

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA STAVEBNÍ**

**KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**



**NÁVRH VĚTRÁNÍ ZÁKLADNÍ ŠKOLY**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**ZUZANA PLOJHAROVÁ**

**Vedoucí bakalářské práce:**

**doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.**

**2016/2017**

# Obsah

1	Úvod .....	3
1.1	Cíl práce.....	3
1.2	Popis objektu .....	3
2	Koncepce větrání .....	5
3	Návrh větrání .....	6
3.1	Nucené rovnotlaké větrání – centrální .....	6
3.2	Nucené rovnotlaké větrání – jídelna .....	7
3.3	Podtlakové větrání .....	7
4	Stanovení množství větracího vzduchu .....	8
4.1	Učebny.....	8
4.1.1	Podle počtu osob.....	8
4.1.2	Podle produkce CO <sub>2</sub> .....	9
4.2	Společné prostory .....	11
4.2.1	Podle podlahové plochy.....	11
4.2.2	Podle doporučené výměny vzduchu .....	11
4.2.3	Dle maximálního počtu osob .....	12
4.2.4	Podle produkce CO <sub>2</sub> .....	12
4.3	Hygienické zázemí.....	14
4.4	Kuchyňka a přípravná jídelna.....	15
5	Návrh distribučních prvků .....	16
5.1	Tkaninové vyústky.....	16
5.2	Anemostaty .....	21
5.3	Talířové ventily.....	24
5.4	Digestoř .....	26
6	Návrh potrubní sítě .....	27
7	Výpočet tlakových ztrát.....	37
8	Návrh vzduchotechnických jednotek a ventilátorů.....	45
8.1	Vzduchotechnická jednotka centrálního rovnotlakého větrání.....	45
8.2	Vzduchotechnická jednotka rovnotlakého větrání jídelny a zázemí.....	45
8.3	Střešní ventilátory pro odvod vzduchu z místností hygienického zázemí .....	45
8.4	Ventilátor do potrubí pro odvod vzduchu z místností hygienického zázemí.....	46
9	Zdroje.....	47
9.1	Seznam použité literatury .....	47
9.2	Seznam použitých zdrojů.....	47
9.3	Zdroje obrázků.....	49

# 1 ÚVOD

---

## 1.1 CÍL PRÁCE

Cílem projektu je navrhnout vhodný systém větrání do novostavby základní školy Magic Hill v Říčanech u Prahy. Návrh vychází z podkladů projektové dokumentace daného objektu, kterou jsem vytvořila během dřívějšího studia pod vedením doc. Ing. Jiřího Pazderky Ph.D. na základě architektonické studie.

Návrh je rozdělen do několika dílčích částí. Koncepce větrání řeší systém větrání objektu jako celku. Návrh větrání se zabývá danou problematikou podrobněji s ohledem na vedení rozvodů vzduchotechniky, distribuční prvky a vzduchotechnické jednotky. Po definování základního konceptu větrání následuje stanovení množství větracího vzduchu pro jednotlivé místnosti a popis navržených distribučních prvků do konkrétních zón základní školy. Na základě těchto dat je navržena potrubní síť vzduchotechniky a vypracovány výkresy. Následuje výpočet tlakových ztrát vzduchotechnické potrubní sítě a návrh vzduchotechnických jednotek a ventilátorů.

## 1.2 POPIS OBJEKTU

Předmětem projektu je novostavba základní školy v Říčanech u Prahy. Účelem užívání stavby je výchova a vzdělávání dětí a mládeže. Jedná se o stavbu pro školství a vzdělávání včetně dalších pomocných provozů (výdejna jídel) a zázemí.

Jedná se o samostatně stojící objekt s nepravidelným půdorysem a plochou střechou zasazený do svahu. Z přilehlé ulice probíhající podél jižní fasády budovy je objekt přímo viditelný od 2.NP výše. 1.NP je v centrální části budovy řešeno z jižní strany jako suterén, křídla budovy jsou od terénu oddělena opěrnou stěnou. Ze dvora na severní straně je objekt celý nad terénem. Základní škola disponuje dvěma plnohodnotnými nadzemními podlažími a třetím nadzemním podlažím zasahujícím pouze na část půdorysu.

V 1.NP jsou umístěny učebny pro děti prvních a druhých tříd, ateliér, herna, jídelna s přípravnou jídelna, technické zázemí objektu, kanceláře a místnosti hygienického zázemí. Ve 2.NP základní školy je umístěn hlavní vchod do objektu, učebny pro děti třetích a vyšších tříd, šatny, kanceláře a místnosti hygienického zázemí. Ve 3.NP se nachází studovna, učebny pro nejstarší žáky, ředitelna a místnosti hygienického zázemí. Všechna tři nadzemní podlaží jsou propojena v centrální části objektu třiramenným schodištěm s výtahem. Objekt je vybaven ještě jedním schodištěm pro případnou evakuaci osob, které prochází pouze 1.NP a 2.NP.

Do objektu se vstupuje z nádvoří přiléhajícímu k ulici Mánesova. Hlavní vchod do objektu je umístěn ve střední části budovy ve 2.NP. Z 1.NP je možné skrz vstup na terasu vyjít přímo na pozemek školy za objektem.

Užitné prostory školy jsou umístěny na straně zahrady. Objekt je orientován na pozemku tak, že okna učeben a většiny kanceláří směřují na sever nebo na západ směrem na pozemek školy. V části objektu k přiléhající ulici Mánesova se nachází místnosti hygienického zázemí, šatny, technická místnost, vstupní zádveří, v 1.NP kanceláře a ve 3.NP studovna.

Stropy v celém objektu, kromě technické místnosti v 1.NP, jsou opatřeny podhledy z SDK desek. Hlavním důvodem zřízení podhledů je stropní konstrukce tvořená předpjatými stropními panely Spiroll, které jsou ukládány na velká rozpětí. Po zatížení stropu vytváří stropní panely nerovnosti, které není vhodné vyrovnávat omítkou. Podhledy jsou využity i pro krytí rozvodů vzduchotechniky.

## 2 KONCEPCE VĚTRÁNÍ

---

Větrání objektu navrhuji jako kombinaci větrání nuceného a přirozeného (viz přílohy 1, 2 a 3 části návrhu větrání základní školy).

Většina prostorů objektu (učebny, chodby a společné prostory) je větrána nuceně rovnotlacc. Nucené rovnotlaké větrání se stará o přívod čerstvého venkovního vzduchu a odvod škodlivin z prostorů s trvalým výskytem velkého počtu osob. Tím zajišťuje požadovanou kvalitu vnitřního vzduchu v místnostech s dlouhodobým výskytem žáků i zaměstnanců školy. Množství přiváděného vzduchu do prostoru navrhuji řídit podle koncentrace CO<sub>2</sub>, jedná se tedy o systém s proměnným průtokem vzduchu.

Hygienická zázemí objektu jsou větrána nuceně podtlakově. Škodliviny vznikající v těchto prostorech jsou odváděny přímo od svého zdroje a čerstvý venkovní vzduch je přísáván z chodby sousedící s místnostmi hygienického zázemí. Z tohoto důvodu je třeba do chodby přivádět vzduch nejen pro vlastní rovnotlaké větrání, ale také na pokrytí podtlakového větrání hygienického zázemí objektu. Dveře je třeba osadit větracími mřížkami.

V prostorech určených výhradně pro vyučující a další zaměstnance školy (kanceláře, zasedací místnost a ředitelna) navrhuji větrání přirozené pomocí provětrávání ručně otevíratelnými okny z důvodu pouze krátkodobého pobytu malého počtu osob.

Technická místnost v 1.NP, vstupní zádveří a požární schodiště jsou větrány infiltrací z okolních místností.

Instalační šachty větrány nejsou.

## 3 NÁVRH VĚTRÁNÍ

---

### 3.1 NUCENÉ ROVNOTLAKÉ VĚTRÁNÍ – CENTRÁLNÍ

Nucené rovnotlaké větrání zajišťuje větrání všech učeben, chodeb, společných šaten žáků a herny dané základní školy.

Hlavní rozvod vzduchu v objektu obstarávají stoupací potrubí procházející podél jižní obvodové stěny v centrální části objektu. V 1.NP ústí v technické místnosti, v 2.NP prochází šatnami žáků a ve 3.NP centrální chodbou. V 1.NP není třeba stoupací potrubí nijak zakrývat, protože se nachází v technické místnosti, v dalších podlažích jsou potrubí opláštěna SDK stěnami.

Páteční rozvody vzduchu v jednotlivých patrech objektu jsou vedeny v SDK podhledech na chodbách. Všechny rozvody jsou navrženy ze čtyřhranného potrubí z pozinkovaného plechu. Na páteční rozvod se napojují rozvody vzduchu učeben, shromažďovacích prostorů, šaten a rozvody distribučních prvků zajišťujících výměnu vzduchu na chodbách.

Přívod vzduchu do učeben zajišťují textilní vyústky zavěšené pod podhledem vždy v přední části učebny nad tabulí. Textilní vyústky jsou pro přívod vzduchu použity z důvodu zajištění rovnoměrné distribuce vzduchu bez vznikajícího průvanu a kvůli snadné čistitelnosti. Přívod vzduchu do ostatních prostorů je zajištěn lamelovými anemostaty. Odvod vzduchu ze všech prostorů s centrálním rovnotlakým větráním zajišťují anemostaty pro odvod vzduchu. Průtok vzduchu do jednotlivých prostorů je řízen pomocí regulačních klapek na základě koncentrace CO<sub>2</sub>.

Centrální nucené rovnotlaké větrání je poháněno vzduchotechnickou jednotkou, kterou z důvodu nedostatečné velikosti technické místnosti v 1.NP umístí na střechu budovy. Z estetických i provozních důvodů navrhuji pro umístění vzduchotechnické jednotky vytvořit na střeše zděnou nástavbu na části půdorysu stropu 3.NP. Úkolem vzduchotechnické jednotky je dopravit čerstvý vzduch požadované kvality (filtrace, ohřev) k přírodním distribučním prvkům v objektu a odvést odpadní vzduch z obsluhovaných prostorů. Vzduchotechnická jednotka přiváděný vzduch nechladí ani neupravuje jeho vlhkost. Hlavním důvodem je vhodná orientace objektu otevřenou fasádou na sever a severozápad. Vzduchotechnická jednotka na základě požadovaných úprav vzduchu obsahuje filtry, ventilátory pro přívod a odvod vzduchu, vodní ohřívací komoru a deskový výměník zpětného získávání tepla z odpadního vzduchu, kvůli snížení energetické náročnosti. Primární ohřev vzduchu zajišťuje rekuperační výměník, případný další ohřev zajistí ohřívací komora napojená na vodní otopnou soustavu objektu.

### **3.2 NUCENÉ ROVNOTLAKÉ VĚTRÁNÍ – JÍDELNA**

Nucené rovnotlaké větrání jídelny a přípravný jídla tvoří samostatný ucelený systém z důvodu jiného denního provozu.

Rozvody vzduchotechnického potrubí jsou taktéž tvořeny čtyřhranným potrubím z pozinkovaného plechu. Na páteřní rozvod jsou přímo připojeny distribuční prvky pro přívod i odvod vzduchu.

Vzduch je do prostoru přiváděn i odváděn pomocí lamelových anemostatů.

Vzduchotechnickou jednotku navrhuji, z důvodu nedostatečného prostoru v zázemí přípravný jídla, umístit ven pod okno přípravný jídel. Jednotka umístěná za objektem a pod úrovní terénu přiléhající komunikace nenaruší estetický vzhled budovy. Vzduchotechnická jednotka, obsluhující jídelnu a přípravný jídla, zajišťuje stejné úpravy vzduchu jako jednotka centrálního větrání, je tedy tvořena stejnými komponenty, ale ve venkovním provedení. Přívod vzduchu do jídelny pokrývá i odvod vzduchu způsobený podtlakovým větráním úklidové místnosti a WC v zázemí přípravný a odvod vzduchu od sporáku v kuchyňce.

### **3.3 PODTLAKOVÉ VĚTRÁNÍ**

Podtlakové větrání je navrženo v hygienickém zázemí objektu (dívčí a chlapecké WC, WC pro zaměstnance a WC pro osoby se sníženou schopností pohybu a orientace a místnosti úklidu) a v kuchyňce. Podtlakové větrání je řešeno jednotlivě po místních celcích. Největší celek tvoří odvod vzduchu z hygienických zázemí umístěných nad sebou v 1. NP a 2.NP. Další celek tvoří podtlakové větrání hygienického zázemí ve 3.NP. Od sporáku v kuchyňce je odvod vzduchu řešen zcela samostatně a vzduch je odváděn přes fasádu objektu. Poslední celek podtlakového větrání tvoří odvod vzduchu z WC a úklidové místnosti v zázemí přípravný jídla. Do prostorů s podtlakovým větráním je vzduch přiváděn ze sousedních místností s rovnotlakým větráním pomocí větracích mřížek ve dveřích.

Vzduchotechnické rozvody podtlakového větrání objektu jsou navrženy kruhového průřezu z pozinkovaného plechu. Rozvody jsou vedeny v SDK podhledu. Páteřní část rozvodu směřuje přímo k nejbližší instalační šachtě procházející až do nejvyššího podlaží. Instalační šachtou je stoupací potrubí vyvedeno na střechu objektu. V případě odvodu vzduchu z kuchyňky, úklidové místnosti a WC v zázemí přípravný jídla je odvod vzduchu veden podhledem ven před fasádu.

Jako koncové vzduchotechnické elementy pro odvod vzduchu z hygienických zázemí jsou použity talířové ventily, v případě kuchyňky se jedná o digestoř.

Ventilátory zajišťující odtah vzduchu z hygienických zázemí, kromě hygienického zázemí přípravný jídla, jsou řešeny jako centrální s odvodem vzduchu z více místností. Umístění ventilátorů je navrženo na střechu objektu. Provoz ventilátorů je navrhován vždy během přestávek mezi vyučováním. Ventilátor, zajišťující odvod vzduchu z hygienického zázemí přípravný jídel, je umístěn v potrubí a zajišťuje společný odvod vzduchu z WC i z místnosti úklidu. Jeho provoz je řízen pohybovými čidly v daných místnostech. Odtah vzduchu z kuchyňky zajišťuje ventilátor dodávaný spolu s digestoří, řízen je mechanicky.

## 4 STANOVENÍ MNOŽSTVÍ VĚTRACÍHO VZDUCHU

---

### 4.1 UČEBNY

Podle platných předpisů upravujících požadavky na větrání ve školách poskytujících základní vzdělání je stanoveno minimální množství přiváděného čerstvého vzduchu na osobu a také maximální přípustná koncentrace CO<sub>2</sub>. Množství čerstvého venkovního vzduchu je tedy stanoveno jako maximální hodnota z množství vzduchu potřebného podle počtu osob, nebo z množství vzduchu nutného pro udržení koncentrace CO<sub>2</sub> pod stanovenou mezí. Návrhová hodnota je zaokrouhlena vždy na desítky m<sup>3</sup>/h vzduchu směrem nahoru.

#### 4.1.1 Podle počtu osob

Podle vyhlášky č. 410/2005 Sb. je v učebnách požadováno 20 až 30 m<sup>3</sup>/h venkovního vzduchu na žáka [5], tuto hodnotu lze podle metodického pokynu pro návrh větrání škol snížit pro žáky mezi 6 až 10 lety na 12 m<sup>3</sup>/h a pro žáky mezi 10 až 15 lety na 18 m<sup>3</sup>/h venkovního vzduchu [8]. Ve výpočtu je uvažováno 15 m<sup>3</sup>/h pro žáky prvních a druhých tříd, pro žáky vyšších ročníků je uvažováno 20 m<sup>3</sup>/h na žáka. Pro vyučující jsou učebny považovány za pracovní prostředí, doporučené množství venkovního vzduchu je stanoveno nařízením vlády č. 361/2007 Sb. na 50 m<sup>3</sup>/h na osobu při lehké práci [6].

$$V_e = p \cdot V_{pos}$$

kde:

$V_e$	[m <sup>3</sup> /h]	množství větracího vzduchu
$p$	[-]	počet osob
$V_{pos}$	[m <sup>3</sup> /h na osobu]	požadované množství přiváděného vzduchu



#### 4.1.2 Podle produkce CO<sub>2</sub>

Produkce CO<sub>2</sub> osobami je uvažována shodně s výpočetní pomůckou [9] vydanou spolu s metodickým pokynem pro návrh větrání škol na 0,010 m<sup>3</sup>/h/os od žáků prvních s druhých tříd (v metodickém pokynu je tato hodnota uvažována pro všechny žáky prvního stupně), 0,015 m<sup>3</sup>/h/os od žáků vyšších ročníků a 0,017 m<sup>3</sup>/h/os od vyučujících. Maximální koncentrace CO<sub>2</sub> je uvažována 1200 ppm, nikoli 1500 ppm, což by odpovídalo maximální koncentraci CO<sub>2</sub> v pobytové místnosti dle vyhlášky č. 268/2009 Sb. [7]. Koncentrace CO<sub>2</sub> ve venkovním vzduchu je uvažována jako průměrná hodnota koncentrace v městské aglomeraci, tedy 550 ppm [9].

$$V_e = \frac{m_{CO_2}}{(\rho_{\max} - \rho_{CO_2}) * 10^{-6}}$$

kde:

V <sub>e</sub>	[m <sup>3</sup> /h]	množství větracího vzduchu
m <sub>CO<sub>2</sub></sub>	[m <sup>3</sup> /h/os]	produkce CO <sub>2</sub> osobami
ρ <sub>max</sub>	[g/g]	maximální požadovaná koncentrace CO <sub>2</sub>
ρ <sub>CO<sub>2</sub></sub>	[g/g]	koncentrace CO <sub>2</sub> ve venkovním vzduchu

## Množství větracího vzduchu – učebny

Místnost				Žáci			Vyučující			Množství větracího vzduchu			
Číslo	Název	Plocha	Světlá výška	Objem	Počet	Přiváděný vzduch	Produkce CO <sub>2</sub>	Počet	Přiváděný vzduch	Produkce CO <sub>2</sub>	Podle počtu osob	Podle CO <sub>2</sub>	Návrhová hodnota
		A	h	V	p	V <sub>pos</sub>	m <sub>CO2</sub>	p	V <sub>pos</sub>	m <sub>CO2</sub>	V <sub>e</sub>	V <sub>e</sub>	V <sub>e</sub>
		[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m <sup>3</sup> ]	[osob]	[m <sup>3</sup> /h/os]	[m <sup>3</sup> /h/os]	[osob]	[m <sup>3</sup> /h/os]	[m <sup>3</sup> /h/os]	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /h]
1.01	Ateliér	37,6	3,5	131,6	16	20	0,015	1	50	0,017	370,0	395,4	<b>400</b>
1.02	1. třída - A	45,7	3,5	160,0	14	15	0,010	1	50	0,017	260,0	241,5	<b>260</b>
1.03	1. třída - B	45,7	3,5	160,0	14	15	0,010	1	50	0,017	260,0	241,5	<b>260</b>
1.04	2. třída - A	46,1	3,5	161,4	14	15	0,010	1	50	0,017	260,0	241,5	<b>260</b>
1.05	2. třída - B	45,7	3,5	160,0	14	15	0,010	1	50	0,017	260,0	241,5	<b>260</b>
2.01	3. třída - A	37,6	3,5	131,6	14	20	0,015	1	50	0,017	330,0	349,2	<b>350</b>
2.02	3. třída - B	36,7	3,5	128,5	14	20	0,015	1	50	0,017	330,0	349,2	<b>350</b>
2.03	4. třída - A	37,0	3,5	129,5	14	20	0,015	1	50	0,017	330,0	349,2	<b>350</b>
2.04	4. třída - B	35,8	3,5	125,3	14	20	0,015	1	50	0,017	330,0	349,2	<b>350</b>
2.05	5. třída - A	36,5	3,5	127,8	14	20	0,015	1	50	0,017	330,0	349,2	<b>350</b>
2.06	5. třída - B	37,0	3,5	129,5	14	20	0,015	1	50	0,017	330,0	349,2	<b>350</b>
2.21	Speciální učebna	65,3	3,5	228,6	14	20	0,015	1	50	0,017	330,0	349,2	<b>350</b>
3.01	Studovna	36,3	3,5	127,1	12	20	0,015	0	50	0,017	240,0	276,9	<b>280</b>
3.02	Učebna č. 1	54,2	3,5	189,7	25	20	0,015	1	50	0,017	550,0	603,1	<b>610</b>
3.04	Učebna č. 2	51,2	3,5	179,2	25	20	0,015	1	50	0,017	550,0	603,1	<b>610</b>
3.05	Učebna č. 3	49,6	3,5	173,6	25	20	0,015	1	50	0,017	550,0	603,1	<b>610</b>
3.07	Učebna č. 4	65,3	3,5	228,6	25	20	0,015	1	50	0,017	550,0	603,1	<b>610</b>

## 4.2 SPOLEČNÉ PROSTORY

Množství vzduchu potřebné pro zajištění větrání chodeb, shromažďovacích prostorů, herny, jídelny a relaxačních zón je určeno na základě výsledků z dílčích výpočtů dle jednotlivých parametrů. Návrhové hodnoty vychází především z množství vzduchu určeného podle počtu osob a koncentrace CO<sub>2</sub>. Výpočet množství vzduchu podle podlahové plochy a podle výměny vzduchu je orientační, kvůli těžko určitelným vstupním hodnotám.

### 4.2.1 Podle podlahové plochy

Doporučené hodnoty množství venkovního vzduchu na plochu [1]:

- Chodby a komunikace vzdělávacích budov: 3 m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>) podlahové plochy
- Prodejní plochy obchodních budov: 8 m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>) podlahové plochy

Ve výpočtu je uvažováno množství venkovního vzduchu 3 m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>) podlahové plochy pro chodby a 8 m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>) podlahové plochy pro ostatní prostory s větší koncentrací osob.

$$V_e = A \cdot V_{pos}$$

kde:

$V_e$	[m <sup>3</sup> /h]	množství větracího vzduchu
$A$	[m <sup>2</sup> ]	podlahová plocha místnosti
$V_{pos}$	[m <sup>3</sup> /(h.m <sup>2</sup> )]	doporučené množství větracího vzduchu na plochu

### 4.2.2 Podle doporučené výměny vzduchu

Doporučené násobnosti výměny vzduchu za hodinu [1]:

- Chodby: 3 až 5
- Jídelny: 8 až 12
- Shromažďovací prostory: 6 až 10

V návrhu je uvažována výměna vzduchu na chodbách 3 h<sup>-1</sup>, v jídelně 8 h<sup>-1</sup> a ve shromažďovacích prostorech 6 h<sup>-1</sup>.

$$V_e = V \cdot \eta$$

kde:

$V_e$	[m <sup>3</sup> /h]	množství větracího vzduchu
$V$	[m <sup>3</sup> ]	objem místnosti
$\eta$	[h <sup>-1</sup> ]	doporučená násobnost výměny vzduchu

#### 4.2.3 Dle maximálního počtu osob

Požadované množství větracího vzduchu podle počtu osob je stanoveno dle stejného kritéria jako při výpočtu množství vzduchu podle osob v učebnách. V návrhu je uvažováno 15 m<sup>3</sup>/h venkovního vzduchu pro žáky prvních a druhých tříd, 20 m<sup>3</sup>/h vzduchu pro žáky vyšších ročníků a 30 m<sup>3</sup>/h vzduchu pro dospělé osoby. Množství osob v daném prostoru odpovídá maximálnímu počtu osob, které se v prostoru budou pravděpodobně vyskytovat, nikoli maximálnímu možnému počtu. Větrání šaten vychází z požadavků vyhlášky č. 410/2005 Sb., která stanovuje 20 m<sup>3</sup>/h vzduchu na žáka [5]. Počet osob je z důvodu příchodu žáků do šaten ve stejné ranní hodině stanoven na plný počet žáků školy.

$$V_e = p \cdot V_{pos}$$

kde:

$V_e$	[m <sup>3</sup> /h]	množství větracího vzduchu
$p$	[-]	počet osob
$V_{pos}$	[m <sup>3</sup> /h na osobu]	požadované množství přiváděného vzduchu

#### 4.2.4 Podle produkce CO<sub>2</sub>

Produkce CO<sub>2</sub> je uvažována stejně jako ve výpočtu množství vzduchu podle koncentrace CO<sub>2</sub> v učebnách, tedy 0,010 m<sup>3</sup>/h od žáků prvních s druhých tříd, 0,015 m<sup>3</sup>/h od žáků vyšších ročníků a 0,017 m<sup>3</sup>/h od dospělých osob. Maximální koncentrace CO<sub>2</sub> je uvažována 1500 ppm, což odpovídá maximální možné koncentraci CO<sub>2</sub> v pobytové místnosti dle vyhlášky č. 268/2009 Sb. [7]. Koncentrace CO<sub>2</sub> ve venkovním vzduchu je uvažována jako průměrná hodnota koncentrace v městské aglomeraci, tedy 550 ppm [9].

$$V_e = \frac{m_{CO_2}}{(\rho_{max} - \rho_{CO_2}) * 10^{-6}}$$

kde:

$V_e$	[m <sup>3</sup> /h]	množství větracího vzduchu
$m_{CO_2}$	[m <sup>3</sup> /h]	produkce CO <sub>2</sub> osobami
$\rho_{max}$	[g/g]	maximální požadovaná koncentrace CO <sub>2</sub>
$\rho_{CO_2}$	[g/g]	koncentrace CO <sub>2</sub> ve venkovním vzduchu

## Množství větracího vzduchu – společné prostory

Místnost				Žáci			Vyučující			Prostor		Množství větracího vzduchu					
Číslo	Název	Plocha	Světlá výška	Objem	Počet	Priváděný vzduch	Produkce CO <sub>2</sub>	Počet	Priváděný vzduch	Produkce CO <sub>2</sub>	Vzduch na plochu	Výměna vzduchu	Dle plochy	Dle výměny	Dle počtu osob	Dle CO <sub>2</sub>	Návrhová hodnota
		A	h	V	p	V <sub>pos</sub>	m <sub>CO2</sub>	p	V <sub>pos</sub>	m <sub>CO2</sub>	V <sub>pos</sub>	η	V <sub>e</sub>	V <sub>e</sub>	V <sub>e</sub>	V <sub>e</sub>	V <sub>e</sub>
		[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m <sup>3</sup> ]	[osob]	[m <sup>3</sup> /h/os]	[m <sup>3</sup> /h/os]	[osob]	[m <sup>3</sup> /h/os]	[m <sup>3</sup> /h/os]	[m <sup>3</sup> /(h.m <sup>2</sup> )]	[h <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /h]
1.06	Shromažďovací p.	69,7	3,5	244,0	28	15	0,010	5	30	0,017	8	6	557,6	1463,7	570,0	384,2	<b>600</b>
1.13	Hlavní chodba	110,7	3,5	387,5	25	20	0,015	2	30	0,017	3	3	332,1	1162,4	560,0	430,5	<b>550</b>
1.15	Chodba	17,9	3,5	62,7	5	20	0,015	1	30	0,017	3	3	53,7	188,0	130,0	96,8	<b>150</b>
1.19	Herna	81,3	3,5	284,6	14	15	0,010	2	30	0,017	8	6	650,4	1707,3	270,0	183,2	<b>300</b>
1.20	Jídelna	102,4	3,5	358,4	100	20	0,015	10	30	0,017	8	8	819,2	2867,2	2300,0	1757,9	<b>2500</b>
2.07	Relaxační zóna	59,9	3,5	209,7	28	20	0,015	2	30	0,017	8	6	479,2	1257,9	620,0	477,9	<b>600</b>
2.15	Chodba	17,9	3,5	62,7	20	20	0,015	2	30	0,017	3	3	53,7	188,0	460,0	351,6	<b>450</b>
2.16	Šatny	109,1	3,5	381,9	240	20	0,015	2	30	0,017					4860,0		<b>4860</b>
2.22	Chodba	69,1	3,5	241,9	10	20	0,015	1	30	0,017	3	3	207,3	725,6	230,0	175,8	<b>250</b>
3.03	Rekreační zóna	105,8	3,5	370,3	25	20	0,015	2	30	0,017	8	6	846,4	2221,8	560,0	430,5	<b>600</b>
3.13	Chodba	94,0	3,5	329,0	30	20	0,015	2	30	0,017	3	3	282,0	987,0	660,0	509,5	<b>700</b>

### 4.3 HYGIENICKÉ ZÁZEMÍ

Množství odváděného vzduchu z prostorů hygienického zázemí je určeno podle požadavků na větrání stanovených vyhláškou č. 410/2005 Sb. Podle zmíněné vyhlášky jsou potřebné průtoky odváděného vzduchu stanoveny na 30 m<sup>3</sup>/h vzduchu na jedno umyvadlo, 50 m<sup>3</sup>/h vzduchu na 1 záchodovou kabínu a 25 m<sup>3</sup>/h vzduchu na 1 pisoár. [5]

#### Množství větracího vzduchu – hygienické zázemí

Místnost					Hygienické zařízení			Návrhové množství odváděného vzduchu [m <sup>3</sup> /h]
Číslo	Název	Plocha	Světlá výška	Objem	Umyvadlo	Záchod. kabinka	Pisoár	
		A	h	V	Počet	Počet	Počet	
		[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m <sup>3</sup> ]	[ks]	[ks]	[ks]	
1.08	Úklid	2,4	3,5	8,4	0	1	0	<b>50</b>
1.09	WC zaměstnanci	4,9	3,5	17,2	1	1	0	<b>80</b>
1.10	WC invalidé	4,8	3,5	16,8	1	1	0	<b>80</b>
1.11	WC chlapani	9,0	3,5	31,5	2	1	2	<b>160</b>
1.12	WC dívky	11,9	3,5	41,7	2	2	0	<b>160</b>
1.23	Úklid	1,6	3,5	5,6	0	1	0	<b>50</b>
1.27	WC zázemí	3,1	3,5	10,9	1	1	0	<b>80</b>
2.09	WC zaměstnanci	3,7	3,5	13,0	1	1	0	<b>80</b>
2.10	Úklid	1,1	3,5	3,9	0	1	0	<b>50</b>
2.11	WC invalidé	4,8	3,5	16,8	1	1	0	<b>80</b>
2.12	WC chlapani	9,7	3,5	34,0	2	1	2	<b>160</b>
2.13	WC dívky	11,9	3,5	41,7	2	2	0	<b>160</b>
3.08	WC zaměstnanci	4,5	3,5	15,8	1	1	0	<b>80</b>
3.09	Úklid	1,6	3,5	5,6	0	1	0	<b>50</b>
3.10	WC dívky	22,6	3,5	79,1	4	4	0	<b>320</b>
3.11	WC invalidé	5,1	3,5	17,9	1	1	0	<b>80</b>
3.12	WC chlapani	12,4	3,5	43,4	3	1	3	<b>220</b>

#### 4.4 KUCHYŇKA A PŘÍPRAVNA JÍDLA

Požadované množství odváděného vzduchu z kuchyňky a přípravný jídla je určeno na základě doporučeného množství odváděného vzduchu podle umístěných kuchyňských spotřebičů v místnosti. Doporučená množství odváděného vzduchu [1]:

- Varný kotel 80l: 300 m<sup>3</sup>/h
- Dvoudílný dřez: 200 m<sup>3</sup>/h
- Jednodílný dřez: 100 m<sup>3</sup>/h
- Mycí stroj: 500 m<sup>3</sup>/h
- Kuchyňský sporák: 150 m<sup>3</sup>/h

#### Množství větracího vzduchu – kuchyňka a přípravný jídla

Místnost					Komerční zařízení					Návrhové množství odváděného vzduchu [m <sup>3</sup> /h]
Číslo	Název	Plocha	Světlá výška	Objem	Varný kotel 80 l	Dvoudílný dřez	Jednodílný dřez	Mycí stroj	Kuchyňský sporák	
		A	h	V	Počet	Počet	Počet	Počet	Počet	
		[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m <sup>3</sup> ]	[ks]	[ks]	[ks]	[ks]	[ks]	
1.21	Kuchyňka	10,6	3,5	37,1	0	1	0	0	1	<b>350</b>
1.22	Zázemí	29,8	3,5	104,3	2	1	1	1	0	<b>1400</b>

## 5 NÁVRH DISTRIBUČNÍCH PRVKŮ

Přívod čerstvého venkovního vzduchu do objektu je řešen dvěma typy přívodních prvků. Do učeben je vzduch přiváděn pomocí tkaninových vyústek, do zbylých prostorů je vzduch distribuován anemostaty pro přívod vzduchu.

Odvod vzduchu je primárně řešen anemostaty pro odvod vzduchu. V místnostech hygienického zázemí jsou použity talířové ventily a v kuchyňce digestoř (viz přílohy 4, 5 a 6 části návrhu větrání základní školy).

### 5.1 TKANINOVÉ VYÚSTKY

Tkaninové vyústky jsou navrženy pro přívod vzduchu do učeben především z důvodu rovnoměrného přívodu vzduchu, snadné a dokonalé čistitelnosti přívodního prvku pomocí praní v pračce, ale i z důvodů estetických. Navrhnuty jsou tkaninové vyústky od společnosti PŘÍHODA s.r.o.



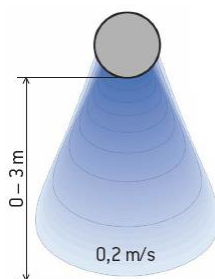
Obrázek 1: Tkaninová vyústka půlkruhového průřezu pod pohledem

Distribuci vzduchu zajišťuje směrová mikroperforace (otvory v tkanině o průměru 200 až 400  $\mu\text{m}$ ). Mikroperforace je navržena buď pravá nebo levá, vždy taková, aby proud vzduchu směřoval směrem od tabule k zadní stěně učebny.



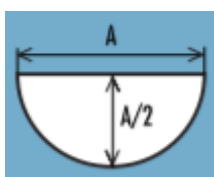
Obrázek 2: Mikroperforace





Obrázek 3: Dosah proudu vzduchu z tkaninové vyústky se směrovou mikroperforací

Vyústky jsou navrženy půlkruhového průřezu se zaslepenými konci. Tkaninové vyústky jsou napojeny v horní části na kruhové potrubí z pozinkovaného plechu, které je skryté v SDK podhledu. Samotné vyústky jsou umístěny pod podhledem a připevněny pomocí hliníkových profilů a suchého zipu.



Obrázek 4: Půlkruhový průřez



Obrázek 5: Způsob připevnění

Materiál vyústek je navržen v kvalitě Premium poskytované společností PŘÍHODA s.r.o. Tyto tkaniny jsou antibakteriální a antistatické a jsou upraveny tak, aby minimalizovaly vývin kouře a hoření při případném požáru. Tkanina zaručuje dostatečnou pevnost, aby nedošlo k jejímu protržení [10]. Všechny vyústky jsou navrženy ve světle modré barvě.

Velikost tkaninových vyústek, která se udává průměrem kruhu, se liší podle požadovaného průtoku vzduchu. Maximální rychlost vzduchu v tkaninových vyústkách je stanovena na 3,6 m/s. Velikost tkaninových vyústek je stanovena z následujícího vztahu, následně je minimální velikost vždy zaokrouhlena nahoru na 50 mm.

$$V_e = S \cdot v'$$

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot d^2}{8}$$

kde:

$V_e$	[m <sup>3</sup> /s]	průtok vzduchu
$S$	[m <sup>2</sup> ]	plocha půlkruhového průřezu
$v'$	[m/s]	maximální požadovaná rychlost vzduchu
$d$	[m]	průměr kruhu (velikost vyústky)

z toho:

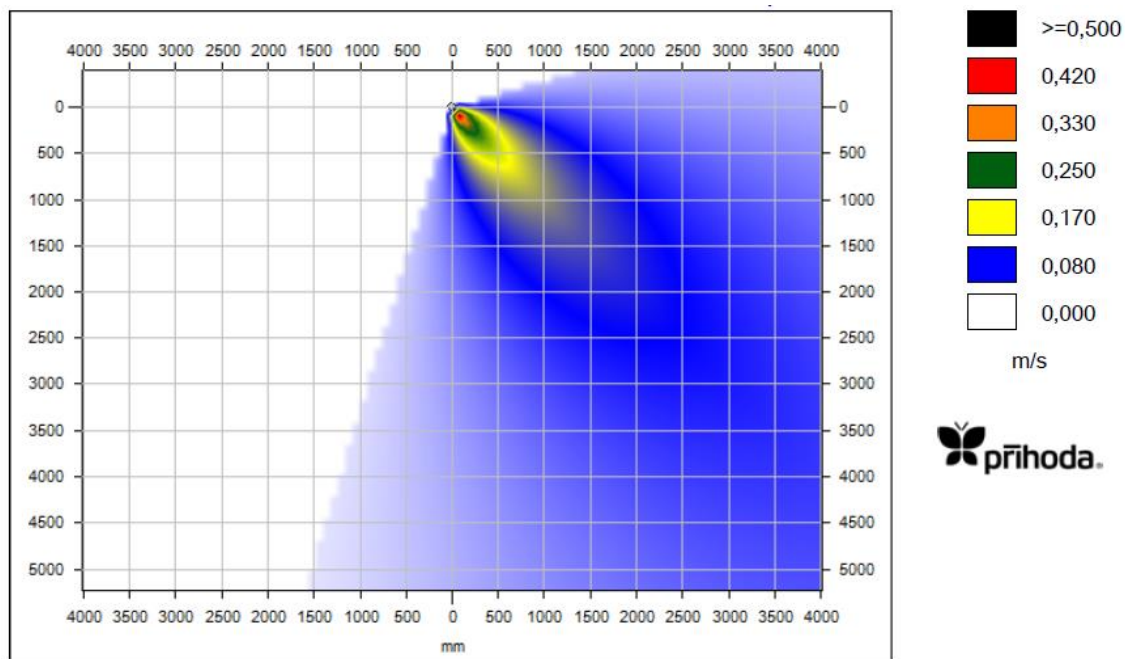
$$d = \sqrt{\frac{8 \cdot V_e}{v' \cdot \pi}}$$

Technický list viz příloha 2 části vzduchotechnika základní školy.

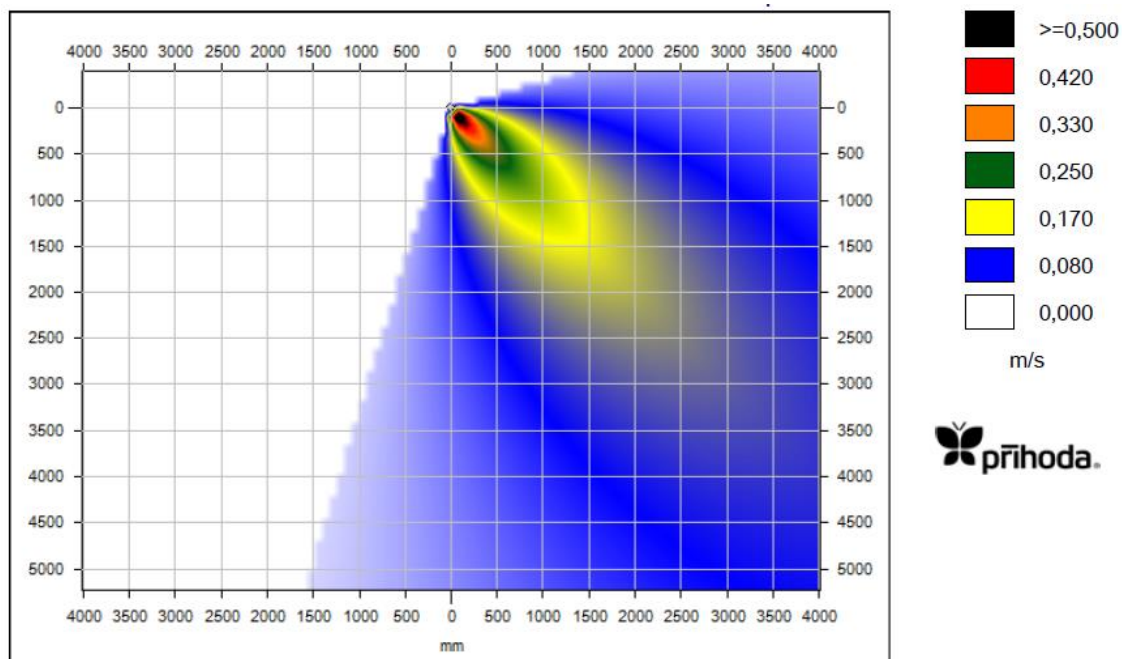
## Velikost distribučních prvků – tkaninové vyústky

Místnost		Průtok vzduchu		Maximální rychlost	Distribuční prvek - tkaninová vyústka			Skutečná rychlost
Číslo	Název	V <sub>e</sub>	V <sub>e</sub>	v'	Směr mikroperforace	Délka	Velikost	v
		[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m/s]		L	d	
						[mm]	[mm]	
1.01	Ateliér	400	0,11	3,5	pravý	4800	<b>300</b>	3,14
1.02	1. třída - A	260	0,07	3,5	levý	4800	<b>250</b>	2,94
1.03	1. třída - B	260	0,07	3,5	pravý	4800	<b>250</b>	2,94
1.04	2. třída - A	260	0,07	3,5	pravý	4800	<b>250</b>	2,94
1.05	2. třída - B	260	0,07	3,5	levý	4800	<b>250</b>	2,94
2.01	3. třída - A	350	0,10	3,5	pravý	4800	<b>300</b>	2,75
2.02	3. třída - B	350	0,10	3,5	levý	4800	<b>300</b>	2,75
2.03	4. třída - A	350	0,10	3,5	pravý	4800	<b>300</b>	2,75
2.04	4. třída - B	350	0,10	3,5	levý	4800	<b>300</b>	2,75
2.05	5. třída - A	350	0,10	3,5	pravý	4800	<b>300</b>	2,75
2.06	5. třída - B	350	0,10	3,5	levý	4800	<b>300</b>	2,75
2.21	Speciální učebna	350	0,10	3,5	pravý	4400	<b>300</b>	2,75
3.01	Studovna	280	0,08	3,5	pravý	5200	<b>250</b>	3,17
3.02	Učebna č. 1	610	0,17	3,5	levý	5200	<b>400</b>	2,70
3.04	Učebna č. 2	610	0,17	3,5	levý	4600	<b>400</b>	2,70
3.05	Učebna č. 3	610	0,17	3,5	pravý	4600	<b>400</b>	2,70
3.07	Učebna č. 4	610	0,17	3,5	pravý	4400	<b>400</b>	2,70

Podle materiálů poskytnutých společností PŘÍHODA s.r.o. je rychlost proudění vzduchu z vyústky 3.01 s největší skutečnou rychlostí 3,17 m/s při tlakové ztrátě 50 Pa ve vzdálenosti cca 600 mm asi 0,17 m/s, což je zcela vyhovující. Rychlost proudění vzduchu z vyústky např. 3.02 s největším průtokem vzduchu a stejnou tlakovou ztrátou 50 Pa je 0,17 m/s ve vzdálenosti do 1500 mm. Vzhledem k rychlosti vzduchu přiváděného do místnosti navržené vyústky vyhovují požadavkům.



Obrázek 6: Rychlost proudění vzduchu z vyústky 3.01

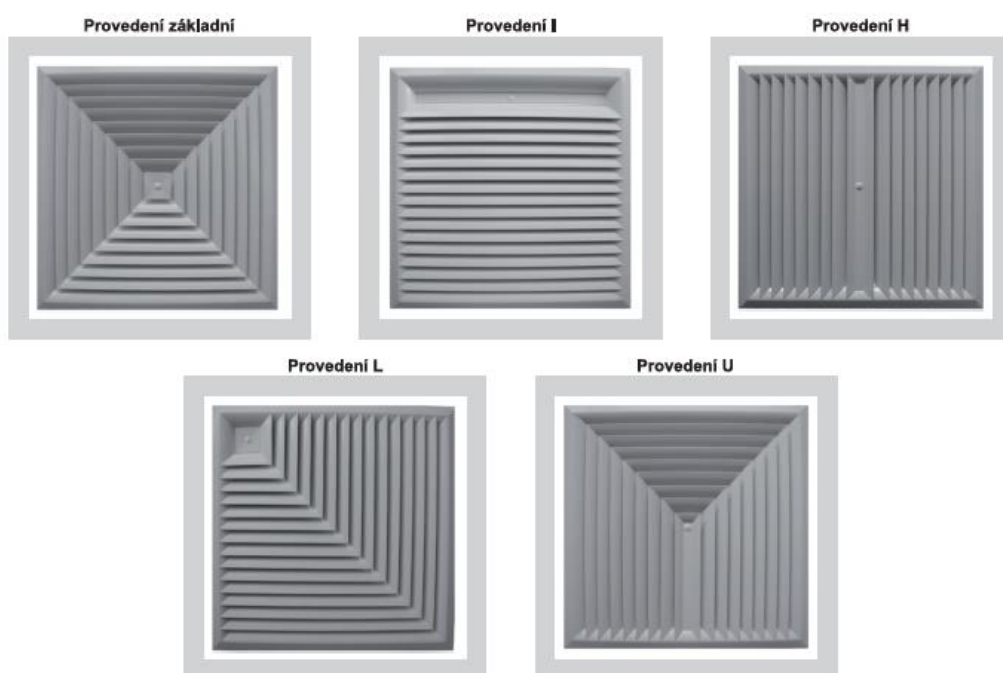


Obrázek 7: Rychlost proudění vzduchu z vyústky 3.02

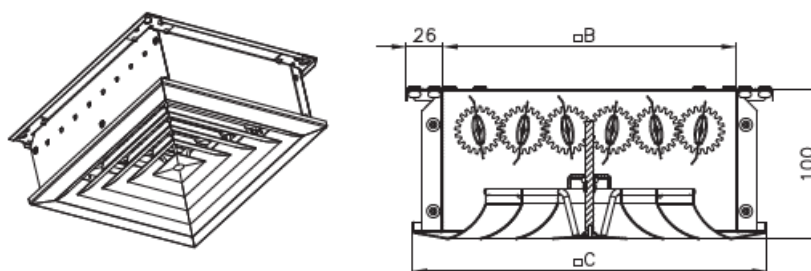
## 5.2 ANEMOSTATY

Do všech ostatních prostorů, kromě učeben, je vzduch přiváděn pomocí lamelových anemostatů od společnosti MANDÍK, a.s. Stejně anemostaty jsou použity i pro odvod vzduchu z celého objektu, kromě místností hygienického zázemí a kuchyňky. Anemostaty jsou použity i pro menší průtoky vzduchu, a to z důvodu komfortnosti systému větrání. Navrhovaný distribuční prvek je vhodné umísťovat do integrovaných stropů a podhledů v místnostech s výškou 2,6 až 4 m, což odpovídá parametrům daného objektu [11].

Do celého objektu jsou navrženy čtvercové lamelové anemostaty typu ALCM od výše zmíněné společnosti. Vodorovné lamely na čelní výtokové ploše jsou pevné, nelze je tedy natáčet, ale mohou mít různá uspořádání (čtvercové, provedení I, H, L nebo U). Čtvercové anemostaty ALCM jsou vyráběny v několika velikostech (250, 300, 400, 500, 600, 625) [11]. Velikost anemostatu je dána délkou strany v milimetrech efektivní čtvercové plochy anemostatu. Vhodná velikost je zvolena na základě požadovaného průtoku a rychlosti přiváděného/odváděného vzduchu. V objektu je navržena potrubní síť ze čtyřhranného potrubí, anemostaty jsou připojeny svisle bez připojovací skříně. Součástí anemostatů je i regulace umístěná v nástavci.



Obrázek 8: Různá provedení čelních desek anemostatu ALCM



Obrázek 9: Svislé připojení anemostatu ALCM s regulací

Anemostaty jsou navrženy podle požadované maximální rychlosti přiváděného vzduchu, ta je stanovena ve všech prostorech na 0,5 m/s. Pro odvod vzduchu je uvažováno se stejnou rychlostí. Velikost strany čtvercového anemostatu je odvozena z následujícího vztahu. Navrhnut je vždy anemostat s nejbližší delší stranou efektivní plochy.

$$V_e = S \cdot v'$$

$$S = a^2$$

kde:

$V_e$	[m <sup>3</sup> /s]	průtok vzduchu
$S$	[m <sup>2</sup> ]	efektivní plocha anemostatu
$v'$	[m/s]	maximální požadovaná rychlost přiváděného vzduchu
$a$	[m]	délka strany čtvercového anemostatu

z toho:

$$a = \sqrt{\frac{V_e}{v'}}$$

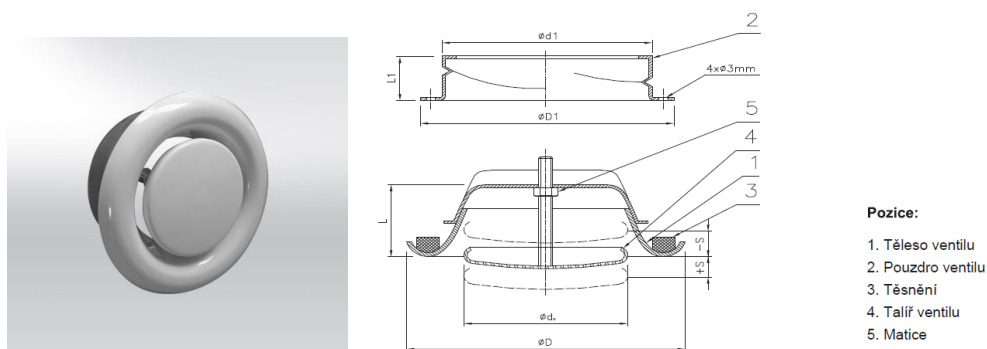
Technický list viz příloha 3 části vzduchotechnika základní školy.

## Velikost distribučních prvků – anemostaty

Místnost		Průtok vzduchu		Maximální rychlost	Distribuční prvek - lamelový anemostat ALCM				Skutečná rychlost
Číslo	Název	V <sub>e</sub>	V <sub>e</sub>	v'	Provedení čelní desky	Min. plocha	Min. délka strany	Velikost	v
		[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m/s]		S	a		
		[m <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]		[m/s]			
1.01	Ateliér	400	0,111	0,5	L	0,222	471,4	<b>500</b>	0,44
1.02	1. třída - A	260	0,072	0,5	L	0,144	380,1	<b>400</b>	0,45
1.03	1. třída - B	260	0,072	0,5	L	0,144	380,1	<b>400</b>	0,45
1.04	2. třída - A	260	0,072	0,5	L	0,144	380,1	<b>400</b>	0,45
1.05	2. třída - B	260	0,072	0,5	L	0,144	380,1	<b>400</b>	0,45
1.13	Hlavní chodba	300	0,083	0,5	čtvercové	0,167	408,2	<b>500</b>	0,33
		330	0,092	0,5	čtvercové	0,183	428,2	<b>500</b>	0,37
		350	0,097	0,5	čtvercové	0,194	441,0	<b>500</b>	0,39
1.06	Shromažďovací p.	600	0,167	0,5	L	0,333	577,4	<b>600</b>	0,46
1.19	Herna	300	0,083	0,5	L	0,167	408,2	<b>500</b>	0,33
2.01	3. třída - A	350	0,097	0,5	L	0,194	441,0	<b>500</b>	0,39
2.02	3. třída - B	350	0,097	0,5	L	0,194	441,0	<b>500</b>	0,39
2.03	4. třída - A	350	0,097	0,5	L	0,194	441,0	<b>500</b>	0,39
2.04	4. třída - B	350	0,097	0,5	L	0,194	441,0	<b>500</b>	0,39
2.05	5. třída - A	350	0,097	0,5	L	0,194	441,0	<b>500</b>	0,39
2.06	5. třída - B	350	0,097	0,5	L	0,194	441,0	<b>500</b>	0,39
2.07	Relaxační zóna	600	0,167	0,5	L	0,333	577,4	<b>600</b>	0,46
2.08	Zádveří	200	0,056	0,5	čtvercové	0,111	333,3	<b>400</b>	0,35
2.15	Chodba	300	0,083	0,5	čtvercové	0,167	408,2	<b>500</b>	0,33
		340	0,094	0,5	čtvercové	0,189	434,6	<b>500</b>	0,38
		225	0,063	0,5	čtvercové	0,125	353,6	<b>500</b>	0,25
2.16	Šatny	1000	0,278	0,8	čtvercové/I	0,347	589,3	<b>600</b>	0,77
		860	0,239	0,8	čtvercové/I	0,299	546,5	<b>600</b>	0,66
2.21	Spec. učebna	350	0,097	0,5	L	0,194	441,0	<b>500</b>	0,39
2.22	Chodba	250	0,069	0,5	čtvercové	0,139	372,7	<b>400</b>	0,43
3.01	Studovna	280	0,078	0,5	L	0,156	394,4	<b>400</b>	0,49
3.02	Učebna č. 1	610	0,169	0,5	L	0,339	582,1	<b>600</b>	0,47
3.03	Rekreační zóna	600	0,167	0,5	L	0,333	577,4	<b>600</b>	0,46
3.04	Učebna č. 2	610	0,169	0,5	L	0,339	582,1	<b>600</b>	0,47
3.05	Učebna č. 3	610	0,169	0,5	L	0,339	582,1	<b>600</b>	0,47
3.07	Učebna č. 4	610	0,169	0,5	L	0,339	582,1	<b>600</b>	0,47
3.13	Chodba	350	0,097	0,5	čtvercové	0,194	441,0	<b>600</b>	0,27
		450	0,125	0,5	čtvercové	0,250	500,0	<b>600</b>	0,35
		500	0,139	0,5	čtvercové	0,278	527,0	<b>600</b>	0,39
1.20	Jídelna	580	0,161	0,5	čtvercové	0,322	567,6	<b>600</b>	0,45
		600	0,167	0,5	čtvercové	0,333	577,4	<b>600</b>	0,46
		625	0,174	0,5	čtvercové	0,347	589,3	<b>600</b>	0,48
1.22	Zázemí	700	0,194	0,5	čtvercové	0,389	623,6	<b>625</b>	0,50

### 5.3 TALÍŘOVÉ VENTILY

Pro odvod vzduch z místností hygienického zázemí jsou navrženy talířové ventily od společnosti MANDÍK, a.s. Navržené talířové ventily typu TVOM jsou vhodné pro odvod vzduchu z menších prostor a pro instalaci do podhledu. Ventily jsou vyráběny v několika velikostech (80, 100, 125, 150, 160 a 200 mm). Talířové ventily dokážou zajistit průtok vzduchu od 20 do 250 m<sup>3</sup>/h. [12]



Obrázek 10: Talířový ventil pro odvod vzduchu - TVOM

Velikosti jednotlivých talířových ventilů jsou určeny na základě maximálního objemového průtoku vzduchu, které jsou schopné odvést, poskytnutých výrobcem.

Jm. rozměr	80	100	125	150	160	200
$\dot{V}_{\max}$ [m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	60	90	150	200	200	250

Obrázek 11: Maximální objemový průtok vzduchu jednoho ventilu pro odvod vzduchu – TVOM

Technický list viz příloha 4 části vzduchotechnika základní školy.



## Velikost distribučních prvků – talířové ventily

Místnost		Průtok vzduchu		Distribuční prvek - talířový ventil TVOM	
Číslo	Název	V <sub>e</sub>	V <sub>e</sub>	Velikost	Maximální průtok vzduchu
		[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]		[mm]
1.08	Úklid	50	0,014	<b>100</b>	90
1.09	WC zaměstnanci	80	0,022	<b>100</b>	90
1.10	WC invalidé	80	0,022	<b>100</b>	90
1.11	WC chlapani	160	0,044	<b>150</b>	200
1.12	WC dívky	160	0,044	<b>150</b>	200
1.23	Úklid	50	0,014	<b>100</b>	90
1.27	WC zázemí	80	0,022	<b>100</b>	90
2.09	WC zaměstnanci	80	0,022	<b>100</b>	90
2.10	Úklid	50	0,014	<b>100</b>	90
2.11	WC invalidé	80	0,022	<b>100</b>	90
2.12	WC chlapani	160	0,044	<b>150</b>	200
2.13	WC dívky	160	0,044	<b>150</b>	200
3.08	WC zaměstnanci	80	0,022	<b>100</b>	90
3.09	Úklid	50	0,014	<b>100</b>	90
3.10	WC dívky	320	0,089	<b>2 x 150</b>	2x 200
3.11	WC invalidé	80	0,022	<b>100</b>	90
3.12	WC chlapani	215	0,06	<b>200</b>	250

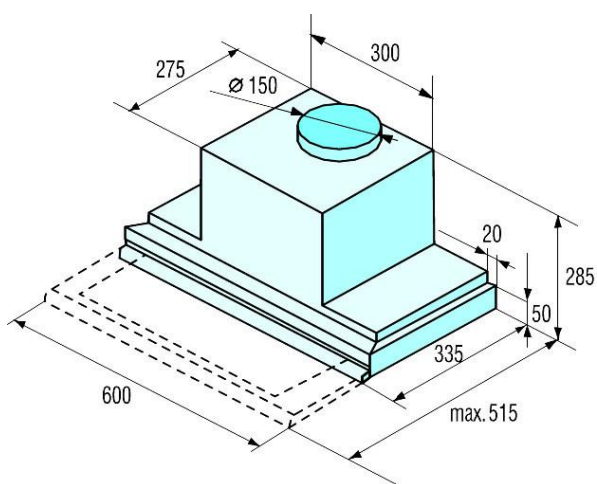
## 5.4 DIGESTOŘ

Pro přímý odtah vzduchu od sporáku v kuchyňce je navrhnout výsuvný model vestavného odsavače par typu OT 650 X od obchodní skupiny MORA patřící společnosti Gorenje spol. s.r.o. Maximální výkon odsavače je 390 m<sup>3</sup>/h [13].

Technický list viz příloha 5 části vzduchotechnika základní školy.



Obrázek 12: Odsavač par OT 650 X



Obrázek 13: Rozměry odsavače par OT 650 X

## 6 NÁVRH POTRUBNÍ SÍTĚ

---

Potrubní síť vzduchotechniky je tvořena kovovým potrubím – pozinkovaný ocelový plech. Většinu rozvodů tvoří čtyřhranné potrubí spojované pomocí přírubových spojů s těsněním. Kruhové potrubí je použito u všech rozvodů podtlakového větrání hygienického zázemí objektu a kuchyňky a také pro připojení textilních vyústek na páteřní rozvod přívodního potrubí centrálního rovnotlakého větrání. Všechny rozvody jsou tvořeny potrubím standardní rozměrové řady, u čtyřhranného potrubí je dodržený maximální poměr stran 1:4.

Potrubní síť centrálního větrání a větrání jídelny se zázemím je navržena podle rychlosti vzduchu. V částech rozvodů sloužících pro připojení anemostatů je rychlost vzduchu omezena nejvýše na 0,5 m/s. V kruhovém potrubí sloužícím pro připojení textilních vyústek je uvažována maximální rychlost přívodního vzduchu 3,6 m/s. V páteřním rozvodu je uvažována maximální rychlost vzduchu 4 m/s, výjimečně v potrubí bezprostředně za stoupacím potrubím 5 m/s. Ve stoupacím potrubí centrálního větrání objektu rychlost vzduchu nepřesahuje 5 m/s.

Velikost kruhového potrubí sloužícího pro připojení talířového ventilu (digestoře) podtlakového větrání odpovídá požadavkům distribučního elementu. Následně jsou potrubí podtlakového větrání opět navržena podle maximální rychlosti vzduchu, přičemž rychlost vzduchu v celé potrubní síti podtlakového větrání je stanovena nejvýše na 4 m/s.

Velikost čtyřhranného potrubí je stanovena z následujících vztahů.

$$V_e = S \cdot v'$$

$$S = B \cdot H$$

kde:

$V_e$	[m <sup>3</sup> /s]	průtok vzduchu
$S$	[m <sup>2</sup> ]	plocha průřezu
$v'$	[m/s]	maximální požadovaná rychlost vzduchu
$B, H$	[m]	šířka, výška čtyřhranného průřezu

z toho:

$$B \cdot H \geq \frac{V_e}{v'}$$

Velikost kruhového potrubí je stanovena obdobně.

$$V_e = S \cdot v'$$

$$S = \frac{\pi \cdot \emptyset^2}{4}$$

kde:

$V_e$	[m <sup>3</sup> /s]	průtok vzduchu
$S$	[m <sup>2</sup> ]	plocha průřezu
$v'$	[m/s]	maximální požadovaná rychlost vzduchu
$\emptyset$	[m]	průměr kruhového průřezu

z toho:

$$\frac{\pi \cdot \emptyset^2}{4} \geq \frac{V_e}{v'}$$

Potrubní síť je navržena viz přílohy 4, 5 a 6 části návrh větrání základní školy.

## Rozměry potrubí – centrální rovnotlaké větrání – přívod

### 1.NP

Číslo	Průřez	Objem vzduchu		Maximální rychlost	Předběžná plocha	Předběžný průměr	Rozměry potrubí			Skutečná plocha	Skutečná rychlost
		V <sub>e</sub>	V <sub>e</sub>	v'	S'	d'	B	H	Ø	S	v
		[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[m <sup>2</sup> ]	[m/s]
1.01	○	400	0,11	3,6	0,031	198			<b>200</b>	0,031	3,5
1.02	○	400	0,11	4,0	0,028	188			<b>200</b>	0,031	3,5
1.03	○	260	0,07	3,6	0,020	160			<b>160</b>	0,020	3,6
1.04	□	660	0,18	4,0	0,046	242	<b>225</b>	<b>400</b>		0,090	2,0
1.05	□	300	0,08	0,5	0,167	461	<b>500</b>	<b>400</b>		0,200	0,4
1.06	□	960	0,27	4,0	0,067	291	<b>225</b>	<b>400</b>		0,090	3,0
1.07	○	260	0,07	3,6	0,020	160			<b>160</b>	0,020	3,6
1.08	□	1550	0,43	4,0	0,108	370	<b>450</b>	<b>400</b>		0,180	2,4
1.09	□	330	0,09	0,5	0,183	483	<b>500</b>	<b>400</b>		0,200	0,5
1.10	○	260	0,07	3,6	0,020	160			<b>160</b>	0,020	3,6
1.11	□	1810	0,50	4,0	0,126	400	<b>450</b>	<b>400</b>		0,180	2,8
1.12	○	260	0,07	3,6	0,020	160			<b>160</b>	0,020	3,6
1.13	□	2370	0,66	4,0	0,165	458	<b>450</b>	<b>400</b>		0,180	3,7
1.14	□	300	0,08	0,5	0,167	461	<b>500</b>	<b>400</b>		0,200	0,4
1.15	□	600	0,17	4,0	0,042	230	<b>600</b>	<b>400</b>		0,240	0,7
1.16	□	600	0,17	0,5	0,333	651	<b>600</b>	<b>600</b>		0,360	0,5
1.17	□	3270	0,91	4,0	0,227	538	<b>650</b>	<b>400</b>		0,260	3,5
1.18	□	300	0,08	0,5	0,167	461	<b>500</b>	<b>400</b>		0,200	0,4
1.19	□	300	0,08	0,5	0,167	461	<b>500</b>	<b>400</b>		0,200	0,4
1.20	□	300	0,08	4,0	0,021	163	<b>500</b>	<b>400</b>		0,200	0,4
1.21	□	3570	0,99	4,0	0,248	562	<b>650</b>	<b>400</b>		0,260	3,8

## 2.NP

Číslo	Průřez	Objem vzduchu		Maximální rychlost	Předběžná plocha	Předběžný průměr	Rozměry potrubí			Skutečná plocha	Skutečná rychlost
		V <sub>e</sub>	V <sub>e</sub>	v'	S'	d'	B	H	Ø	S	v
		[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[m <sup>2</sup> ]	[m/s]
2.01	○	350	0,10	3,6	0,03	185			<b>200</b>	0,03	3,1
2.02	○	350	0,10	4,0	0,02	176			<b>200</b>	0,03	3,1
2.03	○	350	0,10	3,6	0,03	185			<b>200</b>	0,03	3,1
2.04	□	700	0,19	4,0	0,05	249	<b>225</b>	<b>400</b>		0,09	2,2
2.05	□	300	0,08	0,5	0,17	461	<b>500</b>	<b>400</b>		0,20	0,4
2.06	□	1000	0,28	4,0	0,07	297	<b>225</b>	<b>400</b>		0,09	3,1
2.07	○	350	0,10	3,6	0,03	185			<b>200</b>	0,03	3,1
2.08	□	1350	0,38	4,0	0,09	345	<b>450</b>	<b>400</b>		0,18	2,1
2.09	○	350	0,10	3,6	0,03	185			<b>200</b>	0,03	3,1
2.10	□	1700	0,47	4,0	0,12	388	<b>450</b>	<b>400</b>		0,18	2,6
2.11	□	340	0,09	0,5	0,19	490	<b>500</b>	<b>400</b>		0,20	0,5
2.12	○	350	0,10	3,6	0,03	185			<b>200</b>	0,03	3,1
2.13	□	2390	0,66	4,0	0,17	460	<b>450</b>	<b>400</b>		0,18	3,7
2.14	○	350	0,10	3,6	0,03	185			<b>200</b>	0,03	3,1
2.15	□	340	0,09	0,5	0,19	490	<b>500</b>	<b>400</b>		0,20	0,5
2.16	□	3080	0,86	4,0	0,21	522	<b>600</b>	<b>400</b>		0,24	3,6
2.17	□	600	0,17	0,5	0,33	651	<b>600</b>	<b>600</b>		0,36	0,5
2.18	□	600	0,17	4,0	0,04	230	<b>600</b>	<b>400</b>		0,24	0,7
2.19	□	3680	1,02	5,0	0,20	510	<b>600</b>	<b>400</b>		0,24	4,3
2.20	○	350	0,10	3,6	0,03	185			<b>200</b>	0,03	3,1
2.21	□	350	0,10	4,0	0,02	176	<b>225</b>	<b>400</b>		0,09	1,1
2.22	□	250	0,07	0,5	0,14	421	<b>400</b>	<b>400</b>		0,16	0,4
2.23	□	600	0,17	4,0	0,04	230	<b>225</b>	<b>400</b>		0,09	1,9
2.24	□	860	0,24	0,8	0,30	617	<b>900</b>	<b>800</b>		0,72	0,3
2.25	□	1860	0,52	0,8	0,65	907	<b>900</b>	<b>800</b>		0,72	0,7
2.26	□	1000	0,28	0,8	0,35	665	<b>900</b>	<b>400</b>		0,36	0,8
2.27	□	2860	0,79	4,0	0,20	503	<b>500</b>	<b>400</b>		0,20	4,0
2.28	□	1000	0,28	0,8	0,35	665	<b>900</b>	<b>800</b>		0,72	0,4
2.29	□	2000	0,56	0,8	0,69	940	<b>900</b>	<b>800</b>		0,72	0,8
2.30	□	2600	0,72	4,0	0,18	479	<b>500</b>	<b>400</b>		0,20	3,6
2.31	□	5460	1,52	5,0	0,30	621	<b>800</b>	<b>400</b>		0,32	4,7

### 3.NP

Číslo	Průřez	Objem vzduchu		Maximální rychlost	Předběžná plocha	Předběžný průměr	Rozměry potrubí			Skutečná plocha	Skutečná rychlost
		V <sub>e</sub>	V <sub>e</sub>	v'	S'	d'	B	H	Ø	S	v
		[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[m <sup>2</sup> ]	[m/s]
3.01	○	280	0,08	3,6	0,02	166			<b>200</b>	0,03	2,5
3.02	○	610	0,17	3,6	0,05	245			<b>250</b>	0,05	3,5
3.03	□	890	0,25	4,0	0,06	281	<b>400</b>	<b>600</b>		0,24	1,0
3.04	□	600	0,17	0,5	0,33	651	<b>600</b>	<b>600</b>		0,36	0,5
3.05	□	1490	0,41	4,0	0,10	363	<b>400</b>	<b>400</b>		0,16	2,6
3.06	○	610	0,17	3,6	0,05	245			<b>250</b>	0,05	3,5
3.07	□	610	0,17	4,0	0,04	232	<b>400</b>	<b>600</b>		0,24	0,7
3.08	□	500	0,14	0,5	0,28	595	<b>600</b>	<b>600</b>		0,36	0,4
3.09	□	1110	0,31	4,0	0,08	313	<b>400</b>	<b>600</b>		0,24	1,3
3.10	□	450	0,13	0,5	0,25	564	<b>600</b>	<b>600</b>		0,36	0,3
3.11	□	1560	0,43	4,0	0,11	371	<b>400</b>	<b>600</b>		0,24	1,8
3.12	□	500	0,14	0,5	0,28	595	<b>600</b>	<b>600</b>		0,36	0,4
3.13	○	610	0,17	3,6	0,05	245			<b>250</b>	0,05	3,5
3.14	□	2670	0,74	4,0	0,19	486	<b>400</b>	<b>600</b>		0,24	3,1
3.15	○	610	0,17	3,6	0,05	245			<b>250</b>	0,05	3,5
3.16	□	3280	0,91	4,0	0,23	539	<b>600</b>	<b>400</b>		0,24	3,8

### Stoupací potrubí

Číslo	Průřez	Objem vzduchu		Maximální rychlost	Předběžná plocha	Předběžný průměr	Rozměry potrubí		Skutečná plocha	Skutečná rychlost
		V <sub>e</sub>	V <sub>e</sub>	v'	S'	d'	B	H	S	v
		[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[m <sup>2</sup> ]	[m/s]
S1.01	□	3570	0,99	5,0	0,20	503	<b>650</b>	<b>400</b>	0,26	3,8
S2.01	□	12710	3,53	5,0	0,71	948	<b>650</b>	<b>1200</b>	0,78	4,5
S3.01	□	17480	4,86	5,0	0,97	1112	<b>650</b>	<b>1600</b>	1,04	4,7

## Rozměry potrubí – centrální rovnotlaké větrání – odvod

### 1.NP

Číslo	Průřez	Objem vzduchu		Maximální rychlost	Předběžná plocha	Předběžný průměr	Rozměry potrubí		Skutečná plocha	Skutečná rychlost
		$V_e$	$V_e$	$v'$	$S'$	$d'$	B	H	S	v
		[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[m <sup>2</sup> ]	[m/s]
1.01	□	400	0,11	0,5	0,22	532	<b>600</b>	<b>400</b>	0,24	0,5
1.02	□	400	0,11	4,0	0,03	188	<b>225</b>	<b>400</b>	0,09	1,2
1.03	□	260	0,07	0,5	0,14	429	<b>400</b>	<b>400</b>	0,16	0,5
1.04	□	660	0,18	4,0	0,05	242	<b>225</b>	<b>400</b>	0,09	2,0
1.05	□	260	0,07	0,5	0,14	429	<b>400</b>	<b>400</b>	0,16	0,5
1.06	□	920	0,26	4,0	0,06	285	<b>225</b>	<b>400</b>	0,09	2,8
1.07	□	350	0,10	0,5	0,19	498	<b>500</b>	<b>400</b>	0,20	0,5
1.08	□	1270	0,35	4,0	0,09	335	<b>225</b>	<b>400</b>	0,09	3,9
1.09	□	260	0,07	0,5	0,14	429	<b>400</b>	<b>400</b>	0,16	0,5
1.10	□	1530	0,43	4,0	0,11	368	<b>315</b>	<b>400</b>	0,13	3,4
1.11	□	260	0,07	0,5	0,14	429	<b>400</b>	<b>400</b>	0,16	0,5
1.12	□	1790	0,50	4,0	0,12	398	<b>315</b>	<b>400</b>	0,13	3,9
1.13	□	300	0,08	0,5	0,17	461	<b>600</b>	<b>600</b>	0,36	0,2
1.14	□	600	0,17	0,5	0,33	651	<b>600</b>	<b>600</b>	0,36	0,5
1.15	□	900	0,25	4,0	0,06	282	<b>225</b>	<b>400</b>	0,09	2,8
1.16	□	2690	0,75	4,0	0,19	488	<b>550</b>	<b>400</b>	0,22	3,4
1.17	□	350	0,10	0,5	0,19	498	<b>500</b>	<b>400</b>	0,20	0,5
1.18	□	3040	0,84	4,0	0,21	518	<b>550</b>	<b>400</b>	0,22	3,8



## 2.NP

Číslo	Průřez	Objem vzduchu		Maximální rychlost	Předběžná plocha	Předběžný průměr	Rozměry potrubí		Skutečná plocha	Skutečná rychlost
		V <sub>e</sub>	V <sub>e</sub>	v'	S'	d'	B	H	S	v
		[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[m <sup>2</sup> ]	[m/s]
2.01	□	350	0,10	0,5	0,19	498	<b>500</b>	<b>400</b>	0,20	0,5
2.02	□	350	0,10	4,0	0,02	176	<b>225</b>	<b>400</b>	0,09	1,1
2.03	□	350	0,10	0,5	0,19	498	<b>500</b>	<b>400</b>	0,20	0,5
2.04	□	700	0,19	4,0	0,05	249	<b>225</b>	<b>400</b>	0,09	2,2
2.05	□	350	0,10	0,5	0,19	498	<b>500</b>	<b>400</b>	0,20	0,5
2.06	□	1050	0,29	4,0	0,07	305	<b>225</b>	<b>400</b>	0,09	3,2
2.07	□	225	0,06	0,5	0,13	399	<b>500</b>	<b>400</b>	0,20	0,3
2.08	□	1275	0,35	4,0	0,09	336	<b>400</b>	<b>400</b>	0,16	2,2
2.09	□	350	0,10	0,5	0,19	498	<b>500</b>	<b>400</b>	0,20	0,5
2.10	□	1625	0,45	4,0	0,11	379	<b>400</b>	<b>400</b>	0,16	2,8
2.11	□	350	0,10	0,5	0,19	498	<b>500</b>	<b>400</b>	0,20	0,5
2.12	□	1975	0,55	4,0	0,14	418	<b>400</b>	<b>400</b>	0,16	3,4
2.13	□	350	0,10	0,5	0,19	498	<b>500</b>	<b>400</b>	0,20	0,5
2.14	□	2325	0,65	5,0	0,13	406	<b>400</b>	<b>400</b>	0,16	4,0
2.15	□	225	0,06	0,5	0,13	399	<b>500</b>	<b>400</b>	0,20	0,3
2.16	□	2550	0,71	5,0	0,14	425	<b>400</b>	<b>400</b>	0,16	4,4
2.17	□	350	0,10	0,5	0,19	498	<b>500</b>	<b>400</b>	0,20	0,5
2.18	□	350	0,10	4,0	0,02	176	<b>225</b>	<b>400</b>	0,09	1,1
2.19	□	600	0,17	0,5	0,33	651	<b>600</b>	<b>600</b>	0,36	0,5
2.20	□	950	0,26	4,0	0,07	290	<b>225</b>	<b>400</b>	0,09	2,9
2.21	□	250	0,07	0,5	0,14	421	<b>400</b>	<b>400</b>	0,16	0,4
2.22	□	1200	0,33	4,0	0,08	326	<b>225</b>	<b>400</b>	0,09	3,7
2.23	□	2000	0,56	0,8	0,69	940	<b>900</b>	<b>800</b>	0,72	0,8
2.24	□	2000	0,56	4,0	0,14	421	<b>900</b>	<b>400</b>	0,36	1,5
2.25	□	3200	0,89	5,0	0,18	476	<b>500</b>	<b>400</b>	0,20	4,4
2.26	□	1000	0,28	0,8	0,35	665	<b>900</b>	<b>800</b>	0,72	0,4
2.27	□	2000	0,56	0,8	0,69	940	<b>900</b>	<b>800</b>	0,72	0,8
2.28	□	2000	0,56	4,0	0,14	421	<b>500</b>	<b>400</b>	0,20	2,8
2.29	□	860	0,24	0,8	0,30	617	<b>800</b>	<b>400</b>	0,32	0,7
2.30	□	2860	0,79	4,0	0,20	503	<b>500</b>	<b>400</b>	0,20	4,0
2.31	□	6060	1,68	5,0	0,34	655	<b>850</b>	<b>400</b>	0,34	5,0
2.32	□	8610	2,39	5,0	0,48	780	<b>800</b>	<b>600</b>	0,48	5,0

### 3.NP

Číslo	Průřez	Objem vzduchu		Maximální rychlost	Předběžná plocha	Předběžný průměr	Rozměry potrubí		Skutečná plocha	Skutečná rychlost
		V <sub>e</sub>	V <sub>e</sub>	v'	S'	d'	B	H	S	v
		[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[m <sup>2</sup> ]	[m/s]
3.01	□	280	0,08	0,5	0,16	445	<b>400</b>	<b>600</b>	0,24	0,3
3.02	□	880	0,24	0,5	0,49	789	<b>800</b>	<b>800</b>	0,64	0,4
3.03	□	610	0,17	0,5	0,34	657	<b>600</b>	<b>600</b>	0,36	0,5
3.04	□	610	0,17	4,0	0,04	232	<b>400</b>	<b>600</b>	0,24	0,7
3.05	□	610	0,17	0,5	0,34	657	<b>600</b>	<b>600</b>	0,36	0,5
3.06	□	1220	0,34	4,0	0,08	328	<b>400</b>	<b>600</b>	0,24	1,4
3.07	□	610	0,17	0,5	0,34	657	<b>850</b>	<b>400</b>	0,34	0,5
3.08	□	350	0,10	0,5	0,19	498	<b>600</b>	<b>600</b>	0,36	0,3
3.09	□	2180	0,61	4,0	0,15	439	<b>400</b>	<b>400</b>	0,16	3,8
3.10	□	610	0,17	0,5	0,34	657	<b>600</b>	<b>600</b>	0,36	0,5
3.11	□	610	0,17	4,0	0,04	232	<b>400</b>	<b>400</b>	0,16	1,1
3.12	□	350	0,10	0,5	0,19	498	<b>600</b>	<b>400</b>	0,24	0,4
3.13	□	960	0,27	4,0	0,07	291	<b>400</b>	<b>400</b>	0,16	1,7
3.14	□	3140	0,87	4,0	0,22	527	<b>550</b>	<b>400</b>	0,22	4,0

### Stoupačí potrubí

Číslo	Průřez	Objem vzduchu		Maximální rychlost	Předběžná plocha	Předběžný průměr	Rozměry potrubí		Skutečná plocha	Skutečná rychlost
		V <sub>e</sub>	V <sub>e</sub>	v'	S'	d'	B	H	S	v
		[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[m <sup>2</sup> ]	[m/s]
S1.01	□	3040	0,84	5,0	0,17	464	<b>550</b>	<b>400</b>	0,22	3,8
S2.01	□	11650	3,24	5,0	0,65	908	<b>550</b>	<b>1200</b>	0,66	4,9
S3.01	□	15670	4,35	5,0	0,87	1053	<b>550</b>	<b>1600</b>	0,88	4,9

### Rozměry potrubí – rovnotlaké větrání jídelny a zázemí – přívod

Číslo	Objem vzduchu		Maximální rychlost	Předběžná plocha	Předběžný průměr	Rozměry potrubí		Skutečná plocha	Skutečná rychlost
	V <sub>e</sub>	V <sub>e</sub>	v´	S´	d´	B	H	S	v
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[m <sup>2</sup> ]	[m/s]
J1.01	600	0,17	0,5	0,33	651	<b>1400</b>	<b>750</b>	1,05	0,2
J1.02	1200	0,33	0,5	0,67	921	<b>1400</b>	<b>750</b>	1,05	0,3
J1.03	1800	0,50	0,5	1,00	1128	<b>1400</b>	<b>750</b>	1,05	0,5
J1.04	580	0,16	0,5	0,32	641	<b>1400</b>	<b>500</b>	0,70	0,2
J1.05	1180	0,33	0,5	0,66	914	<b>1400</b>	<b>500</b>	0,70	0,5
J1.06	2980	0,83	5,0	0,17	459	<b>500</b>	<b>400</b>	0,20	4,1
J1.07	700	0,19	0,5	0,39	704	<b>1050</b>	<b>750</b>	0,79	0,2
J1.08	1400	0,39	0,5	0,78	995	<b>1050</b>	<b>750</b>	0,79	0,5
J1.09	1400	0,39	5,0	0,08	315	<b>1050</b>	<b>400</b>	0,42	0,9
J1.10	4380	1,22	5,0	0,24	557	<b>650</b>	<b>400</b>	0,26	4,7

### Rozměry potrubí – rovnotlaké větrání jídelny a zázemí – odvod

Číslo	Objem vzduchu		Maximální rychlost	Předběžná plocha	Předběžný průměr	Rozměry potrubí		Skutečná plocha	Skutečná rychlost
	V <sub>e</sub>	V <sub>e</sub>	v´	S´	d´	B	H	S	v
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[m <sup>2</sup> ]	[m/s]
J1.01	625	0,17	0,5	0,35	665	<b>1400</b>	<b>750</b>	1,05	0,2
J1.02	1250	0,35	0,5	0,69	940	<b>1400</b>	<b>750</b>	1,05	0,3
J1.03	1875	0,52	0,5	1,04	1152	<b>1400</b>	<b>750</b>	1,05	0,5
J1.04	625	0,17	0,5	0,35	665	<b>1400</b>	<b>750</b>	1,05	0,2
J1.05	2500	0,69	5,0	0,14	421	<b>400</b>	<b>400</b>	0,16	4,3
J1.06	700	0,19	0,5	0,39	704	<b>1050</b>	<b>750</b>	0,79	0,2
J1.07	1400	0,39	0,5	0,78	995	<b>1050</b>	<b>750</b>	0,79	0,5
J1.08	3900	1,08	5,0	0,22	525	<b>550</b>	<b>400</b>	0,22	4,9

## Rozměry potrubí – podtlakové větrání

Číslo	Objem vzduchu		Maximální rychlost	Předběžná plocha	Předběžný průměr	Průměr potrubí	Skutečná plocha	Skutečná rychlost
	$V_e$	$V_e$	$v'$	$S'$	$d'$	$d$	$S$	$v$
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[m <sup>2</sup> ]	[m/s]
H1.01	160	0,04	4,0	0,01	119	<b>125</b>	0,01	3,6
S1.01	210	0,06	4,0	0,01	136	<b>160</b>	0,02	2,9
H1.02	320	0,09	4,0	0,02	168	<b>200</b>	0,03	2,8
S1.02	320	0,09	4,0	0,02	168	<b>200</b>	0,03	2,8
H1.03	130	0,04	4,0	0,01	107	<b>125</b>	0,01	2,9
H2.01	130	0,04	4,0	0,01	107	<b>125</b>	0,01	2,9
H2.02	210	0,06	4,0	0,01	136	<b>160</b>	0,02	2,9
S2.01	420	0,12	4,0	0,03	193	<b>200</b>	0,03	3,7
H2.03	320	0,09	4,0	0,02	168	<b>200</b>	0,03	2,8
S2.02	640	0,18	4,0	0,04	238	<b>250</b>	0,05	3,6
S3.01	450	0,13	4,0	0,03	199	<b>200</b>	0,03	4,0
S3.02	295	0,08	4,0	0,02	162	<b>200</b>	0,03	2,6

## 7 VÝPOČET TLAKOVÝCH ZTRÁT

---

Tlakové ztráty potrubní sítě jsou vypočítány pro nejdelší větve přívodního i odvodního vzduchotechnického potrubí centrálního rovnotlakého větrání i rovnotlakého větrání jídelny a zázemí. Na základě tlakových ztrát jsou navrženy ventilátory do jednotlivých vzduchotechnických jednotek.

Celkové tlakové ztráty jsou dány součtem tlakových ztrát třením a tlakových ztrát místních odporů.

$$\Delta p_c = \Delta p_{tř} + \Delta p_\zeta$$

kde:

$\Delta p_c$  [Pa] celková tlaková ztráta

$\Delta p_{tř}$  [Pa] tlaková ztráta třením

$\Delta p_\zeta$  [Pa] tlaková ztráta místními odpory

Tlakové ztráty třením vznikají v celé délce rozvodu vzduchotechniky a také po celém průtočném průřezu. Ztráty třením jsou stanoveny z následujících vztahů.

Tlakové ztráty třením v kruhovém potrubí.

$$\Delta p_{tř} = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2} \cdot \zeta$$

Tlakové ztráty třením ve čtyřhranném potrubí.

$$\Delta p_{tř} = \lambda \cdot \frac{l \cdot U}{4 \cdot S} \cdot \frac{v^2}{2} \cdot \zeta$$

kde:

$\Delta p_{tř}$  [Pa] tlaková ztráta třením

$\lambda$  [-] součinitel tření

$l$  [m] délka úseku potrubí

$U$  [m] obvod průtočného průřezu

$d$  [m] průměr průtočného průřezu

$S$  [m<sup>2</sup>] průtočná plocha

$v$  [m/s] rychlost proudění vzduchu

$\zeta$  [kg/m<sup>3</sup>] měrná hmotnost vzduchu

( $\zeta = 1,188 \text{ kg/m}^3$  při teplotě vzduchu 20 °C)

Součinitel tření závisí na Reynoldsově čísle a na relativní drsnosti stěn. Reynoldsovo číslo udává, zda v potrubí nastává proudění laminární či turbulentní. Ve všech částech počítaných rozvodů vzduchotechniky v daném objektu je Reynoldsovo číslo větší než 2300, proto je součinitel tření počítán podle následujícího vztahu pro turbulentní proudění.

$$\lambda = \frac{1,318}{\left[ \ln \left( \frac{\varepsilon}{3,7 \cdot d} + \frac{5,74}{\text{Re}^{0,9}} \right) \right]^2}$$

kde:

$\lambda$	[-]	součinitel tření
$\varepsilon$	[-]	relativní drsnost stěn vzduchovodů
$d$	[m]	průměr průtočného průřezu ( $d_r$ u čtyřhranného potrubí)
$\text{Re}$	[-]	Reynoldsovo číslo

Průměr průtočného průřezu odpovídá u kruhového potrubí průměru potrubí, u čtyřhranného potrubí je nahrazen tzv. rovnocenným průměrem potrubí.

$$d_r = \frac{2 \cdot B \cdot H}{B + H}$$

kde:

$d_r$	[m]	rovnocenný průměr potrubí
$B, H$	[m]	šířka, výška čtyřhranného průřezu

Relativní drsnost stěn vzduchovodů závisí na absolutní drsnosti stěn vzduchovodů a průměru kruhového potrubí, případně na rovnocenném průměru v případě čtyřhranného potrubí. Absolutní drsnost stěn je pro potrubí z pozinkovaného plechu 0,15 mm [1]. Pokud je relativní drsnost stěn menší než  $30/\text{Re}^{0,875}$ , jedná se o hydraulicky hladké potrubí, v opačném případě jde o potrubí s hydraulicky drsnými stěnami.

$$\varepsilon = \frac{k}{d}$$

kde:

$\varepsilon$	[-]	relativní drsnost stěn vzduchovodů
$k$	[mm]	absolutní drsnost stěn vzduchovodů ( $k = 0,15$ mm pro pozinkovaný ocelový plech) [1]
$d$	[mm]	průměr průtočného průřezu ( $d_r$ u čtyřhranného potrubí)

Reynoldsovo číslo závisí na rychlosti proudění vzduchu v potrubí, průměru potrubí a kinematické viskozitě vzduchu. Průměr potrubí je u čtyřhranného potrubí nahrazen rovnocenným průměrem. Kinematická viskozita vzduchu je při teplotě 20 °C  $15,32 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  [18].

$$R_e = \frac{v \cdot d}{\nu}$$

kde:

$R_e$	[-]	Reynoldsovo číslo
$v$	[m/s]	rychlost proudění vzduchu
$d$	[m]	průměr průtočného průřezu ( $d_f$ u čtyřhranného potrubí)
$\nu$	[m <sup>2</sup> /s]	kinematická viskozita vzduchu

( $\nu = 15,32 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  při teplotě vzduchu 20 °C) [18]

Tlakové ztráty místními odpory vznikají v částech potrubí, kde je proud vzduchu narušen jakýmkoli vřazeným prvkem. Místní ztráty vznikají především v odbočkách, regulačních prvcích, koncových prvcích vzduchotechnického rozvodu a kolenech. Tlaková ztráta vřazenými odpory je počítána dle následujícího vztahu.

$$\Delta p_\zeta = \zeta \cdot \frac{v^2}{2} \cdot \rho$$

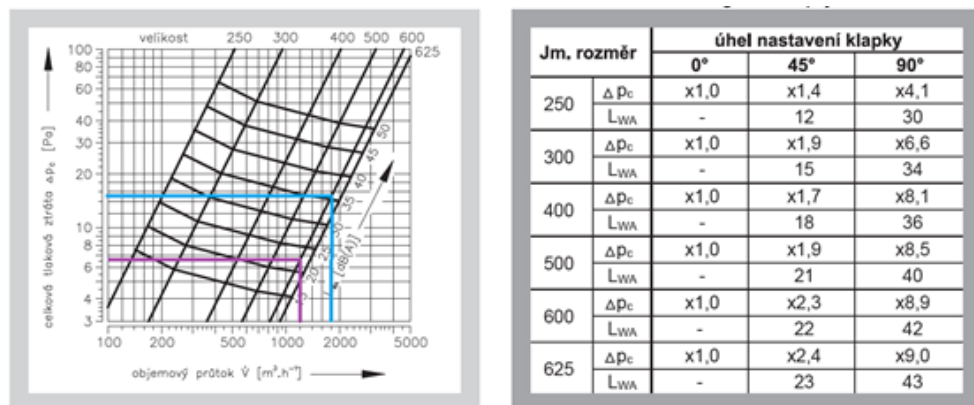
kde:

$\Delta p_\zeta$	[Pa]	tlaková ztráta místními odpory
$\zeta$	[-]	součinitel vřazeného odporu
$v$	[m/s]	rychlost proudění vzduchu
$\rho$	[kg/m <sup>3</sup> ]	měrná hmotnost vzduchu

( $\rho = 1,188 \text{ kg/m}^3$  při teplotě vzduchu 20 °C) [18]

Součinitelé místních odporů se stanovují zpravidla experimentálně [1]. V tomto projektu jsou stanoveny na základě výpočetní pomůcky dostupné online, kterou poskytuje projekční kancelář Qpro, viz <http://www.qpro.cz/Tlakova-ztrata-mistnimi-odpory>.

Tlakové ztráty distribučních prvků jsou stanoveny na základě informací poskytnutých výrobcí. Tlaková ztráta textilní výústky přívodní větve centrálního rovnotlakého větrání je uvažována 55 Pa (viz příloha 8 části návrh větrání základní školy). Tlaková ztráta anemostatu na odvodní větvi centrálního rovnotlakého větrání je uvažována 5 Pa. Výrobce poskytuje grafy tlakových ztrát anemostatů při svislém připojení pouze pro přívod vzduchu. Tyto tlakové ztráty jsou zpravidla větší než tlakové ztráty při odvodu vzduchu. I kdyby se jednalo o anemostat pro přívod vzduchu, při průtoku vzduchu 400 m<sup>3</sup>/h by v anemostatu ALCM 500 byly tlakové ztráty minimální. Tlakové ztráty anemostatů na přívodní větvi rovnotlakého větrání jídelny jsou uvažovány na 34,5 Pa pro první prvek na nejdelší větvi přívodního potrubí, 16,1 Pa pro druhý prvek a 5 Pa pro prvek na konci větve. Tyto tlakové ztráty jsou určeny na základě diagramu akustických výkonů a tlakových ztrát poskytnutého společností MANDÍK, a.s. Úhel nastavení regulační klapky je uvažován na 45°. Tlakové ztráty na odvodní větvi rovnotlakého větrání jídelny jsou uvažovány shodně.



Obrázek 14: Tlakové ztráty lamelových anemostatů ALCM při svislém připojení na čtyřhranné potrubí – přívod vzduchu

Tlakové ztráty distribučních prvků a použité součinitele místních ztrát jsou zakresleny v příloze 7 části návrhu větrání.



## Tlakové ztráty – centrální rovnotlaké větrání – přívod

Číslo	Objem vzduchu		Délka úseku	Rozměry potrubí			Skutečná plocha	Rovnocenný průměr	Skutečná rychlost	Reynoldsovo číslo	Charakter proudění	Relativní drsnost	$30/R_e^{0,875}$	Hydraulicky hladké / drsné stěny potrubí	Součinitel tření	Ztráty třením	Místní odpory	Ztráty místní	Celkové ztráty
	V		l	B	H	d	S	$d_r$	v	$R_e$		$\epsilon$			$\lambda$	$\Delta p_{tr}$	$\Sigma \zeta$	$\Delta p_{\zeta}$	$\Delta p_c$
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]	[mm]	[mm]	[mm]	[m <sup>2</sup> ]	[mm]	[m/s]	[-]		[-]			[-]	[Pa]	[-]	[Pa]	[Pa]
1	400	0,11	4,45			200	0,03		3,5	46 172	Turbulentní	0,0008	81,4	Hladké	0,0210	3,48	0,63	4,71	<b>8,19</b>
2	660	0,18	1,12	225	400		0,09	288	2,0	38 294	Turbulentní	0,0005	111,9	Hladké	0,0219	0,21	0,96	2,36	<b>2,57</b>
3	960	0,27	9,80	225	400		0,09	288	3,0	55 701	Turbulentní	0,0005	111,9	Hladké	0,0202	3,58	1,00	5,23	<b>8,81</b>
4	1220	0,34	5,92	450	400		0,18	424	1,9	52 049	Turbulentní	0,0004	156,9	Hladké	0,0205	0,60	1,29	2,71	<b>3,31</b>
5	1550	0,43	2,46	450	400		0,18	424	2,4	66 127	Turbulentní	0,0004	156,9	Hladké	0,0194	0,38	0,29	0,97	<b>1,35</b>
6	1810	0,50	2,58	450	400		0,18	424	2,8	77 220	Turbulentní	0,0004	156,9	Hladké	0,0188	0,53	0,35	1,64	<b>2,17</b>
7	2070	0,58	2,47	450	400		0,18	424	3,2	88 312	Turbulentní	0,0004	156,9	Hladké	0,0182	0,64	0,36	2,18	<b>2,83</b>
8	2370	0,66	4,46	450	400		0,18	424	3,7	101 111	Turbulentní	0,0004	156,9	Hladké	0,0177	1,48	1,13	8,96	<b>10,45</b>
9	2970	0,83	7,79	650	400		0,26	495	3,2	102 574	Turbulentní	0,0003	179,9	Hladké	0,0177	1,66	0,28	1,68	<b>3,34</b>
10	3570	0,99	6,17	650	400		0,26	495	3,8	123 296	Turbulentní	0,0003	179,9	Hladké	0,0170	1,83	1,82	15,75	<b>17,59</b>
11	3570	0,99	4,78	650	400		0,26	495	3,8	123 296	Turbulentní	0,0003	179,9	Hladké	0,0170	1,42	0,24	2,06	<b>3,48</b>
12	12710	3,53	5,11	650	1200		0,78	843	4,5	249 139	Turbulentní	0,0002	286,6	Hladké	0,0148	1,09	4,98	60,58	<b>61,67</b>
13	17480	4,86	4,87	650	1600		1,04	924	4,7	281 726	Turbulentní	0,0002	310,6	Hladké	0,0145	0,99	1,14	14,70	<b>15,68</b>
14	17480	4,86	3,99	1300	1300		1,69	1300	2,9	243 802	Turbulentní	0,0001	418,5	Hladké	0,0149	0,22	0,285	1,40	<b>1,62</b>
																	Σ	143,06	
																	Distribuční prvek		55,00
																	Σ	<b>198,06</b>	

## Tlakové ztráty – centrální rovnotlaké větrání – odvod

Číslo	Objem vzduchu		Délka úseku	Rozměry potrubí		Skutečná plocha	Rovnocenný průměr	Skutečná rychlost	Reynoldsovo číslo	Charakter proudění	Relativní drsnost	$30/R_e^{0,875}$	Hydraulicky hladké / drsné stěny potrubí	Součinitel tření	Ztráty třením	Místní odpory	Ztráty místní	Celkové ztráty
	V		l	B	H	S	$d_r$	v	$R_e$		$\varepsilon$			$\lambda$	$\Delta p_{tr}$	$\Sigma \zeta$	$\Delta p_\zeta$	$\Delta p_c$
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]	[mm]	[mm]	[m <sup>2</sup> ]	[mm]	[m/s]	[-]		[-]			[-]	[Pa]	[-]	[Pa]	[Pa]
1	400	0,11	3,91	600	400	0,24	480	0,5	14 505	Turbulentní	0,0003	175,0	Hladké	0,0279	0,03	0,27	0,03	<b>0,06</b>
2	400	0,11	9,78	225	400	0,09	288	1,2	23 209	Turbulentní	0,0005	111,9	Hladké	0,0247	0,76	0,20	0,18	<b>0,94</b>
3	660	0,18	2,15	225	400	0,09	288	2,0	38 294	Turbulentní	0,0005	111,9	Hladké	0,0219	0,40	0,44	1,08	<b>1,48</b>
4	920	0,26	2,44	225	400	0,09	288	2,8	53 380	Turbulentní	0,0005	111,9	Hladké	0,0204	0,83	0,29	1,40	<b>2,23</b>
5	1270	0,35	4,61	225	400	0,09	288	3,9	73 687	Turbulentní	0,0005	111,9	Hladké	0,0190	2,77	0,29	2,65	<b>5,42</b>
6	1530	0,43	12,0	315	400	0,13	352	3,4	77 599	Turbulentní	0,0004	133,6	Hladké	0,0187	4,30	0,19	1,30	<b>5,60</b>
7	1790	0,50	3,45	315	400	0,13	352	3,9	90 785	Turbulentní	0,0004	133,6	Hladké	0,0181	1,64	0,19	1,78	<b>3,42</b>
8	2690	0,75	2,00	550	400	0,22	463	3,4	102 683	Turbulentní	0,0003	169,6	Hladké	0,0177	0,52	0,30	2,05	<b>2,57</b>
9	3040	0,84	8,92	550	400	0,22	463	3,8	116 043	Turbulentní	0,0003	169,6	Hladké	0,0172	2,90	1,56	13,69	<b>16,59</b>
10	3040	0,84	4,79	550	400	0,22	463	3,8	116 043	Turbulentní	0,0003	169,6	Hladké	0,0172	1,56	0,64	5,59	<b>7,15</b>
11	11650	3,24	5,11	550	1200	0,66	754	4,9	241 411	Turbulentní	0,0002	259,9	Hladké	0,0149	1,44	4,92	70,29	<b>71,73</b>
12	15670	4,35	3,68	550	1600	0,88	819	4,9	264 301	Turbulentní	0,0002	279,2	Hladké	0,0146	0,96	0,89	12,88	<b>13,83</b>
13	15670	4,35	2,56	1300	1300	1,69	1300	2,6	218 557	Turbulentní	0,0001	418,5	Hladké	0,0152	0,12	0,63	2,50	<b>2,62</b>
$\Sigma$																	133,64	
Distribuční prvek																	5,00	
$\Sigma$																	<b>138,64</b>	

## Tlakové ztráty – rovnotlaké větrání jídelny a zázemí – přívod

Číslo	Objem vzduchu		Délka úseku	Rozměry potrubí		Skutečná plocha	Rovnocenný průměr	Skutečná rychlost	Reynoldsovo číslo	Charakter proudění	Relativní drsnost	$30/R_e^{0,875}$	Hydraulicky hladké / drsné stěny potrubí	Součinitel tření	Ztráty třením	Místní odpory	Ztráty místní	Celkové ztráty
	V		l	B	H	S	$d_r$	v	$R_e$		$\varepsilon$			$\lambda$	$\Delta p_{tr}$	$\Sigma \zeta$	$\Delta p_\zeta$	$\Delta p_c$
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]	[mm]	[mm]	[m <sup>2</sup> ]	[mm]	[m/s]	[-]		[-]			[-]	[Pa]	[-]	[Pa]	[Pa]
1	600	0,17	3,60	1400	750	1,05	977	0,2	10 120	Turbulentní	0,0002	325,9	Hladké	0,0307	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
2	1200	0,33	3,60	1400	750	1,05	977	0,3	20 240	Turbulentní	0,0002	325,9	Hladké	0,0256	0,01	0,00	0,00	<b>0,01</b>
3	1800	0,50	1,78	1400	750	1,05	977	0,5	30 360	Turbulentní	0,0002	325,9	Hladké	0,0232	0,01	0,31	0,04	<b>0,05</b>
4	2980	0,83	4,72	500	400	0,20	444	4,1	120 072	Turbulentní	0,0003	163,6	Hladké	0,0171	1,85	20,30	206,56	<b>208,41</b>
5	4380	1,22	5,58	650	400	0,26	495	4,7	151 270	Turbulentní	0,0003	179,9	Hladké	0,0163	2,39	0,81	10,59	<b>12,98</b>
																$\Sigma$	221,45	
														Distribuční prvky			55,60	
																$\Sigma$	<b>277,05</b>	

## Tlakové ztráty – rovnotlaké větrání jídelny a zázemí – odvod

Číslo	Objem vzduchu		Délka úseku	Rozměry potrubí		Skutečná plocha	Rovnocenný průměr	Skutečná rychlost	Reynoldsovo číslo	Charakter proudění	Relativní drsnost	$30/R_e^{0,875}$	Hydraulicky hladké / drsné stěny potrubí	Součinitel tření	Ztráty třením	Místní odpory	Ztráty místní	Celkové ztráty
	V		l	B	H	S	$d_r$	v	$R_e$		$\varepsilon$			$\lambda$	$\Delta p_{tr}$	$\Sigma \zeta$	$\Delta p_\zeta$	$\Delta p_c$
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]	[mm]	[mm]	[m <sup>2</sup> ]	[mm]	[m/s]	[-]		[-]			[-]	[Pa]	[-]	[Pa]	[Pa]
1	625	0,17	3,60	1400	750	1,05	977	0,2	10 542	Turbulentní	0,0002	325,9	Hladké	0,0304	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
2	1250	0,35	3,60	1400	750	1,05	977	0,3	21 083	Turbulentní	0,0002	325,9	Hladké	0,0253	0,01	0,00	0,00	<b>0,01</b>
3	1875	0,52	0,91	1400	750	1,05	977	0,5	31 625	Turbulentní	0,0002	325,9	Hladké	0,0230	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
4	2500	0,69	5,65	400	400	0,16	400	4,3	113 323	Turbulentní	0,0004	149,2	Hladké	0,0173	2,74	5,16	57,69	<b>60,43</b>
5	3900	1,08	9,45	550	400	0,22	463	4,9	148 871	Turbulentní	0,0003	169,6	Hladké	0,0164	4,81	1,13	16,20	<b>21,02</b>
														$\Sigma$		81,46		
														Distribuční prvky		55,60		
														$\Sigma$		<b>137,06</b>		

## **8 NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÝCH JEDNOTEK A VENTILÁTORŮ**

---

### **8.1 VZDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA CENTRÁLNÍHO ROVNOTLAKÉHO VĚTRÁNÍ**

Vzduchotechnická jednotka centrálního rovnotlakého větrání je umístěna na střeše objektu ve zděné nástavbě tvořící strojovnu vzduchotechniky. Navržena je sestavná bezrámová čtvercová vzduchotechnická jednotka velikosti H20 od společnosti C.I.C. Jan Hřebec s.r.o.

Návrh vychází z průtoku vzduchu 17 500 m<sup>3</sup>/h a externí tlakové ztráty 250 Pa pro přívod a 200 Pa pro odvod vzduchu.

Vzduchotechnická jednotka je složená z deskového rekuperačního výměníku, vodní ohřívací komory, ventilátorů pro přívod a odvod vzduchu, filtrů a manžet pro upevnění vzduchotechnického potrubí. K obsluze je určena zadní strana jednotky.

Technický list vzduchotechnické jednotky viz příloha 6 části vzduchotechnika základní školy.

### **8.2 VZDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA ROVNOTLAKÉHO VĚTRÁNÍ JÍDELNY A ZÁZEMÍ**

Vzduchotechnická jednotka rovnotlakého větrání jídelny a zázemí je umístěna venku za objektem. Navržena je sestavná obdélníková vzduchotechnická jednotka ve venkovním provedení taktéž od společnosti C.I.C. Jan Hřebec s.r.o.

Návrh vychází z průtoku vzduchu 4500 m<sup>3</sup>/h a externí tlakové ztráty 300 Pa pro přívod a 150 Pa pro odvod.

Vzduchotechnická jednotka je taktéž jako jednotka centrálního větrání složená z deskového rekuperačního výměníku, vodní ohřívací komory, ventilátorů pro přívod a odvod vzduchu, filtrů, manžet pro připojení vzduchotechnického potrubí a žaluzií na straně přívodu a odvodu vzduchu mezi exteriérem a vzduchotechnickou jednotkou. Zadní strana jednotky je určena pro obsluhu, přípojky na média jsou z přední strany.

Technický list vzduchotechnické jednotky viz příloha 7 části vzduchotechnika základní školy.

### **8.3 STŘEŠNÍ VENTILÁTORY PRO ODVOD VZDUCHU Z MÍSTNOSTÍ HYGIENICKÉHO ZÁZEMÍ**

Vzduch z místností hygienického zázemí školy je odváděn centrálními ventilátory umístěnými na střeše objektu, jejichž provoz je časový, vždy o přestávkách mezi vyučováním. Ventilátor zajišťující odvod vzduchu z WC zaměstnanců, úklidových místností a WC pro invalidy v 1.NP a 2.NP musí být schopen odvádět 420 m<sup>3</sup>/h vzduchu. Ventilátor odvádějící vzduch z chlapeckých a dívčích WC v 1.NP a 2.NP musí být schopen odvádět 640 m<sup>3</sup>/h vzduchu. Ventilátor zajišťující odvod vzduchu z WC

pro zaměstnance, místnosti úklidu a WC pro dívky ve 3.NP musí odvádět minimálně 450 m<sup>3</sup>/h vzduchu. Poslední střešní ventilátor zajišťuje odvod vzduchu z chlapeckého WC a z WC pro invalidy ve 3.NP, ten musí odvádět alespoň 295 m<sup>3</sup>/h vzduchu.

Pro odvod vzduchu do 500 m<sup>3</sup>/h, tedy kromě odvodu vzduchu z dívčích a chlapeckých WC v 1.NP a 2.NP, je navržen střešní ventilátor od společnosti Soler&Palau Ventilation Group typ CTB/4-500/200 Ecowatt. Pro odvod vzduchu z dívčích a chlapeckých WC v 1.NP a 2.NP je navržen ventilátor od stejné společnosti, ale typ CTB/4-800/250 Ecowatt. Připojení ventilátorů odpovídají navrhovaným velikostem stoupacího potrubí.



Obrázek 15: Střešní ventilátor CTB Ecowatt

Technický list ventilátorů viz příloha 8 části vzduchotechnika základní školy.

#### **8.4 VENTILÁTOR DO POTRUBÍ PRO ODVOD VZDUCHU Z MÍSTNOSTÍ HYGIENICKÉHO ZÁZEMÍ**

Z WC pro zaměstnance a místnosti úklidu v zázemí přípravný jídlu je vzduch odváděn přes fasádu objektu. Ventilátor je navržen centrální pro obě místnosti a bude spouštěn na základě pohybových čidel umístěných v obou místnostech. Navržen je diagonální ventilátor do kruhového potrubí od společnosti Soler&Palau Ventilation Group typ MIXVENT-TD-350/125 Ecowatt IP44. Vývod potrubí je na fasádě opatřen žaluzií.



Obrázek 16: Ventilátor MIXVENT-TD-350/125 Ecowatt IP44

Technický list ventilátoru viz příloha 9 části vzduchotechnika základní školy.

## 9 ZDROJE

---

### 9.1 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. CENTNEROVÁ, Lada a Karel PAPEŽ. Technická zařízení budov 30: Vzduchotechnika. Cvičení. Praha: ČVUT, 2000. ISBN 80-01-02251-X.
2. HIRŠ, Jiří a Günter GEBAUER. Vzduchotechnika v příkladech. Brno: CERM, 2006. ISBN 80-7204-486-9.
3. DANIELS, Klaus. Technika budov: příručka pro architekty a projektanty. 3. přeprac. vyd. Bratislava: Jaga, 2003. ISBN 80-88905-63-X.
4. GEBAUER, Günter, Olga RUBINOVÁ a Helena HORKÁ. Vzduchotechnika. Brno: ERA, 2005. Technická knihovna. ISBN 80-7366-027-X.
5. Vyhláška č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých (změny: 343/2009 Sb., 465/2016 Sb.).
6. Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci (změny: 68/2010 Sb., 93/2012 Sb., 9/2013 Sb., 32/2016 Sb.).
7. Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby.

### 9.2 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

8. Operační program Životní prostředí. Metodický pokyn pro návrh větrání škol. In: Operační program Životní prostředí [online]. Státní fond životního prostředí, 2015. [cit. 2017-04-02].  
Dostupné z: <http://www.opzp.cz/dokumenty/274-metodicky-pokyn-pro-navrh-vetrani-skol?verze=1>
9. Operační program Životní prostředí. Metodický pokyn pro návrh větrání škol – výpočetní pomůcka. In: Operační program Životní prostředí [online]. Státní fond životního prostředí, 2015. [cit. 2017-04-02].  
Dostupné z: <http://www.opzp.cz/dokumenty/275-metodicky-pokyn-pro-navrh-vetrani-skol-vypocetni?verze=1>
10. PRIHODA ® [online]. PRIHODA s.r.o., © 2012-2014. [cit. 2017-04-20].  
Dostupné z: <http://www.prihoda.com/cs>
11. MANDÍK ® [online]. MANDÍK, a.s., © 2017. [cit. 2017-04-20].  
Dostupné z: <http://www.mandik.cz/produktova-rada/distribucni-elementy/anemostaty/alcm>
12. MANDÍK ® [online]. MANDÍK, a.s., © 2017. [cit. 2017-04-20].  
Dostupné z: <http://www.mandik.cz/produktova-rada/distribucni-elementy/dyzy-a-ventily/tvom,-tvp>
13. MORA [online]. MORA MORAVIA, s.r.o., © 2017. [cit. 2017-04-24].  
Dostupné z: <http://www.mora.cz/odsavac-par-ot-650-x/>
14. Vhodné rychlosti (m/s) ve vzduchovodech. In: TZB-info [online]. Topinfo s.r.o., © 2001-2017. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/121-vhodne-rychlosti-m-s-ve-vzduchovodech>

15. Katedra technických zařízení budov, ČVUT v Praze, Fakulta stavební [online]. Distribuce vzduchu při nuceném větrání. [cit. 2017-04-26].  
Dostupné z: [http://tzb.fsv.cvut.cz/vyucujici/62/distribuce\\_vzduchu\\_pri\\_nucene\\_m\\_vetrani.pdf](http://tzb.fsv.cvut.cz/vyucujici/62/distribuce_vzduchu_pri_nucene_m_vetrani.pdf)
16. Katedra technických zařízení budov, ČVUT v Praze, Fakulta stavební [online]. Návrh trasy vzduchotechnického potrubí. [cit. 2017-04-26].  
Dostupné z: [http://tzb.fsv.cvut.cz/vyucujici/14/tz2\\_2009/du-5-navrh-trasy-vzduchotechnickeho-potrubu.pdf](http://tzb.fsv.cvut.cz/vyucujici/14/tz2_2009/du-5-navrh-trasy-vzduchotechnickeho-potrubu.pdf)
17. DRKAL, František, Miloš LAIN, Jan SCHWARZER a Vladimír ZMRHAL. Vzduchotechnika. In: Inteligentní budovy, ČVUT v Praze [online]. Katedra měření, ČVUT v Praze, Fakulta elektrotechnická, © 2009-2016. [cit. 2017-04-26].  
Dostupné z: [https://www.ib.cvut.cz/sites/default/files/Studijni\\_materialy/VZT/Vzduchotechnika.pdf](https://www.ib.cvut.cz/sites/default/files/Studijni_materialy/VZT/Vzduchotechnika.pdf)
18. Fyzikální hodnoty pro suchý vzduch při tlaku 100 kPa. In: TZB-info [online]. Topinfo s.r.o., © 2001-2017. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/38-fyzikalni-hodnoty-pro-suchy-vzduch-pri-tlaku-100-kpa>
19. ZMRHAL, Vladimír. Projekt – vzduchotechnika, 4. Návrh potrubní sítě. In: Fakulta strojní, ČVUT v Praze [online]. ČVUT FS, © 2014-2017. [cit. 2017-04-26].  
Dostupné z: [http://www.users.fs.cvut.cz/~zmrhavla/Projekt3/Podklady/04\\_Navr\\_h%20potrubni%20site.pdf](http://www.users.fs.cvut.cz/~zmrhavla/Projekt3/Podklady/04_Navr_h%20potrubni%20site.pdf)
20. Obecný výpočet tlakových ztrát místním odporem. In: Technika prostředí [online]. QPRO, © 2006-2017. [cit. 2017-05-15].  
Dostupné z: <http://www.qpro.cz/Tlakova-ztrata-mistnimi-odpory>



### 9.3 ZDROJE OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Fabric ducting offices. In: PRIHODA ® [online]. PRIHODA s.r.o., © 2012-2014. [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: <http://www.prihoda.com/cs/reference>

Obrázek 2: Výstup vzduchu z vyústek. In: PRIHODA ® [online]. PRIHODA s.r.o., © 2012-2014. [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: <http://www.prihoda.com/cs/distribuce-vzduchu>

Obrázek 3: Dosahy proudů z tkaninových vyústek. In: PRIHODA ® [online]. PRIHODA s.r.o., © 2012-2014. [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: <http://www.prihoda.com/cs/distribuce-vzduchu>

Obrázek 4: Průřez. In: PRIHODA ® [online]. PRIHODA s.r.o., © 2012-2014. [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: <http://www.prihoda.com/cs/zakladni-charakteristiky-2>

Obrázek 5: Přehled instalací. In: PRIHODA ® [online]. PRIHODA s.r.o., © 2012-2014. [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: <http://www.prihoda.com/cs/instalace-2>

Obrázek 6: KADRMAS, Lukas. PRIHODA s.r.o. (viz příloha 8 části návrh větrání základní školy).

Obrázek 7: KADRMAS, Lukas. PRIHODA s.r.o. (viz příloha 8 části návrh větrání základní školy).

Obrázek 8: Čelní desky. In: MANDÍK ® [online]. MANDÍK, a.s., © 2017. [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: [http://www.mandik.cz/getattachment/a9f8ceaa-e958-4438-9f80-64c2fae0c578/003\\_97\\_cz\\_ALCM.aspx](http://www.mandik.cz/getattachment/a9f8ceaa-e958-4438-9f80-64c2fae0c578/003_97_cz_ALCM.aspx)

Obrázek 9: Svislé připojení na čtyřhranné potrubí s regulací. In: MANDÍK ® [online]. MANDÍK, a.s., © 2017. [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: [http://www.mandik.cz/getattachment/a9f8ceaa-e958-4438-9f80-64c2fae0c578/003\\_97\\_cz\\_ALCM.aspx](http://www.mandik.cz/getattachment/a9f8ceaa-e958-4438-9f80-64c2fae0c578/003_97_cz_ALCM.aspx)

Obrázek 10: Ventil pro odvod vzduchu TVOM. In: MANDÍK ® [online]. MANDÍK, a.s., © 2017. [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: [http://www.mandik.cz/getattachment/39f9280f-9343-4b9e-b06d-689eca38fbda/028\\_03\\_cz\\_TVPM\\_TVOM.aspx](http://www.mandik.cz/getattachment/39f9280f-9343-4b9e-b06d-689eca38fbda/028_03_cz_TVPM_TVOM.aspx)

Obrázek 11: Tab. 5.1.2. Ventil pro odvod vzduchu – TVOM. In: MANDÍK ® [online]. MANDÍK, a.s., © 2017. [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: [http://www.mandik.cz/getattachment/39f9280f-9343-4b9e-b06d-689eca38fbda/028\\_03\\_cz\\_TVPM\\_TVOM.aspx](http://www.mandik.cz/getattachment/39f9280f-9343-4b9e-b06d-689eca38fbda/028_03_cz_TVPM_TVOM.aspx)

Obrázek 12: Odsavač par OT 650 X. In: MORA [online]. MORA MORAVIA, s.r.o., © 2017. [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: <http://www.mora.cz/odsavac-par-ot-650-x/>

Obrázek 13: Rozměry pro zabudování. In: MORA [online]. MORA MORAVIA, s.r.o., © 2017. [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: <http://www.mora.cz/odsavac-par-ot-650-x/>

Obrázek 14: Akustické výkony a tlakové ztráty, Diagram 7.2.3., Tab. 7.2.3.

In: MANDÍK ® [online]. MANDÍK, a.s., © 2017. [cit. 2017-05-15].

Dostupné z: [http://www.mandik.cz/getattachment/a9f8ceaa-e958-4438-9f80-64c2fae0c578/003\\_97\\_cz\\_ALCM.aspx](http://www.mandik.cz/getattachment/a9f8ceaa-e958-4438-9f80-64c2fae0c578/003_97_cz_ALCM.aspx)

Obrázek 15: CTB/4-800/250 Ecowatt střešní ventilátor. In: ELEKTRODESIGN ® ventilátory s.r.o. [online]. ELEKTRODESIGN ventilátory spol. s.r.o., © 2003-2009.

[cit. 2017-05-18]. Dostupné z: <http://www.elektrodesign.cz/web/cs/product/ctb-4-800-250-ecowatt-stresni-ventilator>

Obrázek 16: TD 350/125 Ecowatt IP44 úsporný ventilátor. In: ELEKTRODESIGN ® ventilátory s.r.o. [online]. ELEKTRODESIGN ventilátory spol. s.r.o., © 2003-2009.

[cit. 2017-05-18]. Dostupné z: <http://www.elektrodesign.cz/web/cs/product/td-350-125-ecowatt-ip44-usporny-ventilator>