



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## NÁVRH VZDUCHOTECHNIKY V BAZÉNOVÉ HALE

DESIGN OF AIR CONDITIONING IN THE SWIMMINGPOOL HALL

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Adriana Mahovská

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Petr Blasinski, Ph.D.

BRNO 2021



## **ABSTRAKT**

Diplomová práce je zaměřená na problematiku větrání bazénových hal. V teoretické části se zabývá obecně problematickou kvalitou vzduchu vnitřního prostředí a bazénových hal, způsoby větrání a prvky na úpravu vzduchu ve vzduchotechnických jednotkách. V projektové části je zpracován kompletní návrh vzduchotechniky pro objekt plaveckého bazénu. Pro větrání bazénové haly jsou vytvořeny 2 alternativní varianty odvlhčení bazénové haly a jejich ekonomické porovnání. Experimentální část je věnována odparu vody z bazénové plochy při rozpohybování vodními atrakcemi.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Bazénová hala, odpar, odvlhčování, vlhkostní zátěž, větrání, mikroklima, vnitřní prostředí budov, vzduchotechnické jednotky, adsorbční odvlhčování, jednotka s okruhem tepelného čerpadla

## **ABSTRACT**

The diploma thesis is focused on the issue of ventilation of swimming halls. In the theoretical part, I assess the general issue of air quality in the indoor environment and in swimming halls, ventilation methods and elements for air conditioning in air handling units. In the project part, a complete design of air conditioning for the swimming pool buildings. For ventilation of the pool are created 2 alternative variants of dehumidification of the pool hall and their economic comparison. The experimental part is devoted to the evaporation of water from the water area when moving through water attractions.

## **KEYWORDS**

Swimming hall, evaporation, dehumidification, humidity load, ventilation, microclimate, indoor environment of buildings, air conditioning unit, adsorption dehumidification, air conditioning unit with heat pump circuit

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

Bc. Adriana Mahovská *Návrh vzduchotechniky v bazénové hale*. Brno, 2021. 118 s., 67 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Petr Blasinski, Ph.D.

## **PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Návrh vzduchotechniky v bazénové hale* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 15. 1. 2021

---

Bc. Adriana Mahovská  
autor práce

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

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Návrh vzduchotechniky v bazénové hale* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 15. 1. 2021

---

Bc. Adriana Mahovská  
autor práce

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji vedoucímu diplomové práce Ing. Petru Blasinskému, Ph.D. za odbornou pomoc poskytnutí cenných rad, zkušeností a času při zpracování diplomové práce.

Velké poděkování patří i mé rodině za podporu při celém studiu a při zpracovávání této diplomové práce.

## OBSAH

ÚVOD .....	11
ČÁST A – TEORETICKÁ ČÁST .....	12
<b>1. VĚTRÁNÍ BUDOV .....</b>	<b>13</b>
1.1 VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ BUDOV .....	13
TEPELNĚ-VLHKOSTNÍ MIKROKLIMA .....	14
AEROSOLOVÉ MIKROKLIMA .....	14
MIKROBIÁLNÍ MIKROKLIMA .....	14
IONIZAČNÍ MIKROKLIMA .....	14
ODÉROVÉ MIKROKLIMA .....	15
TOXICKÉ MIKROKLIMA .....	16
SVĚTELNÉ MIKROKLIMA .....	16
AKUSTICKÉ MIKROKLIMA .....	16
<b>2. VĚTRACÍ SYSTÉMY .....</b>	<b>16</b>
2.1 PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ .....	17
2.2 NUCENÉ VĚTRÁNÍ .....	18
PODTLAKOVÉ VĚTRÁNÍ (ASPIRAČNÍ) .....	18
ROVNOTLAKÉ VĚTRÁNÍ .....	18
PŘETLAKOVÉ VĚTRÁNÍ (PULSAČNÍ) .....	19
<b>3. VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY .....</b>	<b>19</b>
3.1 ROZDĚLENÍ .....	19
3.2 PRVKY VZT JEDNOTKY .....	19
VENTILÁTORY .....	19
FILTRY .....	20
KLAPKY .....	22
VÝMĚNÍKY .....	22
OHŘÍVAČE A CHLADIČE .....	22
ZVLHČOVAČE .....	23
ODVLHČOVAČE .....	24
<b>4. VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ BAZÉNŮ .....</b>	<b>24</b>
4.1 POŽADAVKY NA MIKROKLIMA BAZÉNOVÝCH HAL .....	25
4.2 RIZIKA NEDOSTATEČNÉHO VĚTRÁNÍ .....	26
ČÁST B – VÝPOČTOVÁ ČÁST .....	28
<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>29</b>
1.1 POPIS ŘEŠENÉHO OBJEKTU .....	29
1.2 ROZDĚLENÍ NA FUNKČNÍ CELKY .....	29
<b>2. TEPELNÁ BILANCE OBJEKTU .....</b>	<b>33</b>
2.3 NÁVRHOVÉ PARAMETRY .....	33
2.4 SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA .....	33
2.5 TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTÍ .....	36
2.6 TEPELNÉ ZISKY MÍSTNOSTÍ .....	38
<b>3. ODPAR Z VODNÍ HLADINY .....</b>	<b>40</b>

3.3	Výpočet dle VDI 2089 (nové vydání).....	40
3.4	Odpar vody z vodních atrakcí dle VID 2089 (nové vydání) .....	40
3.5	Výpočet pro místnost 1.41 - Bazénová hala .....	42
3.6	Výpočet pro místnost 1.38 - Relaxační hala .....	43
<b>4.</b>	<b>STANOVENÍ PRŮTOKŮ VZDUCHU .....</b>	<b>46</b>
4.3	Stanovení průtoku vzduchu bazénové větrací jednotky.....	46
4.4	Stanovení minimálního množství čerstvého větracího vzduchu: .....	46
4.5	Výpočet průtoku pro bazénovou halu .....	47
4.6	Výpočet průtoku pro relaxační bazén .....	47
4.7	Zařízení č. 3 – Větrání vstupu a zázemí.....	48
4.8	Zařízení č. 4 – Větrání šatny 1.NP .....	49
4.9	Zařízení č. 5 – Větrání wellness.....	50
4.10	Zařízení č. 6.001, 7.001, V1, V2, V3 – Prostor bazénové úpravy.....	51
4.11	Zařízení č. V4 – V10 – Ostatní prostory .....	52
<b>5.</b>	<b>NÁVRH DISTRIBUČNÍCH PRVKŮ .....</b>	<b>53</b>
5.1	ŠTĚRBINOVÉ VÝUSTĚ .....	53
5.2	ANEMOSTATY .....	54
5.3	TALÍŘOVÉ VENTILY .....	55
<b>6.</b>	<b>DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ .....</b>	<b>56</b>
<b>7.</b>	<b>NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY .....</b>	<b>60</b>
7.1	Bazénová hala (1.001).....	60
7.2	Relaxační hala (2.001).....	61
7.3	Vstup (3.001) .....	61
7.4	Šatna 1.NP (4.001) a Wellness (5.001).....	62
7.5	Prostor bazénové úpravy (6.001) a (7.001) .....	63
7.6	Ventilátory .....	64
<b>8.</b>	<b>ÚTLUM HLUKU .....</b>	<b>69</b>
<b>9.</b>	<b>IZOLACE .....</b>	<b>76</b>
9.1	Zařízení 3.001 – Vstup.....	76
<b>10.</b>	<b>NÁVRH ALTERNATIVNÍCH VARIANT ODVLHČENÍ BAZÉNOVÉ HALY .....</b>	<b>77</b>
10.1	Alternativní varianta odvlhčení bazénové haly 1.....	77
10.2	Alternativní varianta odvlhčení bazénové haly 2.....	81
10.3	POROVNÁNÍ PROVOZNÍCH NÁKLADŮ VARIANT .....	84
	<b>TECHNICKÁ ZPRÁVA .....</b>	<b>86</b>
<b>1.</b>	<b>ÚVOD .....</b>	<b>86</b>
1.1	PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ.....	86
1.2	VÝPOČTOVÉ PODMÍNKY KLIMATICKÝCH POMĚRŮ .....	87
1.3	VÝPOČTOVÉ HODNOTY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ .....	87
1.4	MNOŽSTVÍ ČERSTVÉHO VZDUCHU .....	87
1.5	MNOŽSTVÍ ODVÁDĚNÉHO VZDUCHU .....	88
1.6	CELKOVÉ MNOŽSTVÍ VĚTRACÍHO VZDUCHU .....	88
1.7	POČTY OSOB NA PLOCHU, POČTY ŠATNÍCH MÍST.....	88
1.8	STAVY VNITŘNÍHO MIKROKLIMA .....	88
<b>2.</b>	<b>ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ.....</b>	<b>89</b>
<b>3.</b>	<b>POPIS JEDNOTLIVÝCH ZAŘÍZENÍ A JEJICH PROVOZNÍCH STAVŮ .....</b>	<b>89</b>



3.1	VĚTRÁNÍ A ODVLHČENÍ HLAVNÍ BAZÉN A RELAXAČNÍ BAZÉN – ZAŘ. 1.001, 2.001 .....	89
3.2	VĚTRÁNÍ VSTUPNÍ HALA A ZÁZEMÍ ZAMĚSTNANCŮ – ZAŘ. 3.001 .....	89
3.3	VĚTRÁNÍ ŠATEN A HYGIENICKÉHO ZÁZEMÍ 1.NP– ZAŘ. 4.001.....	89
3.4	VĚTRÁNÍ ČÁSTI WELLNESS 2.NP - 5.001 .....	90
3.5	VĚTRÁNÍ PROSTORU BAZÉNOVÉ ÚPRAVY - 6.001 .....	90
3.6	PŘÍVOD PRO DMYCHADLA 1.PP - 7.001.....	90
3.7	SKLAD CHEMIKÁLÍ – VENTILÁTOR V1 .....	90
3.8	CHLOROVNA – VENTILÁTOR V2.....	90
3.9	VĚTRÁNÍ ZÁZEMÍ 1.PP – VENTILÁTOR V3 .....	90
3.10	PŘÍVOD PRO DMYCHADLA 1.NP – VENTILÁTOR V4.....	90
3.11	PROVOZNÍ VĚTRÁNÍ ZÁZEMÍ 1.NP – V5, V6.....	91
3.12	CHLOROVNA – VENTILÁTOR V7.....	91
3.13	KOTELNA – VĚTRÁNÍ – V8 A V9 .....	91
3.14	STROJOVNA VZT A WELLNESS – VENTILÁTOR V10.....	91
3.15	ZAŘÍZENÍ – VĚTRÁNÍ CHÚC .....	91
<b>4.</b>	<b>POPIS SPOLEČNÝCH PRVKŮ A OPATŘENÍ .....</b>	<b>91</b>
4.1	POTRUBÍ A KONCOVÉ ELEMENTY VZDUCHOTECHNIKY .....	91
4.2	PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ .....	92
4.3	OCHRANA ZDRAVÍ A OCHRANA PROTI HLUKU A VIBRACÍM.....	93
4.4	IZOLACE .....	93
4.5	NÁTĚRY .....	93
<b>5.</b>	<b>BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI, PÉČE O ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ .....</b>	<b>94</b>
5.1	BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI.....	94
5.2	OCHRANA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ .....	94
5.3	NAKLÁDÁNÍ S ODPADY .....	94
<b>6.</b>	<b>POŽADAVKY NA NAVAZUJÍCÍ PROFESE .....</b>	<b>94</b>
6.1	POŽADAVKY NA ELEKTRICKOU ENERGII .....	94
6.2	POŽADAVKY NA REGULACI ZAŘÍZENÍ VZDUCHOTECHNIKY .....	94
6.3	POŽADAVKY NA EPS, RESP. ELEKTRO V PŘÍPADĚ CHYBĚJÍCÍ EPS .....	94
6.4	POŽADAVKY NA ZTI.....	94
6.5	POŽADAVKY NA ÚT .....	95
6.6	POŽADAVKY NA CHL .....	95
6.7	POŽADAVKY NA STAVEBNÍ ÚPRAVY .....	95
<b>7.</b>	<b>POKYNY PRO OBSLUHU, ÚDRŽBU, BEZPEČNOST PRÁCE, ZKOUŠKY .....</b>	<b>95</b>
7.1	ZKUŠEBNÍ PROVOZ .....	96
<b>8.</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>96</b>
	<b>ČÁST C – EXPERIMENT .....</b>	<b>97</b>
<b>1.</b>	<b>EXPERIMENTÁLNÍ ŘEŠENÍ .....</b>	<b>98</b>
1.1	CÍL EXPERIMENTÁLNÍHO MĚŘENÍ.....	98
1.2	POSTUP EXPERIMENTÁLNÍHO MĚŘENÍ .....	99
1.3	VÝSLEDKY EXPERIMENTÁLNÍHO MĚŘENÍ .....	104
1.4	ZÁVĚR EXPERIMENTÁLNÍHO MĚŘENÍ.....	107
	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>108</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....</b>	<b>109</b>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ .....	112
SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ .....	113
SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK .....	114
SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ .....	117
SEZNAM PŘÍLOH .....	118

## ÚVOD

Diplomová práce je zaměřena na problematiku větrání bazénových hal. V teoretické části se zabývá obecně problematiku kvality vzduchu vnitřního prostředí a bazénových hal, způsoby větrání a prvky na úpravu vzduchu ve vzduchotechnických jednotkách. V projektové části je zpracován kompletní návrh vzduchotechniky pro objekt plaveckého bazénu. Pro větrání bazénové haly jsou vytvořeny 2 alternativní varianty odvlhčení bazénové haly a jejich ekonomické porovnání. Součástí návrhu jsou výkresy v měřítku 1:50 a 1:100, které jsou rozpracovány pro stavební povolení a technická zpráva pro první variantu.

Experimentální část je věnována odparu vody z bazénové plochy při rozpořívání vodními atrakcemi. Měření probíhalo v laboratorních podmínkách na zmenšenině modelu plavecké haly. Cílem měření bylo stanovení součinitele přenosu hmoty od vodních atrakcí a následné porovnání s normovou hodnotou dle německé normy VDI 2089.



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## ČÁST A – TEORETICKÁ ČÁST

DESIGN OF AIR CONDITIONING IN THE SWIMMINGPOOL HALL

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

#### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Adriana Mahovská

#### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR BLASINSKI, Ph.D.

BRNO 2021

## 1. VĚTRÁNÍ BUDOV

Podstatnou část života člověk stráví uvnitř budov, které svým prostředím ovlivňují jeho kvalitu. Proto je důležité v pracovním nebo obytném prostředí udržovat kvalitní mikroklima.

Základním prostředkem pro tvorbu mikroklimatu v budovách je větrání. Větrání je definováno jako výměna znehodnoceného vzduchu z vnitřního prostředí za čerstvý venkovní vzduch nebo neznehodnocený vzduch z jiného prostředí.

Normy o energetické náročnosti budov stanovují stále vyšší požadavky na tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí. Zvyšuje se tepelná akumulace ale také vzduchová neprůvzdušnost konstrukcí. Dříve napomáhali k tvorbě vnitřního klimatu netěsné okenní spáry, kterými částečně proudil čerstvý vzduch z venkovního prostředí. Instalace těsných oken má negativní dopad na vnitřní prostředí. Nedostatečné větrání může mít za následek zhoršení mikroklimatu nebo i poškození konstrukce vlivem neodvětrané vlhkosti. [1]

Je prokázáno, že až 50 % onemocnění může být způsobeno právě vnitřním prostředím budovy. Při nedodržení doporučených hodnot veličin popisující vnitřní prostředí může u obyvatel nastat syndrom nezdravé budovy (SBS). Tento syndrom podle zprávy Světové zdravotnické organizace (WHO) z roku 1984 nastává ve 30 % nových nebo zrekonstruovaných budovách. V roce 2002 se počet takto navržených budov zvýšil na 60 %. Uživatelé domu pociťují příznaky podobné nachlazení, jako je bolest hlavy, podráždění očí, krku nosu apod. [2], [3]

### 1.1 VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ BUDOV

Uzavřený prostor budov tvoří vnitřní mikroklima, které je definováno několika složkami vnitřního prostředí budov. Tepelně vlhkostní, mikrobiální, aerosolová, odérová, akustická apod., které jsou popsány několika fyzikálními a chemickými veličinami. [37]



*Obr. 1 Složky vnitřního prostředí [9]*

### TEPELNĚ-VLHKOSTNÍ MIKROKLIMA

Jedná se o složku prostředí tvořenou teplotou a relativní vlhkostí. Působení venkovních klimatických podmínek uvnitř budovy ovlivňuje kvalita a provedení stavebních konstrukcí, které tvoří obalové konstrukce budovy. Vnitřní prostředí je ovlivňováno tepelně-vlhkostní produkcí člověka nebo jeho činnostmi (vaření, sušení prádla, koupání). Další vliv na vnitřní prostředí má technologie uvnitř budovy, která vytváří tepelnou zátěž (osvětlení počítače, televize), ale i rostliny nebo přítomnost vodních ploch, které vytváří vlhkostní zátěž. [3]

### AEROSOLOVÉ MIKROKLIMA

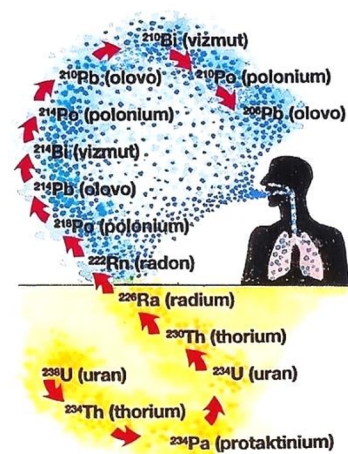
V této složce vnitřního prostředí jsou zahrnuty částice vyskytující se v ovzduší. Prach, kouř a smog patří pod pevný aerosol, a mlha a spreje pod kapalný aerosol. Dalším označením částic je tzv. bioaerosol, pod který patří viry, bakterie, spory, houby a pyly. Zdrojem škodlivého aerosolu v budovách je také člověk a jeho činnost nebo stavební materiály. [6]

### MIKROBIÁLNÍ MIKROKLIMA

Je dáno přítomností mikrobů, plísní, bakterií apod. Častým zdrojem patogenů jsou pro člověka další lidé. Člověk přenáší infekční agens do vnitřního i venkovního prostředí buďto ve svém těle nebo přenáší tyto organismy na šatech. Některé chorobotvorné agens pro člověka se však vyskytují primárně v prostředí, například rostlinný pil nebo plísně. Plísně mohou být uvolňovány ze spór, pohybem větru ze stavebních materiálů. Pro člověka jsou nebezpečné zejména produkty tvořené některými druhy plísní – mykotoxiny, které při vniknutí do plic mohou způsobovat zdravotní komplikace. Tvorba plísní a přítomnost mikrobů úzce souvisí s tepelně vlhkostním složkou a aerosolovou složkou. Vlhké prostředí tvoří úrodnou půdu pro tvorbu plísní a bakterie a prachové částice v prašném prostředí jsou jejich nositelem. [5]

### IONIZAČNÍ MIKROKLIMA

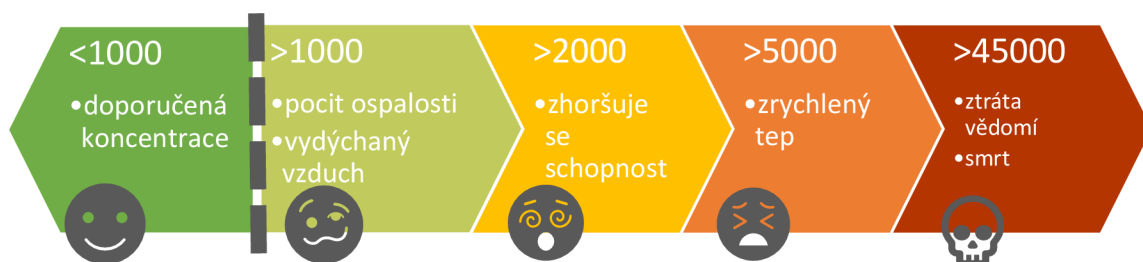
Je složkou vnitřního prostředí zahrnující v sobě působení ionizačního záření. Hlavní emitátor tohoto záření jsou přírodní nebo umělé radioaktivní látky. Nejčastějším zdrojem, se kterým se potýkáme ve stavebnictví je radon. Radonové plyny vzniklé rozpadem rádia  $^{226}\text{Ra}$  jsou obsaženy v zemině a podložních horninách a mají tendenci dostávat se do ovzduší. Podzemní vody proudící přes horniny obsahující radon si jej v sobě nesou rozpuštěný a při využívání této vody v domácnosti je z ní plyn uvolňován. Tento zdroj radonu není však nijak významný. Pro člověka je radon a jeho rozpadové produkty nebezpečný při vdechnutí do plic, kde se zachytí v dýchacích cestách a rozpadá se na dceřiné produkty. Ty pak, v konečném důsledku, svým dalším rozpadem a produkcí záření vytváří rakovinné buňky. [7]



Obr. 2 Rozpad rádia  $^{226}\text{Ra}$  na radonové složky [7]

### ODÉROVÉ MIKROKLIMA

Odérové látky, které tvoří tuto složku, jsou často produkované člověkem nebo jeho činností. Jedná se o látky plynného charakteru a jsou vnímány jako pachy. (vůně nebo zápach). Látky s příjemnou vůní se při vysoké koncentraci nebo při smíšení s jinými látkami mění na nepříjemný zápach, dochází k tzv. inverzi. Mezi odéry zahrnujeme i oxid uhličitý, který je produkován metabolickými procesy a je bez barvy a zápachu. Tento anorganický plyn se běžně vyskytuje ve vzduchu a jeho venkovní koncentrace se liší podle oblastí. Pro hodnocení se používá například Pettenkoferovo kritérium, které stanoví optimální hodnotu koncentrace 0,1 % CO<sub>2</sub> (tj. 1,0 l/m<sup>3</sup> = 1000 ppm) ve vnitřním prostředí jako indikátor znečištění odéry. Ve vnitřním prostředí jsou koncentrace přísně hlídány příslušnými předpisy.



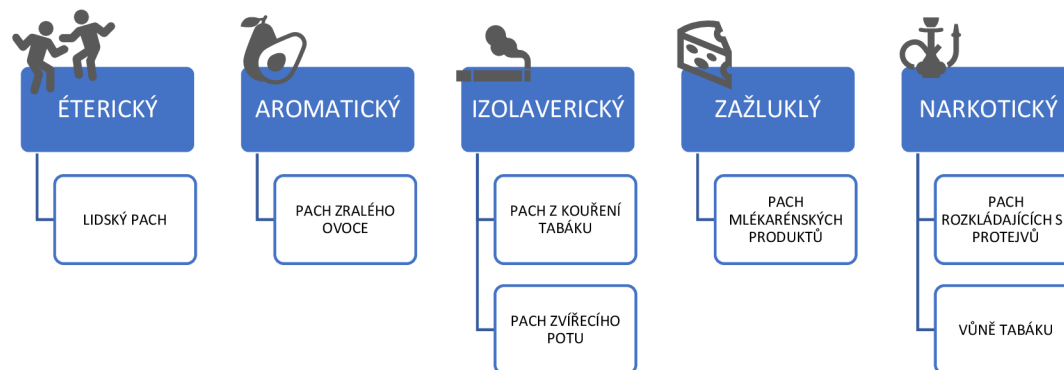
Obr. 3 Působení koncentrace CO<sub>2</sub> na člověka vyjádřená v ppm (parts per milion) [11]

Koncentrace ve venkovním prostředí je cca 350 ppm. Podle dosavadního měření je zjištěno, že se koncentrace CO<sub>2</sub> ve venkovním prostředí neustále zvyšuje. Výsledky měření z místa, které reprezentuje čisté venkovní prostředí (ostrov Mauna Loa na Havaji) ukazovalo v roce 2010 hodnoty okolo 385 ppm. V roce 2020 měřená koncentrace dosahovala dosud nejvyšší hodnoty 417 ppm.

Dalším zdrojem produkce oxidu uhličitého jsou spalovací procesy

I když odéry přímo nepředstavují ohrožení zdraví pro člověka, při větší koncentraci u většiny osob způsobují nevolnost, ztrátu soustředění nebo ztrátu výkonnosti. Jejich odstranění je žádoucí například z hygienického hlediska, neboť jejich uvolňování může signalizovat přítomnost patogenů. Naopak odér produkovaný toxickými látkami je přímo nebezpečný pro člověka a řadí se do toxického mikroklimatu. [5]

Podle Zwaardemarkerovy stupnice existuje 5 základních typů odérů



Obr. 4 Typy základních pachů [5]

## TOXICKÉ MIKROKLIMA

Je složka prostředí představující plyny a plynné toxické látky v ovzduší. Plyny mohou vstupovat do interiéru z venkovního prostředí nebo vznikají uvnitř interiéru činností člověka a uvolňováním ze stavebních materiálů. V obytných budovách je nejčastější toxickou látkou oxid uhelnatý (CO), vznikající spalovacími procesy. [5] Působením CO na člověka vede ve větších koncentracích k otravě a následně k hypoxii. Ve venkovním prostředí vzniká CO ze spalovacích motorů aut nebo smog v důsledku znečištění ovzduší. Působením ultrafialového záření se smog rozkládá na další toxické látky [3].

*Obr. 5 Působení CO na člověka [27]*

### Příznaky otravy oxidem uhelnatým



## SVĚTELNÉ MIKROKLIMA

Světelná složka mikroklimatu je důležitá pro celkovou pohodu člověka a ovlivňují ji geometrické rozměry místnosti, vlastnosti a typ osvětlení v místnosti a celková barevná úprava prostoru a vybavení. Osvětlení v místnosti může být realizováno denním osvětlením nebo umělým osvětlením. V současnosti člověk tráví většinu času v interiéru, přičemž došlo ke snížení pobytu na přirozeném denním světle. Přímé sluneční záření pozitivně ovlivňuje zdraví a psychiku člověka, proto je žádoucí velká míra přirozeného osvětlení uvnitř interiéru [10].

## AKUSTICKÉ MIKROKLIMA

Akustická složka vnitřního prostředí je tvořena zvukovými tony šířícími se ovzduším, které obklopují člověka ve vnitřním prostředí a podle charakteru jej negativně nebo pozitivně ovlivňuje. Zvukový tok rozkmitává molekuly vzduchu a šíří se až ke sluchovému ústrojí. Rozsah zvuků, které dokáže lidské ucho vnímat je omezeno frekvencí 16 – 20 000 Hz. Hlavními zdroji hluku v interním prostředí je činnost člověka a provoz technických zařízení. Hlavním zdrojem hluku ve vzduchotechnice jsou ventilátory a zařízení na úpravu vzduchu, které jsou osazeny uvnitř jednotky (ohřívač, kompresor, zvlhčovač). Hluk se pak dále šíří do místnosti vzduchotechnický potrubím a dostává se do místnosti přes vzduchotechnické vyústky. Míra hluku je proto hlídána limity, pro každou místnost a venkovní prostředí je předepsaný maximální limit akustického tlaku hygienickými předpisy. [3]

## 2. VĚTRACÍ SYSTÉMY

Úkolem větrání je nahradit vnitřní znehodnocený vzduch čerstvým vzduchem nebo upraveným na požadované parametry podle provozního charakteru budovy. Základní rozdělení větrání je na přirozené a nucené.



## 2.1 PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ

K přirozené výměně dochází rozdílem hustoty a teploty mezi vnitřním vzduchem a venkovním vzduchem. Působení větru napomáhá k provětrání místnosti. Existuje několik způsobů provedení přirozené ventilace.

### PROVĚTRÁVÁNÍ A INFILTRACE

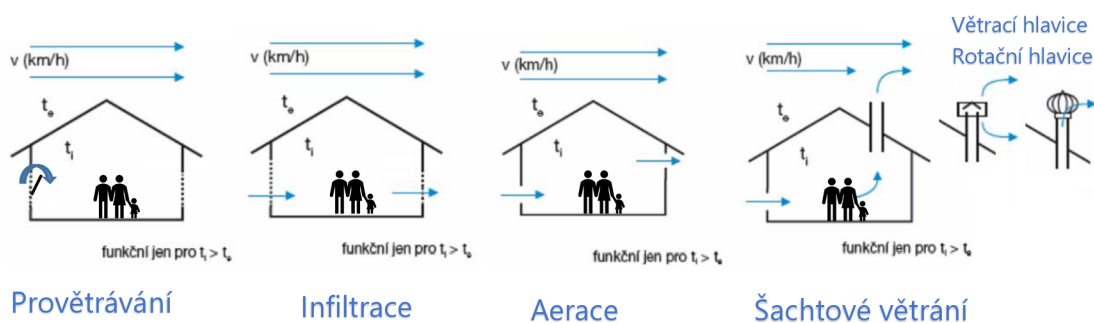
Přirozeného provětrání docílíme otevřením oken a dveří. Pokud se nejedná o novou budovu s těsnými okny, dochází k přirozené výměně okenními spárami a netěsnostmi v konstrukci, tzv. infilrací. Nové okenní konstrukce umožňují otevření okna v poloze mikroventilace. Větrání tak probíhá kontinuálně bez výrazného poklesu vnitřní teploty, zejména v zimním období. Tato metoda se nedá považovat za plnohodnotné větrání. V dnešní době je trend zamezovat tepelným ztrátám obálky budovy a tím ji utěšňovat. Novostavby svými materiály nevytváří prostor pro infiltraci vzduchu. [12]

### ŠACHTOVÉ VĚTRÁNÍ

Šachtové větrání využívá svislou šachtu vyústěnou nad střechu budovy, kterou vede znehodnocený vzduch přes odvodní mřížku uvnitř místnosti. Rozdíl tlaků vzniklý převýšením přívodního otvoru a vyústění šachty překonává hydraulický odpor. Ke správné funkci musí být teplota v interiéru větší než teplota v exteriéru. Šachta může být využívána na přívod i na odvod, akorát při řešení přívodu musí být zajištěn ohřev přívodního vzduchu. K podpoření nasávání při odvodu znehodnoceného vzduchu se osazují na konec šachty větrací hlavice nebo rotační hlavice. Ty svými aerodynamickými vlastnostmi a působením okolního větru přispívají k lepšímu odvodu vzduchu. Šachtové větrání je využíváno k odvodu vzduchu v bytové výstavbě, a to zejména k větrání koupelen a WC. [13],[14].

### AERACE

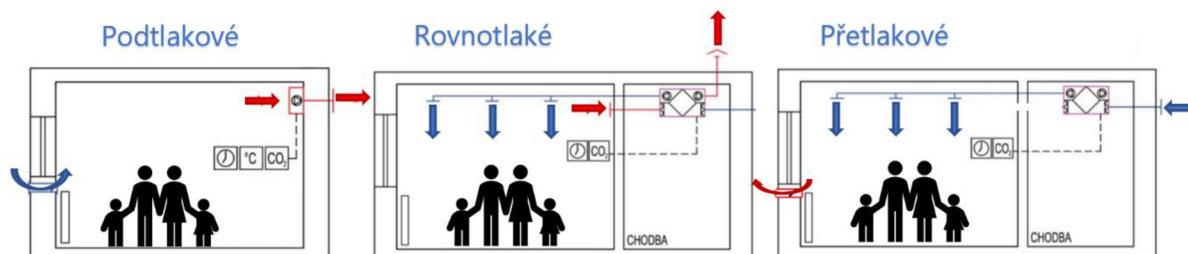
Aerace funguje na stejném principu jako předešlé případy, s tím rozdílem že, pro přívod a odvod jsou vytvořeny otvory ve stěnách s rozdílnou výškou. Při bezvětří funguje výměna pouze na principu rozdílu hustoty a teplot mezi interiérem a exteriérem. Pokud se teploty například v letním období vyrovnají, větrání je neúčinné. Tento způsob větrání je zastaralý a v zimním období dochází ke značným tepelným ztrátám. Metoda je navrhovaná pro průmyslové haly s tepelným provozem. [13]



Obr. 6 Způsoby přirozeného větrání [13]

## 2.2 NUCENÉ VĚTRÁNÍ

Při nuceném větrání dochází k cílené výměně vzduchu v interiéru rozdílem tlaků vyvolaným činností technického zařízení (ventilátor, ejektor dmyhadla nebo kompresor). Podle způsobu rozdílu tlaku mezi větraným prostorem a okolním prostorem dělíme větrání na podtlakové, rovnotlaké a přetlakové. [15]



Obr. 7 Způsoby nuceného větrání [17]

### PODTLAKOVÉ VĚTRÁNÍ (ASPIRAČNÍ)

Podtlakové větrání je nucené větrání za přebytku odváděného vzduchu, tzn. množství odváděného vzduchu z interiéru je větší než množství přiváděného vzduchu. Nejjednodušším provedením je pouze odsávání vzduchu z místnosti ventilátorem umístěným přímo v místnosti, tzv. **Lokálním podtlakovým systémem**. Druhý způsob je **Centrální podtlakový systém**, kde je centrální ventilátor umístěn na nejvyšším místě budovy a odvádí znehodnocený vzduch ze všech místností napojených na šachtu. Výhodnou oproti lokálnímu systému je vysoká účinnost ventilátorů a nepřenášení nežádoucích pachů do ostatních větraných místností. Důvodem použití podtlakového větrání je nerozšiřování škodlivých látek nebo nepříjemných odérů, popřípadě vlhkosti vznikající uvnitř místnosti do okolních místností. Při podtlakovém větrání musí být zajištěna náhrada odebraného vzduchu. Za tímto účelem se vytváří přívodní větrací otvory integrované do stavebních konstrukcí (stěny, okna, dveře). Podtlakové větrání se využívá například k větrání záchodů, kuchyní nebo chemických laboratoří. [16]

### ROVNOTLAKÉ VĚTRÁNÍ

Rovnotlaké větrání je nucené větrání za rovnosti přívodního a odvodního vzduchu, tzn. množství odváděného vzduchu je stejné jako množství přiváděného vzduchu. Rovnotlaké větrání se používá tam kde se nevyžaduje větrání v přetlaku nebo v podtlaku. Rovnotlaké větrání může být v provedení **lokálního systému**, kde větrací jednotka pro přívod a odvod vzduchu je uvnitř upravované místnosti nebo **centrálního systému** kde je jednotka mimo místnost a může sloužit pro úpravu vzduchu více místností. Výhodou rovnotlakého systému je možnost využití zpětného získávání tepla z odvodního znehodnoceného vzduchu, čímž se sníží spotřeba na ohřev přívodního venkovního vzduchu. Tepelná výměna probíhá ve výměníku ZZT, který je součástí VZT jednotky. Proces zpětného využití tepla se označuje jako Rekuperace tepla.

### PŘETLAKOVÉ VĚTRÁNÍ (PULSAČNÍ)

Přetlakové větrání je nucené větrání za přebytku přiváděného vzduchu, tzn. Množství přiváděného vzduchu je větší než množství odváděného vzduchu. Tento způsob se využívá u provozů, kde chceme zamezit vnikání okolního vzduchu do místnosti. Přetlakové větrání se využívá u větrání schodišť a chráněných únikových cest, kdy v případě požáru udrží prostor bez kouře. Nebo u čistých provozů, kde bráníme vnikání prach, nežádoucích oděrů nebo nebezpečných škodlivin. Přívod vzduchu je nuceně řízen a odvod vzduchu je pomocí otvorů v konstrukcích. [3], [16]

## 3. VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY

Vzduchotechnické jednotky jsou zařízení, které slouží k nucené distribuci vzduchu. Skládá se z komponentů ve kterých probíhá úprava vzduchu na požadované parametry. Upravený vzduch je od jednotky dopravován za pomoci vzduchotechnického potrubí. Pohyb vzduchu je zprostředkováno ventilátory uvnitř jednotek.

### 3.1 ROZDĚLENÍ

Podle technického provedení rozdělujeme jednotky na **sestavné a kompaktní**. Sestavné jednotky lze variabilně sestavovat podle funkčních a prostorových požadavků. Vnitřní sestava u kompaktní jednotky lze měnit podle požadavků ale rozměry zůstávají v rozměrových řadách. Další dělení jednotek je podle jejich umístění na **vnitřní a venkovní**. U venkovního provedení nastávají zvýšené požadavky na tepelnou izolaci skříně, protimrazovou ochranu a na ochranu elektroinstalací proti povětrnostním vlivům.

### 3.2 PRVKY VZT JEDNOTKY



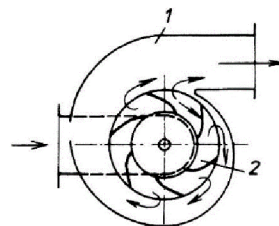
Obr. 8 Symboly označení vzduchotechnických prvků a příslušenství [30]

### VENTILÁTORY

Otáčení rotoru lopatkového stroje zprostředkovává dopravu plynu. Účelem ventilátoru je přeprava vzduchu do upravované místnosti a překonání tlakových ztrát v potrubí. Podle směru průtoku plynu se ventilátory dělí na radiální, diagonální a diametrální. Podle hodnoty maximálně dosažitelného tlaku se dále dělí na **nízkotlaké** (do 1000 Pa), **středotlaké** (od 1000 Pa do 3000 Pa) a **vysokotlaké** (nad 3000 Pa). [18],[19]

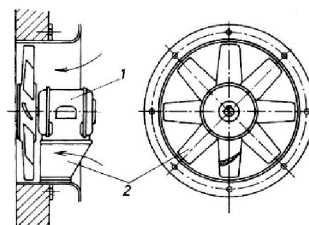
### Radiální ventilátory

Sestávají z oběžného kola, které je umístěno ve spirální skříni. Vzduch je nasáván ve směru osy rotace oběžného kola a odstředivou silou vháněn na obvod lopatek, ze kterého vystupuje do spirální skříně a hrdlem je vyfukován ven. [20]



### Axiální ventilátory

Sestává z oběžného kola ve tvaru vrtule. Vzduch vstupuje do ventilátoru ve směru rovnoběžném s osou rotace a ve stejném směru taky z ventilátoru vystupuje. Axiální ventilátory mohou mít za oběžným kolem nastavitelné lopatky pro regulaci průtoku a směru. [20]



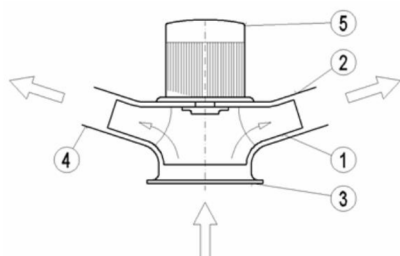
**Obr. 9** Radiální a axiální ventilátor [20]

### Diagonální ventilátory

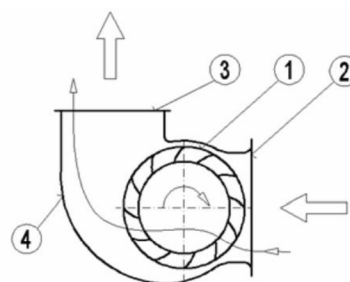
Diagonální ventilátor opět sestává z oběžného kola a nasávání vzduchu je opět realizováno ve směru rotace oběžného kola. Směr výtlaku z ventilátoru je pod úhlem menším než 90 °, v diagonálním směru. [21]

### Diametrální ventilátory

U tohoto typu ventilátoru sání vzduchu probíhá na vnějším obvodu oběžného kola v sacím hrdle. Po průchodu přes oběžné kolo se znovu dostává na lopatky a do výtlačného hrdla. Na rozdíl od ostatních typů ventilátoru, vstupuje vzduch proti ose rotace. [21]



**Obr. 10** Diagonální ventilátor (1 - oběžné kolo, 2 - skříň, 3 - sání, 4 - výtlak, 5 - pohon) [21]



**Obr. 11** Diametrální ventilátor (1 - oběžné kolo, 2 - sání, 3 - výtlak, 4 - skříň) [21]

### FILTRY

Filtrace je zásadní úprava pro přípravu nezávadného přívodního vzduchu. V ovzduší jsou obsaženy tuhé a kapalné částice nebo viry a bakterie, které mají negativní dopad na živé organismy. (lidí, zvířata, rostliny). Principem filtrace je odlučování částic ve vláknité, zrnité nebo porézní vrstvě. Podle velikosti částic, které je filtr schopný zachytit dělíme vzduchové filtry do tříd viz. tab. 1. [26]

	Třída filtrace	Odlučněné látky	Použití
HRUBÝ FILTR	<b>G1</b> <b>G2</b>	Listy, hmyz, textilní vlákna, písek, létavý, popílek, vodní kapky, vlasy	Pouze pro nejjednodušší použití (např. jako ochrana před hmyzem).
	<b>G3</b> <b>G4</b>	květní pyl, pyl, mlha	Odpadní vzduch ze stříkacích kabin a kuchyní nebo proti znečištění pro klimatizační a kompaktní přístroj
STŘEDNÍ FILTR	<b>M5</b>	výtrusy, Cementový prach, Částice, které způsobují skvrny nebo usazování prachu	Filtry venkovního vzduchu pro prostory s nejnižšími požadavky (např. dílenské haly, skladovací prostory, garáže
	<b>M6</b>	větší bakterie	Vstupní filtry pro prostory s nízkými požadavky (např. prodejní prostory, určité výrobní prostory
JEMNÝ FILTR	<b>F7</b> <b>F8</b>	nahromaděné saze, tzv. prach procházející plicemi, cementový prach (jemná frakce),	Koncové filtry v klimatizačních zařízeních pro střední nároky, např. obchodní domy
	<b>F8</b> <b>F9</b>	tabákový kouř (hrubé frakce), kouř kysličníků kovů (hrubé frakce), olejový kouř, bakterie	Koncové filtry v klimatizačních zařízeních pro vyšší nároky, např. kanceláře, výrobní prostory, rozvodné centrály,
FILTR PRO MIKROČÁSTICE	<b>E10</b> <b>E11</b>	zárodky, tabákový kouř, kouř kysličníků kovů, viry na nosných částicích, saze	Koncové filtry pro prostory s vysokými požadavky – laboratoře nebo "čisté prostory" tříd $\geq$ ISO 7
	<b>E12</b> <b>E13</b>	olejový kouř ve stavu vzniku, aerosol – mikročástice, radioaktivní aerosol, zbytky výparů z mořské soli	Koncové filtry pro nemocnice, potravinářský, elektronický a farmaceutický průmysl, jaderný průmysl
	<b>H14</b>	Aerosol – mikročástice, viry	Koncové elementy pro čisté prostory $\geq$ ISO 4
	<b>U15</b> <b>U16</b> <b>U17</b>	Aerosol - mikročástice	Koncové elementy pro čisté prostory $\geq$ ISO 3
FILTRY S AKTIVNÍM UHLÍ	<b>Neimpregnované aktivní uhlí</b>	lehké těkavé uhlovodíky voc's, asfaltové, dehtové, benzínové a kerosinové výpary, výpary rozpouštědel, tělesné, civilizační a nemocniční zápachy, potravinářské, kuchyňské a hnilobné zápachy	Odlučování zápachů, snížení SBS, filtrace přívodního vzduchu v mikroelektronice
FILTRY PRO ABSORPCI PLYNŮ	<b>Impregnované aktivní uhlí</b>	Kyselé stopové plyny $SO_2$ , $SO_4$ , $NO_2$ , $NO_x$ $HCl$ , $H_2SO_4$ , $H_2S$ , $HF$ , $Cl_2$	Filtrace přívodního vzduchu v mikroelektronice, muzea, historické archivy a knihovny, rozvodné ústředny

*Tab. 1 Rozdělení filtrů do tříd [22]*

Podle konstručního provedení je dále rozdělujeme na:

- Rámečkové filtry
- Kapsové filtry
- Kompaktní filtry



Obr. 12 Rámečkový, kapsový a kompaktní filtry [24],[25],[26]

### KLAPKY

Součástí vzduchotechnické jednotky jsou uzavírací klapky, které slouží k uzavírání jednotky nebo regulační klapky, které slouží k regulaci proudu vzduchu. Jejich ovládání může být buď mechanické nebo servopohonem. Regulace nebo uzavření průtoku je provedeno polohováním listů klapky.

### VÝMĚNÍKY

Jsou zařízení ve vzduchotechnické jednotce sloužící k tepelné nebo vlhkostní úpravě vzduchu. K úpravě dochází přenosem energie nebo hmoty do dopravovaného vzduchu. Mezi základní úpravy prostřednictvím výměníků patří ohřev, suché chlazení (bez kondenzace) mokré chlazení (s kondenzací), vlhčení (polytropické, adiabatické) a sušení vzduchu. Podle přenosu hmoty mezi výměníkem a vzduchem rozlišujeme, rekuperační, regenerační a směšovací výměníky.

**Rekuperací výměníky** – dochází pouze k přenosu energie přes výměník. Teplonosná látka a látka přijímající teplo nejsou mezi sebou v kontaktu.

**Regenerační výměníky** – dochází k přenosu energie a zároveň hmoty. Akumulační hmota výměníku je střídavě vystavována chladnému a teplému proudu vzduchu.

**Směšovací výměníky** - dochází ke smíšení teplonosné látky s látkou přijímající teplo nebo mícháním páry nebo vody do vzduchu [3]

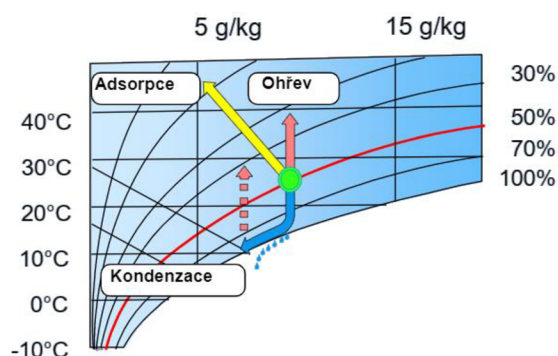
### OHŘÍVAČE A CHLADIČE

Účel ohříváče je předávání tepelné energie do upravovaného vzduchu a tím zvýšení jeho teploty na požadovanou. Podle teplosměnné látky rozlišujeme ohříváče na **vodní, parní, elektrické a chladivové**. Nejpoužívanějším typem jsou vodní ohříváče. Teplonosnou látkou je teplota o teplotním spádu například 80/60 °C. U chlazení je účelem odebrání tepelné energie upravovanému vzduchu.



## ODVLHČOVAČE

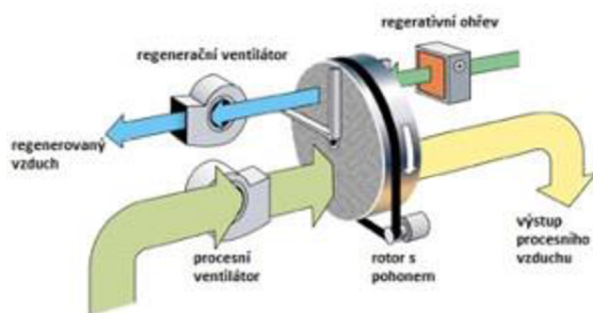
Účelem odvlhčování je snižování vlhkosti v upravovaném vzduchu z hygienických nebo technologických důvodů. K vysoušení vzduchu může dojít za pomoci kondenzace nebo adsorpce.



Obr. 15 Metody odvlhčování [33]

Principem **kondenzačního odvlhčování** je srážení vzdušné vlhkosti na chlazeném povrchu výparníku, který je součástí chladicího okruhu skládající se z výparníku, kompresoru, kondenzátoru a expanzního ventilu. Tento způsob odvlhčování je využíván v menších bazénových halách

Principem **adsorbční odvlhčování** je navázání molekul vody z vlhkého vzduchu na silikagelový rotor, odvlhčený vzduch je vháněn zpět do místnosti. Část odvlhčeného vzduchu je použito k regeneraci rotoru. Regenerační vzduch je vháněn přes ohříváč na vlhkou část rotoru, kde odebere silikagelu molekuly vody, a tím jej vysuší. Tento způsob odvlhčování je vhodný pro zimní stadiony.



Tab. 2 Regenerační odvlhčování silikagelovým rotorem [33]

## 4. VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ BAZÉNŮ

Vnitřní prostředí krytých bazénů musí splňovat tepelnou pohodu návštěvníků a zároveň udržovat nezávadné prostředí vůči stavebním konstrukcím. Naopak nedostatečná úprava vzduchu může vážně poškozovat konstrukce a zařízení. Hlídané parametry, na které bychom se měli při návrhu zaměřit je tepelně-vlhkostní bilance a toxické mikroklima vznikající v prostorách krytých bazénů. Zvolené materiály musí odpovídat provozu bazénové haly tak, aby jejich skladba odolávala působení vysokých koncentrací chloru a dalších chemických látek ve spojení s vysokou vlhkostí. [31],[32]



#### 4.1 POŽADAVKY NA MIKROKLIMA BAZÉNOVÝCH HAL

Vnitřní prostředí bazénů, plováren a saun předepisuje v současné době jediná vyhláška stará 10 let.

Jedná se o vyhlášku 238/2011 Sb. o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písků, pískovišťích venkovních hracích ploch, ve znění vyhlášky Č. 97/2014 Sb. a 1/2016

Pro doplnění přidávám i německou normu VDI 2089, která není v České republice závazná, ale spousta návrhů se podle ní řídí.

Faktor prostředí	Hala bazénu	Přílehlé 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>	-	

Tab. 3 Mikroklimatické požadavky dle vyhlášky 238/2011 Sb. [35]

Typ místnosti	Teplota v místnosti ti [°C]	
	min	max
Vstupní prostor, vedlejší místnosti	20	
Schodiště	18	
Šatny	22	28
Správa bazénu a personální pokoje	22	26
Sprchy s přílehlými prostory	26	34
Bazénová hala	30	34

Tab. 4 Požadavky na teploty vnitřního prostředí dle VDI 2089

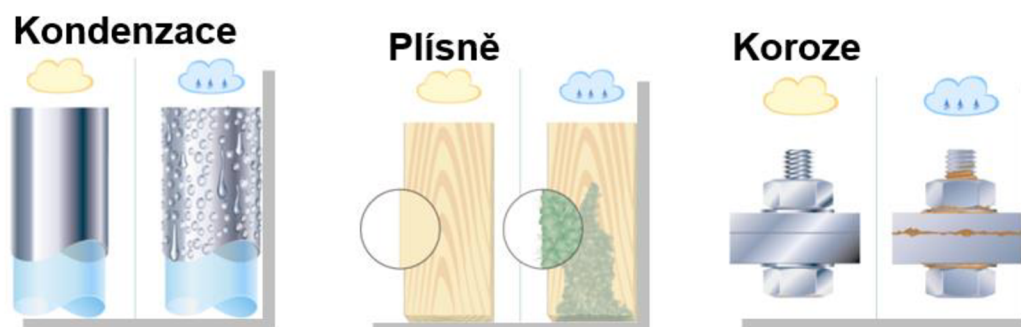
Typ bazénu	Teplota vody [°C]
Bazén pro neplavce	28
Plavecký bazén	
Bazén pro potápěče	
Bazén s umělými vlnami	
Rekreační bazén	28 – 32
Dětské brouzdaliště	32
Bazén pro cvičení	26
Terapeutický bazén	
Vířivka	
Potní lázeň	35
Horký bazén	15
Studený bazén	

Tab. 5 Požadavky na teplotu bazénové vody dle VDI 2089

Německá norma VDI 2089 stanovuje, že by teplota vnitřního prostředí neměla být vyšší o 2-4 K než je teplota vody. A uvádí maximální měrnou vlhkost **14,6 g/kg**. [31]

## 4.2 RIZIKA NEDOSTATEČNÉHO VĚTRÁNÍ

Vlhkost je nedílnou součástí bazénových provozů a pokud není dostatečně odvlhčena mohou v prostředí bazénové haly vznikat plísně. Ošetřená voda bazénovou chemií obsahuje volný chlor. Ten se reakcí s organickými nečistotami (moč, pot) změní má chlor vázaný. [31]



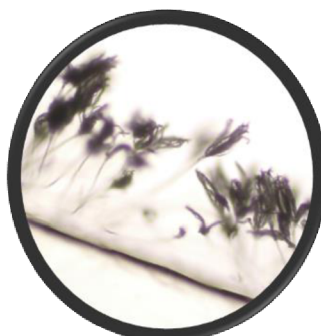
Obr. 16 Důsledky problémů s vlhkostí

### PLÍSNĚ

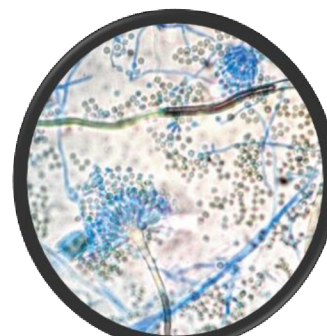
Pokud vzdušná vlhkost narazí na místo v konstrukci, kde teplota povrchu klesla pod teplotu rosného bodu dojde ke kondenzaci. Plísně vznikají na místech které, jsou trvale vlhké nebo na kterých dochází ke kondenzaci. Plísně se rozmnožují rozrůstáním mycelia (podhoubí) a především spóry, které slouží k tomuto účelu. Pokud dopadne spóra na vlhké prostředí začne růst a vytvářet orgány k další reprodukci. Působení spór na člověka ve vysokých koncentracích způsobují alergické reakce a zdravotní onemocnění.



Reprodukční orgány  
a spory plísně



Plíseň rodu *Penicillium*  
rostoucí na zdi

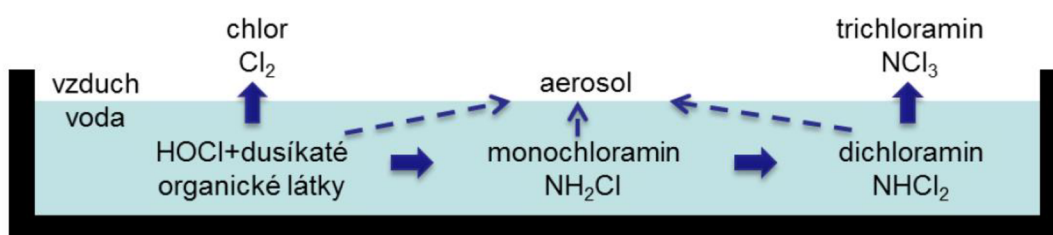


Plíseň rodu  
*Aspergillus*

*Obr. 17* Některé druhy plísni a jejich součásti

### TRICHLOR-AMIN

Za účelem zdezinfikování vody od nečistot, které do vody vnášíjí plavci, se používá bazénová chemie s obsahem chloru. Rozpuštěním vzniká ve vodě volný chlor, který reaguje s organickými nečistotami obsaženými ve vodě (moč, pot) za vzniku vázaného chloru. Jeho významným reakčním produktem je pak chlorid dusitý  $NCl_3$ . Jde o plyn který je známý pod názvem trichlor-amin. Doporučená limitní hodnota koncentrace chloridu dusitého v ovzduší ke dle vyhlášky č. 238/2010 Sb.  $0,5 \text{ mg/m}^3$ . Belgičtí vědci zkoumají působením trichloaminu na člověka spojují jej se zvýšeným výskytem astmatu u dětí a onemocnění dýchacích cest. Vzniklé koncentrace nebezpečného plynu nad hladinou bazénu lze vyřešit jen nuceným větráním. [33],[35]



*Obr. 18* Schéma tvorby  $NCl_3$



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## ČÁST B – VÝPOČTOVÁ ČÁST

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. ADRIANA MAHOVSKÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR BLASINSKI, Ph.D.

BRNO 2021

## 1. ÚVOD

V projektové části této diplomové práce navrhuji vzduchotechnický systém rámci rekonstrukce plaveckého bazénu. Součástí budovy je bazénová hala, relaxační hala a Wellness.

Zadáním je navrhnout dvě optimalizace provozu větrání vzduchotechnickými jednotkami v místnosti bazénová hala. Srovnání a vyhodnocení je stanoveno z hlediska ekonomického a ekologického.

### 1.1 POPIS ŘEŠENÉHO OBJEKTU

Jedná se o budovu plaveckého bazénu v České Vsi. Objekt má dvě nadzemní podlaží a jedno podzemní podlaží, sloužící pro umístění bazénové technologie.

V 1.NP se nachází vstup do budovy, zázemí pro zaměstnance, strojovna VZT, šatny pro návštěvníky, bazénová hala, relaxační hala a technická místnost určena pro bazénovou technologii a zařízení pro vytápění.

Ve 2.NP se nachází strojovna vzduchotechniky a wellness zóna, ze které je přístup na venkovní terasu.

Podzemní podlaží je zázemí bazénové technologie. Nachází se zde sklad chemikálií, akumulární nádrže bazénů a technická místnost VZT

### 1.2 ROZDĚLENÍ NA FUNKČNÍ CELKY

Cílem práce je návrh vzduchotechnického systému v bazénové hale, a návrh 2 optimalizací provozu větrání vzduchotechnickými jednotkami. Pro docílení komplexního řešení budovy plaveckého bazénu se zabývám i ostatními prostory budovy. Objekt je rozdělen z hlediska účelu a funkce prostor do 6 hlavních funkčních celků. Každý tento celek je obsluhován vzduchotechnickými jednotkami, které budou dále navrženy. Ostatní části budovy budou větrány lokálními potrubními ventilátory. Viz kapitola VZT jednotky a zařízení.

#### BAZÉNOVÁ HALA

Prostor bazénové haly je větrán na požadovanou teplotu vnitřního vzduchu. Vzduchotechnická jednotka bude umístěna ve strojovně vzduchotechniky ve 2.NP

#### RELAXAČNÍ HALA

Tato část bude větrána na požadovanou teplotu vnitřního vzduchu. Vzduchotechnická jednotka bude umístěna ve strojovně vzduchotechniky ve 2.NP

#### VSTUP A ZÁZEMÍ ZAMĚSTNANCŮ

Tato část bude větrána na požadovanou teplotu vnitřního vzduchu. Vzduchotechnická jednotka bude umístěna ve strojovně vzduchotechniky ve 1.NP

### ŠATNY V 1.NP

Tato část bude větrána na požadovanou teplotu vnitřního vzduchu.

Vzduchotechnická jednotka bude umístěna ve strojovně vzduchotechniky ve 2.NP

### WELLNESS

Tato část bude větrána na požadovanou teplotu vnitřního vzduchu.

Vzduchotechnická jednotka bude umístěna ve strojovně vzduchotechniky ve 2.NP

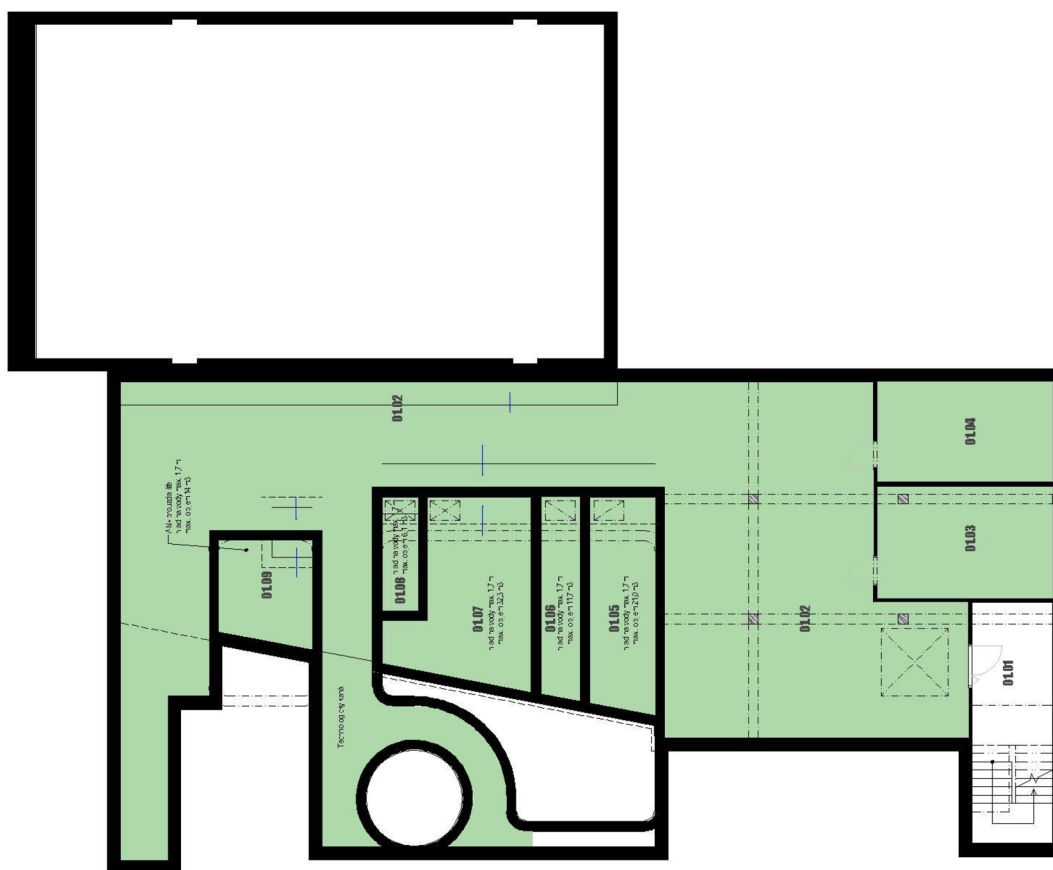
### PROSTORY BAZÉNOVÉ ÚPRAVY


V této části je nutné dodávat přívodní vzduch pro zařízení bazénové technologie (dmyhadla). Vzduchotechnická jednotka bude umístěna ve strojovně vzduchotechniky ve 1.PP

### OSTATNÍ VĚTRANÉ PROSTORY

Tyto prostory jsou větrány potrubními ventilátory umístěny v těže prostoru.

### PŮDORYS 1.PP



 Prostor bazénové úpravy

*Obr. 19* Rozdělení na funkční celky 1.PP

PŮDORYS 1.NP



Obr. 20 Rozdělení na funkční celky 1.PP

PŮDORYS 2.NP



Obr. 21 Rozdělení na funkční celky 1.PP



## 2. TEPELNÁ BILANCE OBJEKTU

### 2.3 NÁVRHOVÉ PARAMETRY

<b>Místo</b>	Česká Ves	
<b>Nadmořská výška</b>	399 m	
<b>Normální tlak vzduchu</b>	96,601 kPa	
<b>Léto</b>	Teplota [°C]	30,2
	Relativní vlhkost vzduchu [%]	49
	Entalpie [kJ/kg s.v.]	66,00
<b>Zima</b>	Teplota [°C]	-15
	Entalpie [kJ/kg s.v.]	-12,00
	Relativní vlhkost vzduchu [%]	100

Tab. 6 Výpočtové klimatické hodnoty podle ČSN 38 3350 za období 1901–1950

### 2.4 SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA

SO1 Obvodová stěna						
Č.	Materiál	$d_i$ [m]	$\lambda$ [W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]	$R_i$ [m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]		
					$R_{si}$ 0,13	[m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]
					$R$ 6,813	[m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]
1	Štuková vápenocem. omítka	0,015	0,99	0,015	$R_{se}$ 0,04	[m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]
2	Keramická tvárnice	0,3	0,18	1,667	$R_T$ 6,983	[m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]
3	Tepelná izolace EPS 70F	0,2	0,039	5,128	$U$ 0,143	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
4	Silikátová omítka	0,002	0,8	0,003	+ $\Delta U$ 0,02	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
			$\Sigma R_{i=}$	6,813	$U_{N,20}$ 0,30	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
					$U_{rec,20}$ 0,25	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]

POSOUZENÍ:	$U \leq U_{N,20}$
Požadované hodnoty:	0,163 < 0,30 <b>VYHOVUJE</b>
POSOUZENÍ:	$U \leq U_{rec,20}$
Požadované hodnoty:	0,136 < 0,25 <b>VYHOVUJE</b>

SO2 Stěna v 1.PP						
Č.	Materiál	$d_i$ [m]	$\lambda$ [W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]	$R_i$ [m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]		
					$R_{si}$ 0,130	[m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]
					$R$ 3,160	[m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]
1	Železobetonová stěna	0,3	1,58	0,190	$R_{se}$ 0,040	[m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]
2	2x SBS modifikovaný asfaltový pás	0,006	0,21	0,029	$R_T$ 3,330	[m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]
3	XPS desky	0,1	0,034	2,941	$U$ 0,300	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
			$\Sigma R_{i=}$	3,160	+ $\Delta U$ 0,02	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
					$U_{N,20}$ 0,45	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
					$U_{rec,20}$ 0,30	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]

POSOUZENÍ:	$U \leq U_{N,20}$
Požadované hodnoty:	0,320 < 0,45 <b>VYHOVUJE</b>
POSOUZENÍ:	$U \leq U_{rec,20}$
Požadované hodnoty:	0,320 < 0,30 <b>NEVYHOVUJE</b>

PDL1 Podlaha na zemině v 1.PP										
Č.	Materiál	$d_i$	$\lambda$	$R_i$	$R_{si}$	0,170	[m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]	R	3,251	[m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]
		[m]	[W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]	[m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]						
1	Železobetonová deska	0,3	1,34	0,224	$R_{se}$	0,00	[m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]	$R_T$	3,421	[m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]
2	XPS desky	0,1	0,034	2,941	<b>U</b>	0,292	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	+ $\Delta U$	0,02	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
3	Hutněné štěrkové lože	0,05	0,58	0,086	$U_{N,20}$	0,45	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	$U_{rec,20}$	0,30	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
				$\Sigma R_{i=}$	3,251					

POSOUZENÍ:	<b>U</b>	≤	<b>U<sub>N,20</sub></b>	
Požadované hodnoty:	0,312	<	0,45	VYHOVUJE
POSOUZENÍ:	<b>U</b>	≤	<b>U<sub>rec,20</sub></b>	
Požadované hodnoty:	0,312	<	0,30	NEVYHOVUJE

PDL2 Podlaha na zemině v 1.NP										
Č.	Materiál	$d_i$	$\lambda$	$R_i$	$R_{si}$	0,17	[m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]	R	3,766	[m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]
		[m]	[W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]	[m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]						
1	Keramická dlažba	0,01	1,01	0,010	$R_{se}$	0,00	[m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]	$R_T$	3,936	[m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]
2	Samonivelační cementový potěr	0,05	1,4	0,036	<b>U</b>	0,254	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	+ $\Delta U$	0,02	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
3	Trubka tep. podl. vytápění	0,031	-	-	$U_{N,20}$	0,45	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	$U_{rec,20}$	0,30	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
4	EPS 150 S	0,10	0,034	3,529						
5	2x SBS modif. asfaltové pásy	0,008	0,21	0,038						
6	Železobetonová deska	0,3	1,34	0,224						
7	Hutněný štěrkopískový násyp	0,3	0,58	0,517						
				$\Sigma R_{i=}$	3,766					

POSOUZENÍ:	<b>U</b>	≤	<b>U<sub>N,20</sub></b>	
Požadované hodnoty:	0,274	<	0,45	VYHOVUJE
POSOUZENÍ:	<b>U</b>	≤	<b>U<sub>rec,20</sub></b>	
Požadované hodnoty:	0,274	<	0,30	VYHOVUJE

SCH Střešní konstrukce										
Č.	Materiál	$d_i$	$\lambda$	$R_i$	$R_{si}$	0,1	[m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]	R	7,571	[m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]
		[m]	[W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]	[m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]						
1	Vrstva z praného kamenina	0,05	0,096	0,521	$R_{se}$	0,04	[m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]	$R_T$	7,711	[m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]
2	PVC-P folie	0,002	0,16	0,013	<b>U</b>	0,13	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	+ $\Delta U$	0,02	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
3	EPS 150 S (220 tl. + 40 tl.)	0,26	0,039	6,667	$U_{N,20}$	0,24	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	$U_{rec,20}$	0,16	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
4	2x SBS modif. asfaltové pásy	0,008	0,21	0,038						
5	Stropní před. panely SPIROLL	0,32	1,16	0,276						
6	SDK deska	0,0125	0,220	0,057						
				$\Sigma R_{i=}$	7,571					

POSOUZENÍ:	<b>U</b>	≤	<b>U<sub>N,20</sub></b>	
Požadované hodnoty:	0,150	<	0,24	VYHOVUJE
POSOUZENÍ:	<b>U</b>	≤	<b>U<sub>rec,20</sub></b>	
Požadované hodnoty:	0,150	<	0,16	VYHOVUJE

STR		Strop mezi podlažím						
Č.	Materiál	$d_i$	$\lambda$	$R_i$	$R_{si}$			
		[m]	[W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]	[m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]	0,13	[m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]		
1	Keramická dlažba	0,003	1,01	0,003	R	1,220	[m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]	
2	Samonivelační cementový potěr	0,05	1,4	0,036	R <sub>se</sub>	0,13	[m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]	
3	Trubky teplovodního vytápění	0,031	-	-	R <sub>T</sub>	1,480	[m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]	
4	Desky s elastifik. Polystyrenu	0,04	0,044	0,909	U	0,676	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	
5	Panel SPIROLL	0,25	1,16	0,216	+ ΔU	0,02	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	
6	SDK deska	0,0125	0,220	0,057	U <sub>N,20</sub>	2,20	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	
				ΣR <sub>i</sub> =	1,220	U <sub>rec,20</sub>	1,45	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]

POSOUZENÍ	$U \leq U_{N,20}$
Požadované hodnoty:	<b>0,696</b> < <b>2,20</b> <b>VYHOVUJE</b>
POSOUZENÍ	$U \leq U_{rec,20}$
Požadované hodnoty:	<b>0,696</b> < <b>1,45</b> <b>VYHOVUJE</b>

ST1		Stěna vnitřní						
Č.	Materiál	$d_i$	$\lambda$	$R_i$	$R_{si}$			
		[m]	[W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]	[m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]	0,13	[m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]		
1	Vápenocementová omítka	0,01	0,990	0,010	R	1,687	[m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]	
2	Keramická tvárnice	0,30	0,180	1,667	R <sub>se</sub>	0,13	[m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]	
3	Vápenocementová omítka	0,01	0,990	0,010	R <sub>T</sub>	1,947	[m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]	
				ΣR <sub>i</sub> =	1,687	U	0,514	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
					+ ΔU	0,02	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	
					U <sub>N,20</sub>	2,7	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	
					U <sub>rec,20</sub>	1,8	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	

POSOUZENÍ:	$U \leq U_{N,20}$
Požadované hodnoty:	<b>0,533</b> < <b>2,70</b> <b>VYHOVUJE</b>
POSOUZENÍ:	$U \leq U_{rec,20}$
Požadované hodnoty:	<b>0,533</b> < <b>1,80</b> <b>VYHOVUJE</b>

Tab. 7 Skladby konstrukcí a výpočty součinitelů prostupu tepla.

1 Ozn.	Konstrukce	U [W/m <sup>2</sup> .K]	U <sub>N</sub> [W/m <sup>2</sup> .K]	U <sub>rec</sub> [W/m <sup>2</sup> .K]	Posouzení
SO1	Obvodová stěna v 1.NP	0,16	0,30	0,25	Vyhoví na doporučené
SO2	Obvodová stěna v 1.PP	0,32	0,45	0,30	Vyhoví na doporučené
SN1	Stěna vnitřní	0,53	2,70	1,80	Vyhoví na doporučené
PDL1	Podlaha na zemině v 1.PP	0,31	0,45	0,30	Vyhoví na požadované
PDL2	Podlaha na zemině v 1.NP	0,27	0,45	0,30	Vyhoví na doporučené
SCH	Střešní konstrukce	0,15	0,24	0,16	Vyhoví na doporučené
STR	Strop mezi podlažím	0,70	2,20	1,45	Vyhoví na doporučené
OX1	Okno	0,72	1,5	1,2	Vyhoví na doporučené
DO1	Dveře venkovní	1,52	1,7	1,2	Vyhoví na požadované
DN1	Dveře vnitřní	1,52	3,5	2,3	Vyhoví na doporučené

Tab. 8 Shrnutí hodnot součinitelů prostupu tepla konstrukcí

Všechny konstrukce vyhovují na požadované hodnoty dle ČSN 73 0540-2:2011.

## 2.5 TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTÍ

Tepelné ztráty byly stanoveny pomocí programu TV v.4.9.8 PROTECH spol. s.r.o. dle ČSN EN 12831. Výsledné hodnoty ztrát jsou uvedeny v tab. 4 a tab. 5.

V budově bude výměna vzduchu zajištěna vzduchotechnikou, proto nejsou uvedeny v tabulce ztráty větráním.

### 1.NP

Číslo místnosti	Název místnosti	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Tepelná ztráta prostupem [W]
1.01	Zádveří	8,55	317
1.02	Vstupní hala	65,16	2465
1.03	Chodba	6,67	135
1.04	Plavčík	12,86	53
1.05	Šatna - zaměstnanci M	4,5	39
1.06	WC - zaměstnanci M	3,78	32
1.07	Sprchy - zaměstnanci M	2,18	19
1.08	Technická místnost VZT	8,19	0
1.09	Sklad	24,57	0
1.10	WC - zaměstnanci Ž	3,75	32
1.11	Sprchy - zaměstnanci Ž	2,10	18
1.12	Šatna - zaměstnanci Ž	4,96	43
1.13	Čajová kuchyňka	5,79	153
1.14	Kancelář	9,19	241
1.15	WC - imobilní	4,96	109
1.16	WC - ženy	4,00	94
1.17	WC - muži	4,02	94
1.18	Chodba do šaten	7,98	33
1.19	Výtah	2,55	11
1.20	Úklidová místnost	2,00	8
1.21	Hala	17,92	74
1.22	Šatna - děti MŠ	8,90	310
1.22a	Šatna - děti MŠ	6,81	208
1.23	Šatna - návštěvníci	120,06	776
1.23a	Převlékácká kabina	1,44	9
1.23b	Převlékácká kabina	1,44	9
1.23c	Převlékácká kabina	1,44	9
1.23d	Převlékácká kabina	1,44	9
1.23e	Převlékácká kabina	1,44	9
1.23f	Převlékácká kabina	1,44	9
1.23g	Převlékácká kabina	1,44	9
1.23h	Převlékácká kabina	1,44	9
1.23i	Převlékácká kabina - imobilní	2,40	16

1.23j	Převlékací kabina - imobilní	2,40	16
1.24	Šatna - děti MŠ	6,81	203
1.24a	Šatna - děti	10,25	260
1.25	Sklad	5,54	102
1.26	Technická místnost bazénové technologie	95,63	147
1.26a	Kotelna	20,48	32
1.26b	Chlorovna - chodba	3,90	6
1.26c	Chlorovna	4,16	6
1.27	Schodiště	15,87	106
1.28	Sklad	7,77	28
1.30	Parní sauna	6,20	26
1.31	Parní sauna - sprchy	4,97	21
1.33	WC+sprcha - imobilní	6,25	24
1.34	Sprchy - muži/chlapci	8,3	34
1.35	WC - muži/chlapci	10,91	45
1.36	WC - ženy/dívky	11,32	46
1.37	Sprchy - ženy/dívky	9,23	38
1.38	Relaxační hala	239,52	8318
1.41	Plavecký bazén	450,17	12688

Tab. 9 Tepelné ztráty místností v 1.NP

## 2.NP

Číslo místnosti	Název místnosti	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Tepelná ztráta prostupem [W]
2.01	Hala	30,20	257
2.02	Výtah	2,55	108
2.03	Solárium	10,96	425
2.04	Solárium šatna	2,47	67
2.05	Masáže - šatna	2,16	64
2.06	Masáže	10,47	252
2.07	Šatna	18,95	372
2.08	Šatna - muži	2,88	124
2.09	Šatna - ženy	2,43	103
2.10	Šatna - imobilní	3,53	133
2.11	Chodba - sprchy	4,10	168
2.12	Sprchy - ženy	11,8	450
2.13	Sprchy - muži	11,8	463
2.14	Chodba - wellness	54,91	2410
2.15	Aroma sauna	7,13	407
2.16	Ochlazovací sprchy	13,96	340
2.17	Finská sauna	10	339
2.18	Klidová místnost	19,69	746
2.19	WC - imobilní	4,12	104
2.20	Převlékárna	2,4	64

2.21	Schodiště - technická obsluha	11,88	54
2.22	Úklidová místnost	2,98	13
2.23	Technická místnost VZT	96,02	1018
2.24	Technická místnost - wellness	4	42
2.25	Schodiště	18,64	737
2.26	Odpočinková zóna	13,25	290
2.26a	Odpočinková zóna	24,57	763
2.27	Ochlazovací bazének	8,24	121
2.28	Zážitková sprcha	3,02	44
2.29	Parní sauna	7,41	310

Tab. 10 Tepelné ztráty místností v 2.NP

## 2.6 TEPELNÉ ZISKY MÍSTNOSTÍ

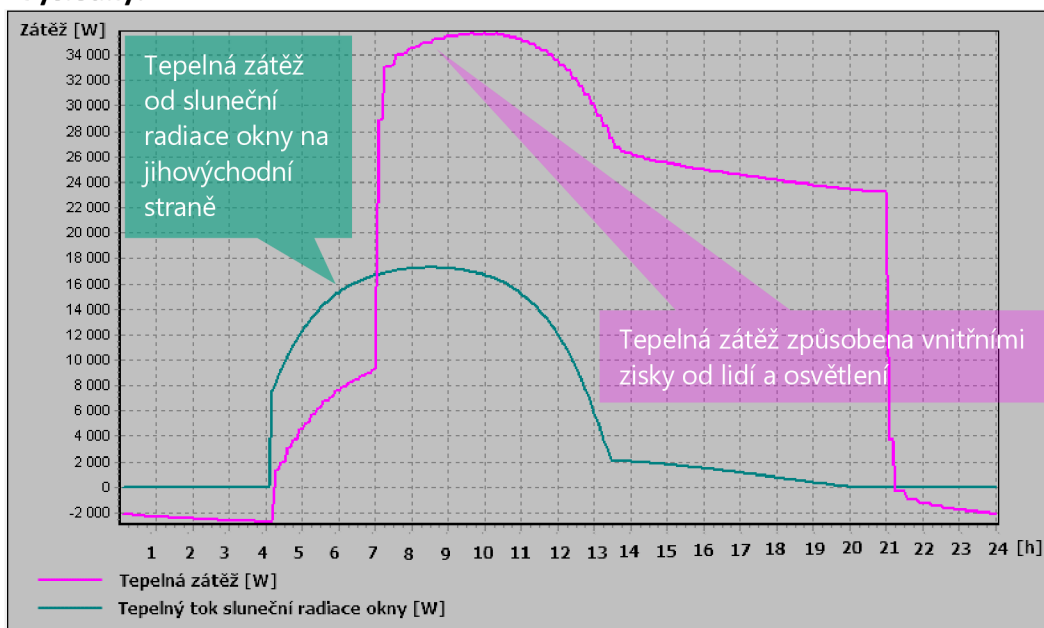
Výpočet tepelných zisků je proveden pomocí programu Teruna v.1.5b

### Místnost 1.41 – Plavecký bazén

#### Vstupní údaje:

Objem místnosti:	2115,8 m <sup>3</sup>
Teplota vnitřního vzduchu:	29 °C
Teplota venkovního vzduchu:	30,2°C
Osvětlení:	7:00 – 21:00 ;– 9,00 kW
Větrání:	7:00 – 21:00 ;– 10820 m <sup>3</sup> /h
Biologická produkce:	7:00 – 21:00 – 75 kg (40 osob) 7:00 – 21:00 – 25 kg (10 osob)

#### Výsledky:



Obr. 22 Výstup z programu TERUNA – Graf vnitřních zisků v místnosti plavecký bazén

#### Maxima tepelné zátěže:

21.7. 10.25 h: Citelné teplo Max = 35 679,8 W  
21.7. 4.08 h: Citelné teplo Min = -2734,4 W  
21.7. 10.25 h: Vázané teplo= 2937,6 W Měrná Tz = 24,17 W/K

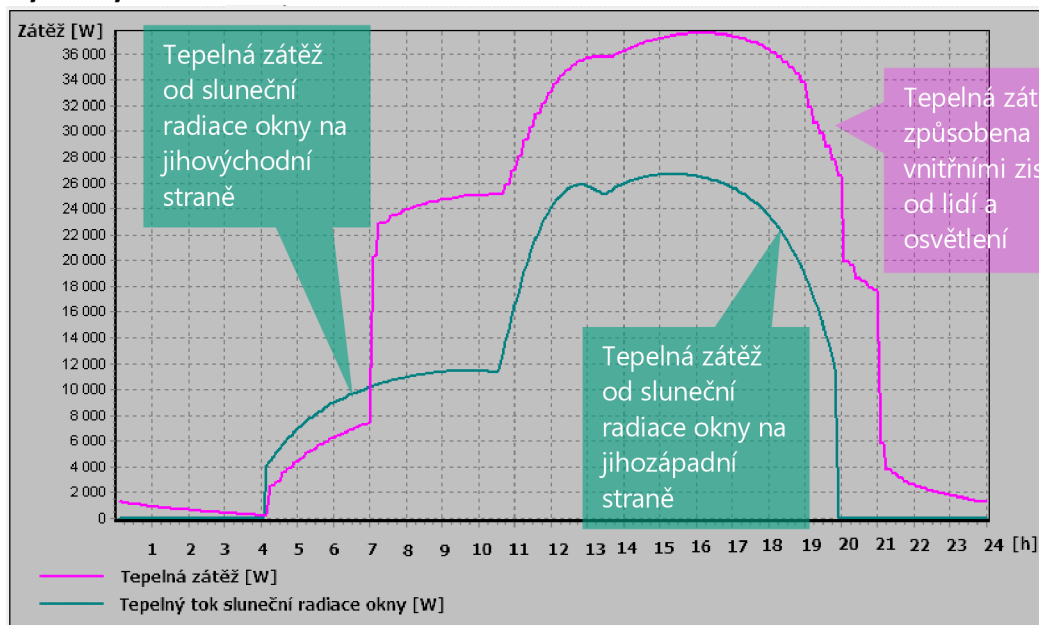
Suma potřeby chladu = 421,6 kWh  
Suma potřeby tepla = 14,5 kWh

### Místnost 1.38 – Relaxační hala

#### Vstupní údaje:

Objem místnosti:	718,56 m <sup>3</sup>
Teplota vnitřního vzduchu:	30 °C
Teplota venkovního vzduchu:	30,2°C
Osvětlení:	7:00 – 21:00 ;– 4,8 kW
Větrání:	7:00 – 21:00 ;– 10 100 m <sup>3</sup> /h
Biologická produkce:	7:00 – 21:00 – 75 kg (20 osob) 7:00 – 19:00 – 25 kg (10 osob)

#### Výsledky:



Obr. 23 Výstup z programu TERUNA – Graf vnitřních zisků v místnosti Relaxační hala

#### Maxima tepelné zátěže:

21.7. 11.92 h: Citelné teplo Max = 37 599,9 W  
21.7. 4.08 h: Citelné teplo Min = 237,87 W  
21.7. 11.92 h: Vázané teplo= 2049,72 W Měrná Tz = 24,17 W/K

Suma potřeby chladu = 456,31 kWh  
Suma potřeby tepla = 0 kWh

### 3. ODPAR Z VODNÍ HLADINY

#### 3.3 Výpočet dle VDI 2089 (nové vydání)

Množství odpařené vody se stanoví ze vztahu:

$$m_{wo} = \frac{\beta_{(p/n)}}{R_v \cdot \bar{T}} \cdot S_h \cdot (p_{V(tw)}'' - p_{V(ti)}) \quad [kg/h] \quad (4.01)$$

Kde:

- $\beta_{(p/n)}$  Součinitel přenosu hmoty (viz. tab. 6) [m/h]
- $R_v$  Plynová konstanta pro vodní páru;  $R_v = 461,52 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$
- $\bar{T}$  Aritmetický průměr teploty vzduchu [K]
- $S_h$  Plocha volné hladiny [ $\text{m}^2$ ]
- $p_{V(tw)}''$  Parciální tlak syté páry při teplotě rovné teploty vody [Pa]
- $p_{V(ti)}$  Parciální tlak páry při teplotě rovné teplotě vzduchu [Pa]

Charakter provozu	nepoužívaný bazén n [m/h]	nepoužívaný bazén n [m/h]
Zakrytý bazén (odpar pouze z přetokového žlábků)	0,7	-
Soukromý bazén	7	21
Veřejný bazén (hloubka vody > 1,35 m)	7	28
Veřejný bazén (hloubka vody < 1,35 m)	7	40
Bazén s umělými vlnami	7	50

**Tab. 11** Součinitel přenosu hmoty pro bazény dle VDI 2089 (nové vydání) [32]

#### 3.4 Odpar vody z vodních atrakcí dle VID 2089 (nové vydání)

Množství odpařené vody se stanoví ze vztahu:

$$m_{wo} = \frac{\beta_a}{R_v \cdot \bar{T}} \cdot (p_{V(tw)}'' - p_{v(ti)}) \cdot L_a \cdot B_a \quad [kg/h] \quad (4.02)$$

Kde:

- $\beta_a$  Součinitel přenosu hmoty od vodních atrakcí (viz. tab. 7) [m/h]
- $R_v$  Plynová konstanta pro vodní páru;  $R_v = 461,52 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$
- $\bar{T}$  Aritmetický průměr teploty vody a vzduchu [K]
- $p_{V(tw)}''$  Tlak syté páry při teplotě vzduchu rovné teplotě vody [Pa]
- $p_{v(ti)}$  Tlak páry při teplotě vnitřního vzduchu [Pa]
- $L_a$  Délka vodního proudu [m]
- $B_a$  Průměrná šířka vodního proudu [m]



Množství odpařené vody pro zbylé atrakce se stanoví dle vztahu:

$$m_{wo} = \frac{\beta_{ab}}{R_v \bar{T}} \cdot S_h \cdot (p_{V(tw)}'' - p_{v(ti)}) \cdot M_{DL} \quad [\text{kg/h}] \quad (4.03)$$

Kde:

- $\beta_{ab}$  Součinitel přenosu hmoty [m/h], stanoví se jako:  $\beta_{ab} = \beta_a + \beta_{(p/n)}$
- $\beta_a$  Součinitel přenosu hmoty od vodních atrakcí (viz. tab. 7),
- $\beta_{(p/n)}$  Součinitel přenosu hmoty od vodní hladiny (viz. tab. 6)
- $R_v$  Plynová konstanta pro vodní páru;  $R_v = 461,52 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
- $\bar{T}$  Aritmetický průměr teploty vody a vzduchu [K]
- $S_h$  Plocha bazénu s příslušnou vodní atrakcí [m<sup>2</sup>]
- $p_{V(tw)}''$  Tlak syté páry při teplotě vzduchu rovné teplotě vody [Pa]
- $p_{v(ti)}$  Tlak páry při teplotě vnitřního vzduchu [Pa]
- $M_{DL}$  Objemové proudění vzduchu pro provzdušňované atrakce, jako např. vířivku [kg/h], stanoví se jako:  $M_{DL} = M_D \cdot (x_{h,,} - x)$
- $M_D$  Průtok vzduchu pro provzdušňování atrakce [kg/h]
- $x_{h,,}$  Měrná vlhkost nasyceného vzduchu [kg/kg<sub>sv</sub>] při teplotě hladiny  $t_h$  [°C]
- $x$  Měrná vlhkost [kg/kg<sub>sv</sub>] v okolním vzduchu při teplotě  $t_v$  [°C]

Typ atrakce	$\beta_a$ [m/h]
Divoký vodní kanál	30
Dětské skluzavky	3
Průtokové kanály	30
Vodní hříby	5 x U*
Týlové sprchy	6
Dnové sprchy	4
Masážní místa	30
Bublinové gejzíry	3
Sedací plochy	3

\* U je obvod hříbu

**Tab. 12** Součinitel přenosu hmoty pro vodní atrakce [32]

### 3.5 Výpočet pro místnost 1.41 - Bazénová hala

Exteriér:		Letní výpočtový stav:	
Teplota	[°C]	$t_e$	30,2
Relativní vlhkost	[%]	$\varphi_e$	44

Interiér:			
Teplota	[°C]	$t_i$	29
Relativní vlhkost	[%]	$\varphi_i$	54

Voda			
Teplota vody	$t_w$	27	[°C]
Rychlost vzduchu	$w$	0,15	[m/s]
Plocha vodní hladiny	$Sh$	250	[m <sup>2</sup> ]
Hloubka vody	$>$	1,35	[m]
Součinitel přenosu hmoty	$\beta(p/n)$	28	m/h
Plynová konstanta vodní páry	$R_v$	461,52	J/(kg·K)
Aritmetický průměr teplot	$T$	301,65	°C

$P_v''(t_w)$	3564	Pa	tlak syté páry při teplotě vzduchu rovné teplotě vody							
$t$ [°C]	$\varphi$ [-]	$P$ [Pa]	$P_d''$ [Pa]	$P_d$ [Pa]	$x$ [kg/kg]	$h$ [kJ/kg]	$tr'$ [°C]	$tr$ [°C]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$T$ [K]
27	1	98100	<b>3564</b>	3564	0,023	87	27	117	1,12	301

$P_v(t_i)$	2162	Pa	tlak páry při teplotě vnitřního vzduchu							
$t$ [°C]	$\varphi$ [-]	$P$ [Pa]	$P_d''$ [Pa]	$P_d$ [Pa]	$x$ [kg/kg]	$h$ [kJ/kg]	$tr'$ [°C]	$tr$ [°C]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$T$ [K]
29	0,54	98100	4004	<b>2162</b>	0,014	65	19	105	1,12	303

Množství odpařené vody:  $m_{wo}$  **70,5** kg/h

Tab. 13 Výpočet odparu vody z vodní hladiny plaveckého bazénu

### 3.6 Výpočet pro místnost 1.38 - Relaxační hala

#### Dětské brouzdaliště

V dětském brouzdališti je zabudovaná dětská skluzavka

Exteriér:		Letní výpočtový stav:	
Teplota	[°C]	$t_e$	30,2
Relativní vlhkost	[%]	$\varphi_e$	44
Interiér:			
Teplota	[°C]	$t_i$	30
Relativní vlhkost	[%]	$\varphi_i$	54
Voda			
Teplota vody	$t_w$	27	[°C]
Rychlost vzduchu	$w$	0,15	[m/s]
plocha vodní hladiny	$Sh$	13	[m <sup>2</sup> ]
hloubka vody	$<$	1,35	[m]
Součinitel přenosu hmoty	$\beta_{ab}$	43	m/h
..... od vodní hladiny	$\beta(p/n)$	40	m/h
..... od vodních atrakcí	$\beta_a$	3	m/h
Plynová konstanta vodní páry	$R_v$	461,52	J/(kg·K)
Aritmetický průměr teplot	$T$	301,65	°C
Objemové proudění vzduchu	$M_{DL}$	0,910	kg/h

$P_v(t_w)$	3564	Pa	tlak syté páry při teplotě vzduchu rovné teplotě vody							
$t$ [°C]	$\varphi$ [-]	$P$ [Pa]	$P_d''$ [Pa]	$P_d$ [Pa]	$x$ [kg/kg]	$h$ [kJ/kg]	$tr'$ [°C]	$tr$ [°C]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$T$ [K]
27	1	98100	<b>3564</b>	3564	0,023	87	27	117	1,12	301

$P_v(t_i)$	2162	Pa	tlak páry při teplotě vnitřního vzduchu							
$t$ [°C]	$\varphi$ [-]	$P$ [Pa]	$P_d''$ [Pa]	$P_d$ [Pa]	$x$ [kg/kg]	$h$ [kJ/kg]	$tr'$ [°C]	$tr$ [°C]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$T$ [K]
30	0,54	98100	4004	<b>2162</b>	0,014	66	19	105	1,12	304

Množství odpařené vody  $m_{wo}$  **5,12** kg/h

Tab. 14 Výpočet vodní hladiny z vodní atrakce v relaxační hale

## Vířivka

Voda			
Teplota vody	tw	36	[°C]
Rychlost vzduchu	w	0,15	[m/s]
plocha vodní hladiny	Sh	6,6	[m <sup>2</sup> ]
hloubka vody	<	1,35	[m]
Součinitel přenosu hmoty	β <sub>ab</sub>	40	m/h
..... od vodní hladiny	β(p/n)	40	m/h
..... od vodních atrakcí	β <sub>a</sub>	0	m/h
Plynová konstanta vodní páry	R <sub>v</sub>	461,52	J/(kg·K)
Aritmetický průměr teplot	T	306,15	°C
Objemové proudění vzduchu	M <sub>DL</sub>	0,967	kg/h

Pv"(tw)	5938	Pa	tlak syté páry při teplotě vzduchu rovné teplotě vody							
t [°C]	φ [-]	P [Pa]	Pd" [Pa]	Pd [Pa]	x [kg/kg]	h[kJ/kg]	tr' [°C]	tr [°C]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	T [K]
36	1	98100	<b>5938</b>	5938	0,040	139	36	130	1,08	310

Pv(ti)	2162	Pa	tlak páry při teplotě vnitřního vzduchu							
t [°C]	φ [-]	P [Pa]	Pd" [Pa]	Pd [Pa]	x [kg/kg]	h[kJ/kg]	tr' [°C]	tr [°C]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	T [K]
30	0,54	98100	4004	<b>2162</b>	0,014	66	19	105	1,12	304

Množství odpařené vody: m<sub>wo</sub> **6,82** kg/h

**Tab. 15** Výpočet odparu z vodní atrakce v relaxační hale

## Relaxační bazén

V relaxačním bazénu jsou zabudované dnové sprchy.

Voda			
Teplota vody	tw	34	[°C]
Rychlost vzduchu	w	0,15	[m/s]
plocha vodní hladiny	Sh	58	[m <sup>2</sup> ]
hloubka vody	<	1,35	[m]
Součinitel přenosu hmoty	β <sub>ab</sub>	44	m/h
..... od vodní hladiny	β(p/n)	40	m/h
..... od vodních atrakcí	β <sub>a</sub>	4	m/h
Plynová konstanta vodní páry	R <sub>v</sub>	461,52	J/(kg·K)
Aritmetický průměr teplot	T	305,15	°C
Objemové proudění vzduchu	M <sub>DL</sub>	0,960	kg/h

Pv"(tw)	5317	Pa	tlak syté páry při teplotě vzduchu rovné teplotě vody							
t [°C]	φ [-]	P [Pa]	Pd" [Pa]	Pd [Pa]	x [kg/kg]	h[kJ/kg]	tr' [°C]	tr [°C]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	T [K]
34	1	98100	<b>5317</b>	5317	0,036	126	34	127	1,09	308

Pv(ti)	2162	Pa	tlak páry při teplotě vnitřního vzduchu							
t [°C]	φ [-]	P [Pa]	Pd" [Pa]	Pd [Pa]	x [kg/kg]	h[kJ/kg]	tr' [°C]	tr [°C]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	T [K]
30	0,54	98100	4004	<b>2162</b>	0,014	66	19	105	1,12	304

Množství odpařené vody: m<sub>wo</sub> **54,90** kg/h

Tab. 16 Výpočet vodní hladiny z vodní atrakce v relaxační hale

Výsledný odpar z vodních ploch s atrakcemi v místnosti Relaxační hala

Bazén s atrakcí	Množství odpařené vody [kg/h]
Dětské brouzdaliště	5,12
Vířivka	6,82
Relaxační bazén	54,90
Součet	<b>66,84</b>

Tab. 17 Celkový odpar z vodních ploch v místnosti Relaxační hala

## 4. STANOVENÍ PRŮTOKŮ VZDUCHU

### 4.3 Stanovení průtoku vzduchu bazénové větrací jednotky

Určení průtoku vzduchu z množství odpařené vody z vodní hladiny:

$$V = \frac{m_w}{(x_L - x_{PL}) \cdot \zeta} \quad [m^3/h] \quad (5.01)$$

Kde:

- $m_w$  množství odpařené vody z vodní hladiny [kg/h]
- $x_L$  požadovaná měrná vlhkost vzduchu v bazénové hale;  $x_L = 14,3$  [g/kg]
- $x_{PL}$  měrná vlhkost přivodního vzduchu do bazénu; uvažovaná hodnota  
 $x_{PL} = 9 - 10$  [g/kg] [4]
- $\zeta$  hustota vzduchu [kg/m<sup>3</sup>]

Určení průtoku z objemu prostoru:

$$V = I \cdot V_H \quad [m^3/h] \quad (5.02)$$

Kde:

- $I$  požadovaná výměna vzduchu v prostoru bazénové haly (viz. tab. 13) [1/h]
- $V_H$  objem bazénové haly [m<sup>3</sup>]

Místo	min. výměna vzduchu [1/h]
Bazénová hala	2*
Záchod	2
Sprchy	8
Odpočívárna	2
Šatna	5-6

\* Navýšení doporučené minimální hodnoty pro bazénovou halu na 4-6 [1/h]

**Tab. 18** Hodnoty výměny vzduchu v prostoru dle vyhl. 238/2011 Sb

### 4.4 Stanovení minimálního množství čerstvého větracího vzduchu:

$$V_{min} = V_{os} \cdot N \quad [m^3/h] \quad (5.03)$$

Kde:

- $V_{os}$  minimální množství čerstvého vzduchu na osobu/zařízení [m<sup>3</sup>/h]
- $N$  objem bazénové haly (viz. tab. 14) [m<sup>3</sup>]

Zařízení	Výměna vzduchu [m <sup>3</sup> /h]
Záchod	50
Pisoár	25
Umyvadlo	30
Výlevka	50
Sprcha	150 - 200

Tab. 19 Dávky čerstvého vzduchu na zařizovací předmět dle nařízení vlády 361/2007 Sb.

#### 4.5 Výpočet průtoku pro bazénovou halu

Pro stanovení průtoku vzduchu pro bazénovou halu byl vybrán způsob výpočtu uvažující s množstvím odpařené vody stanovené v kapitole 4.

Podobného výsledku by bylo dosaženo výpočtem průtoku z objemu prostoru při použití vyšší výměny vzduchu, než doporučuje vyhl. 238/2011 Sb. a to 4-6 [1/h]

Požadovaná měrná vlhkost	$\chi_L$	14,3	[g/kg]
Měrná vlhkost přiváděného vzduchu	$\chi_{PL}$	8,4	[g/kg]
Hustota vzduchu	$\rho$	1,1	[kg/m <sup>3</sup> ]
Množství odpařené vody z vodní hladiny	$m_w$	70500	[g/h]

Průtok vzduchu	<b>V = 10800 [m<sup>3</sup>/h]</b>
----------------	------------------------------------

Tab. 20 Výpočet průtoku vzduchu pro bazénovou halu.

Místnost bazénové haly bude obsluhovat jednotka: **Zařízení č. 1 – Bazénová hala**

#### 4.6 Výpočet průtoku pro relaxační bazén

Pro stanovení průtoku vzduchu pro relaxační halu byl vybrán způsob výpočtu uvažující s množstvím odpařené vody stanovené v kapitole 4.

Hodnota výpočet průtoku přes objem prostoru není v tomto případě srovnatelný, relaxační hala je menšího objemu a zvýšené množství odpařené vody je vzniklé vodními atrakcemi v bazénu.

Požadovaná měrná vlhkost	$\chi_L$	14,3	[g/kg]
Měrná vlhkost přiváděného vzduchu	$\chi_{PL}$	8,3	[g/kg]
Hustota vzduchu	$\rho$	1,1	[kg/m <sup>3</sup> ]
Množství odpařené vody z vodní hladiny	$m_w$	66840	[g/h]

Průtok vzduchu	<b>V = 10100 [m<sup>3</sup>/h]</b>
----------------	------------------------------------

Tab. 21 Výpočet průtoku vzduchu pro relaxační halu.

Místnost relaxační hala bude obsluhovat jednotka: **Zařízení č. 2 – Relaxační hala**

#### 4.7 Zařízení č. 3 – Větrání vstupu a zázemí

ZADÁNÍ																														
místnost												M <sub>wo</sub>					Q					přívod							odvod	
Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV	PLOCHA [m <sup>2</sup> ]	SV. VÝŠKA [m]	OBJEM [m <sup>3</sup> ]	POČET OSOB	POŽAD. VÝMĚNA VZDUCHU [m <sup>3</sup> /h]	VZD/OŠOBA, ZAŘÍZENÍ [m <sup>3</sup> /h]	t <sub>o</sub>	t <sub>e</sub>	Δt	ρ	VODNÍ ZISKY [g/h]	TEP. ZISKY [W]	TEP. ZTRÁTY [W]	HYG. VZD z výměny [m <sup>3</sup> /h]	HYG. VZD na spotřební jednotku [m <sup>3</sup> /h]	VZD NA KRYTÍ T. ZTRÁT [m <sup>3</sup> /h]	ČER. VZD. [m <sup>3</sup> /h]	PŘÍVOD [m <sup>3</sup> /h]	LÉTO t [°C]	ZIMAT [°C]	VÝMĚNA [h <sup>-1</sup> ]	Č. ZAŘÍZENÍ	ODVOD [m <sup>3</sup> /h]						
1.02	Vstupní hala	65,16	2,6	169,4	20	2	50	22	60				2465	339	1000	683	1000		1000	26	20	2	3	1000						
1.03	Chodba	6,67	2,6	17,3	1	2	50	20	60				135	35	50	37	50		50	26	20	3	3	50						
1.04	Plavčík	12,86	2,6	33,4	2	2	50	22	60				53	67	100	15	100		100	26	20	3	3	100						
1.05	Šatna zaměst. M	4,5	2,6	11,7	6	2	50	22	60				39	23	300	11	300		300	26	20	26	3	250						
1.06	WC zaměst. M	3,78	2,6	9,8	1	2	80	22	60				32	20	80	9	80		80	26	20	8	3	100						
1.07	Sprchy - zaměstnanci M	2,18	2,6	5,7	1	2	150	24	60				19	11	150	5	150		150	26	20	26	3	150						
1.08	Technická místnost VZT	8,19	3,1	25,6	1	0,5	50	22	60				0	13	50	0	50		50	26	20	2	3	50						
1.09	Sklad	24,57	3,1	76,9	1	0,5	50	22	60				0	38	50	0	50		50	26	20	1	3	50						
1.10	WC - zaměstnanci Ž	3,75	2,6	9,8	1	2	230	22	60				32	20	230	9	230		80	26	20	8	3	100						
1.11	Sprchy - zaměstnanci Ž	2,1	2,6	5,5	1	2	150	24	60				18	11	150	5	150		150	26	20	27	3	150						
1.12	Šatna - zaměstnanci Ž	4,96	2,6	12,9	4	3	50	22	60				43	39	200	12	200		200	26	20	16	3	150						
1.13	Čajová kuchyňka	5,79	2,6	15,1	3	2	50	22	60				153	30	150	42	150		150	26	20	10	3	150						
1.14	Kancelář	9,19	2,6	23,9	3	2	50	22	60				241	48	150	67	150		150	26	20	6	3	150						
1.15	WC - imobilní	4,96	2,6	12,9	1	2	80	22	60				109	26	80	30	80		80	26	20	6	3	100						
1.16	WC - ženy	4	2,6	10,4	1	2	80	22	60				94	21	80	26	80		80	26	20	8	3	100						
1.17	WC - muži	4,02	2,6	10,5	1	2	80	22	60				94	21	80	26	80		80	26	20	8	3	100						
												Σ	0	3527								2750	26	20				Σ	2750	

Tab. 22 Výpočet průtoků vzduchu ve vstupním prostoru



#### 4.8 Zařízení č. 4 – Větrání šatny 1.NP

ZADÁNÍ																								
Č.MÍSTNOSTI	NÁZEV	místnost								M <sub>wo</sub>	Q		přívod							odvod				
		PLOCHA[m <sup>2</sup> ]	SV. VÝŠKA[m]	OBJEM[m <sup>3</sup> ]	POČET OSOB	POŽAD. VÝMĚNA	VZD/OŠOBA, ZAŘÍZENÍ	t <sub>int</sub> [°C]	φ [%]		VODNÍ ZISKY [g/h]	TEP. ZISKY [W]	TEP.ZTRÁTY [W]	HYG. VZD z výměny [m <sup>3</sup> /h]	HYG. VZD na spotřební jednotku [m <sup>3</sup> /h]	VZD NA KRYTÍ T. ZTRÁT [m <sup>3</sup> /h]	ČER. VZD. [m <sup>3</sup> /h]	PŘÍVOD [m <sup>3</sup> /h]	LÉTO t[°C]	ZIMAT[°C]	VÝMĚNA [h <sup>-1</sup> ]	Č.ZAŘÍZENÍ	ODVOD [m <sup>3</sup> /h]	
1.18	Chodba do šaten	7,98	2,6	20,7	4	2	50	20	60			33	41	200	9	200	<b>200</b>	26	20	2	3	<b>200</b>		
1.20	Úklidová místnost	2	3,13	6,3	1	2	50	22	60			8	13	50	2	50	<b>50</b>	26	20	8	3	<b>50</b>		
1.22a	Šatna - děti MŠ	6,81	2,7	18,4	12	2	20	22	60			310	37	240	86	240	<b>240</b>	26	20	13	3	<b>200</b>		
1.22	Šatna - děti MŠ	8,9	2,7	24,0	12	2	20	22	60			208	48	240	58	240	<b>240</b>	26	20	10	3	<b>200</b>		
1.23	Šatna - návštěvníci	136,4	2,7	368,2	130	2	20	22	60			876	736	2600	243	2600	<b>2600</b>	26	20	7	3	<b>1200</b>		
1.24	Šatna - děti MŠ	6,81	2,7	18,4	12	2	20	22	60			203	37	240	56	240	<b>240</b>	26	20	13	3	<b>200</b>		
1.24a	Šatna - děti	10,25	2,7	27,7	12	2	20	22	60			260	55	240	72	240	<b>240</b>	26	20	9	3	<b>200</b>		
1.25	Sklad	5,54	2,6	14,4	1	2	50	22	60			28	29	50	8	50	<b>0</b>	26	20	0	3	<b>50</b>		
1.28	Sklad	7,77	2,6	20,2	1	2	50	22	60			28	40	50	8	50	<b>0</b>	26	20	0	3	<b>50</b>		
1.31	Parní sauna - sprchy	4,97	2,6	12,9	2	8	150	24	60			21	103	300	6	300	<b>0</b>	26	20	0	3	<b>300</b>		
1.33	WC+sprcha - imobilní	6,25	2,6	16,3	1	2	230	24	60			24	33	230	7	230	<b>0</b>	26	20	0	3	<b>230</b>		
1.34	Sprchy - muži/chlapci	8,3	2,6	21,6	6	8	150	24	60			24	173	900	7	900	<b>575</b>	26	20	27	3	<b>900</b>		
1.35	WC - muži/chlapci	10,91	2,6	28,4	1	2	160	24	60			45	57	160	12	160	<b>0</b>	26	20	0	3	<b>160</b>		
1.36	WC - ženy/dívky	11,32	2,6	29,4	2	2	80	24	60			46	59	160	13	160	<b>0</b>	26	20	0	3	<b>160</b>		
1.37	Sprchy - ženy/dívky	9,23	2,6	24,0	6	2	150	24	60			38	48	900	11	900	<b>575</b>	26	20	24	3	<b>900</b>		
Σ											0	2152						<b>5000</b>	26	20			Σ	<b>5000</b>

Tab. 23 Výpočet průtoků vzduchu v 1.NP prostor šaten

#### 4.9 Zařízení č. 5 – Větrání wellness

ZADÁNÍ																								
místnost								léto		M <sub>wo</sub>	Q			přívod						odvod				
Č.MÍSTNOSTI	NÁZEV	PLOCHA [m <sup>2</sup> ]	SV. VÝŠKA [m]	OBJEM [m <sup>3</sup> ]	POČET OSOB	POŽAD. VÝMĚNA VZDUCHU [h <sup>-1</sup> ]	VZD/OSOBA, ZAŘÍZENÍ [m <sup>3</sup> /h]	t [°C]	φ [%]	VODNÍ ZISKY [g/h]	TEP. ZISKY [W]	TEP. ZTRÁTY [W]	HYG. VZD z výměny [m <sup>3</sup> /h]	HYG. VZD na spotřební jednotku [m <sup>3</sup> /h]	VZD NA KRYTÍ T. ZTRÁT [m <sup>3</sup> /h]	ČER. VZD. [m <sup>3</sup> /h]	PŘÍVOD [m <sup>3</sup> /h]	LÉTO t [°C]	ZIMAT [°C]	VÝMĚNA [h <sup>-1</sup> ]	Č. ZAŘÍZENÍ	ODVOD [m <sup>3</sup> /h]		
2.03	Solárium	10,96	3	32,9	2	2	150	20	60			425	66	300	118	300	300	26	20	2	5.001	300		
2.04	Solárium - šatna	2,47	3	7,4	1	2	50	20	60			67	15	50	19	50	50	26	20	7	5.001	50		
2.05	Masáže - šatna	2,16	3	6,5	1	2	50	20	60			64	13	50	18	50	50	26	20	8	5.001	50		
2.06	Masáže	10,47	3	31,4	2	2	75	20	60			252	63	150	70	150	150	26	20	5	5.001	150		
2.07	Šatna	18,95	3	56,9	28	2	50	20	60			372	114	1400	103	1400	1400	26	20	25	5.001	1000		
2.08	Šatna - muži	2,88	3	8,6	1	2	50	20	60			124	17	50	34	50	50	26	20	6	5.001	50		
2.09	Šatna - ženy	2,43	3	7,3	2	2	150	20	60			103	15	300	29	300	300	26	20	41	5.001	300		
2.10	Šatna - imobilní	3,53	3	10,6	1	2	50	20	60			133	21	50	37	50	50	26	20	5	5.001	50		
2.12	Sprchy - ženy	11,8	3	35,4	1	2	410	20	60			450	71	410	125	410	410	26	20	12	5.001	410		
2.13	Sprchy - muži	11,8	3	35,4	1	2	410	20	60			463	71	410	128	410	410	26	20	12	5.001	410		
2.16	Ochlazovací sprchy	13,96	3	41,9	4	2	150	20	60			340	84	600	94	600	0	26	20	0	5.001	600		
2.18	Klidová místnost	19,69	3	59,1	6	2	50	20	60			746	118	300	207	300	300	26	20	0	5.001	300		
2.19	WC - imobilní	4,12	3	12,4	1	2	80	20	60			104	25	80	29	80	80	26	20	0	5.001	80		
2.20	Převlékárna	2,4	3	7,2	1	2	50	20	60			64	14	50	18	50	50	26	20	0	5.001	0		
2.22	Úklidová místnost	2,98	3	8,9	1	2	50	20	60			13	18	50	4	50	50	26	20	0	5.001	50		
2.26	Odpočinková zóna	13,25	3	39,8	1	2	630	20	60			290	80	630	80	630	630	26	20	0	5.001	500		
2.26a	Odpočinková zóna	24,57	3	73,7	12	2	50	20	60			763	147	600	211	600	600	26	20	0	5.001	300		
2.28	Zážitková sprcha	3,02	3	9,1	1	2	150	20	60			44	18	150	12	150	0	26	20	0	5.001	150		
Σ											0	4817	4750						26	20	Σ 4750			

Tab. 24 Výpočet průtoku vzduchu ve 2.NP Wellness

#### 4.10 Zařízení č. 6.001, 7.001, V1, V2, V3 – Prostor bazénové úpravy

##### Prostor bazénové úprav

Ve funkčním celku prostor bazénové úpravy jsou umístěny 2 přívodní jednotky a 3 ventilátory pro zajištění minimální výměny vzduchu. Násobnost výměny vzduchu je stanovena dle zadání technologa bazénové úpravy.

Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV	místnost					Výměna vzduchu		přívod		odvod	
		PLOCHA [m <sup>2</sup> ]	SV. VÝŠKA [m]	VÝŠKA VODNÍ HLADINY NÁDRŽE [m]	PROVĚTRÁVANÁ VÝŠKA [m]	OBJEM [m <sup>3</sup> ] / PROVĚTRÁVANÝ OBJEM NÁDRŽE [m <sup>3</sup> ]	POŽAD. VÝMĚNA VZDUCHU [h <sup>-1</sup> ]	HYG. VZD z výměny [m <sup>3</sup> /h]	PŘÍVOD [m <sup>3</sup> /h]	Č. ZAŘÍZENÍ - PŘÍVOD	ODVOD [m <sup>3</sup> /h]	Č. ZAŘÍZENÍ - ODVOD
01.02	Technologické podlaží	146,5	3,4			498,1	1,5	747	750	6.001	700	V3
		DLE POZADAVKŮ TECHNOLOGIE (pouze přívod vzduchu) *							1500	7.001		
01.03	Technická místnost VZT	17,66	3,4			60,0	0,5	30	0		50	V3
01.04	Sklad chemikálií	15,75	3,5			55,1	4	221	250	6.001	280	V1
01.05	Dechlorační nádrž	12,38	2,1	1,7	0,4	5,0	2	10	0	**	10	V2
01.06	akumulační nádrž relaxační bazén	6,9	2,1	1,7	0,4	2,8	2	6	0		10	V2
01.07	akumulační nádrž plavecký bazén	19	2,1	1,7	0,4	7,6	2	15	0		20	V2
01.08	akumulační nádrž whirlpool	3,57	2,1	1,7	0,4	1,4	2	3	0		10	V2
01.09	akumulační nádrž brouzdaliště	8,37	2,1	1,7	0,4	3,3	2	7	0		10	V2

Tab. 25 Stanovení průtoků vzduchu v prostorách bazénové úpravy

\* Dle požadavků bazénové technologie bude dopravováno do místnosti technologické podlaží 1500 m<sup>3</sup>/h na provoz zařízení spotřebovávající vzduch ke svému provozu.

\*\* Náhrada vzduchu u akumulčních nádrží je řešena stěnovými mřížkami.

Označení zařízení	[m <sup>3</sup> /h]	Přívod/Odvod
ZAŘÍZENÍ 6.001	1000	P
ZAŘÍZENÍ 7.001	1500	P
ZAŘÍZENÍ V1	280	O
ZAŘÍZENÍ V2	60	O
ZAŘÍZENÍ V3	750	O

Tab. 26 Součet průtoků pro zařízení v 1.PP

## 4.11 Zařízení č. V4 – V10 – Ostatní prostory

### Ostatní prostory

Ve funkčním celku ostatní prostory jsou zahrnuty místnosti s lokálním odvětráváním za pomoci potrubních ventilátorů.

Č. MÍSTNOSTI	místnost				Výměna vzduchu		přívod		odvod	
	NÁZEV	PLOCHA [m <sup>2</sup> ]	SV. VÝŠKA [m]	OBJEM [m <sup>3</sup> ]	POŽAD. VÝMĚNA VZDUCHU [h <sup>-1</sup> ]	HYG. VZD z výměny [m <sup>3</sup> /h]	PŘÍVOD [m <sup>3</sup> /h]	Č. ZAŘÍZENÍ - PŘÍVOD	ODVOD [m <sup>3</sup> /h]	Č. ZAŘÍZENÍ - ODVOD
1.26	Technická místnost baz. technologie	95,63	3,13	299,3	2,3	688	700	V6	700	V5
		DLE POŽADAVKŮ TECHNOLOGIE (pouze přívod vzduchu)*					250	V4		
1.26a	Kotelna	DLE POŽADAVKŮ ÚT PROFESE **					310	V8	100	V9
1.26b	Chlorovna	3,9	3,13	12,2	5	61	0	***	100	V7
1.26c	Chlorovna – chodba	4,16	3,13	13,0	4	52	90	V6	0	***
2.23	Technická místnost VZT	96,02	3,9	374,5	1	374	0		400	V10
2.24	Technická místnost – wellness	4	3,9	15,6	2	31	0		50	V10

Tab. 27 Stanovení průtoku vzduchu v ostatních prostorech

\* Dle požadavků bazénové technologie bude dopravováno do místnosti technologické podlaží 250 m<sup>3</sup>/h na provoz zařízení spotřebovávající vzduch ke svému provozu.

\*\* Dle požadavků profese vytápění bude v místnosti zajištěn přívod vzduchu pro zařízení ÚT profese v místnosti a zajištěna min. 0,5 x 1/h výměna vzduchu

\*\*\* Náhrada vzduchu v místnosti chlorovna – chodba je řešena stěnovými mřížkami.

Označení zařízení	[m <sup>3</sup> /h]	Přívod/Odvod
ZAŘÍZENÍ V4	250	P
ZAŘÍZENÍ V5	700	O
ZAŘÍZENÍ V6	790	P
ZAŘÍZENÍ V7	100	O
ZAŘÍZENÍ V8	310	P
ZAŘÍZENÍ V9	100	O
ZAŘÍZENÍ V10	450	O

Tab. 28 Součet průtoků pro zařízení v 1.NP a 2.NP

## 5. NÁVRH DISTRIBUČNÍCH PRVKŮ

### 5.1 ŠTĚRBINOVÉ VÝUSTĚ

Distribuce vzduchu v bazénové a relaxační hale bude provedena štěrbinovými výustěmi HELLA zabudovanými v mezistropním prostoru. Štěrbiny podél ochlazovaných prosklených konstrukcí zabrání ochlazení skla a následné kondenzaci.

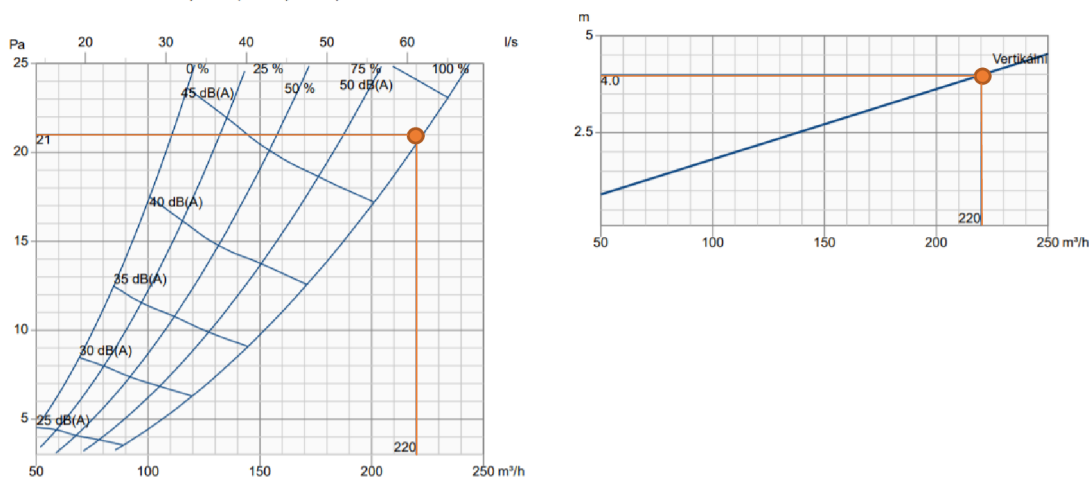
Návrh štěrbinových výustí byl proveden za pomoci návrhového softwaru od firmy systemair.



**Obr. 24** Štěrbinová výust' HELLA -2-1000

Tlaková ztráta a hladina akustického výkonu prvku (s váhovým filtrem-A) Dosah proudu vzduchu (koncová rychlost 0.2 m/s)

Celková hladina akustického výkonu (váhový filtr-A)



**Graf 1** Stanovení parametrů štěrbinové výustě pro daný průtok

HELLA – 2 – 1000 -B -R-M-AN		
Průtok vzduchu	m <sup>3</sup> /h	<b>220</b>
Rozměr L x H (délka x výška)	mm	<b>1000 x 250</b>
Tlaková ztráta	Pa	<b>21</b>
Průměr napojovacího potrubí	mm	<b>160</b>
Dosah proudu	m	<b>4</b>
Celková hladina akustického výkonu (váhový filtr-A)	dB(A)	<b>48</b>

**Tab. 29** Stanovené parametry štěrbinové výustě

V ostatních místnostech jsou štěrbinové výustě zvoleny z architektonických důvodů. Koncové elementy budou na VZT kanál napojeny pomocí ohebných hadic. Štěrbiny

s označeným průtokem „0 m<sup>3</sup>/h“ budou zaslepeny. Jejich návrh slouží jen pro architektonické účely.

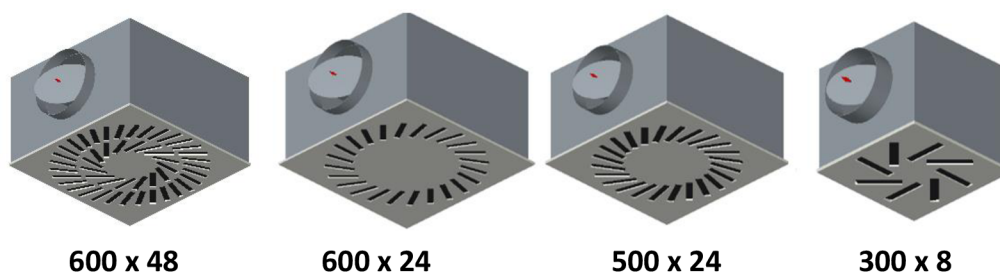
Název	Průtok vzduchu	Rozměr L x H (délka x výška)	Tlaková ztráta	Nastavení klapky	Průměr napojení	Dosah proudu	Celková hladina akustického výkonu (váhový filtr-A)
	m <sup>3</sup> /h	mm	Pa	%	mm	m	dB(A)
HELLA – 1–1000	100	1000 x 250	22	99	125	3,9	35
HELLA – 2–1000	150	1000 x 250	14	73	160	4,3	36
HELLA – 2–1000	200	1000 x 250	17	100	160	5,7	41
HELLA – 3–1000	290	1000 x 282	18	73	200	3,4	40
HELLA – 3–1000	315	1000 x 282	21	74	200	7,4	42

Tab. 30 Parametry použitých šěrbinových výustí

## 5.2 ANEMOSTATY

V šatnách a v některých hygienických zázemí bude distribuce zajištena vířivými anemostaty série VDW. Anemostaty budou s horizontálním napojením.

Návrh Vířivých anemostatů byl proveden pomocí návrhového softwaru Easy product finder od firmy TROX Austria GmbH.



Obr. 25 Vířivý anemostat TROX VDW

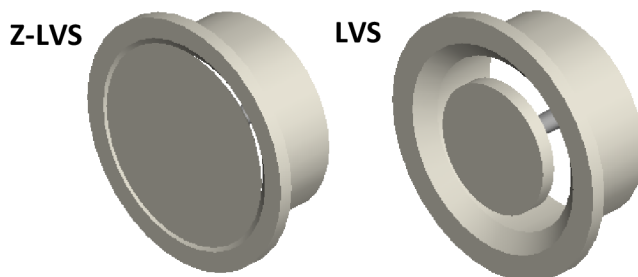
Název	Průtok vzduchu	Rozměr B x X (rozměr x počet lamel)	Tlaková ztráta pro úhel klapky 0°	Tlaková ztráta pro úhel klapky 45°	Akustický výkon pro úhel klapky 0°	Akustický výkon pro úhel klapky 45°
Označení	m <sup>3</sup> /h	mm	Pa	Pa	dB(A)	dB(A)
VDW – Q-Z-H-M	700	600 x 48	27	40	35	38
VDW – Q-Z-H-M	550	600 x 24	23	32	32	33
VDW – Q-A-H-M	500	500 x 24	18	33	33	35
VDW – Q-A-H-M	300	300 x 8	41	56	37	39
VDW – Q-Z-H-M	260	300 x 8	65	76	45	44
VDW – Q-Z-H-M	240	300 x 8	56	65	43	42

Tab. 31 Parametry použitých vířivých anemostatů

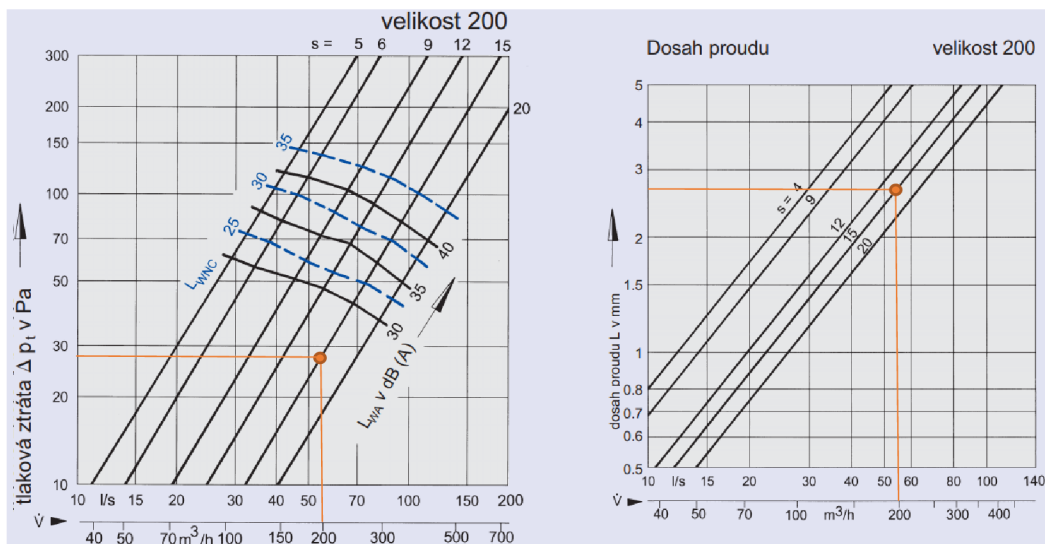
### 5.3 TALÍŘOVÉ VENTILY

Pro hygienické zázemí, chodby, sklady a malé místnosti jsou použity talířové ventily.

Ukázka grafického stanovení je pro přívodní talířový ventil v místnosti hygienického zázemí s průtokem 200 m<sup>3</sup>/h. Pro ostatní průtoky jsou parametry příslušných talířového ventilů vypsány v tabulce viz. níže.



Obr. 26 Talířový ventil TROX pro odvod a přívod



Graf 2 Stanovení parametrů přívodního talířového ventilu s průtokem 200 m<sup>3</sup>/h

Z-LVS – přívodní talířový ventil		
Průtok vzduchu	m <sup>3</sup> /h	<b>200</b>
Velikost – Ø	mm	<b>200</b>
Tlaková ztráta	Pa	<b>28</b>
Šířka štěrbiny	mm	<b>15</b>
Dosah proudu	m	<b>2,8</b>
Celková hladina akustického výkonu (váhový filtr-A)	dB(A)	<b>&lt;25</b>

Tab. 32 Stanovené parametry talířového ventilu s průtokem 200 m<sup>3</sup>/h

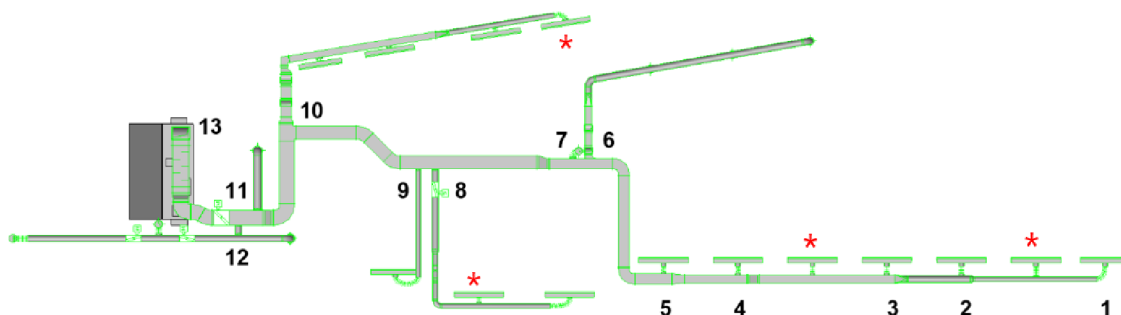
Název	Průtok vzduchu	Šířka štěrbin [mm]	Rozměr – Ø	Tlaková ztráta	Akustický výkon	Dosah proudu
Označení	m <sup>3</sup> /h	mm	mm	Pa	dB(A)	[m]
Z – LVS	50	4	160	42	<25	1,4
Z – LVS	100	9	160	69	35	2,8
Z – LVS	150	15	160	49	30	2,7
Z – LVS	200	15	200	28	<25	2,8
Z – LVS	210	15	200	29	<25	2,9
Z – LVS	230	15	200	32	25	3,0
LVS	50	-18	160	69	25	
LVS	60	-18	160	94	32	
LVS	80	-15	160	85	27	
LVS	85	-15	160	90	30	
LVS	115	-10	160	65	28	
LVS	150	-5	160	80	32	

Tab. 33 Parametry použitých talířových ventilů pro přívod a odvod vzduchu

## 6. DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ

Dimenzování hlavního rozvodu funkčního celku vstup. Vzduch bude dopravován kruhovým potrubím SPIRO a čtyřhranným potrubím. Připojení distribučních prvků bude provedeno pomocí ohebných hadic.

Distribuční elementy označené ve schématu dimenzování „\*“ mají nulový průtok, a tudíž nejsou zahrnuty do výpočtu dimenzování. Tyto prvky slouží pouze pro architektonické účely a budou při realizaci zaslepeny.



Obr. 27 Schéma dimenzování přívodní větve k zařízení 3.001



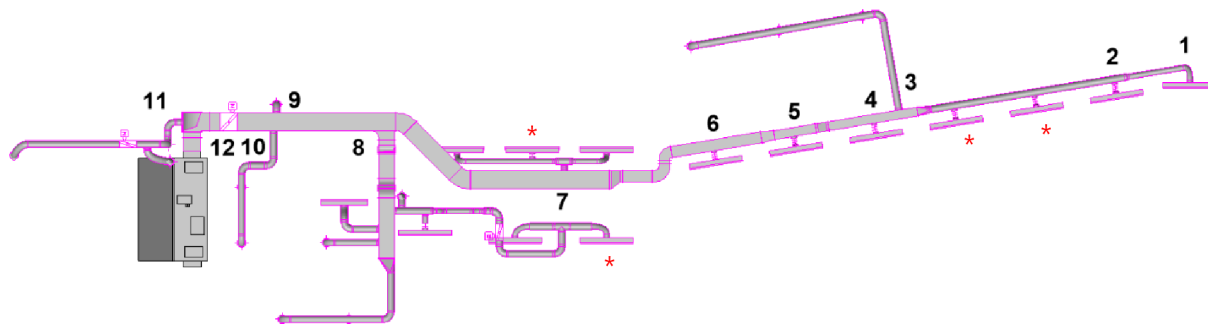
Přívod												
Hlavní větve k zařízení 3.001												
u	V	L	v'	S	AxB / Ø		R	R*L	ξ	Z	Z+R*L	
[-]	[m <sup>3</sup> /h]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]		[Pa/m]	[Pa]	[-]	[Pa]	[Pa]	
1	200	3,9	2,763	0,020	160		0,5	1,95	1,2	5,5	7,45	
2	400	1,8	5,526	0,020	160		0,5	0,90	1,2	21,99	22,89	
3	600	3,6	4,167	0,040	200	200	0,45	1,62	1,5	15,63	17,25	
4	800	1,8	4,444	0,050	200	250	0,45	0,81	0,9	10,67	11,48	
5	1000	4,6	4,444	0,063	250	250	0,45	2,07	1,2	14,22	16,29	
6	1240	0,4	5,511	0,063	250	250	0,31	0,12	3,9	71,07	71,20	
7	1290	3,3	5,733	0,063	250	250	0,31	1,02	0,6	11,83	12,86	
8	1390	3	3,891	0,099	315	315	0,21	0,63	1,4	12,72	13,35	
9	1690	2,4	4,731	0,099	315	315	0,21	0,50	1,2	16,12	16,62	
10	2190	2,7	5,440	0,112	355	315	0,45	1,22	4,2	74,58	75,79	
11	2420	0,5	4,734	0,142	355	400	0,45	0,23	0,3	8,07	8,29	
12	2750	3,4	5,379	0,142	355	400	0,45	1,53	2,4	41,67	43,20	
										Σ=	317	
										Celková tlaková ztráta		403

Tab. 34 Tabulka dimenzování hlavní větve k zařízení 3.001 - přívod

K hlavní větvi je připočtena tlaková ztráta 86 Pa na tlumiče hluku, protidešťové žaluzie a regulační klapky + rezerva na zanesení filtrů

Vedlejší větve na úseku 6					
u	V	L	v'	S	AxB / Ø
[-]	[m <sup>3</sup> /h]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]
6"	80	1,9	1,105	0,020	160
	160	2	2,210	0,020	160
	240	2,3	3,316	0,020	160
Vedlejší větve na úseku 10					
u	V	L	v'	S	AxB / Ø
[-]	[m <sup>3</sup> /h]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]
10"	150	2,6	3,395	0,012	125
	300	1,7	4,145	0,020	160   200
	500	2,4	5,556	0,025	250   100
Vedlejší větve na úseku 12					
u	V	L	v'	S	AxB / Ø
[-]	[m <sup>3</sup> /h]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]
12"	50	3,5	0,691	0,020	160
	100	1,9	1,382	0,020	160
	330	0,5	4,559	0,020	160

Tab. 35 Tabulka dimenzování vedlejších větví k zařízení 3.001 - přívod



Obr. 28 Schéma dimenzování odvodní větve k zařízení 3.001

Odvod											
Hlavní větev k zařízení 3.001											
u	V	L	v'	S	AxB / Ø		R	R*L	ξ	Z	Z+R*L
[-]	[m <sup>3</sup> /h]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]		[Pa/m]	[Pa]	[-]	[Pa]	[Pa]
1	200	1,5	2,763	0,020	160		0,67	0,65	0,6	2,75	3,4
2	400	4,9	5,526	0,020	160		0,45	0,65	0,9	16,49	17,14
3	600	0,5	5,305	0,031	200	250	0,5	0,55	2,4	25,53	26,08
4	900	1,8	5,093	0,049	250	250	0,5	0,45	0,9	14,01	14,46
5	1100	1,8	3,921	0,078	315	315	0,5	0,5	0,9	8,30	8,75
6	1300	3,4	4,634	0,078	315	315	0,5	0,45	1,5	19,32	19,77
7	1500	3,5	5,347	0,078	315	400	0,5	0,32	1,2	20,58	20,90
8	1700	4,2	4,771	0,099	355	400	0,5	0,65	6,5	64,277	65,42
9	2500	2,4	5,526	0,126	400	400	0,6	0,65	0,6	10,99	11,64
10	2550	0,2	5,637	0,126	400	400	0,8	0,65	3	41,19	41,84
11	2650	2	5,858	0,126	400	400	0,9	0,65	0,6	12,35	13,00
12	2750	0,6	6,079	0,126	400	400	1	0,65	4,2	93,12	93,77
Celková tlaková ztráta										Σ=	336
											432

Tab. 36 Tabulka dimenzování hlavní větve k zařízení 3.001 odvod

K hlavní větvi je připočtena tlaková ztráta 96 Pa na tlumiče hluku, protidešťové žaluzie a regulační klapky + rezerva na zanesení filtrů

Vedlejší větev na úseku 3					
u	V	L	v'	S	AxB / Ø
[-]	[m <sup>3</sup> /h]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]
3"	100	2	1,382	0,020	160
	100	1,9	1,382	0,020	160
	100	2,3	1,382	0,020	160
Vedlejší větev na úseku 7					
u	V	L	v'	S	AxB / Ø
[-]	[m <sup>3</sup> /h]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]
7"	150	2,2	3,395	0,012	125
	300	0,2	4,145	0,020	160

Vedlejší větev na úseku 8					
u	V	L	v'	S	AxB / Ø
[-]	[m <sup>3</sup> /h]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]
8"	150	1,5	2,072	0,020	160
	200	2,5	2,763	0,020	160
	250	0,5	3,454	0,020	160
	400	0,6	1,155	0,096	350   100
	800	1,9	2,310	0,096	350   100
Vedlejší větev na úseku 10					
u	V	L	v'	S	AxB / Ø
[-]	[m <sup>3</sup> /h]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]
10"	50	1,2	0,691	0,020	160
	150	1,5	2,072	0,020	160
Vedlejší větev na úseku 11					
u	V	L	v'	S	AxB / Ø
[-]	[m <sup>3</sup> /h]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]
11"	50	2,7	0,691	0,020	160
	100	0,6	1,382	0,020	160

**Tab. 37** Tabulka dimenzování vedlejších větví k zařízení 3.001 - odvod

Distribuční elementy označené ve schématu dimenzování „\*“ mají nulový průtok, a tudíž nejsou zahrnuty do výpočtu dimenzování. Tyto prvky slouží pouze pro architektonické účely a budou při realizaci zaslepeny.

## 7. NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY

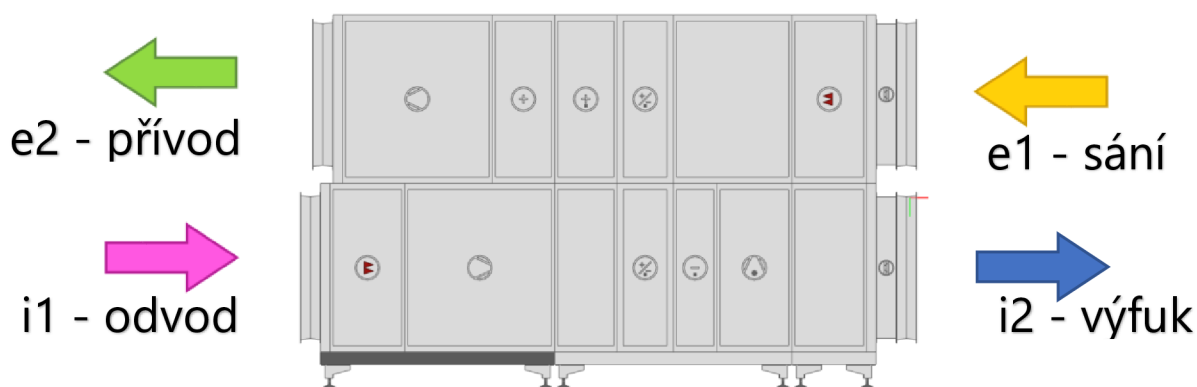
Funkční celky bazénová hala, relaxační bazénová hala, vstup, šatky a wellness budou obsluhovány samostatnými jednotkami. Prostor bazénové úpravy budou obsluhovat 2 jednotky. Pro zbývající celek – ostatní, budou navrženy přívodní a odvodní potrubní ventilátory.

Pro místnost bazénové haly budou navrženy 3 varianty technického provedení vzduchotechnických jednotek. A stanoví se porovnání z ekonomického hlediska.

### 7.1 Bazénová hala (1.001)

Prostor bazénové haly bude obsluhovat cirkulační jednotka s okruhem tepelného čerpadla pro odvlhčování. Jedná se o jednotku CAIRfricostar typu CAM od firmy FläktGroup určenou pro plavecké bazény.

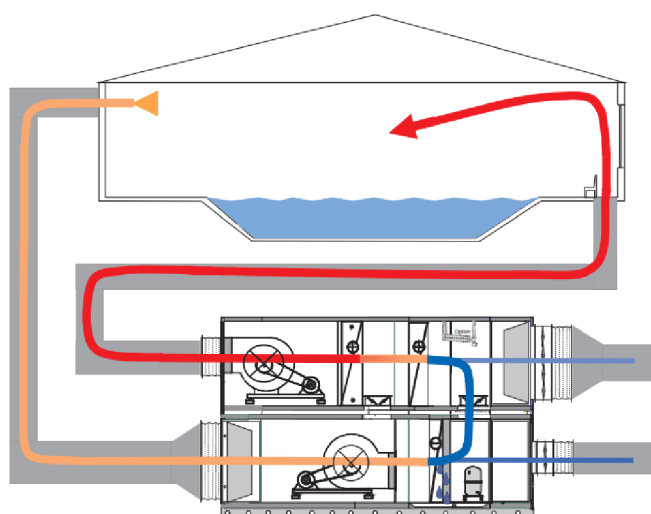
Jednotka obsahuje ventilátor, kapsové filtry na přívodu a odvodu třídy G4, vodní ohřívač, vzduchový kondenzátor, přímý výparník a kompresor obtoková klapka. Pro zajištění správného chodu v odvlhčovacím režimu, jsou na straně sání a výfuku osazeny uzavírací klapky. Sání je řešeno na fasádu budovy a výfuk je řešen nad střechou.



Obr. 29 Grafické znázornění jednotky 1.001.

#### PRINCIP ÚPRAVY

Jednotka v klidovém režimu dopravuje vzduch do bazénové haly bez odvlhčování. Jakmile je překročena nastavená hodnota vlhkosti, jednotka se přepne do režimu odvlhčování. V tomto režimu se ventilátor na straně přiváděného vzduchu přepne na rychlost 2. Aktivuje se okruh tepelného čerpadla a zahájí se odvlhčování. Pomocí klapky obtoku se určitá část odváděného vzduchu mísí bez dalších úprav s odvlhčovaným vzduchem, který prochází okruhem tepelného čerpadla. [36]



Obr. 30 Schéma popisující funkci odvlhčování

Parametry zařízení		
Průtok vzduchu (přívod i odvod)	m <sup>3</sup> /h	<b>10800</b>
Externí tlaková ztráta	Pa	<b>450</b>
Výstupní teplota (zima/léto)	°C	<b>21/22</b>
Výstupní relativní vlhkost (zima/léto)	%	<b>61/84</b>
Odvlhčovací výkon	kg/h	<b>68,8</b>

Tab. 38 Parametry vzduchotechnické jednotky 1.001

## 7.2 Relaxační hala (2.001)

Relaxační halu bude obsluhovat stejná cirkulační jednotka s okruhem tepelného čerpadla pro odvlhčování. Jako v případě bazénové haly. Jedná se o jednotku CAIRfricostar typu CAM od firmy FläktGroup určenou pro plavecké bazény.



Obr. 31 Grafické znázornění jednotky 2.001

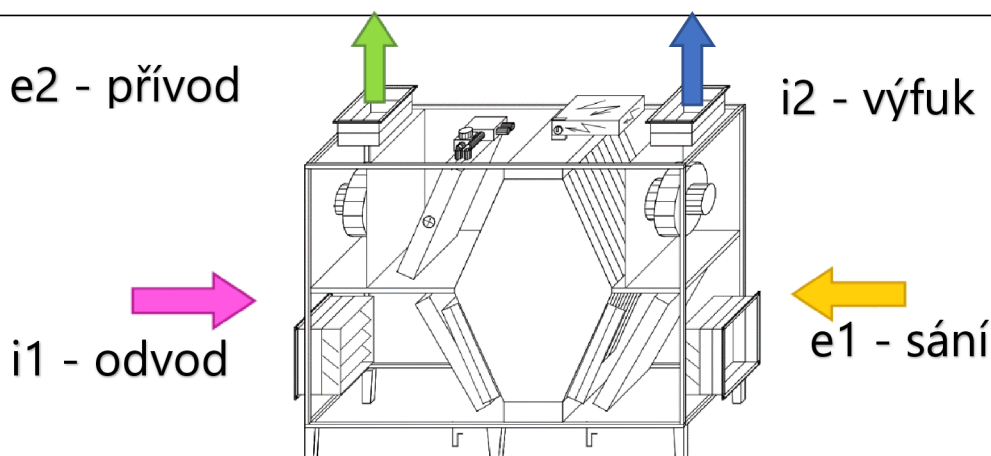
Parametry zařízení		
Průtok vzduchu (přívod i odvod)	m <sup>3</sup> /h	<b>10100</b>
Externí tlaková ztráta	Pa	<b>450</b>
Výstupní teplota (zima/léto)	°C	<b>30/30</b>
Výstupní relativní vlhkost (zima/léto)	%	<b>60/86</b>
Odvlhčovací výkon	kg/h	<b>64,3</b>

Tab. 39 Parametry vzduchotechnické jednotky 2.001

## 7.3 Vstup (3.001)

Pro odvětrání vstupní části je navržena rekuperační jednotka umístěna ve strojovně VZT v 1.NP. Jedná se o modelovou řadu DUPLEX 3500 Multi Eco.

V jednotce je umístěn vodní ohříváč, kazetový filtr (F7 na přívodu a G4 na odvodu), protiproudý výměník ZZT a ventilátory. Sání a výfuk jsou řešeny na fasádu budovy.



Obr. 32 Grafické znázornění jednotky 3.001

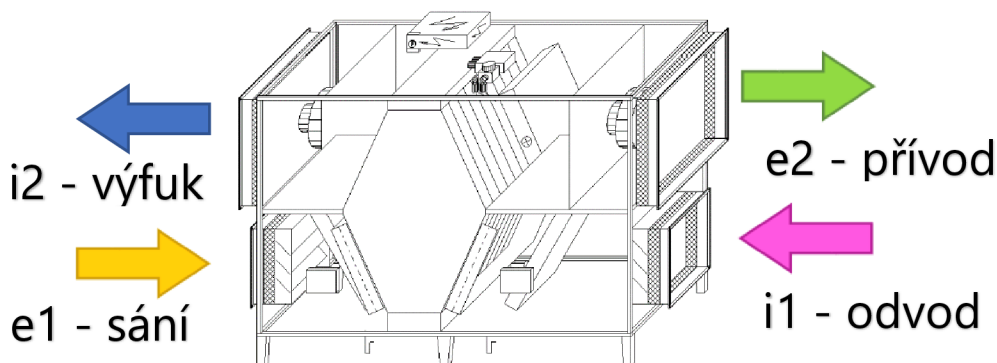
Parametry zařízení		
Průtok vzduchu (přívod i odvod)	m <sup>3</sup> /h	2750
Externí tlaková ztráta	Pa	300
Výstupní teplota (zima/léto)	°C	24/24

Tab. 40 Parametry vzduchotechnické jednotky 3.001

#### 7.4 Šatna 1.NP (4.001) a Wellness (5.001)

Pro odvětrání šatny a hygienického zázemí v 1.NP je navržena rekuperační jednotka umístěná ve strojovně VZT v 2.NP. Jedná se o modelovou řadu DUPLEX 5500 Multi Eco. V jednotce je umístěn vodní ohřívač, kazetový filtr (F7 na přívodu a M5 na odvodu), Protiproudý výměník ZZT a ventilátory. Sání je vedeno do společného přívodu a vyústěno na fasádě objektu a. Výfuk je veden do společného odvodu a veden nad střechu budovy

Větrání prostorů wellness a navazujících zázemí bude provedeno stejnou rekuperační jednotkou jiného průtoku. Sání je vedeno do společného přívodu a vyústěno na fasádě objektu a. Výfuk je veden do společného odvodu a veden nad střechu budovy



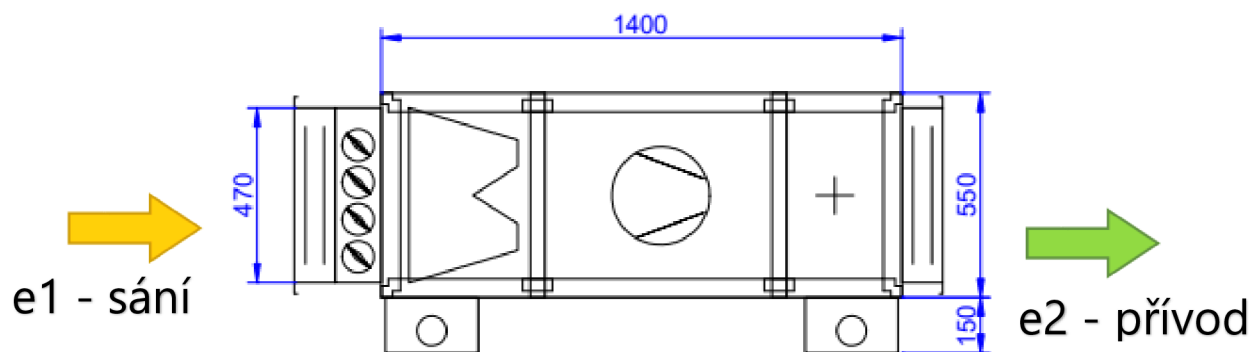
Obr. 33 Grafické znázornění jednotky 4.001 a 5.001

Parametry zařízení		4.001	5.001
Průtok vzduchu (přívod i odvod)	m <sup>3</sup> /h	5000	4750
Externí tlaková ztráta	Pa	400	400

Tab. 41 Parametry vzduchotechnické jednotky 4.001 a 5.001

## 7.5 Prostor bazénové úpravy (6.001) a (7.001)

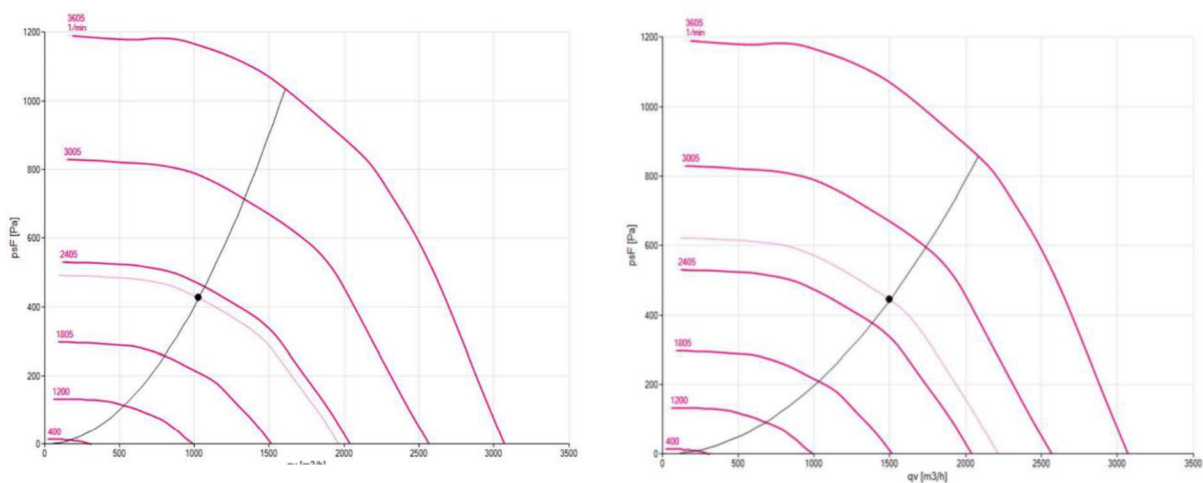
Pro zajištění přívodního vzduchu pro bazénovou technologii (dmychadla) a pro zajištění větrání zázemí technického podlaží v 1.PP jsou řešeny 2 přívodní jednotky sestaveny z ventilátoru, filtru a vodního ohřívače pro zajištění větrání včetně zimního období současně s úplným vyloučením zamrznutí sestav. Zařízení budou řešena s odolností na příměsi chloru.



Obrázek 6 Grafické znázornění jednotky 6.001 a 7.001

Zařízení 6.001 – přivádí 1000 m<sup>3</sup>/h pro zajištění minimální výměny vzduchu v místnosti.

Zařízení 7.001 – přivádí 1500 m<sup>3</sup>/h pro zařízení bazénové technologie dle zadání technologa.



Obrázek 7 Stanovení statického tlaku 6.001 a 7.001

Parametry zařízení		6.001	7.001
Průtok vzduchu (přívod i odvod)	m <sup>3</sup> /h	<b>1000</b>	<b>1500</b>
Externí tlaková ztráta	Pa	<b>300</b>	<b>300</b>

Tab. 42 Parametry vzduchotechnické jednotky 6.001 a 7.001

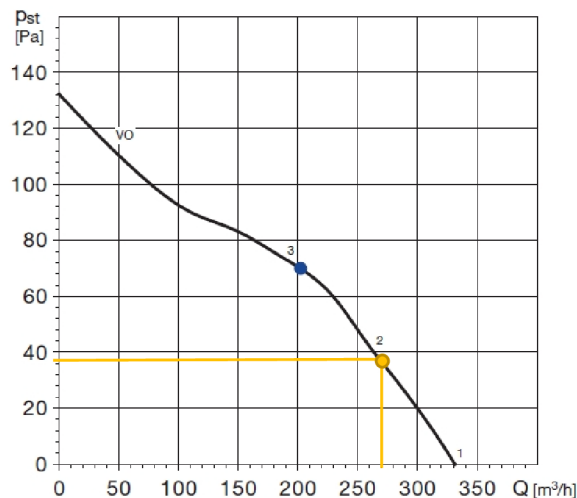
## 7.6 Ventilátory

### V1

Pro zajištění odvětrání skladu chemikálií podtlakovým systémem bude na odvodní potrubí osazen potrubní ventilátor TD 350/125 SILENT IP44 s odolností na chlór. Výfuk od ventilátoru je nad střechou budovy.



Obr. 34 Ventilátor TD 350/125 SILENT



Graf 3 Stanovení statického tlaku V1

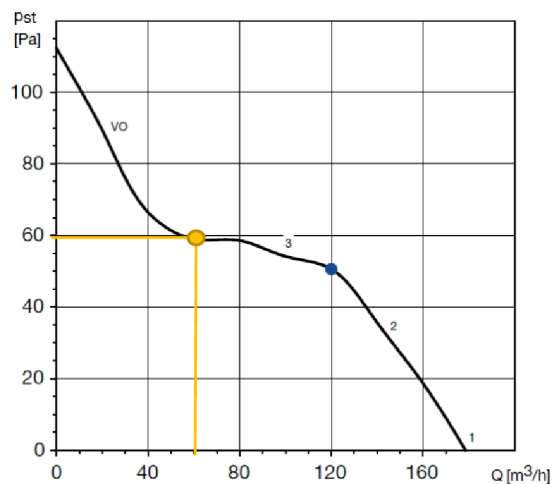
Průtok 280 m<sup>3</sup>/h  
Statický tlak 35 Pa

### V2

Pro zajištění odvětrání akumulčních nádrží podtlakovým systémem s náhradou řešenou z místnosti 01.02 – technologické podlaží. Na odvodní potrubí bude osazen potrubní ventilátor TD 160/100 SILENT IP44 s odolností na chlór. Výfuk od ventilátoru je nad střechou budovy.



Obr. 35 Ventilátor TD 160/100 SILENT



Graf 4 Stanovení statického tlaku V2

Průtok 60 m<sup>3</sup>/h  
Statický tlak 57 Pa

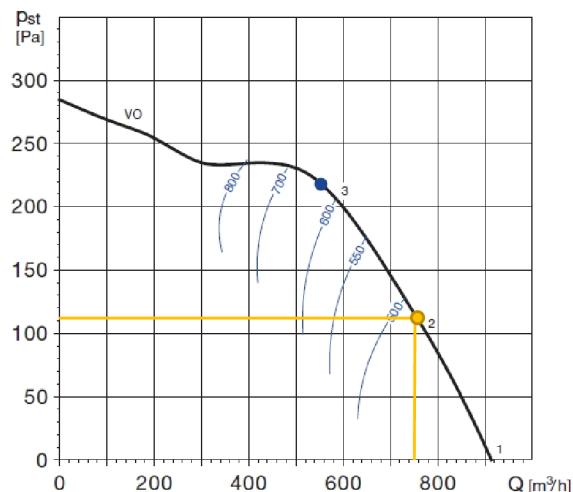


### V3

Pro zajištění odtahu v místnosti 01.02 – technologické podlaží a 01.03 – Technická místnost VZT bude osazen na odvodní potrubí odtahový ventilátor TD 800/200 SILENT IP44 s odolností na chlór. Výfuk od ventilátoru je řešen nad střechou budovy.



Obr. 36 Ventilátor TD 800/200 SILENT



Graf 5 Stanovení statického tlaku V3

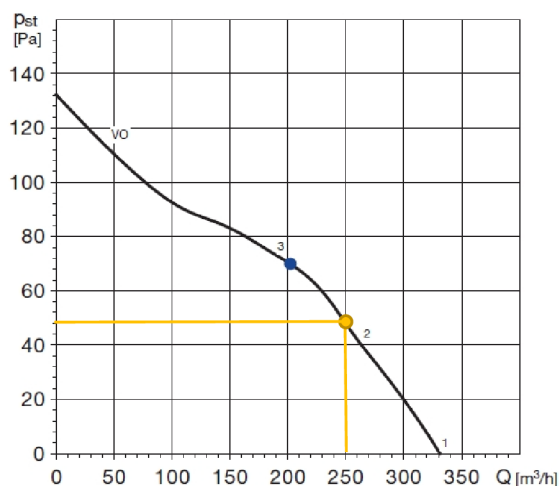
Průtok 750 m<sup>3</sup>/h  
Statický tlak 110 Pa

### V4

Pro zajištění přívodního vzduchu pro bazénovou technologii (dmychadla) bude osazen na přívodním potrubí potrubní ventilátor TD 350/125 pro provoz v zimním období bude sestava složena z ventilátoru, filtru a elektrického ohříváče.



Obr. 37 Ventilátor TD 350/125 SILENT



Graf 6 Stanovení statického tlaku V4

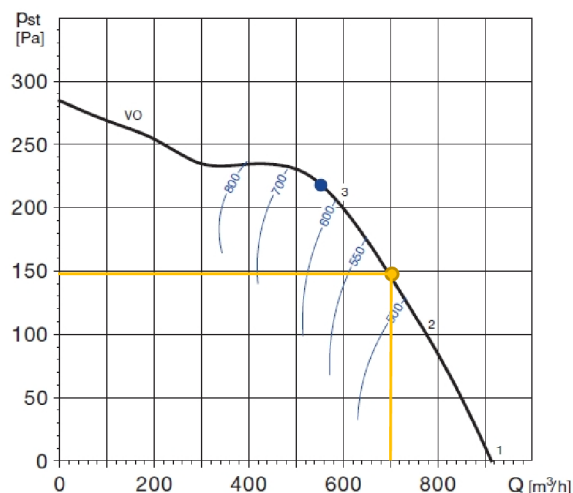
Průtok 250 m<sup>3</sup>/h  
Statický tlak 48 Pa

### V5

Pro odvětrání technické místnosti v 1.NP bude osazena sestava složená z ventilátoru, filtru a elektrického ohřivače pro zajištění větrání i v zimním období. Potrubní ventilátor TD 800/200 osazen na odvodním potrubí v plastovém provedení s odolností na chlór. Výfuk od ventilátoru je řešen nad střechu budovy.



**Obr. 38** Ventilátor TD 800/200 SILENT



**Graf 7** Stanovení statického tlaku V5

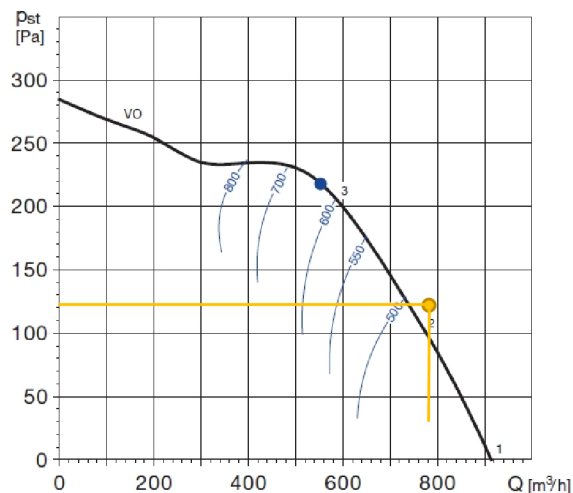
Průtok 700 m<sup>3</sup>/h  
Statický tlak 150 Pa

### V6

pro náhradu vzduchu v technické místnosti v 1.NP bude na přívodní potrubí osazen potrubní ventilátor TD 800/200 pro provoz v zimním období bude sestava složená z ventilátoru, filtru a elektrického ohřivače.



**Obr. 39** Ventilátor TD 800/200 SILENT



**Graf 8** Stanovení statického tlaku V6

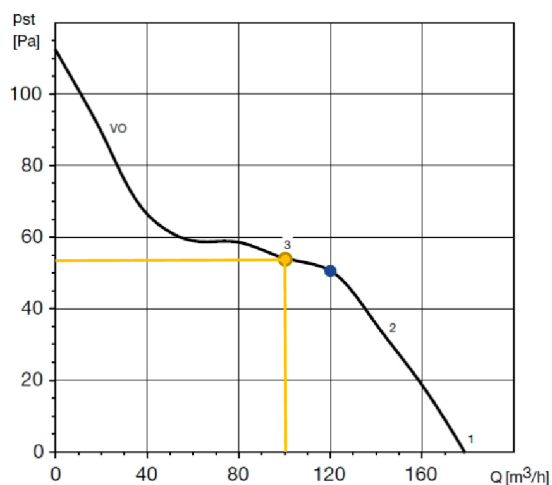
Průtok 790 m<sup>3</sup>/h  
Statický tlak 92 Pa

### V7

Pro odvětrání místnosti chlorovna bude osazen na odvodní potrubí odtahový ventilátor TD 160/100 SILENT IP44 s odolností na chlór. Výfuk od ventilátoru je řešen nad střechou budovy.



**Obr. 40** Ventilátor TD 160/100 SILENT



**Graf 9** Stanovení statického tlaku V7

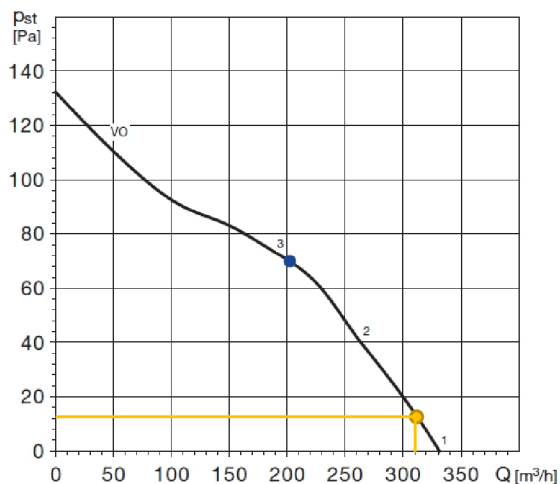
Průtok 100 m<sup>3</sup>/h  
Statický tlak 52 Pa

### V8

Pro zajištění přírodního vzduchu pro spalování závislého na vzduchu v místnosti a zajištění trvalé výměny vzduchu je navržen přírodní potrubní ventilátor TD 350/125 SILENT IP44. Výfuk od ventilátoru je řešen nad střechou budovy.



**Obr. 41** Ventilátor TD 350/125 SILENT

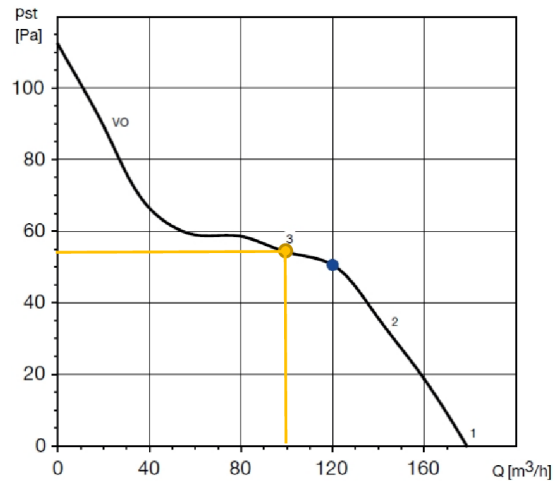


**Graf 10** Stanovení statického tlaku V8

Průtok 310 m<sup>3</sup>/h  
Statický tlak 12 Pa

### V9

Pro odvětrání místnosti kotelna bude osazen na odvodní potrubí odtahový ventilátor TD 160/100 SILENT IP44. Výfuk od ventilátoru je řešen nad střechou budovy.



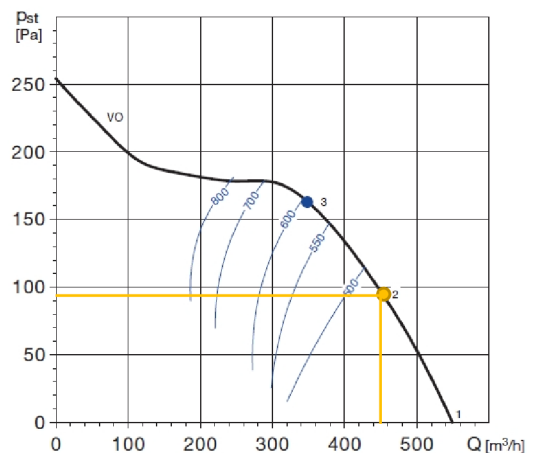
**Obr. 42** Ventilátor TD 160/100 SILENT

**Graf 11** Stanovení statického tlaku V9

Průtok 100 m<sup>3</sup>/h  
Statický tlak 30 Pa

### V10

pro odvětrání technické místnosti v 2.NP bude osazena sestava složená z ventilátoru, filtru a elektrického ohřívače pro zajištění větrání i v zimním období. Potrubní ventilátor TD 500/150 osazen na odvodním potrubí v plastovém provedení s odolností na chlór. Výfuk od ventilátoru je řešen nad střechu budovy.



**Obr. 43** Ventilátor TD 500/150 SILENT

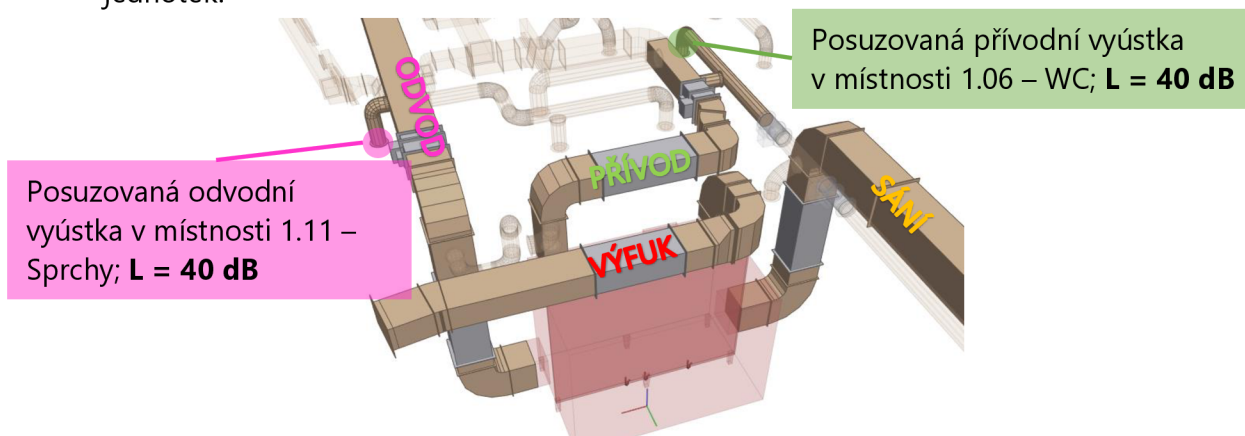
**Graf 12** Stanovení statického tlaku V10

Průtok 450 m<sup>3</sup>/h  
Statický tlak 92 Pa

## 8. ÚTLUM HLUKU

Vzduchotechnickým potrubím se šíří hluk od vzduchotechnické jednotky přes vyústky do místnosti. Pomocí tlumičů hluku zamezíme toto šíření. Pro každou místnost podle účelu, je stanovena maximální hladina hluku.

Posuzovanou veličinou je hladina akustického výkonu ventilátoru ve frekvenčních pásmech od 125 do 8000 Hz, tyto hodnoty vyplývají z návrhu vzduchotechnických jednotek.



Obr. 44 Schéma posouzení útlumu hluku jednotky 3.001

Přívod vzduchu											
Ozn.	Veličina	Frekvence [Hz]									$\Sigma L_{wA}$ [dB(A)]
		32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
$L_w$	<b>Hladina akustického výkonu ventilátoru</b>										
	Přívod – výtlak	40	68	75	82	58	52	77	71	62	<b>84</b>
	Hluk tlumiče	32	40	44	46	47	47	43	37	29	<b>0</b>
$\Sigma$	Součet	60	68	75	82	58	53	77	71	62	<b>84</b>
$D_p$	<b>Přirozený útlum</b>										
	Rovné potrubí 3,9	0	0	2	1	1	1	1	1	1	
	Kolena 5 ks	0	0	0	0	5	10	15	15	15	
	Rozbočky 1ks	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
	Útlum koncovým odrazem	0	12	7	3	0	0	0	0	0	
	<b>Útlum tlumič hluku</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>21</b>	<b>38</b>	<b>43</b>	<b>40</b>	<b>33</b>	<b>26</b>	
$L_{v1}$	Hladina akustického výkonu ve vyústce	27	33	29	29	0	0	0	5	2	<b>32</b>
$L_{w,s1}$	Hladina akustického výkonu vyústky	Talířový ventil									22
K	Korekce na počet vyústek							Počet vyústek	2	3,0	
$L_{w,s}$	Hladina akustického výkonu ve všech vyústek										35
Q	Směrový činitel										1
r	Vzdálenost od vyústky k posluchači										1,5
A	Pohltivá plocha místnosti	Plocha povrchů m. [m <sup>2</sup> ]		16,64		Pohltivost [-]		0,1		1,7	
$L_p$	Hladina aku. tlaku v místě posluchače										<b>39</b>
$L_{p,A}$	<b>Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti</b>										<b>40</b>

Tab. 43 Šíření hluku přívodu – zařízení 3.001

Odvod vzduchu											
Ozn.	Veličina	Frekvence [Hz]									$\Sigma L_{wA}$ [dB(A)]
		32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
$L_w$	<b>Hladina akustického výkonu ventilátoru</b>										
	Odvod - sání	38	58	38	50	51	55	45	35	25	<b>61</b>
	Hluk tlumiče	22	29	34	36	36	34	29	23	15	<b>0</b>
$\Sigma$	Součet	38	58	39	50	51	55	45	35	25	<b>61</b>
$D_p$	<b>Přirozený útlum</b>										
	Rovné potrubí 3,3	0	0	2	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
	Kolena 3 ks	0	0	0	0	3	6	9	9	9	
	Rozbočky 1ks	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
	Útlum koncovým odrazem	0	12	7	3	0	0	0	0	0	
	<b>Útlum tlumič hluku</b>	6	6	9	15	26	40	35	30	19	
$L_{v1}$	Hladina akustického výkonu ve výústce	25	33	14	24	15	2	0	0	0	<b>25</b>
$L_{w,s1}$	Hladina akustického výkonu výústky	Talířový ventil									21
K	Korekce na počet výústek							Počet výústek	1	0	
$L_{w,s}$	Hladina akustického výkonu ve všech výústek										26
Q	Směrový činitel										1
r	Vzdálenost od výústky k posluchači										1,5
A	Pohltivá plocha místnosti	Plocha povrchů m. [m <sup>2</sup> ]		14,8	Pohltivost [-]		0,1				1,5
$L_p$	Hladina aku. tlaku v místě posluchače										<b>31</b>
$L_{p,A}$	<b>Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti</b>										<b>40</b>

Tab. 44 Šíření hluku odvod – zařízení 3.001

Sání vzduchu											
Ozn.	Veličina	Frekvence [Hz]									$\Sigma L_{wA}$ [dB(A)]
		32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
$L_w$	<b>Hladina akustického výkonu ventilátoru</b>										
	Přívod - Sání	40	43	50	59	57	52	42	35	25	<b>62</b>
	Hluk tlumiče	22	29	34	36	36	34	29	23	15	<b>0</b>
$\Sigma$	Součet	40	43	50	59	57	52	42	35	25	<b>62</b>
$D_p$	<b>Přirozený útlum</b>										
	Rovné potrubí 3,3	0	0	5	2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
	Kolena 3 ks	0	0	0	0	2	4	6	6	6	
	Útlum koncovým odrazem	0	12	7	3	0	0	0	0	0	
	<b>Útlum tlumič hluku</b>	6	6	9	15	26	40	35	30	19	
$L_{v1}$	Hladina akustického výkonu ve výústce	34	25	29	39	28	7	0	0	0	<b>39</b>
$L_{w,s1}$	Hladina akustického výkonu žaluzie	Protidešťová žaluzie									56
K	Korekce na počet žaluzií							Počet výústek	2	3,0	
$L_{w,s}$	Hladina akus. výkonu ve všech žaluzií										59
Q	Směrový činitel										2
r	Vzdálenost od žaluzie k sousední budově										10
$L_p$	Hladina akus. tlaku v místě sousední budovy										<b>31</b>
$L_{p,A}$	<b>Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v exteriéru</b>										<b>50</b>

Tab. 45 Šíření hluku sání – zařízení 3.001

Výfuk vzduchu											
Ozn.	Veličina	Frekvence [Hz]									$\Sigma L_{wA}$ [dB(A)]
		32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
$L_w$	<b>Hladina akustického výkonu ventilátoru</b>										
	Přívod - Sání	50	61	70	79	82	78	73	66	56	<b>85</b>
	Hluk tlumiče	22	29	34	36	36	34	29	23	15	<b>0</b>
$\Sigma$	Součet	50	61	70	79	82	78	73	66	56	<b>85</b>
$D_p$	<b>Přirozený útlum</b>										
	Rovné potrubí 3,3	0	0	2	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
	Kolena 3 ks	0	0	0	0	3	6	9	9	9	
	Útlum koncovým odrazem	0	12	7	3	0	0	0	0	0	
	<b>Útlum tlumič hluku</b>	6	6	9	15	26	40	35	30	19	
$L_{v1}$	Hladina akustického výkonu ve výústce	44	43	52	60	53	32	29	27	28	<b>61</b>
$L_{w,s1}$	Hladina akustického výkonu žaluzie	Protidešťová žaluzie									56
K	Korekce na počet žaluzií							Počet výústek	2	3,0	
$L_{w,s}$	Hladina akus. výkonu ve všech žaluzií										65
Q	Směrový činitel										2
r	Vzdálenost od žaluzie k sousední budově										15
$L_p$	Hladina akus. tlaku v místě sousední budovy										34
$L_{p,A}$	<b>Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v exteriéru</b>										<b>50</b>

Tab. 46 Šíření hluku výfuk – zařízení 3.001

K návrhu tlumičů hluku byl použit návrhový software od společnosti Greif-akustika s.r.o.

## Návrh buňkových tlumičů G / GE / GH

Zadejte název projektu  
Zadejte název tlumiče

## Tlaková ztráta:

dp <sub>z</sub>	=		194 Pa
Q	2 750	m <sup>3</sup> /h	celkový průtok vzduchu tlumičem
a	400	mm	šířka potrubí (odpovídá násobkům šířky buňky)
b	250	mm	výška potrubí (skladem v násobcích 500 mm)
L	1 500	mm	délka tlumiče (1000, 1500 nebo 2000), atypy na vyzádání
typ	G	-	zadejte typ tlumiče "G", "GE" nebo "GH"
š	200	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	22,0	°C	teplota vzduchu (-50 až 200°C)
p	100 000	Pa	statický tlak v potrubí (98000 až 110000 Pa)
res	20 %	%	rezerva na místní podmínky
ro	1,18	kg/m <sup>3</sup>	hustota vzduchu
w	7,64	m/s	rychlost proudění vzduchu v profilu a x b
n	2	ks	počet buněk v řadě vedle sebe (= a/š)
s	80	mm	průtočná mezera v buňce
w <sub>i</sub>	19,10	m/s	rychlost proudění uvnitř v tlumiči
dz <sub>z</sub>	1,76	-	součinitel tlakové ztráty pro náběh a výběh
dz <sub>t</sub>	2,93	-	součinitel tlakové ztráty třením v tlumiči
dz <sub>c</sub>	4,69	-	celkový součinitel tlakové ztráty tlumiče (dz <sub>z</sub> +dz <sub>t</sub> )
c	344,46	m/s	rychlost zvuku ve vzduchu při teplotě t
Ma	0,06	-	Machovo číslo
S	0,04	m <sup>2</sup>	plocha nejmenšího průtočného průřezu buňkového tlumiče
H	0,40	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:

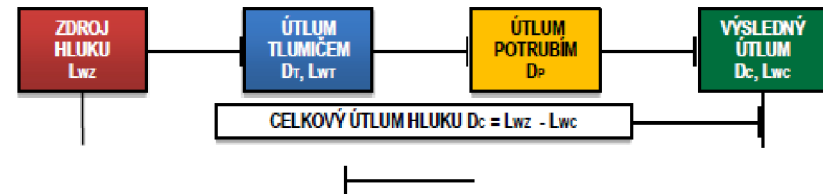
f	Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	LWT-A
LWT-Lin	dB	71,8	65,8	60,0	54,7	50,4	46,5	41,9	36,4	30,5	53,0

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	7,0	7,0	12,0	21,0	38,0	43,0	40,0	33,0	26,0	kg/ks
ZsigR	dB	±7	±6	±4	±4	±4	±4	±4	±4	±7	15,0

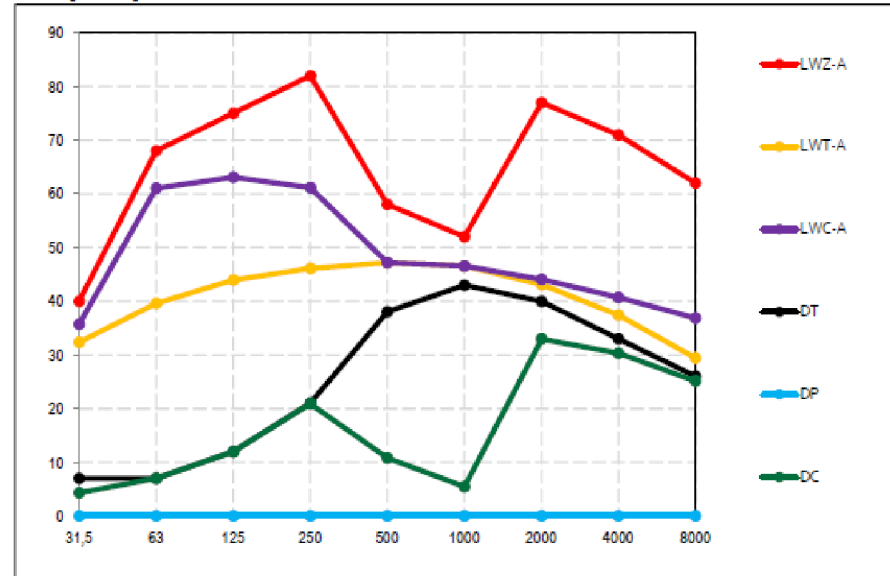
## Zatlumění zdroje - koncepce výpočtu:



## Zatlumění zdroje - výpočet:

f	Hz	Zadejte tvar hlučového spektra (L = lineární, A = korigované)									A
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
LWZ-A	dB	40,0	68,0	75,0	82,0	58,0	52,0	77,0	71,0	62,0	84,2
D <sub>T</sub>	dB	7,0	7,0	12,0	21,0	38,0	43,0	40,0	33,0	26,0	-
LWT-A	dB	32,4	39,6	43,9	46,1	47,2	46,5	43,1	37,4	29,4	53,0
D <sub>p</sub>	dB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
LWC-A	dB	35,7	61,0	63,1	61,1	47,2	46,5	44,1	40,7	36,9	66,7
D <sub>c</sub>	dB	4,3	7,0	11,9	20,9	10,8	5,5	32,9	30,3	25,1	17,4

## Graf - [dB / Hz]:



## Závěrečné shrnutí výsledků:

Instalační rozměr potrubí	400 x 250 - 1500	Počet buněk v tlumiči	Zašlete poptávku
Označení tlumiče	Atypický rozměr	Hmotnost bez potrubí	Zašlete poptávku
Brutto cena buňkových tlumičů bez potrubí (bez DPH, EXW Uhlířské Janovice)			Zašlete poptávku

Tab. 47 Návrh tlumiče na přívodu – zařízení 3.001



## Návrh buňkových tlumičů G / GE / GH

Zadejte název projektu  
Zadejte název tlumiče

## Tlaková ztráta:

dp <sub>r</sub>	=		60 Pa
Q	2 750	m <sup>3</sup> /h	celkový průtok vzduchu tlumičem
a	400	mm	šířka potrubí (odpovídá násobkům šířky buňky)
b	400	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	200	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	22,0	°C	teplota vzduchu (-50 až 200°C)
p	100 000	Pa	statický tlak v potrubí (98000 až 110000 Pa)
res	20 %	%	rezerva na místní podmínky
ro	1,18	kg/m <sup>3</sup>	hustota vzduchu
w	4,77	m/s	rychlost proudění vzduchu v profilu a x b
n	2	ks	počet buněk v řadě vedle sebe (= a/š)
s	80	mm	průtočná mezera v buňce
w <sub>i</sub>	11,94	m/s	rychlost proudění uvnitř v tlumiči
dz <sub>s</sub>	1,76	-	součinitel tlakové ztráty pro náběh a výběh
dz <sub>t</sub>	1,95	-	součinitel tlakové ztráty třením v tlumiči
dz <sub>s</sub>	3,72	-	celkový součinitel tlakové ztráty tlumiče (dz <sub>s</sub> +dz <sub>t</sub> )
c	344,46	m/s	rychlost zvuku ve vzduchu při teplotě t
Ma	0,03	-	Machovo číslo
S	0,06	m <sup>2</sup>	plocha nejmenšího průtočného průřezu buňkového tlumiče
H	0,40	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:

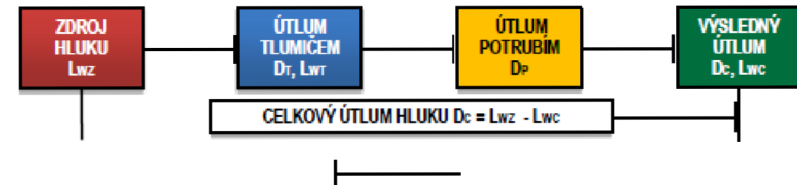
f	Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	LWT-A
LWT-Lin	dB	61,5	55,6	49,7	44,1	38,9	33,7	28,1	22,2	16,3	41,5

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	6,0	9,0	15,0	26,0	40,0	35,0	30,0	19,0	kg/ks
2sigR	dB	±7	±6	±4	±4	±4	±4	±4	±4	±7	10,0

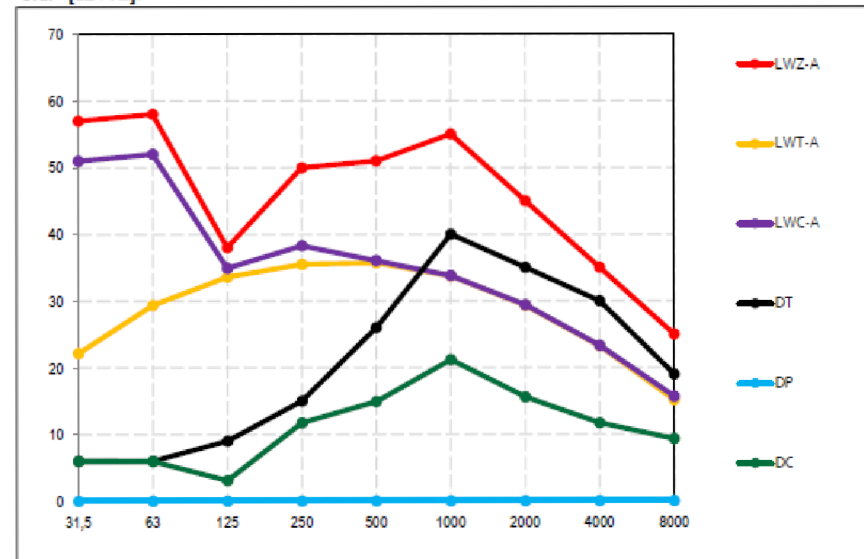
## Zatlušení zdroje - koncepce výpočtu:



## Zatlušení zdroje - výpočet:

		Zadejte tvar hlukového spektra (L = lineární, A = korigované)										A
f	Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A	
LWZ-A	dB	57,0	58,0	38,0	50,0	51,0	55,0	45,0	35,0	25,0	62,3	
D <sub>T</sub>	dB	6,0	6,0	9,0	15,0	26,0	40,0	35,0	30,0	19,0	-	
LWT-A	dB	22,1	29,4	33,6	35,5	35,7	33,7	29,3	23,2	15,2	41,5	
D <sub>p</sub>	dB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	
LWC-A	dB	51,0	52,0	34,9	38,3	36,1	33,8	29,4	23,3	15,7	54,8	
D <sub>c</sub>	dB	6,0	6,0	3,1	11,7	14,9	21,2	15,6	11,7	9,3	7,5	

## Graf - [dB / Hz]:



## Závěrečné shrnutí výsledků:

Instalační rozměr potrubí	400 x 400 - 1000	Počet buněk v tlumiči	Zašlete poptávku
Označení tlumiče	Atypický rozměr	Hmotnost bez potrubí	Zašlete poptávku
Brutto cena buňkových tlumičů bez potrubí (bez DPH, EXW Uhlířské Janovice)			Zašlete poptávku

Tab. 48 Návrh tlumiče na odvodu – zařízení 3.001

## Návrh buňkových tlumičů G / GE / GH

Zadejte název projektu

Zadejte název tlumiče

### Tlaková ztráta:

dp <sub>c</sub>	=		60 Pa
Q	2 750	m <sup>3</sup> /h	celkový průtok vzduchu tlumičem
a	400	mm	šířka potrubí (odpovídá násobkům šířky buňky)
b	400	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	200	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	22,0	°C	teplota vzduchu (-50 až 200°C)
p	100 000	Pa	statický tlak v potrubí (98000 až 110000 Pa)
res	20 %	%	rezerva na místní podmínky
ro	1,18	kg/m <sup>3</sup>	hustota vzduchu
w	4,77	m/s	rychlost proudění vzduchu v profilu a x b
n	2	ks	počet buněk v řadě vedle sebe (= a/š)
s	80	mm	průtočná mezera v buňce
w <sub>i</sub>	11,94	m/s	rychlost proudění uvnitř v tlumiči
dz <sub>s</sub>	1,76	-	součinitel tlakové ztráty pro náběh a výběh
dz <sub>t</sub>	1,95	-	součinitel tlakové ztráty třením v tlumiči
dz <sub>c</sub>	3,72	-	celkový součinitel tlakové ztráty tlumiče (dz <sub>s</sub> +dz <sub>t</sub> )
c	344,46	m/s	rychlost zvuku ve vzduchu při teplotě t
Ma	0,03	-	Machovo číslo
S	0,06	m <sup>2</sup>	plocha nejmenšího průtočného průřezu buňkového tlumiče
H	0,40	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:

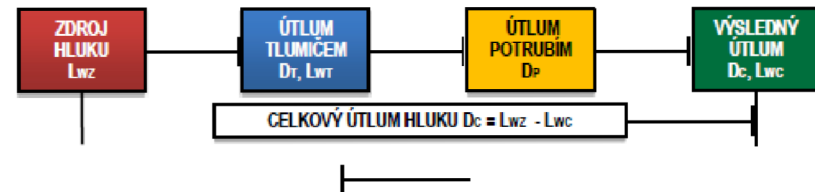
f	Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	LWT-A
LWT-Lin	dB	61,5	55,6	49,7	44,1	38,9	33,7	28,1	22,2	16,3	41,5

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>r</sub>	dB	6,0	6,0	9,0	15,0	26,0	40,0	35,0	30,0	19,0	kg/ks
2sigR	dB	±7	±6	±4	±4	±4	±4	±4	±4	±7	10,0

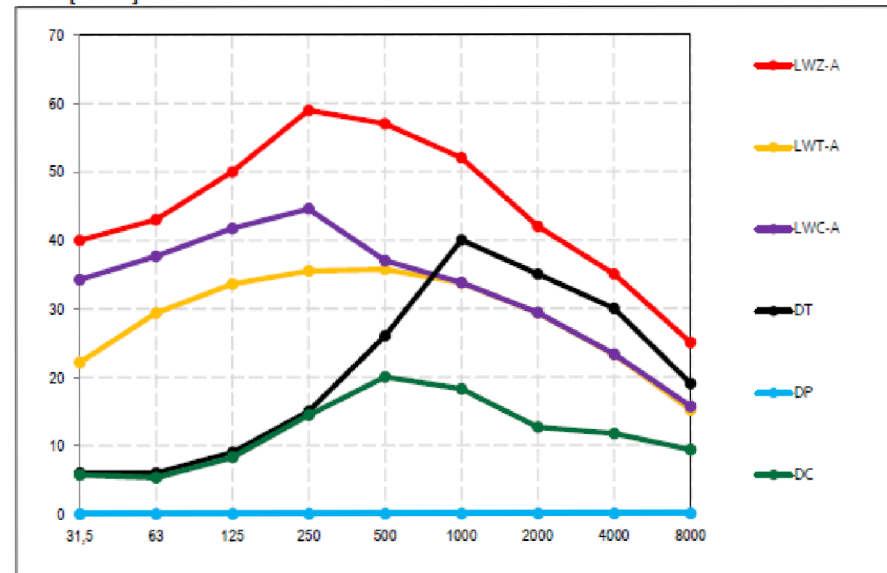
### Zatlumení zdroje - koncepce výpočtu:



### Zatlumení zdroje - výpočet:

		Zadejte tvar hlukového spektra (L = lineární, A = korigované)									
f	Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A
LWZ-A	dB	40,0	43,0	50,0	59,0	57,0	52,0	42,0	35,0	25,0	62,1
D <sub>r</sub>	dB	6,0	6,0	9,0	15,0	26,0	40,0	35,0	30,0	19,0	-
LWT-A	dB	22,1	29,4	33,6	35,5	35,7	33,7	29,3	23,2	15,2	41,5
D <sub>p</sub>	dB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
LWC-A	dB	34,3	37,7	41,7	44,6	37,0	33,8	29,4	23,3	15,7	47,8
D <sub>c</sub>	dB	5,7	5,3	8,3	14,4	20,0	18,2	12,6	11,7	9,3	14,2

### Graf - [dB / Hz]:



### Závěrečné shrnutí výsledků:

Instalační rozměr potrubí	400 x 400 - 1000	Počet buněk v tlumiči	Zašlete poptávku
Označení tlumiče	Atypický rozměr	Hmotnost bez potrubí	Zašlete poptávku
Brutto cena buňkových tlumičů bez potrubí (bez DPH, EXW Uhlířské Janovice)			Zašlete poptávku

Tab. 49 Návrh tlumiče na sání z exteriéru – zařízení 3.001

## Návrh buňkových tlumičů G / GE / GH

Zadejte název projektu  
Zadejte název tlumiče

### Tlaková ztráta:

<b>dp<sub>c</sub></b>	=			<b>153 Pa</b>
<b>Q</b>	2 750	m <sup>3</sup> /h	celkový průtok vzduchu tlumičem	
<b>a</b>	400	mm	šířka potrubí (odpovídá násobkům šířky buňky)	
<b>b</b>	250	mm	výška potrubí (skladem v násobcích 500 mm)	
<b>L</b>	1 000	mm	délka tlumiče (1000, 1500 nebo 2000), atypy na vyžádání	
<b>typ</b>	G	-	zadejte typ tlumiče "G", "GE" nebo "GH"	
<b>š</b>	200	mm	šířka buňky (200, 250, 300, 400, 500)	
<b>dz<sub>1</sub></b>	0,10	-	bez náběhu dz <sub>1</sub> =1, s náběhem dz <sub>1</sub> =0,1	
<b>dz<sub>2</sub></b>	0,70	-	bez výběhu dz <sub>2</sub> =1, s výběhem dz <sub>2</sub> =0,7	
<b>t</b>	22,0	°C	teplota vzduchu (-50 až 200°C)	
<b>p</b>	100 000	Pa	statický tlak v potrubí (98000 až 110000 Pa)	
<b>res</b>	20 %	%	rezerva na místní podmínky	
<b>ro</b>	1,18	kg/m <sup>3</sup>	hustota vzduchu	
<b>w</b>	7,64	m/s	rychlost proudění vzduchu v profilu a x b	
<b>n</b>	2	ks	počet buněk v řadě vedle sebe (= a/š)	
<b>s</b>	80	mm	průčinná mezera v buňce	
<b>w<sub>i</sub></b>	19,10	m/s	rychlost proudění uvnitř v tlumiči	
<b>dz<sub>z</sub></b>	1,76	-	součinitel tlakové ztráty pro náběh a výběh	
<b>dz<sub>r</sub></b>	1,95	-	součinitel tlakové ztráty třením v tlumiči	
<b>dz<sub>c</sub></b>	3,72	-	celkový součinitel tlakové ztráty tlumiče (dz <sub>z</sub> +dz <sub>r</sub> )	
<b>c</b>	344,46	m/s	rychlost zvuku ve vzduchu při teplotě t	
<b>Ma</b>	0,06	-	Machovo číslo	
<b>S</b>	0,04	m <sup>2</sup>	plocha nejmenšího průčinného průřezu buňkového tlumiče	
<b>H</b>	0,40	m	největší příčný rozměr potrubí	
<b>delta</b>	0,02	-	spektrální obsah vysokých kmitočtů	
<b>W<sub>0</sub></b>	1,00	W	referenční výkon	
<b>B</b>	63,00	dB	konstanta tlumiče	

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

### Vlastní hluk:

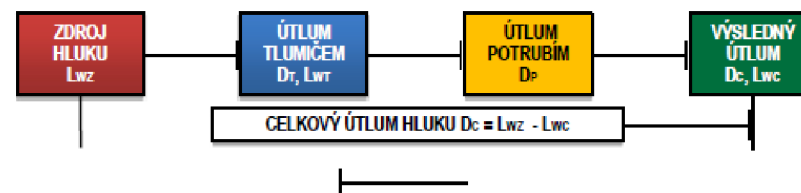
<b>f</b>	Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	L <sub>WT-A</sub>
L <sub>WT-Lin</sub>	dB	71,8	65,8	60,0	54,7	50,4	46,5	41,9	36,4	30,5	53,0

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

### Útlum a váha buňkového tlumiče:

<b>f</b>	Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	M
D <sub>T</sub>	dB	6,0	6,0	9,0	15,0	26,0	40,0	35,0	30,0	19,0	kg/ks
2sigR	dB	±7	±6	±4	±4	±4	±4	±4	±4	±7	10,0

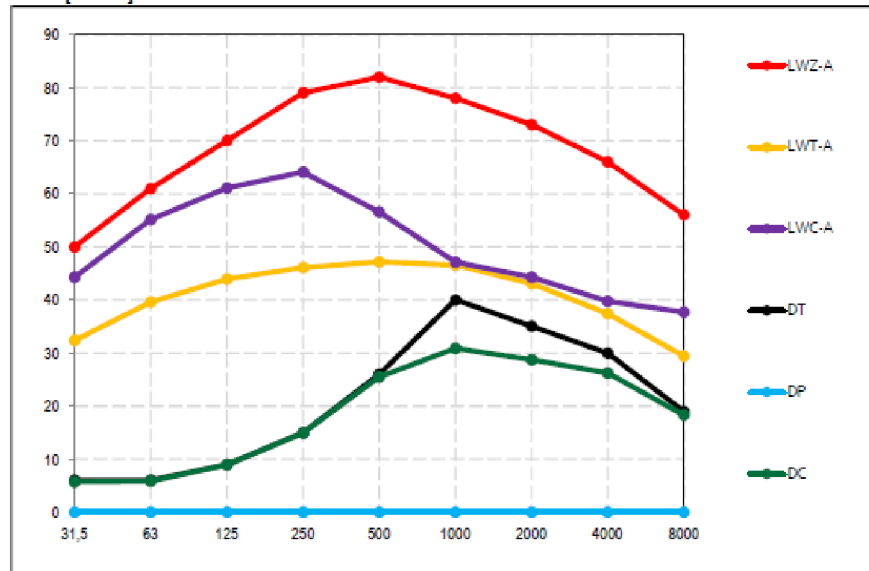
### Zatlumení zdroje - koncepce výpočtu:



### Zatlumení zdroje - výpočet:

		Zadejte tvar hlukového spektra (L = lineární, A = korigované)									A
f	Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A
LWZ-A	dB	50,0	61,0	70,0	79,0	82,0	78,0	73,0	66,0	56,0	85,3
D <sub>T</sub>	dB	6,0	6,0	9,0	15,0	26,0	40,0	35,0	30,0	19,0	-
LWT-A	dB	32,4	39,6	43,9	46,1	47,2	46,5	43,1	37,4	29,4	53,0
D <sub>p</sub>	dB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
LWC-A	dB	44,3	55,1	61,1	64,1	56,5	47,1	44,3	39,8	37,7	66,8
D <sub>c</sub>	dB	5,7	5,9	8,9	14,9	25,5	30,9	28,7	26,2	18,3	18,5

### Graf - [dB / Hz]:



### Závěrečné shrnutí výsledků:

Instalační rozměr potrubí	<b>400 x 250 - 1000</b>	Počet buněk v tlumiči	Zašlete poptávku
Označení tlumiče	<b>Atypický rozměr</b>	Hmotnost bez potrubí	Zašlete poptávku
Brutto cena buňkových tlumičů bez potrubí (bez DPH, EXW Uhlířské Janovice)			Zašlete poptávku

Tab. 50 Návrh tlumiče na výfuk do exteriéru – zařízení 3.001

## 9. IZOLACE

Za účelem minimalizace tepelných ztrát potrubím a omezením nebezpečí vzniku kondenzace vlhkosti je nutné navrhnout tepelnou izolaci na potrubí.

Návrh tepelné izolace a ověření možného vzniku kondenzace byl proveden za pomoci softwaru Teruna.

### 9.1 Zařízení 3.001 – Vstup

		STROJOVNA				INTERIÉR	
		přívod	odvod	sání	výfuk i.	Přívod	Odvod
λ izolace [W/mK]		<b>0,036</b>	<b>0,036</b>	<b>0,036</b>	<b>0,036</b>	<b>0,036</b>	<b>0,036</b>
LÉTO	tl. Izolace [mm]	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>32</b>
	tpo [°C]	20,36	20,36	20,91	20,36	22,22	22,22
	tro [°C]	10,69	10,69	10,69	10,69	12,55	12,55
	tpv [°C]	23,94	23,9	29,99	23,94	23,96	23,96
	trv [°C]	14,41	14,41	19,3	14,41	14,41	14,41
	tvýst [°C]	24	24	30,2	24	24	24
Tepelné ztráty/zisky [W/m]		-5,5	-6,53	-16,64	-5,5	-3,24	-3,86
ZIMA	tl. Izolace [mm]	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>32</b>
	tpo [°C]	11,25	11,25	7,29	11,53	22,22	22,22
	tro [°C]	1,4	1,4	1,4	1,4	12,55	12,55
	tpv [°C]	23,79	23,79	-14,37	23,74	23,96	23,96
	trv [°C]	14,41	14,41	-16,14	14,41	14,41	14,41
	tvýst [°C]	24	24	-15	24	24	24
Tepelné ztráty/zisky [W/m]		-19,25	-19,25	48,28	-22,69	-3,24	-3,86

Tab. 51 Návrh izolací potrubí k zařízení 3.001 - VSTUP

Potrubí pro přívod vzduchu zařízení 3.001, které slouží i jako temperace daných prostor bude izolována v tl. 40 mm s Al polepem až po odbočující větve s přívodními vyústky. Potrubí odvodu zařízení 1.001 a 3.001 bude izolována v tl. 40 mm s Al polepem.

Potrubí pro sání a výfuk vzduchu vedený venkovním i vnitřním prostředím bude izolován parotěsnou izolací s faktorem difuzního odporu  $\mu=7000$ , min. tl.izolace 32 mm. Dále elementy pro sání a výfuk nad střechou budou navíc znovu obaleny izolací K-Flex AL CLAD tl. 32 mm s polymerovým povrchem s hliníkovou folií.



Obr. 45 Izolace K – Flex AL CLAD [36]

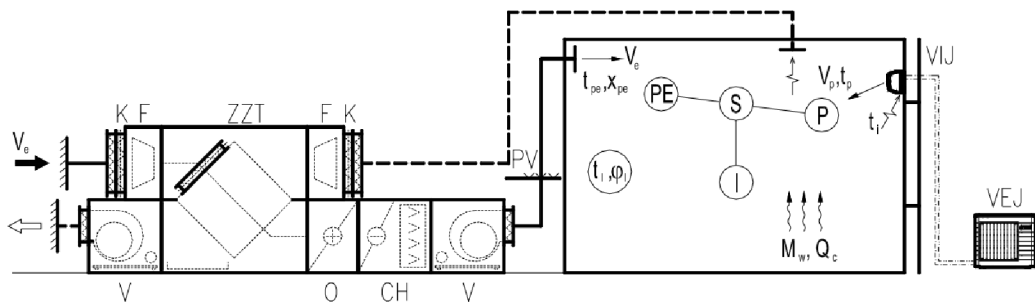
Potrubí přívodu a odtahu vzduchu pro šatny (zař. 2.001) bude izolováno od VZT zařízení až po konce tlumičů hluku tl. 40 mm s Al polepem.

Potrubí pro přívod vzduchu zařízení 1.001, 2.001 a 4.001 bude izolováno parotěsně v tl. 16 mm s Al polepem.

## 10. NÁVRH ALTERNATIVNÍCH VARIANT ODVLHČENÍ BAZÉNOVÉ HALY

### 10.1 Alternativní varianta odvlhčení bazénové haly 1.

Další zvolenou variantou je vzduchotechnická jednotka s deskovým rekuperátorem v kombinaci s odvlhčováním chladivým systémem umístěným v bazénové hale.



Obr. 46 Schéma provozu [23]

#### Tepelná bilance letního stavu

$$Q_{ztr} = 35,7 \text{ kW}$$

#### Chlazení jednotky

$$Q_{VZT} = V \cdot \rho \cdot c \cdot (t_p - t_i) = 3.1,2 \cdot 1010 \cdot (29 - 22) = 25\,452 \text{ W}$$

#### Odvlhčovací výkon

$$M_w = V \cdot \rho \cdot (x_i - x_s) = 3.1,2 \cdot (13,75 - 12,25) = 3,6 \text{ g/s}$$

#### Chlazení FCU

$$Q_{FCU} = Q_{ztr} - Q_{VZT} = 35,7 - 25,45 = 10,25 \text{ kW}$$

$10,25 / 3 = 3,42$  – Navrhují 3x kanálovou jednotku s chladícím výkonem 3,4 kW

#### Tepelná bilance zimního stavu

$$Q_c = 12,69 \text{ kW}$$

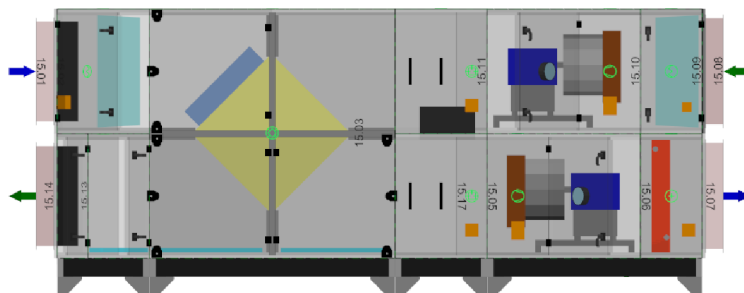
$$t_p = t_i + Q_{ztr} / (V_p \cdot \rho_p \cdot c) = 29 + 12690 / (3 \cdot 1,2 \cdot 1010) = 32,5 \text{ °C}$$

Parametry zařízení		VZT	FCU
Chladící výkon	kW	25,452	10,25
Odvlhčovací výkon	g/s	68,6	3,6

Tab. 52 Parametry jednotek – varianta 1.

### VZT jednotka

Přívodní část vzduchotechnické jednotky obsahuje kapsový filtr třídy G4, deskový rekuperátor, směšovací komora, ventilátor a vodní ohřivač. Na straně odvodu je kapsový filtr třídy G4, ventilátor, směšovací komora, deskový rekuperátor



Obr. 47 VZT jednotka – varianta 1.

Parametry zařízení		
Průtok vzduchu (přívod i odvod)	m <sup>3</sup> /h	<b>10800</b>
Externí tlaková ztráta	Pa	<b>450</b>
Výstupní teplota (zima/léto)	°C	<b>29/29</b>
Výstupní relativní vlhkost (zima/léto)	%	<b>54/54</b>
Odvlhčovací výkon	kg/h	<b>68,6</b>

Tab. 53 Parametry VZT jednotky – varianta 1.

### VRV Systém

#### Vnitřní jednotka:

6x kanálová jednotka  
Multi Sinclair MV-D12BI  
Chladicí výkon: 3,5 kW.

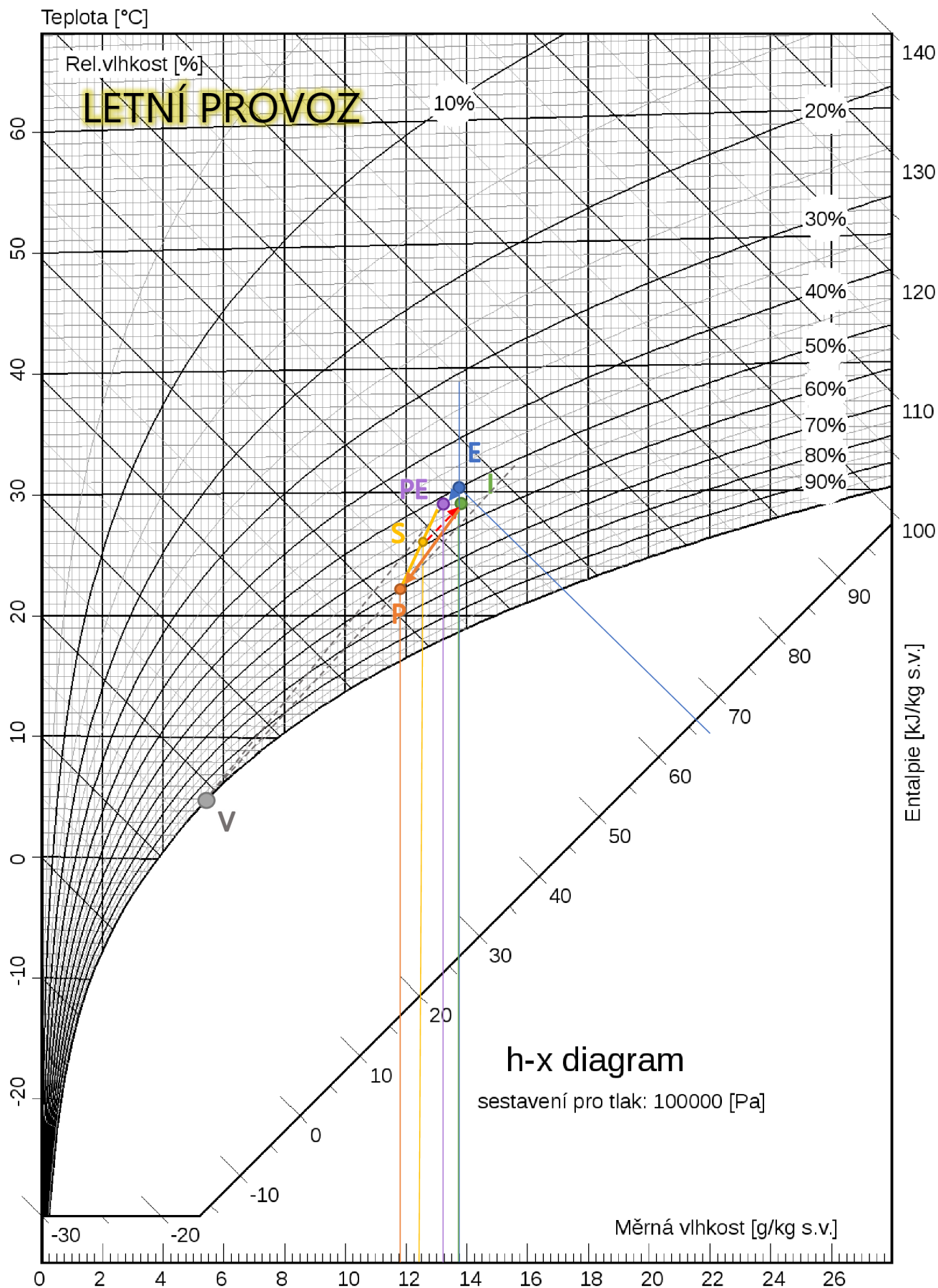
#### Venkovní jednotka:

Sinclair MS MV-E36BI  
s chladicím výkonem 10,5 kW.

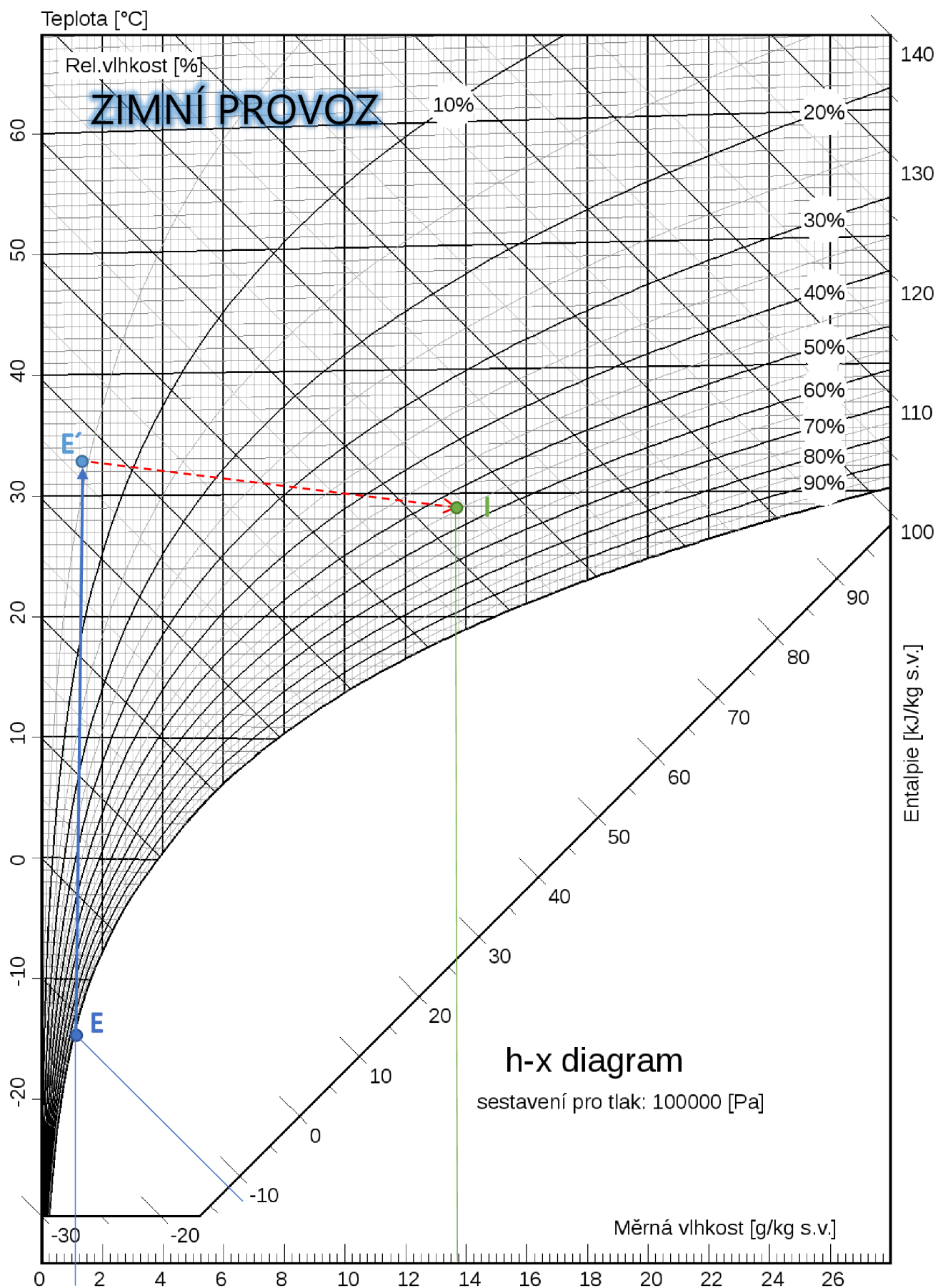


Obr. 48 VRV systém – varianta 1. [37],[38]

Vnitřní jednotky budou umístěny v podstropním prostoru bazénové haly. Venkovní jednotka bude umístěna na střeše ve 2.NP nad funkčním prostorem vstup.



Obr. 49 HX Diagram pro letní provoz – varianta 1.



Obr. 50 HX Diagram pro zimní provoz – varianta 1.



## PRINCIP ÚPRAVY

V letním provozu se přiváděný vzduch o stavu **E** upraví ve vzduchotechnické jednotce na stav přiváděný do místnosti **PE**. Teplota přivodního vzduchu je rovna teplotě interiéru. Změna stavu vzduchu je dána bodem **V** což je výparná teplota. Vnitřní jednotka nasává interiérový vzduch o stavu **I** a chladí jej na požadovanou přivodní teplotu **P**. V místnosti dojde ke smíšení přiváděného vzduchu z klimatizační jednotky **PE** se vzduchem z vnitřní jednotky **P** na stav **S**. Působením tepelných zisků dojde ke změně stavu vzduchu v místnosti na stav **I**.

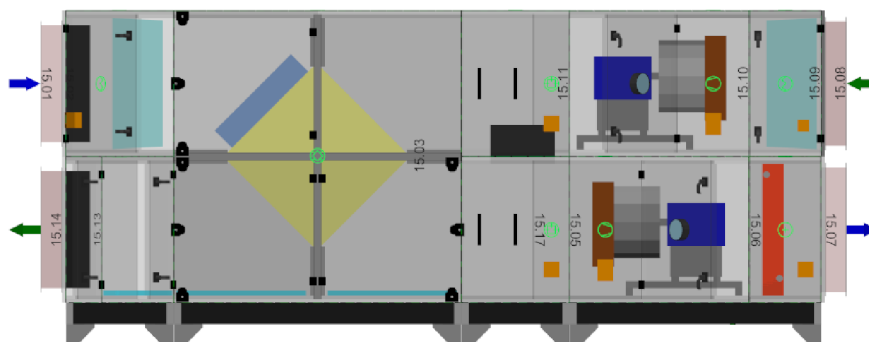
V zimním provozu dojde k předehřevu přivodního vzduchu o stavu **E** v rekuperačním výměníku a dále ohřívacem se dohřeje na přivodní teplota – stav **E'**. Teplota přivodního vzduchu je zvýšena na teplotu 32,5. Vlivem tepelných ztrát a vlhkosti z odparu dojde ke změně stavu vzduchu v místnosti na stav **I**. Chladivový systém je v zimním období vypnutý. [23]

## 10.2 Alternativní varianta odvlhčení bazénové haly 2.

Další zvolenou variantou je vzduchotechnická jednotka s deskovým rekuperátorem v kombinaci s adsorpčním odvlhčovačem umístěným v bazénové hale.

### VZT jednotka

Přivodní část vzduchotechnické jednotky obsahuje kapsový filtr třídy G4, deskový rekuperátor, směšovací komora, ventilátor a vodní ohříváč. Na straně odvodu je kapsový filtr třídy G4, ventilátor, směšovací komora, deskový rekuperátor



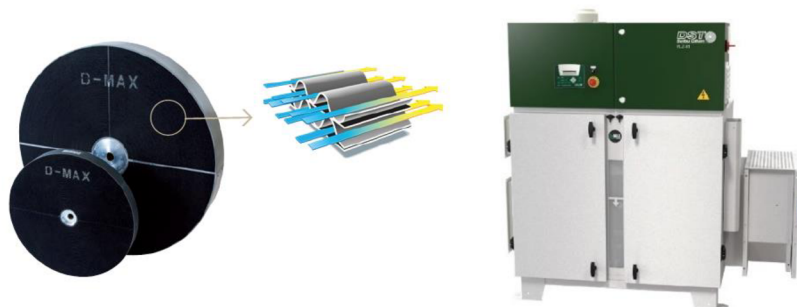
Obr. 51 VZT jednotka – varianta 2.

Parametry zařízení		
Průtok vzduchu (přívod i odvod)	m <sup>3</sup> /h	<b>10800</b>
Externí tlaková ztráta	Pa	<b>450</b>
Výstupní teplota (zima/léto)	°C	<b>29/29</b>
Výstupní relativní vlhkost (zima/léto)	%	<b>54/54</b>
Odvlhčovací výkon	kg/h	<b>68,8</b>

Tab. 54 Parametry VZT jednotky – varianta 2.

### Odvlhčovač

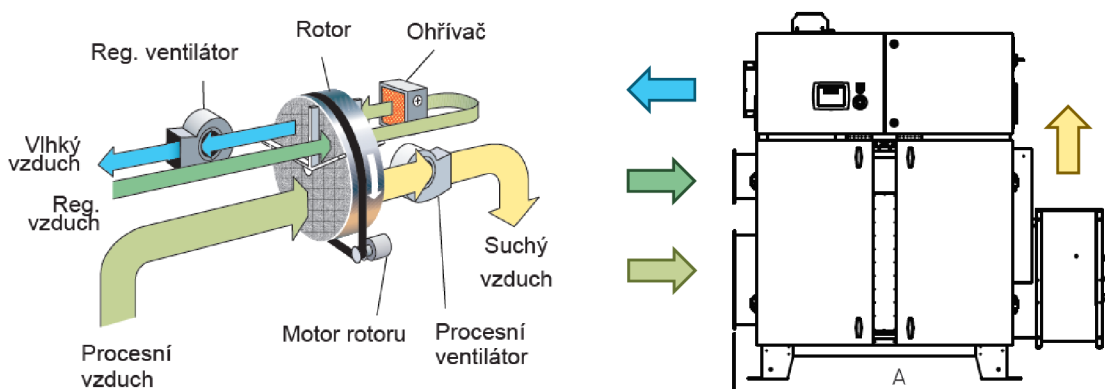
Odvhlčení bude provedeno za pomoci dvou adsorpčních odvlhčovací jednotek RLZ - 101 se silikagelovým rotorem od firmy Flair. S Elektrickým ohřívačem sloužící k regeneraci rotoru. Jednotka bude pracovat v automatickém režimu odvlhčení. V místnosti bude zapojen senzor rosného bodu, který při přesažení nastavené hodnoty vzdušné vlhkosti sepne odvlhčovací jednotku.



**Obr. 52** Adsorpční odvlhčovací jednotka – varianta 2. [33]

### PRINCIP ÚPRAVY

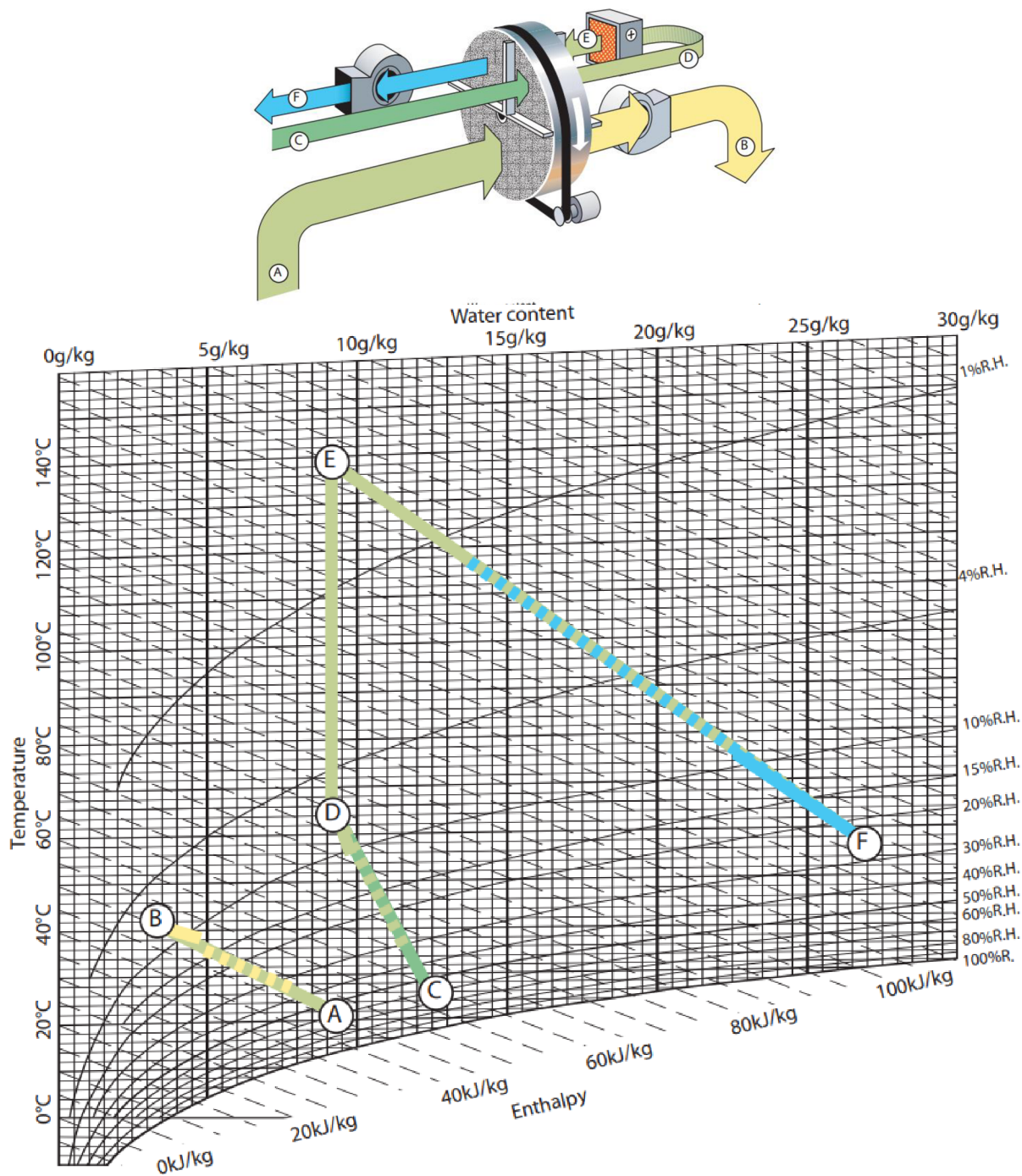
Vzduchotechnická jednotka bude do místnosti dodávat vzduch o teplotě přívodního vzduchu. Přívodní vzduch je roven teplotě interiéru. Při překročení maximální hodnoty vlhkosti v místnosti se sepne odvlhčovací jednotka. Vzduch z prostoru bazénové haly obsahující vlhkost vzniklou odparem vody se odvlhčí přestupem přes silikagelový rotor, kde se navážou molekuly vody na silikagel. Suchý vzduch je vháněn zpět do místnosti. Část odvlhčeného vzduchu je použito k regeneraci rotoru. Regenerační vzduch je vháněn přes ohřívač na vlhkou část rotoru, kde odebere silikagelu molekuly vody, a tím jej vysuší. Při snížení vlhkosti na nastavenou hodnotu se odvlhčovací jednotka vypne. [33]



**Obr. 53** Princip odvlhčování a schéma odvlhčovací jednotky [33]

Parametry zařízení RLZ – 101 2x		
Průtok vzduchu (přívod i odvod)	m <sup>3</sup> /h	<b>2 x 9000</b>
Průtok regeneračního vzduchu	m <sup>3</sup> /h	<b>2 x 1300</b>
Externí tlaková ztráta	Pa	<b>200</b>
Odvlhčovací výkon	kg/h	<b>2x 34</b>

**Tab. 55** Parametry odvlhčovací jednotky – varianta 2. [33]



**Obr. 54** Proces odvlhčení v HX – diagramu [33]

Teplota přivodního vzduchu po odvlhčení má teplotu s rozdílem od požadované teploty  $\Delta t = (t_A - t_i) = (40 - 29) = 11 \text{ }^\circ\text{C}$

Za odvlhčovací jednotku bude přidán přímý výparník pro snížení přivodního vzduchu.

Požadovaný výkon výparníku:

$$Q_{VP} = V \cdot \rho \cdot c \cdot (t_A - t_i) = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot 11 = 20 \text{ kW}$$

## 10.3 POROVNÁNÍ PROVOZNÍCH NÁKLADŮ VARIANT

### POROVNÁNÍ POŽADAVKŮ NA TEPLLO

#### VZT jednotka s okruhem tep. čerpadla

Tepelný výkon na provoz ohřivače = 31,7 kW

#### VZT jednotka + VRV systém

Tepelný výkon na provoz ohřivače = 52,1 kW

#### VZT jednotka + Adsorpční jednotky

Tepelný výkon na provoz ohřivače ve VZT  
a v odvlhčovací jednotce = 52,1 + 2x40 kW

### POROVNÁNÍ POŽADAVKŮ NA CHLAD

#### VZT jednotka s okruhem tep. čerpadla

Příkon na provoz kompresoru = 5,48 kW

#### VZT jednotka + VRV systém

Příkon na provoz kompresoru = 2,625 kW

#### VZT jednotka + Adsorpční jednotky

Příkon na provoz výparníku = 10 kW

### POROVNÁNÍ POŽADAVKŮ NA ELEKTRICKOU ENERGIÍ

#### VZT jednotka s okruhem tep. čerpadla

Příkon na provoz ventilátorů = 10,7 kW

#### VZT jednotka + VRV systém

Příkon na provoz ventilátorů = 8,31 kW

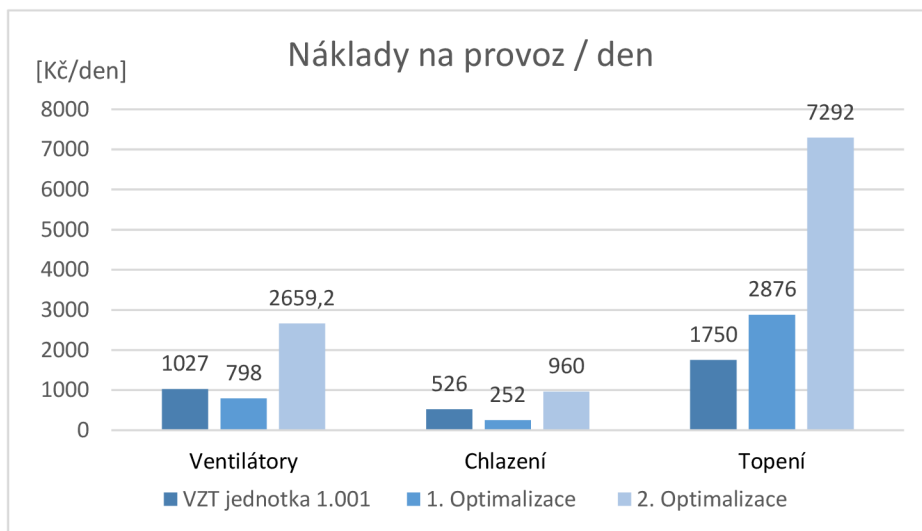
#### VZT jednotka + Adsorpční jednotky

Příkon na provoz ventilátorů = 8,31 + (2.9,7) = 27,7 kW

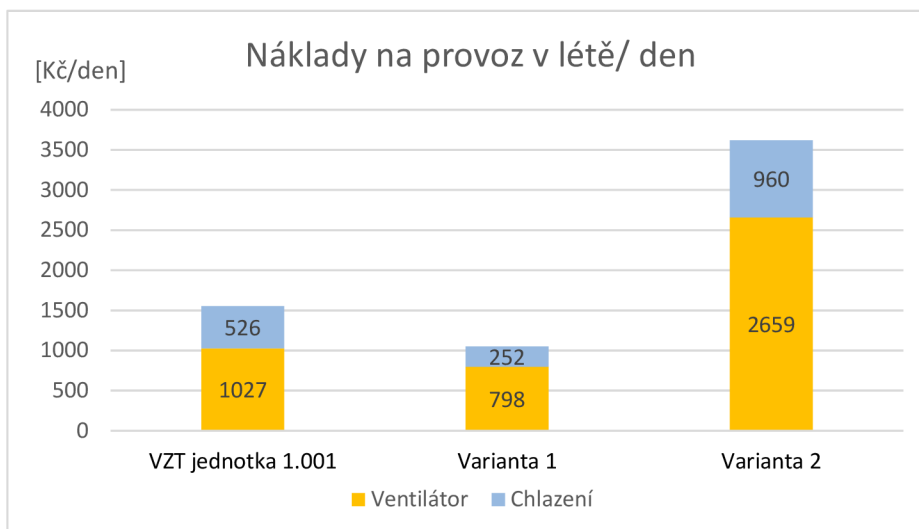
Předpokládaný provoz vzduchotechnických jednotek je 24 h denně.

Uvažovaná cena za elektrickou energii je **4 Kč/kWh**.

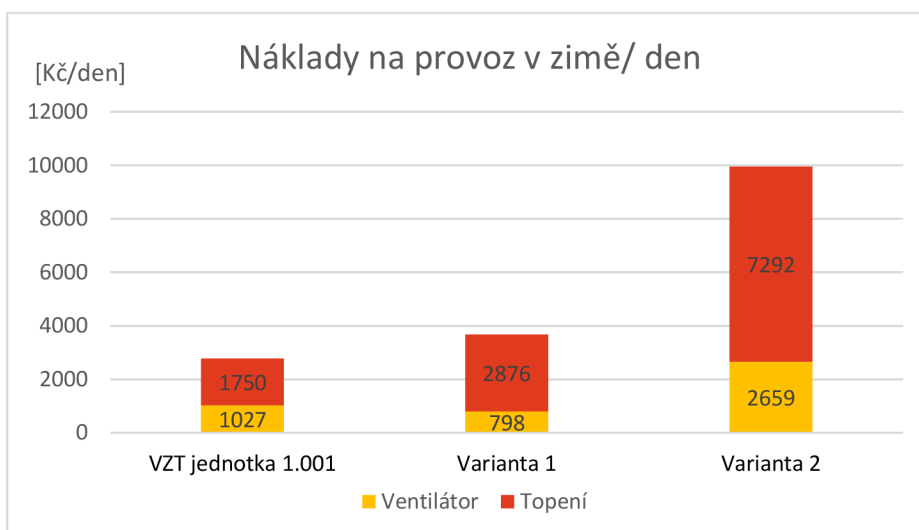
Uvažovaná cena za tepelnou energii je **2,3 Kč/kWh**.



**Graf 13** Posouzení denních nákladů bazénové VZT



**Graf 14** Posouzení letních denních nákladů bazénové VZT



**Graf 15** Posouzení zimních denních nákladů bazénové VZT

Jako nejhorší varianta pro provoz bazénové haly se jeví varianta 2. - VZT jednotka v kombinaci s adsorbční odvlhčovací jednotkou. Tato varianta je vhodnější pro provoz zimních stadionu. Varianta 1. - VZT jednotka v kombinaci s chladivovým systémem VRV má nižší náklady na provoz v letním období, ale vyšší v zimním období oproti navržené vzduchotechnické jednotce 1.001.

# TECHNICKÁ ZPRÁVA

## 1. ÚVOD

Předmětem tohoto projektu pro stavební povolení je návrh vzduchotechnického zařízení objektu bazénu v České Vsi, tak aby byly zajištěny předepsané hodnoty hygienických výměn vzduchu a pohody prostředí v objekt.

### 1.1 PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ

Podkladem pro zpracování byla projektová dokumentace objektu – Stavební výkresy půdorysů a řezů. Součástí podkladu jsou hygienické předpisy, požadavky investora, podklady výrobců vzduchotechnických zařízení, České technické normy a legislativa oboru vzduchotechniky. Součástí projektu jsou navazující profese.

- Nařízení vlády č.6/2003 Sb. ze dne 16. prosince 2002, kterým se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb
- Nařízení vlády č.361/2007 Sb. kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci
- Nařízení vlády č. 68/2010 Sb. ze dne 19. března 2010, kterým se mění nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci
- Nařízení vlády č.272/2011 Sb. ze dne 24. srpna, kterým se mění nařízení vlády č. 88/2004 Sb, o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
  
- ČSN 73 0548 - Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů (1986)
- ČSN EN 13 465 – Větrání budov – Výpočtové metody pro stanovení průtoku vzduchu v obydlených
- ČSN EN 1886 – Větrání budov – Potrubní prvky – Mechanické vlastnosti
- ČSN 73 0802 - Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty
- ČSN 73 0810 – Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení
- ČSN 73 0872 - Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením
- ČSN EN 378-1 – Chladicí zařízení a tepelná čerpadla
- ČSN EN 1886 – Větrání budov – Potrubní prvky – Mechanické vlastnosti
- ČSN EN 12599 Větrání budov – Zkušební postupy a měřicí metody pro přejímky instalovaných větracích a klimatizačních zařízení
- ČSN 12 7010 – Vzduchotechnická zařízení. Navrhování větracích a klimatizačních zařízení. Všeobecná ustanovení
  
- Nařízení komise (EU) č. 1253/2014, kterým se provádí směrnice EP a Rady 2009/125/ES o ekodesignu větracích jednotek
- ČSN EN 378 – Chladicí zařízení a tepelná čerpadla (2008)

## 1.2 VÝPOČTOVÉ PODMÍNKY KLIMATICKÝCH POMĚRŮ

Místo	:	Česká Ves
Letní výpočtová teplota	:	+30,2 °C
Letní výpočtová entalpie	:	66,7 kJ/kg
Zimní výpočtová teplota	:	-15 °C (ČSN EN 12831)

## 1.3 VÝPOČTOVÉ HODNOTY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ

Parametry interního mikroklima jsou dány hygienickými předpisy, směrnicemi, normami a požadavky investora.

## 1.4 MNOŽSTVÍ ČERSTVÉHO VZDUCHU

Celkový objem vzduchu pro odvlhčování bazénu je navržen pro pokrytí vlhkostní a tepelné zátěže a tepelné ztráty. Množství dopravovaného vzduchu zařízením je řízeno na základě integrovaného systému MaR, který je součástí odvlhčovací jednotky. Množství vzduchu (čerstvý vzduch, cirkulace) je řízeno na základě integrovaných čidel parametrů vzduchu.

### Bazénová hala

Množství větracího vzduchu pro bazénovou halu je dáno těmito zadávacími parametry:

Plocha bazénu	250 m <sup>2</sup>
Objem bazénové haly	2115,8 m <sup>3</sup> (plocha 450,17 m <sup>2</sup> x výška 4,7 m)
Teplota bazénové vody	27 °C
Teplota vzduchu	29 °C
Zakrývání vodní hladiny	ne

Z hlediska návrhu byla využita metodika dle VDI 2089 s těmito výsledky:

Vzduchový výkon VZT zařízení	10800 m <sup>3</sup> /h
Vlhkostní zátěž dle VDI 2089	70,5 kg/h

### Relaxační hala

Množství větracího vzduchu pro relaxační halu je dáno těmito zadávacími parametry:

Plocha bazénu	13 m <sup>2</sup> ; 6,6 m <sup>2</sup> ; 58 m <sup>2</sup>
Objem bazénové haly	718,56 m <sup>3</sup> (plocha 239,52 m <sup>2</sup> x výška 3 m)
Teplota bazénové vody	27 °C
Teplota vzduchu	30 °C
Zakrývání vodní hladiny	ne

Z hlediska návrhu byla využita metodika dle VDI 2089 s těmito výsledky:

Vzduchový výkon VZT zařízení	10100 m <sup>3</sup> /h
Vlhkostní zátěž dle VDI 2089	5,12 kg/h ; 6,82 kg/h ; 54,9 kg/h

Celý objekt je navržen jako nekuřácký.

Dávka čerstvého vzduchu pro prostor šaten je uvažována na 20 m<sup>3</sup>/h/šatní skříňku.

Dávka čerstvého vzduchu na zaměstnance je uvažována minimálně 50 m<sup>3</sup>/h.

Dále dle požadavku technologie.

## 1.5 MNOŽSTVÍ ODVÁDĚNÉHO VZDUCHU

Hygienická zázemí objektu budou větrána podtlakově, množství vzduchu je dle dávky na zařizovací předmět:

WC	50 m <sup>3</sup> /h
pisoiár	30 m <sup>3</sup> /h
umyvadlo	30 m <sup>3</sup> /h
výlevka	50 m <sup>3</sup> /h
sprcha	150 m <sup>3</sup> /h

Dále dle požadavku technologie.

## 1.6 CELKOVÉ MNOŽSTVÍ VĚTRACÍHO VZDUCHU

Celkové množství větracího vzduchu vychází jak z potřebných dávek čerstvého a odtahového vzduchu, tak z dávek vzduchu požadovaných technologií.

## 1.7 POČTY OSOB NA PLOCHU, POČTY ŠATNÍCH MÍST

Počty šatních míst jsou uvažovány dle výkresů stavby.

## 1.8 STAVY VNITŘNÍHO MIKROKLIMA

### Letní období:

Teplota přívodního vzduchu bude závislá na venkovní teplotě. VZT jednotka je navržena s osazením chladícího zařízení s přívodní teplotou na neutrální teplotu vnitřního vzduchu.

### Zimní období:

Bude zajištěna nezámrznost prostor – zajišťuje profese ÚT.

### Třídy práce

Pro kanceláře je uvažovaná třída práce: I – max. operativní teplota 27°C, min. operativní teplota: 20°C.

### Stavy vnitřního mikroklima hlavních celků

Bazén: +29°C (vytápění zajišťuje VZT v kombinaci s podlahovým vytápěním), rv. návrhová 54-60 % zajišťuje VZT

Relaxační bazén: +30°C, rv. návrhová 54-60 % zajišťuje VZT



## 2. ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ

Dle způsobu úpravy vzduchu jsou vzduchotechnická zařízení navržena takto:

**TVCH - Větrání** - zařízení s úpravou vzduchu filtrací, ohřevem a chlazením. Zařízení zajistí větrání prostoru s ohřevem vzduchu na teplotu v místnosti. Teplota je udržována automaticky pomocí systému měření a regulace. Zařízení neupravuje parametry vlhkosti vzduchu ani nezajistí vytápění prostoru

**TV - Větrání** - zařízení s úpravou vzduchu filtrací a ohřevem. Zařízení zajistí větrání prostoru s ohřevem vzduchu na teplotu v místnosti. Teplota je udržována automaticky pomocí systému měření a regulace. Zařízení neupravuje parametry vlhkosti vzduchu ani nezajistí vytápění prostoru

**O - Odvod vzduchu** - vzduch je nuceně odváděn z větraného prostoru do venkovního ovzduší. V prostorách bude udržován podtlak, aby se zabránilo šíření vznikajících škodlivin do okolních prostor.

## 3. POPIS JEDNOTLIVÝCH ZAŘÍZENÍ A JEJICH PROVOZNÍCH STAVŮ

### 3.1 VĚTRÁNÍ A ODVLHČENÍ HLAVNÍ BAZÉN A RELAXAČNÍ BAZÉN – ZAŘ.

#### 1.001, 2.001

Větrání prostorů bazénová hala a relaxační hala bude provedeno cirkulační jednotkou s okruhem tepelného čerpadla pro odvlhčování. Sání vzduchu je řešeno ze společného sacího kanálu vyústěného na fasádě objektu. Výfuk vzduchu je řešen do společného výfukového kanálu vyústěného na fasádě objektu. Jednotka obsahuje vnitřní nátěr pro zvýšení životnosti a odolnosti vůči korozi. Potrubní rozvody budou vybaveny tlumiči hluku, distribučními prvky, regulačními klapkami. Potrubní rozvod pro přívod a odsávání vzduchu bude vyroben z plastového potrubí a bude opatřen tepelnou izolací. ZTI zajistí odvod kondenzátu.

### 3.2 VĚTRÁNÍ VSTUPNÍ HALA A ZÁZEMÍ ZAMĚSTNANCŮ – ZAŘ. 3.001

Pro odvětrání vstupní části je navržena rekuperační jednotka. Jednotka bude provozována celoročně a bude umístěna ve strojovně VZT. Zaregulování potrubní sítě bude řešeno přímo na koncových elementech a pomocí ručních regulačních klapek umístěných v potrubí. Větrání je navrženo jako přibližně rovnotlaké. Jako přefukové elementy jsou navrženy dveřní a stěnové mřížky. VZT rozvod bude vybaven tlumiči hluku na straně sání a výfuku vzduchu a na straně přívodu a odtahu vzduchu. ZTI zajistí odvod kondenzátu u rekuperačního výměníku.

### 3.3 VĚTRÁNÍ ŠATEN A HYGIENICKÉHO ZÁZEMÍ 1.NP– ZAŘ. 4.001

Pro odvětrání šaten a hygienického zázemí v 1.NP je navržena rekuperační jednotka umístěna ve strojovně VZT v 2.NP. Zaregulování potrubní sítě bude řešeno přímo na koncových elementech a pomocí ručních regulačních klapek. Větrání je navrženo mírně přetlakové s přívodem vzduchu do prostoru šaten. Jako přefukové elementy jsou navrženy stěnové mřížky. Sání vzduchu je řešeno ze společného sacího kanálu

vyústěného na fasádě objektu. Výfuk vzduchu je řešen do společného výfukového kanálu vyústěného na fasádě objektu. VZT rozvod bude vybaven tlumiči hluku na straně přívodu vzduchu do místnosti a dále před každým koncovým elementem umístěným v rámci podhledu bude umístěna ohebná hluk tlumící hadice. ZTI zajistí odvod kondenzátu z výměníku rekuperátoru

### **3.4 VĚTRÁNÍ ČÁSTI WELLNESS 2.NP - 5.001**

Větrání prostorů wellness ve 2.NP a navazujících zázemí bude provedeno centrální jednotkou, která bude umístěna ve strojovně. Sání vzduchu je řešeno ze společného sacího kanálu vyústěného na fasádě objektu. Výfuk vzduchu je řešen do společného výfukového kanálu vyústěného na fasádě objektu. ZTI zajistí odvod kondenzátu.

### **3.5 VĚTRÁNÍ PROSTORU BAZÉNOVÉ ÚPRAVY - 6.001**

Pro odvětrání zázemí je navržena přívodní VZT jednotka. Potrubní rozvody jsou vedeny čtyřhranným a kruhovým potrubím a jako koncové elementy budou použity čtyřhranné výústky pro přívod vzduchu.

### **3.6 PŘÍVOD PRO DMYCHADLA 1.PP - 7.001**

Množství přívodního vzduchu je dle zadání technologie 1500 m<sup>3</sup>/h. Pro zajištění přívodního vzduchu pro dmychadla je řešena přívodní VZT jednotka, která obsahuje ventilátor, filtr, vodní ohříváč pro zimní období. Jednotka je řízena profesí MaR a spouští se při spuštění dmychadel umístěných v 1.PP

### **3.7 SKLAD CHEMIKÁLIÍ – VENTILÁTOR V1**

Odtahová sestava se skládá z ventilátoru s odolností na chlor. Výfuk od ventilátoru je řešen nad střechu objektu. Náhrada vzduchu je řešena přívodem ze zařízení 6.001

### **3.8 CHLOROVNA – VENTILÁTOR V2**

Ventilátor je navržen podtlakový systém s náhradou řešenou přívodem ze zařízení V6, 6.001.

Odtahová sestava se skládá z ventilátoru s odolností na chlor. Výfuk od ventilátoru je řešen nad střechu objektu.

### **3.9 VĚTRÁNÍ ZÁZEMÍ 1.PP – VENTILÁTOR V3**

Odvod bude řešen ventilátorem do potrubí v plastovém provedení s odolností na chlor. Pro odtah vzduchu bude použit pouze plastové potrubní systémy odolné na chlor, dále budou navrženy plastové výústky, nebo plastové krycí mřížky.

### **3.10 PŘÍVOD PRO DMYCHADLA 1.NP – VENTILÁTOR V4**

Množství přívodního vzduchu je dle zadání technologie 250 m<sup>3</sup>/h. Pro zajištění přívodního vzduchu pro dmychadla je řešena přívodní potrubní část, která je ze strany MaR řízena pomocí pohonu na přívodní regulační klapce a spouští se při spuštění dmychadel umístěných v 1.PP. Pro provoz v zimním období bude sestava složena z ventilátoru, filtru a elektrického ohříváče.

### 3.11 PROVOZNÍ VĚTRÁNÍ ZÁZEMÍ 1.NP – V5, V6

Pro odvětrání technické místnosti v 1.NP bude osazena sestava složená z ventilátoru, filtru a elektrického ohřívače pro zajištění větrání i v zimním období. Ve vazbě na přívod bude řešen odtah ventilátorem do potrubí v plastovém provedení s odolností na chlor.

### 3.12 CHLOROVNA – VENTILÁTOR V7

Dle zadání technologie výměnou vzduchu 5x1/h, podtlakový systém s náhradou řešenou přívodem ze zařízení V6. Odtahová sestava se skládá z ventilátoru s odolností na chlor. Výfuk od ventilátoru je řešen nad střechu objektu.

### 3.13 KOTELNA – VĚTRÁNÍ – V8 A V9

Pro zajištění přívodního vzduchu pro spalování závislého na vzduchu v místnosti a zajištění trvalé výměny vzduchu za všech provozních stavů je navržen přívodní ventilátor do kruhového potrubí.

Pro zajištění odvodu vzduchu z místnosti je navržen odtahový ventilátor do kruhového potrubí.

### 3.14 STROJOVNA VZT A WELNESS – VENTILÁTOR V10

Pro odvětrání místnosti kotelna bude osazen na odvodní potrubí odtahový ventilátor s odolností na chlor. Výfuk od ventilátoru je řešen nad střechu objektu.

### 3.15 ZAŘÍZENÍ – VĚTRÁNÍ CHÚC

Dle PBR není požadováno řešení v části projektu VZT.

## 4. POPIS SPOLEČNÝCH PRVKŮ A OPATŘENÍ

### 4.1 POTRUBÍ A KONCOVÉ ELEMENTY VZDUCHOTECHNIKY

V objektu bude vzduch dopravován kruhovým SPIRO a čtyřhranným potrubím. Potrubí bude zavěšeno na závěsech s roztečí maximálně 2-5 m dle velikosti potrubí. Vzduchovody na závěsech, podpěrách či konzolách budou podloženy gumou. Koncové odvodní elementy budou na VZT kanály napojeny pomocí ohebných hadic.

Ohebné hadice budou řešeny SONOFLEX MI – Velmi odolná ohebná Al laminátová hadice s tepelnou izolací z vrstvy ekologické nedráždivé minerální vaty tloušťky 25 mm, vnitřní hadice je perforovaná jako tlumič hluku. Konstrukce obsahuje parotěsnou zábranu k zabránění kondenzace v hlukové izolaci. Napojení koncových elementů bude řešeno ohebnou hadicí sonoflex vždy min. délkou 1m i pokud toto není zobrazeno ve výkrese.

Pro větrání provozů uvolňováním chloru apod bude použito kruhové a čtyřhranné potrubí platové z materiálu PP – toto potrubí bude spojováno na hrdla.

## 4.2 PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ

Větrání požárních úseků bude zajištěno vzduchotechnicky. Strojovna VZT tvoří samostatný požární úsek. Větrání bude provedeno v souladu s ČSN 730872.

Na potrubí musí být vyznačen směr proudění, a zda potrubí slouží k výfuku či sání.

Přívod vzduchu je zajištěn potrubím ze střechy.

Odvod vzduchu je veden nad střechu.

Jsou dodrženy bezpečné vzdálenosti vyústění potrubí pro výfuk:

a) nejméně 1,5 m od

1) východů z únikových cest na volné prostranství – dodrženo

2) otvorů pro přirozené větrání chráněných únikových cest, – dodrženo (v objektu se nenachází přirozeně větrána CHUC)

3) nasávacích otvorů vzduchotechnického zařízení, – dodrženo (v objektu se nenachází VZT pro přívod vzduchu)

b) nejméně 3 m od otvorů pro nasávání vzduchu pro umělé větrání chráněných únikových cest. – dodrženo (v objektu se nenachází nuceně větrána CHUC)

Jsou dodrženy bezpečné vzdálenosti vyústění potrubí pro sání:

a) otvory jsou vzdáleny vodorovně alespoň 1,5 m a svisle alespoň 3 m od požárně otevřených ploch obvodových stěn, – dodrženo

b) potrubím vyvedeny alespoň 1 m nad rovinu střešního pláště, pokud střešní plášť je schopen šířit požár - – dodrženo

### Rozvody

VZT větrací potrubí je v místě prostupu požárně dělicími konstrukcemi navrženo o ploše menší než 40 000 mm<sup>2</sup>. V místě prostupu požárně dělicí konstrukcí bude potrubí na obě strany od prostupu v délce min. 500 mm z výrobků třídy reakce na oheň A1 nebo A2 a bez vyústků, (případná izolace v tomto prostoru musí být z výrobků třídy reakce na oheň A1 nebo A2). Prostupy jednotlivých potrubí budou od sebe vzdáleny minimálně 500 mm.

Takto provedené prostupy VZT potrubí není nutno opatřovat požárními klapkami. Prostupující potrubí bude utěsněno v souladu s níže uvedenými požadavky.

Potrubí, které nevyhovuje výše uvedeným požadavkům bude opatřeno požárními klapkami.

Požární klapky jsou navrženy s požární odolností EI 30 DP1. Klapky jsou navrženy jako mechanické a k jejich uzavření dojde automaticky při zvýšení teploty v potrubí nebo v jeho okolí. Otevření klapky musí být provedeno manuálně obsluhou. V objektu není instalován systém EPS.

Požární klapky jsou vyhrazeným požárně bezpečnostním zařízením

### Větrací mřížky

Větrací mřížky v požárních stěnách budou provedeny jako certifikované požární stěnové uzávěry s požární odolností EI 30 DP1, k jejich uzavření dojde automaticky při zvýšení teploty v okolí uzávěru.

Nejedná se o otvory ústící do CHUC.

Instalace bude doložena doklady v souladu s vyhl. 246/2001 Sb.

Pro umístění požární klapky v požárně dělicí konstrukci musí být těsnění prostupů provedeno na požární odolnost konstrukce dle PBR certifikovaným systémem.

Jsou navrženy nehořlavá potrubí – vyhovuje ČSN 730872.

Materiál vyústek nesmí být navržen třídy reakce na oheň E či F. Nehořlavé plechové mřížky jsou vyhovující.

VZT systémy musí být označeny tak, aby byl označen směr proudění vzduchu a bylo označeno, zda jde o výfuk nebo o sání.

### 4.3 OCHRANA ZDRAVÍ A OCHRANA PROTI HLUKU A VIBRACÍM

Šíření hluku do vnitřního prostoru je eliminováno na straně zdroje hluku volbou rychlosti vzduchu v potrubí tak, aby nezpůsobovalo nadměrný hluk. Pro koncové elementy jsou voleny hluk tlumící hadice.

Pro zabránění přenosu hluku do stěn bude potrubí v prostupu vždy obaleno minerální vatou.

VZT jednotky jsou opatřeny tlumiči hluku, jak na straně do místnosti, tak na straně do venkovního prostoru.

Všechny kondenzační jednotky budou umístěny na betonových prvcích zohledňující namáhání od větru např. na těžkých roznášecích dlaždicích s pružnou podložkou pod dlaždicí a samostatně s pružnými izolátory – celkem 4 ks na kondenzační jednotku. VZT jednotky budou podloženy na OCK rámu rýhovanou antivibrační gumou.

Ohebné hadice budou řešeny SONOFLEX MI - Velmi odolná ohebná Al laminátová hadice s tepelnou izolací z vrstvy ekologické nedráždivé minerální vaty tloušťky 25 mm, vnitřní hadice je perforovaná jako tlumič hluku.

### 4.4 IZOLACE

Prostup stavbou bude napojen na systém tepelné izolace stavby, tak aby bylo zabráněno kondenzaci ve všech místech vzduchotechnického systému. Potrubí pro sání a výfuk vzduchu vedený venkovním i vnitřním prostředím bude izolován parotěsnou izolací s faktorem difuzního odporu  $\mu=7000$ , min. tl. izolace 32 mm.

Dále vlastní elementy pro sání a výfuk nad střechou budou navíc znovu obaleny izolací K-Flex AL CLAD tl. 32 mm s polymerovým povrchem s hliníkovou folií. Potrubí v plastu bude také izolováno izolací K-Flex AL CLAD tl. 19 mm

Potrubí přívodu a odtahu vzduchu pro šatny (zař. 2.001) bude izolováno od VZT zařízení až po konce tlumičů hluku tl. 40 mm s Al polepem.

Potrubí pro přívod vzduchu zařízení 1.001, 2.001 a 4.001 bude izolováno parotěsně v tl. 16 mm s Al polepem.

Potrubí pro přívod vzduchu zařízení 3.001, které slouží i jako temperace daných prostor bude izolována v tl. 40 mm s Al polepem až po odbočující větve s přívodními vyústky.

Potrubí odvodu zařízení 1.001 a 3.001 bude izolována v tl. 40 mm s Al polepem.

### 4.5 NÁTĚRY

Vzhledem k volbě materiálu a jeho umístění není s dodatečnými nátěry uvažováno.

Koncové elementy jsou řešeny samostatně v části požadavky na koncové elementy.

## **5. BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI, PÉČE O ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ**

### **5.1 BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI**

Montáž všech zařízení musí být prováděna odborně způsobilými pracovníky a musí být dodržována veškerá bezpečnostní opatření.

### **5.2 OCHRANA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

VZT zařízení nemají žádný negativní vliv na životní prostředí. Jako chladícího média bude použito výhradně ekologicky přípustného chladiva. Návrh zohledňuje nařízení komise (EU) č. 1253/2014, kterým se provádí směrnice EP a Rady 2009/125/ES o ekodesignu větracích jednotek

### **5.3 NAKLÁDÁNÍ S ODPADY**

Odpadní látky vzniklé v průběhu výstavby budou skladovány, transportovány a likvidovány v souladu se zásadami pro nakládání s odpady dle zákona č. 185/2001 Sb. (Zákon o odpadech a o změně některých dalších zákonů). Demontáže budou provedeny včetně ekologické likvidace.

## **6. POŽADAVKY NA NAVAZUJÍCÍ PROFESE**

### **6.1 POŽADAVKY NA ELEKTRICKOU ENERGII**

Profese elektro provede napojení všech zařízení, které; jsou součástí profese VZT. Všechna elektrická zařízení musí mít ochranu před nebezpečným dotykovým napětím a ochranu před nebezpečnými účinky statické elektřiny.

### **6.2 POŽADAVKY NA REGULACI ZAŘÍZENÍ VZDUCHOTECHNIKY**

Měření a regulace zajistí ovládání větrání a to zejména:

- spouštění a regulace zařízení, případně napájení ovládaných zařízení;
- signalizace poruchy, případně monitoring;
- řízení VZT.

### **6.3 POŽADAVKY NA EPS, RESP. ELEKTRO V PŘÍPADĚ CHYBĚJÍCÍ EPS**

EPS zajistí blokaci zařízení v případě požáru. Profese EPS zajistí dodávku čidla EPS do potrubí pro sání vzduchu dle potřeby. Dále viz Protipožární opatření

### **6.4 POŽADAVKY NA ZTI**

ZTI zajistí odvod kondenzátu od všech VZT jednotek – odvod kondenzátu od rekuperačního výměníku a od chladičů dle značek ve výkresové části PD. ZTI zajistí vždy sifon pro každé z napojených zařízení. Čerpadla kondenzátu nejsou součástí dodávky VZT – předpokládá se řešení samospádem.

## 6.5 POŽADAVKY NA ÚT

Napojení vytápění dle tabulky zařízení teplotní spád 60/40°C.

Rozhraním dodávky jsou vlastní výměníky VZT zařízení, kompletní koncepce regulačního uzlu je náplní části ÚT.

## 6.6 POŽADAVKY NA CHL

Rozhraním dodávky jsou vlastní výměníky VZT zařízení, kompletní koncepce regulačního uzlu je náplní části CHL.

## 6.7 POŽADAVKY NA STAVEBNÍ ÚPRAVY

Dopojení hydroizolačních a tepelně izolačních souvrství u prostupu včetně zatěsnění prostupů pro zajištění minimální nechtěné průvzdušnosti stavby.

Podřezání dveří do hygienických zázemí (min. mezera 15 mm) nebo osazení dveřních mřížek dle specifikace v půdoryse.

Systém parotěsných zábran, kde bude proveden prostup VZT, CHL je nutno důsledně dotěsnit – součástí dodávky stavby.

- provedení otvorů pro průchody vzduchovodů stěnami, příčkami, podlahami a stropy, rozměry otvorů jsou větší přibližně o 30 až 40 mm, symetricky na každou stranu, než je rozměr vzduchovodu.

- provedení otvorů pro průchody mřížek dveřmi, stěnami a příčkami, rozměry otvorů jsou větší přibližně o 5-10 mm, symetricky na každou stranu, než je rozměr mřížky,

- dozdění a začištění všech otvorů po montáži vzduchovodů, vzduchovody v prostupech stěnami budou obaleny izolací zabraňující přenášení chvění

- zajištění servisního prostoru pro VZT jednotku, zajištění případných revizních dvířek pro regulační elementy

- osazením revizních dvířek

- řešení sacích a výfukových žaluzií pro NN, trafo, regulační sestavu plyn atpod.

- zajištění servisovatelnosti zařízení

- vyhodnocení hlukové zátěže od zařízení VZT včetně případné realizace opatření pro snížení hlukové zátěže

- koordinace postupu prací

- koordinace umístění ovladačů vůči interiéru

## 7. POKYNY PRO OBSLUHU, ÚDRŽBU, BEZPEČNOST PRÁCE, ZKOUŠKY

Vzhledem k charakteru zařízení je nutno provádět pravidelnou údržbu zařízení. Před zahájením provozu musí být prověřeno, že zařízení bylo namontováno bez nečistot, prachu a zbytků stavebního materiálu.

O výsledcích všech prohlídek a kontrol musí být provedeny záznamy.

Všichni pracovníci musí dodržovat platné bezpečnostní předpisy a musí být pravidelně školeni.

Po dokončení montáže se provede individuální vyzkoušení zařízení, které ověřuje věcnou úplnost dodávky a montáže zařízení a spočívá v uvedení strojů do chodu buď naprázdno, nebo se zatížením.

V rámci přípravy ke komplexnímu vyzkoušení se provede uvedení do provozu jednotlivých skupin strojů ve vzájemných vazbách tak, aby bylo možno přistoupit ke komplexnímu vyzkoušení zařízení. Před předáním uživateli se zařízení podrobí komplexním zkouškám.

### **7.1 ZKUŠEBNÍ PROVOZ**

Provádí uživatel zařízení vlastní obsluhou nebo zkušební provoz objedná u montážní organizace. Podmínky a rozsah spoluúčasti na zkušebním provozu se sjednají zvláštní dohodou. Při provozu se ověřuje dosažení provozních parametrů, předepsaných projektem a provozní spolehlivost celého zařízení.

## **8. ZÁVĚR**

Navřený vzduchotechnický systém splňuje nároky kladené na provoz daného charakteru a typu budovy. Návrh byl proveden v souladu s platnou legislativou oboru vzduchotechnika a ČSN. Celoročně zajišťuje prostředí uvnitř místností požadované hygienickými předpisy.





# 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 – EXPERIMENT

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Adriana Mahovská

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR BLASINSKI, Ph.D.

BRNO 2021

## 1. EXPERIMENTÁLNÍ ŘEŠENÍ

Experimentální měření tvoří soubor činností a pozorování, které vede k ověření nebo vyvrácení teoretických poznatků, pojednávajících o příčinných vztazích určitých závislostí.

### 1.1 CÍL EXPERIMENTÁLNÍHO MĚŘENÍ

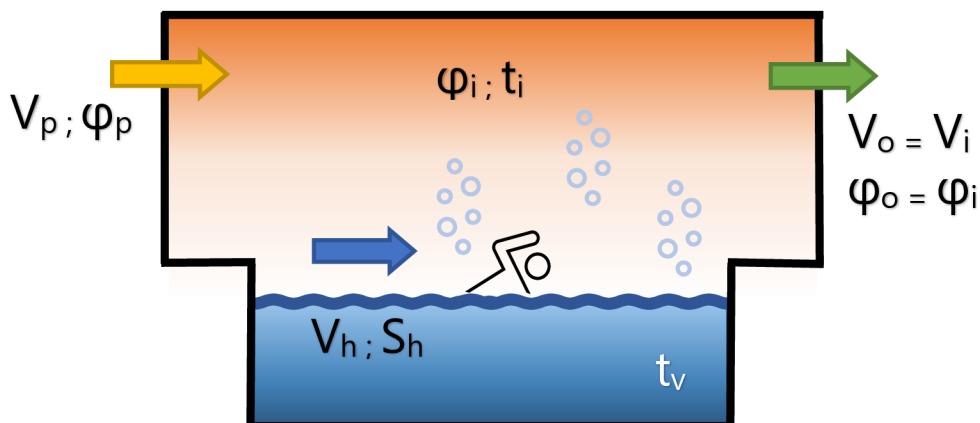
V této diplomové práci bylo zpracováno experimentální měření odparu vody z bazénové haly. Kvůli nemožnosti měření experimentu v reálné bazénové hale byl experiment proveden na miniaturním modelu místnosti s bazénem v laboratoři VUT fakulty stavební.

Experiment byl proveden za účelem ověření součinitele přenosu hmoty od vodních atrakcí, který zohledňuje zvýšené množství odpařené vody. A porovnání výsledku s normovými hodnotami. Tyto hodnoty udává německá norma VDI 2089 pro jednotlivé vodní atrakce. Experiment byl proveden v laboratorních podmínkách.



Obr. 55 Model bazénové haly

Měřením byly zaznamenány průběhy teploty a vlhkosti při různých stavech vody. Z těchto hodnot, které byly  $t_p$  [°C],  $\varphi_p$  [%],  $t_i = t_o$  [°C],  $\varphi_i = \varphi_o$  [%] se pomocí vztahů používaných v psychrometrii stanovilo množství odpařené vody.



Obr. 56 Schéma měřených hodnot experimentu

## Použité měřicí přístroje

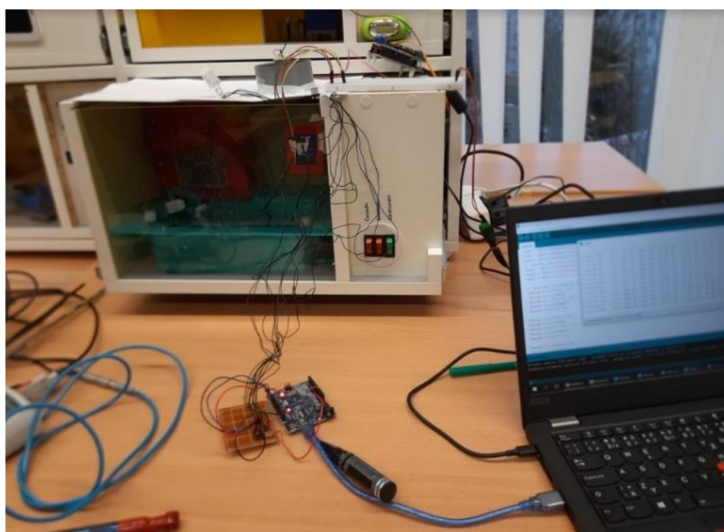
K měření rychlosti vzduchu v mezní vrstvě se použil žárový anemometr s ústřednou ALMEMO 2590. K vytvoření proudu vzduchu byl použit ventilátor s nastavitelnými rychlostmi otáček.

K měření průtoku vzduchu od ventilátoru byl použit vrtulový anemometr s ústřednou ALEMEMO 2290-2.

K zaznamenání teplot a vlhkostí byli použity 3 čidla napojené přes Arduino k notebooku s příslušným softwarem pro vyhodnocení dat.



*Obr. 57 Vrtulový a žahavý anemometr*



*Obr. 58 Sestava pro zpracování dat a instalace čidel*

## 1.2 POSTUP EXPERIMENTÁLNÍHO MĚŘENÍ

Teplota a vlhkost v laboratoři byla v průběhu experimentů zaznamenána a dosahovala vyhovujících podmínek. Teplota vzduchu byla  $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  a vlhkost vzduchu  $\varphi = 45 \%$ . Pro výpočet odparu vody z vodní hladiny bazénu a následné vyhodnocení součinitelů přenosu hmoty pro vodní atrakce  $\beta_a$  [m/h] z naměřených hodnot bylo provedeno několik měření a experimentů. Aby došlo ke zvlnění vodní hladiny byli do modelu bazénu nainstalovány 2 chrliče vody ekvivalentem k vodním atrakcím.

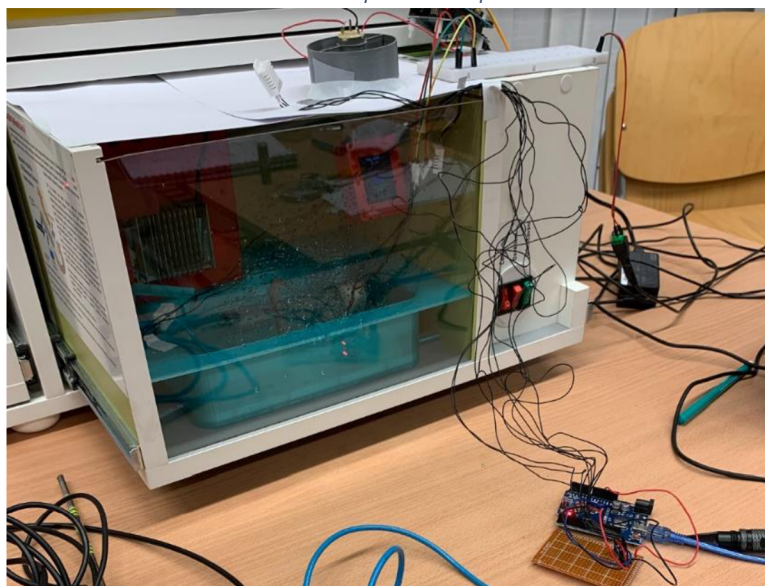
Poté byla bazénová nádrž o rozměrech 220 mm x 140 mm naplněna vodou o teplotě  $t_w = 22\text{ °C}$  a proběhla instalace čidel teploty a vlhkosti uvnitř modelu bazénové haly a vně modelu v laboratoři.



**Obr. 59** Příprava modelu na měření

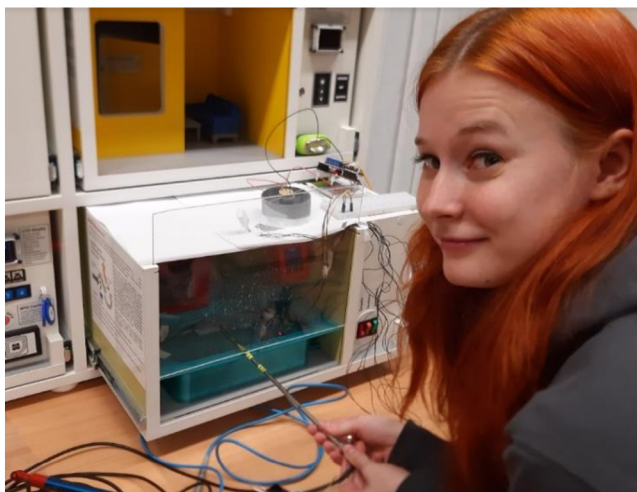
Jako první měření byla zaznamenána teplota a vlhkost při spuštění atrakci malý chrlič. Ventilátor byl v této chvíli vypnutý a v komoře stoupala relativní vlhkost na 90 %.

**Obr. 60** Model v průběhu experimentu



Pro odvlhčení byl spuštěn ventilátor. Při poklesu vlhkosti na hodnotu, kdy vlhkost už neměla tendenci klesat, mohlo začít další měření. Dále byli zaznamenány hodnoty při spuštění velkého chrliče a při spuštění obou chrličů naráz. Všechna tyto měření byla bez použití ventilátoru při odparu.

Čtvrté a páté měření bylo se spuštěným ventilátorem při malém výkonu ventilátoru. Nejprve byla stanovena rychlost vzduchu nad vodní hladinou žárovým anemometrem při dvou stavech ventilátoru. Otáčky ventilátoru se měnili pole nastavení výstupního signálu PWM modulace, který lze nastavit v rozsahu 0–255. První stav byl měřen při nastavení  $f_{PWM} = 30$  a druhý při nastavení  $f_{PWM} = 60$ .



Obr. 61 Měření rychlosti vzduchu nad hladinou

Měření se spuštěným ventilátorem proběhlo pro malý a velký chrlič zvlášť a poté při jejich kombinaci. Po dokončení všech variant mohlo nastat vyhodnocování experimentů.

t [°C]	$\phi$ [-]	P [Pa]	Pd" [Pa]	Pd [Pa]	x[kg/kg]	h[kJ/kg]	tr [°C]
22,0	1,0	98100,0	2545,9	2545,9	16,6	42136,2	21,4
Výstupní signál PWM			[f <sub>pwm</sub> ]	<b>X**</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	
Teplota vody			t <sub>w</sub> [°C]		<b>22</b>		
Rychlost vzduchu nad hladinou			w [m/s]	<b>0</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	
Objemový průtok vzduchu			V [m <sup>3</sup> /h]	<b>0</b>	<b>2,90</b>	<b>16,26</b>	
Plocha vodní hladiny			Sh [m <sup>2</sup> ]		<b>0,031</b>		
Součinitel přenosu pro bezény (hloubka vody < 1,35 m)			$\beta_{(p/n)}$ [m/h]		<b>40</b>		
Objemové proudění vzduchu pro provzdušňované atrakce			M <sub>DL</sub> [kg/h]		<b>1*</b>		

\* hodnota 1 je z důvodu neprovzdušňování atrakce

\*\* vypnutý ventilátor

Tab. 56 Psychrometrické parametry vody a vstupní hodnoty pro vyhodnocení odparu

Výpočet množství odpařené vody z naměřených hodnot byl proveden dle německé normy VDI 2089 (Technické vybavení budov plováren, kryté bazény).

Malý chrlič – bez ventilátoru				
$\beta_a$ [m/h]	m <sub>wo</sub> [g/h]	x <sub>i</sub> [kg/kg]	$\phi_i$ [%]	t <sub>i</sub> [°C]
<b>6,15</b>	4,12	8,89	64,2	19,3
<b>6,15</b>	4,09	9,57	68,9	19,3
<b>6,15</b>	4,07	10,10	74,7	19,3
<b>6,15</b>	4,05	10,80	77,5	19,3
<b>6,14</b>	4,01	11,43	81,8	19,4
<b>6,14</b>	3,95	12,22	87,1	19,4
<b>6,13</b>	3,69	12,79	90,1	19,6

Tab. 57 Naměřené hodnoty čidel a dopočítané hodnoty – malý chrlič

Velký chrlič – bez ventilátoru
--------------------------------

$\beta_a$ [m/h]	$m_{wo}$ [g/h]	$x_i$ [kg/kg]	$\varphi_i$ [%]	$t_i$ [°C]
6,16	4,26	8,80	63,9	19,2
6,15	4,24	9,12	67,7	19,2
6,15	4,21	10,31	74,6	19,2
6,15	4,20	10,71	77,04	19,2
6,15	4,19	11,09	81,2	19,3
6,15	4,14	12,14	87,3	19,3
6,14	3,98	12,63	90,1	29,4

Tab. 58 Naměřené hodnoty čidel a dopočítané hodnoty – velký chrlíč

Kombinace chrlíčů - bez ventilátoru				
$\beta_a$ [m/h]	$m_{wo}$ [g/h]	$x_i$ [kg/kg]	$\varphi_i$ [%]	$t_i$ [°C]
6,13	3,83	8,55	61	19,5
6,13	3,8	8,86	63,1	19,5
6,13	3,77	9,62	68,3	19,5
6,13	3,70	10,97	77,5	19,6
6,13	3,66	11,49	81,0	19,6
6,11	3,41	12,53	87,2	19,8
6,08	2,81	13,54	91,8	20,2

Tab. 59 Naměřené hodnoty čidel a dopočítané hodnoty – kombinace

Malý chrlíč – s ventilátorem				
$\beta_a$ [m/h]	$m_{wo}$ [g/h]	$x_i$ [kg/kg]	$\varphi_i$ [%]	$t_i$ [°C]
6,04	13,25	10,23	64,7	21,4
6,03	13,08	10,30	65	21,4
6,02	14,65	10,56	66	21,6
6,02	15,02	10,65	66,5	21,6
6,02	15,18	10,75	67	21,6
6,01	15,83	10,95	67,9	21,7
6,01	16,36	11,08	68,3	21,8

Tab. 60 Naměřené hodnoty čidel a dopočítané hodnoty – malý chrlíč, ventilátor

Velký chrlíč – s ventilátorem				
$\beta_a$ [m/h]	$m_{wo}$ [g/h]	$x_i$ [kg/kg]	$\varphi_i$ [%]	$t_i$ [°C]
6,05	89,22	10,94	67,4	21,8
6,05	72,11	10,03	62,2	21,7
6,06	63,98	9,63	60	21,7
6,07	63,00	9,59	60,2	21,5
6,07	62,01	9,52	60,1	21,4
6,08	62,28	9,48	60	21,4
6,08	66,28	9,76	62,1	21,3

Tab. 61 Naměřené hodnoty čidel a dopočítané hodnoty – velký chrlíč, ventilátor

Kombinace chrličů – s ventilátorem				
$\beta_a$ [m/h]	$m_{wo}$ [g/h]	$x_i$ [kg/kg]	$\varphi_i$ [%]	$t_i$ [°C]
6,04	12,21	9,82	62,5	21,3
6,04	14,56	10,48	66,7	21,3
6,05	15,13	10,66	67,9	21,3
6,05	15,56	10,83	69,1	21,2
6,05	15,56	10,82	69,1	21,2
6,05	15,61	10,81	69,4	21,2
6,05	15,37	10,81	69,1	21,2

Tab. 62 Naměřené hodnoty čidel a dopočítané hodnoty – kombinace, ventilátor

Celkový rozsah hodnot a ostatní parametry použité k výpočtu jsou obsaženy v příloze 7.

### Použité vztahy pro vyhodnocení:

Průtok vzduchu ventilátorů

$$V = v \cdot \frac{\pi \cdot r^2}{4}; r = 80 \text{ mm} \quad [m^3/h]$$

Množství odpařené vody podle vztahu

$$m_{wo} = \frac{\beta_{(p/n)} + \beta_a}{R_v \cdot \bar{T}} \cdot S_h \cdot (p_{V(tw)}'' - p_{V(tt)}) \cdot M_{DL} \quad [g/h]$$

(pro odpar bez ventilátoru)

$$m_{wo} = \frac{V_p}{3600} \cdot \rho \cdot (x_1 - x_2) \quad [kg/s]$$

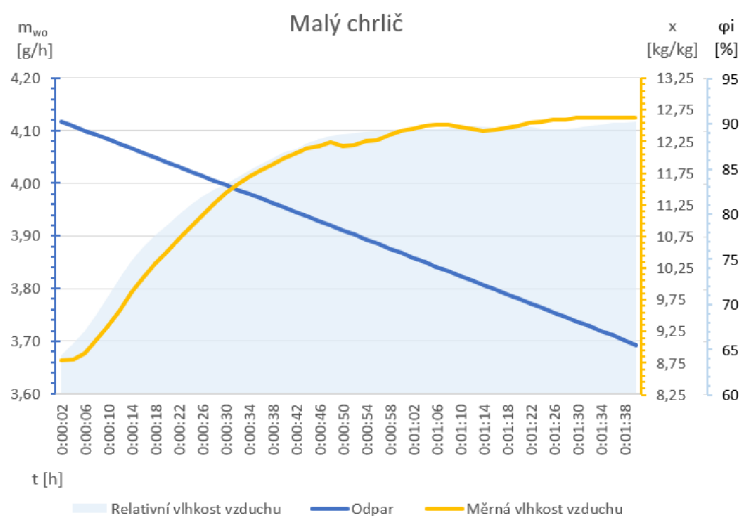
(pro odpar s ventilátorem)

Součinitel přenosu hmoty od vodních atrakcí

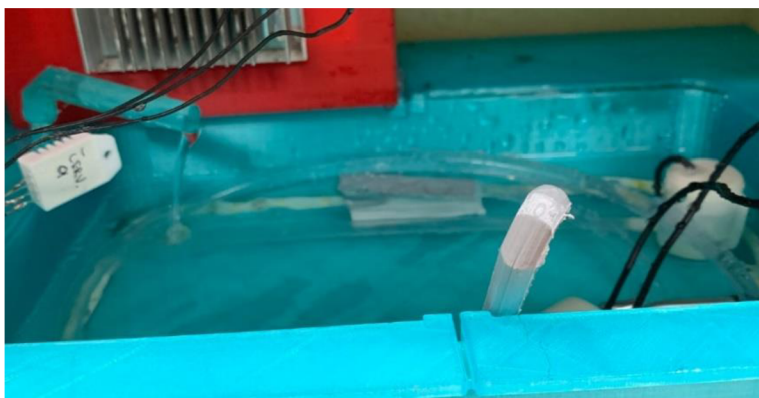
$$\beta_a = 8,33 + 3,89 \cdot w - 0,072 t_u; t_u = (t_i + t_h)/2 \quad [m/h]$$

## 1.3 VÝSLEDKY EXPERIMENTÁLNÍHO MĚŘENÍ

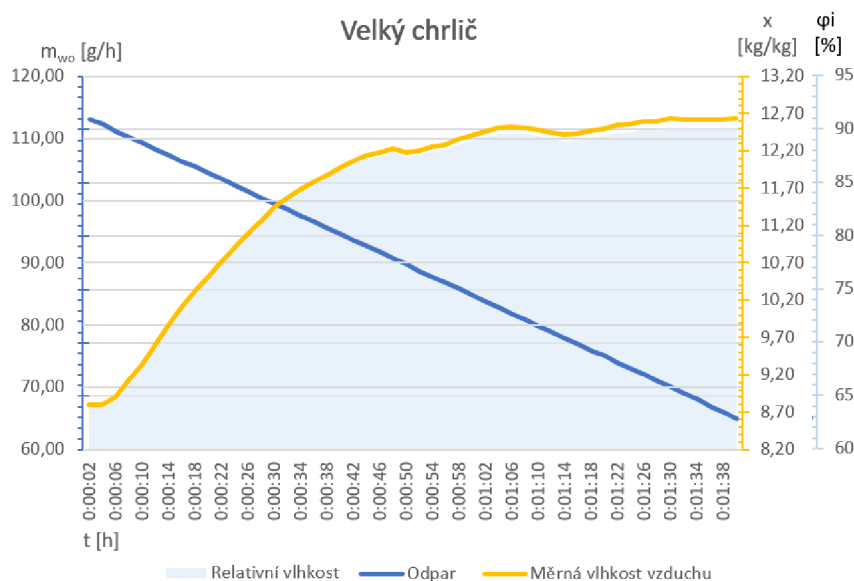
### ODPAR PŘI VYPNUTÉM VENTILÁTORU



**Graf 16** Průběh množství odpařené vody a relativní vlhkosti v čase – malý chrlič

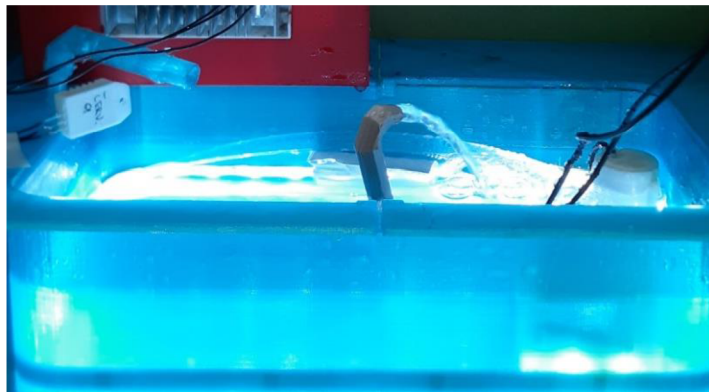


**Obr. 62** Malý chrlič

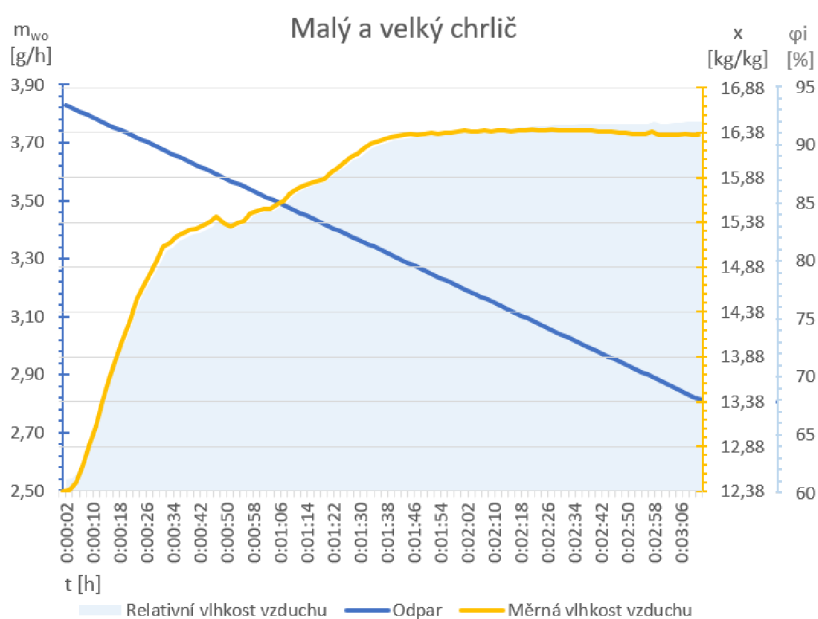


**Graf 17** Průběh množství odpařené vody a relativní vlhkosti v čase – velký chrlič

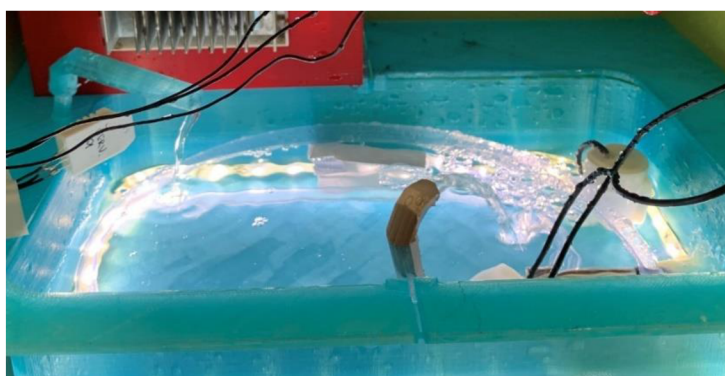




Obr. 63 Velký chrlič



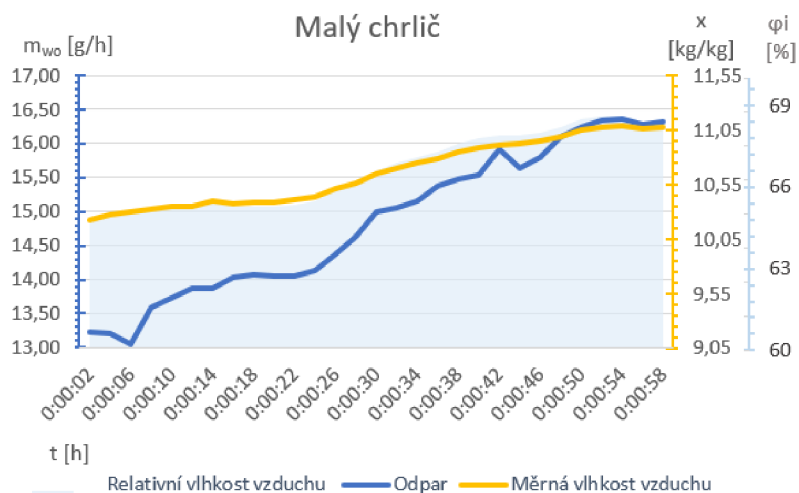
Graf 18 Průběh množství odpařené vody a relativní vlhkosti v čase – kombinace



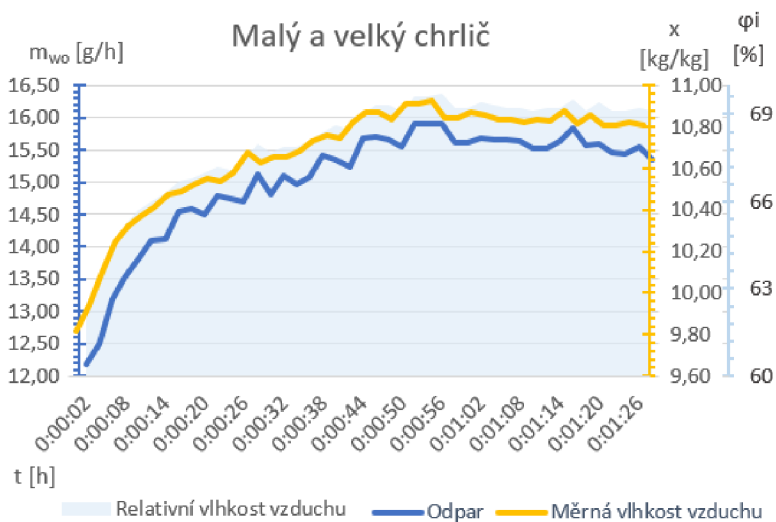
Obr. 64 Kombinace chrličů

Na všech třech grafech je vyobrazeno postupné zvyšování relativní vlhkosti a zároveň snižování množství odpařené vody. Čím větší je relativní vlhkost vzduchu tím je nižší odpar. Proto má křivka odparu klesající tendenci v čase. Během měření byl ventilátor vypnutý.

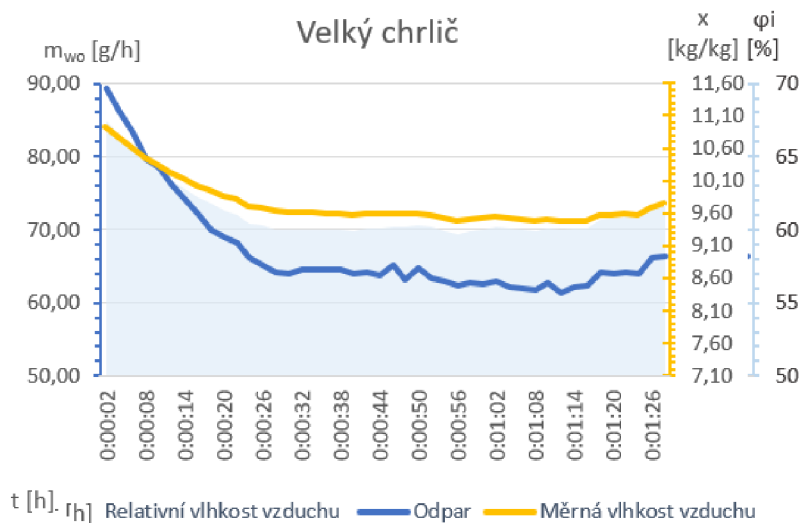
## ODPAR PŘI ZAPNUTÉM VENTILÁTORU



**Graf 19** Průběh množství odpařené vody a relativní vlhkosti v čase – malý chrlič, ventilátor



**Graf 20** Průběh množství odpařené vody a relativní vlhkosti v čase – velký chrlič, ventilátor



**Graf 21** Průběh množství odpařené vody a relativní vlhkosti v čase – kombinace, ventilátor

Z grafů měření odparu s ventilátorem je patrné výrazné ovlivnění odparu prouděním vzduchu z ventilátoru proto průběh není tak hladký jako při měření bez ventilátoru.



*Obr. 65 Příklad týlové sprchy na koupališti [8]*

#### **1.4 ZÁVĚR EXPERIMENTÁLNÍHO MĚŘENÍ**

Ve všech provedených měření dopočítaná hodnota součinitele přednostu hmoty pro vodní atrakce se blížila 6 m/h, což se shoduje s hodnotou uvedenou v normě VDI 2089 pro týlové sprchy.

## ZÁVĚR

Práce se v teoretické části zabývá problematikou kvality vzduchu vnitřního prostředí a bazénových hal. Při návrhu nesmí být podceňovány faktory ovlivňující vnitřní prostředí v budově a pro vytvoření zdravého vnitřního prostředí musí být zvolen správný způsob větrání. Zásadním fyzikálním dějem probíhající v bazénových halách je odpar z bazénové plochy, který je potřeba správně stanovit a následně z bazénové haly odvádět. Práce dále popisuje rizika špatného větrání bazénových hal.

V experimentální části je řešen odpar vody z bazénové plochy v kombinaci s vodními atrakcemi. Měření probíhalo v laboratorních podmínkách na zmenšenině modelu plavecké haly. Plavecký bazén obsahoval 2 chrliče vody, které sloužili k rozpohybování vodní hladiny. Cílem měření bylo stanovení součinitele přenosu hmoty od vodních atrakcí a následné porovnání s normovou hodnotou dle německé normy VDI 2089.

V rámci aplikace tématu byl navržen kompletní návrh vzduchotechniky pro objekt plaveckého bazénu. Pro větrání bazénové haly jsou vytvořeny 2 optimalizace vzduchotechnických jednotek a následně ekonomicky porovnány. Součástí návrhu jsou výkresy v měřítku 1:50 a 1:100 v rozpracováno pro stavební povolení a technická zpráva pro první variantu

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] ZMRHAL, Vladimír. *Větrání rodinných a bytových domů*. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4573-2.
- [2] *Syndrom nemocných/nezdravých budov (SBS). Příznaky, faktory, prevence a kontrola [online]*. In: . [cit. 2020-08-31]. Dostupné z: <https://www.bozp.cz/aktuality/syndrom-nemocnych-budov/>
- [3] GEBAUER, Günter, Olga RUBINOVÁ a Helena HORKÁ. *Vzduchotechnika*. 2. vyd. Brno: ERA, 2007. Technická knihovna (ERA). ISBN 978-80-7366-091-8.
- [4] KONTRA, Jan. *Praktický návrh bazénové odvlhčovací jednotky KLMV – větrací*. TZB-info [online]. 24.4.2012 [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/prumyslova-vzduchotechnika/8522-prakticky-navrh-bazenove-odvlhcovaci-jednotky-klmv-vetraci>
- [5] JOKL, Miloslav. *Technická zařízení budov: interní mikroklima, ventilační a klimatizační technika pro stavební inženýry 1*. Vyd. 4. Praha: ČVUT, 1995. ISBN 80-010-0222-5.
- [6] JELÍNEK, Vladimír a Vladimíra LINHARTOVÁ. *Interní mikroklima v bytových domech*. TZB-info [online]. 27.10.2014 [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/11888-interni-mikroklima-v-bytovych-domech>
- [7] *3. Vlastnosti a účinky radonu na lidský organismus. Měření radonu: v Plzni a okolí [online]*. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://www.radon-servis.cz/Radon/3-Vlastnosti-a-ucinky-radonu-na-lidsky-organismus>
- [8] HEJDUKOVÁ, Iveta. *Koupaliště zažívá rozmarné léto*. In: *Litomeřice [online]*. 7.8.2020 [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://www.litomerice.cz/aktuality/10610-koupaliste-zaziva-rozmarne-let>
- [9] Kabele, K., Veverková, Z., Dvořáková, P.: *Hodnocení vnitřního prostředí budov; sborník konference Technická zařízení pro chytré, zdravé a úsporné budovy 2015, Společnost pro techniku prostředí 2015*, ISBN 978-80-02-02579-5
- [10] RUBÁŠ. *Denní osvětlení a proslunění bytových domů*. TZB-info [online]. 5.3.2007 [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/denni-osvetleni-a-osluneni/3945-denni-osvetleni-a-prosluneni-bytovych-domu>
- [11] KOMÍNEK, Petr a Robert WAWERKA. *Koncentrace oxidu uhličitého v panelových domech po obnově*. ASB [online]. 12.1.2018 [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/technicka-zarizeni-budov/vetrani-a-klimatizace/koncentrace-oxidu-uhliciteho-v-panelovych-domech-po-obnove>

- [12] HEJHÁLEK ML., Jiří. Způsoby větrání bytů a rodinných domů. STAVEBNICTVI3000 [online]. 27.1.2016 [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/zpusoby-vetrani-bytu-a-rodinnych-domu>
- [13] CIFRINEC, Ivan. Větrání bytových domů - Základy teorie větrání. TZB-info [online]. 26.5.2010 [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-bytovych-domu/6507-vetrani-bytovych-domu-zaklady-teorie-vetrani>
- [14] SZÉKYOVÁ, Marta, Karol FERSTL a Richard NOVÝ. Větrání a klimatizace. Bratislava: Jaga, 2006. ISBN 80-807-6037-3.
- [15] JOKL, Miloslav. TZB - technická zařízení budov II: Interní mikroklima, ventilační a klimatizační technika pro stavební inženýry : Určeno pro stud. fak. stavební. Praha: ČVUT, 1989. s. [2]. ISBN 80-01-00081-8. Dostupné také z: <https://ndk.cz/uuid/uuid:0c0ac650-c474-11e3-94ef-5ef3fc9ae867>
- [16] ZMRHAL, Vladimír a Jiří. Systémy větrání obytných budov. TZB-info [online]. 27.10.2011 [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-rodinnych-domu/7937-systemy-vetrani-obytnych-budov>
- [17] Metodický pokyn pro návrh větrání škol pro SC 5.1 a SC 5.3, PO5, OPŽP, Výzva č. 121 a 135. In: Opzp [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: [https://www.opzp.cz/files/documents/storage/2019/05/02/1556778066\\_Metodick%C3%BD%20pokyn%20pro%20n%C3%A1vrh%20v%C4%9Btr%C3%A1n%C3%AD%20C5%A1ko\\_SC%205.1\\_121.v%C3%BDzva.pdf](https://www.opzp.cz/files/documents/storage/2019/05/02/1556778066_Metodick%C3%BD%20pokyn%20pro%20n%C3%A1vrh%20v%C4%9Btr%C3%A1n%C3%AD%20C5%A1ko_SC%205.1_121.v%C3%BDzva.pdf)
- [18] JANOTKOVÁ, Eva. Technika prostředí. Praha: Mezinárodní organizace novinářů, 1991. ISBN 80-214-0258-X.
- [19] NOVÝ, Richard. Ventilátory. Vyd. 2. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2001. ISBN 80-010-2385-0.
- [20] Ventilátory. ELUC [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1930>
- [21] ZMRHAL. Prvky větracích a klimatizačních zařízení (I) - 1. část Ventilátory. TZB-info [online]. 4.12.2006 [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vzduchotechnicka-zarizeni/3733-prvky-vetracich-a-klimatizacnich-zarizeni-i-1-cast>
- [22] Rozdělení filtrů do tříd, vlastnosti filtrů a typické příklady použití. TROX-Technik KS [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://www.ksklimaservice.cz/cz/rozdeleni-filtru-do-trid-vlastnosti-filtru-a-typicke-priklady-pouziti>
- [23] ZMRHAL, Vladimír a František DRKAL. NÁVRH A DIMENZOVÁNÍ CHLADIVOVÉHO KLIMATIZAČNÍHO SYSTÉMU. Fakulta strojní ČVUT v Praze [online]. 2007 [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: [http://www.users.fs.cvut.cz/~zmrhavla/Publikace/CHKS\\_2007.pdf](http://www.users.fs.cvut.cz/~zmrhavla/Publikace/CHKS_2007.pdf)

- [24] In: EKOFILTR [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://www.ekofiltr.cz/kategorie/kompaktni-filtry>
- [25] KOMPAKTNÍ KAPSOVÝ FILTR VILEDON® G35 – SPOLEHLIVÝ, BEZPEČNÝ, ROBUSTNÍ. In: Filcom-group [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://filcom-group.com/cz/vyrobky/filtrace-vzduchu/kapsove%CC%81-filtry/kompaktni-kapsovy-filtr-viledonr>
- [26] VYBÍRAL, Pavel. Filtrace ve VZT jednotkách pro nucené větrání rodinných domů II.: Zaměřeno na malé jednotky pro nucené větrání rodinných domů. TZB-info [online]. 20.6.2016 [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-rodinnych-domu/14359-filtrace-ve-vzt-jednotkach-pro-nucene-vetrani-rodinnych-domu-ii>
- [27] TICHÝ ZABIJÁK OXID UHELNATÝ. In: Zdravotnická záchranná služba Královohradeckého kraje [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://www.zzskhk.cz/cs/tichy-zabijak-oxid-uhelnaty>
- [28] LOM, Michal. TZB-info [online]. 22.4.2013 [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/regulace-vetrani-klimatizace/9796-model-rizeni-vzduchotechnicke-jednotky>
- [29] SCHWARZER, Jan. Teorie vlhkého vzduchu (III): Základní úpravy vlhkého vzduchu. TZB-info [online]. 26.6.2006 [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/teorie-a-vypocty-vetrani-klimatizace/3382-teorie-vlhkeho-vzduchu-iii>
- [30] AERO MASTER Cirrus katalog. In: Remak [online]. 7.8.2020 [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: [https://www.remak.eu/sites/default/files/files/cz\\_aeromaster\\_cirrus\\_catalog\\_0.pdf](https://www.remak.eu/sites/default/files/files/cz_aeromaster_cirrus_catalog_0.pdf)
- [31] BLASINSKI, Petr. Optimalizace distribuce vzduchu bazénových hal. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební, 2014.
- [32] Vzduchotechnické systémy pro kryté bazény. Robatherm [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: [https://www.robatherm.com/de/system/files/robatherm\\_swimmingpools\\_cze.pdf](https://www.robatherm.com/de/system/files/robatherm_swimmingpools_cze.pdf)
- [33] Vzduchotechnické systémy pro kryté bazény. Flair [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://www.flair.cz/adsorbncni-odvlhcovace-dst-seibu-giken>
- [34] Plísňe – mikroskopické vláknité houby. Plísňe v bytech, v domech, na fasádách: vše o plísňích a opatření proti nim [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://www.plisne.com/>
- [35] Vyhlášky č. 238/2011 Sb.: hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích hracích ploch. In: . Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-238?citace=1>

- [36] IZOLACE S AL FILMEM, SAMOLEPICÍ - K-FLEX AL CLAD - PÁSY. In: Gumex [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://www.gumex.cz/izolace-s-al-filmem-samolepici-k-flex-al-clad-pasy-02567320>
- [37] Venkovní jednotka Sinclair MS MV-E36BI 10,5kW. In: ELKAP [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://www.elkap.shop/kanalova-jednotka-multi-sinclair-mv-d12bi-3-5kw>
- [38] Venkovní jednotka Sinclair MS MV-E36BI 10,5kW. In: ELKAP [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://www.elkap.shop/venkovni-jednotka-sinclair-ms-mv-e36bi>

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

### Zkratky

SBS	Syndrom nemocných budov
WHO	Světová zdravotnická organizace
ZZT	Zpětné získávání tepla
VZT	Vzduchotechnika
MaR	Měření a regulace
EPS	Požární signalizace
CHUC	Chráněná úniková cesta
PD	Projektová dokumentace
ZTI	Zdravotně technické instalace
ÚT	Ústřední vytápění
CHL	Chlazení
VDI	Verein Deutscher Ingenieure (sdružení německých inženýrů)
CO	Oxid uhelnatý
CO <sub>2</sub>	Oxid uhličitý
NCL <sub>3</sub>	Chlorid dusný (Trichlor-amin)

### Fyzikální veličiny

A	Pohltivá plocha	[m <sup>2</sup> ]
d	Tloušťka	[m]
h	Entalpie	[kJ/kg]
L	Délka, akustický výkon	[m], [dB]
m	Vlhkostní zátěž	[g/s]
n	Násobnost výměny	[h <sup>-1</sup> ]
Ø	Průměr	[m]
p	Tlak	[Pa]
Q	Výkon, směrový součinitel	[W], [-]
r	Vzdálenost	[m]
R	Tlaková ztráta třením, plynová konstanta, odpor	[Pa/m], [J/(kg.K)], [(m <sup>2</sup> .K)/W]



S	Plocha, povrch	[m <sup>2</sup> ]
t	Teplota	[°C]
T	Teplota	[K]
U	Obvod, součinitel prostupu tepla	[m],[W/(m <sup>2</sup> .K)]
v	Rychlost	[m/s]
V	Objemový průtok	[m <sup>3</sup> /h]
x	Měrná vlhkost	[kg/kg]
Z	Tlaková ztráta vřazenými odpory	[Pa]
β	Součinitel přenosu hmoty konvencí	[m/h]
ξ	Vřazený odpor	[-]
ρ	Hustota	[kg/m <sup>3</sup> ]
φ	Relativní vlhkost	[%]

## SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

<b>Obr. 1</b> Složky vnitřního prostředí [9] .....	13
<b>Obr. 2</b> Rozpad radia 226Ra na radonové složky [7] .....	14
<b>Obr. 3</b> Působení koncentrace CO <sub>2</sub> na člověka vyjádřená v ppm (parts per milion) [11].....	15
<b>Obr. 4</b> Typy základních pachů [5] .....	15
<b>Obr. 5</b> Působení CO na člověka [27].....	16
<b>Obr. 6</b> Způsoby přirozeného větrání [13] .....	17
<b>Obr. 7</b> Způsoby nuceného větrání [17].....	18
<b>Obr. 8</b> Symboly označení vzduchotechnických prvků a příslušenství [30].....	19
<b>Obr. 9</b> Radiální a axiální ventilátor [20].....	20
<b>Obr. 10</b> Diagonální ventilátor (1 - oběžné kolo, 2 – skříň, 3 - sání, 4 – výtlač, 5 - pohon) [21] ..	20
<b>Obr. 11</b> Diametrální ventilátor (1 - oběžné kolo, 2 - sání, 3 - výtlač, 4 - skříň) [21] .....	20
<b>Obr. 12</b> Rámečkový, kapsový a kompaktní filtry [24],[25],[26] .....	22
<b>Obr. 13</b> Změna stavu v HX diagramu – ohřev a chlazení [29] .....	23
<b>Obr. 14</b> Změna stavu v HX diagramu – vlhčení [29] .....	23
<b>Obr. 15</b> Metody odvlhčování [33].....	24
<b>Obr. 16</b> Důsledky problémů s vlhkostí .....	26
<b>Obr. 17</b> Některé druhy plísní a jejich součásti .....	27
<b>Obr. 18</b> Schéma tvorby NCL <sub>3</sub> .....	27
<b>Obr. 19</b> Rozdělení na funkční celky 1.PP.....	30
<b>Obr. 20</b> Rozdělení na funkční celky 1.PP.....	31
<b>Obr. 21</b> Rozdělení na funkční celky 1.PP.....	32
<b>Obr. 22</b> Výstup z programu TERUNA – Graf vnitřních zisků v místnosti plavecký bazén.....	38
<b>Obr. 23</b> Výstup z programu TERUNA – Graf vnitřních zisků v místnosti Relaxační hala.....	39
<b>Obr. 24</b> Štěrbinová výust' HELLA -2-1000.....	53
<b>Obr. 25</b> Vířivý anemostat TROX VDW .....	54
<b>Obr. 26</b> Talířový ventil TROX pro odvod a přívod .....	55
<b>Obr. 27</b> Schéma dimenzování přívodní větve k zařízení 3.001 .....	56
<b>Obr. 28</b> Schéma dimenzování odvodní větve k zařízení 3.001 .....	58
<b>Obr. 29</b> Grafické znázornění jednotky 1.001.....	60
<b>Obr. 30</b> Schéma popisující funkci odvlhčování.....	60

<b>Obr. 40</b>	Grafické znázornění jednotky 2.001 .....	61
<b>Obr. 41</b>	Grafické znázornění jednotky 3.001 .....	62
<b>Obr. 42</b>	Grafické znázornění jednotky 4.001 a 5.001 .....	62
<b>Obr. 43</b>	Ventilátor TD 350/125 SILENT .....	64
<b>Obr. 44</b>	Ventilátor TD 160/100 SILENT .....	64
<b>Obr. 45</b>	Ventilátor TD 800/200 SILENT .....	65
<b>Obr. 46</b>	Ventilátor TD 350/125 SILENT .....	65
<b>Obr. 47</b>	Ventilátor TD 800/200 SILENT .....	66
<b>Obr. 48</b>	Ventilátor TD 800/200 SILENT .....	66
<b>Obr. 49</b>	Ventilátor TD 160/100 SILENT .....	67
<b>Obr. 50</b>	Ventilátor TD 350/125 SILENT .....	67
<b>Obr. 51</b>	Ventilátor TD 160/100 SILENT .....	68
<b>Obr. 52</b>	Ventilátor TD 500/150 SILENT .....	68
<b>Obr. 53</b>	Schéma posouzení útlumu hluku jednotky 3.001 .....	69
<b>Obr. 54</b>	Izolace K – Flex AL CLAD [36].....	76
<b>Obr. 55</b>	Schéma provozu [23] .....	77
<b>Obr. 56</b>	VZT jednotka – varianta 1. ....	78
<b>Obr. 57</b>	VRV systém – varianta 1. [37],[38].....	78
<b>Obr. 58</b>	HX Diagram pro letní provoz – varianta 1. ....	79
<b>Obr. 59</b>	HX Diagram pro zimní provoz – varianta 1. ....	80
<b>Obr. 60</b>	VZT jednotka – varianta 2. ....	81
<b>Obr. 61</b>	Adsorpční odvlhčovací jednotka –varianta 2. [33] .....	82
<b>Obr. 62</b>	Princip odvlhčování a schéma odvlhčovací jednotky [33] .....	82
<b>Obr. 63</b>	Proces odvlhčení v HX – diagramu [33] .....	83
<b>Obr. 64</b>	Model bazénové haly.....	98
<b>Obr. 65</b>	Schéma měřených hodnot experimentu .....	98
<b>Obr. 66</b>	Vrtulový a žahavý anemometr.....	99
<b>Obr. 67</b>	Sestava pro zpracování dat a instalace čidel.....	99
<b>Obr. 68</b>	Příprava modelu na měření .....	100
<b>Obr. 69</b>	Model v průběhu experimentu .....	100
<b>Obr. 70</b>	Měření rychlosti vzduchu nad hladinou .....	101
<b>Obr. 71</b>	Malý chrlič .....	104
<b>Obr. 72</b>	Velký chrlič .....	105
<b>Obr. 73</b>	Kombinace chrličů.....	105
<b>Obr. 74</b>	Příklad týlové sprchy na koupališti [8] .....	107

## SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

<b>Tab. 1</b>	Rozdělení filtrů do tříd [22] .....	21
<b>Tab. 2</b>	Regenerační odvlhčování silikagelovým rotorem [33].....	24
<b>Tab. 3</b>	Mikroklimatické požadavky dle vyhlášky 238/2011 Sb. [35] .....	25
<b>Tab. 4</b>	Požadavky na teploty vnitřního prostředí dle VDI 2089 .....	25
<b>Tab. 5</b>	Požadavky na teplotu bazénové vody dle VDI 2089 .....	26
<b>Tab. 6</b>	Výpočtové klimatické hodnoty podle ČSN 38 3350 za období 1901–1950 .....	33
<b>Tab. 7</b>	Skladby konstrukcí a výpočty součinitelů prostupu tepla.....	35
<b>Tab. 8</b>	Shrnutí hodnot součinitelů prostupu tepla konstrukcí.....	35

<b>Tab. 9</b>	Tepelné ztráty místností v 1.NP .....	37
<b>Tab. 10</b>	Tepelné ztráty místností v 2.NP .....	38
<b>Tab. 11</b>	Součinitel přenosu hmoty pro bazény dle VDI 2089 (nové vydání) [32].....	40
<b>Tab. 12</b>	Součinitel přenosu hmoty pro vodní atrakce [32] .....	41
<b>Tab. 13</b>	Výpočet odparu vody z vodní hladiny plaveckého bazénu .....	42
<b>Tab. 14</b>	Výpočet vodní hladiny z vodní atrakce v relaxační hale .....	43
<b>Tab. 15</b>	Výpočet odparu z vodní atrakce v relaxační hale.....	44
<b>Tab. 16</b>	Výpočet vodní hladiny z vodní atrakce v relaxační hale .....	45
<b>Tab. 17</b>	Celkový odpar z vodních ploch v místnosti Relaxační hala.....	45
<b>Tab. 18</b>	Hodnoty výměny vzduchu v prostoru dle vyhl. 238/2011 Sb .....	46
<b>Tab. 19</b>	Dávky čerstvého vzduchu na zařizovací předmět dle nařízení vlády 361/2007 Sb.....	47
<b>Tab. 20</b>	Výpočet průtoku vzduchu pro bazénovou halu. ....	47
<b>Tab. 21</b>	Výpočet průtoku vzduchu pro relaxační halu.....	47
<b>Tab. 22</b>	Výpočet průtoků vzduchu ve vstupním prostoru .....	48
<b>Tab. 23</b>	Výpočet průtoků vzduchu v 1.NP prostor šaten.....	49
<b>Tab. 24</b>	Výpočet průtoku vzduchu ve 2.NP Wellness .....	50
<b>Tab. 25</b>	Stanovení průtoků vzduchu v prostorách bazénové úpravy .....	51
<b>Tab. 26</b>	Součet průtoků pro zařízení v 1.PP.....	51
<b>Tab. 27</b>	Stanovení průtoku vzduchu v ostatních prostorech .....	52
<b>Tab. 28</b>	Součet průtoků pro zařízení v 1.NP a 2.NP .....	52
<b>Tab. 29</b>	Stanovené parametry štěrbínové výustě .....	53
<b>Tab. 30</b>	Parametry použitých štěrbínových výustí .....	54
<b>Tab. 31</b>	Parametry použitých vířivých anemostatů.....	54
<b>Tab. 32</b>	Stanovené parametry talířového ventilu s průtokem 200 m <sup>3</sup> /h .....	55
<b>Tab. 33</b>	Parametry použitých talířových ventilů pro přívod a odvod vzduchu .....	56
<b>Tab. 34</b>	Tabulka dimenzování hlavní větve k zařízení 3.001 - přívod .....	57
<b>Tab. 35</b>	Tabulka dimenzování vedlejších větví k zařízení 3.001 - přívod.....	57
<b>Tab. 36</b>	Tabulka dimenzování hlavní větve k zařízení 3.001 odvod .....	58
<b>Tab. 37</b>	Tabulka dimenzování vedlejších větví k zařízení 3.001 - odvod.....	59
<b>Tab. 38</b>	Parametry vzduchotechnické jednotky 1.001 .....	61
<b>Tab. 43</b>	Parametry vzduchotechnické jednotky 2.001 .....	61
<b>Tab. 44</b>	Parametry vzduchotechnické jednotky 3.001 .....	62
<b>Tab. 45</b>	Parametry vzduchotechnické jednotky 4.001 a 5.001 .....	62
<b>Tab. 46</b>	Parametry vzduchotechnické jednotky 6.001 a 7.001 .....	63
<b>Tab. 47</b>	Šíření hluku přívodu – zařízení 3.001 .....	69
<b>Tab. 48</b>	Šíření hluku odvod – zařízení 3.001.....	70
<b>Tab. 49</b>	Šíření hluku sání– zařízení 3.001 .....	70
<b>Tab. 50</b>	Šíření hluku výfuk – zařízení 3.001 .....	71
<b>Tab. 51</b>	Návrh tlumiče na přívodu – zařízení 3.001 .....	72
<b>Tab. 52</b>	Návrh tlumiče na odvodu – zařízení 3.001 .....	73
<b>Tab. 53</b>	Návrh tlumiče na sání z exteriéru – zařízení 3.001.....	74
<b>Tab. 54</b>	Návrh tlumiče na výfuk do exteriéru – zařízení 3.001 .....	75
<b>Tab. 55</b>	Návrh izolací potrubí k zařízení 3.001 - VSTUP.....	76
<b>Tab. 39</b>	Parametry jednotek – varianta 1.....	77
<b>Tab. 40</b>	Parametry VZT jednotky – varianta 1.....	78
<b>Tab. 41</b>	Parametry VZT jednotky – varianta 2.....	81
<b>Tab. 42</b>	Parametry odvlhčovací jednotky – varianta 2. [33].....	82

<b>Tab. 56</b>	Psychrometrické parametry vody a vstupní hodnoty pro vyhodnocení odparu.....	101
<b>Tab. 57</b>	Naměřené hodnoty čidel a dopočítané hodnoty – malý chrlič .....	101
<b>Tab. 58</b>	Naměřené hodnoty čidel a dopočítané hodnoty – velký chrlič.....	102
<b>Tab. 59</b>	Naměřené hodnoty čidel a dopočítané hodnoty – kombinace.....	102
<b>Tab. 60</b>	Naměřené hodnoty čidel a dopočítané hodnoty – malý chrlič, ventilátor.....	102
<b>Tab. 61</b>	Naměřené hodnoty čidel a dopočítané hodnoty – velký chrlič, ventilátor .....	102
<b>Tab. 62</b>	Naměřené hodnoty čidel a dopočítané hodnoty – kombinace, ventilátor .....	103

## SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ

<b>Graf 1</b> Stanovení parametrů štěrbinové výustě pro daný průtok.....	53
<b>Graf 2</b> Stanovení parametrů přívodního talířového ventilu s průtokem 200 m <sup>3</sup> /h.....	55
<b>Graf 7</b> Stanovení statického tlaku V1 .....	64
<b>Graf 8</b> Stanovení statického tlaku V2 .....	64
<b>Graf 9</b> Stanovení statického tlaku V3 .....	65
<b>Graf 10</b> Stanovení statického tlaku V4 .....	65
<b>Graf 11</b> Stanovení statického tlaku V5 .....	66
<b>Graf 12</b> Stanovení statického tlaku V6 .....	66
<b>Graf 13</b> Stanovení statického tlaku V7 .....	67
<b>Graf 14</b> Stanovení statického tlaku V8 .....	67
<b>Graf 15</b> Stanovení statického tlaku V9 .....	68
<b>Graf 16</b> Stanovení statického tlaku V10.....	68
<b>Graf 17</b> Posouzení denních nákladů bazénové VZT .....	84
<b>Graf 18</b> Posouzení letních denních nákladů bazénové VZT .....	85
<b>Graf 19</b> Posouzení zimních denních nákladů bazénové VZT .....	85
<b>Graf 20</b> Průběh množství odpařené vody a relativní vlhkosti v čase – malý chrlič.....	104
<b>Graf 21</b> Průběh množství odpařené vody a relativní vlhkosti v čase – velký chrlič .....	104
<b>Graf 22</b> Průběh množství odpařené vody a relativní vlhkosti v čase – kombinace .....	105
<b>Graf 24</b> Průběh množství odpařené vody a relativní vlhkosti v čase – velký chrlič, ventilátor .	106
<b>Graf 23</b> Průběh množství odpařené vody a relativní vlhkosti v čase – malý chrlič, ventilátor..	106
<b>Graf 25</b> Průběh množství odpařené vody a relativní vlhkosti v čase – kombinace, ventilátor .	106

## SEZNAM PŘÍLOH

1. Půdorys 1.PP
2. Půdorys 1.NP
3. Půdorys 2.NP
4. Axonometrie 1.NP
5. Axonometrie 2.NP
6. Axonometrie 1.PP
7. Hodnoty experimentálního měření