

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

**KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**



**Technická zpráva**

**Návrh systému větrání školní budovy**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Vypracovala:**

**Bc. Jitka Donátová**

**Vedoucí práce:**

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

**2022-2023**

# Obsah

1	Úvod.....	4
2	Použité podklady.....	5
3	Použité programy.....	5
4	Množství větracího vzduchu .....	5
5	Popis jednotlivých VZT zařízení.....	7
5.1	Hlavní část školy .....	7
5.2	Zázemí tělocvičny .....	7
5.3	Tělocvična.....	8
6	Rozvody čerstvého vzduchu .....	8
6.1	Hlavní část školy .....	8
6.2	Zázemí tělocvičny .....	9
6.3	Tělocvična.....	9
7	Rozvody odpadního vzduchu .....	10
7.1	Hlavní část školy .....	10
7.2	Zázemí tělocvičny .....	10
7.3	Tělocvična.....	10
8	Regulace.....	11
8.1	Hlavní část školy .....	11
8.2	Zázemí tělocvičny .....	11
8.3	Tělocvična.....	11
9	Protihluková opatření .....	11
10	Požární opatření.....	11
11	Požadavky na ostatní profese .....	12
11.1	Stavební práce .....	12

11.2	Elektroinstalace .....	12
11.3	ZTI .....	13
11.4	Vytápění a chlazení.....	13
11.5	Měření a regulace.....	13
12	Požadavky na montáž .....	13
13	Přílohy .....	14
14	Výkresová dokumentace .....	14

# 1 Úvod

Projekt řeší návrh nuceného rovnotlakého větrání s rekuperací tepla v objektu základní školy s tělocvičnou. Škola je ve tvaru L a má jedno podzemní podlaží a tři nadzemní podlaží. Vstup do objektu je z prvního nadzemního podlaží, kde jsou také dvě velké třídy a hygienické zázemí. V prvním podzemním podlaží jsou šatny a zázemí pro tělocvičnu, která je vysoká přes 1. PP i 1. NP. Ve druhém nadzemním podlaží jsou tři velké třídy, dvě malé třídy, sborovna, kanceláře pro pedagogy školy včetně zástupce a ředitele školy a hygienické zázemí. Ve třetím nadzemním podlaží jsou čtyři velké třídy, tři malé třídy, kanceláře pro pedagogy školy a hygienické zázemí.

Škola je umístěná v Praze. Využívání školního objektu bude v čase vyučování, takže od pondělí do pátku od 8 do cca 16 h. Tělocvična bude využívání i ve večerních hodinách a o víkendu.

Obvodové stěny a stropy jsou monolitické, vnitřní stěny a příčky jsou zděné. Střecha je plochá, jednoplášťová, výlez na střechu je z technické místnosti 3.23. Výška nejvyššího bodu je + 12,260m.

V objektu jsou navrženy tři větrací jednotky, protože tělocvična a její zázemí bude mít rozdílný provoz. Hlavní část školy je větrána jednotkou Geonix Core 18 umístěnou na střeše objektu (viz Výkres č. 5: Půdorys střecha), zázemí tělocvičny jednotkou Duplex 2500 Multi umístěnou pod stropem v na chodbě S1.21 (viz Výkres č. 1: Půdorys 1. PP) a tělocvična jednotkou 5000 Multi-V umístěnou v technické místnosti 1.17 (viz Výkres č. 2: Půdorys 1. NP).

## 2 Použité podklady

Pro zpracování projektové dokumentace bylo využito následujících podkladů:

1. Architektonicko-stavební projektová dokumentace školy
2. Technické podklady výrobců
3. Normy a vyhlášky: Vyhláška č. 410/2005 Sb. (verze 4)

Vyhláška č. 343/2009 Sb.

Vyhláška č. 268/2009 Sb.

Nařízení vlády č. 93/2012 Sb.

Metodický pokyn pro návrh větrání škol pro SC 5.1

## 3 Použité programy

Pro zpracování projektové dokumentace bylo využito následujících programů:

1. Návrhový program jednotek DUPLEX
2. Návrhový program SYSTEMAIR
3. Tlakové ztráty vypočteny pomocí programu [www.qpro.cz](http://www.qpro.cz)
4. Autodesk – Revit, AutoCad
5. Microsoft – Word, Excel

## 4 Množství větracího vzduchu

Množství větracího vzduchu bylo navrženo dle požadavků na větrání jednotlivých provozů z Vyhlášky č. 410/2005 Sb. a upraveno bylo metodickým pokynem pro návrh větrání škol pro SC 5.1 vydaným ministerstvem pro životní prostředí.

Vzhledem k tomu, že se jedná o budovu základní školy, tak výměna vzduchu pro jednoho žáka ve třídě bylo zvoleno 18 m<sup>3</sup>/h a pro učitele 25 m<sup>3</sup>/h. Je počítáno, že ve velké třídě je 30 žáků a jeden učitel a v malé třídě je 15 žáků a 1 učitel. Tělocvična bude sloužit pro cvičení, a proto bylo zvoleno 90 m<sup>3</sup>/h na osobu. Je počítáno, že v tělocvičně je 30 žáků a 2 učitelé. Kabinety pro větší komfort mají přivedeno trvalé větrání 25 m<sup>3</sup>/h na osobu a kancelář zástupce, ředitele školy a školníka s ohledem na provoz 50 m<sup>3</sup>/h na osobu.

Šatny u tělocvičny mají minimální množství vzduchu na osobu 20 m<sup>3</sup>/h, ale s ohledem na rovnotlaké větrání je vyšší. Technické místnosti, sklady, chodby a schodiště mají minimální výměnu vzduchu 0,3 [h<sup>-1</sup>], ale s ohledem rovnotlaké větrání je vyšší. Sprchy mají výměnu vzduchu 150 m<sup>3</sup>/h na jednu sprchu, umyvadla 30 m<sup>3</sup>/h na jedno umyvadlo, záchody 50 m<sup>3</sup>/h na jeden záchod, pisoáry 25 m<sup>3</sup>/h na jeden pisoár a úklidová místnosti 30 m<sup>3</sup>/h na jednu výlevku.

Návrh množství větracího vzduchu pro konkrétní místnosti viz příloha 1: Výpočet množství větracího vzduchu

Typ prostoru	Množství vzduchu [m <sup>3</sup> .hod <sup>-1</sup> ]
Učebny	20-30 na 1 žáka
Tělocvičny	20-90 na 1 žáka*
Šatny	20 na 1 žáka
Umývárny	30 na 1 umyvadlo
Sprchy	150-200 na 1 sprchu
Záchody	50 na 1 kabinu, 25 na 1 pisoár

\* s ohledem na konkrétní využití (dle druhu prováděného cvičení) a kapacitu tělocvičny

Tabulka 1: Množství vzduchu, Vyhláška č. 343/2009 Sb.

Množství venkovního vzduchu [m <sup>3</sup> /h.žáka]			
3 – 6 let	6 – 10 let	10 – 15 let	15 – 18 let
Školka	1. stupeň ZŠ	2. stupeň ZŠ	SŠ
10	12	18	20

Pro vyučující je učebna trvalým pracovištěm a průtok vzduchu na osobu se stanoví podle nařízení vlády č. 93/2012 Sb. [4], tj. minimálně 25 m<sup>3</sup>/h.os.

Tabulka 2: Množství vzduchu dle věku dětí, Metodický pokyn pro návrh větrání škol pro SC 5.1

Kabinety a sborovny nejsou trvalým pracovištěm ve smyslu nařízení vlády č. 93/2012 Sb. a připouští se přirozené větrání oknem (provětrávání).

Hlavní část školy:	10 030 m <sup>3</sup> /h
Zázemí tělocvičny:	1 700 m <sup>3</sup> /h
Tělocvična:	3 000 m <sup>3</sup> /h

Výpočet viz příloha 1: Výpočet množství větracího vzduchu.

## 5 Popis jednotlivých VZT zařízení

### 5.1 Hlavní část školy

Hlavní část školy je větrána jednotkou s rekuperací tepla GEONIX Core 18, která je umístěná na střeše objektu na podkladní konstrukci pro VZT jednotku. Jednotka funguje v rovnotlakém režimu, přívod i odvod na jednotce je 10 030 m<sup>3</sup>/h. V jednotce je deskový rekuperační výměník s účinností 86,2 %, kombinovaný vodní výměník pro ohřev a chlazení a filtry. Podrobný popis navržené jednotky viz příloha 5: Návrh vzduchotechnických jednotek. Sání a výfuk jsou vyvedeny po střeše dál od sebe čtyřhranným potrubím 710x630 mm s izolací tl. 60 mm s oplechováním a topným kabelem, které je ukončeno šikmým nástavcem. Za jednotkou na přívodním potrubí před vstupem do objektu bude osazen parní zvlhčovač určen k osazení na střechy dle doporučení výrobcem.

Podrobný popis VZT jednotky GEONIX Core 18 viz Technické podklady výrobce.

### 5.2 Zázemí tělocvičny

Prostory zázemí tělocvičny v 1. PP jsou větrány jednotkou s rekuperací tepla DUPLEX 2500 Multi, instalovanou pod stropem 1. PP v chodbě S1.21. Jednotka funguje v rovnotlakém režimu, přívod i odvod na jednotce je 1 700 m<sup>3</sup>/h. V jednotce je deskový rekuperační výměník s účinností 84 %, vodní výměník pro ohřev, příprava pro chlazení a filtry. Podrobný popis navržené jednotky viz příloha 5: Návrh vzduchotechnických jednotek. V podhledu za jednotkou bude na přívodu vzduchu osazen parní zvlhčovač dle doporučení výrobce. Sání a výfuk jsou vyvedeny skrz stěnu ven čtyřhranným potrubím 400x250 s tl. izolace 40 mm do světlíku a ukončeny žaluziovou vyústkou.

Podrobný popis VZT jednotky DUPLEX 2500 Multi viz Technické podklady výrobce.

## 5.3 Tělocvična

Tělocvična je větrána jednotkou s rekuperací tepla DUPLEX 5000 Multi-V, která je instalovaná v technické místnosti 1.17. Jednotka funguje v rovnotlakém režimu, přívod i odvod na jednotce je 3 000 m<sup>3</sup>/h. V jednotce je deskový rekuperační výměník s účinností 83 %, vodní výměník pro ohřev, příprava pro chlazení a filtry. Podrobný popis navržené jednotky viz příloha 5: Návrh vzduchotechnických jednotek. V technické místnosti bude na přívodu vzduchu osazen parní zvlhčovač dle doporučení výrobcem. Sání a výfuk jsou vyvedeny skrz stěnu anglickým dvorkem čtyřhranným potrubím 400x355 s tl. izolace 40 mm ven a ukončeny žaluziovou vyústkou v 1. NP ve výšce 3 000 mm.

Podrobný popis VZT jednotky DUPLEX 5000 Multi-V viz Technické podklady výrobce.

## 6 Rozvody čerstvého vzduchu

### 6.1 Hlavní část školy

Čerstvý vzduch bude od jednotky veden po střeše do šachty čtyřhranným potrubím 710x630 s tl. izolace 60 mm s oplechováním. V šachtě potom čtyřhranným potrubím s izolací tl. 40 mm příslušné dimenze.

Ze stoupacího potrubí budou odbočky do jednotlivých pater, kde je hlavní páteřní rozvod pomocí čtyřhranného potrubí a kde to prostor umožňuje, tak je redukce na kulaté potrubí. Křížení je provedeno pomocí kolem 45°.

Ve třídách a sborovně je vzduch přiveden textilními vyústkami od firmy Příhoda o průměru 200-250 mm. Do kabinetů, kanceláří, chodeb a šaten je vzduch distribuován talířovými ventily PDVS o průměru 100-160 mm, které jsou napojeny pomocí Flexi potrubí Semisystem od firmy Systemair a to z důvodu napojení na přesnou polohu vůči kazetovému podhledu. Talířové ventily v kabinetech a kancelářích jsou napojeny pomocí hlukově izolačního potrubí systému SonoExtra od firmy Systemair. Do technických místností a na schodišťový prostor je vzduch přiveden pomocí větrací kulaté mřížky CB 400 od firmy Multivac o průměru 100-125 mm.



Do prostorů, kde není přívod vzduchu, ale pouze odvod, je vzduch přiveden sekundárně skrz další místnosti pomocí větrací mřížky Aradex s požární odolností. Na základě požární zprávy je některé mřížky mohou zaměnit za mřížky bez požární odolnosti.

## 6.2 Zázemí tělocvičny

Čerstvý vzduch bude od jednotky veden pod stropem 1. PP do chodby S1.04 v zázemí tělocvičny čtyřhranným potrubím 400x250 s tl. izolace 40 mm. Zde se dělí a přechází v kulaté potrubí, kterým je dovedeno do chodby a šaten. Vzduch je dále distribuován talířovými ventily PDVS o průměru 160-200 mm, které jsou napojeny pomocí Flexi potrubí Semisystem od firmy Systemair z důvodu napojení na přesnou polohu vůči kazetovému podhledu.

Do prostorů, kde není přívod vzduchu, ale pouze odvod, je vzduch přiveden sekundárně skrz další místnosti pomocí větrací mřížky Aradex s požární odolností. Na základě požární zprávy je některé mřížky mohou zaměnit za mřížky bez požární odolnosti.

Veškeré vedení rozvodů a umístění distribučních elementů viz Výkresová dokumentace.

## 6.3 Tělocvična

Čerstvý vzduch bude od jednotky veden pod stropem tělocvičny kulatým potrubím v dimenzi 315-500 mm. V technické místnosti 1.17 bude provedena odbočka pro větrání technických místností, kde bude vzduch distribuován pomocí kruhové mřížky CB 400 od firmy Multivac o průměru 100 mm. Jako distribuční elementy pro tělocvičnu budou využity multidýzy MZL-KV do kruhového potrubí od firmy Systemair ve velikosti 800x150 mm. Každá multidýza přivádí 480 m<sup>3</sup>/h.

Veškeré vedení rozvodů a umístění distribučních elementů viz Výkresová dokumentace.

## 7 Rozvody odpadního vzduchu

### 7.1 Hlavní část školy

Ze tříd a sborovny bude část odpadního vzduchu odváděna čtyřhrannými mřížkami a část pomocí větrací mřížky Aradex s požární odolností na chodbu, kde projde sekundárně přes hygienické zázemí, kde se odvede talířovými ventily DVS o průměru 100-200 mm. Jsou napojeny pomocí Flexi potrubí Semisystem od firmy Systemair. Talířové ventily jsou také na některých chodbách a v šatnách. Z technických místností a schodišťového prostoru je vzduch odveden pomocí větrací kulaté mřížky CB 400 od firmy Multivac o průměru 100-125 mm.

Odpadní vzduch bude k jednotce veden stoupacím potrubím s tepelnou izolací tl. 40 mm příslušné dimenze dle výkresové dokumentace. Stoupací potrubí bude vyústěno na střeše do vzduchotechnické jednotky.

### 7.2 Zázemí tělocvičny

Odpadní vzduch bude odváděn talířovými ventily DVS o průměru 100-200 mm, které jsou napojeny pomocí Flexi potrubí Semisystem od firmy Systemair. Rozvody budou vedeny pod stropem až do chodby S1.04, kde budou zaústěny ve vzduchotechnické jednotce.

### 7.3 Tělocvična

Odpadní vzduch bude odváděn vyústkami do kruhového potrubí SFV11 o rozměrech 625x125. Dále bude odpadní vzduch veden příznaný u stropu potrubím SPIRO DN 315-500 mm do vzduchotechnické jednotky.

## 8 Regulace

### 8.1 Hlavní část školy

Ve všech třídách, sborovně a ve shluku kabinetů jsou instalovány VAV boxy OPTIMA R GO od firmy Systemair v příslušné dimenzi dle přívodního a odvodního potrubí. Regulace bude probíhat podle předem definovaného rozvrhu, doplňkově čidlem CO<sub>2</sub> a čidlem teploty.

### 8.2 Zázemí tělocvičny

Přívod i odvod vzduchu bude regulován pomocí vzduchotechnické jednotky dle vlhkostních čidel.

### 8.3 Tělocvična

Přívod i odvod vzduchu bude regulován pomocí vzduchotechnické jednotky dle čidel CO<sub>2</sub>.

## 9 Protihluková opatření

Ve třídách, sborovně, kabinetech a kancelářích jsou navrženy tlumiče hluku za VAV boxem, aby se hluk nešířil do prostoru místnosti. Kabinety a kanceláře jsou také napojeny pomocí hlukově izolačnímu systému SonoExtra od firmy Systemair.

## 10 Protipožární opatření

Na hranici požárních úseků jsou osazeny větrací mřížky Aradex s požární odolností. Mřížky, které nebudou na hranici požárního úseku se vymění za mřížky bez požární odolnosti. Upřesnění dle požární zprávy.

Na hranici požárního úseku budou osazeny požární klapky. Šachta je uvažována jako samostatný požární úsek, takže požární klapky budou před odbočkou do stoupacího potrubí. Upřesnění dle požární zprávy.

# 11 Požadavky na ostatní profese

## 11.1 Stavební práce

V rámci stavebních profesí bude nutno zajistit následující práce:

- Provedení veškerých prostupů pro trasy vzduchovodů, tyto otvory budou o 50 mm větší symetricky na každou stranu oproti jmenovitému průřezu potrubí.
- V případě, že potrubí prochází na další požární úsek je třeba nainstalovat požární ucpávky potrubí.
- Zajištění dopravy materiálu a přístupu pro osoby pro montáž a poté údržbu a servis všech potřebných zařízení.
- Zajistit osazení revizních otvorů pro regulátory průtoku, požární klapky a dalším zařízením vyžadující pravidelný servis.
- Osazení přefukových mřížek bude dle projektové dokumentace pro zajištění cirkulace vzduchu a správného fungování rovnotlakého větrání. Mřížky budou zvoleny dle potřeby požární odolnosti.
- Pro vzduchotechnickou jednotku umístěnou na střeše bude vybetonován podstavec.
- Zajištění řádného osvětlení pro montáž, údržbu a servis zařízení.

## 11.2 Elektroinstalace

V rámci montáže silnoproudých zařízení bude nutno provést:

- Zajištění uzemnění všech potřebných zařízení.
- Připojení všech VZT jednotek, VAV boxů, požárních klapek a dalších potřebných zařízení na elektrickou energii.
- Zajištění dodávky a montáže vlhkostních a teplotních čidel včetně napojení servroklapek.

Podrobné upřesnění v profesi elektroinstalace.

### 11.3 ZTI

V rámci zdravotní techniky bude nutno zajistit následující práce:

- Odvod kondenzátu od všech VZT jednotek.

Podrobné upřesnění v profesi zdravotní technika.

### 11.4 Vytápění a chlazení

V rámci profese vytápění je nutno provést přivedení topné a chladící vody pro všechny VZT jednotky za dodržení následujících podmínek:

- Napojení je nutno provést tak, aby nebyla omezena či narušena údržba jednotek.
- Voda nesmí obsahovat mechanické nečistoty způsobující zanášení výměníků a regulačních ventilů.

Podrobné upřesnění v profesi vytápění a chlazení.

### 11.5 Měření a regulace

V rámci zdravotní techniky bude nutno zajistit následující práce:

- Zajištění napojení VZT jednotek, VAV boxů, požárních klapek a ostatních potřebných zařízení na systém měření a regulace.

Podrobné upřesnění v profesi MaR.

## 12 Požadavky na montáž

Montáž vzduchotechniky musí provádět odborná firma s proškolenými pracovníky. Při montáži musí dodržovat podrobné pokyny pro montáž jednotlivých strojů přiložených v dodávce nebo uvedených v normách. Před montáží budou z jednotlivých dílů VZT odstraněny nečistoty. Závěsy budou provedeny do stropní konstrukce.

## 13 Přílohy

Příloha 1: Výpočet množství větracího vzduchu

Příloha 2: Výpočet tlakových ztrát

Příloha 3: Stanovení rychlosti proudění vzduchu

Příloha 4: Výkazy

Příloha 5: Návrh vzduchotechnických jednotek

Příloha 6: Technické podklady výrobců

## 14 Výkresová dokumentace

Výkres č. 1: Půdorys 1. PP

Výkres č. 2: Půdorys 1. NP

Výkres č. 3: Půdorys 2. NP

Výkres č. 4: Půdorys 3. NP

Výkres č. 5: Půdorys střechy

Výkres č. 6: Řezy 1-1, 2-2 – Stoupací potrubí

Výkres č. 7: Řezy 3-3, 4-4, 5-5

Výkres č. 8: Řezy 6-6, 7-7, 8-8

Výkres č. 9: Řez 9-9

Výkres č. 10: Řezy 10-10, 11-11

Výkres č. 11: Řezy 12-12, 13-13, 14-14 – VZT 1

Výkres č. 12: Řezy 15-15, 16-16, 17-17 – VZT 2

Výkres č. 13: Řezy 18-18, 19-19 – VZT 3

Výkres č. 14: Funkční schéma

Výkres č. 15: Vizualizace 3D Model objektu

Výkres č. 16: Vizualizace 3D VZT 1,2,3

Výkres č. 17: Vizualizace 3D Ukázka systému č. 2

Výkres č. 18: Vizualizace 3D Ukázka křížení 1

Výkres č. 19: Vizualizace 3D Ukázka křížení 2

Výkres č. 20: Vizualizace 3D Ukázka křížení 3

Výkres č. 21: Vizualizace 3D Ukázka učebny 2.24

Výkres č. 22: Vizualizace 3D Ukázka učebny 1.14