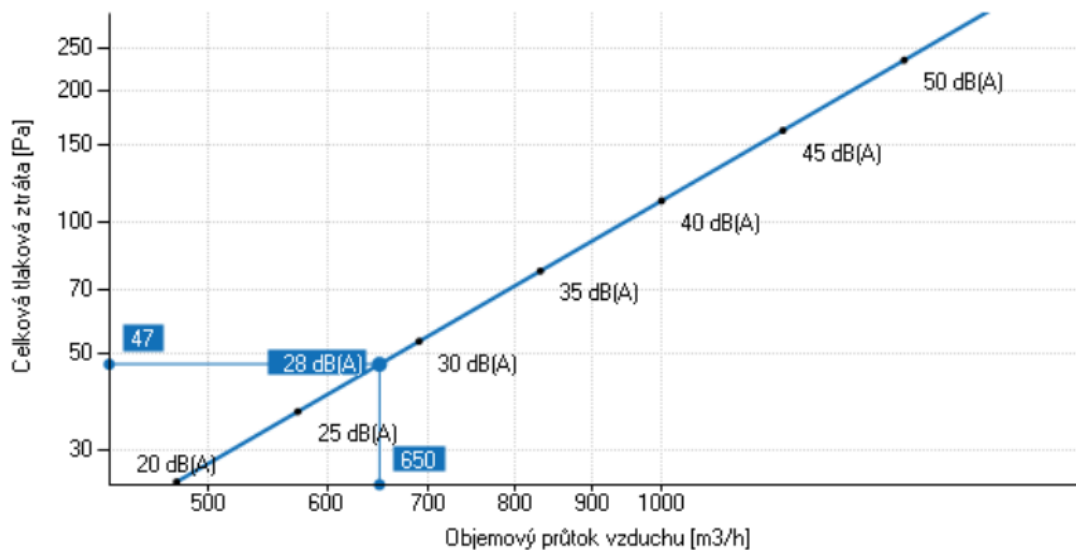
Odvod vzduchu bude zajištěn pomocí ALMC (anemostat lamelový čtvercový). Anemostaty se používají v místnostech s výškou 2,6 – 4 m a jsou vhodné pro přívod a odvod. Anemostaty mají čelní výtokové plochy z pevných lamel vodorovně uspořádaných. <sup>(18)</sup>



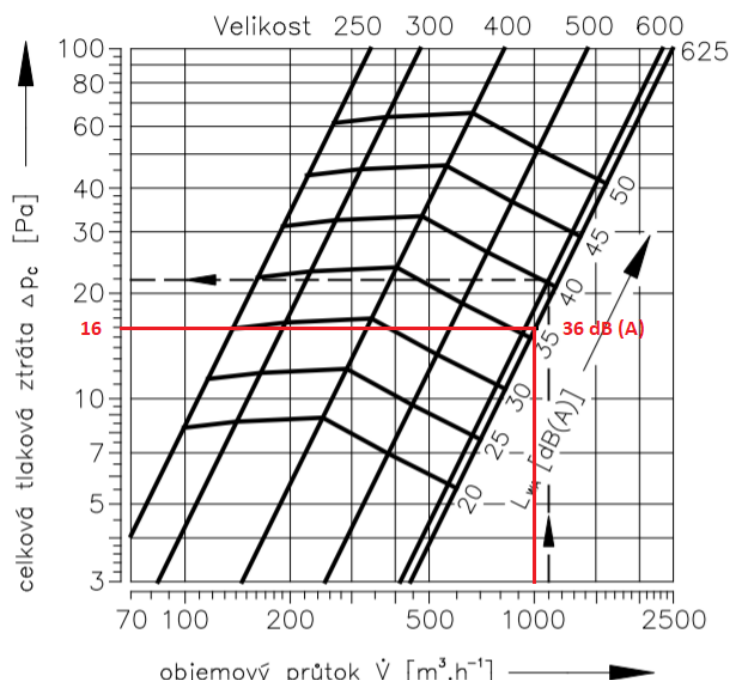
Obr. 24 – ALMC – anemostat lamelový čtvercový <sup>(18)</sup>

Tab. 12 – Návrh distribučních elementů – tenisové kurty

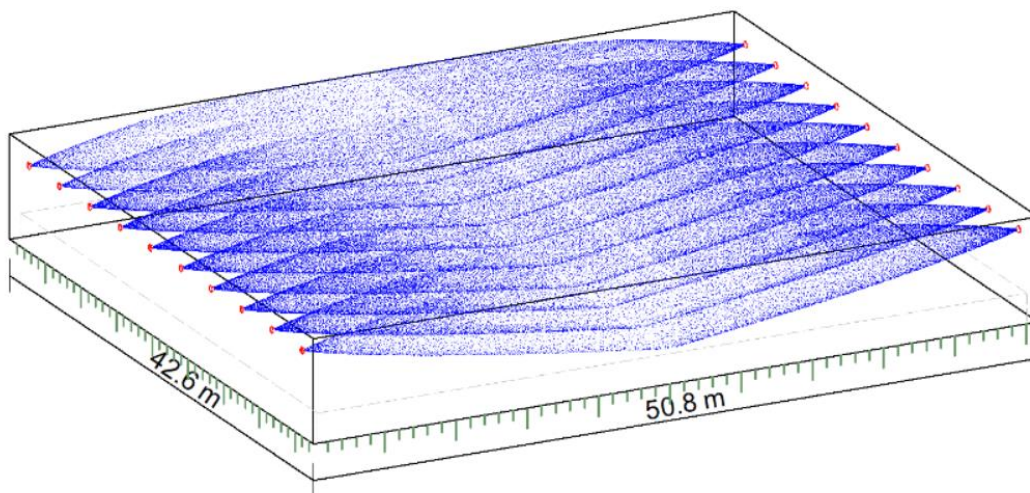
č. zařízení	č. místnosti	název	průtok [m <sup>3</sup> /h]	přívod/odvod	označení výústky	počet ks	průtok na jeden element [m <sup>3</sup> /h]	$\Delta p_c$ [Pa]/ 1 element	$W_{H1}$ [m/s]	$L_{WA}$ [dB]	$wL$ [m/s]	H [m]	H <sub>1</sub> [m]
1.	101	Tenisové kurty	26 000	P	Dýza DAD	20	600	47	0	28	0,2	7	1,2
1.	101	Tenisové kurty		O	ALMC 625	13	1000	16	0	36	-	7	1,2



Graf 5 – Závislost tlakové ztráty a akustického výkonu na objemovém průtoku DAD dýza



Graf 4 – Závislost tlakové ztráty a akustického výkonu na objemovém průtoku ALCM



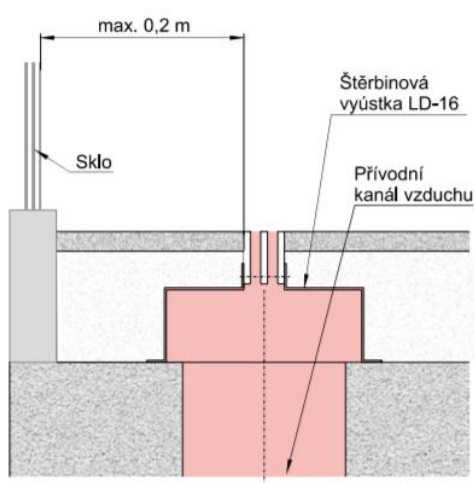
Obr. 25 – Přívod vzduchu tenisové kurty

## C.7. 2 DISTRIBUČNÍ PRVKY – BAZÉN + VÝHŘIVKY

### PŘÍVOD VZDUCHU

Přívod vzduchu bude zajištěn pomocí podlahové štěrbinové vyústky. Ta je vhodným řešením pro bazény s rozsáhlými skleněnými plochami a okny. Tyto vyústky jsou určeny pro montáž do podlahy. Teplý vzduch je přiváděn vzhůru směrem k oknu, což způsobuje nezamlžování skel. <sup>(19)</sup>

Dále jsou na přívodu navrženy dvě dýzy s nastavitelným výfukem vzduchu. První je namířena na plavecký bazén. Druhá je namířena na vířivky. Tyto dýzy jsou zde navrženy z důvodu rozvíření vzduchu nad vodní hladinou. Nad vodní hladinou dochází k uvolňování trichloraminu. Dle vyhlášky č. 238/2011 Sb. nesmí být obsah  $\text{NCl}_3$  (trichloramin) vyšší než  $0,5\text{mg}/\text{m}^3$ .



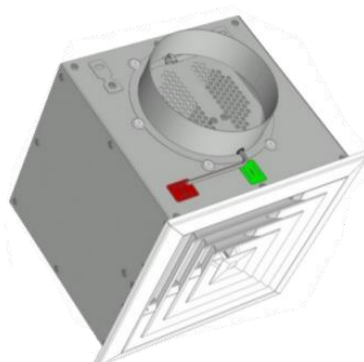
Obr. 27 - Podlahová štěrbinová vyústka schéma instalace <sup>(19)</sup>



Obr. 26 - – Podlahová štěrbinová vyústka (19)

### ODVOD VZDUCHU

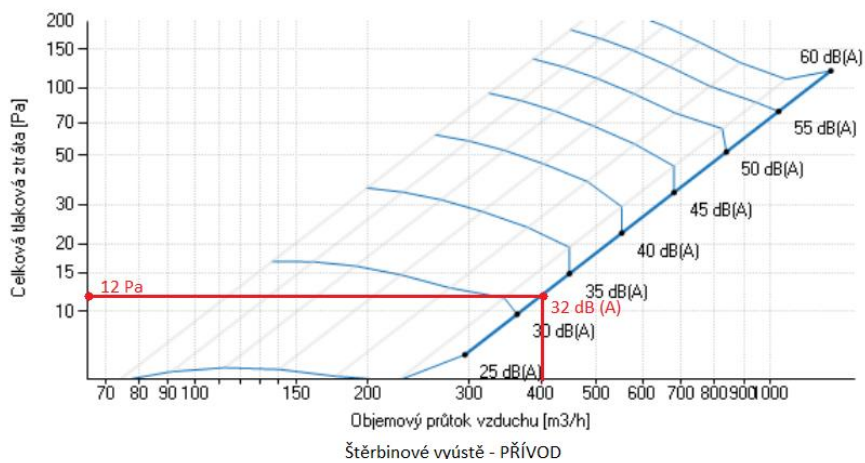
Odvod vzduchu bude zajištěn pomocí ALMC (anemostat lamelový čtvercový). Anemostaty se používají v místnostech s výškou 2,6 – 4 m a jsou vhodné pro přívod a odvod. Anemostaty mají čelní výtokové plochy z pevných lamel vodorovně uspořádaných. <sup>(18)</sup>



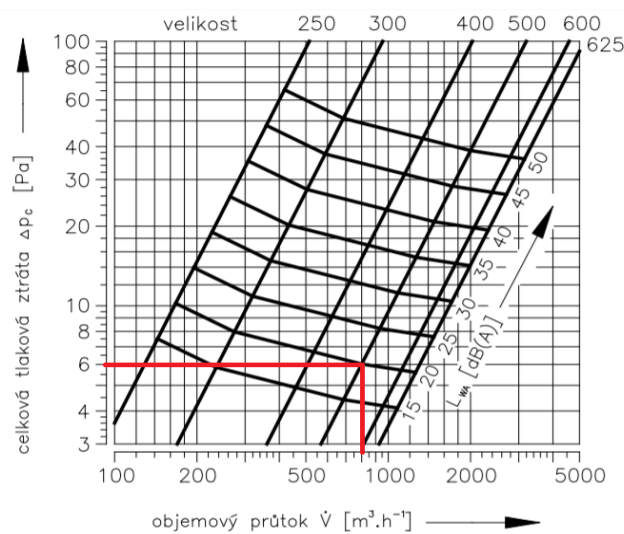
Obr. 28 ALMC – anemostat lamelový čtvercový<sup>(18)</sup>

Tab. 13 Návrh distribučních elementů– bazén + vířivky

č. zařízení	č. místnosti	název	průtok [m <sup>3</sup> /h]	přívod/odvod	označení vyústky	počet ks	průtok na jeden element [m <sup>3</sup> /h]	$\Delta p_c$ [Pa]/ 1 element	$W_{H1}$ [m/s]	$L_{WA}$ [dB]	$wL$ [m/s]	H [m]	$H_1$ [m]
3.	124	Bazén + vířivky	7200	P	dýza APS	2	400	18	0	<20	2,3	3	1,2
				P	LTDP	16	400	32	0	12	1,6	3	1,2
				O	ALMC 500	9	800	6	0	20	-	3	1,2



Graf 6 – Závislost tlakové ztráty a akustického výkonu na objemovém průtoku štěrbinové výstě



Graf 7 – Závislost tlakové ztráty a akustického výkonu na objemovém průtoku ALCM



## C.7. 3 DISTRIBUČNÍ PRVKY – HYGIENICKÉ ZÁZEMÍ

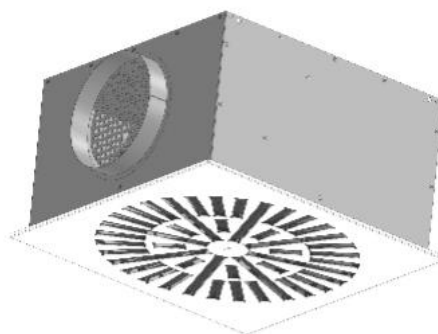
### PŘÍVOD VZDUCHU

Přívod vzduchu bude zajištěn pomocí talířových vyústek a vířivých vyústek.

Talířové ventily jsou určeny pro distribuci vzduchu ve větraných nebo klimatizovaných prostorech. Plynulá regulace množství přiváděného a odváděného vzduchu se provádí otáčením talířů ventilu. Ventily jsou určeny pro prostředí chráněné proti povětrnostním vlivům.



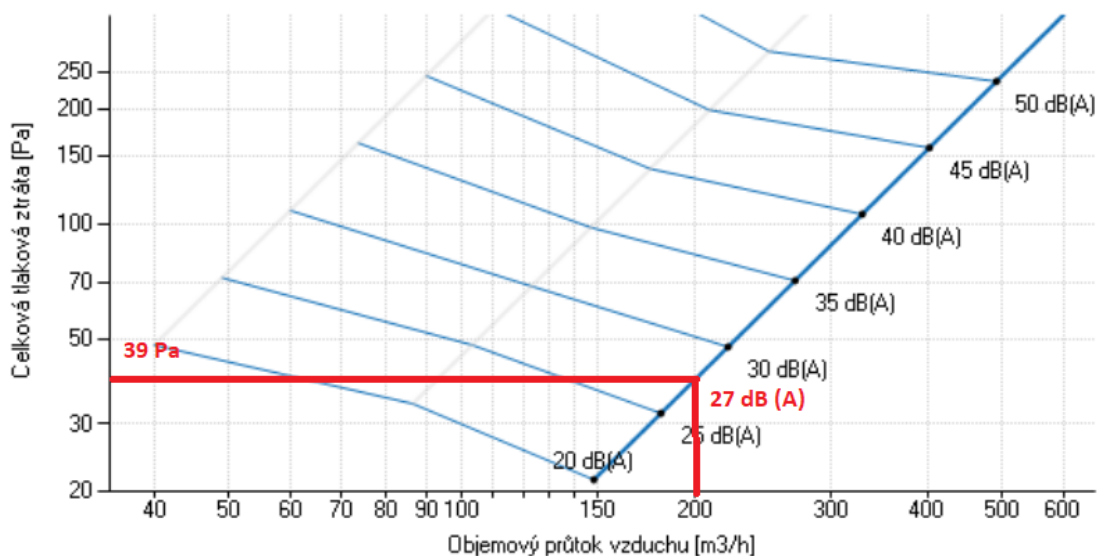
Obr. 29 – Talířová vyústka



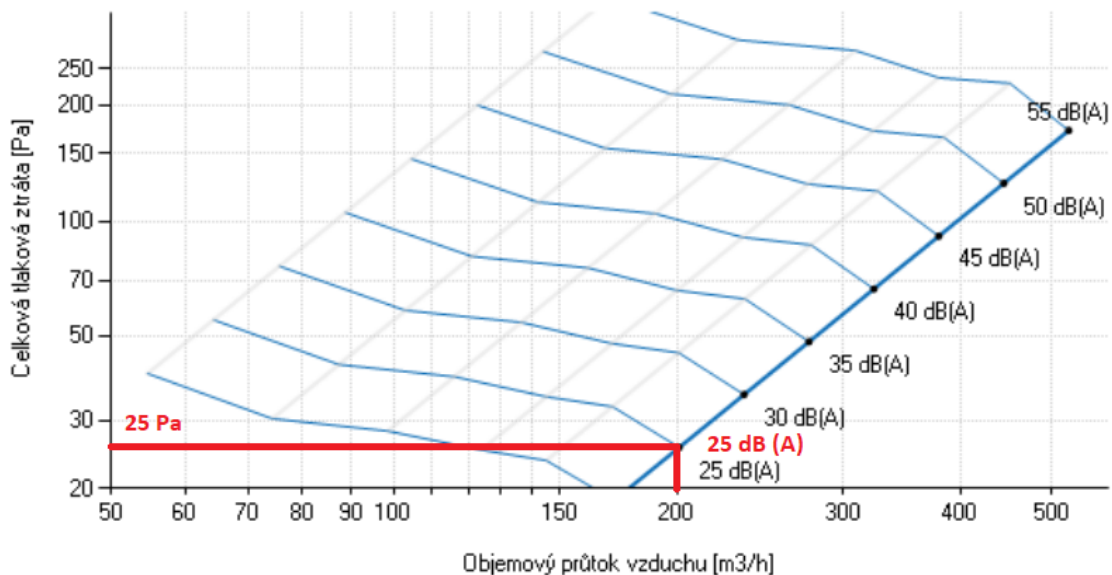
Obr. 30 – Vířivá vyústka

### ODVOD VZDUCHU

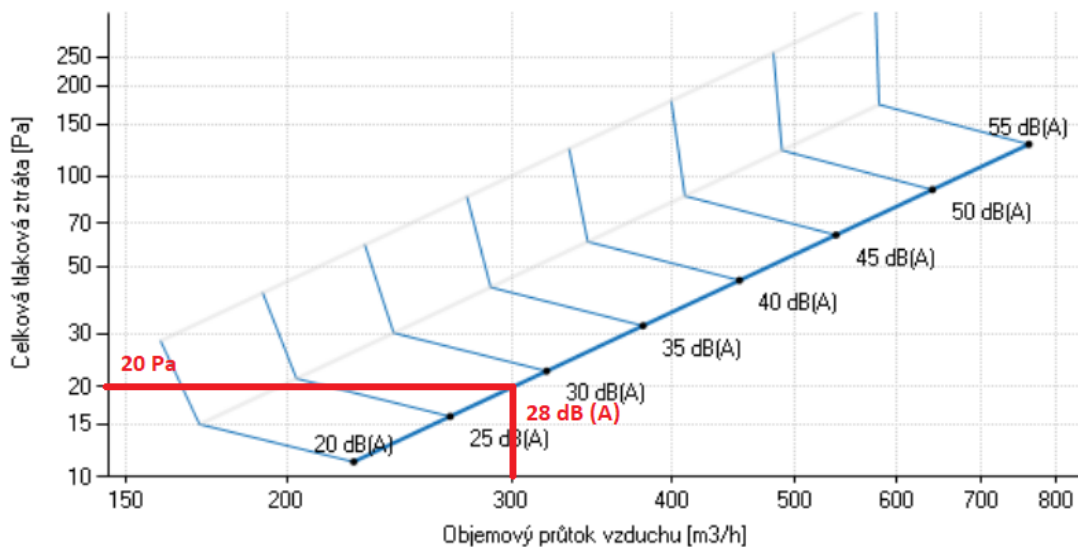
Odvod vzduchu bude zajištěn pomocí talířových vyústek. V místnosti 126 (zázemí správce) bude přívod zajištěn vířivou vyústkou.



Graf 8 – Závislost tlakové ztráty a akustického výkonu na objemovém průtoku talířové vyústky – ODVOD



Graf 9 – Závislost tlakové ztráty a akustického výkonu na objemovém průtoku talířové vyústky – PŘÍVOD



Graf 10 - Závislost tlakové ztráty a akustického výkonu na objemovém průtoku vířivá vyústka – PŘÍVOD

Tab. 14 – Návrh distribučních elementů – hygienické zázemí

č. zařízení	č. místnosti	název	průtok [m <sup>3</sup> /h]	přívod/odvod	označení vyústky	počet ks	průtok na jeden element	$\Delta p_c$ [Pa]/ 1 element	$W_{H1}$ [m/s]	$L_{WA}$ [dB]	$wL$ [m/s]	H [m]	$H_1$ [m]
2.	103	chodba + recepce	250	P	KI-200	1	250	23	0	22	0,15	3	1,2
				O	KU - 200	1	250	15	0	<20	-	3	1,2
2.	104	chodba	250	P	KI-200	1	250	15	0	<20	0,15	3	1,2
			80	O	KU - 200	1	80	2	0	<20	-	3	1,2
2.	105	šatna ženy	900	P	RS14-H-S-200	2	450	17	0	27	0,2	3	1,2
			900	O	RS14-H-E-2-200	2	450	21	0	26	-	3	1,2
2.	106	sprchy ženy	650	P	RS14-H-S-200	2	325	23	0	30	0,2	3	1,2
			550	O	RS14-H-E-2-200	2	275	7	0	<20	-	3	1,2
2.	107	WC – ženy	50	O	KU - 200	1	50	1	0	<20	-	3	1,2
2.	108	WC – ženy	50	O	KU - 200	1	50	1	0	<20	-	3	1,2
2.	109	šatna ženy	900	P	RS14-H-S-200	2	450	17	0	27	0,2	3	1,2
			900	O	RS14-H-E-2-200	2	450	21	0	26	-	3	1,2
2.	110	šatna muži	900	P	RS14-H-S-200	2	450	17	0	27	0,2	3	1,2
			900	O	RS14-H-E-2-200	2	450	21	0	26	-	3	1,2
2.	111	sprchy muži	650	P	RS14-H-S-200	2	325	23	0	30	0,1	3	1,2
			550	O	RS14-H-E-2-200	2	275	7	0	<20	-	3	1,2
2.	112	WC – muži	50	O	KU - 200	1	50	1	0	<20	-	3	1,2
2.	113	WC – muži	50	O	KU - 200	1	50	1	0	<20	-	3	1,2
2.	114	šatny muži	900	P	RS14-H-S-200	2	450	17	0	27	0,2	3	1,2
			900	O	RS14-H-E-2-200	2	450	21	0	26	-	3	1,2
2.	115	chodba	60	O	KU - 200	1	60	1	0	<20	-	3	1,2
			140	P	KI-200	1	140	7	0	<20	0,1	3	1,2
2.	116	předsíňka WC	30	O	KU - 200	1	30	1	0	<20	-	3	1,2
2.	117	WC – personál	80	P	KI-200	1	80	2	0	<20	0,1	3	1,2
			80	O	KU - 200	1	80	2	0	<20	-	3	1,2
2.	118	WC – muži	50	O	KU - 200	1	50	1	0	<20	-	3	1,2
2.	119	WC – muži	50	O	KU - 200	1	50	1	0	<20	-	3	1,2
2.	120	WC – muži	180	P	KI-200	1	180	12	0	<20	0,1	3	1,2
			80	O	KU - 200	1	80	1	0	<20	-	3	1,2
2.	121	předsíňka – WC muži	60	O	KU - 200	1	60	1	0	<20	-	3	1,2
2.	122	WC – ženy	80	O	KU - 200	1	80	1	0	<20	-	3	1,2
2.	123	WC – ženy	80	O	KU - 200	1	80	1	0	<20	-	3	1,2
2.	125	chodba	200	P	KI-200	1	200	15	0	<20	0,15	3	1,2
			200	O	KU - 200	1	200	10	0	<20	-	3	1,2
2.	126	zázemí správce	200	P	RS14-H-S-200	2	100	2	0	<20	0,15	3	1,2
			200	O	RS14-H-E-2-200	1	200	9	0	<20	-	3	1,2

## C.8 – DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ

Tab. 15 – Dimenzování potrubí – Bazén přívodní hlavní větev

Bazén – Hlavní větev															
Z PLÁNU			HODNOTY										TLAK. ZTRÁTA		
			PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ – VYPOČTENÉ										
Č.Ú	V		l	v'	S'	A	B	d <sub>r</sub>	S	w	p <sub>d</sub> (Z)	R <sub>1</sub>	ξ	R <sub>1</sub> *l	ξ*P <sub>d</sub> (Z)
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[mm]		[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m/s]	[Pa]	[Pa*m <sup>-1</sup> ]		[Pa]	[Pa]
1	800	0,22	2,4	1	0,22	560	500	0,528	0,28	1,02	0,73	0,54	1,2	1,30	0,88
2	1600	0,44	2,4	1	0,44	560	500	0,528	0,28	2,03	2,92	0,38	1,2	0,91	3,51
3	2400	0,67	2,4	2	0,33	560	560	0,56	0,314	2,71	5,20	0,34	1,2	0,82	6,24
4	3200	0,89	3,9	2	0,44	560	560	0,56	0,314	3,61	6,93	0,28	0,9	1,09	6,24
5	4000	1,11	2,4	3	0,37	560	560	0,56	0,314	4,51	10,83	0,19	0,9	0,46	9,75
6	4800	1,33	2,4	3	0,44	560	630	0,593	0,353	4,83	12,41	0,21	0,9	0,50	11,17
7	5600	1,56	2,4	4	0,39	560	630	0,593	0,353	5,64	16,89	0,1	0,9	0,24	15,20
8	6400	1,78	15,9	4	0,44	560	710	0,626	0,398	5,78	17,76	0,055	0,9	0,87	15,99
9	6800	1,89	1,5	5	0,38	560	710	0,626	0,398	6,14	13,37	0,055	0,6	0,08	8,02
10	7200	2,00	38,5	5	0,40	560	710	0,626	0,398	6,50	14,99	0,055	0,6	2,12	8,99
Σ													<b>8,39</b>	<b>85,98</b>	
Koncový element														18	
Tlumič hluku														80	
Dešťová žaluzie														15	
Sání														35	
Požární klapka														15	
Regulační klapka														20	
<b>Celková tlaková ztráta</b>														<b>277,37</b>	

Tab. 16 - Dimenzování potrubí – Bazén odvodní hlavní větev

Bazén – Hlavní větev															
Z PLÁNU			HODNOTY										TLAK. ZTRÁTA		
			PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ – VYPOČTENÉ										
Č.Ú	V		l	v'	S'	A	B	d <sub>r</sub>	S	w	p <sub>d</sub> (Z)	R <sub>1</sub>	ξ	R <sub>1</sub> *l	ξ*P <sub>d</sub> (Z)
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[mm]		[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m/s]	[Pa]	[Pa*m <sup>-1</sup> ]		[Pa]	[Pa]
1	7200	2,00	39,9	5	0,40	500	800	0,615	0,4	6,74	8,04	0,39	0,3	15,56	2,41
2	3200	0,89	9,95	5	0,18	500	450	0,474	0,225	5,04	4,50	0,39	0,3	3,88	1,35
3	2400	0,67	3,28	4	0,17	500	400	0,44	0,2	4,39	6,82	0,24	0,6	0,79	4,09
4	1600	0,44	3,4	3	0,15	500	355	0,415	0,178	3,29	1,92	0,12	0,3	0,41	0,57
5	800	0,22	3,28	2	0,11	500	315	0,387	0,158	1,89	1,90	0,055	0,9	0,18	1,71
Σ													<b>5,26</b>	<b>7,73</b>	
Koncový element														6	
Tlumič hluku														80	
Výfuk														22	
Dešťová žaluzie														15	
Požární klapka														15	
Regulační klapka														20	
<b>Celková tlaková ztráta</b>														<b>170,99</b>	

Tab. 17 - Dimenzování potrubí – Hygienické zázemí přívodní hlavní větev

Hygienické zázemí přívodní potrubí – hlavní větev															
Z PLÁNU			HODNOTY										TLAK. ZTRÁTA		
			PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ – VYPOČTENÉ										
Č.Ú.	V		l	v'	S'	A	B	dr	S	w	p <sub>d</sub> (Z)	R <sub>1</sub>	ξ	R <sub>1</sub> *l	ξ*P <sub>d</sub> (Z)
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]													
1	250	0,07	64,61	1	0,07	560	225	0,321	0,126	0,86	0,13	0,055	0,3	3,55	0,04
2	430	0,12	61,76	1	0,12	560	250	0,346	0,140	1,27	0,29	0,067	0,3	4,14	0,09
3	510	0,14	57,26	2	0,07	560	250	0,346	0,140	1,51	0,40	0,144	0,3	8,25	0,12
4	650	0,18	51,96	2	0,09	560	250	0,346	0,140	1,92	0,65	0,136	0,3	7,07	0,20
5	1550	0,43	49,96	2	0,22	560	280	0,373	0,157	3,94	2,75	0,199	0,3	9,94	0,83
6	1800	0,50	48,16	3	0,17	560	315	0,403	0,176	3,92	2,73	0,16	0,3	7,71	0,82
7	2450	0,68	46,79	3	0,23	560	355	0,435	0,199	4,58	3,72	0,21	0,3	9,83	1,12
8	3350	0,93	44,09	3	0,31	560	400	0,467	0,224	5,44	5,24	0,16	0,3	7,05	1,57
9	4250	1,18	41,49	4	0,30	560	450	0,499	0,252	6,04	19,40	0,12	0,9	4,98	17,46
10	4900	1,36	39,14	4	0,34	560	450	0,499	0,252	6,96	25,79	0,12	0,9	4,70	23,21
11	5800	1,61	35,8	4	0,40	560	500	0,528	0,280	7,36	28,82	0,12	0,9	4,30	25,94
12	6000	1,67	19,1	5	0,33	560	500	0,528	0,280	7,62	30,84	0,12	0,9	2,29	27,76
13	6200	1,72	8,6	5	0,34	560	500	0,528	0,280	7,87	32,94	0,132	0,9	1,14	29,64
<b>Σ</b>													<b>74,93</b>	<b>128,78</b>	
Koncový element														15	
Tlumič hluku														80	
Dešťová žaluzie														10	
Sání														35	
Požární klapka														15	
Regulační klapka														20	
<b>Celková tlaková ztráta</b>														<b>378,71</b>	

Tab. 18 Dimenzování potrubí – Hygienické zázemí odvodní hlavní větev

Hygienické zázemí odvodní potrubí – hlavní větev															
Z PLÁNU			HODNOTY										TLAK. ZTRÁTA		
			PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ – VYPOČTENÉ										
Č.Ú.	V		l	v'	S'	A	B	dr	S	w	p <sub>d</sub> (Z)	R <sub>1</sub>	ξ	R <sub>1</sub> *l	ξ*P <sub>d</sub> (Z)
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]													
1	250	0,07	67,84	1	0,07	500	225	0,31	0,113	0,92	0,15	0,055	0,3	3,73	0,05
2	330	0,09	64,94	1	0,09	500	250	0,333	0,125	1,05	0,39	0,067	0,6	4,35	0,24
3	380	0,11	63,44	2	0,05	500	250	0,333	0,125	1,21	0,52	0,144	0,6	9,13	0,31
4	460	0,13	62,04	2	0,06	500	250	0,333	0,125	1,47	0,38	0,144	0,3	8,93	0,11
5	540	0,15	58,74	2	0,08	500	250	0,333	0,125	1,72	0,53	0,136	0,3	7,99	0,16
6	760	0,21	54,84	2	0,11	500	315	0,387	0,158	1,80	0,57	0,199	0,3	10,91	0,17
7	820	0,23	51,74	3	0,08	500	315	0,387	0,158	1,94	0,67	0,16	0,3	8,28	0,20
8	1720	0,48	49,76	3	0,16	500	355	0,415	0,178	3,53	4,43	0,21	0,6	10,45	2,66
9	2450	0,68	46,41	3	0,23	500	400	0,444	0,2	4,40	3,43	0,16	0,3	7,43	1,03
10	3350	0,93	43,91	4	0,23	500	450	0,474	0,225	5,28	9,87	0,12	0,6	5,27	5,92
11	4250	1,18	41,41	4	0,30	500	500	0,5	0,25	6,02	6,41	0,12	0,3	4,97	1,92
12	4900	1,36	38,01	4	0,34	500	560	0,528	0,28	6,22	6,86	0,12	0,3	4,56	2,06
13	5800	1,61	35,45	5	0,32	500	630	0,558	0,315	6,59	15,40	0,12	0,6	4,25	9,24

14	6000	1,67	23,93	5	0,33	500	630	0,558	0,315	6,82	16,48	0,132	0,6	3,16	9,89
15	6200	1,72	10,4	5	0,34	500	630	0,528	0,315	7,87	43,91	0,132	1,2	1,37	52,70
													$\Sigma$	<b>94,79</b>	<b>86,66</b>
													Koncový element	15	
													Tlumič hluku	80	
													Dešťová žaluzie	15	
													Výfuk	22	
													Požární klapka	15	
													Regulační klapka	20	
													<b>Celková tlaková ztráta</b>	<b>348,44</b>	

Tab. 19 - Dimenzování potrubí – Tenisové kurty přívodní hlavní větev

Tenisové kurty přívodní potrubí – Hlavní větev															
Z PLÁNU			HODNOTY										TLAK. ZTRÁTA		
			PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ – VYPOČTENÉ										
Č.Ú.	V		l	v'	S'	A	B	dr	S	w	p <sub>d</sub> (Z)	R <sub>1</sub>	ξ	R <sub>1</sub> *l	ξ*P <sub>d</sub> (Z)
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[mm]		[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m/s]	[Pa]	[Pa*m <sup>-1</sup> ]		[Pa]	[Pa]
1	13000	3,61	13,3	5	0,72	500	1250	0,714	0,625	9,02	72,17	0,132	1,5	1,76	108,25
2	6000	1,67	49,8	5	0,33	500	800	0,615	0,4	5,61	22,34	0,132	1,2	6,57	26,81
3	5400	1,50	4	5	0,30	500	800	0,659	0,4	4,40	6,86	0,12	0,6	0,48	4,12
4	4800	1,33	4	4	0,33	500	710	0,587	0,355	4,93	8,61	0,16	0,6	0,64	5,17
5	4200	1,17	4	4	0,29	500	630	0,558	0,315	4,77	8,08	0,21	0,6	0,84	4,85
6	3600	1,00	4	3	0,33	500	630	0,558	0,315	4,09	5,93	0,16	0,6	0,64	3,56
7	3000	0,83	4	3	0,28	500	560	0,528	0,28	3,81	7,71	0,199	0,9	0,80	6,94
8	2400	0,67	4	2	0,33	500	560	0,528	0,28	3,05	3,29	0,136	0,6	0,54	1,97
9	1800	0,50	4	2	0,25	500	500	0,5	0,25	2,55	3,45	0,144	0,9	0,58	3,11
10	1200	0,33	4	1	0,33	500	500	0,5	0,25	1,70	1,02	0,067	0,6	0,27	0,61
11	600	0,17	2	1	0,17	500	450	0,474	0,225	0,94	0,16	0,055	0,3	0,11	0,05
													$\Sigma$	<b>13,22</b>	<b>165,44</b>
													Koncový element	47	
													Tlumič hluku	80	
													Dešťová žaluzie	10	
													Sání	35	
													Požární klapka	15	
													Regulační klapka	20	
													<b>Celková tlaková ztráta</b>	<b>385,67</b>	

Tab. 20 - Dimenzování potrubí – Tenisové kurty odvodní hlavní větev

**Tenisové kurty odvodní potrubí – Hlavní větev**

Z PLÁNU			HODNOTY										TLAK. ZTRÁTA		
			PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ – VYPOČTENÉ										
Č.Ú.	V		l	v'	S'	A	B	d <sub>r</sub>	S	w	p <sub>d</sub> (Z)	R <sub>1</sub>	ξ	R <sub>1</sub> *l	ξ*P <sub>d</sub> (Z)
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[mm]		[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m/s]	[Pa]	[Pa*m <sup>-1</sup> ]		[Pa]	[Pa]
1	1000	0,28	4	1	0,28	500	400	0,444	0,2	1,79	1,14	0,16	0,6	0,64	0,69
2	2000	0,56	4	2	0,28	500	450	0,474	0,225	3,15	3,52	0,308	0,6	1,23	2,11
3	3000	0,83	4	2	0,42	500	500	0,5	0,25	4,25	6,39	0,365	0,6	1,46	3,84
4	4000	1,11	4	3	0,37	500	560	0,528	0,28	5,08	9,14	0,358	0,6	1,43	5,48
5	5000	1,39	4	3	0,46	500	630	0,558	0,315	5,68	11,45	0,31	0,6	1,24	6,87
6	6000	1,67	4	4	0,42	500	800	0,615	0,4	5,61	11,17	0,13	0,6	0,52	6,70
7	7000	1,94	51,2	5	0,39	500	900	0,643	0,45	5,99	12,73	0,174	0,6	8,91	7,64
8	13000	3,61	7,5	5	0,72	500	1250	0,714	0,625	9,02	28,87	0,174	0,6	1,31	17,32
													Σ	<b>6,00</b>	<b>50,64</b>
													Koncový element	16	
													Tlumič hluku	80	
													Dešťová žaluzie	15	
													Výfuk	20	
													Požární klapka	15	
													Regulační klapka	20	
													<b>Celková tlaková ztráta</b>	<b>222,65</b>	

Tab. 21 - Dimenzování potrubí – Sání jednotek č. 1 + 2 + 3

SÁNÍ – Zařízení 1 + 2 + 3															
Z PLÁNU			HODNOTY										TLAK. ZTRÁTA		
			PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ – VYPOČTENÉ										
Č.Ú.	V		l	v'	S'	A	B	d <sub>r</sub>	S	w	p <sub>d</sub> (Z)	R <sub>1</sub>	ξ	R <sub>1</sub> *l	ξ*P <sub>d</sub> (Z)
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[mm]		[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m/s]	[Pa]	[Pa*m <sup>-1</sup> ]		[Pa]	[Pa]
1	6200	1,72	39,9	5	0,34	1000	630	0,773	0,63	3,67	2,39	0,4	0,3	15,56	0,72
2	13400	3,72	9,95	5	0,74	1000	800	0,89	0,8	5,99	6,35	0,4	0,3	3,88	1,91
3	26400	7,33	3,28	4	1,83	1000	1250	1,11	1,25	7,58	20,38	0,2	0,6	0,79	12,23
													Σ	<b>20,23</b>	<b>14,85</b>
													Dešťová žaluzie	15	
													Tlumič hluku	80	
													<b>Celková tlaková ztráta</b>	<b>130,08</b>	

Tab. 22 - Dimenzování potrubí – výtlač jednotek č. 1 + 2 + 3

<b>VÝTLAK – Zařízení 2 + 3</b>															
Z PLÁNU			HODNOTY										TLAK. ZTRÁTA		
			PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ – VYPOČTENÉ										
Č.Ú.	V		l	v'	S'	A	B	d <sub>r</sub>	S	w	p <sub>d</sub> (Z)	R <sub>1</sub>	ξ	R <sub>1</sub> *l	ξ*P <sub>d</sub> (Z)
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[mm]		[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m/s]	[Pa]	[Pa*m <sup>-1</sup> ]		[Pa]	[Pa]
1	6200	1,72	39,9	5	0,34	1000	630	0,773	0,63	3,67	2,39	0,4	0,3	15,96	0,72
2	13400	3,72	9,95	5	0,74	1000	800	0,89	0,8	5,99	6,35	0,4	0,3	3,88	1,91
3	26400	7,33	9,95	5	1,47	1000	1250	1,11	1,25	7,58	10,19	0,4	0,3	3,88	3,06
													Σ	<b>23,32</b>	<b>5,68</b>
													Dešťová žaluzie		15
													Tlumič hluku		80
													<b>Celková tlaková ztráta</b>		<b>124,00</b>



# C.9 –NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÝCH JEDNOTEK

## C.9. 1 VZDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA – TENISOVÉ KURTY

Pro návrh vzduchotechnických jednotek byl použit program AeroCad od firmy REMAK a. s. Vzduchotechnická jednotka č. 1 – tenisové kurty je navržena do vnitřního prostředí a je umístěna ve strojovně. Jednotka má označení AeroMaster XP 22. Její celková hmotnost je 2 538 kg. Jednotka byla navržena na vytápění i klimatizaci. Průtok vzduchu je 13 000 m<sup>3</sup>/h.

ID nabídky	
Projekt	[1] Bakalářská práce
Číslo / Název zařízení	01 / Tenisové kurty
Určení jednotky	Standardní prostředí

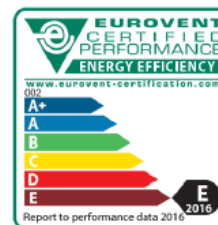


### STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

#### Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	AeroMaster XP 22	
Rídicí jednotka VCS (Climatix)	Ne	
Hmotnost (+/-10%)	2 538 kg	
Umístění VZT jednotky	Vnitřní	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	

#### Model box AMXP3



	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	13000 m <sup>3</sup> /h	13000 m <sup>3</sup> /h
Externí tlaková rezerva	376 Pa	233 Pa
Rychlost v průřezu	2,34 m/s	2,34 m/s
Výkon motoru nominální	5,50 kW	5,50 kW
Typ motoru ventilátoru	AC motor	AC motor
Frekv. měnič součást dodávky	Ano (IP21)	Ano (IP21)
1. stupeň filtrace	M5 / ISO ePM 10 >60%	M5 / ISO ePM 10 >60%
2. stupeň filtrace	-	-
SFP <sub>in</sub>	1337 W.m <sup>3</sup> .s	979 W.m <sup>3</sup> .s

#### Parametry pláště dle EN1886

	Mechanická stabilita	D2(M)
	Netěsnost skříně	L1(R)
	Termická izolace	T4(M)
	Faktor tepelných mostů	TB3(M)
SFP <sub>ahj</sub>	2316 W.m <sup>3</sup> .s	Netěsnost mezi filtrem a rámem < 0,5 % (F9)

#### Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

	Na straně vzduchu		Na straně média
Zpětný zisk tepla	-19,0 → 5,2 °C	56 %, 100,9 kW	
Ohřev	5,2 → 30,0 °C	109,1 kW	70/40 °C, Voda, 0,6 kPa, 3,16 m <sup>3</sup> /h, 2 "
Chlazení	32,9 → 19,0 °C	70,5 kW	7/13 °C, Voda, 4,6 kPa, 9,97 m <sup>3</sup> /h, 2 "
Vlhčení	30,0 → 30,0 °C	3 → 35 %	130,0 kg/h, 97,5 kW**

*Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení*

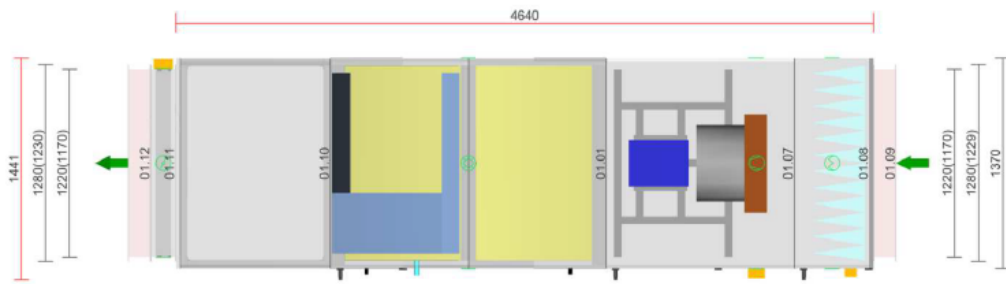
\*\* Napájení a jističení zvlhčovače není řešeno z ŘJ VCS

#### Hlukové parametry zařízení

Oktávové pásmo	LwA <sub>okt</sub> [dB(A)]							ΣLwA [dB(A)]	
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz		
Přívod - sání	46	56	74	64	64	59	56	62	75
Přívod - výtlač	56	65	86	86	91	85	82	86	94
Přívod - okolí	49	49	67	59	61	55	53	52	69
Odvod - sání	49	63	78	76	75	73	71	79	84
Odvod - výtlač	55	66	80	81	83	77	75	78	88
Odvod - okolí	49	52	65	59	59	54	54	53	67

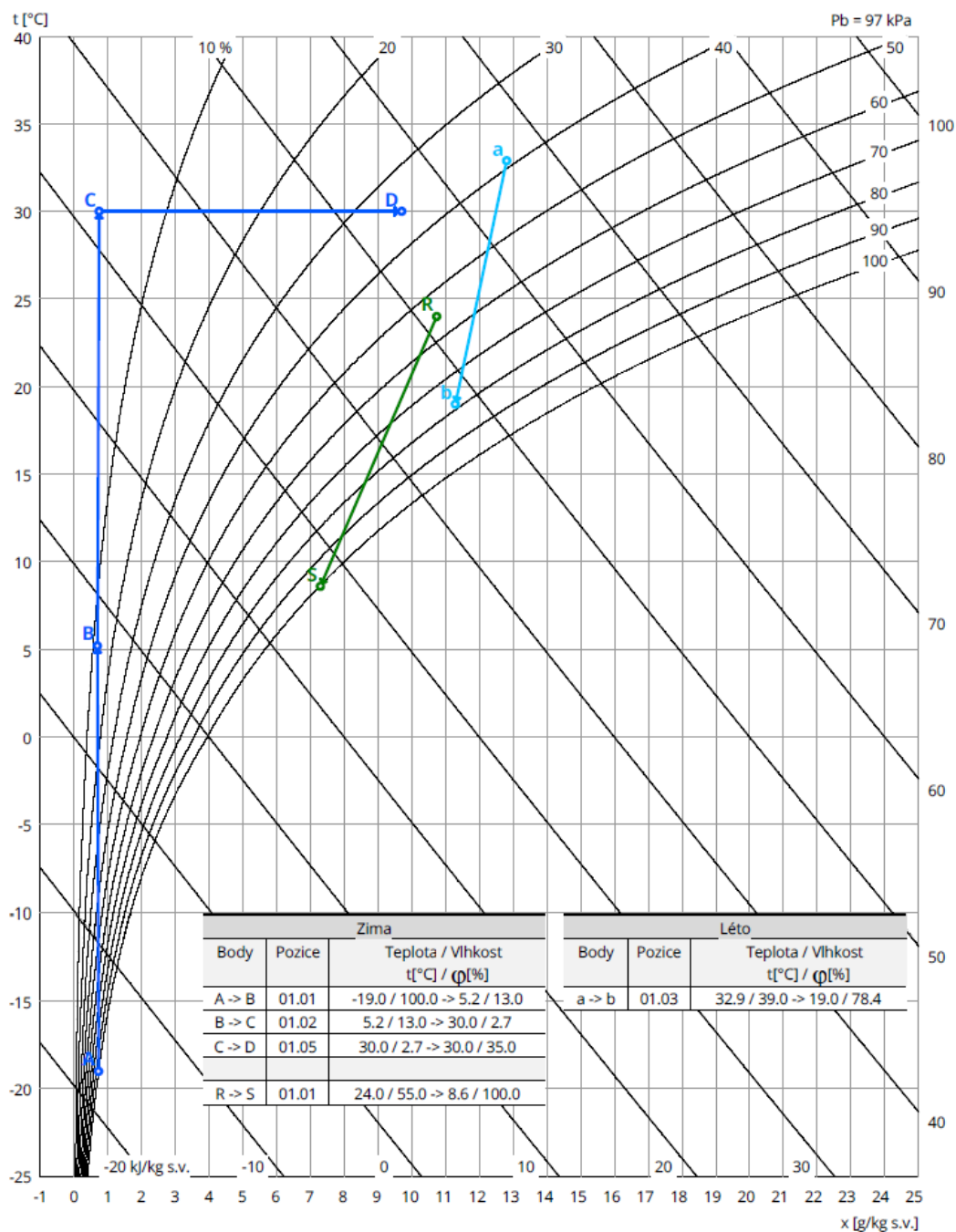
Obr. 31 - Specifikace vzduchotechnické jednotky – tenisové kurty





Obr. 32 - Grafické pohledy vzduchotechnické jednotky – tenisové kurty

Psychrometrický diagram



Obr. 33 - Hx diagram – tenisové kurty

## C.9. 2 VZDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA – HYGIENICKÉ ZÁZEMÍ

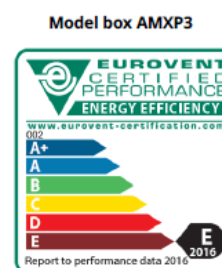
Pro návrh vzduchotechnických jednotek byl použit program AeroCad od firmy REMAK a. s. Vzduchotechnická jednotka č. 2 – Hygienické zázemí je navržena do vnitřního prostředí a je umístěna ve strojovně. Jednotka má označení AeroMaster XP 10. Její celková hmotnost je 1 161 kg. Jednotka byla navržena na vytápění i klimatizaci. Průtok vzduchu je 6 200 m<sup>3</sup>/h.

ID nabídky  
Projekt [2] Bakalářská práce  
Číslo / Název zařízení 01 / Hygienické zázemí  
Určení jednotky Standardní prostředí



### STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení		
Druh, rozměr	AeroMaster XP 10	
Řídicí jednotka VCS (Climatix)	Ne	
Hmotnost (+/-10%)	1 161 kg	
Umístění VZT jednotky	Vnitřní	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	
	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	6200 m <sup>3</sup> /h	6200 m <sup>3</sup> /h
Externí tlaková rezerva	369 Pa	356 Pa
Rychlost v průřezu	2.48 m/s	2.48 m/s
Výkon motoru nominální	2.20 kW	2.20 kW
Typ motoru ventilátoru	AC motor	AC motor
Frekv. měnič součást dodávky	Ano (IP21)	Ano (IP21)
1. stupeň filtrace	M5 / ISO ePM 10 >60%	M5 / ISO ePM 10 >60%
2. stupeň filtrace	-	-
SFP <sub>v</sub>	1311 W.m <sup>3</sup> .s	1107 W.m <sup>3</sup> .s
	Parametry pláště dle EN1886	
	Mechanická stabilita	D2(M)
	Netěsnost skříně	L1(R)
	Termická izolace	T4(M)
	Faktor tepelných mostů	TB3(M)
SFP <sub>vRHU</sub>	2418 W.m <sup>3</sup> .s	Netěsnost mezi filtrem a rámem < 0,5 % (F9)



Nejdůležitější parametry vybraných komponentů			
	Na straně vzduchu		Na straně média
Zpětný zisk tepla	-19.0 -> 6.2 °C	59 %, 50.0 kW	
Ohřev	6.2 -> 25.0 °C	39.3 kW	70/41 °C, Voda, 1.7 kPa, 1.18 m <sup>3</sup> /h, 1 "
Chlazení	32.9 -> 23.0 °C	20.7 kW	7/15 °C, Voda, 3.4 kPa, 2.13 m <sup>3</sup> /h, 1 "

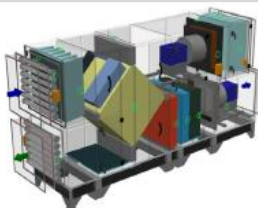
*Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení*

### Hlukové parametry zařízení

Oktávové pásmo	LwAokt [dB(A)]								ΣLwA [dB(A)]
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	42	47	65	59	61	53	48	51	67
Přívod - výtlak	49	57	76	77	87	79	75	75	89
Přívod - okolí	42	41	57	50	58	49	46	42	61
Odvod - sání	44	52	69	69	69	66	63	65	75
Odvod - výtlak	47	55	71	72	78	71	66	66	80
Odvod - okolí	41	41	56	50	55	48	45	41	60

Obr. 34 - Specifikace vzduchotechnické jednotky – hygienické zázemí

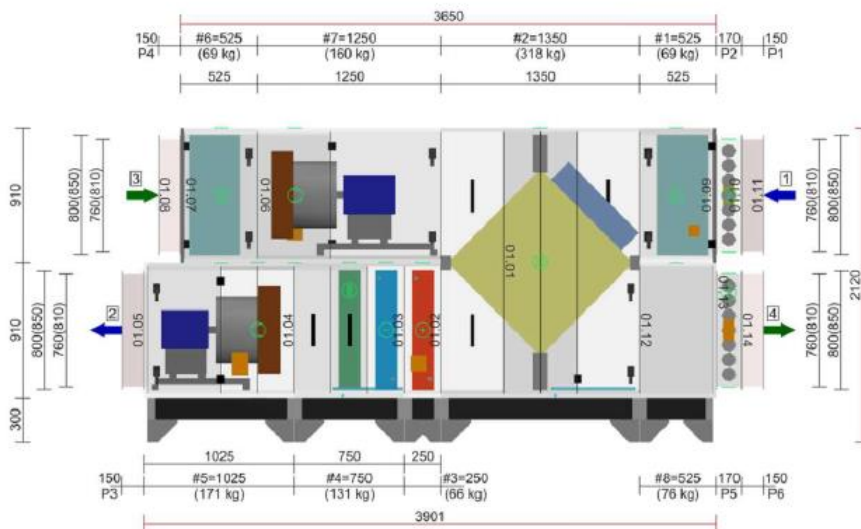
### Axonometrický pohled na zařízení



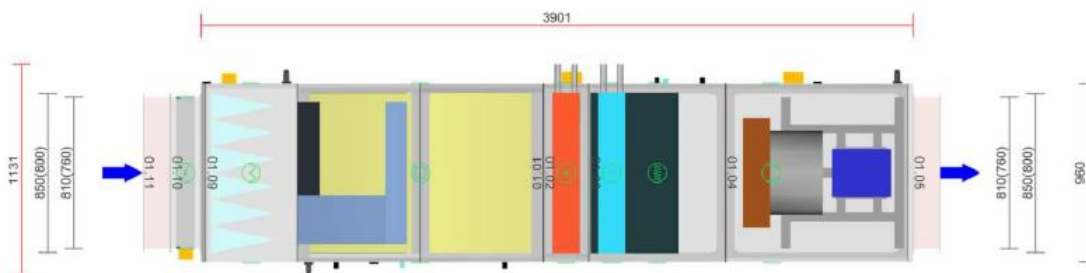
GRAFICKÉ POHLEDY

Bokorys servisní strany

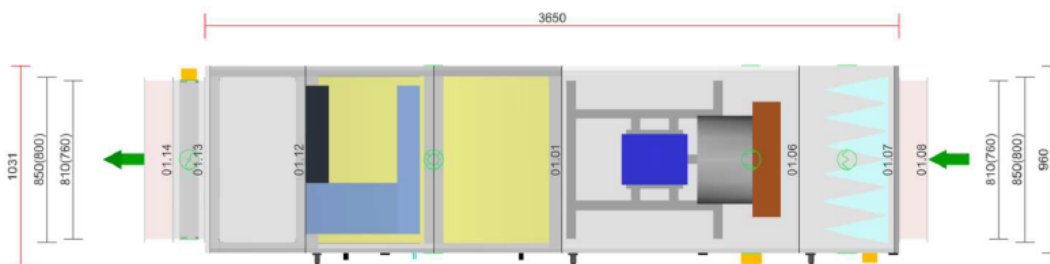
Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přívodní vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch



Půdorys přívodní větve

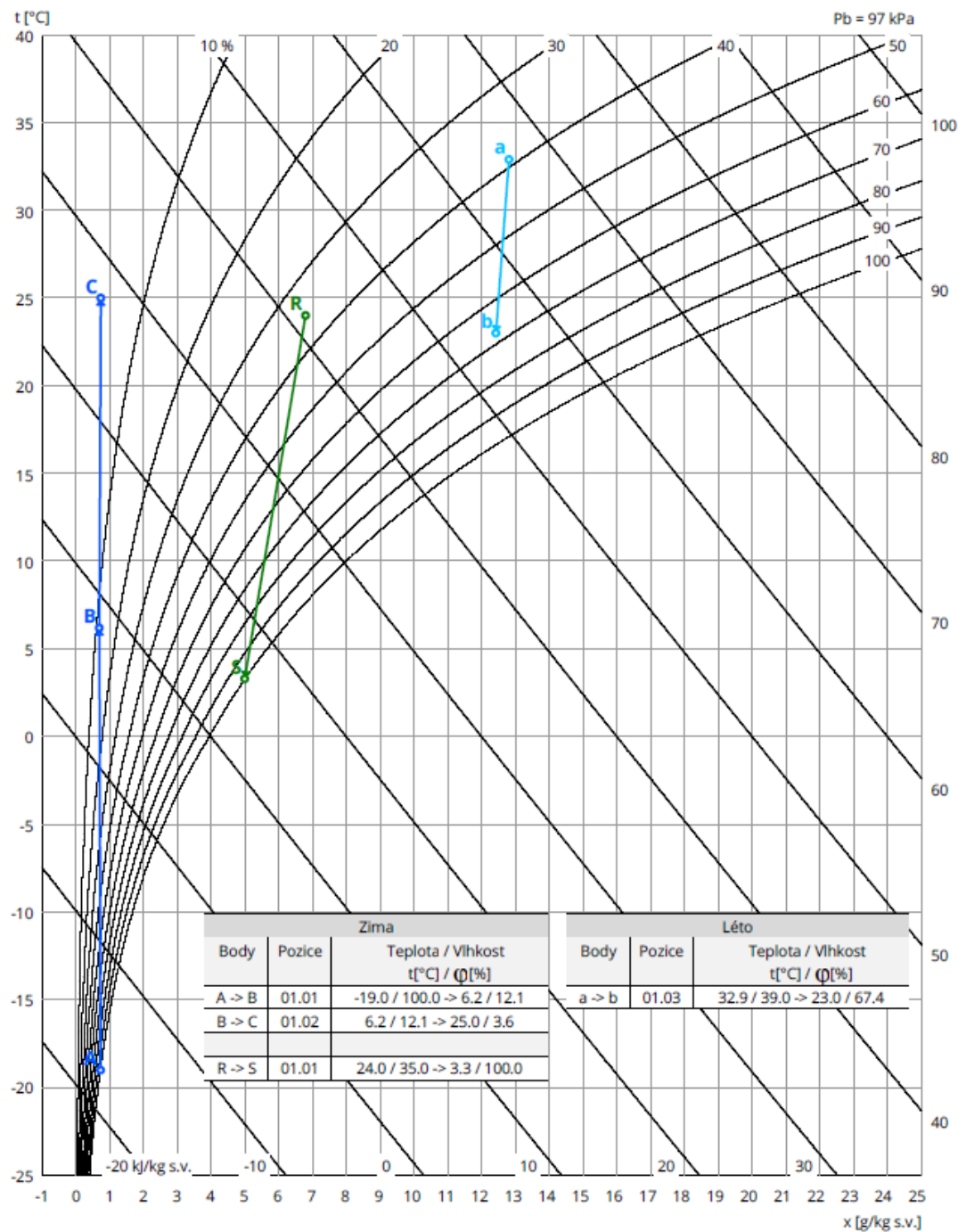


Půdorys odtahové větve



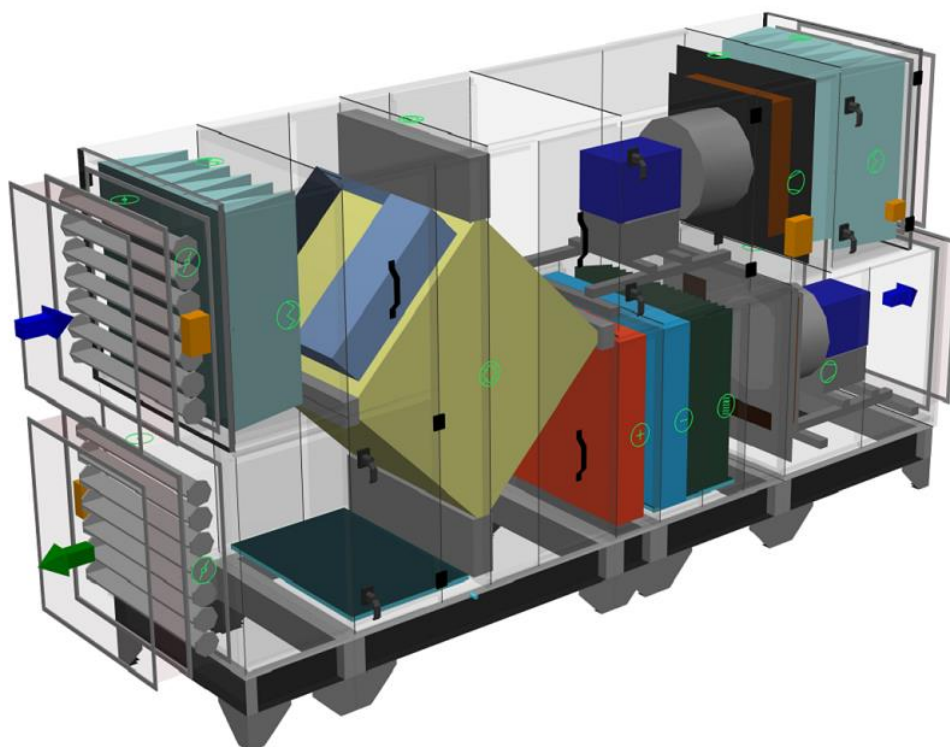
Obr. 35 - Grafické pohledy vzduchotechnické jednotky – hygienické zázemí

Psychrometrický diagram



Obr. 36 - Hx diagram – hygienické zázemí





Obr. 37 - axonometrický pohled na VZT jednotku – hygienické zázemí



## C.9. 3 VZDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA – BAZÉNOVÁ HALA

Pro návrh vzduchotechnických jednotek byl použit program AeroCad od firmy REMAK a. s. Vzduchotechnická jednotka č. 3 – Bazénová hala je navržena do vnitřního prostředí a je umístěna ve strojovně. Jednotka má označení AeroMaster XP 13. Její celková hmotnost je 1 465 kg. Jednotka byla navržena na vytápění i klimatizaci. Průtok vzduchu je 7 200 m<sup>3</sup>/h.

ID nabídky	
Projekt	[3] bazénová hala
Číslo / Název zařízení	01 / Bazénová hala
Určení jednotky	Standardní prostředí



### STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

#### Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	AeroMaster XP 13	
Řídicí jednotka VCS (Climatix)	Ne	
Hmotnost (+/-10%)	1 465 kg	
Umístění VZT jednotky	Vnitřní	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	

#### Model box AMXP3



	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	7200 m <sup>3</sup> /h	7200 m <sup>3</sup> /h
Externí tlaková rezerva	343 Pa	265 Pa
Rychlost v průřezu	2.27 m/s	2.27 m/s
Výkon motoru nominální	3.00 kW	1.50 kW
Typ motoru ventilátoru	AC motor	AC motor
Frekv. měnič součást dodávky	Ano (IP21)	Ano (IP21)
1. stupeň filtrace	M5 / ISO ePM 10 >60%	F7 / ISO ePM 1 50%
2. stupeň filtrace	F7 / ISO ePM 1 50%	-
SFP <sub>v</sub>	1351 W.m <sup>3</sup> .s	796 W.m <sup>3</sup> .s

#### Parametry pláště dle EN1886

	Mechanická stabilita	D2(M)
	Netěsnost skříně	L1(R)
	Termická izolace	T4(M)
	Faktor tepelných mostů	TB3(M)
SFP <sub>vAHU</sub>	2147 W.m <sup>3</sup> .s	Netěsnost mezi filtrem a rámem < 0,5 % (F9)

#### Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

	Na straně vzduchu		Na straně média
Přehřev	9.8 -> 25.0 °C	36.4 kW	70/39 °C, Voda, 0.5 kPa, 1.04 m <sup>3</sup> /h
Zpětný zisk tepla	-19.0 -> 9.8 °C	59 %, 66.4 kW	
Ohřev	25.0 -> 30.0 °C	11.4 kW	70/50 °C, Voda, 0.1 kPa, 0.50 m <sup>3</sup> /h, 1 1/2 "
Chlazení	32.9 -> 24.0 °C	20.8 kW	7/13 °C, Voda, 1.4 kPa, 2.97 m <sup>3</sup> /h, 1 1/2 "

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

#### Hlukové parametry zařízení

	LwAokt [dB(A)]								ΣLwA [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	38	47	66	64	63	60	54	51	70
Přívod - výtlač	45	51	69	70	76	62	54	49	78
Přívod - okolí	40	40	56	52	56	48	45	36	60
Odvod - sání	36	58	64	64	62	59	55	52	69
Odvod - výtlač	42	64	68	71	70	66	62	58	76
Odvod - okolí	36	50	52	49	48	43	41	33	57

Obr. 38 - Specifikace vzduchotechnické jednotky – bazénová hala

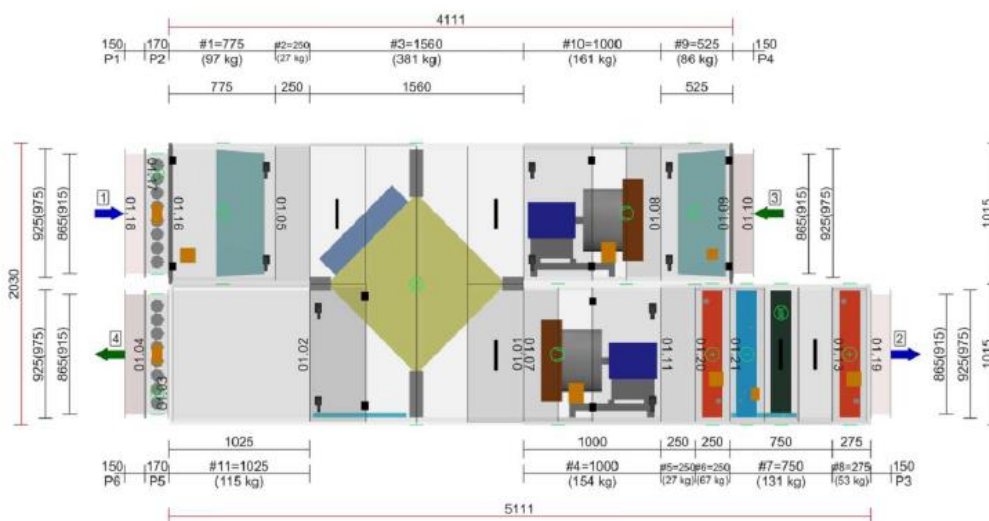
#### Axonometrický pohled na zařízení



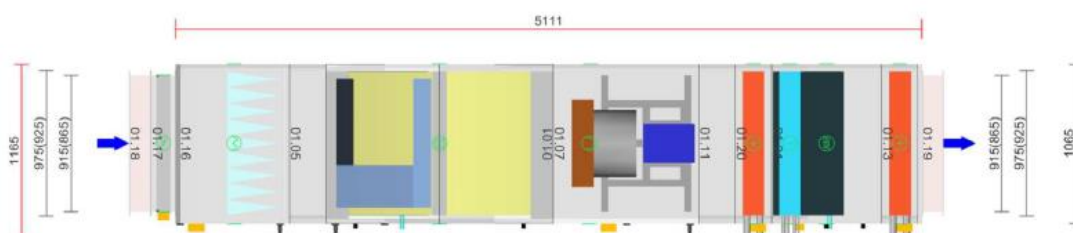
**GRAFICKÉ POHLEDY**

**Bokorys servisní strany**

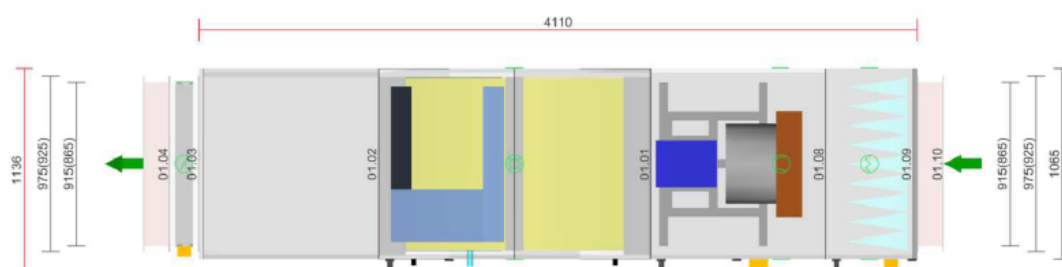
Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přívodní vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch



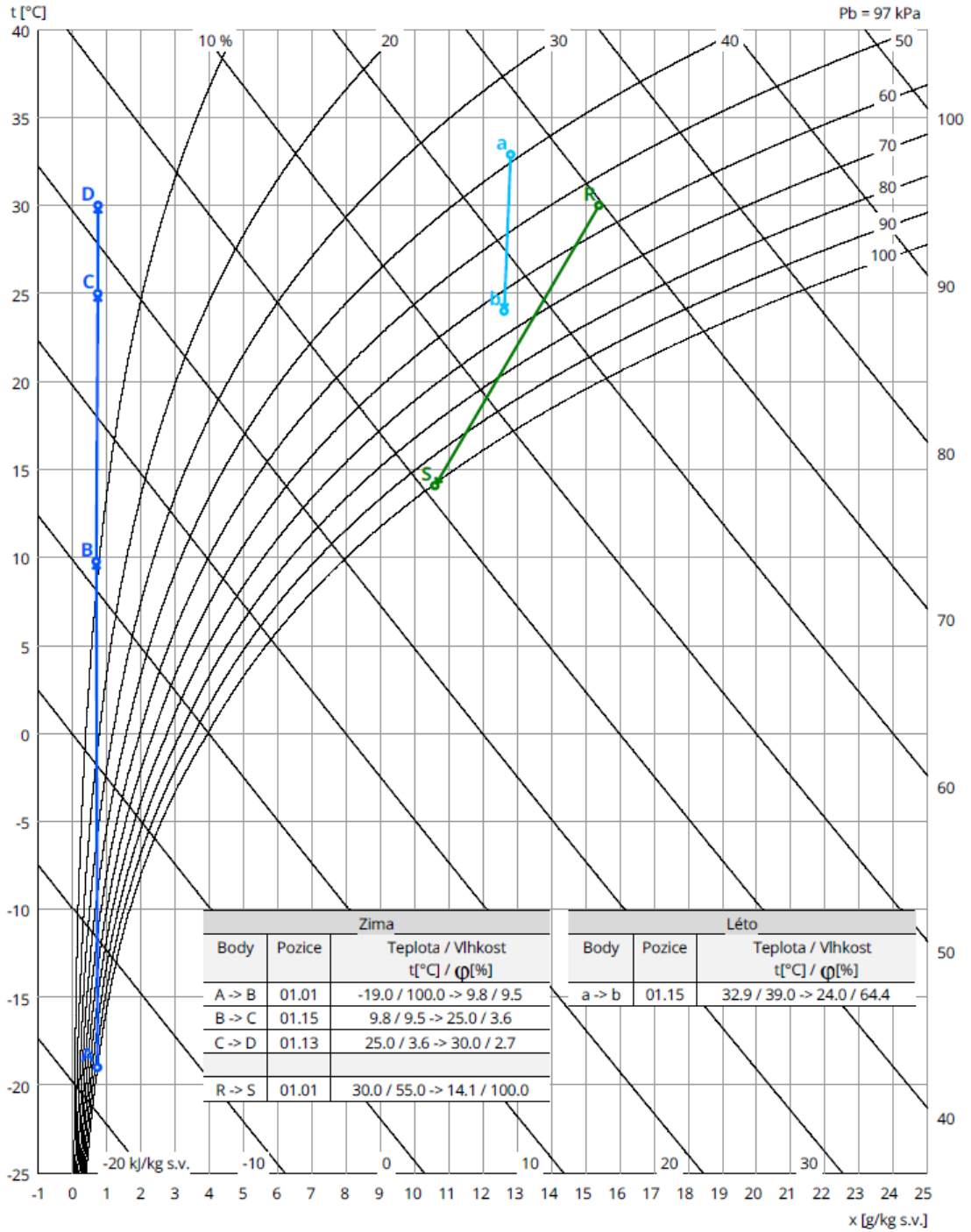
**Půdorys přívodní větve**



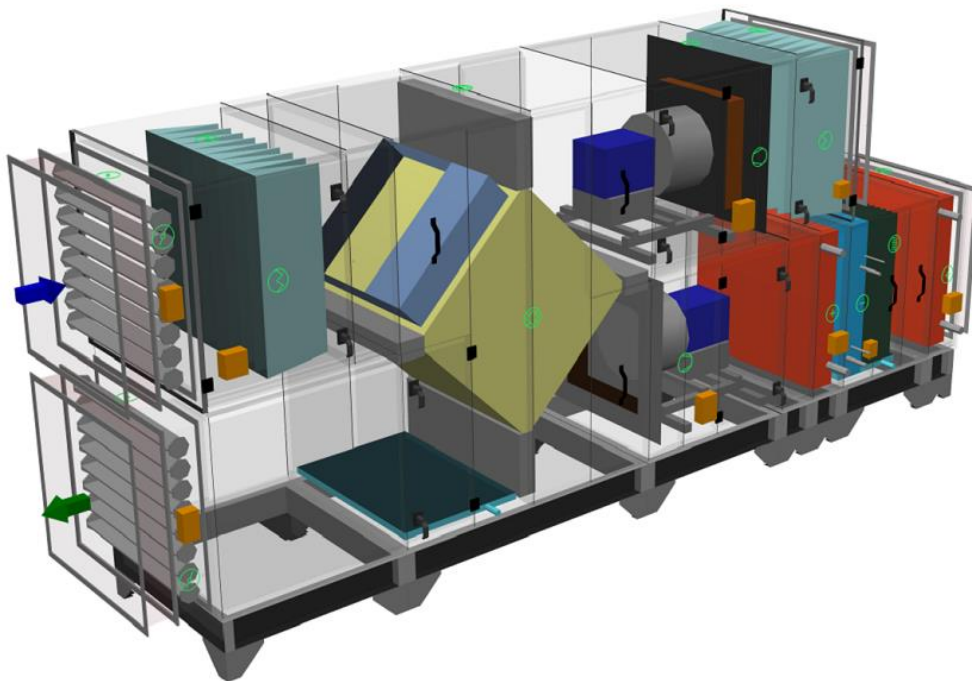
**Půdorys odtahové větve**



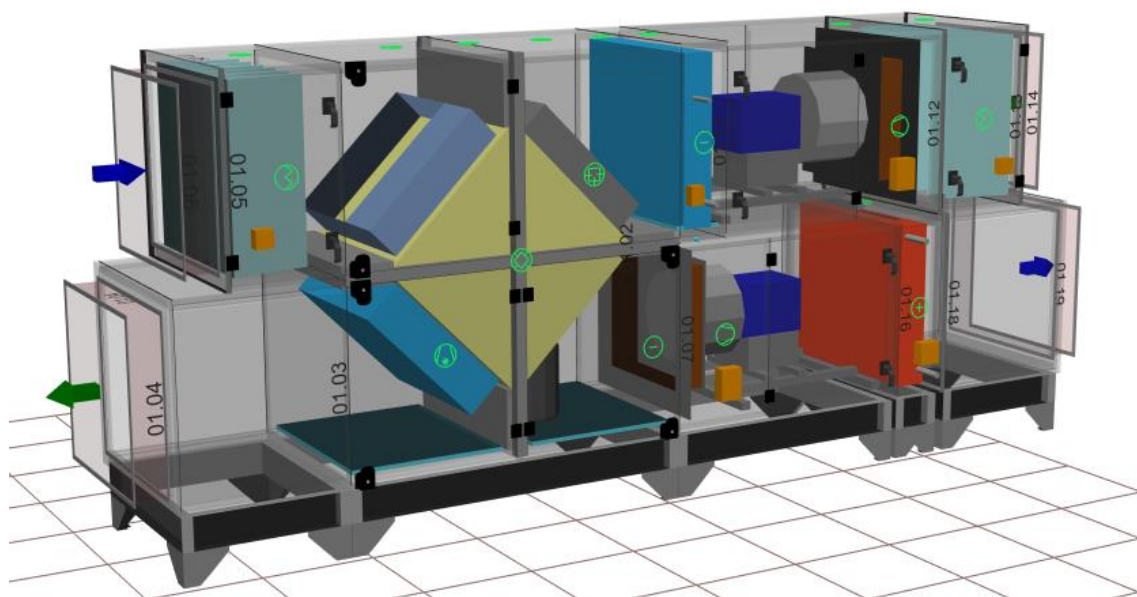
Psychrometrický diagram



Obr. 40 - Hx diagram – bazénová hala



Obr. 41 - axonometrický pohled na VZT jednotku – bazénová hala



Obr. 42 - axonometrický pohled na VZT jednotku – bazénová hala (varianta 2)

# C10 – ÚTLUM HLUKU

## Součtová hladina frekvencí a sčítání zdrojů hluku

$$L_s = 10 \log (10^{(0,1 * L_1)} + 10^{(0,1 * L_2)} + 10^{(0,1 * L_n)} ) [dB] \quad (3.5)$$

- $L$  – hladina akustického výkonu zdroje [dB]
- $n$  – počet zdrojů [-]

## Součtová hladina frekvencí a sčítání zdrojů hluku

$$D_{1,2} = 10 \log \frac{\Sigma S_{odb}}{S_{odb1}} [dB] \quad (3.6)$$

- $S_{odb}$  – plocha všech větví [ $m^2$ ]
- $S_{odb1}$  – plocha odbočující větve [ $m^2$ ]

## Útlum koncovým odrazem

$$D_3 = 10 \log \left[ 1 + \left( \frac{c}{\pi * f * d} \right)^{1,88} \right] [dB] \quad (3.7)$$

$$d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} [m] \quad (3.8)$$

- $c$  – rychlost zvuku [m/s]
- $f$  – frekvence [Hz]
- $d$  – rovnocenný průměr otvoru [m]
- $A$  – plocha otvoru [ $m^2$ ]

## Korekce počtu vyústek

$$K_1 = 10 \log(n_p) [dB] \quad (3.9)$$

- $n_p$  – počet vyústek [ks]

## Hladina akustického výkonu všech vyústek

$$L_{w,s} = L_s + K_1 [dB] \quad (4.0)$$

- $L_s$  – součtová hladina frekvencí a sčítání zdrojů hluku [dB]

## Šíření zvuku v místnosti

$$L_p = L_{w,s} + 10 \log \left( \frac{Q}{4 * \pi * r^2} + \frac{4}{A} \right) [dB] \quad (4.1)$$

$$A = \alpha * S \quad (4.2)$$

- S – plocha konstrukcí obklopující místnost [m<sup>2</sup>]
- $\alpha$  – součinitel absorpce [-]
- A – pohltivá plocha [m<sup>2</sup>]
- Q – směrový činitel [-]
- r – vzdálenost zdroje hluku od posluchače [m]

Tab. 23 – útlum hluku – tenisové kurty

PŘÍVOD VZDUCHU ZAŘ. 1 - INTERIÉR											
ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávních pásmech									
		32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	souč. hladina
L <sub>w</sub>	<b>Hluk ventilátoru</b>										
L <sub>w</sub>	Hladina akustického výkonu zdroje 1	0	56	65	86	86	91	85	82	62	<b>94</b>
K <sub>a</sub>	Hladina akustického výkonu zdroje 2 (TLUMIČ)	50,9	45,7	41,8	39,1	36,1	31,7	26,2	20,3	14,3	<b>37,6</b>
L <sub>w</sub>	součet	0	56	65	86	86	91	85	82	62	<b>94</b>
D <sub>p</sub>	<b>Přirozený útlum</b>										
	rovné potrubí (15,4m)	0	0	9	5	2	2	2	2	2	
	oblouky (3ks)	0	0	0	3	6	9	9	9	9	
	Odbočka k vyústce (1ks)	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	
	Útlum koncovým odrazem	20	15	9	5	2	0	0	0	0	
	<b>útlum tlumič hluku 1</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>16</b>	<b>29</b>	<b>41</b>	<b>34</b>	<b>26</b>	<b>17</b>	
	<b>útlum tlumiče hluku 1 (např. ohebné potr.)</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	
L <sub>v1</sub>	Hladina akustického výkonu ve vyústce	0	32	33	54	44	36	37	42	31	<b>55</b>
L <sub>vy</sub>	Hladina akustického výkonu vyústky										28
K	Korekce na počet vyústek							počet vyústek:	20		13
L <sub>s</sub>	Hladina akustického výkonu všech vyústek										68

**ODVOD VZDUCHU ZAŘ. 1 - INTERIÉR**

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech										
		frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Součet
L <sub>v</sub>	<b>Hluk ventilátoru</b>											
L <sub>v</sub>	Hladina akustického výkonu zdroje 1	0	49	63	78	76	75	73	71	79	<b>84</b>	
K <sub>a</sub>	Hladina akustického výkonu zdroje 2 (TLUMIČ)	50,9	45,7	41,8	39,1	36,1	31,7	26,2	20,3	14,3	<b>37,6</b>	
L <sub>v</sub>	součet	0	51	63	78	76	75	73	71	79	<b>84</b>	
D <sub>p</sub>	<b>Přirozený útlum</b>											
	rovné potrubí (15,4)	0	0	9	5	2	2	2	2	2		
	oblouky (3ks)	0	0	0	3	6	9	9	9	9		
	Odbočka k vyústce (1ks)	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8		
	Útlum koncovým odrazem	13	8	4	1	0	0	0	0	0		
	<b>útlum tlumič hluku 1</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>16</b>	<b>29</b>	<b>41</b>	<b>34</b>	<b>26</b>	<b>17</b>		
	<b>útlum tlumiče hluku 1 (např. ohebné potr.)</b>	<b>0,0</b>	<b>10,5</b>	<b>17,5</b>	<b>23,0</b>	<b>19,0</b>	<b>15,0</b>	<b>11,0</b>	<b>14,0</b>	<b>8,5</b>		
L <sub>v1</sub>	Hladina akustického výkonu ve vyústce	0	22	18	26	16	4	13	16	39	<b>39</b>	
L <sub>vy</sub>	Hladina akustického výkonu vyústky										26	
K	Korekce na počet vyústek							počet vyústek:	13		11	
L <sub>s</sub>	Hladina akustického výkonu všech vyústek										50	
L <sub>s</sub>	Hladina akustického výkonu všech vyústek										68	
Q	směrový činitel										1	
r	vzdálenost od vyústky k posluchači										5	
A	pohltivá plocha místnosti							plocha všech povrchů místnosti (m <sup>2</sup> )	5638,7	pohltivost (-)	0,1	564
L <sub>so</sub>	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										<b>48</b>	
L <sub>p,A</sub>	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										<b>50</b>	



Tab. 24 - útlum hluku – hygienické zázemí

PŘÍVOD VZDUCHU ZAŘ. 2 - INTERIÉR											
ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávo- vých pásmech									
		32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	souč. hladina
L <sub>w</sub>	<b>Hluk ventilátoru</b>										
L <sub>w</sub>	Hladina akustického výkonu zdroje 1	0	49	57	76	77	87	79	75	75	<b>89</b>
K <sub>a</sub>	Hladina akustického výkonu zdroje 2 (TLUMIČ)	61,3	55,5	50,2	46,0	42,7	38,8	33,7	28,0	22,0	<b>0,0</b>
L <sub>w</sub>	součet	0	56	58	76	77	87	79	75	75	<b>89</b>
D <sub>p</sub>	<b>Přirozený útlum</b>										
	Rovné potrubí (8,5 m)	0	0	5	3	1	1	1	1	1	
	Oblouky (2ks)	0	0	0	0	2	4	6	6	6	
	Odbočka k vyústce (1ks)	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	
	Útlum koncovým odrazem	14	9	5	2	1	0	0	0	0	
	<b>útlum tlumič hluku 1</b>	6	7	11	16	29	41	34	26	17	
	<b>útlum tlumiče hluku 1 (např. ohebné potr.)</b>	<b>0,0</b>	<b>11,5</b>	<b>19,0</b>	<b>25,0</b>	<b>20,5</b>	<b>16,0</b>	<b>12,0</b>	<b>15,0</b>	<b>9,0</b>	
L <sub>v1</sub>	Hladina akustického výkonu ve vyústce	0	26	15	27	20	22	23	24	39	<b>40</b>
L <sub>vy</sub>	Hladina akustického výkonu vyústky										20
K	Korekce na počet vyústek						počet vyústek:		2	3	
L <sub>s</sub>	Hladina akustického výkonu všech vyústek										43

ODVOD VZDUCHU ZAŘ. 2 - INTERIÉR											
ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávo- vých pásmech									
		32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L <sub>w</sub>	<b>Hluk ventilátoru</b>										
L <sub>w</sub>	Hladina akustického výkonu zdroje 1	0	44	52	69	69	70	66	63	65	<b>75</b>
K <sub>a</sub>	Hladina akustického výkonu zdroje 2 (TLUMIČ)	61,3	55,5	50,2	46,0	42,7	38,8	33,7	28,0	22,0	<b>0,0</b>
L <sub>w</sub>	součet	0	56	54	69	69	70	66	63	65	<b>76</b>
D <sub>p</sub>	<b>Přirozený útlum</b>										



	Rovné potrubí (12,1 m)	0	0	3	3	2	1	1	1	1	
	Oblouky (2ks)	0	0	0	0	4	8	12	12	12	
	Odbočka k vyústce (1ks)	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	
	Útlum koncovým odrazem	14	8	4	1	0	0	0	0	0	
	<b>útlum tlumič hluku 1</b>	6	7	11	16	29	41	34	26	17	
	<b>útlum tlumiče hluku 1 (např. ohebné potr.)</b>	<b>0,0</b>	<b>11,5</b>	<b>19,0</b>	<b>25,0</b>	<b>20,5</b>	<b>16,0</b>	<b>12,0</b>	<b>15,0</b>	<b>9,0</b>	
L <sub>v1</sub>	Hladina akustického výkonu ve vyústce	0	26	14	21	11	1	4	6	23	<b>23</b>
L <sub>vy</sub>	Hladina akustického výkonu vyústky										20
K	Korekce na počet vyústek							počet vyústek:	1	0	
L <sub>s</sub>	Hladina akustického výkonu všech vyústek										25

L <sub>s</sub>	Hladina akustického výkonu všech vyústek										43
----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

Q	směrový činitel							2
r	vzdálenost od vyústky k posluchači							2,5
A	pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů místnosti (m <sup>2</sup> )	234,8820	pohltivost (-)	0,2	47		
L <sub>so</sub>	Hladina akustického tlaku v místě posluchače							<b>33</b>
L <sub>p,A</sub>	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti							<b>50</b>

Tab. 25 - útlum hluku – bazénová hala

PŘÍVOD VZDUCHU ZAŘ. 3 - INTERIÉR											
ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávních pásmech									
		32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	souč. hladina
L <sub>vv</sub>	<b>Hluk ventilátoru</b>										
L <sub>vv</sub>	Hladina akustického výkonu zdroje 1	0	56	65	86	86	91	85	82	62	<b>94</b>
K <sub>a</sub>	Hladina akustického výkonu zdroje 2 (TLUMIČ)	47,5	41,7	36,7	32,6	28,5	23,4	17,7	11,8	58,0	<b>59</b>
L <sub>vv</sub>	součet	0	56	65	86	86	91	85	82	63	<b>94</b>
D <sub>p</sub>	<b>Přirozený útlum</b>										
	Rovné potrubí (38,5 m)	0	0	23	12	6	6	6	6	6	
	Oblouky (4ks)	0	0	0	4	8	12	12	12	12	
	Odbočka k vyústce (1ks)	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	
	Útlum koncovým odrazem	13	8	4	2	1	0	0	0	0	
	<b>útlum tlumič hluku 1</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>16</b>	<b>29</b>	<b>41</b>	<b>34</b>	<b>26</b>	<b>17</b>	
	<b>útlum tlumiče hluku 1 (např. ohebné potr.)</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	
L <sub>v1</sub>	Hladina akustického výkonu ve vyústce	0	38	24	49	39	29	30	35	25	<b>50</b>
L <sub>vy</sub>	Hladina akustického výkonu vyústky										18
K	Korekce na počet vyústek							počet vyústek:	18	13	
L <sub>s</sub>	Hladina akustického výkonu všech vyústek										62

ODVOD VZDUCHU ZAŘ. 3 - INTERIÉR											
ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávních pásmech									
		32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L <sub>vv</sub>	<b>Hluk ventilátoru</b>										
L <sub>vv</sub>	Hladina akustického výkonu zdroje 1	0	49	63	78	76	75	73	71	79	<b>84</b>
K <sub>a</sub>	Hladina akustického výkonu zdroje 2 (TLUMIČ)	47,5	41,7	36,7	32,6	28,5	23,4	17,7	11,8	58,0	<b>59</b>
L <sub>vv</sub>	součet	0	50	63	78	76	75	73	71	79	<b>84</b>
D <sub>p</sub>	<b>Přirozený útlum</b>										
	Rovné potrubí (43,7 m)	0	0	26	13	6	6	6	6	6	
	Oblouky (3ks)	0	0	0	2	4	8	12	12	12	
	Odbočka k vyústce (1ks)	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	
	Útlum koncovým odrazem	14	9	5	2	1	0	0	0	0	

	<b>útlum tlumič hluku 1</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>16</b>	<b>29</b>	<b>41</b>	<b>34</b>	<b>26</b>	<b>17</b>	
	<b>útlum tlumiče hluku 1 (např. ohebné potr.)</b>	<b>0,0</b>	<b>10,5</b>	<b>17,5</b>	<b>23,0</b>	<b>19,0</b>	<b>15,0</b>	<b>11,0</b>	<b>14,0</b>	<b>8,5</b>	
L <sub>v1</sub>	Hladina akustického výkonu ve vyústce	0	20	1	19	14	2	7	10	33	<b>21</b>
L <sub>vy</sub>	Hladina akustického výkonu vyústky										20
K	Korekce na počet vyústek							počet vyústek:	9	10	
L <sub>s</sub>	Hladina akustického výkonu všech vyústek										33

L <sub>s</sub>	Hladina akustického výkonu všech vyústek										62
----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

Q	směrový činitel										2
r	vzdálenost od vyústky k posluchači										3
A	pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů místnosti (m <sup>2</sup> )					783	pohltivost (-)		0,1	78
L <sub>so</sub>	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										<b>50</b>
L <sub>p,A</sub>	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										<b>50</b>

VÝTLAK – ZAŘÍZENÍ Č. 1 + 2 + 3											
ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech									
		32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	souč. hladina
L <sub>w</sub>	<b>Hluk ventilátoru</b>										
L <sub>w1</sub>	Hladina akustického výkonu zdroje 1	0	55	66	80	81	83	77	75	78	<b>88</b>
L <sub>w2</sub>	Hladina akustického výkonu zdroje 2	0	47	55	71	72	78	71	66	66	<b>81</b>
L <sub>w3</sub>	Hladina akustického výkonu zdroje 3	0	39	62	66	71	70	66	62	58	<b>75</b>
L <sub>w4</sub>	Hladina akustického výkonu zdroje 4 (Tlumič)	63,1	57,8	54,0	51,8	49,8	46,6	41,7	36,0	30,1	<b>65</b>
L <sub>w</sub>	součet	0	60	68	81	82	84	78	76	78	89
D <sub>p</sub>	<b>Přirozený útlum</b>										
	rovné potrubí (22,1m)	0	0	13	10	3	3	3	3	3	
	oblouky (5ks)	0	0	5	5	10	15	15	15	15	
	Odbočka k výustce (0ks)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Odbočka z hlavní větve (1 ks)	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	
	Útlum koncovým odrazem	12	7	3	3	3	1	0	0	0	
	<b>útlum tlumič hluku 1</b>	8	4	2	1	0	0	0	0	0	
	<b>útlum tlumiče hluku 1 (např. ohebné potr.)</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	
L <sub>v1</sub>	Hladina akustického výkonu v přírodním potrubí	0	53	47	63	66	65	60	58	60	<b>71</b>
Q	směrový činitel										2
r	vzdálenost od žaluzie k sousední budově										15
L <sub>p</sub>	Hladina akustického tlaku v místě sousední budovy										<b>39</b>
L <sub>p,A</sub>	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v exteriéru										<b>50</b>

SÁNÍ – ZAŘÍZENÍ Č. 1 + 2 + 3											
ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech									
		32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	souč. hladina
L <sub>w</sub>	<b>Hluk ventilátoru</b>										
L <sub>w1</sub>	Hladina akustického výkonu zdroje 1	0	46	56	74	64	64	59	56	62	<b>75</b>
L <sub>w2</sub>	Hladina akustického výkonu zdroje 2	0	42	47	65	59	61	53	48	51	<b>68</b>
L <sub>w3</sub>	Hladina akustického výkonu zdroje 3	0	38	47	66	64	63	60	54	51	<b>70</b>

L <sub>w</sub>	součet	0	48	57	75	68	68	63	59	63	<b>77</b>
D <sub>p</sub>	<b>Přirozený útlum</b>										
	rovné potrubí (10,4m)	0	0	6	3	2	2	2	2	2	
	oblouky (2ks)	0	0	2	4	6	6	6	6	6	
	Odbočka k vyústce (0ks)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Odbočka z hlavní větve (2 ks)	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	
	Útlum koncovým odrazem	8	4	2	1	0	0	0	0	0	
	<b>útlum tlumiče hluku 1 (např. ohebné potr.)</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	
L <sub>v1</sub>	Hladina akustického výkonu v přívodním potrubí	0	40	49	66	57	57	53	48	52	<b>67</b>
L <sub>w,s</sub>	Hladina akustického výkonu										72
Q	směrový činitel										2
r	vzdálenost od žaluzie k sousední budově										15
L <sub>p</sub>	Hladina akustického tlaku v místě sousední budovy										<b>41</b>
L <sub>p,A</sub>	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v exteriéru										<b>50</b>

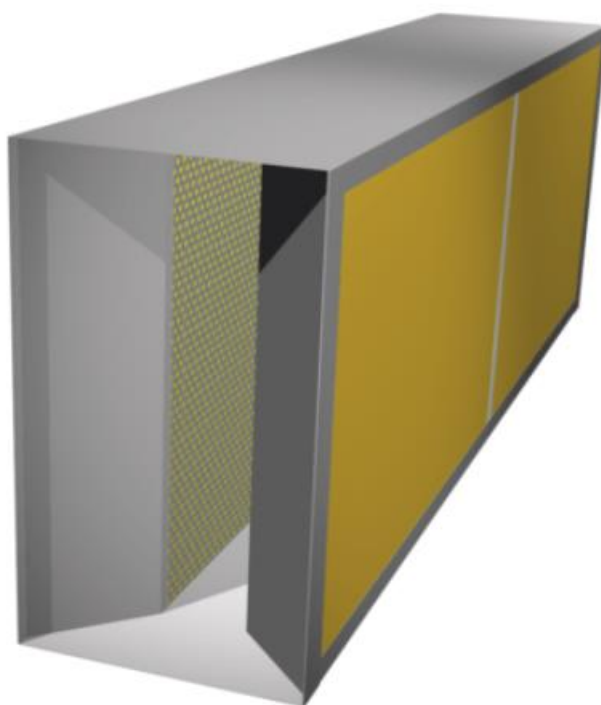
Maximální hodnota hladiny akustického tlaku v exteriéru (okolí budovy ve vzdálenosti 15 m je ve dne 50 dB a v noci 40 dB). V noci nebudou na pracovišti přítomni lidé, proto bude výkon VZT jednotky snížen na 60 %. Není tedy nutné navrhovat tlumič hluku na straně exteriéru. V interiéru byl navržen tlumič hluku na odvodní i přívodním potrubí všech vzduchotechnických jednotek. Dále byl tlumič navržen na výtlaku. Na sání hladina akustického tlaku vyhověla.

## C.10. 1 NÁVRH TLUMIČŮ

K návrhu tlumičů na přívodní i odvodní potrubí všech vzduchotechnických jednotek byl použit program od společnosti Greif-akustika s. r. o.. Z důvodu bezpečného výběru tlumiče nebylo přihlíženo k přirozený útlumům. Tlumiče byly navrženy tak, aby splňovaly nařízení vlády č. 272/2011 Sb.

Tlak vzduchu byl převzat z Českého hydrometeorologického ústavu pro město Zruč nad Sázavou ke dni 30. 3. 2021.

Délka tlumiče byla zvolena na přívodním i odvodním potrubí 1000 mm. Všechny buňkové tlumiče jsou typu „G“ – standartní provedení s děrovaným plechem.



Obr. 43 – Buňkový tlumič typu „G“ <sup>(20)</sup>

## Návrh buňkových tlumičů G / GE / GH

Zadejte název projektu

Zadejte název tlumiče

### Tlaková ztráta:

dp <sub>t</sub>	=			<b>35 Pa</b>
Q	13 000	m <sup>3</sup> /h	celkový průtok vzduchu tlumičem	
a	750	mm	šířka potrubí (odpovídá násobkům šířky buňky)	
b	1 500	mm	výška potrubí (skladem v násobcích 500 mm)	
L	1 000	mm	délka tlumiče (1000, 1500 nebo 2000), atypy na vyžádání	
typ	G	-	zadejte typ tlumiče "G", "GE" nebo "GH"	
š	250	mm	šířka buňky (200, 250, 300, 400, 500)	
dz <sub>1</sub>	0,10	-	bez náběhu dz <sub>1</sub> =1, s náběhem dz <sub>1</sub> =0,1	
dz <sub>2</sub>	0,70	-	bez výběhu dz <sub>2</sub> =1, s výběhem dz <sub>2</sub> =0,7	
t	20,0	°C	teplota vzduchu (-50 až 200°C)	
p	103 200	Pa	statický tlak v potrubí (98000 až 110000 Pa)	
res	20 %	%	rezerva na místní podmínky	
ro	1,23	kg/m <sup>3</sup>	hustota vzduchu	
w	3,21	m/s	rychlost proudění vzduchu v profilu a x b	
n	3	ks	počet buněk v řadě vedle sebe (= a/š)	
s	90	mm	průtočná mezera v buňce	
w <sub>i</sub>	8,92	m/s	rychlost proudění uvnitř v tlumiči	
dz <sub>s</sub>	2,46	-	součinitel tlakové ztráty pro náběh a výběh	
dz <sub>r</sub>	2,14	-	součinitel tlakové ztráty třením v tlumiči	
dz <sub>c</sub>	4,60	-	celkový součinitel tlakové ztráty tlumiče (dz <sub>s</sub> +dz <sub>r</sub> )	
c	343,29	m/s	rychlost zvuku ve vzduchu při teplotě t	
Ma	0,03	-	Machovo číslo	
S	0,41	m <sup>2</sup>	plocha nejmenšího průtočného průřezu buňkového tlumiče	
H	1,50	m	největší příčný rozměr potrubí	
delta	0,02	-	spektrální obsah vysokých kmitočtů	
W <sub>0</sub>	1,00	W	referenční výkon	
B	63,00	dB	konstanta tlumiče	

Výpočet je proveden dle ČSN EN ISO 14163, odhad nepřesnosti ± 10%

### Vlastní hluk:

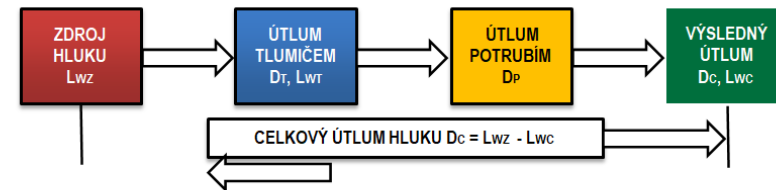
f	Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	L <sub>WT-A</sub>
L <sub>WT-Lin</sub>	dB	50,9	45,7	41,8	39,1	36,1	31,7	26,2	20,3	14,3	37,6

Výpočet je proveden dle ČSN EN ISO 14163, odhad nepřesnosti ± 3 dB

### Útlum a váha buňkového tlumiče:

f	Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	M
D <sub>T</sub>	dB	6,0	7,0	11,0	16,0	29,0	41,0	34,0	26,0	17,0	kg/ks
2sigR	dB	±7	±6	±4	±4	±4	±4	±4	±4	±7	11,0

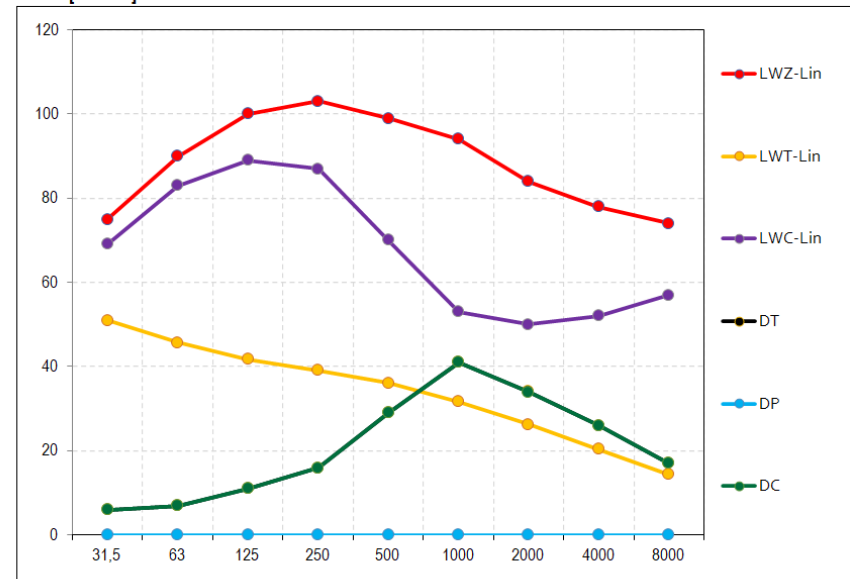
### Zatlumení zdroje - koncepce výpočtu:



### Zatlumení zdroje - výpočet:

f	Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A
LWZ-Lin	dB	75,0	90,0	100,0	103,0	99,0	94,0	84,0	78,0	74,0	99,9
D <sub>T</sub>	dB	6,0	7,0	11,0	16,0	29,0	41,0	34,0	26,0	17,0	-
LWT-Lin	dB	50,9	45,7	41,8	39,1	36,1	31,7	26,2	20,3	14,3	37,6
D <sub>P</sub>	dB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
LWC-Lin	dB	69,1	83,0	89,0	87,0	70,0	53,0	50,0	52,0	57,0	79,8
D <sub>c</sub>	dB	5,9	7,0	11,0	16,0	29,0	41,0	34,0	26,0	17,0	20,1

### Graf - [dB / Hz]:



### Závěrečné shrnutí výsledků:

Instalační rozměr potrubí	750 x 1500 - 1000	Počet buněk v tlumiči	9 ks
Označení tlumiče	G250x500x1000.1	Hmotnost bez potrubí	99 kg
Brutto cena buňkových tlumičů bez potrubí (bez DPH, EXW Uhlířské Janovice)			10 305 Kč

Obr. 44 – Návrh tlumiče tenisové kurty – přívodní potrubí, odvodní potrubí

## Návrh buňkových tlumičů G / GE / GH

Zadejte název projektu

Zadejte název tlumiče

## Tlaková ztráta:

dp <sub>t</sub>	=		40 Pa
Q	6 200	m <sup>3</sup> /h	celkový průtok vzduchu tlumičem
a	500	mm	šířka potrubí (odpovídá násobkům šířky buňky)
b	1 000	mm	výška potrubí (skladem v násobcích 500 mm)
L	1 000	mm	délka tlumiče (1000, 1500 nebo 2000), atypy na vyžádání
typ	G	-	zadejte typ tlumiče "G", "GE" nebo "GH"
š	250	mm	šířka buňky (200, 250, 300, 400, 500)
dz <sub>1</sub>	0,10	-	bez náběhu dz <sub>1</sub> =1, s náběhem dz <sub>1</sub> =0,1
dz <sub>2</sub>	0,70	-	bez výběhu dz <sub>2</sub> =1, s výběhem dz <sub>2</sub> =0,7
t	24,0	°C	teplota vzduchu (-50 až 200°C)
p	103 200	Pa	statický tlak v potrubí (98000 až 110000 Pa)
res	20 %	%	rezerva na místní podmínky
ro	1,21	kg/m <sup>3</sup>	hustota vzduchu
w	3,44	m/s	rychlost proudění vzduchu v profilu a x b
n	2	ks	počet buněk v řadě vedle sebe (= a/š)
s	90	mm	průtočná mezera v buňce
w <sub>i</sub>	9,57	m/s	rychlost proudění uvnitř v tlumiči
dz <sub>s</sub>	2,46	-	součinitel tlakové ztráty pro náběh a výběh
dz <sub>r</sub>	2,14	-	součinitel tlakové ztráty třením v tlumiči
dz <sub>c</sub>	4,60	-	celkový součinitel tlakové ztráty tlumiče (dz <sub>s</sub> +dz <sub>r</sub> )
c	345,63	m/s	rychlost zvuku ve vzduchu při teplotě t
Ma	0,03	-	Machovo číslo
S	0,18	m <sup>2</sup>	plocha nejmenšího průtočného průřezu buňkového tlumiče
H	1,00	m	největší příčný rozměr potrubí
delta	0,02	-	spektrální obsah vysokých kmitočtů
W <sub>0</sub>	1,00	W	referenční výkon
B	63,00	dB	konstanta tlumiče

Výpočet je proveden dle ČSN EN ISO 14163, odhad nepřesnosti ± 10%

## Vlastní hluk:

f	Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	LWT-A
LWT-Lin	dB	52,5	46,8	42,0	38,3	34,9	30,4	25,0	19,1	13,1	36,6

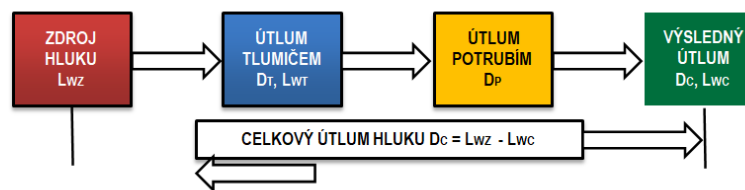
Výpočet je proveden dle ČSN EN ISO 14163, odhad nepřesnosti ± 3 dB

## Útlum a váha buňkového tlumiče:

f	Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	M
D <sub>T</sub>	dB	6,0	7,0	11,0	16,0	29,0	41,0	34,0	26,0	17,0	kg/ks
2sigR	dB	±7	±6	±4	±4	±4	±4	±4	±4	±7	11,0

f	Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	M
D <sub>T</sub>	dB	6,0	7,0	11,0	16,0	29,0	41,0	34,0	26,0	17,0	kg/ks
2sigR	dB	±7	±6	±4	±4	±4	±4	±4	±4	±7	11,0

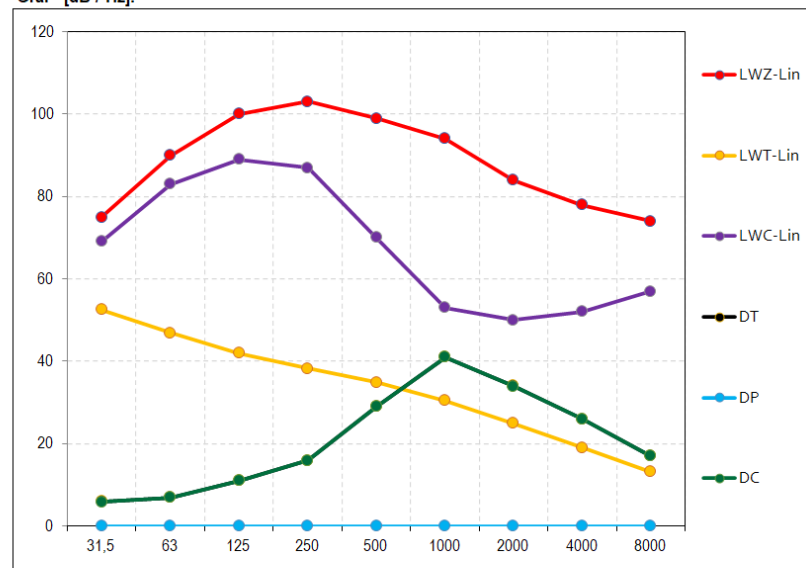
## Zatlušení zdroje - koncepce výpočtu:



## Zatlušení zdroje - výpočet:

		Zadejte tvar hlukového spektra (L = lineární, A = korigované)										L
f	Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A	
LWZ-Lin	dB	75,0	90,0	100,0	103,0	99,0	94,0	84,0	78,0	74,0	99,9	
D <sub>T</sub>	dB	6,0	7,0	11,0	16,0	29,0	41,0	34,0	26,0	17,0	-	
LWT-Lin	dB	52,5	46,8	42,0	38,3	34,9	30,4	25,0	19,1	13,1	36,6	
D <sub>P</sub>	dB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	
LWC-Lin	dB	69,1	83,0	89,0	87,0	70,0	53,0	50,0	52,0	57,0	79,8	
D <sub>c</sub>	dB	5,9	7,0	11,0	16,0	29,0	41,0	34,0	26,0	17,0	20,1	

## Graf - [dB / Hz]:



## Závěrečné shrnutí výsledků:

Instalační rozměr potrubí	500 x 1000 - 1000	Počet buněk v tlumiči	4 ks
Označení tlumiče	G250x500x1000.1	Hmotnost bez potrubí	44 kg
Brutto cena buňkových tlumičů bez potrubí (bez DPH, EXW Uhlířské Janovice)			4 580 Kč

Instalační rozměr potrubí	1000 x 1000 - 1000	Počet buněk v tlumiči	8 ks
Označení tlumiče	G250x500x1000.1	Hmotnost bez potrubí	88 kg
Brutto cena buňkových tlumičů bez potrubí (bez DPH, EXW Uhlířské Janovice)			9 160 Kč

Obr. 45 - Návrh tlumiče hygienické zázemí – přívodní potrubí



## Návrh buňkových tlumičů G / GE / GH

Zadejte název projektu  
 Zadejte název tlumiče

### Tlaková ztráta:

$dp_t$	=		<b>23 Pa</b>
Q	7 200	m <sup>3</sup> /h	celkový průtok vzduchu tlumičem
a	750	mm	šířka potrubí (odpovídá násobkům šířky buňky)
b	1 000	mm	výška potrubí (skladem v násobcích 500 mm)
L	1 000	mm	délka tlumiče (1000, 1500 nebo 2000), atypy na vyžádání
typ	G	-	zadejte typ tlumiče "G", "GE" nebo "GH"
š	250	mm	šířka buňky (200, 250, 300, 400, 500)
dz <sub>1</sub>	0,10	-	bez náběhu dz <sub>1</sub> =1, s náběhem dz <sub>1</sub> =0,1
dz <sub>2</sub>	0,70	-	bez výběhu dz <sub>2</sub> =1, s výběhem dz <sub>2</sub> =0,7
t	30,0	°C	teplota vzduchu (-50 až 200°C)
p	103 200	Pa	statický tlak v potrubí (98000 až 110000 Pa)
res	20 %	%	rezerva na místní podmínky
ro	1,19	kg/m <sup>3</sup>	hustota vzduchu
w	2,67	m/s	rychlost proudění vzduchu v profilu a x b
n	3	ks	počet buněk v řadě vedle sebe (= a/š)
s	90	mm	průměrná mezera v buňce
w <sub>i</sub>	7,41	m/s	rychlost proudění uvnitř v tlumiči
dz <sub>s</sub>	2,46	-	součinitel tlakové ztráty pro náběh a výběh
dz <sub>r</sub>	2,14	-	součinitel tlakové ztráty třením v tlumiči
dz <sub>c</sub>	4,60	-	celkový součinitel tlakové ztráty tlumiče (dz <sub>s</sub> +dz <sub>r</sub> )
c	349,10	m/s	rychlost zvuku ve vzduchu při teplotě t
Ma	0,02	-	Machovo číslo
S	0,27	m <sup>2</sup>	plocha nejmenšího průtočného průřezu buňkového tlumiče
H	1,00	m	největší příčný rozměr potrubí
delta	0,02	-	spektrální obsah vysokých kmitočtů
W <sub>0</sub>	1,00	W	referenční výkon
B	63,00	dB	konstanta tlumiče

Vypočet je proveden dle ČSN EN ISO 14163, odhad nepřesnosti ± 10%

### Vlastní hluk:

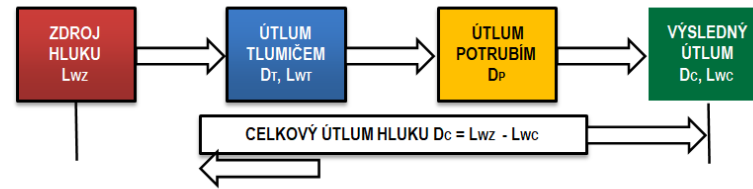
f	Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	LWT-A
LWT-Lin	dB	47,5	41,7	36,7	32,6	28,5	23,4	17,7	11,8	5,8	30,3

Vypočet je proveden dle ČSN EN ISO 14163, odhad nepřesnosti ± 3 dB

### Útlum a váha buňkového tlumiče:

f	Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	M
D <sub>T</sub>	dB	6,0	7,0	11,0	16,0	29,0	41,0	34,0	26,0	17,0	kg/ks
2sigR	dB	±7	±6	±4	±4	±4	±4	±4	±4	±7	11,0

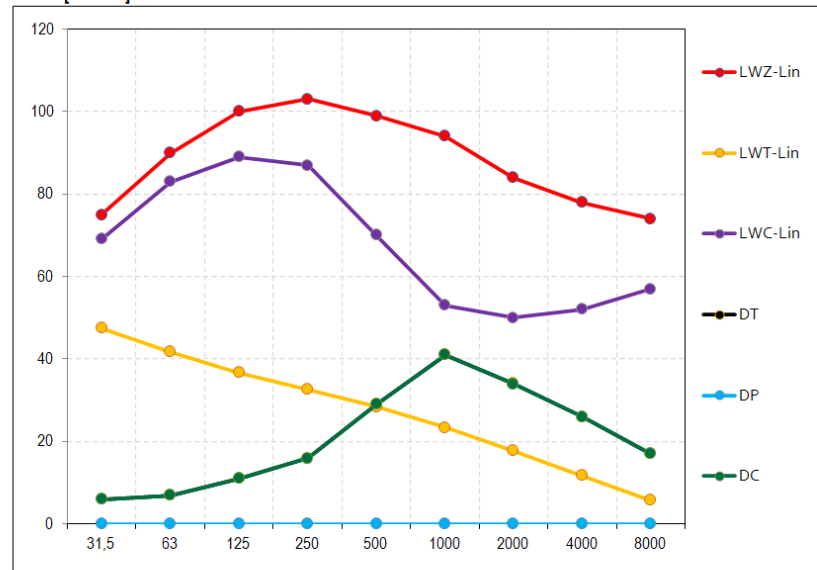
### Zatlumení zdroje - koncepce výpočtu:



### Zatlumení zdroje - výpočet:

		Zadejte tvar hlukového spektra (L = lineární, A = konigované)										L
f	Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		A
LWZ-Lin	dB	75,0	90,0	100,0	103,0	99,0	94,0	84,0	78,0	74,0	99,9	
D <sub>T</sub>	dB	6,0	7,0	11,0	16,0	29,0	41,0	34,0	26,0	17,0	-	
LWT-Lin	dB	47,5	41,7	36,7	32,6	28,5	23,4	17,7	11,8	5,8	30,3	
D <sub>P</sub>	dB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	
LWC-Lin	dB	69,0	83,0	89,0	87,0	70,0	53,0	50,0	52,0	57,0	79,8	
D <sub>c</sub>	dB	6,0	7,0	11,0	16,0	29,0	41,0	34,0	26,0	17,0	20,1	

### Graf - [dB / Hz]:



### Závěrečné shrnutí výsledků:

Instalační rozměr potrubí	750 x 1000 - 1000	Počet buněk v tlumiči	6 ks
Označení tlumiče	G250x500x1000.1	Hmotnost bez potrubí	66 kg
Brutto cena buňkových tlumičů bez potrubí (bez DPH, EXW Uhlířské Janovice)			6 870 Kč

Obr. 47 - Návrh tlumiče bazén – přívodní potrubí, odvodní potrubí

## Návrh buňkových tlumičů G / GE / GH

Zadejte název projektu

Zadejte název tlumiče

### Tlaková ztráta:

$d_{pt}$	=			<b>80 Pa</b>
Q	26 400	m <sup>3</sup> /h	celkový průtok vzduchu tlumičem	
a	1 500	mm	šířka potrubí (odpovídá násobkům šířky buňky)	
b	1 000	mm	výška potrubí (skladem v násobcích 500 mm)	
L	1 000	mm	délka tlumiče (1000, 1500 nebo 2000), atypy na vyžádání	
typ	G	-	zadejte typ tlumiče "G", "GE" nebo "GH"	
š	250	mm	šířka buňky (200, 250, 300, 400, 500)	
dz <sub>1</sub>	0,10	-	bez náběhu dz <sub>1</sub> =1, s náběhem dz <sub>1</sub> =0,1	
dz <sub>2</sub>	0,70	-	bez výběhu dz <sub>2</sub> =1, s výběhem dz <sub>2</sub> =0,7	
t	24,0	°C	teplota vzduchu (-50 až 200°C)	
p	103 200	Pa	statický tlak v potrubí (98000 až 110000 Pa)	
res	20 %	%	rezerva na místní podmínky	
ro	1,21	kg/m <sup>3</sup>	hustota vzduchu	
w	4,89	m/s	rychlost proudění vzduchu v profilu a x b	
n	6	ks	počet buněk v řadě vedle sebe (= a/š)	
s	90	mm	průtočná mezera v buňce	
w <sub>i</sub>	13,58	m/s	rychlost proudění uvnitř v tlumiči	
dz <sub>s</sub>	2,46	-	součinitel tlakové ztráty pro náběh a výběh	
dz <sub>t</sub>	2,14	-	součinitel tlakové ztráty třením v tlumiči	
dz <sub>c</sub>	4,60	-	celkový součinitel tlakové ztráty tlumiče (dz <sub>s</sub> +dz <sub>t</sub> )	
c	345,63	m/s	rychlost zvuku ve vzduchu při teplotě t	
Ma	0,04	-	Machovo číslo	
S	0,54	m <sup>2</sup>	plocha nejmenšího průtočného průřezu buňkového tlumiče	
H	1,50	m	největší příčný rozměr potrubí	
delta	0,02	-	spektrální obsah vysokých kmitočtů	
W <sub>0</sub>	1,00	W	referenční výkon	
B	63,00	dB	konstanta tlumiče	

Výpočet je proveden dle ČSN EN ISO 14163, odhad nepřesnosti ± 10%

### Vlastní hluk:

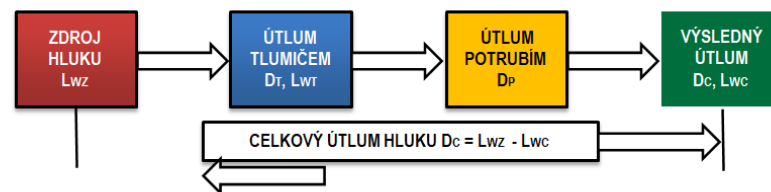
f	Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	L <sub>WT-A</sub>
L <sub>WT-Lin</sub>	dB	63,1	57,8	54,0	51,8	49,8	46,6	41,7	36,0	30,1	51,6

Výpočet je proveden dle ČSN EN ISO 14163, odhad nepřesnosti ± 3 dB

### Útlum a váha buňkového tlumiče:

f	Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	M
D <sub>T</sub>	dB	6,0	7,0	11,0	16,0	29,0	41,0	34,0	26,0	17,0	kg/ks
2sigR	dB	±7	±6	±4	±4	±4	±4	±4	±4	±7	11,0

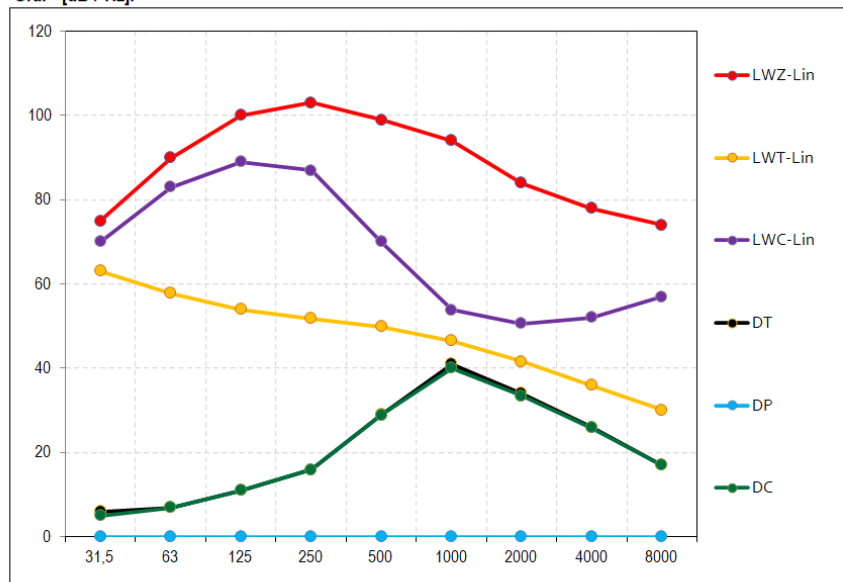
### Zatlumení zdroje - koncepce výpočtu:



### Zatlumení zdroje - výpočet:

		Zadejte tvar hlukového spektra (L = lineární, A = korigované)										L
f	Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A	L
LWZ-Lin	dB	75,0	90,0	100,0	103,0	99,0	94,0	84,0	78,0	74,0		99,9
D <sub>T</sub>	dB	6,0	7,0	11,0	16,0	29,0	41,0	34,0	26,0	17,0		-
LWT-Lin	dB	63,1	57,8	54,0	51,8	49,8	46,6	41,7	36,0	30,1		51,6
D <sub>P</sub>	dB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		-
LWC-Lin	dB	70,0	83,0	89,0	87,0	70,0	53,9	50,6	52,1	57,0		79,8
D <sub>c</sub>	dB	5,0	7,0	11,0	16,0	29,0	40,1	33,4	25,9	17,0		20,1

### Graf - [dB / Hz]:



### Závěrečné shrnutí výsledků:

Instalační rozměr potrubí	1500 x 1000 - 1000	Počet buněk v tlumiči	12 ks
Označení tlumiče	G250x500x1000.1	Hmotnost bez potrubí	132 kg
Brutto cena buňkových tlumičů bez potrubí (bez DPH, EXW Uhlířské Janovice)			13 740 Kč

Obr. 48 - návrh tlumiče výtlač

# C11 – IZOLACE POTRUBÍ

Izolace byly navrženy především proto, aby nedocházelo ke kondenzaci vodních par na stěnách potrubí. V interiéru byla navržena izolace tl. 40 mm, ve strojovně tl. 60 mm. Výpočet byl proveden pomocí softwaru Teruna. Izolace byla použita od firmy ROCKWOOL, konkrétně TECHROCK s  $\lambda = 0,033 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ . Navržené izolace jsou u všech tří zařízení. Výstupy ze softwaru jsou součástí přílohy P3.

Tab. 26 – Návrh izolací tenisové kurty

Tenisové kurty															
Popis	Umístění	$t_0$ [°C]	$R_{HO}$ [%]	a [mm]	b [mm]	$t_{VST}$ [°C]	RH [%]	Délka [mm]	V [m <sup>3</sup> /h]	$\lambda$ [W/m <sup>2</sup> *K]	$t_{po}$ [°C]	$t_{pv}$ [°C]	$t_{ro}$ [°C]	$t_{rv}$ [°C]	tl. [mm]
Přívod-ext.-léto	Venkovní	32,9	40	560	1000	24	55	1000	26400	0,033	32,4	24,3	17,5	14,41	60
Přívod-ext.-zima	Venkovní	-19	95	560	1000	22	40	1000	26400	0,033	-16,7	20,93	-19,5	7,79	60
Přívod-int.-léto	Vnitřní	24	55	500	1250	19	55	1000	13000	0,033	23,6	19,26	14,41	9,77	40
Přívod int.-zima	Vnitřní	19	40	500	1250	30	40	1000	13000	0,033	19,88	29,42	5,11	14,92	40
Odvod-ext.-léto	Venkovní	32,9	40	1000	1250	24	55	1000	13000	0,033	32,41	24,36	17,5	14,41	60
Odvod-ext.-zima	Venkovní	-19	95	1000	1250	22	40	1000	13000	0,033	-16,73	20,31	-19,5	7,79	60
Odvod-int.-léto	Vnitřní	24	55	500	1250	19	55	1000	13000	0,033	23,6	19,26	14,41	9,77	40
Odvod-int.-zima	Vnitřní	19	40	500	1250	30	40	1000	13000	0,033	19,88	29,42	5,11	14,92	40

Tab. 27 – Návrh izolací hygienické zázemí

Hygienické zázemí															
Popis	Umístění	$t_0$ [°C]	$R_{HO}$ [%]	a [mm]	b [mm]	$t_{VST}$ [°C]	RH [%]	Délka [mm]	V [m <sup>3</sup> /h]	$\lambda$ [W/m <sup>2</sup> *K]	$t_{po}$ [°C]	$t_{pv}$ [°C]	$t_{ro}$ [°C]	$t_{rv}$ [°C]	tl. [mm]
Přívod-ext-léto	Venkovní	32,9	40	560	1000	23	55	1000	26400	0,033	32,34	23,26	17,5	13,48	60
Přívod-ext-zima	Venkovní	-19	95	560	1000	25	35	1000	26400	0,033	-16,53	23,85	-19,5	8,49	60
Přívod-int-léto	Vnitřní	24	55	560	500	23	55	1000	7200	0,033	23,92	23,05	14,41	13,48	40
Přívod int-zima	Vnitřní	24	35	560	500	25	35	1000	7200	0,033	24,08	24,95	7,61	8,49	40
Odvod-ext-léto	Venkovní	32,9	40	1000	800	23	55	1000	13400	0,033	32,35	23,36	17,5	13,48	60
Odvod-ext-zima	Venkovní	-19	95	1000	800	25	35	1000	13400	0,033	-16,56	23,37	-19,5	8,49	60
Odvod-int-léto	Vnitřní	24	55	500	630	23	55	1000	7200	0,033	23,92	23,05	14,41	13,48	40
Odvod-int-zima	Vnitřní	24	35	500	630	25	35	1000	7200	0,033	24,08	24,95	7,61	8,49	40

Tab. 28 - návrh izolací – bazénová hala

Bazén															
Popis	Umístění	t <sub>o</sub> [°C]	R <sub>HO</sub> [%]	a [mm]	b [mm]	t <sub>vST</sub> [°C]	RH [%]	Délka [mm]	V [m <sup>3</sup> /h]	λ [W/m*K]	t <sub>po</sub> [°C]	t <sub>pv</sub> [°C]	t <sub>ro</sub> [°C]	t <sub>rv</sub> [°C]	tl. [mm]
Přívod-exteriér-léto	Venkovní	32,9	55	560	1000	18	55	1000	26400	0,033	32,06	18,39	22,65	8,84	60
Přívod-exteriér-zima	Venkovní	-19	95	560	1000	38	55	1000	26400	0,033	-15,8	36,51	-19,5	27,36	60
Přívod-interiér-léto	Vnitřní	30	55	560	710	18	55	1000	6200	0,033	29,05	18,64	19,97	8,84	40
Přívod interiér-zima	Vnitřní	30	55	560	710	38	55	1000	6200	0,033	30,64	37,56	19,97	27,36	40
Odvod-exteriér-léto	Venkovní	32,9	40	560	1000	18	55	1000	13400	0,033	32,07	18,5	17,5	8,84	60
Odvod-exteriér-zima	Venkovní	-19	95	560	1000	38	55	1000	13400	0,033	-15,83	36,05	-19,5	27,36	60
Odvod-interiér-léto	Vnitřní	30	55	500	800	18	55	1000	6200	0,033	29,05	18,65	19,97	8,84	40
Odvod-interiér-zima	Vnitřní	30	55	500	800	38	55	1000	6200	0,033	30,64	37,56	19,97	27,36	40



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## ČÁST D – PROJEKTOVÁ ČÁST

VZDUCHOTECHNIKA SPORTOVNÍHO CENTRA

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Martina Měcháčková

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR BLASINSKI, Ph.D.

BRNO 2021

# D1 – TECHNICKÁ ZPRÁVA

## 1. ÚVOD

Předmětem této projektové dokumentace je návrh tří vzduchotechnických jednotek ve sportovním centru s bazénovou halou ve Zruči nad Sázavou. Návrh je proveden tak, aby byly zajištěny předepsané hodnoty hygienických výměn vzduchu. Jedná se o jednopodlažní objekt s plochou střechou.

Budova je rozdělena do čtyř funkčních celků. Tenisové kurty, hygienické zázemí, bazénová hala a strojovna vzduchotechniky.

Návrh byl zpracován dle platných norem a vyhlášek. Navržený systém splňuje předepsané hygienické požadavky pro výměnu vzduchu a je schopný pokrýt tepelné zisky a ztráty v jednotlivých funkčních celcích.

### 1.1 Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování byla projektová dokumentace architektonicko-stavebního řešení objektu a projektová dokumentace odborných profesí spolu s jejich požadavky. Dále byly použity platné zákony, normy (zejména České technické normy) a vyhlášky. Právní předpisy byly použity ve znění jejich pozdějších předpisů. K návrhu byly využity technické listy a podklady jednotlivých výrobců.

#### ZÁKONY

- Zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií

#### VYHLÁŠKY

- Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí obytných místností některých staveb
- Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 238/2011 Sb., o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch
- Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov
- Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby
- Vyhláška Českého úřadu bezpečnosti práce č. 48/1982 Sb., kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení
- Vyhláška Ministerstva vnitra č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb

#### NAŘÍZENÍ VLÁDY

- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů.
- Nařízení vlády č. 93/2012 Sb., Nařízení vlády, kterým se mění nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění nařízení vlády č. 68/2010 Sb.
- Nařízení vlády 68/2010 Sb., Nařízení vlády, kterým se mění nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci.

- Nařízení vlády 241/2018 Sb., Nařízení vlády, kterým se mění nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, ve znění nařízení vlády č. 217/2016 Sb.

#### ČESKÉ TECHNICKÉ NORMY

- ČSN 73 0540-2 - Tepelná ochrana budov. Část 2: Funkční požadavky
- ČSN EN 12831 - Otopné soustavy v budovách – Výpočtová metoda pro tepelné ztráty
- ČSN 73 0548 - Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů
- ČSN 73 0872 - Požární bezpečnost staveb. Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízení
- ČSN 73 0802 - Požární bezpečnost staveb. Nevýrobní objekty
- ČSN 12 7010 - Vzduchotechnická zařízení – Navrhování větracích a klimatizačních zařízení – Obecná ustanovení

#### PODKLADY VÝROBCŮ

- REMAK a.s. - podklady výrobce
- Mandik, a.s. – podklady výrobce
- Lindab s.r.o. – podklady výrobce
- AZ Klima – podklady výrobce
- Návrhový software Teruna
- Návrhový software – HIT Design

## 1.2 Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

Místo:	Zruč nad Sázavou, okres Kutná hora, kraj – Středočeský
nadmořská výška:	344 m n m
normální tlak vzduchu:	97,0 kPa
výpočtová teplota vzduchu:	léto: + 32,9 °C, zima–19 °C, entalpie: léto: 66,1kJ/kg s.v.

## 1.3 Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí

Místnost	Výsledná teplota (°C)		Relativní vlhkost (%)		Hladina akustického tlaku (dB/A)
	zima	léto	zima	léto	
Tenisové kurty	19	24	50	40	48
Hygienické zázemí	24	24	35	55	33
Bazénová hala	30	30	55	55	50

Hluk akustického tlaku v exteriéru (okolí budovy ve vzdálenosti 15 m) je ve dne 50 dB a v noci 40 dB. V noci nebudou v hale návštěvníci ani personál, proto bude výkon jednotky snížen na 60 %. Z tohoto důvodu není nutné uvažovat s provozem zařízení v noční době.

Rychlost pohybu vzduchu v pobytové zóně je 0,2 m/s.

Vzduchotechnická zařízení nedopravují žádné sledované ani hygienicky významné škodliviny. Vzduch bude vyfukován na fasádě na severní straně pomocí výfukových dílů a protidešťových žaluzií.

## 1.4 Tepelně-technické vlastnosti konstrukcí a předpoklady pro výpočet tepelných zátěží

Budou splněny tepelně technické parametry a požadavky dané ČSN 73 0540-2 – Tepelná ochrana budov. Pro určení tepelných zisků bude počítáno s hodnotami U předepsanými stavební částí, které splňují  $U_n$  dle této normy.

# D2 – ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ, ZAREGULOVÁNÍ SYSTÉMU

## 2.1 Hygienické větrání a klimatizace

Předmětem projektové dokumentace je jednopodlažní objekt sportovní haly ve Zruči nad Sázavou. V budově se nachází tenisové kurty, hygienické zázemí, strojovna vzduchotechniky a bazénová hala. Pod bazénovou halou se nachází technická místnost, kde je umístěna technologie bazénu. Přístup je řešen z exteriéru.

Tenisové kurty, hygienické zázemí i bazénová hala jsou v rovnotlaku. Tenisové kurty a hygienické zázemí budou větrány pomocí vzduchotechnických jednotek č. 1 a č. 2. Bazénová hala bude větrána a zároveň odvlhčována pomocí vzduchotechnické jednotky č. 3.

- dávka venkovního vzduchu na osobu 50 m<sup>3</sup>/h (tenisové kurty)
- dávka venkovního vzduchu na osobu 100 m<sup>3</sup>/h (bazénová hala)
- dávka vzduchu na zařizovací předmět
  - umyvadlo – 30 m<sup>3</sup>/h
  - sprcha – 100 m<sup>3</sup>/h
  - WC – 50 m<sup>3</sup>/h
  - Pisoár – 25 m<sup>3</sup>/h
  - Šatní skříňka – 35 m<sup>3</sup>/h

## 2.2 Technologické větrání a chlazení

Není uvažováno

## 2.3 Energetické zdroje

### *Elektrická energie*

Elektrická energie je uvažována pro pohon elektromotorů VZT a KLM zařízení včetně zdroje chladu – soustava 3 + PEN, 50 Hz, 400 V /230 V.

### *Tepelná energie*

Pro ohřev vzduchu v tepelných výměnících vzduchotechnických jednotek a ohříváčů bude sloužit ostrá topná voda s rozsahem pracovních teplot  $t_{w1}/t_{w2} = 80/60$  °C. Rozvody topné vody zajistí profese ÚT.



## D3 – POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ

### 3.1 Koncepce větracích a klimatizačních zařízení

Všechny navržené jednotky jsou rovnotlaké a umístěné v interiéru. Konkrétně ve strojovně vzduchotechniky, která se nachází na severu budovy. Všechny tři jednotky mají společné potrubí pro sání, díky němuž je do jednotek přiváděn čerstvý vzduch. Pro odvod vzduchu je navržené také společné potrubí pro všechny navrhované jednotky. Otvor pro sání a výfuk je umístěný na severní fasádě a rozstup mezi těmito otvory je 11 m.

Ve strojovně jsou navržené dvě podlahové vpusti a podlaha je spádována směrem k vpustím, z důvodu odvodu kondenzátu.

Doprava vzduchu do interiéru je u jednotek č. 1 – tenisové kurty a č. 2 – hygienické zázemí řešena pomocí čtyřhranného potrubí z pozinkovaného plechu a u jednotky č. 3 – bazénová hala je potrubí rovněž čtyřhranné poplastované. Potrubí ve strojovně VZT bude izolováno jak přívodní, tak odvodní. V ostatních interiérových místnostech bude izolováno pouze přívodní potrubí. Ve strojovně bude tloušťka izolace 60 mm a v ostatních interiérech bude tloušťka izolace 40 mm.

Distribuční prvky v jednotlivých místnostech budou napojeny pomocí flexi potrubí. K regulaci průtoku vzduchu nebo uzavření průtoku bude na každé vedlejší větvi, hned za kolenem nebo T kusem, umístěna regulační klapka.

Navržená zařízení jsou rozložena do tří funkčních celků:

#### Zařízení č. 1 – Klimatizace tenisových kurtů

Větrání je řešeno jako rovnotlaké. Celkové množství vzduchu (léto/zima) je na přívodu 13 000 m<sup>3</sup>/h a na odvodu je 13 000 m<sup>3</sup>/h.

Pro větrání tenisových kurtů je navržena sestavená VZT jednotka vybavena:

- Přívod vzduchu – tlumící vložka, klapka uzavírací, sekce filtru, sekce deskového rekuperátoru, sekce ohřívače, sekce chladiče, eliminátor, sekce ventilátoru, sekce zvlhčování a tlumící vložka
- Odvod vzduchu – tlumící vložka, sekce filtru, sekce ventilátoru, sekce deskového rekuperátoru, prázdná sekce, klapka uzavírací a tlumící vložka

Jednotka je umístěna ve strojovně vzduchotechniky.

Do prostorů tenisových kurtů je vzduch přiváděn pomocí dýz, které jsou umístěny podél zdí pod stropem na západní a východní straně budovy. Odvod vzduchu je řešen pomocí čtyřhranných anemostatů. Tyto anemostaty jsou umístěné taktéž pod stropem.

Pro zamezení přenosu hluku budou do rozvodů vloženy zvukově tlumící prvky (tzv. tlumiče hluku), které jsou dimenzované dle požadavků na vnitřní a vnější prostředí.

Zařízení bude napojeno na systém MaR, který zajistí tyto funkce

- Regulace teploty přiváděného vzduchu na konstantní hodnotu
- Plynulá regulace otáček
- Hlášení poruch
- Znamení zanášení filtrů
- Provoz dle časového harmonogramu
- Proti mrazová ochrana
- Ovládání množství průtoku čerstvého vzduchu dle čidla CO<sup>2</sup>
- A další (viz samostatná kapitola MaR)

## Zařízení č. 2 – Teplovzdušné větrání hygienického zázemí

Systém bude navržen jako rovnotlaký. Celkové množství vzduchu (léto/zima) je na přívodu 6 200 m<sup>3</sup>/h a na odvodu je 6 200 m<sup>3</sup>/h. Větrání v prostorech bude zajišťovat VZT jednotka, která je umístěna v interiéru, konkrétně ve strojovně vzduchotechniky. Jednotka bude vybavena:

- Přívod vzduchu – tlumící vložka, klapka uzavírací, sekce filtru, sekce deskového rekuperátoru, sekce ohřívače, sekce chladiče, eliminátor, sekce ventilátoru a tlumící vložka
- Odvod vzduchu – tlumící vložka, sekce filtru, sekce ventilátoru, sekce deskového rekuperátoru, prázdná sekce, klapka uzavírací a tlumící vložka

Tímto zařízením budou větrány všechny prostory v hygienickém zázemí. Jednotka zajistí dávku čerstvého vzduchu dle tabulky průtoky vzduchu ve výpočtové části.

Předpokládá se, že rozvody vzduchotechniky (čtyřhranné potrubí) budou umístěny v podhledu. Distribuce čerstvého vzduchu bude zajištěna pomocí talířových ventilu a anemostatů. Distribuce odvodního vzduchu bude zajištěna také talířovými ventily a anemostaty.

Pro zamezení přenosu hluku budou vloženy do rozvodů zvukově tlumící prvky (tzv. tlumiče hluku) dimenzované dle požadavků na vnitřní a vnější prostředí.

MaR předpokládá tyto způsoby řízení:

Jednotka bude vybavena systémem automatické regulace se změnou otáček, systém bude vybaven časovým programem, regulací teploty přiváděného vzduchu na konstantní teplotu, kontrolu zanesení filtrů a protimrazovou ochranu.

Více samostatná kapitola této zprávy MaR.

## Zařízení č. 3 - Teplovzdušné větrání a klimatizace kuchyně a zázemí

Systém bude navržen jako rovnotlaký. Celkové množství vzduchu (léto/zima) je na přívodu 7 200 m<sup>3</sup>/h a na odvodu je 7 200 m<sup>3</sup>/h. Větrání v prostorech bude zajišťovat VZT jednotka, která je umístěna v interiéru, konkrétně ve strojovně vzduchotechniky. Jednotka bude vybavena:

- Přívod vzduchu – tlumící vložka, klapka uzavírací, sekce filtru a servisu, prázdná sekce, sekce deskového rekuperátoru, sekce ventilátoru, prázdná sekce, sekce ohřívače, sekce chladiče, eliminátor, servis, sekce ohřívače a tlumící vložka
- Odvod vzduchu – tlumící vložka, sekce filtru, sekce ventilátoru, sekce deskového rekuperátoru, prázdná sekce, klapka uzavírací a tlumící vložka

Tímto zařízením bude větrána bazénová hala.

Jako teplotonosná látka u ohřívače a chladiče bude použit 35 % etylenglykol.

Předpokládá se, že rozvody vzduchotechniky (čtyřhranné potrubí) budou umístěny v podhledu pro odvod a v podlaze pro přívod. Distribuce čerstvého vzduchu bude zajištěna pomocí DAD dýz, a to z důvodu, aby docházelo k ofukování vodní hladiny a dále pomocí štěrbínových vyústek umístěných v podlaze. Tyto vyústky jsou navrženy tak, aby ofukovaly okno na východní straně. Distribuce odvodního vzduchu bude zajištěna čtvercovými anemostaty. Tyto anemostaty jsou umístěny nad vodní hladinou plaveckého bazénu a dvou vířivek.

Pro zamezení přenosu hluku budou vloženy do rozvodů zvukově tlumící prvky (tzv. tlumiče hluku) dimenzované dle požadavků na vnitřní a vnější prostředí.

## D4 – NÁROKY NA ENERGIE

K zajištění chodu větracích a klimatizačních zařízení je třeba zabezpečit následující zdroje energií:  
Viz. nedílná příloha technické zprávy

## D5 – MĚŘENÍ A REGULACE

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

- ovládání chodu ventilátorů, silové napájení ovládaných zařízení
  - regulace teploty vzduchu řízením výkonu teplovodního ohřivače v zimním období – vlečná regulace (směšování)
  - regulace teploty vzduchu řízením výkonu vodního chladiče v letním období (rozdělování)
  - umístění teplotních a vlhkostních čidel podle požadavku
  - protimrazová ochrana deskového výměníku nastavováním obtokové klapky
  - ovládání uzavíracích klapek na jednotce včetně dodání servopohonů
  - protimrazová ochrana teplovodního výměníku – měření na straně vzduchu i vody. Při poklesnutí teploty: 1) vypnutí ventilátoru, 2) uzavření klapky, 3) otevření třicístného ventilu, 4) spuštění čerpadla
  - signalizace bezporuchového chodu ventilátorů pomocí diferenčního snímače tlaku
  - plynulá regulace výkonu ventilátorů frekvenčními měniči na přívodu i odvodu vzhledem k zanášení filtrů a možnosti nastavení vzduchového výkonu zařízení podle potřeby provozu a časového rozvrhu
- 
- snímání a signalizace zanesení filtrů
  - poruchová signalizace
  - snímání signalizace chodu, poruchy a zapnutí a vypnutí zdroje chladu

## D6 – NÁROKY NA SOUVISEJÍCÍ PROFESE

### 6.1 Stavební úpravy

- Zhotovení prostupů ve stavebních konstrukcích pro potrubí a VZT elementy, včetně odklizení sutě
- Začištění všech prostupů potrubí zdmi a stavebními konstrukcemi pro montáž VZT
- Dopravní cesty pro montované zařízení
- Zajištění případných nátěrů VZT prvků umístěných na fasádě či střeše objektu (architektonické ztvárnění)
- Zřízení prostoru pro umístění VZT jednotky včetně povrchové úpravy podlahy
- Zřízení revizních otvorů

## 6.2 Silnoproud

- Silové napojení a spouštění zařízení dle tabulek výkonů
- Silové napojení venkovních kondenzačních jednotek přímého chlazení přes samostatně jištěný přívod a záložní zdroj
- Tepelná ochrana napájených zařízení dle tabulek výkonů
- Osazení deblokačních (servisních) vypínačů na kondenzačních jednotkách přímého chlazení (na tělo jednotek nebo do jejich těsné blízkosti)
- Uzemnění
- Ochrana proti blesku není nutná, z důvodu umístění jednotek ve strojovně VZT
- Elektrické zařízení budou připojena dle ČSN 332180, 332190, 332000-1
- Ochrana před nebezpečným dotykovým napětím je navržena dle ČSN 33 2000-4-41 samočinným odpojením od zdroje.
- Před uvedením elektrického zařízení do trvalého provozu musí být vypracována revizní zpráva schvalující bezpečný provoz elektrického zařízení.
- Rozvaděč, elektrické ovládání přístroje a elektroinstalace jako celek musí být pravidelně kontrolovány a revidovány.

## 6.3 Vytápění

- Napojení VZT jednotky pro šatny na rozvod UT

## 6.4 Chlazení

- Chlazení vzduchu v objektu není požadováno

## 6.5 Zdravotní technika

- odvod kondenzátu od chladiče
- odvod kondenzátu od vnitřních klimatizačních jednotek přímého chlazení přes zápachové uzávěry.
- Ve strojovně bude umístěna vpust'

# D7 – PROTIHLUKOVÁ A PROTIOTŘESOVÁ OPATŘENÍ

Do rozvodných tras potrubí budou vloženy tlumiče hluku, které zabrání nadměrnému šíření hluku od ventilátorů do větraných místností. Zabrání se také šíření hluku do exteriéru. Tlumiče hluku budou osazeny na přívodním i odvodním potrubí u všech klimatizačních jednotek.

Veškeré točivé stroje (jednotky, ventilátory) budou pružně uloženy z důvodu snížení vibrací přenášejících se stavebními konstrukcemi – stavitelné nohy vzduchotechnických jednotek budou osazeny antivibrační pryží.

Veškeré vzduchovody budou napojeny na ventilátory přes tlumicí vložky nebo ohebné potrubí. Místnost strojovny VZT bude hlukově izolována.

Tepelná izolace bude provedena z minerální vaty s AL polepem, popřípadě kaučukovou izolací. Minimální tloušťka izolace bude 40 mm. Tepelná izolace musí být provedena pečlivě, aby nemohlo dojít ke kondenzaci vody na potrubí nebo v potrubí.

## **D8 – IZOLACE A NÁTĚRY**

Jsou navrženy tvrzené izolace hlukové, tepelné a protipožární. Ve výkresové části jsou uvažované izolace popsány. Tepelná izolace tl. 40 mm bude zároveň plnit zvukovou funkci. Požárně budou izolovány potrubní rozvody, které prochází samostatným požárním úsekem.

- Tepelnou izolací 40 mm bude opatřeno potrubí přívodní v interiéru, ve strojovně VZT bude tepelnou izolací vybaveno přívodní i odvodní potrubí. Ve strojovně bude tloušťka izolace 60 mm.
- Podle potřeby jsou navrženy izolace protipožární s požadovanou odolností 60 min.

Nátěry budou odpovídat nátěrovému systému objektu, odstíny budou určeny interiérem. Veškeré viditelné a interiérové prvky budou vzorkovány k písemnému odsouhlasení. Odstín fasádních žaluzií a interiérových vyústek určí zadavatel.

## **D9 – PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ**

Z hlediska požární bezpečnosti stavby se na vzduchotechniku vztahují požadavky norem ČSN 73 0872 a ČSN EN 15423. Celá budova je rozdělena na několik požárních úseků, přesný výčet je součástí požární zprávy.

Při vedení dvou vzduchotechnických potrubí blíže než 0,5 m od sebe a velikosti každého potrubí do 0,04m<sup>2</sup> musí být pro průchodu potrubí od dalšího požárního úseku jedno z potrubí požárně zaizolováno 0,5 m od hranice požárního úseku. V případě, že potrubí bude požárním úsekem pouze procházet a nebude se do něj v tomto úseku nic napojovat, bude potrubí požárně izolováno po celé své délce v tomto úseku.

V případě sání vzduchu z jiného požárního úseku budou ve stěně osazeny protipožární mřížky.

Prostupy potrubí požárně dělící konstrukcí budou dobetonovány, případně do tmeleny požárním tmelem. Použité požární izolace musí být v dostatečné požární odolnosti (dle PBŘ) a musí být použit ucelený a certifikovaný systém pro požární izolace

Protipožární klapky budou umístěny na přechodu ze strojovny do okolních prostorů.

## **D10 – OCHRANA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

Navrhované zařízení nemá negativní vliv na životní prostředí. Ze zařízení se neuvolňují žádné nebezpečné látky.

# D11 – MONTÁŽ, PROVOZ, ÚDRŽBA A OBSLUHA ZAŘÍZENÍ

Obsluhu a údržbu veškerého zařízení vzduchotechniky mohou provádět POUZE osoby zaškolené, tzn. osoby podepsané v „Protokolu o zaškolení obsluhy“.

Veškeré práce na elektroinstalaci (zejména elektromotory ventilátorů VZT jednotek) mohou provádět POUZE osoby s elektrotechnickým vzděláním. Osoby bez elektrotechnického vzdělání mohou být zaškoleny jen jako obsluha řízení.

Pro odbornou obsluhu a údržbu zařízení VZT jednotky je vzhledem k jeho požadavkům nezbytný minimální rozsah odborných znalostí.

Základními komponenty, které je nutné při údržbě nepomíjet, jsou :

- VZT jednotky
- Ventilátory

## Údržba a kontrola

Při údržbě je nutno dodržovat zásady bezpečné obsluhy a údržby. Před započítím jakékoli údržby na elektrickém zařízení je nutné zařízení vypnout jističem a zajistit proti zapnutí jinou osobu.

## Čištění:

- Odvodní talířové ventily a vyústky
- Přívodní a odvodní anemostaty a štěrbinové vyústky
- Filtry, tlumiče, rekuperátory ve VZT jednotkách
- Tlumiče na VZT trasách

Čištění se provádí v závislosti na intenzitě provozu dle potřeby.

V ceně montáže VZT bude obsažena vertikální a horizontální doprava jednotek na stavbě.

# D12 – ZÁVĚR

Navržené větrací a klimatizační zařízení splňuje nároky kladené na provoz daného typu a charakteru. V obsluhovaných prostorách zajistí pohodu prostředí.

## PŘÍLOHA 1 – PŘEHLED VÝKONŮ JEDNOTLIVÝCH ZAŘÍZENÍ

Tab. 29 – přehled výkonů zařízení

Zařízení č.	NÁZEV	Přívod/odvod/cirkul.	VENTILÁTOR			ELEKTRINA			OHŘEV			CHLAZENÍ				Ovládání
			Množství vzduchu	Externí tlak	Počet	Elektrický příkon celkem	Elektrický proud jed-notky	Napětí / frekvence	Topný příkon	Průtok média	Tlaková ztráta výměníku	Chladicí výkon	Průtok média	Tlaková ztráta výměníku	Kondenzát	
			m <sup>3</sup> /h	Pa	ks	kW	A	V/Hz	kW	kg/h	kPa	kW	kg/h	kPa	kg/h	
<b>č. 1 - tenisové kurty</b>																
Z1	P		13 000	376	1	5,17	11,17	400 V; 50 Hz	68	3,16	0,6	70,5	20,9	4,6	9,97	MaR
Z1	O		13 000	233	1	3,74	11,17	400 V; 50 Hz								MaR
<b>č. 2 - hygienické zázemí</b>																
Z2	P		6 200	369	1	2,42	4,76	400 V; 50 Hz	39	1,18	1,7	20,7	2,13	3,4	2,5	MaR
Z2	O		6 200	356	1	2,04	4,76	400 V; 50 Hz								MaR
<b>č. 3 - bazénová hala</b>																
Z3	P		7 200	343	1	2,68	6,36	400 V; 50 Hz	68	2,44	0,6	50	2,44	14,5	22,5	MaR
Z3	O		7 200	265	1	1,75	3,35	400 V; 50 Hz								MaR

# TECHNICKÁ SPECIFIKACE

Tab. 30 - Technická specifikace – jednotka tenisové kurty

POZICE	POPIS ZAŘÍZENÍ	POČET	JEDNOTKA
<b>ZAŘÍZENÍ ČÍSLO 1 - TENISOVÉ KURTY</b>			
<b>1.1.</b>	<b>VZT JEDNOTKA</b>		
1.1.1.	VZT jednotka AeroMater XP 22; filtry M5; deskový rekuperátor – účinnost 56 %; výkon ohřev - 100,9 kW; výkon chlazení - 70,5 kW; průtok vzduchu 13 000 m <sup>3</sup> /h	1	ks
<b>1.2.</b>	<b>TLUMIČE HLUKU</b>		
1.2.1.	Buňkový tlumič typu G G250 x 500–1000	9	ks
<b>1.2. B</b>	<b>VYVÍJEČ PÁRY</b>		
1.2. 1. B	Condair, parní výkon skutečný 130 kg/h; zvlhčovací dráha 0,6 m; příkon 97,5 kW; tlaková ztráta 15 Pa.	1	ks
<b>1.3.</b>	<b>DISTRIBUČNÍ PRVKY – PŘÍVOD</b>		
1.3.1.	DAD dýza Ø 315	20	ks
<b>1.4.</b>	<b>DISTRIBUČNÍ PRVKY ODVOD</b>		
1.4.1.	Anemostat lamelový čtvercový (provedení základní desky – čtvercové), jmenovitý rozměr 625	13	ks
<b>1.5.</b>	<b>KONCOVÉ ELEMENTY V EXTERIÉRU</b>		
1.5.1.	Protidešťová žaluzie sání - 1250 * 1000 mm	2	ks
<b>1.6.</b>	<b>PROTIPOŽÁRNÍ KLAPKY</b>		
1.6.1.	Požární klapka PKTM 0,83 1200 x 1000	2	ks
<b>1.7.</b>	<b>REGULAČNÍ KLAPKY</b>		
1.7.1.	Požární klapka EI90S - 800 x 500	2	ks
<b>1.8.</b>	<b>OHEBNÉ POTRUBÍ ZVUKOVĚ IZOLAČNÍ</b>		
1.8.1.	Ohebné potrubí sonoflex Ø 250	7,5	mb
<b>1.9.</b>	<b>ČTYŘHRANNÉ POTRUBÍ Z POZINOVANÉHO PLECHU SK. I, TŘÍDA TĚSNOSTI C</b>		
1.9.1.	do obvodu 2120 mm/ 20 % tvarovky	81,6	bm
1.9.2.	do obvodu 2600 mm/ 20 % tvarovky	128,8	bm
1.9.3.	do obvodu 4500 mm/ 30 % tvarovky	71	bm



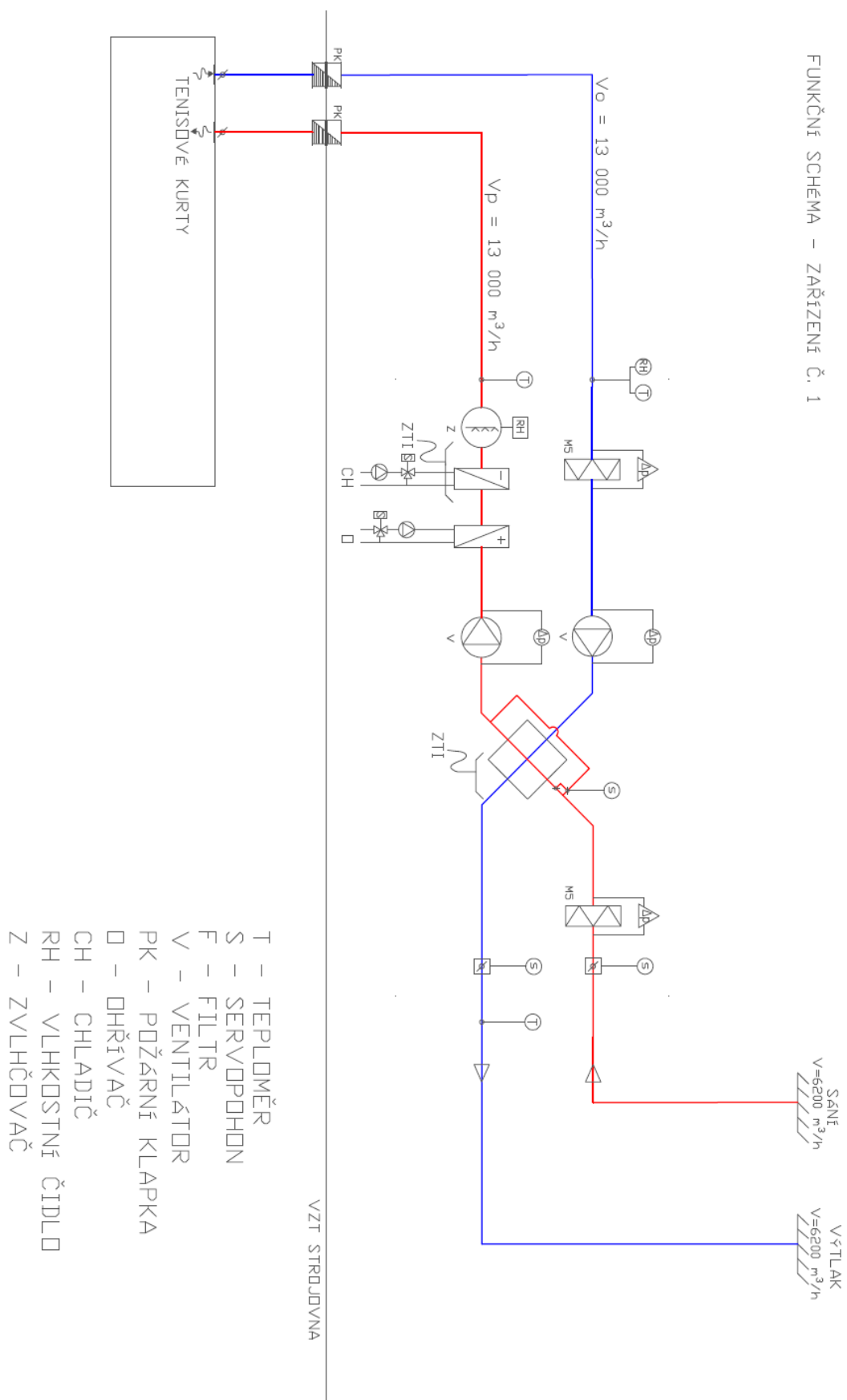
Tab. 31 - Technická specifikace – jednotka hygienické zázemí

POZICE	POPIS ZAŘÍZENÍ	POČET	JEDNOTKA
<b>ZAŘÍZENÍ ČÍSLO 2 - HYGIENICKÉ ZÁZEMÍ</b>			
<b>2.1.</b>	<b>VZT JEDNOTKA</b>		
2.1.1.	VZT jednotka AeroMater XP 10; filtry M5; deskový rekuperátor – účinnost 59 %; výkon ohřev - 39,3 kW; výkon chlazení - 20,7 kW; průtok vzduchu 6200 m <sup>3</sup> /h	1	ks
<b>2.2.</b>	<b>TLUMIČE HLUKU</b>		
2.2.1.	Buňkový tlumič typu G G250 x 500 x 1000.1	8	ks
2.2.2.	Buňkový tlumič typu G G250 x 500 x 1000.2	4	ks
<b>2.3.</b>	<b>DISTRIBUČNÍ PRVKY – PŘÍVOD</b>		
2.3.1.	Talířová vyústka	5	ks
2.3.2.	Výúst s vířivým výtokem vzduchu	15	ks
<b>2.4.</b>	<b>DISTRIBUČNÍ PRVKY ODVOD</b>		
2.4.1.	Anemostat lamelový čtvercový (provedení základní desky – čtvercové), jmenovitý rozměr 500	13	ks
2.4.2.	Talířová vyústka	15	ks
<b>2.5.</b>	<b>KONCOVÉ ELEMENTY V EXTERIÉRU</b>		
<b>2.6.</b>	<b>PROTIPOŽÁRNÍ KLAPKY</b>		
2.6.1.	Požární klapka EI90S - 560 x 630	1	ks
2.6.2.	Požární klapka EI90S - 500 x 630	1	ks
<b>2.7.</b>	<b>REGULAČNÍ KLAPKY</b>		
2.7.1.	Regulační klapka pro čtyřhranné potrubí (250 x 250) jednolistá	9	ks
2.7.2.	Regulační klapka pro čtyřhranné potrubí (315 x 315) jednolistá	8	ks
2.7.3.	Regulační klapka pro čtyřhranné potrubí ( 450 x 500) jednolistá	2	ks
<b>2.8.</b>	<b>OHEBNÉ POTRUBÍ ZVUKOVĚ IZOLAČNÍ</b>		
2.8.1.	Ohebné potrubí sonoflex Ø 250	7,5	mb
2.8.2.	Ohebné potrubí sonoflex Ø 200	8,5	mb
<b>2.9.</b>	<b>ČTYŘHRANNÉ POTRUBÍ Z POZINOVANÉHO PLECHU SK. I, TŘÍDA TĚSNOSTI C</b>		
2.9.1.	do obvodu 1060 mm/ 40 % tvarovky	43,645	bm
2.9.2.	do obvodu 1260 mm/ 45 % tvarovky	64,4	bm
2.9.3.	do obvodu 1920 mm/ 50 % tvarovky	31	bm
2.9.4.	do obvodu 2380 mm/ 45 % tvarovky	32	bm
2.9.5.	do obvodu 3260 mm/ 40 % tvarovky	8,5	bm

Tab. 32 - Technická specifikace – jednotka bazénová hala

POZICE	POPIS ZAŘÍZENÍ	POČET	JEDNOTKA
<b>ZAŘÍZENÍ ČÍSLO 3 - BAZÉNOVÁ HALA</b>			
<b>3.1.</b>	<b>VZT JEDNOTKA</b>		
3.1.1.	VZT jednotka AeroMater XP 13; filtry M5; deskový rekuperátor – účinnost 59 %; výkon ohřev - 67,6 kW; výkon chlazení - 50,0 kW; průtok vzduchu 7 200 m <sup>3</sup> /h	1	ks
<b>3.2.</b>	<b>TLUMIČE HLUKU</b>		
3.2.1.	Buňkový tlumič typu G G250 x 500–1000	6	ks
<b>3.3.</b>	<b>DISTRIBUČNÍ PRVKY – PŘÍVOD</b>		
3.3.1.	Štěrbínové podlahové vyústky LTDP ( 1200 x 254) Ø 250	16	ks
3.3.2.	DAD dýza Ø 315	2	ks
<b>3.4.</b>	<b>DISTRIBUČNÍ PRVKY ODVOD</b>		
3.4.1.	Anemostat lamelový čtvercový (provedení základní desky – čtvercové), jmenovitý rozměr 500	13	ks
<b>3.5.</b>	<b>KONCOVÉ ELEMENTY V EXTERIÉRU</b>		
<b>3.6.</b>	<b>PROTIPOŽÁRNÍ KLAPKY</b>		
3.6.1.	Požární klapka PKTM 0,83 1200 x 1000	1	ks
<b>3.7.</b>	<b>REGULAČNÍ KLAPKY</b>		
3.7.1.	Regulační klapka pro čtyřhranné potrubí ( 450 x 500) pozinkovaná	1	ks
3.7.2.	Regulační klapka pro čtyřhranné potrubí ( 560 x 500) pozinkovaná	1	ks
<b>3.8.</b>	<b>OHEBNÉ POTRUBÍ ZVUKOVĚ IZOLAČNÍ</b>		
3.8.1.	Ohebné potrubí sonoflex Ø 200	9,75	mb
<b>3.9.</b>	<b>ČTYŘHRANNÉ PLASTOVÉ VENTILAČNÍ POTRUBÍ VYROBENÉ Z PVC</b>		
3.9.1.	do obvodu 1710 mm/ 15 % tvarovky	6,9	bm
3.9.2.	do obvodu 2120 mm/ 20% tvarovky	28,14	bm
3.9.3.	do obvodu 2600 mm/ 30% tvarovky	109,38	bm
3.9.4.	do obvodu 3600 mm/ 30% tvarovky	27,7	bm

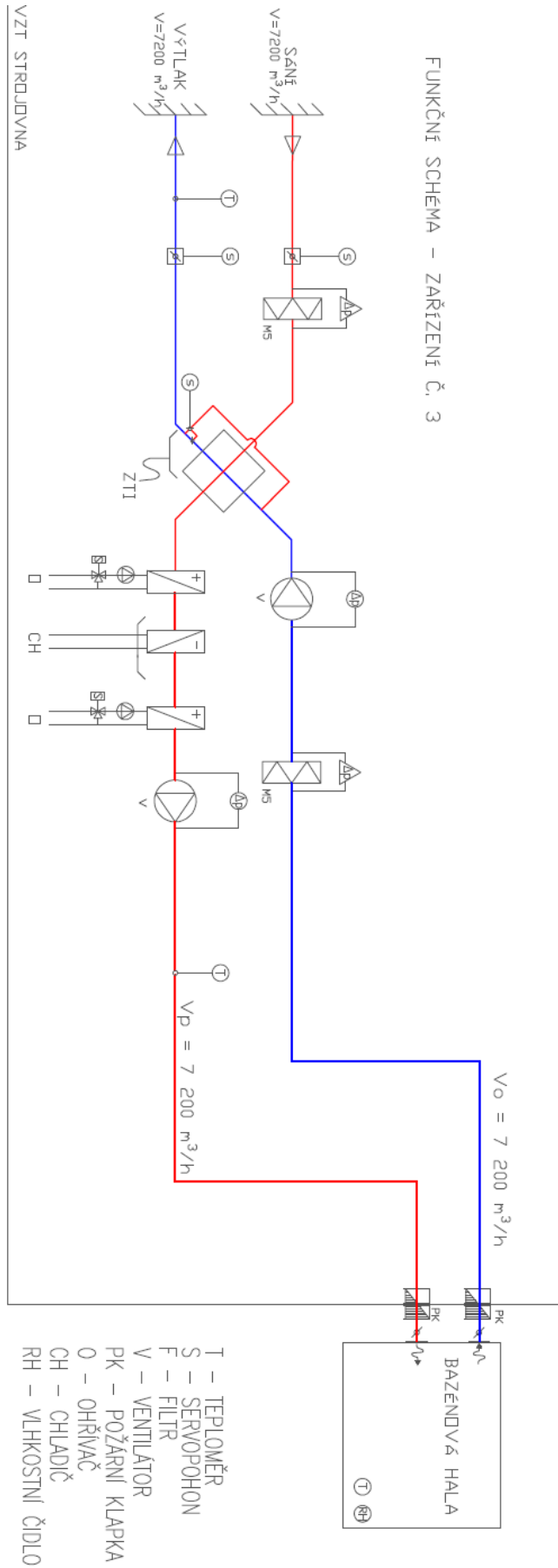
FUNKČNÍ SCHEMA – ZAŘÍZENÍ Č. 1



Obr. 49 - Funkční schéma – tenisové kurty



FUNKČNÍ SCHEMA – ZARÍZENÍ Č. 3



Obr. 51 – Funkční schéma – bazénová hala

## ZÁVĚR

Cílem práce bylo navrhnout vzduchotechnické jednotky do prostorů sportovního centra ve Zruči nad Sázavou. V objektu se nacházejí celkem čtyři funkční celky. Tenisové kurty, hygienické zázemí, bazénová hala a strojovna vzduchotechniky.

Celkem byly navrženy tři jednotky od firmy Remak a. s. . Vzduchotechnická jednotka č. 1 obsluhuje prostory tenisových kurtů, jednotka č. 2 obsluhuje hygienické zázemí a třetí jednotka obsluhuje bazén.

Návrh byl proveden v souladu s platnými hygienickými požadavky, bezpečnostními a protipožárními předpisy a normami.

Poslední část této práce se věnuje technické zprávě, položkové specifikaci, funkčním schémátům a výkresům.

# POUŽITÉ ZDROJE

1. Schéma vzduchotechnických jednotek [online]. ČVUT v Praze: Katedra technických zařízení budov [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: [http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/tz2/Schemata\\_vzduchotechnickych\\_jednotek.pdf](http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/tz2/Schemata_vzduchotechnickych_jednotek.pdf)
2. LHOTÁKOVÁ, Zdeňka. Bazény. Brno: ERA, 2003. Stavíme. ISBN 80-865-1757-8
3. GEBAUER, Günter, Olga RUBINOVÁ a Helena HORKÁ. Vzduchotechnika. 2. vyd. Brno: ERA, 2007. Technická knihovna (ERA). ISBN 978-80-7366-091-8
4. Vzduchotechnické systémy pro kryté bazény. Robatherm the air handling company [online]. , 20 [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: [https://www.robatherm.com/de/system/files/robatherm\\_swimmingpools\\_cze.pdf](https://www.robatherm.com/de/system/files/robatherm_swimmingpools_cze.pdf)
5. Vyhláška č. 238/2011 Sb. o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch
6. RUBINA, Aleš, Technické zařízení budov 3: BT003 – TZB – přednášky - LS2018
7. Eva Janotková, Vlhký vzduch. [https://eu.fme.vutbr.cz/userfiles/Mauder/files/Presentatione-IVK-Vlhky\\_vzduch.pdf](https://eu.fme.vutbr.cz/userfiles/Mauder/files/Presentatione-IVK-Vlhky_vzduch.pdf) [online]. Fakulta strojního inženýrství Brno [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: [https://eu.fme.vutbr.cz/userfiles/Mauder/files/Presentatione-IVK-Vlhky\\_vzduch.pdf](https://eu.fme.vutbr.cz/userfiles/Mauder/files/Presentatione-IVK-Vlhky_vzduch.pdf)
8. RUBINOVÁ, Olga, Aleš RUBINA a Helena HORKÁ. Klimatizace a větrání. 2. vyd. Brno: ERA group, 2004. Stavíme. ISBN 80-865-1730-6
9. Remak a.s. Chlazení a ohřev pro budovy se specifickými požadavky [online]. 2016 [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: [https://www.remak.eu/sites/default/files/files/remak\\_efektivni\\_odvlhcovani\\_prospekt\\_cz\\_2016.pdf](https://www.remak.eu/sites/default/files/files/remak_efektivni_odvlhcovani_prospekt_cz_2016.pdf)
10. Aleš Rubina a Vít Měrka. Bazénová vzduchotechnika – efektivní a provozně úsporné navrhování [online]. 2012, 2012 [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vzduchotechnicka-zarizeni/9303-bazenova-vzduchotechnika-efektivni-a-provozne-usporne-navrhovani>
11. Vzduchotechnická jednotka sestavená [online]. [cit. 2021-5-12]. Dostupné z: <https://www.klifa.cz/sluzby/57-aero-master-xp>
12. Kompaktní VZT jednotky [online]. [cit. 2021-5-12]. Dostupné z: <https://shop.systemair.com/cs-CZ/kompaktni--vzt--jednotky/c46402>
13. Vzduchotechnika v bazénových prostorách [online]. [cit. 2021-5-13]. Dostupné z: <https://www.bazeny.cz/rady-a-tipy/bazen/vzduchotechnika-v-bazenovych-prostorach>
14. Remak a.s. Bazénové jednotky druhé generace s přesnou regulací teploty a vlhkosti. TZB info [online]. [cit. 2021-5-13]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/10585-bazenove-jednotky-druhe-generace-s-presnou-regulaci-teploty-a-vlhkosti>

15. Bazénové odvlhčovače [online]. Brno [cit. 2021-5-17]. Dostupné z: <https://bears.cz/produkty/bazenove-odvlhcovace/>
16. ČSN 12 7010 Vzduchotechnická zařízení – Navrhování větracích a klimatizačních zařízení – Obecná ustanovení. ČR: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014
17. Lindab – DAD dýza [online]. ČR [cit. 2021-5-17]. Dostupné z: <http://www.lindab.com/cz/pro/products/pages/dad.aspx>
18. Mandik – ALCM [online]. ČR [cit. 2021-5-17]. Dostupné z: <http://www.lindab.com/cz/pro/products/pages/dad.aspx>
19. Podlahová štěrbinová bazénová vyústka – Multit-VAC [online]. ČR [cit. 2021-5-17]. Dostupné z: <https://www.multivac.cz/produkty/ld-16>
20. Buňkové tlumiče hluku G [online]. ČR [cit. 2021-5-17]. Dostupné z: <https://greif.cz/vyrobky-pro-snizeni-hluku/tlumice-hluku/>



# SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ

## **Zkratky**

- VZT – Vzduchotechnická jednotka
- I – interiér
- E – exteriér
- MaR – měření a regulace
- Sb. – Sbírka zákonů
- ppm – partes per milion (výraz pro jednu miliontinu (celku))
- bm – běžný metr
- Rsi (Rse) – odpory při přestupu tepla na vnitřní (vnější) straně konstrukce

## **Fyzikální veličiny**

- a – zrychlení [ $m/s^2$ ]
- c – koncentrace [ppm]
- F – síla [N]
- h – výška [m]
- m – hmotnost [kg]
- n – násobnost výměny vzduchu [ $h^{-1}$ ]
- S – plocha [ $m^2$ ]
- t – čas [s], teplota [ $^{\circ}C$ ]
- v – rychlost [m/s]
- V – objemový průtok [ $m^3/h$ ]
  
- $\varepsilon$  – efektivita [-]
- P – hustota [ $kg/m^3$ ]
- $\varphi$  – relativní vlhkost [%]

## **Indexy**

- c – škodliviny
- i – interiér
- o – odvodní / odpadní
- p – přívod / pracovní
- PDL – podlaha
- SO – stěna ochlazovaná
- SN – stěna neochlazovaná
- DO – dveře ochlazované
- DN – dveře neochlazované
- SCH – střecha

# SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Seznamy obrázků tabulek a grafů se generují automaticky podle titulků v textu.

## Obrázky

Obr. 1 – schéma VZT systému <sup>(3)</sup> .....	12
Obr. 2 – Složky vlhkého vzduchu a jeho veličiny <sup>(6)</sup> .....	13
Obr. 3 – Hx diagram oblasti vlhkého vzduchu <sup>(6)</sup> .....	15
Obr. 4 – ohřev a ochlazování vlhkého vzduchu bez kondenzace páry <sup>(7)</sup> .....	16
Obr. 5 – průběh chlazení vlhkého vzduchu s kondenzací páry <sup>(7)</sup> .....	16
Obr. 6 - adiabatické mísení dvou proudů vlhkého vzduchu <sup>(7)</sup> .....	17
Obr. 7 – umístění bazénového odvlhčovače .....	19
Obr. 8 – Absorpční odvlhčovač <sup>(3)</sup> .....	20
Obr. 9 – Kondenzační odvlhčovač <sup>(3)</sup> .....	20
Obr. 10 - Proudění vzduchu s oběhovou odvlhčovací jednotkou umístěnou přímo v bazénové hale <sup>(8)</sup> .....	21
Obr. 11 - Proudění vzduchu s oběhovou odvlhčovací jednotkou .....	21
Obr. 12 – Vzduchotechnická jednotka sestavená <sup>(11)</sup> .....	23
Obr. 13 – Vzduchotechnická jednotka kompaktní <sup>(12)</sup> .....	23
Obr. 14 – ukázka standartní skladby VZT s některými úpravami vzduchu (rekuperace, směšování, předhřev, chlazení, dohřev, filtrace) <sup>(10)</sup> .....	26
Obr. 15 - schéma zapojení <sup>(9)</sup> .....	26
Obr. 16 - bazénová jednotka – firma REMAK <sup>(9)</sup> .....	27
Obr. 17 - klidový provoz bez odvlhčení – robatherm <sup>(4)</sup> .....	28
Obr. 18 - Klidový provoz s odvlhčováním – Robatherm <sup>(4)</sup> .....	28
Obr. 19 - provoz koupání s odvlhčováním (zima) – Robatherm <sup>(4)</sup> .....	29
Obr. 20 - provoz koupání s odvlhčením (přechodné období) - Robatherm <sup>(4)</sup> .....	29
Obr. 21 - provoz koupání s odvlhčením (léto) – Robatherm <sup>(4)</sup> .....	29
Obr. 22 – Rozdělení objektu na funkční celky .....	34
Obr. 23 – dýza DAD <sup>(17)</sup> .....	56
Obr. 24 – ALMC – anemostat lamelový čtvercový <sup>(18)</sup> .....	56
Obr. 25 – Přívod vzduchu tenisové kurty .....	58
Obr. 26 – Podlahová štěrbinová vyústka (19) .....	59
Obr. 27 - Podlahová štěrbinová vyústka schéma instalace <sup>(19)</sup> .....	59
Obr. 28 ALMC – anemostat lamelový čtvercový <sup>(18)</sup> .....	59
Obr. 29 – Talířová vyústka .....	61
Obr. 30 – Vířivá vyústka.....	61
Obr. 31 - Specifikace vzduchotechnické jednotky – tenisové kurty .....	69
Obr. 32 - Grafické pohledy vzduchotechnické jednotky – tenisové kurty .....	71
Obr. 33 - Hx diagram – tenisové kurty .....	72
Obr. 34 - Specifikace vzduchotechnické jednotky – hygienické zázemí.....	73
Obr. 35 - Grafické pohledy vzduchotechnické jednotky – hygienické zázemí .....	74
Obr. 36 - Hx diagram – hygienické zázemí .....	75
Obr. 37 - axonometrický pohled na VZT jednotku – hygienické zázemí .....	76
Obr. 38 - Specifikace vzduchotechnické jednotky – bazénová hala.....	77

Obr. 39 - Grafické pohledy vzduchotechnické jednotky – bazénová hala .....	78
Obr. 40 - Hx diagram – bazénová hala .....	79
Obr. 41 - axonometrický pohled na VZT jednotku – bazénová hala .....	80
Obr. 42 - axonometrický pohled na VZT jednotku – bazénová hala (varianta 2).....	80
Obr. 43 – Buňkový tlumič typu „G“ <sup>(20)</sup> .....	90
Obr. 44 – Návrh tlumiče tenisové kurty – přívodní potrubí, odvodní potrubí.....	91
Obr. 45 - Návrh tlumiče hygienické zázemí – přívodní potrubí .....	92
Obr. 46 - Návrh tlumiče hygienické zázemí – odvodní potrubí.....	92
Obr. 47 - Návrh tlumiče bazén – přívodní potrubí, odvodní potrubí .....	93
Obr. 48 - návrh tlumiče výtlač.....	94
Obr. 49 - Funkční schéma – tenisové kurty.....	111
Obr. 50 - Funkční schéma – hygienické zázemí.....	112
Obr. 51 – Funkční schéma – bazénová hala.....	113

### **Tabulky**

Tab. 1 - Mikroklimatické požadavky, osvětlení a vnitřní ovzduší bazénové haly krytého bazénu a jeho přilehlých prostor <sup>(3)</sup> .....	18
Tab. 2 – Klimatické podmínky Zruč nad Sázavou <sup>(16)</sup> .....	35
Tab. 3 – Požadavky na vnitřní prostředí sportovní haly .....	35
Tab. 4 – Přehled přestupů tepla na vnější a vnitřní stěně .....	36
Tab. 5 – Součinitelé prostupu tepla jednotlivými konstrukcemi .....	37
Tab. 6 – Výpočet tepelné ztráty prostupem – tenisové kurty .....	39
Tab. 7 - Výpočet tepelné ztráty prostupem – Hygienická zázemí.....	40
Tab. 8 - Výpočet tepelné ztráty prostupem – bazénová hala .....	41
Tab. 9 – Průtoky vzduchu – tenisové kurty .....	53
Tab. 10 – Průtoky vzduchu – hygienické zázemí .....	53
Tab. 11 - Průtoky vzduchu – hygienické zázemí.....	54
Tab. 12 – Návrh distribučních elementů – tenisové kurty .....	57
Tab. 13 Návrh distribučních elementů– bazén + vířivky .....	60
Tab. 14 – Návrh distribučních elementů – hygienické zázemí.....	63
Tab. 15 – Dimenzování potrubí – Bazén přívodní hlavní větev.....	64
Tab. 16 - Dimenzování potrubí – Bazén odvodní hlavní větev.....	64
Tab. 17 - Dimenzování potrubí – Hygienické zázemí přívodní hlavní větev.....	65
Tab. 18 Dimenzování potrubí – Hygienické zázemí odvodní hlavní větev .....	65
Tab. 19 - Dimenzování potrubí – Tenisové kurty přívodní hlavní větev .....	66
Tab. 20 - Dimenzování potrubí – Tenisové kurty odvodní hlavní větev.....	66
Tab. 21 - Dimenzování potrubí – Sání jednotek č. 1 + 2 + 3.....	67
Tab. 22 - Dimenzování potrubí – výtlač jednotek č. 1 + 2 + 3 .....	68
Tab. 23 – útlum hluku – tenisové kurty .....	82
Tab. 24 - útlum hluku – hygienické zázemí .....	84
Tab. 25 - útlum hluku – bazénová hala .....	86
Tab. 26 – Návrh izolací tenisové kurty .....	95
Tab. 27 – Návrh izolací hygienické zázemí .....	95
Tab. 28 - návrh izolací – bazénová hala .....	96

Tab. 29 – přehled výkonů zařízení.....	107
Tab. 30 - Technická specifikace – jednotka tenisové kurty.....	108
Tab. 31 - Technická specifikace – jednotka hygienické zázemí.....	109
Tab. 32 - Technická specifikace – jednotka bazénová hala.....	110

### **Grafy**

Graf 1 - Průběh tepelné zátěže tenisových kurtů během dne .....	47
Graf 2 – Průběh tepelné zátěže bazénů během dne (růžová) tepelný tok sluneční radiace všemi okny (zelená).....	49
Graf 3 - Průběh tepelné zátěže bazénů během dne (růžová) tepelný tok sluneční radiace všemi okny (zelená).....	51
Graf 4 –Závislost tlakové ztráty a akustického výkonu na objemovém průtoku ALCM.....	57
Graf 5 – Závislost tlakové ztráty a akustického výkonu na objemovém průtoku DAD dýza .....	57

# PŘÍLOHY P.1

S1 - STANOVENÍ SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA PŘÍČKA TI. 115 mm				
VRSTVA	MATERIÁL	$\lambda$ [W/m.K]	d [m]	R [m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]
1.	Omítka vápenocementová	0,99	0,01	0,01
2.	POROTHERM 11,5 cm	0,26	0,115	0,44
3.	Omítka vápenocementová	0,99	0,01	0,01
				$\Sigma =$ <b>0,46</b>

<p><b>Součinitel prostupu tepla</b></p> $U = \frac{1}{R_T}$	<p><b>VÝPOČET</b></p> $R_T = 0,72251$ <p><b>U = 1,38</b></p>
---	--

$R_T = R + R_{SI} + R_{SE}$ $RSI = 0,13$ $RSE = 0,13$	$1,38 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \leq U_{N,20} \quad 1,8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
---	--

<b>POSUDEK</b>	<b>VYHOVUJE</b>
----------------	-----------------

S2 - STANOVENÍ SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA PŘÍČKA TI. 175 mm				
VRSTVA	MATERIÁL	$\lambda$ [W/m.K]	d [m]	R [m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]
1.	Omítka vápenocementová	0,99	0,01	0,01
2.	POROTHERM 17,5 cm	0,33	0,175	0,53
3.	Omítka vápenocementová	0,99	0,01	0,01
				$\Sigma =$ <b>0,55</b>

<p><b>Součinitel prostupu tepla</b></p> $U = \frac{1}{R_T}$	<p><b>VÝPOČET</b></p> $R_T = 0,810505$ <p><b>U = 1,23</b></p>
---	---

$R_T = R + R_{SI} + R_{SE}$ $RSI = 0,13$ $RSE = 0,13$	$1,23 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \leq U_{N,20} \quad 1,8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
---	--

<b>POSUDEK</b>	<b>VYHOVUJE</b>
----------------	-----------------

### S3 - STANOVENÍ SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA STĚNA TI. 250 mm

VRSTVA	MATERIÁL	$\lambda$ [W/m.K]	d [m]	R [m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]
1.	Omítka vápenocementová	0,99	0,01	0,01
2.	POROTHERM 25,0 cm	0,3	0,25	0,83
3.	Omítka vápenocementová	0,99	0,01	0,01
$\Sigma =$				<b>0,85</b>

#### Součinitel prostupu tepla

$$U = \frac{1}{R_T}$$

$$R_T = R + R_{SI} + R_{SE}$$

$$R_{SI} = 0,13$$

$$R_{SE} = 0,13$$

#### VÝPOČET

$$R_T = 1,113535$$

$$U = \mathbf{0,90}$$

$$0,90 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \leq U_{N,20} \quad 1,8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

**POSUDEK**

**VYHOVUJE**

### S4 - STANOVENÍ SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA STĚNA OBVODOVÁ TI. 500 mm

VRSTVA	MATERIÁL	$\lambda$ [W/m.K]	d [m]	R [m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]
1.	Omítka vápenocementová	0,99	0,01	0,01
2.	POROTHERM 50 T PROFI	0,066	0,5	7,58
3.	Lepící malta - Baumit DuoContact	0,83	0,005	0,01
4.	Lepící malta - Baumit Nanoportop	0,7	0,002	0,00
$\Sigma =$				<b>7,59</b>

#### Součinitel prostupu tepla

$$U = \frac{1}{R_T}$$

$$R_T = R + R_{SI} + R_{SE}$$

$$R_{SI} = 0,13$$

$$R_{SE} = 0,04$$

#### VÝPOČET

$$R_T = 7,76474$$

$$U = \mathbf{0,13}$$

$$0,13 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \leq U_{N,20} \quad 0,2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

**POSUDEK**

**VYHOVUJE**

P1 - STANOVENÍ SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA PODLAHA - TENISOVÉ KURTY				
VRSTVA	MATERIÁL	$\lambda$ [W/m.K]	d [m]	R [m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]
1.	Pryžová podlož	0,16	0,007	0,044
2.	Asfaltový pás typu R	0,098	0,032	0,327
3.	Dvojitý dřevěný rošt	0,18	0,05	0,278
4.	Betonová mazanina	1,23	0,04	0,033
5.	Tepelná izolace EPS	0,039	0,06	1,538
6.	Hydroizolace	0,18	0,00125	0,007
7.	Železobetonová deska	1,43	0,15	0,105
			$\Sigma =$	<b>2,22</b>

<p><b>Součinitel prostupu tepla</b></p> $U = \frac{1}{R_T}$ <p> <math>R_T = R + R_{SI} + R_{SE}</math>  <math>RSI = 0,17</math>  <math>RSE = 0</math> </p>	<p><b>VÝPOČET</b></p> $R_T = 2,39$ <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"><b>U = 0,42</b></div> <p> <math>0,42 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \leq U_{N,20} \text{ } 0,45 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}</math> </p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"><b>POSUDEK</b></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"><b>VYHOVUJE</b></div> </div>
--	---

STANOVENÍ SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA PODLAHA - HYGIENICKÉ ZÁZEMÍ				
VRSTVA	MATERIÁL	$\lambda$ [W/m.K]	d [m]	R [m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]
1.	Keramická dlžba	1,01	0,008	0,01
2.	betonová mazanina	1,23	0,05	0,04
3.	Tepelná izolace EPS	0,039	0,09	2,31
4.	Hydroizolace	0,21	0,005	0,02
5.	železobetonová deska	1,43	0,15	0,10
			$\Sigma =$	<b>2,48</b>

<p><b>Součinitel prostupu tepla</b></p> $U = \frac{1}{R_T}$ <p> <math>R_T = R + R_{SI} + R_{SE}</math>  <math>RSI = 0,17</math>  <math>RSE = 0</math> </p>	<p><b>VÝPOČET</b></p> $R_T = 2,654968$ <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"><b>U = 0,38</b></div> <p> <math>0,38 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \leq U_{N,20} \text{ } 0,45 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}</math> </p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"><b>POSUDEK</b></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"><b>VYHOVUJE</b></div> </div>
--	---

### STANOVENÍ SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA PODLAHA - BAZÉN

VRSTVA	MATERIÁL	$\lambda$ [W/m.K]	d [m]	R [m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]
1.	Keramická dlžba	1,01	0,008	0,01
2.	betonová mazanina	1,23	0,05	0,04
3.	Tepelná izolace EPS	0,039	0,09	2,31
4.	Hydroizolace	0,21	0,005	0,02
5.	železobetonová deska	1,43	0,15	0,10
			$\Sigma =$	<b>2,48</b>

#### Součinitel prostupu tepla

$$U = \frac{1}{R_T}$$

$$R_T = R + R_{SI} + R_{SE}$$

$$R_{SI} = 0,17$$

$$R_{SE} = 0$$

#### VÝPOČET

$$R_T = 2,654968$$

$$U = \mathbf{0,38}$$

$$0,38 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \leq U_{N,20} \quad 0,45 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

**POSUDEK**

**VYHOVUJE**

### STANOVENÍ SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA PUR STĚNA

VRSTVA	MATERIÁL	$\lambda$ [W/m.K]	d [m]	R [m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]
1.	Obkladová palubka modřín	0,046	0,02	0,43
2.	Desky dřevovláknité lisované	0,99	0,01	0,01
3.	vzduchová mezera	0,084	0,3	3,57
4.	ŽB sloupy	1,43	0,3	0,21
5.	Pur panel	0,99	0,01	0,01
			$\Sigma =$	<b>4,24</b>

#### Součinitel prostupu tepla

$$U = \frac{1}{R_T}$$

$$R_T = R + R_{SI} + R_{SE}$$

$$R_{SI} = 0,17$$

$$R_{SE} = 0$$

#### VÝPOČET

$$R_T = 4,406203$$

$$U = \mathbf{0,23}$$

$$0,23 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \leq U_{N,20} \quad 0,45 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

**POSUDEK**

**VYHOVUJE**



STANOVENÍ SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA STŘECHA				
VRSTVA	MATERIÁL	$\lambda$ [W/m.K]	d [m]	R [m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]
1.	Omítka vápenocementová	0,99	0,01	0,01
2.	Železobetonová deska	1,43	0,1	0,07
3.	Lehčený beton - spád	1,3	0,4	0,31
4.	Penetrační nátěr	0,93	0,0001	0,00
5.	Parozábrana Knauf LDS 100	0,03	0,002	0,07
6.	TI - minerální vata Isover Unirol Profi	0,033	0,2	6,06
7.	TI - minerální vata Isover Uni	0,035	0,02	0,57
8.	Asfaltový pás SBS	0,21	0,04	0,19
9.	Asfaltový pás SBS	0,21	0,04	0,19
			$\Sigma =$	<b>7,47</b>

<p><b>Součinitel prostupu tepla</b></p> $U = \frac{1}{R_T}$	<p><b>VÝPOČET</b></p> <p><math>R_T = 7,607485</math></p> <p><b>U = 0,13</b></p>
<p><math>R_T = R + R_{SI} + R_{SE}</math></p> <p>RSI= 0,1</p> <p>RSE= 0,04</p>	<p><math>0,13 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \leq U_{N,20} \quad 0,45 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}</math></p> <p><b>POSUDEK</b>      <b>VYHOVUJE</b></p>

STANOVENÍ SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA STŘECHA - TENISOVÉ KURTY				
VRSTVA	MATERIÁL	$\lambda$ [W/m.K]	d [m]	R [m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]
1.	Asfaltový pás typu "R"	0,21	0,005	0,02
2.	Asfaltový pás typu "R"	0,21	0,005	0,02
3.	Tepelná izolace EPS	0,047	0,11	2,34
4.	Tepelná izolace EPS	0,047	0,11	2,34
5.	Parotěsná fólie	0,21	0,00125	0,01
6.	Dřevěné bednění	0,18	0,02	0,11
7.	vzduchová mezera	0,2	0,68	3,40
8.	Dřevěné bednění	0,18	0,02	0,11
			$\Sigma =$	<b>8,36</b>

<p><b>Součinitel prostupu tepla</b></p> $U = \frac{1}{R_T}$	<p><b>VÝPOČET</b></p> <p><math>R_T = 8,496645</math></p> <p><b>U = 0,12</b></p>
<p><math>R_T = R + R_{SI} + R_{SE}</math></p> <p>RSI= 0,1</p> <p>RSE= 0,04</p>	<p><math>0,12 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \leq U_{N,20} \quad 0,45 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}</math></p> <p><b>POSUDEK</b>      <b>VYHOVUJE</b></p>

<b>PROSKLENÁ STĚNA BAZÉN</b>		
ŠÍŘKA OKNA	11500	mm
VÝŠKA OKNA	2500	mm
ŠÍŘKA RÁMU S KŘÍDLEM	80	mm
ŠÍŘKA SLOUPKU	50	mm
SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA ZASKLENÍM Ug	0,6	W/m2 * K
SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA RÁMU Uf	0,78	W/m2 * K
LINEÁRNÍ SOUČINITEL $\psi_g$	0,03	-
PLOCHA OKNA A	28,75	m <sup>2</sup>
PLOCHA ZASKLENÍ Ag	26,25	m <sup>2</sup>
PLOCHA RÁMU Af	2,5	m <sup>2</sup>
OBVOD ZASKLENÍ lg	28	m
SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA OKNA Uw	<b>0,64</b>	<b>W/m2 * K</b>

<b>OKNO HZ</b>		
ŠÍŘKA OKNA	4000	mm
VÝŠKA OKNA	1500	mm
ŠÍŘKA RÁMU S KŘÍDLEM	75	mm
ŠÍŘKA SLOUPKU	50	mm
SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA ZASKLENÍM Ug	0,6	W/m2 * K
SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA RÁMU Uf	0,78	W/m2 * K
LINEÁRNÍ SOUČINITEL $\psi_g$	0,03	-
PLOCHA OKNA A	6	m <sup>2</sup>
PLOCHA ZASKLENÍ Ag	4,44	m <sup>2</sup>
PLOCHA RÁMU Af	1,6	m <sup>2</sup>
OBVOD ZASKLENÍ lg	9,05	m
SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA OKNA Uw	<b>0,69</b>	<b>W/m2 * K</b>

<b>OKNO HZ</b>		
ŠÍŘKA OKNA	950	mm
VÝŠKA OKNA	2500	mm
ŠÍŘKA RÁMU S KŘÍDLEM	75	mm
ŠÍŘKA SLOUPKU	50	mm
SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA ZASKLENÍM Ug	0,6	W/m2 * K
SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA RÁMU Uf	0,78	W/m2 * K
LINEÁRNÍ SOUČINITEL $\psi_g$	0,03	-
PLOCHA OKNA A	2,375	m <sup>2</sup>
PLOCHA ZASKLENÍ Ag	1,86	m <sup>2</sup>
PLOCHA RÁMU Af	0,5174	m <sup>2</sup>
OBVOD ZASKLENÍ lg	6	m
SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA OKNA Uw	<b>0,71</b>	<b>W/m2 * K</b>

## PŘÍLOHY P.2

Tabulky dimenzování potrubí vedlejší větve

Bazén – Vedlejší větev															
Z PLÁNU			HODNOTY										TLAK. ZTRÁTA		
			PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ – VYPOČTENÉ										
Č.Ú.	V		l	v'	S'	A	B	dr	S	w	p <sub>d</sub> (Z)	R <sub>1</sub>	ξ	R <sub>1</sub> *l	ξ*P <sub>d</sub> (Z)
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]													
1	800	0,22	5,3	2	0,11	500	450	0,474	0,225	1,26	0,56	0,055	0,6	0,29	0,34
2	1600	0,44	2	3	0,15	500	450	0,474	0,225	2,52	2,25	0,19	0,6	0,38	1,35
3	2400	0,67	1,72	3	0,22	500	500	0,5	0,25	3,40	4,09	0,24	0,6	0,41	2,45
4	3200	0,89	1,72	4	0,22	500	500	0,5	0,25	4,53	7,27	0,39	0,6	0,67	4,36
5	4000	1,11	1,5	4	0,28	500	560	0,528	0,28	5,08	27,42	0,35	1,8	0,53	49,35
Σ													2,28	57,86	
Koncový element													6		
Celková tlaková ztráta													66,14		

Tenisové kurty přívodní potrubí – Vedlejší větev															
Z PLÁNU			HODNOTY										TLAK. ZTRÁTA		
			PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ – VYPOČTENÉ										
Č.Ú.	V		l	v'	S'	A	B	dr	S	w	p <sub>d</sub> (Z)	R <sub>1</sub>	ξ	R <sub>1</sub> *l	ξ*P <sub>d</sub> (Z)
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]													
1	600	0,17	4	1	0,17	500	450	0,499	0,225	0,85	0,13	0,055	0,3	0,22	0,04
2	1200	0,33	4	1	0,33	500	500	0,528	0,25	1,52	0,82	0,067	0,6	0,27	0,49
3	1800	0,50	4	2	0,25	500	500	0,528	0,25	2,28	1,85	0,144	0,6	0,58	1,11
4	2400	0,67	4	2	0,33	500	560	0,56	0,28	2,71	2,60	0,136	0,6	0,54	1,56
5	3000	0,83	4	3	0,28	500	560	0,56	0,28	3,39	4,06	0,199	0,6	0,80	2,44
6	3600	1,00	4	3	0,33	500	630	0,593	0,315	3,62	6,98	0,16	0,9	0,64	6,28
7	4200	1,17	4	4	0,29	500	630	0,593	0,315	4,23	6,33	0,21	0,6	0,84	3,80
8	4800	1,33	4	4	0,33	500	710	0,626	0,355	4,33	6,66	0,16	0,6	0,64	4,00
9	5400	1,50	4	5	0,30	500	800	0,615	0,4	5,05	9,05	0,12	0,6	0,48	5,43
10	6000	1,67	2	5	0,33	500	800	0,615	0,4	5,61	11,17	0,132	0,6	0,26	6,70
Σ													5,27	31,85	
Koncový element													47		
Celková tlaková ztráta													84,12		

**Tenisové kurty odvodní potrubí – vedlejší větev**

Z PLÁNU			HODNOTY										TLAK. ZTRÁTA		
			PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ – VYPOČTENÉ										
Č.Ú.	V		l	v'	S'	A	B	dr	S	w	p <sub>d</sub> (Z)	R <sub>1</sub>	ξ	R <sub>1</sub> *l	ξ*P <sub>d</sub> (Z)
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]													
1	1000	0,28	4	1	0,28	500	500	0,5	0,25	1,42	0,71	0,365	0,6	1,46	0,43
2	2000	0,56	4	2	0,28	500	560	0,528	0,28	2,54	2,28	0,358	0,6	1,43	1,37
3	3000	0,83	4	2	0,42	500	630	0,558	0,315	3,41	4,12	0,31	0,6	1,24	2,47
4	4000	1,11	4	3	0,37	500	710	0,587	0,355	4,11	5,98	0,124	0,6	0,50	3,59
5	5000	1,39	4	4	0,35	500	800	0,615	0,4	4,68	7,76	0,13	0,6	0,52	4,65
6	6000	1,67	15,5	5	0,33	500	900	0,643	0,45	5,14	9,35	0,174	0,6	2,70	5,61
Σ													<b>5,15</b>	<b>18,12</b>	
Koncový element														16	
<b>Celková tlaková ztráta</b>														<b>39,27</b>	

### Hygienické zázemí přívodní potrubí – vedlejší větev 1

Z PLÁNU		HODNOTY											TLAK. ZTRÁTA		
		PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ – VYPOČTENÉ											
Č.Ú.	V		l	v'	S'	A	B	dr	S	w	p <sub>d</sub> (Z)	R <sub>1</sub>	ξ	R <sub>1</sub> *l	ξ*P <sub>d</sub> (Z)
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]													
1'	140	0,04	4,1	2	0,02	250	250	0,25	0,063	0,79	0,11	0,055	0,3	0,23	0,03
													Σ	<b>0,23</b>	<b>0,03</b>
													<b>Celková tlaková ztráta</b>		<b>0,26</b>

### Hygienické zázemí přívodní potrubí – vedlejší větev 2

Z PLÁNU		HODNOTY											TLAK. ZTRÁTA		
		PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ – VYPOČTENÉ											
Č.Ú.	V		l	v'	S'	A	B	dr	S	w	p <sub>d</sub> (Z)	R <sub>1</sub>	ξ	R <sub>1</sub> *l	ξ*P <sub>d</sub> (Z)
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]													
2'	450	0,13	2,75	2	0,06	315	315	0,315	0,099	1,60	0,46	0,055	0,3	0,15	0,14
2''	900	0,25	2,8	2	0,13	315	315	0,315	0,099	3,21	1,83	0,055	0,3	0,15	0,55
													Σ	<b>0,31</b>	<b>0,68</b>
													<b>Celková tlaková ztráta</b>		<b>0,99</b>

### Hygienické zázemí přívodní potrubí – vedlejší větev 3

Z PLÁNU		HODNOTY											TLAK. ZTRÁTA		
		PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ – VYPOČTENÉ											
Č.Ú.	V		l	v'	S'	A	B	dr	S	w	p <sub>d</sub> (Z)	R <sub>1</sub>	ξ	R <sub>1</sub> *l	ξ*P <sub>d</sub> (Z)
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]													
3'	250	0,07	0,5	2	0,03	250	250	0,25	0,063	0,79	0,11	0,055	0,3	0,03	0,11
													Σ	<b>0,03</b>	<b>0,11</b>
													<b>Celková tlaková ztráta</b>		<b>0,13</b>

### Hygienické zázemí přívodní potrubí – vedlejší větev 4

Z PLÁNU		HODNOTY											TLAK. ZTRÁTA		
		PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ – VYPOČTENÉ											
Č.Ú.	V		l	v'	S'	A	B	dr	S	w	p <sub>d</sub> (Z)	R <sub>1</sub>	ξ	R <sub>1</sub> *l	ξ*P <sub>d</sub> (Z)
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]													
4'	325	0,09	5	3	0,03	250	250	0,225	0,063	2,27	0,91	0,055	0,3	0,28	0,27
4''	650	0,18	2,5	3	0,06	280	250	0,264	0,07	3,30	3,86	0,055	0,6	0,14	2,32
													Σ	<b>0,41</b>	<b>2,59</b>
													<b>Celková tlaková ztráta</b>		<b>3,00</b>

### Hygienické zázemí přívodní potrubí – vedlejší větev 5

Z PLÁNU		HODNOTY											TLAK. ZTRÁTA			
		PŘEDBĚŽNÉ			SKUTEČNÉ – VYPOČTENÉ											
Č.Ú.	V		l	v'	S'	A	B	dr	S	w	p <sub>d</sub> (Z)	R <sub>1</sub>	ξ	R <sub>1</sub> *l	ξ*P <sub>d</sub> (Z)	
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]														[m]
5'	450	0,13	4,3	3	0,04	315	315	0,315	0,099	1,60	0,46	0,055	0,3	0,24	0,14	
5''	900	0,25	1,7	3	0,08	315	315	0,315	0,099	3,21	1,83	0,055	0,3	0,09	0,55	
														Σ	<b>0,33</b>	<b>0,68</b>
														<b>Celková tlaková ztráta</b>		<b>1,01</b>

### Hygienické zázemí přívodní potrubí – vedlejší větev 7

Z PLÁNU		HODNOTY											TLAK. ZTRÁTA			
		PŘEDBĚŽNÉ			SKUTEČNÉ – VYPOČTENÉ											
Č.Ú.	V		l	v'	S'	A	B	dr	S	w	p <sub>d</sub> (Z)	R <sub>1</sub>	ξ	R <sub>1</sub> *l	ξ*P <sub>d</sub> (Z)	
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]														[m]
6'	325	0,09	2,3	4	0,02	250	250	0,225	0,063	2,27	0,91	0,055	0,3	0,13	0,27	
6''	650	0,18	1,8	4	0,05	280	250	0,264	0,07	3,30	3,86	0,055	0,6	0,10	2,32	
														Σ	<b>0,23</b>	<b>2,59</b>
														<b>Celková tlaková ztráta</b>		<b>2,82</b>

### Hygienické zázemí přívodní potrubí – vedlejší větev 6

Z PLÁNU		HODNOTY											TLAK. ZTRÁTA			
		PŘEDBĚŽNÉ			SKUTEČNÉ – VYPOČTENÉ											
Č.Ú.	V		l	v'	S'	A	B	dr	S	w	p <sub>d</sub> (Z)	R <sub>1</sub>	ξ	R <sub>1</sub> *l	ξ*P <sub>d</sub> (Z)	
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]														[m]
7'	450	0,13	5	4	0,03	315	315	0,315	0,099	1,60	0,46	0,055	0,3	0,28	0,14	
7''	900	0,25	2,5	4	0,06	315	315	0,315	0,099	3,21	1,83	0,055	0,3	0,14	0,55	
														Σ	<b>0,41</b>	<b>0,68</b>
														<b>Celková tlaková ztráta</b>		<b>1,10</b>

### Hygienické zázemí přívodní potrubí – vedlejší větev 9

Z PLÁNU		HODNOTY											TLAK. ZTRÁTA			
		PŘEDBĚŽNÉ			SKUTEČNÉ – VYPOČTENÉ											
Č.Ú.	V		l	v'	S'	A	B	dr	S	w	p <sub>d</sub> (Z)	R <sub>1</sub>	ξ	R <sub>1</sub> *l	ξ*P <sub>d</sub> (Z)	
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]														[m]
9'	200	0,06	1,2	4	0,01	250	250	0,25	0,063	1,13	0,23	0,055	0,3	0,07	0,07	
														Σ	<b>0,07</b>	<b>0,07</b>
														<b>Celková tlaková ztráta</b>		<b>0,13</b>

Hygienické zázemí přívodní potrubí – vedlejší větev 10															
Z PLÁNU			HODNOTY											TLAK. ZTRÁTA	
			PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ – VYPOČTENÉ										
Č.Ú.	V		l	v'	S'	A	B	dr	S	w	p <sub>d</sub> (Z)	R <sub>1</sub>	ξ	R <sub>1</sub> *l	ξ*P <sub>d</sub> (Z)
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]													
10'	100	0,03	1,24	4	0,01	250	250	0,25	0,063	0,57	0,06	0,055	0,3	0,07	0,02
10''	200	0,06	1,25	4	0,01	250	250	0,25	0,063	1,13	0,23	0,055	0,3	0,07	0,07
													Σ	<b>0,14</b>	<b>0,09</b>
													<b>Celková tlaková ztráta</b>		<b>0,22</b>

Hygienické zázemí přívodní potrubí – vedlejší větev 8															
Z PLÁNU			HODNOTY											TLAK. ZTRÁTA	
			PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ – VYPOČTENÉ										
Č.Ú.	V		l	v'	S'	A	B	dr	S	w	p <sub>d</sub> (Z)	R <sub>1</sub>	ξ	R <sub>1</sub> *l	ξ*P <sub>d</sub> (Z)
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]													
8'	450	0,13	4,3	4	0,03	315	315	0,315	0,099	1,60	0,46	0,055	0,3	0,24	0,14
8''	900	0,25	1,7	4	0,06	315	315	0,315	0,099	3,21	1,83	0,055	0,3	0,09	0,55
													Σ	<b>0,33</b>	<b>0,68</b>
													<b>Celková tlaková ztráta</b>		<b>1,01</b>

Hygienické zázemí odvodní potrubí – vedlejší větev 1															
Z PLÁNU			HODNOTY											TLAK. ZTRÁTA	
			PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ – VYPOČTENÉ										
Č.Ú.	V		l	v'	S'	A	B	dr	S	w	p <sub>d</sub> (Z)	R <sub>1</sub>	ξ	R <sub>1</sub> *l	ξ*P <sub>d</sub> (Z)
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]													
1'	30	0,01	1,49	2	0,004	250	250	0,25	0,063	0,17	0,01	0,055	0,3	0,08	0,00
1''	80	0,02	3,2	2	0,011	250	250	0,25	0,063	0,45	0,04	0,055	0,3	0,18	0,01
1'''	140	0,04	4,47	2	0,019	250	250	0,25	0,063	0,79	0,11	0,055	0,3	0,25	0,03
1''''	220	0,06	6,6	2	0,031	250	250	0,25	0,063	1,25	0,28	0,055	0,3	0,36	0,08
													Σ	<b>0,87</b>	<b>0,13</b>
													<b>Celková tlaková ztráta</b>		<b>1,00</b>

Hygienické zázemí odvodní potrubí – vedlejší větev 2															
Z PLÁNU			HODNOTY											TLAK. ZTRÁTA	
			PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ – VYPOČTENÉ										
Č.Ú.	V		l	v'	S'	A	B	dr	S	w	p <sub>d</sub> (Z)	R <sub>1</sub>	ξ	R <sub>1</sub> *l	ξ*P <sub>d</sub> (Z)
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]													
2'	60	0,02	1,49	3	0,006	250	250	0,25	0,063	0,34	0,02	0,055	0,3	0,08	0,01
													Σ	<b>0,08</b>	<b>0,01</b>
													<b>Celková tlaková ztráta</b>		<b>0,09</b>

Hygienické zázemí odvodní potrubí – vedlejší větev 3															
Z PLÁNU			HODNOTY											TLAK. ZTRÁTA	
			PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ – VYPOČTENÉ										
Č.Ú.	V		l	v'	S'	A	B	dr	S	w	p <sub>d</sub> (Z)	R <sub>1</sub>	ξ	R <sub>1</sub> *l	ξ*P <sub>d</sub> (Z)
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]													
3'	450	0,13	1,15	3	0,042	280	315	0,296	0,088	1,82	0,59	0,055	0,3	0,06	0,18
3''	900	0,25	3,5	3	0,083	315	315	0,315	0,099	3,21	3,65	0,055	0,6	0,19	2,19
													Σ	<b>0,26</b>	<b>2,37</b>
													<b>Celková tlaková ztráta</b>		<b>2,62</b>

Hygienické zázemí odvodní potrubí – vedlejší větev 4															
Z PLÁNU			HODNOTY											TLAK. ZTRÁTA	
			PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ – VYPOČTENÉ										
Č.Ú.	V		l	v'	S'	A	B	dr	S	w	p <sub>d</sub> (Z)	R <sub>1</sub>	ξ	R <sub>1</sub> *l	ξ*P <sub>d</sub> (Z)
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]													
4'	50	0,01	1,15	3	0,005	250	250	0,25	0,063	0,28	0,01	0,055	0,3	0,06	0,00
4''	100	0,03	3,5	3	0,009	250	250	0,25	0,063	0,57	0,06	0,055	0,3	0,19	0,02
4'''	375	0,10	3,5	3	0,035	250	250	0,25	0,063	2,12	0,80	0,055	0,3	0,19	0,24
4''''	525	0,15	3,5	3	0,049	250	250	0,25	0,063	2,97	3,13	0,055	0,6	0,19	1,88
4'''''	605	0,17	3,5	3	0,056	250	250	0,25	0,063	3,43	6,24	0,055	0,9	0,19	5,62
													Σ	<b>0,83</b>	<b>7,76</b>
													<b>Celková tlaková ztráta</b>		<b>8,59</b>

Hygienické zázemí odvodní potrubí – vedlejší větev 5															
Z PLÁNU			HODNOTY											TLAK. ZTRÁTA	
			PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ – VYPOČTENÉ										
Č.Ú.	V		l	v'	S'	A	B	dr	S	w	p <sub>d</sub> (Z)	R <sub>1</sub>	ξ	R <sub>1</sub> *l	ξ*P <sub>d</sub> (Z)
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]													
5'	650	0,18	7	3	0,060	280	315	0,296	0,088	2,63	1,22	0,055	0,3	0,39	0,37
5''	1100	0,31	1,15	3	0,102	315	315	0,315	0,099	3,92	5,46	0,055	0,6	0,06	3,27
													Σ	<b>0,45</b>	<b>3,64</b>
													<b>Celková tlaková ztráta</b>		<b>4,09</b>



Hygienické zázemí odvodní potrubí – vedlejší větev 7															
Z PLÁNU			HODNOTY											TLAK. ZTRÁTA	
			PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ – VYPOČTENÉ										
Č.Ú.	V		l	v'	S'	A	B	dr	S	w	p <sub>d</sub> (Z)	R <sub>1</sub>	ξ	R <sub>1</sub> *l	ξ*P <sub>d</sub> (Z)
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]													
7'	50	0,01	1,15	3	0,005	250	250	0,25	0,063	0,28	0,03	0,055	0,6	0,06	0,02
7''	100	0,03	3,5	3	0,009	250	250	0,25	0,063	0,57	0,11	0,055	0,6	0,19	0,07
7'''	375	0,10	3,5	3	0,035	250	250	0,25	0,063	2,12	1,60	0,055	0,6	0,19	0,96
7''''	525	0,15	3,5	3	0,049	250	250	0,25	0,063	2,97	1,57	0,055	0,3	0,19	0,46
													Σ	<b>0,64</b>	<b>1,51</b>
													<b>Celková tlaková ztráta</b>		<b>2,15</b>

Hygienické zázemí odvodní potrubí – vedlejší větev 6															
Z PLÁNU			HODNOTY											TLAK. ZTRÁTA	
			PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ – VYPOČTENÉ										
Č.Ú.	V		l	v'	S'	A	B	dr	S	w	p <sub>d</sub> (Z)	R <sub>1</sub>	ξ	R <sub>1</sub> *l	ξ*P <sub>d</sub> (Z)
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]													
6'	450	0,13	1,15	3	0,042	280	315	0,296	0,088	1,82	0,59	0,055	0,3	0,06	0,18
6''	900	0,25	3,5	3	0,083	315	315	0,315	0,099	3,21	3,65	0,055	0,6	0,19	2,19
													Σ	<b>0,26</b>	<b>2,37</b>
													<b>Celková tlaková ztráta</b>		<b>2,62</b>

Hygienické zázemí odvodní potrubí – vedlejší větev 8															
Z PLÁNU			HODNOTY											TLAK. ZTRÁTA	
			PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ – VYPOČTENÉ										
Č.Ú.	V		l	v'	S'	A	B	dr	S	w	p <sub>d</sub> (Z)	R <sub>1</sub>	ξ	R <sub>1</sub> *l	ξ*P <sub>d</sub> (Z)
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]													
8'	450	0,13	1,15	3	0,042	280	315	0,296	0,088	1,82	0,59	0,055	0,3	0,06	0,18
8''	900	0,25	3,5	3	0,083	315	315	0,315	0,099	3,21	3,65	0,055	0,6	0,19	2,19
													Σ	<b>0,26</b>	<b>2,37</b>
													<b>Celková tlaková ztráta</b>		<b>2,62</b>

Hygienické zázemí odvodní potrubí – vedlejší větev 9															
Z PLÁNU			HODNOTY											TLAK. ZTRÁTA	
			PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ – VYPOČTENÉ										
Č.Ú.	V		l	v'	S'	A	B	dr	S	w	p <sub>d</sub> (Z)	R <sub>1</sub>	ξ	R <sub>1</sub> *l	ξ*P <sub>d</sub> (Z)
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]													
9'	200	0,06	1,49	3	0,019	250	250	0,25	0,063	1,13	0,23	0,055	0,3	0,08	0,07
													Σ	<b>0,08</b>	<b>0,07</b>
													<b>Celková tlaková ztráta</b>		<b>0,15</b>

Hygienické zázemí odvodní potrubí – vedlejší větev 10															
Z PLÁNU			HODNOTY										TLAK. ZTRÁTA		
			PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ – VYPOČTENÉ										
Č.Ú.	V		l	v'	S'	A	B	dr	S	w	p <sub>d</sub> (Z)	R <sub>1</sub>	ξ	R <sub>1</sub> *l	ξ*P <sub>d</sub> (Z)
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[mm]		[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m/s]	[Pa]	[Pa*m <sup>-1</sup> ]		[Pa]	[Pa]
10'	200	0,06	1,49	3	0,019	250	250	0,25	0,063	1,13	0,23	0,055	0,3	0,08	0,07
													Σ	<b>0,08</b>	<b>0,07</b>
													<b>Celková tlaková ztráta</b>		<b>0,15</b>

# **PŘÍLOHY P.3**

Návrh izolací – proveden pomocí softwaru Teruna

Povrchová kondenzace

**Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí** Popis: Z2 - odvod - exteriér - léto

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = 32.9$   
 $\text{RH}_o[\%] = 40$

$t_{\text{vst}}[^\circ\text{C}] = 23$   
 $t_{\text{vst}}[^\circ\text{C}] = 23$   
 $\text{RH}[\%] = 55$

$a[\text{mm}] = 1000$   
 $b[\text{mm}] = 800$   
 $\text{D}[\text{mm}] = 0$   
 $\text{Délka}[\text{mm}] = 1000$

Hranaté potrubí  Kruhové potrubí

$t_{\text{po}}[^\circ\text{C}] = 32.35$   
 $t_{\text{ro}}[^\circ\text{C}] = 17.5$   
 $t_{\text{pv}}[^\circ\text{C}] = 23.36$   
 $t_{\text{rv}}[^\circ\text{C}] = 13.48$

$t[\text{mm}] = 60$

Průtok vzduchu [m<sup>3</sup>/h]: 13400  
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.033  
 Potrubí je situováno v prostředí:  
 Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)  
 S mírným pohybem vzduchu (místnost)  
 Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: 21.62

Povrchová kondenzace

**Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí** Popis: Z1 - odvod - exteriér - léto

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = 32.9$   
 $\text{RH}_o[\%] = 40$

$t_{\text{vst}}[^\circ\text{C}] = 24.01$   
 $t_{\text{vst}}[^\circ\text{C}] = 24$   
 $\text{RH}[\%] = 55$

$a[\text{mm}] = 1000$   
 $b[\text{mm}] = 1250$   
 $\text{D}[\text{mm}] = 0$   
 $\text{Délka}[\text{mm}] = 1000$

Hranaté potrubí  Kruhové potrubí

$t_{\text{po}}[^\circ\text{C}] = 32.41$   
 $t_{\text{ro}}[^\circ\text{C}] = 17.5$   
 $t_{\text{pv}}[^\circ\text{C}] = 24.36$   
 $t_{\text{rv}}[^\circ\text{C}] = 14.41$

$t[\text{mm}] = 60$

Průtok vzduchu [m<sup>3</sup>/h]: 13000  
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.033  
 Potrubí je situováno v prostředí:  
 Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)  
 S mírným pohybem vzduchu (místnost)  
 Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: 23.74

**Povrchová kondenzace**

**Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí** Popis: Z3 - přívod - exteriér - léto

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = 32.9$   
 $\text{RH}_o[\%] = 55$

$a[\text{mm}] = 560$   
 $b[\text{mm}] = 1000$

$\text{tv}_{\text{vst}}[^\circ\text{C}] = 18$   
 $\text{RH}[\%] = 55$

Délka[mm] = 1000

$D[\text{mm}] = 0$

Hranaté potrubí  Kruhové potrubí

$t_{\text{po}}[^\circ\text{C}] = 32.06$   
 $t_{\text{ro}}[^\circ\text{C}] = 22.65$   
 $t_{\text{pv}}[^\circ\text{C}] = 18.39$   
 $t_{\text{rv}}[^\circ\text{C}] = 8.84$

$l[\text{mm}] = 60$

Průtok vzduchu [m<sup>3</sup>/h]: 26400

Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.033

Potrubí je situováno v prostředí:

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

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: 28.94

**Povrchová kondenzace**

**Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí** Popis: Z2 - odvod - interiér - zima

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = 24$   
 $\text{RH}_o[\%] = 35$

$a[\text{mm}] = 500$   
 $b[\text{mm}] = 630$

$\text{tv}_{\text{vst}}[^\circ\text{C}] = 25$   
 $\text{RH}[\%] = 35$

Délka[mm] = 1000

$D[\text{mm}] = 0$

Hranaté potrubí  Kruhové potrubí

$t_{\text{po}}[^\circ\text{C}] = 24.08$   
 $t_{\text{ro}}[^\circ\text{C}] = 7.61$   
 $t_{\text{pv}}[^\circ\text{C}] = 24.95$   
 $t_{\text{rv}}[^\circ\text{C}] = 8.49$

$l[\text{mm}] = 40$

Průtok vzduchu [m<sup>3</sup>/h]: 7200

Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.033

Potrubí je situováno v prostředí:

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

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: -1.99

Povrchová kondenzace

### Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí

Popis: Z3 - odvod - exteriér - léto

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o$  [°C] = 32.9  
 $RHo$  [%] = 40  
 $a$  [mm] = 560  
 $b$  [mm] = 1000  
 $D$  [mm] = 0  
 $tvst$  [°C] = 18  
 $RH$  [%] = 55  
 $tvyst$  [°C] = 18.01  
 $Délka$  [mm] = 1000

Hranaté potrubí  Kruhové potrubí

$tpo$  [°C] = 32.07  
 $tro$  [°C] = 17.5  
 $tpv$  [°C] = 18.5  
 $trv$  [°C] = 8.84  
 $t$  [mm] = 60

Průtok vzduchu [m<sup>3</sup>/h]: 13400  
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.033  
 Potrubí je situováno v prostředí:  
 Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)  
 S mírným pohybem vzduchu (místnost)  
 Venkovním (povětrnostní vlivy)  
 Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: 28.7

Povrchová kondenzace

### Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí

Popis: Z3 - přívod - interiér - zima

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o$  [°C] = 30  
 $RHo$  [%] = 55  
 $a$  [mm] = 560  
 $b$  [mm] = 710  
 $D$  [mm] = 0  
 $tvst$  [°C] = 38  
 $RH$  [%] = 55  
 $tvyst$  [°C] = 37.99  
 $Délka$  [mm] = 1000

Hranaté potrubí  Kruhové potrubí

$tpo$  [°C] = 30.64  
 $tro$  [°C] = 19.97  
 $tpv$  [°C] = 37.56  
 $trv$  [°C] = 27.36  
 $t$  [mm] = 40

Průtok vzduchu [m<sup>3</sup>/h]: 6200  
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.033  
 Potrubí je situováno v prostředí:  
 Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)  
 S mírným pohybem vzduchu (místnost)  
 Venkovním (povětrnostní vlivy)  
 Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: -17.57

