

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební



Technické výpočty - VĚTRÁNÍ,
VZDUCHOTECHNIKA

Příloha: PV2

Bakalářská práce: Vytápění a větrání rodinného domu

Katedra: Technických zařízení budov

Bendová Andrea

OBSAH

1	VÝPOČET ČÁSTI: BAZÉN.....	2
1.1	VSTUPNÍ PARAMETRY	2
1.2	STANOVENÍ PRŮTOKU VZDUCHU	2
1.3	KONTROLA PRŮTOKU VZDUCHU	4
1.4	NÁVRH VZT JEDNOTKY	4
1.5	NÁVRH DISTRUBUČNÍCH PRVKŮ	6
1.6	HYDRAULICKÉ POSOUZENÍ.....	7
1.7	SOUHRN POŽADAVKŮ NA VZT JEDNOTKU.....	12
2	POSOUZENÍ HLUKU	12
3	VĚTRÁNÍ OBYTNÉ ČÁSTI.....	12
4	ZÁVĚR	13

1 VÝPOČET ČÁSTI: BAZÉN

1.1 VSTUPNÍ PARAMETRY

Zimní provoz:

$t_e = -12$ °C teplota venkovního vzduchu
 $\varphi_e = 90$ % vlhkost venkovního vzduchu
 $x_e = 1$ g/kg měrná vlhkost vzduchu

Letní provoz:

$t_e = 32$ °C teplota venkovního vzduchu
 $\varphi_e = 35$ % vlhkost venkovního vzduchu
 $x_e = 10,2$ g/kg měrná vlhkost vzduchu

Provozní režim:

$t_i = 28$ °C průměrná teplota interiérového vzduchu
 $\varphi_i = 60$ % průměrná vlhkost interiérového vzduchu
 $t_w = 26$ °C teplota bazénové vody
 $h_i = 65$ KJ/kg měrná entalpie vzduchu (28 °C)
 $h_w = 59$ KJ/kg měrná entalpie při teplotě vzduchu rovné teplotě vody (26 °C)
 $x_i = 14,2$ g/kg měrná vlhkost vzduchu (28 °C)
 $x_w = 12,6$ g/kg měrná vlhkost vzduchu při teplotě vzduchu rovné teplotě vody

1.2 STANOVENÍ PRŮTOKU VZDUCHU

Objemový průtok vzduchu je nutné stanovit pro nejméně příznivý provozní případ, tedy pro letní období s vysokými venkovními teplotami a současně pro maximální předpokládané využití bazénu.

Výpočet dle **VDI 2089** (nové vydání) [1]

1.2.1 Množství odpařené vody [kg/h] se stanoví dle vztahu:

$$M_w = \frac{\beta}{R_v * T} * S_w * (p_{d'(tw)}'' - p_p(ti)) = \frac{21}{461,52 * 27} * 10,8 * (3363 - 2269) = 1,99 \text{ kg/h}$$

β součinitel přenosu hmoty (viz Tab. 1) [m/h]
 R_v plynová konstanta pro vodní páru; $R_v = 461,52$ [J/(kg·K)]
 T aritmetický průměr teploty vody a vzduchu [K]
 S_w plocha volné hladiny [m²]
 $p_{d'(tw)}''$ parciální tlak syté páry při teplotě vzduchu rovné teplotě vody v bazénu [Pa]
 $p_p(ti)$ parciální tlak páry při teplotě vzduchu v prostoru bazénu [Pa]
RH relativní vlhkost vzduchu [%]; RH_i = 60 %
 ρ hustota vzduchu [kg/m³]; $\rho = 1.2$ kg/m³

1.2.2 Parciální tlak syté páry při teplotě vzduchu rovné teplotě vody v bazénu

$$p''_{d(tw)} = e^{(23,58 - \frac{4044,2}{235,6+ti})} = 3363 \text{ Pa}$$

1.2.3 Parciální tlak páry při teplotě vzduchu v prostoru bazénu

$$p_p(ti) = e^{(23,58 - \frac{4044,2}{235,6+ti})} * \frac{RH_i}{100} = 2269 \text{ Pa}$$

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

Tab. 1 - Součinitel přenosu hmoty pro bazény dle VDI 2089 (nové vydání) [1]

POZNÁMKA:

[1] Schwarzer, Jan: *Návrh a dimenzování VZT pro bazény (I)* [online]. Zdroj: tzb-info.cz, 2.7.2007, [vid. 6.5.2018]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/teorie-a-vypocty-vetrani-klimatizace/4218-navrh-a-dimenzovani-vzt-pro-bazeny-i>

1.2.4 Objemový průtok vzduchu

- který zajistí odvod odpařené vody z prostoru bazénu:

$$V_p = \frac{M_w}{\rho * (xi - xe)} = \frac{1990}{1,2 * (14,2 - 10,2)} = 415 \text{ m}^3/\text{h}$$

V místnosti 1.10 Bazén je stanoven objemový průtok vzduchu 415 m³/h.

1.3 KONTROLA PRŮTOKU VZDUCHU

1.3.1 Pomůcka

[37] ADAMOVSKEÝ, Daniel. Větrání plaveckých bazénů. [online]. Zdroj: tzb.fsv.cvut.cz [vid. 14.5.2018]. Dostupné z: http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/tz31/zadani/tz31-u2-vetrani_bazenu.pdf

Hodnoty odpařené vlhkosti z vodní hladiny:

rodinné bazény při provozu	180 g/m ² h
klidná vodní hladina	55 g/m ² h
zakryté plochy bazénu	8 g/m ² h

pro běžné teploty $t_a = 28 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_w = 30 \text{ }^\circ\text{C}$

Orientační měrné množství větracího vzduchu podle ročního období:

zimní období	$V_1 = 11 \text{ m}^3/\text{h m}^2$
přechodné období	$V_1 = 16 \text{ m}^3/\text{h m}^2$
letní období	$V_1 = 32 \text{ m}^3/\text{h m}^2$

Tab.2 – Empirické hodnoty [37]

$$S_w = 10,8 \text{ m}^2$$

$$M_w = 10,8 * 180 = 1944 \text{ g/h} = 1,944 \text{ kg/h}$$

$$V_p = 10,8 * 32 = 346 \text{ m}^3/\text{h}$$

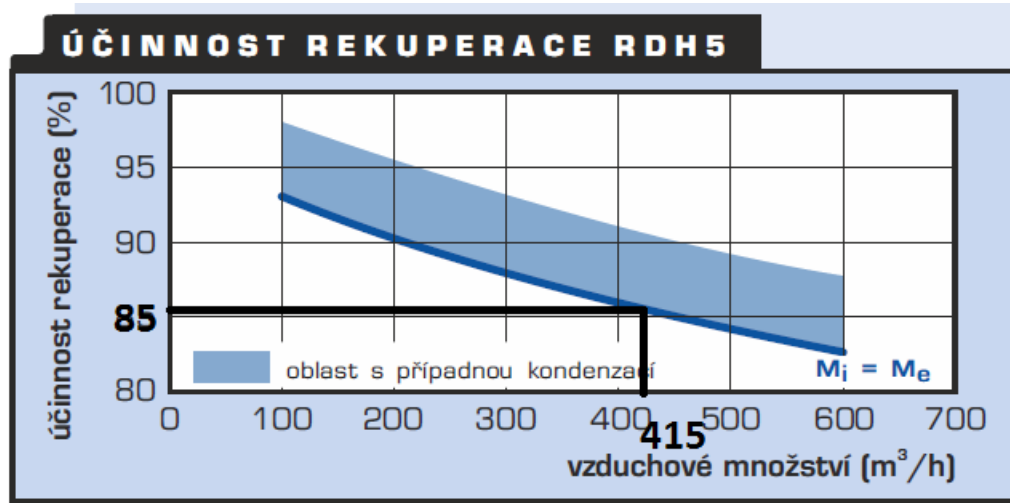
Vypočtené hodnoty přibližně odpovídají empirickým hodnotám a jsou spíše na straně bezpečnosti.

VÝPOČET VYHOVUJE

1.4 NÁVRH VZT JEDNOTKY

Pro větrání místnosti s bazénem byla zvolena vzduchotechnická jednotka **DUPLEX RDH5**, která je určena pro větrání, snižování vlhkosti a teplovzdušné vytápění bazénů. Jednotka bude umístěna v technické místnosti a zapojena v režimu rovnotlakém, s rekuperací tepla.

1.4.1 Výpočet teploty vzduchu na výstupu po rekuperaci t_e' (dle účinnosti VZT jednotky)



Obr.1 – Účinnost rekuperace RDH5

$\eta = 85 \%$ účinnost

$$\eta = \frac{t_e' - t_e}{t_i - t_e} = > t_e' = \eta * (t_i - t_e) + t_e = 0,85 * (28 - (-12)) + (-12) = 22 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Teplota přívodního čerstvého vzduchu po rekuperaci je 22 °C.

1.4.2 Výkon ohřivače

$$Q_v = m * c * (t_i - t_e') = \frac{V_p * \rho}{3600} * c * (t_i - t_e') = \frac{415 * 1,2}{3600} * 1010 * (28 - 22) = 838,3 \text{ W}$$

$t_e = -12 \text{ } ^\circ\text{C}$

$t_i = 28 \text{ } ^\circ\text{C}$

$c = 1010 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

$V_p = 415 \text{ m}^3/\text{h}$

teplota venkovního vzduchu

teplota vnitřního vzduchu

měrná tepelná kapacita vzduchu

průtok vzduchu

NÁVRH OHŘÍVAČE:

Vzduchotechnická jednotka bude napojena na okruh rozvaděče vytápění. Potřebný výkon je 838,3 W.

1.5 NÁVRH DISTRUBUČNÍCH PRVKŮ

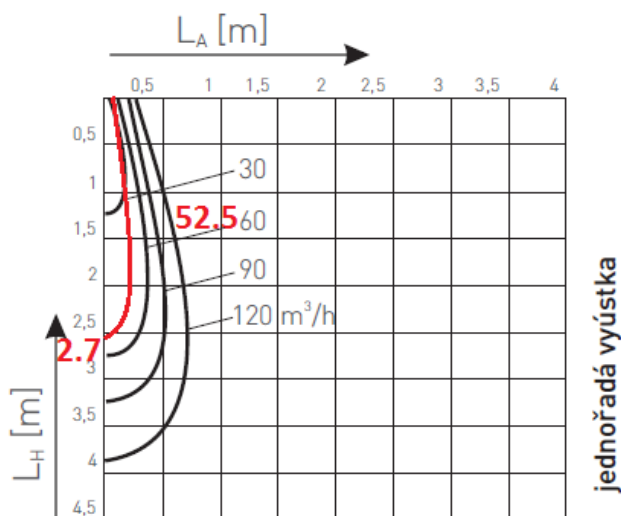
1.5.1 Okrajové podmínky

Celkové množství přiváděného vzduchu 415 m³/h
Celkové množství odváděného vzduchu 415 m³/h

1.5.2 Návrh distribučních prvků přiváděného vzduchu

NÁVRH: ŠTĚRBINOVÉ VÝUSTKY HLINÍKOVÉ NSAL 1/SRt

Jedná se o typ s jednou štěrbinou pro přívod vzduchu. Tyto prvky budou instalovány s přípojovacími skříněmi, které jsou uvnitř izolovány polyuretanovou pěnou tl.10 mm a jsou vybaveny regulační klapkou. Výustky jsou zvoleny o délce 2 m, v množství čtyř kusů, aby pokryly celou zasklenou plochu. Tento typ výustky má jmenovitý průměr přípojovacího hrdla 125 mm. Viz technický list, PŘÍLOHA PTL2.



Obr.2 – Dosah zóny Výustky NSAL o délce 1 m, při nastavení lamel pro kolmý přívod vzduchu

Nastavení výustky je zvoleno na průtok vzduchu 52.5 m³/h (resp. 50 m³/h) na 1 m, Dosah zóny je pak 2,7 m, což odpovídá světlé výšce místnosti v místě výustek.

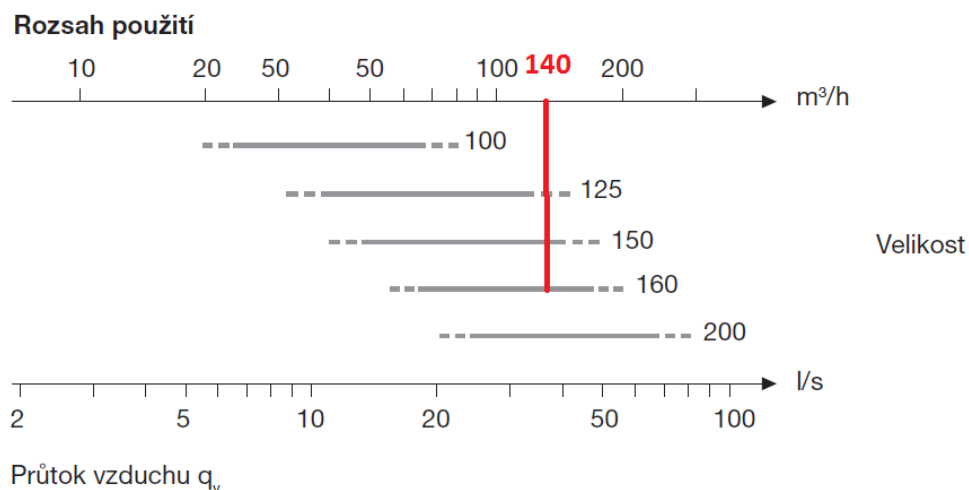
Každá výustka má délku 2 m. Celkový přísun vzduchu jedné výustky je 105 m³/h (resp. 100 m³/h).

4 kusy štěrbinových výustek NSAL zajišťují přívod vzduchu o objemu 415 m³/h. Rozmístění, viz projektová dokumentace (PD).

NÁVRH VYHOVUJE

1.5.3 Návrh distribučních prvků odváděného vzduchu

NÁVRH: TALÍŘOVÝ VENTIL KOC 160



Obr.3 – Rozsah použití talířového ventilu KOC 160

Budou osazeny dva kusy KOC 160, které budou odvádět každý 140 m³/h a jeden 135 m³/h. Celkový odváděný objem vzduchu bude 415 m³/h. Viz PD.

Nastavení průtoku se provádí otáčením regulačního kuželu do požadované polohy a zajištěním v poloze kontramatkou. Více viz technický list, PŘÍLOHA PTL2.

NÁVRH VYHOVUJE

1.6 HYDRAULICKÉ POSOUZENÍ

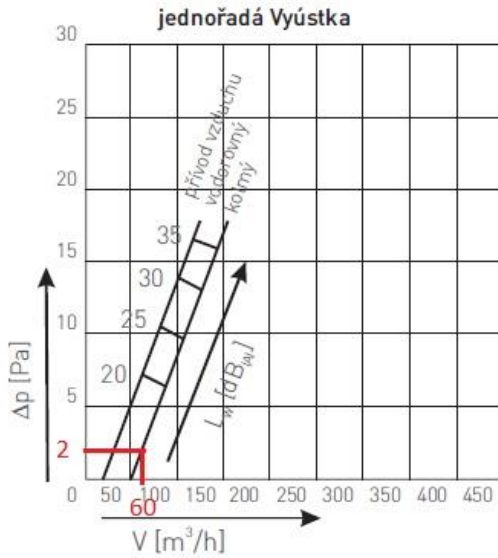
Vzduchotechnické rozvody jsou sestaveny z následujících prvků:

POL.	NÁZEV PRVKU
VZT	
1.01	Přívod - štěrbinová výustka NSAL-1/SRt (2m)
1.02	Odvod - talířový ventil KOC 160
1.03	VZT jednotka DUPLEX RDH5
1.04	Fasádní přechod S-FVP s protidešť.žaluzií
1.05	Rekuperační výměník
1.06	Filtr přívod kazetový G4
1.07	Vodní ohřivač

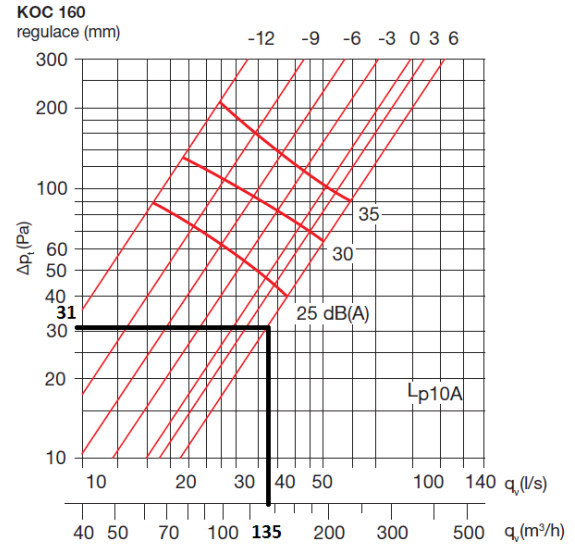
1.08	Potrubí SONOVAC
1.09	Odbočka jednostranná těsná OBJ-T
1.10	Přechod osový těsný PRO-T

Tab.3 – Seznam prvků VZT

1.6.1 Tlakové ztráty

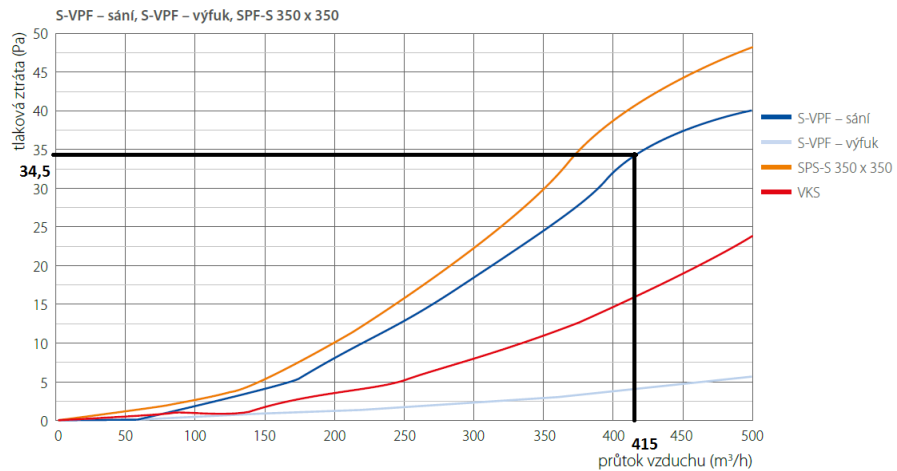


Obr.4 – Tlaková ztráta Štěrbínové výústky NSAL (1.01)



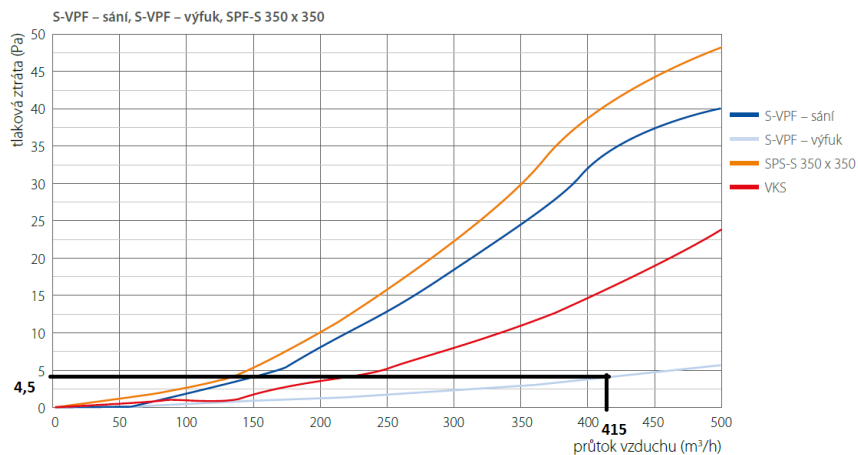
Obr.5 – Tlaková ztráta Talířového ventilu (1.02)

TLAKOVÉ ZTRÁTY KRUHOVÉHO ROZVODU ATREA



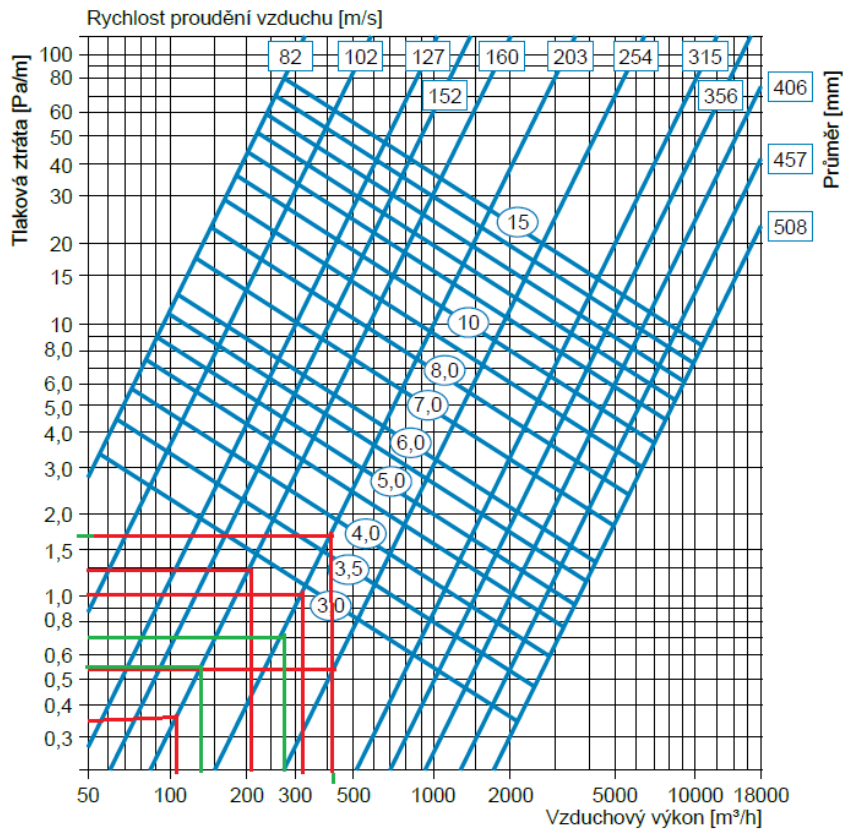
Obr.6 – Tlaková ztráta Fasádního přechodu - sání (1.04)

TLAKOVÉ ZTRÁTY KRUHOVÉHO ROZVODU ATREA



Obr. 7 – Tlaková ztráta Fasádního přechodu - výfuk (1.04)

GRAF TLAKOVÉ ZTRÁTY (NAPNUTÁ HADICE)

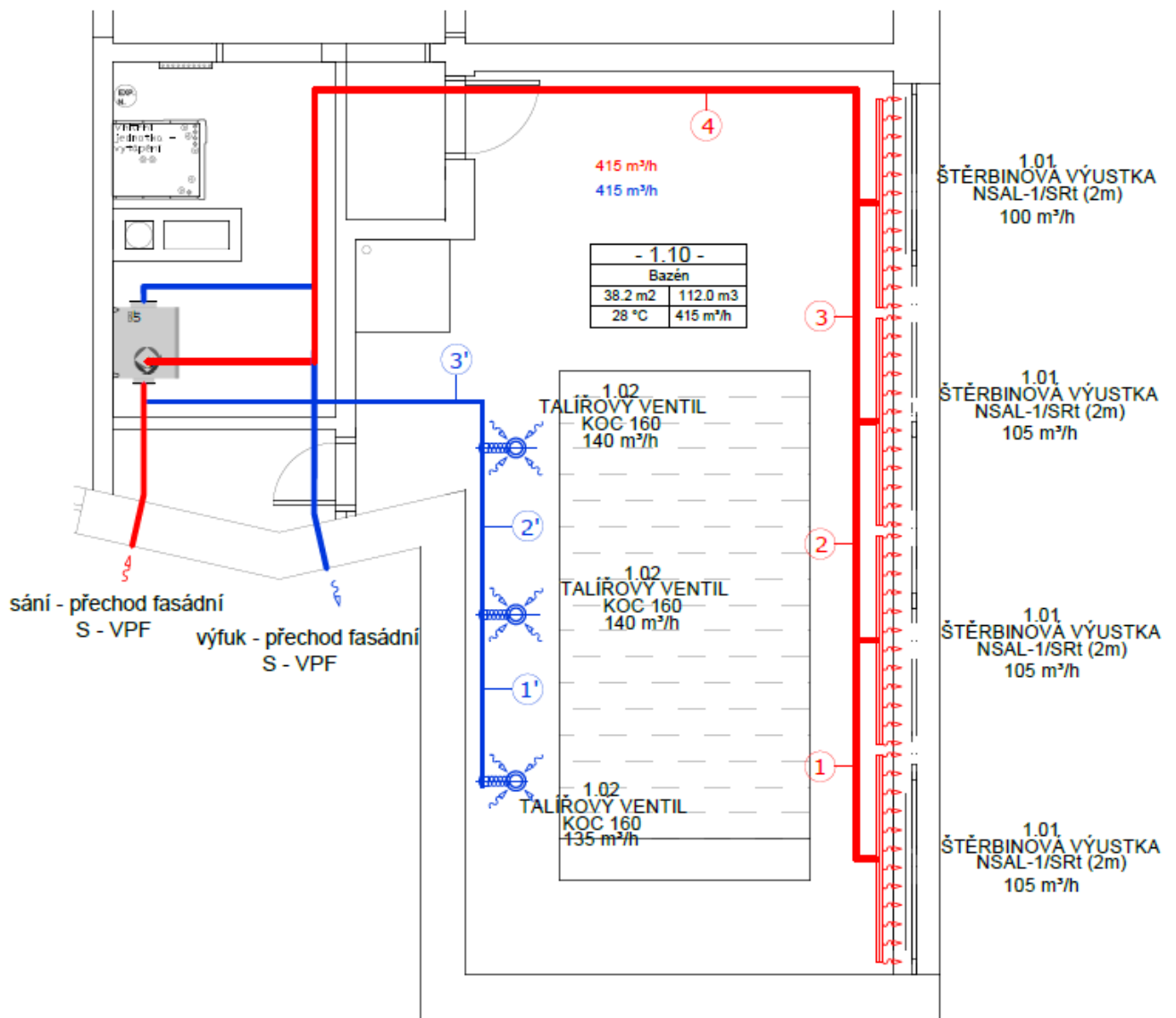


Obr. 8 – Tlaková ztráta potrubí SONOVAC (1.08)

VÝPOČET TLAKOVÝCH ZTRÁT VZT

Pro výpočet tlakových ztrát byly rozvody vzduchotechnického potrubí rozděleny do následujících úseků.

Výsek konstrukce - VZT úseky (schéma)



Obr. 9 - Rozvržení úseků rozvodů pro výpočet tlakových ztrát

Tabulka tlakových ztrát a rychlostí proudění přiváděného vzduchu VZT rozvodů pro nejdelší větev.

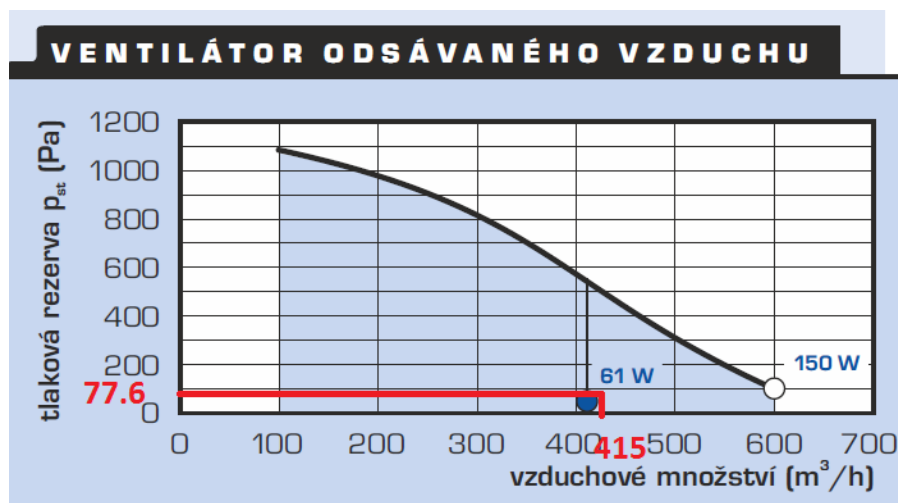
Přívod											
VÝKRES		HODNOTY PŘEDBĚŽNÉ			HODNOTY SKUTEČNÉ (VYPOČTENÉ)					TLAKOVÁ ZTRÁTA	popis
Č.Ú.	V	L	v'	D	S	v	R (graf)	Z (graf)	Z+R*L		
	m ³ /h	m	m/s	mm	m ²	m/s	Pa/m	Pa	Pa		
1	105	2.1	2.5	160	0.02	1.45	0.35	0	0.735	rovné potrubí Sonovac	
						1.45		3.5	3.5	oblouk	
						1.45		2	2	výustka	
2	210	2.1	3	160	0.02	2.9	1.4	0	2.940	rovné potrubí Sonovac	
						2.9		0	0	odbočka	
						2.9		0	0	přechod	
3	315	2.1	3.5	200	0.0314	2.79	1	0	2.100	rovné potrubí Sonovac	
						2.79		0	0	odbočka	
						2.79				přechod	
4	415	10.7	3.5	250	0.0491	2.35	0.55	0	5.885	rovné potrubí Sonovac	
						2.35		0	0	odbočka	
						2.35		10.5	10.5	oblouk 3x	
sání	415	1.57	4	200	0.0314	3.67	1.6	0	2.512	rovné potrubí Sonovac	
						3.67		0	0	koleno	
						3.67		39	39	fasádní tvar. S-VPF	
Procentuální navýšení tlakové ztráty potrubí - přechody, odbočky = 15 %									4.23		
Celková tlaková ztráta přívodu Δp_{zp} =									73.40	Pa	

Tabulka tlakových ztrát a rychlostí proudění odváděného vzduchu VZT rozvodů pro nejdelší větev.

Odvod											
VÝKRES		HODNOTY PŘEDBĚŽNÉ			HODNOTY SKUTEČNÉ (VYPOČTENÉ)					TLAKOVÁ ZTRÁTA	popis
Č.Ú.	V	L	v'	D	S	v	R (graf)	Z (graf)	Z+R*L		
	m ³ /h	m	m/s	mm	m ²	m/s	Pa/m	Pa	Pa		
1	135	1.6	2.5	160	0.02	1.87	0.58	0	0.93	rovné potrubí	
						1.87		0	0	přechod	
						1.87		0	0	odbočka	
		0.4		160	0.0127	1.87	0.55	0	0.22	flexi potrubí Sonoflex MO	
						1.87		31	31	výustka	
2	275	1.6	3	200	0.0314	2.43	0.7	0	1.12	rovné potrubí	
						2.43		0	0	odbočka	
3	415	5.3	4	200	0.0134	3.67	1.6	0	8.48	rovné potrubí	
						3.67		0	0	odbočka	
						3.67		10.5	10.5	oblouk 3x	
výfuk	415	9.6	4	200	0.0314	3.67	1.6	0	15.36	rovné potrubí	
						3.67		0	0	koleno	
						3.67		4.5	4.5	fasádní tvar. S-VPF	
Procentuální navýšení tlakové ztráty potrubí - přechody, odbočky = 15 %									5.49		
Celková tlaková ztráta přívodu Δp_{zo} =									77.60	Pa	

1.7 Souhrn požadavků na VZT jednotku

Přívod vzduchu	415 m ³ /h
Odvod vzduchu	415 m ³ /h
Min. účinnost rekuperace	85 %
Max. externí tlak	77.6 Pa



Obr.10 – Posouzení tlakové rezervy

Dle Obr.10 navržená jednotka DUPLEX RDH splňuje pracovní bod (průtok 415 m³/h při tlakové ztrátě 77,6 Pa).

Vzduchotechnická jednotka RDH5 je pro návrh VYHOVUJÍCÍ.

2 POSOUZENÍ HLUKU

Rozvody potrubí jsou opatřeny zvukovou izolací tloušťky 25 mm. Rozvody budou instalovány dle pokynů výrobce, aby se eliminovaly přenosy hluku a vibrací.

- zařízení, která jsou zdrojem nežádoucích vibrací a otřesů jsou uložena na pryžových podložkách
- vzduchovody jsou na závěsech od stavební konstrukce pružně odděleny

3 VĚTRÁNÍ OBYTNÉ ČÁSTI

V objektu je navržen systém přirozeného větrání, pomocí prvků pro přívod čerstvého vzduchu. Množství přiváděného vzduchu viz PŘÍLOHA P2. Detailní popis provedení viz PŘÍLOHA TZVZT a PD.

4 ZÁVĚR

Návrh systému větrání řešeného rodinného domu je vyhovující. Veškeré informace o tomto systému větrání a vzduchotechniky viz PŘÍLOHA TZVZT a PD.

Provedení a zapojení VZT jednotky nebylo více posuzováno. Návrh na požadovaný (vypočtený) objem vzduchu provede pověřený pracovník společnosti ATREA.