



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STAVEBNÍ**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

**ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ**

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

**MATEŘSKÁ ŠKOLA V PASIVNÍM STANDARDU**

ENERGY PASSIVE KINDERGARTEN

**TECHNICKÁ ZPRÁVA VZDUCHOTECHNIKY**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

DIPLOMA THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Bc. Tomáš Zelenka**

**VEDOUCÍ SPECIALIZACE**

SUPERVISOR

**Ing. PETR BLASINSKI, Ph.D.**

**BRNO 2019**

## A. ÚVOD

Předmětem této projektové dokumentace na úrovni pro stavební povolení a realizaci stavby je nuceného větrání v novostavbě objektu mateřské školky. Návrh vzduchotechniky byl vypracován dle legislativy s ohledem na zajištění předepsaných hodnot hygienických výměn vzduchu, a tím bylo docíleno požadovaného mikroklima jednotlivých místností objektu.

### A.1 Podklady pro vypracování dokumentace

Podkladem pro zpracování byla projektová dokumentace pro stavební povolení, která byla poskytnuta v elektronické formě. Doplňující informace pro návrh vzduchotechnických zařízení byly čerpány ze Sešitu projektanta VZT a aktuální legislativy. Použitá legislativa:

- **ČSN 730540-1:** Tepelná ochrana budov – část 1: Terminologie
- **ČSN 730540-2:** Tepelná ochrana budov – část 2: Požadavky
- **ČSN 730540-3:** Tepelná ochrana budov – část 3: Návrhové hodnoty veličin
- **ČSN 730548:** Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů
- **ČSN EN 1886:** Větrání budov – Potrubní prvky – mechanické vlastnosti, těsnost VZT jednotek
- **ČSN EN 1505:** Větrání budov – Kovové plechové potrubí a armatury pravoúhlého průřezu – rozměry
- **ČSN EN 1507:** Větrání budov – Kovové plechové potrubí pravoúhlého průřezu – požadavky na pevnost a těsnost
- **ČSN EN 15780:** Větrání budov – Vzduchovody, čistota vzduchotechnických zařízení
- **ČSN 730835:** Požární bezpečnost staveb – budovy zdravotnických zařízení a sociální péče
- **Vyhláška 268/2009 Sb.,** o technických požadavcích na stavby ve změně Vyhlášky 20/2012 Sb., o technických požadavcích na stavby
- **Vyhláška 6/2003 Sb.,** kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb
- **Nařízení vlády 272/2001 Sb.,** o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- **Nařízení vlády 361/2007 Sb.,** o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací

### A.2 Klimatické poměry

Nadmořská výška: 321,2 m.n.m. (bpv)  
Tlak vzduchu: 1007 hPa  
Výpočtová teplota L/Z: 32/-15 °C

## **B. ZÁKLADNÍ KONCEPCE – ŘEŠENÍ**

VZT zajišťuje nucené větrání v mateřské škole. Přívod vzduchu do místností určené dětem a odvod vzduchu z hygienických místností. V zimním období nám požadovanou teplotu v místnostech zajišťuje podlahové vytápění. Objekt byl rozdělen do třech funkčních celků a každý celek obsluhuje VTZ jednotka. Pro konkrétní návrh a dimenzi bylo zvoleno zařízení č.3.

- Zařízení č.1 – Nucené větrání tříd a všech dalších místností MŠ
- Zařízení č.2 – Nucené větrání kuchyně
- Zařízení č.3 – Nucené větrání tělocvičny a hygienického zázemí

### **B.1 Hygienické větrání a klimatizace**

Hygienické větrání je navrženo tak, aby splňovalo všechny závazné předpisy. Hygienickým větráním musí být zajištěna nejméně úroveň hygienického minima.

V projektu bylo uvažováno:

- Podtlakové větrání je navrženo ve všech místnostech hygienického vybavení.
- Je uvažována VZT jednotka s rekuperací tepla

### **B.2 Technologické větrání a chlazení**

Technologické větrání je osazeno v místnostech, kde to vyžadují technologické předpisy, nebo technické řešení. Slouží zejména pro odvod tepelné zátěže a škodlivin. Chlazení řeší samostatná část projektu (není součástí vzduchotechniky).

### **B.3 Energetické zdroje**

Elektrická energie musí být zajištěna pro provoz elektromotorů ventilátorů a klimatizační zařízení. Pro ohřev vzduchu v tepelných výměnících vzduchotechnických i klimatizačních jednotek bude sloužit teplá voda s rozsahem pracovních teplot  $t_{w1}/t_{w2}$  80/60 °C.

## **C. POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ**

### **C.1 Koncepce větracích a klimatizačních zařízení**

Nucené větrání je navrženo pro hernu, ložnici, WC, šatnu pro děti, výdejnu jídla, sklad a hygienické místnosti sloužící výdejně, chodbu a místnosti učitelek, tělocvičnu, kuchyni, kanceláře, ředitelny a veškeré hygienické zázemí MŠ. Každá jednotka obsahuje zpětné získávání tepla. VZT jednotka obsahuje filtry, deskový výměník, ohříváč, chladič, ventilátory a tlumiče. Vlhčení vzduchu není uvažováno ani v jedné VZT jednotce. Všechny zařízení jsou určeny pro zimní i letní provoz. Všechny hygienické místnosti pracují v podtlaku. Vzduch je přiváděn z okolních místností přes dvevní mřížky, nebo pod dveřmi. U rozvodu vzduchu je instalováno několik regulačních klapek, sloužících k správnému a efektivnímu rozvádění vzduchu do místností.

## C.2 Popis vybrané vzduchotechnické jednotky č.3

Nucené větrání se zpětným získáváním tepla je navrženo na přívod a odvod vzduchu. VZT jednotka je navržena v podstropním provedení. Rozvedení vzduchu je zajištěno čtverhranným potrubím, které je umístěno pod stropem a zakryté podhledem. Distribuce vzduchu z potrubí do místnosti je zajištěno pomocí ohebného potrubí přes distribuční elementy.

## D. MĚŘENÍ A REGULACE, PROTI MRAZOVÁ OCHRANA

Vzduchotechnické jednotky budou řízeny a regulovány samostatným systémem MaR, který bude zajišťovat:

- Ovládání chodu ventilátorů (silové napájení)
- Zajištění tlumeného chodu mimo provozní dobu (cca 50 % výkonu)
- Regulace teploty vzduchu řízením výkonu teplovodního ohřívače v zimě
- Řízení účinnosti deskového rekuperátoru nastavováním obtokové klapky
- Ovládání uzavíracích klapek včetně servopohonů
- Proti mrazová ochrana teplovodního výměníku – měření na straně vzduchu i vody při poklesu teploty. Při poklesu teploty musí ochrana zajistit:
  - o Vypnutí ventilátoru
  - o Uzavření klapek
  - o Otevření třicestného ventilu
  - o Spuštění čerpadla pro odvod kondenzátu
- Signalizace požárních klapek (Z/O)

## E. NÁROKY NA SOUVISEJÍCÍ PROFESI

### E.1 Stavební úpravy

- Otvory pro prostupy vzduchovodů včetně zapravení a odklizení sutě
- Obložení a utěsnění prostupů potrubí proti-otřesovými hmotami
- Zřízení revizních otvorů pro přístup k regulačním a požárním klapkám
- Zřízení nosné ocelové konstrukce pro usazení VZT rozvodů
- Stavební výpomocné práce

### E.2 Silnoproud

- Zapojení elektromotorů ventilátorů – požární větrání

### E.3 Zdravotechnika

- Odvod kondenzátu od vnitřních jednotek

## F. PROTIHLUKOVÁ OCHRANA A PROTIDEŠŤOVÁ OPATŘENÍ

Do rozvodných tras potrubí budou vloženy tlumiče hluku, které zabrání nadměrnému šíření hluku od ventilátorů do větraných místností. Tyto tlumiče jsou osazeny jak na přívodních, tak odvodních trasách všech vzduchovodů. Na sání jednotek budou umístěny příslušné tlumící protidešťové žaluzie. Veškeré točivé stroje (jednotky, ventilátory) budou pružně uloženy za účelem zmenšení vibrací přenášejících se stavebními konstrukcemi. Vzduchovody budou napojeny na ventilátory přes tlumící vložky. Potrubí bude na závěsech podloženo tlumící gumou. Všechny prostupy VZT potrubí stavebními konstrukcemi budou obloženy a dotěsněny izolací.

## G. IZOLACE POTRUBNÍCH ROZVODŮ

Izolace potrubí byly navrženy primárně z tepelné a požární funkce. Tepelně jsou izolovány přívodní vzduchotechnická potrubí v čistých prostorách a všechny rozvody VZT ve technické místnosti.

- Izolace tl. 50 mm –  $\lambda=0,04$  W/m<sup>2</sup>K (tep. a pož. – odolnost 45 min)

## F. PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ

Do vzduchovodů procházející stavebními konstrukcemi ohraničující požární úseky budovy budou vřazeny protipožární klapky, zabraňující v případě požáru v některém z úseků rozvodu v jeho šíření. Pokud není možné osadit požární klapku je nutno mezi požárně dělící konstrukce a klapku umístěnou dále vložit protipožární izolaci s požadovanou dobou odolnosti. Osazené požární klapky budou v provedení teplotní s ručním spouštěním a signalizací.

## G. MONTÁŽ, PROVOZ, ÚDRŽBA, OBSLUHA ZAŘÍZENÍ

### G.1 Montáž

Montáž je nutno provádět dle pokynů uvedených v podkladech výrobce a dodavatele zařízení.

### G.2 Obsluha a údržba

Obsluhu a údržbu je nutné provádět dle podkladů výrobce a pokynů dodavatele. Je třeba provádět pravidelné revize zařízení. K pravidelnému servisu patří zejména kontrola a případná výměna filtračních vložek. Výměna je závislá na intenzitě a době větrání. Správná údržba VZT zařízení je dána dle podkladů výrobce. Pro pravidelnou údržbu musí být zaškolený stálý pracovník, který bude poučen jak teoreticky, tak prakticky.

## H. ZÁVĚR

Navržené větrací a klimatizační zařízení splňuje nároky na provoz jednotlivých funkčních celků, dle zadaného typu a charakteru. Zařízení bude zabezpečovat celoročně optimální mikroklima a maximální možnou hospodárnost řešeného objektu.

## P. PŘÍLOHY

## P.1 PRŮTOKY VZDUCHU

MÍSTNOST									LÉTO			ZIMA			PŘÍVOD		ODVOD	
Č. ZAŘÍZENÍ	Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV MÍSTNOSTI	PLOCHA [m <sup>2</sup> ]	OBIEM [m <sup>3</sup> ]	POČET ZAŘÍZ. P.		VZD/ZAŘ. P. [m <sup>3</sup> /h]	POČET OSOB	VZD/OSOBA [m3/h]	t <sub>l</sub> [°C]	t <sub>pr</sub> [°C]	φ (%)	t <sub>l</sub> [°C]	t <sub>pr</sub> [°C]	φ (%)	PRŮTOK [m <sup>3</sup> /h]	SKUT. VÝMĚNA [h <sup>-1</sup> ]	PRŮTOK [m <sup>3</sup> /h]
1.NP - VZT1	101	šatna II	16,7	50,0	24	600	-	-	-	Teplota přírodního vzduchu 20 ± 2 °C, teplota v interiéru 24°C, relativní vlhkost 50-70%			Teplota přírodního vzduchu 22 ± 2 °C, teplota v interiéru do 27°C, relativní vlhkost 50-80%	600	12,0	400		
	102	zadveří	10,9	32,6	-	-	-	-	80					2,5	0			
	103	šatna I	16,4	49,3	24	600	-	-	600					12,2	400			
	104	třída I	143,4	526,1	-	-	26	820	1100					2,0	600			
	105	sklad lůžkovin I			-	-	-	-										
	106	výdej jídel I	1	30	1	50	60	0,5	0									
	107	sklad	35,8	107,4	-	-	-	-	200					2,5	150			
	108	technická místnost	26,5	79,5	2	80	-	-	0					1,6	60			
	109b	sklad a	12,6	37,8	-	-	-	-	0					1,5	50			
	109b	sklad b	10,9	32,7	-	-	-	-	50					0,5	0			
	110	chodba	5,9	17,7	-	-	-	-	0					8,2	80			
	111	WC	3,2	9,7	2	80	-	-	50					0,5	50			
	112	schodišťový prostor	32,4	97,1	-	-	-	-	100					0,5	70			
113	chodba	63,4	190,1	-	-	-	-	630	6,0	630								
1.NP - VZT2	115	kuchyně	35,0	104,9	4	120	4	200	-	-	-	-	-	-	-			
1.NP - VZT1	116	zadveří	5,8	17,5	-	-	-	-	-	365	5,8	0						
	117	chodba	21,0	63,0	-	-	-	-	0	2,9	50							
	118	odpadky	5,7	17,2	-	-	-	-	0	3,8	80							
	119	loupání brambor	7,0	20,9	1	30	1	50	0	3,9	80							
	120	O+Z	6,8	20,3	1	30	1	50	0	2,7	50							
	121	suchý sklad	6,3	18,8	-	-	-	-	0	3,0	50							
	122	mrazák	5,5	16,4	-	-	-	-	0	8,5	95							
	123	koupelna	3,7	11,2	2	95	-	-	0	14,8	80							
	124	WC	1,8	5,4	2	80	-	-	100	4,0	0							
	125	šatna	8,3	24,9	4	100	-	-	100	3,2	0							
	126	kancelář	10,6	31,7	-	-	2	100	0	8,0	80							
	127	úklid	3,3	10,0	2	80	-	-	-	-	-	-						
		128	venkovní sklad	5,9	17,7	-	-	-	-	-					-	-	-	
129		výdej jídel II	157,5	472,5	1	30	1	50	1000	2,1					500			
130		sklad lůžkovin II			-	-	-	-										
131		třída II	-	-	26	820	0	8,5	80									
132		WC	3,1	9,4	2	80	-	-	0	7,7					500			
133		umývárna I	21,6	64,8	12	500	-	-	0	7,6					500			
134		umývárna II	21,8	65,4	12	500	-	-	0	-					-	-		
2.NP - VZT1		203	třída IV	142,7	525,0	-	-	26	820	1050					2,0	550		
		207	výdej jídel IV			1	30	1	50									
		206	sklad lůžkovin IV	-	-	-	-	80	2,4	0								
		201	zadveří	11,1	33,2	-	-	-	-	600					12,2	400		
		202	šatna IV	16,4	49,3	24	600	-	-	0					7,7	500		
		204	umývárna IV	21,6	64,8	12	500	-	-	0					8,5	80		
	205	WC	3,1	9,4	2	80	-	-	0	3,3	50							
	208	zadveří	5,0	15,0	-	-	-	-	130	3,2	0							
	216	šatna učitelů	13,5	40,4	-	-	5	125	380	4,0	280							
	211	šborovna	31,7	95,1	1	30	7	350	50	1,6	50							
	210	ředitelna	10,4	31,1	-	-	1	50	0	3,9	50							
	209	archiv	4,3	12,8	-	-	-	-	0	13,6	100							
	212	sprcha učitelé	2,5	7,4	1	100	-	-	0	4,1	30							
	213	hygienická předsín I	2,4	7,3	1	30	-	-	0	7,8	50							
	214	WC učitelé	2,1	6,4	1	50	-	-	0	4,7	30							
	215	hygienická předsín II	2,1	6,4	1	30	-	-	0	6,2	80							
	217	WC invalidé	4,3	12,9	2	80	-	-	0	6,3	80							
	217	úklid	4,2	12,7	2	80	-	-	80	5,7	0							
	220	sklad	4,7	14,1	-	-	-	-	100	0,7								
	218	chodba	50,6	151,7	-	-	-	-	600	12,0	400							
	222	šatna III	16,7	50,0	24	600	-	-	0	7,6	500							
	221	umývárna III	21,8	65,4	12	500	-	-	1050	2,0	550							
	223	třída III	-	-	26	820												
224	výdej jídel III	1	30	1	50													
225	sklad lůžkovin III	-	-	-	-													
226	schodišťový prostor	32,1	96,3	-	-	-	-											
227	zadveří	5,9	17,6	-	-	-	-											
								-				-	-	-				

2. NP - VZT3	228	venkovní sklad	9,2	27,5	-	-	-	-	Teplota přívodního vzduchu 20 ± 2 °C, teplota v	Teplota přívodního vzduchu 22 ± 2 °C, teplota v	-	-	-
	242	WC ženy	3,9	11,7	2	80	-	-			0	6,8	80
	243	WC muži	2,7	8,0	2	80	-	-			0	10,0	80
	231	výdej jídel	6,8	20,4	1	30	1	50			0	0,0	80
	232	tělocvična	115,5	346,4	-	-	26	2340			2340	6,8	1150
	234	chodba	4,8	14,3	-	-	-	-			0	4,9	70
	233	sklad nářadí	9,3	27,9	-	-	-	-			0	2,2	60
	235	šatna ženy	7,3	21,8	7	175	-	-			0	9,6	210
	236	hygienická předsiň ženy	2,8	8,3	2	130	-	-			0	15,6	130
	237	WC ženy	2,0	6,1	1	50	-	-			0	9,8	60
	238	šatna muži	9,5	28,6	7	175	-	-			0	7,3	210
	239	hygienická předsiň muži	2,7	8,1	2	130	-	-			0	16,0	130
	240	WC muži	2,3	6,9	2	80	-	-			0	11,6	80
	241	zádveří	17,5	52,4	-	-	-	-			0	0,0	0

## P.2 DIMENZE POTRUBÍ

### 2.NP - VZT ZAŘÍZENÍ Č.3

$$V_{přívod} = 2340 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{odvod1} = 1150 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{odvod2} = 1190 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$n_{p,přívod} = 2340/400 = 5,85 - 6ks$$

$$n_{p,odvod1} = 1150/400 = 2,88 - 3ks$$

$$n_{p,odvod2} = 1190/150 = 7,93 - 8ks$$

$$V_{p,přívod} = 2340/6 = 390 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{p,odvod1} = 1150/3 = 385 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{p,odvod2} = 1190/8 = 149 \text{ m}^3/\text{h}$$

PŘÍVODNÍ VĚTEV - tělocvična									
PŘEDBĚŽNÉ ROZMĚRY					SKUTEČNÉ ROZMĚRY				
č.	$V_p [\text{m}^3/\text{h}]$	$v' [\text{m/s}]$	$S [\text{m}^2]$	$d' [\text{m}]$	$A \times B [\text{m}]$		$d [\text{m}]$	$v [\text{m/s}]$	
1	390	2,00	0,054	0,263	0,400	x	0,200	0,267	1,4
2	780	2,60	0,083	0,326	0,400	x	0,280	0,329	1,9
3	1170	3,20	0,102	0,360	0,400	x	0,315	0,352	2,6
4	1560	3,80	0,114	0,381	0,400	x	0,355	0,376	3,1
5	1950	4,40	0,123	0,396	0,400	x	0,400	0,400	3,4
6	2340	5,00	0,130	0,407	0,400	x	0,450	0,424	3,6

ODVODNÍ VĚTEV - tělocvična									
PŘEDBĚŽNÉ ROZMĚRY					SKUTEČNÉ ROZMĚRY				
č.	$V_p [\text{m}^3/\text{h}]$	$v' [\text{m/s}]$	$S [\text{m}^2]$	$d' [\text{m}]$	$A \times B [\text{m}]$		$d [\text{m}]$	$v [\text{m/s}]$	
1	385	2,0	0,053	0,261	0,250	x	0,250	0,250	1,7
2	770	3,0	0,071	0,301	0,250	x	0,355	0,293	2,4
3	1155	5,0	0,064	0,286	0,250	x	0,355	0,293	3,6

ODVODNÍ VĚTEV - zázemí tělocvičny									
PŘEDBĚŽNÉ ROZMĚRY					SKUTEČNÉ ROZMĚRY				
Větev	č.	$V_p [\text{m}^3/\text{h}]$	$v' [\text{m/s}]$	$S [\text{m}^2]$	$d' [\text{m}]$	$A \times B [\text{m}]$		$d [\text{m}]$	$v [\text{m/s}]$
větev 1	1	149	2,0	0,021	0,162	0,160	x	0,160	1,6
	2	298	3,0	0,028	0,187	0,160	x	0,225	2,3
	3	447	4,0	0,031	0,199	0,160	x	0,250	3,1
větev 2	4	149	2,0	0,021	0,162	0,160	x	0,160	1,6
	5	298	2,5	0,033	0,205	0,160	x	0,225	2,3
	6	447	3,0	0,041	0,230	0,160	x	0,250	3,1
	7	596	3,5	0,047	0,245	0,160	x	0,450	2,3
	8	1192	4,0	0,083	0,325	0,450	x	0,250	2,9