


Zpracoval: Ondřej Lubor Horák	Vedoucí bakalářské práce Ing. Miroslav Urban, Ph.D.	Školní rok: 2016/2017	Fakulta stavební <b>ČVUT</b> 
Bakalářská práce – Katedra technických zařízení budov			
Název: Vytápění a větrání nízkoenergetického rodinného domu	Datum: 22.4.2017	Meřitko: X	Číslo PD: V1
Název PD: Technické výpočty – VZT zařízení 1 , 2 , 3 a 4			

# 1. Návrh VZT zařízení 1 a 2 - Větrání s rekuperací

Objekt obsahuje dvě VZT zařízení téměř totožného uspořádání a objemových průtoků. Z tohoto hlediska budou navrženy VZT komponenty pro VZT Zařízení 2, u kterého je očekáván o 15m<sup>3</sup>/h větší průtok a větší tlaková ztráta na potrubí. Vypočtené komponenty budou totožné u VZT zařízení 1.

## 1.1 Rekuperace tepla

$$\phi = (te' - te) / (ti - te)$$

Účinnost rekuperátoru	$\phi =$	90 %
Teplota exteriér	$te =$	-13 °C
Teplota interiér	$ti =$	20 °C
Vstupní teplota vzduchu po rekuperaci	$te' =$	<b>16,7 °C</b>

## 1.2 Vlhkostní bilance

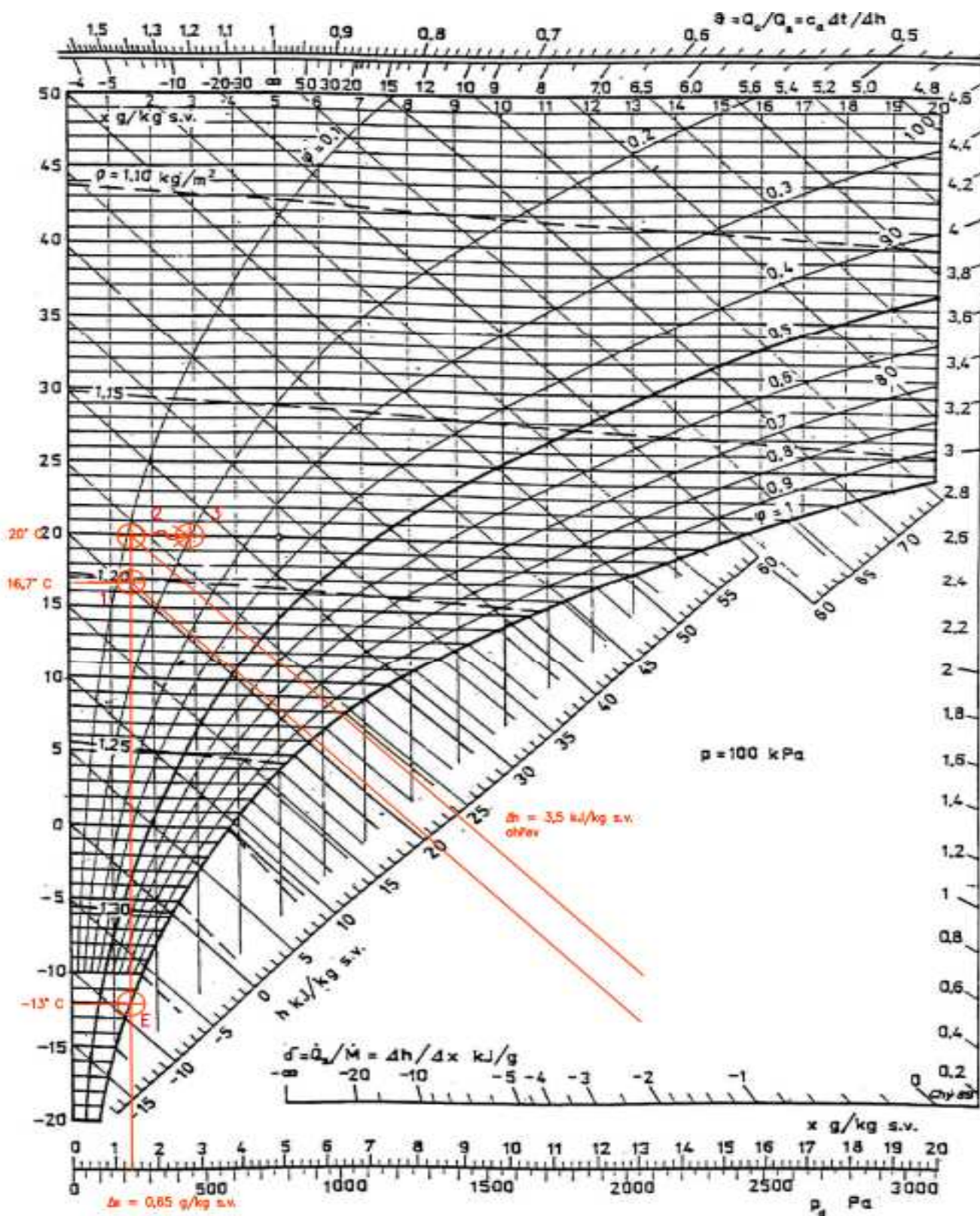
Vodní pára od běžného provozu RD	$M_w =$	12 kg/den
V. pára od provozu na 1/2 objektu za 1h	$M_w =$	$12/24/2 =$ 0,25 kg/h
Hmotnost větraného vzduchu	$\Delta x = M_w / m$	
	$m =$	$308 * 1,247 =$ 384 kg
	$\Delta x =$	$0,25/384$ <b>0,65 g/kg s.v.</b>

## 1.3 H-x diagram pro zimní období

### Popis H-x diagramu

- Bod E :** Venkovní prostředí
- Bod 1 :** Rekuperace tepla
- Bod 2 :** Dohřev vzduchu na teplotu 20°C
- Bod 3 :** Výstup vzduchu do interiérů

### H-x diagram pro zimní období



Entalpie  
Potřebný výkon

#### 1.4 Maximální potřebný výkon pro ohřev VZT jednotkou

$$\Delta h = (20,5 - 24) = 3,5 \text{ kJ/kg s.v.}$$

$$Q = \Delta h * m / 3600 = \underline{0,37 \text{ kW}}$$

#### Návrh externího teplovodního ohřivače ATREA TPO 160 EC THV

Při průtoku 308 m<sup>3</sup>/h a teplotním spádu 40 °C / 28 °C je schopen ohřivač dodat výkon o velikosti 1,53 kW . Tlaková ztráta při zvolené dimenzi je 25 Pa.

$$0,37 \text{ kW} < 1,53 \text{ kW}$$

**Navržený ohřivač VYHOVUJE**

#### 1.5 Návrh distribučních elementů

Okrajové podmínky

Maximální přívod vzduchu na jeden element 55 m<sup>3</sup>/h  
Maximální odtah vzduchu na jeden element 55 m<sup>3</sup>/h

#### Návrh přívodní element talířový ventil MANDÍK TVPM 100

Tento typ je schopen přenést maximální průtok 90 m<sup>3</sup>/h při rychlosti vzduchu 0,2 m/s v běžně koncipované pobytové zóně rodinného domu (předpokládaná výška místnosti 2,6 m).

#### Návrh odvodní element talířový ventil MANDÍK TVOM 100

Dle technických listů je maximální průtok ventilu 90 m<sup>3</sup>/h

#### 1.6 Hydraulika zařízení 1

Pro zvolené VZT zařízení bude počítáno s níže uvedeným výpisem prvků

Sání a odvod vzduchu na střeše

VZT komín cca 1m nad úroveň střechy

Přívod a odvod vzduhu do VZT jednotky

Externí dohřev vyduchu

Tlumič hluku

Přívod vyduchu z VZT jednotky do rozdělovací komory

rozvody

Rozvody

Klasická VZT hlavice s dvojitou stříškou

Pozinkované kruhové potrubí ø 160 mm

Ohebná Al hadice TERMOFLEX MI ø 160 mm

ATREA TPO 160 EC THV

Ohebný tlumič SONOULTRA 160/50 ø 160 mm

Ohebná Al hadice SONOFLEX MO ø 160mm

Ohebná Al hadice ALUFLEX HYGIENIC ø 120mm

Tabulka tlakových ztrát a rychlostí vzduchu VZT elementů pro nejdelší větev

Dle grafu													
É.ú.	Popis	V	V	L	ρ	d	S	Wsk	R	R*L	ξ	Z	R*L + Z
		m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /s	m	kg/m <sup>3</sup>	mm	m <sup>2</sup>	m/s	Pa/m	Pa		Pa	Pa
1	Vstupní hrdlo	308	0,086	0,3	1,15	160	0,0201	4,26		0	0,6	6,247	6,25
2	Střešní komín	308	0,086	1	1,15	160	0,0201	4,26	1,65	1,65		0	1,65
3	TERMOFLEX MI, vstup do VZT jednotky	308	0,086	7,8	1,15	160	0,0201	4,26	0,7	5,46	0,4	4,165	9,62
4	Potrubní dohřev vzduchu	308	0,086	0,4	1,15	160	0,0201	4,26				25	25,00
5	Tlumič hluku	308	0,086	1,2	1,15	160	0,0201	4,26	2,4	2,88		0	2,88
6	SONOFLEX MO, vstup do rozdělovací komory	308	0,086	2,7	1,15	160	0,0201	4,26	0,7	1,855	0,4	4,165	6,02
7	Rozdělovací komora	141	0,039		1,15	127	0,0127	3,09		0	1	5,497	5,50
8	ALUFLEX HYGIENIC, rozvody	141	0,039	5,5	1,15	127	0,0127	3,09	1,1	6,05		0	6,05
9	Odbočka	141	0,039	0	1,15	127	0,0127	3,09	0	0		0	0,00
10	ALUFLEX HYGIENIC, rozvody	101	0,028	1,5	1,15	127	0,0127	2,21	0,9	1,35		0	1,35
11	Odbočka	101	0,028	0	1,15	127	0,0127	2,21	0	0	0	0	0,00
12	ALUFLEX HYGIENIC, rozvody	61	0,017	1,5	1,15	127	0,0127	1,34	0,33	0,495		0	0,50
13	Odbočka	61	0,017	0	1,15	127	0,0127	1,34		0		0	0,00
14	ALUFLEX HYGIENIC, rozvody	21	0,006	3,8	1,15	127	0,0127	0,46	0,1	0,38		0	0,38
15	Připojení k talířovému ventilu	21	0,006		1,15	127	0,0127	0,46		0	0,3	0,037	0,04
16	Talířový ventil, škrcení 0	21	0,006		1,15	100	0,0079	0,74		0		27	27,00
17	Procentuální navýšení tlakové ztráty potrubí, záhyby = 15%									3,898			3,90

**CELKEM**

**96,13 Pa**

## Tabulka tlakových ztrát a rychlostí vzduchu VZT elementů pro nejkratší větev

Č.ú.	Popis	V m <sup>3</sup> /h	V m <sup>3</sup> /s	L m	ρ kg/m <sup>3</sup>	d mm	S m <sup>2</sup>	Dle grafu						
								Wsk m/s	R Pa/m	R*L Pa	ξ	Z Pa	R*L + Z Pa	
1	Vstupní hrdlo	308	0,086	0,3	1,15	160	0,0201	4,26			0	0,6	6,247	6,25
2	Střešní komín	308	0,086	1	1,15	160	0,0201	4,26	1,65	1,65			0	1,65
3	TERMOFLEX MI, vstup do VZT jednotky	308	0,086	7,8	1,15	160	0,0201	4,26	0,7	5,46	0,4	4,165	9,62	
4	Potrubní dohřev vzduchu	308	0,086	0,4	1,15	160	0,0201	4,26				25	25,00	
5	Tlumič hluku	308	0,086	1,2	1,15	160	0,0201	4,26	2,4	2,88		0	2,88	
6	SONOFLEX MO, vstup do rozdělovací komory	308	0,086	4,2	1,15	160	0,0201	4,26	0,7	2,94	0,4	4,165	7,10	
7	Rozdělovací komora	141	0,039		1,15	127	0,0127	3,09		0	1	5,497	5,50	
8	ALUFLEX HYGIENIC, rozvody	30	0,008	3,5	1,15	127	0,0127	0,66	0,1	0,35		0	0,35	
9	Připojení k talířovému ventilu	21	0,006		1,15	127	0,0127	0,46		0	0,3	0,037	0,04	
10	Talířový ventil, škrcení 0	21	0,006		1,15	100	0,0079	0,74		0				
11	Procentuální navýšení tlakové ztráty potrubí, záhyby = 15%										2,188			2,19

### CELKEM

Tlaková ztráta na nejdelší větvi

**60,58 Pa**

**Škrcení talířového ventilu**

**93,13 Pa**

**32,55 Pa**

Při vypočítané tlakové ztrátě vykazuje ventil hladinu akustického výkonu s filtrem A 22 dB

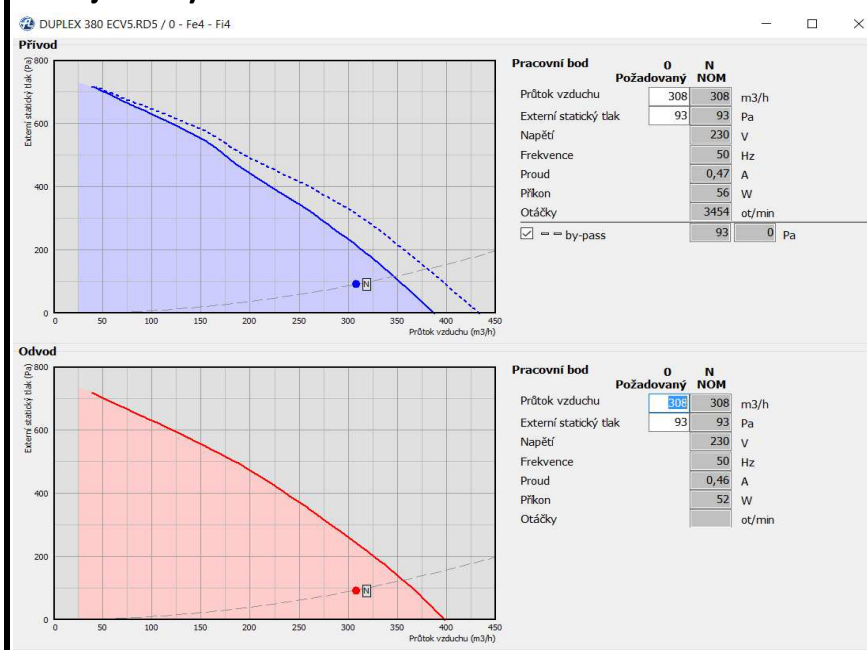
Talířový ventil Mandík TVPM 100 dokáže škrtit přívod na požadovanou ztrátu škrcením na S = 2 mm.

Z důvodu velké rezervy není třeba ověřovat schopnost škrcení dalších elementů. V případě potřeby je možná regulace přívodů v rozdělovací komoře Atrea. **TALÍŘOVÝ VENTIL TVPM 100 VYHOVUJE**

#### 1.6 Souhrn požadavků na VZT jednotku

Přívod vzduchu	<b>308 m<sup>3</sup>/h</b>
Odvod vzduchu	<b>308 m<sup>3</sup>/h</b>
Min. účinnost rekuperace	<b>90 %</b>
Max. externí tlak	<b>96,13 Pa</b>

#### Návrh jednotky Atrea DUPLEX 380 ECV5



Dle návrhového programu ATREA DUPLEX v.8.50.400 splňuje navržená jednotka pracovní bod (přítok 308 m<sup>3</sup>/h při tlakové ztrátě 93,16 Pa) .

**Navržená jednotka VYHOVUJE**

## 1.7 Posouzení hluku z provozu VZT zařízení 1

Pro zvolené VZT zařízení bude počítáno s níže uvedeným výpisem prvků

Tlumič hluku

Ohebný tlumič SONOULTRA 160/50 ø 160mm

Přívod vyduchu z VZT jednotky do rozdělovací

Ohebná AI hadice SONOFLEX MO ø 160mm

komory

Ohebná AI hadice ALUFLEX HYGIENIC ø 120mm

Rozvody

Podstropní rozdělovací komora Atrea R113901

Rozdělovací komora

Následující tabulka posuzuje hlučnost VZT zařízení 2. Použité hodnoty vychází z technických listů výrobců daných komponentů. Z hlediska absence hodnot útlumu rozvodů typu ALUFLEX HYGIENIC byla hodnota útlumu zanedbána. Tento fakt je na straně bezpečnosti a výsledná hladina akustického výkonu s filtrem A je nejvyšší přípustná.

Tabulka zdrojů a útlumů hluku ve VZT zařízení 2

### Výpočet hladiny akustického tlaku z provozu vzduchotechniky

Název/okoe: Bakalářská práce - výpočet nejkratší větve Popis výpočtu: Výpočet je proveden k výústce s nejkratší cestou Vypracoval: Ondřej Lubor Horák		Oktávová pásma [Hz]											Hladina akustického výkonu / tlaku [dB] (*)	Hladina akustického výkonu / tlaku s filtrem A [dB] (*)
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
1	DUPLEX 380 ECVS	VÝKON-A	40,0	45,0	53,0	61,0	71,0	85,0	81,0	55,0	46,0	47,1	81,7	72,8
x	Prozámka: Plocha 308m <sup>3</sup> /h	VÝKON	79,4	71,2	69,1	69,6	74,2	65,0	59,8	54,0	47,1			
2	SONOULTRA 16050 - Tlumič hluku	ÚTLUM	-3,2	-7,2	-22,5	-28,3	-25,6	-24,0	-32,0	-23,4	-16,3			
x	Prozámka:	HLUK	22,5	21,0	19,5	18,0	16,5	15,0	12,5	10,0	6,5			
x		SOUČET	76,2	64,0	46,6	41,3	48,6	41,0	27,9	30,6	30,8			76,5
3	Ohebná AI hadice SONOFLEX MO ø 160mm	ÚTLUM	0,0	-43,1	-71,8	-94,3	-77,9	-81,5	-46,1	-57,4	-34,9			
x	Prozámka:	HLUK	22,5	20,5	18,5	17,5	16,5	15,5	14,5	10,5	3,5			27,3
x		SOUČET	76,2	23,7	16,5	17,5	16,5	15,5	14,5	10,5	4,2			76,2
4	Rozdělovací komora atrea	ÚTLUM	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-8,1	-7,5	-7,6			
x	Poměr ploch 1:36 -	HLUK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			9,5
x	5 m <sup>2</sup> odbočení 50 m <sup>3</sup> /h	SOUČET	74,3	21,8	16,7	15,7	14,7	13,8	7,3	4,8	1,6			74,3
5	Třířivý ventil Mandik TVPM 100	ÚTLUM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
x	Prozámka:	HLUK	25,0	22,0	18,0	15,0	14,0	16,0	18,0	11,0	7,0			28,4
x		SOUČET	74,3	24,9	19,4	18,4	17,4	18,0	18,4	11,9	8,1			74,3
6	Šíření zvuku v uzavřeném prostoru z jednoho zdroje	OPRAZĚNÉ	70,9	21,5	15,9	14,9	13,9	14,6	14,9	8,5	4,7			70,9
x	Vzdálenost od zdroje 1,00 m	PŘÍME	69,3	20,0	14,4	13,4	12,4	13,1	13,4	7,0	3,1			66,3
x	Plocha sáh 50 m <sup>2</sup>	SOUČET	73,2	23,8	18,2	17,2	16,3	16,9	17,2	10,8	7,0			73,2

## Návrh tlumiče hluku SONOULTRA 160/50 ø 160mm

Dle Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. jsou stanoveny maximální limity hluku s filtrem A ve vnitřním chráněném prostoru dle následující tabulky

Popis	Čas	Hluk
Obytná místnost	6:00 - 22:00	50dB
	22:00 - 6:00	40dB

Dle doporučení je ideální držet hladinu hluku v místnosti pro pobyt a spánek osob o 5 dB níže než je stanovená maximální hladina hluku nařízením vlády č. 272/2011 Sb. Z tohoto důvodu je do soustavy implementován tlumič hluku, který je schopen této hodnoty docílit.

Výsledná hodnota 34,1 dB < 50 dB < 40 dB < doporučených 35 dB a tudíž zvolená soustava VZT komponentů vyhoví hlukovému nařízení a doporučení.

**Zvolená soustava a tlumič hluku VYHOVUJE**

## 2. Návrh VZT zařízení 3 - digestoř

### 2.1 Recirkulace vzduchu v Kuchyni

Z důvodu nuceného větrání bude pro objekt volena pouze recirkulační digestoř s **filtrem na bázi aktivního uhlí**. Digestoř je osazena z důvodu eliminace pachů vznikajících při vaření a následné eliminaci tukových a jiných částic, které jsou destruktivní pro VZT potrubí a musí být filtrovány.

Ideální dimenze recirkulační digestoře by měla být nastavena tak, aby byl celý vzduch v místnosti prohnán digestoří cca 5x za hodinu.

Objem spojené místnosti:  
Kuchyň, Jídelna a Chodba

$$V = 52,28 * 2,9 = 151,612 \text{ m}^3$$

$$Q_r = V * 5$$

Výpočet objemu vzduchu

$$Q_r = 151,612 * 5 = 758,06 \text{ m}^3/\text{h}$$

**Výkon digestoře musí být dimenzován na minimální tah 760m<sup>3</sup>/h a normově odpovídající hlučnost.**

Pro zvolenou dimenzi je pro ukázkou zvolen referenční prvek **BOSCH DIA 098E50, Q<sub>max</sub> = 800m<sup>3</sup>/h**

## 3. Návrh VZT zařízení 4 - cirkulace vzduchu v objektu

### 3.1 Cirkulace vzduchu v objektu

Z důvodu přívodu vzduchu do místnosti, ve které není instalován zároveň odtah vzduchu, je nutné v objektu docílit ideálního prostupu vzduchu tak, aby nevznikal citelný průvan. Z tohoto hlediska je třeba docílit normové maximální rychlosti vzduchu v pobytové zóně v=0,2 m/s. Pobytovou zónu budeme uvažovat s odstupem minimálně 1 m od dveřního prostoru, tudíž maximální rychlost vzduchu u dveřní mřížky bude 0,4 m/s.

Z důvodu zachování jednoduchosti prvků bude zvolena totožná větrací mřížka do dveřních křídel či posuvných dveří, která bude dimenzována na největší průtok vzduchu.

Maximální průchod vzduchu  
mezi místnostmi (Koupelna 2.  
NP)

$$Q_{\max} = 55 \text{ m}^3/\text{h} = 0,0153 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$v_{\max} = 0,4 \text{ m/s}$$

Plocha šterbiny - bezprahové  
dveře: 15mm

$$S_{\text{práh}} = 0,015 \text{ m}^2 = 150 \text{ cm}^2$$

Minimální efektivní plocha  
mřížky

$$S_{\text{eff}} = Q_{\max} / v_{\max} - S_{\text{práh}}$$

$$\underline{S_{\text{eff}}} = \underline{0,0232 \text{ m}^2} \equiv \underline{231,9 \text{ cm}^2}$$

**Minimální efektivní plocha větrací mřížky musí být  $231,9 \text{ cm}^2$  za předpokladu bezprahového systému dveří s minimální šterbinou 15 mm**

Pro zvolenou dimenzi je pro ukázkou zvolen referenční prvek dveřní mřížka plastová hnědá PTT489m,  
 $S_{\text{eff}} = 250 \text{ cm}^2$