

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ BUDOVY SPORTOVNÍHO KLUBU

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vypracoval: Jan Novák

Vedoucí práce: doc. Ing. Vladimír Jelínek, CSc.

2017/2018



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Novák	Jméno: Jan	Osobní číslo: 439145
Zadávací katedra: Katedra technického zařízení budov		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Vytápění a větrání budovy sportovního klubu	
Název bakalářské práce anglicky: Heating and ventilation of the sports club building	
Pokyny pro vypracování: Požadavky na vytápění a větrání, interní mikroklima, legislativní zásady, tepelně-technické výpočty, varianty zdrojů, systémů a hodnocení použitelnosti.	
Seznam doporučené literatury: Kabele, Karel: Energetické a ekologické systémy 1: zdravotní technika, vytápění. Cíhlář, J.; Gebauer, G.; Počínková, M.: Technická zařízení budov.	
Jméno vedoucího bakalářské práce: doc. Ing. Vladimír Jelínek, CSc.	
Datum zadání bakalářské práce: 15. 2. 2018	Termín odevzdání bakalářské práce: 28. 5. 2018 <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

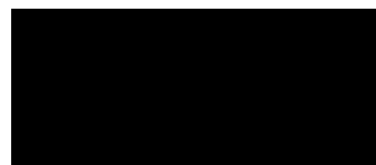
Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutně uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)
-----------------------	---------------------

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze, 22. 5. 2018



PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval doc. Ing. Vladimíru Jelínkovi, CSc. za jeho odborné vedení, ochotnou pomoc a cenné rady při tvorbě bakalářské práce.

OBSAH

PROHLÁŠENÍ	3
PODĚKOVÁNÍ.....	4
OBSAH	5
ANOTACE	6
KLÍČOVÁ SLOVA	6
ANNOTATION	6
KEYWORDS	6
1 ÚVOD.....	7
2 VÝPOČTOVÁ ČÁST	7
2.1 Tepelné ztráty.....	7
2.1.1 Okrajové podmínky	7
2.1.2 Výpočet.....	8
2.1.3 Výpočty tepelných ztrát pro jednotlivé místnosti.....	8
2.2 Tepelné zisky.....	9
2.2.1 Okrajové podmínky	9
2.2.2 Tepelné zisky z vnitřního prostředí	9
2.2.3 Tepelné zisky z vnějšího prostředí	10
2.2.4 Výpočty tepelných zisků pro jednotlivé místnosti	12
2.3 Potřeba vzduchu	12
2.3.1 Okrajové podmínky	12
2.3.2 Výpočty.....	12
2.3.3 Výpočty potřeby vzduchu pro jednotlivé místnosti	14
3 VOLBA SYSTÉMU	14
4 NÁVRH SYSTÉMU.....	14
4.1 Dimenzování výkonu vytápění a chlazení.....	14
4.2 Rozdělení objektu do zón	15
4.3 Návrh distribučních prvků	15
4.4 Dimenzování vzduchotechnického potrubí.....	16
4.5 Výběr vzduchotechnických jednotek.....	16
5 ZÁVĚR	16
POUŽITÉ ZDROJE.....	17
Normy a směrnice	17
Literatura	17
Elektronické zdroje.....	17
SEZNAM PŘÍLOH	19
SEZNAM VÝKRESŮ	19

ANOTACE

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem systému pro vytápění a větrání do již existující budovy zázemí sportovního klubu v Praze. Cílem výpočtové části bylo navrhnout komplexní systém, který zajistí vytápění a větrání budovy s mnoha různými nároky na interní mikroklima, přičemž co nejvíce zohlední stávající dispozice budovy a nebude klást výraznější nároky na stavební zásahy do konstrukčního systému. Výsledný návrh řeší nucené větrání, bilance tepelných ztrát a zisků a potřeby vzduchu pro jednotlivé prostory, vše s použitím platných norem a předpisů.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vzduchotechnika, nucené větrání, vytápění, chlazení

ANNOTATION

This bachelor thesis is dealing with the design of heating and ventilation system for existing sports club facility in Prague. The goal of the calculation chapter is to design a complex system which provides heating and ventilation of the building with many specific internal microclimate requirements and takes existing dispositions and construction system into account as much as possible. Resulting design deals with forced ventilation, balance of heat losses and gains and the need of supplied air amount for individual spaces, all using valid standards and regulations.

KEYWORDS

Ventilation, forced ventilation, heating, cooling

1 ÚVOD

Tématem této bakalářské práce je návrh systému vytápění a větrání pro již stojící budovu zázemí sportovního klubu v Praze. Návrh systému je podřízen dispozicím budovy a snaží se o co nejmenší nároky na zásahy do jejího konstrukčního systému.

Součástí komplexu zázemí sportovního klubu jsou prostory se specifickým využitím a od něj se odvíjejícími nároky na interní mikroklima. Jedná se např. kuchyň či prostory šaten a hygienického zázemí pro návštěvníky sportovišť se zvýšenými nároky na odvod pachů a škodlivin, nebo společenské místnosti a konferenční sál, které mají zvýšené nároky na potřebu vzduchu z důvodu vyšší tepelné zátěže vlivem značné plochy prosklení a vysoké obsazenosti.

2 VÝPOČTOVÁ ČÁST

2.1 Tepelné ztráty

2.1.1 Okrajové podmínky

Návrhové stavy:

		ZIMNÍ	LETNÍ
teplota exteriéru	Θ_e/t_e [°C]	-12	30
teplota interiéru	Θ_i/t_i [°C]	<i>Příloha 1</i>	
teplota přilehlé zeminy	Θ_z/t_z [°C]	5	-

Tabulka 1

Konstrukce a výplně:

Typ konstrukce	U [W/m ² ×K]
obvodová stěna - 300 mm	0,274
vnitřní stěna - 300 mm	2,477
příčka - 115 mm	1,725
strop	0,708
podlaha 1NP	0,666
střecha	0,150

Tabulka 2

Typ výplně	U [W/m ² ×K]
dveře vchodové	1,100
dveře interiérové	2,600
okno	1,100
dveře balkónové	1,100

Tabulka 3

2.1.2 Výpočet

Návrhová tepelná ztráta prostupem Φ_T [W]

$$\Phi_T = H_T \times (\theta_i - \theta_e)$$

kde θ_i je teplota interiéru [°C]
 θ_u je teplota exteriéru [°C]
 H_T je součinitel tepelné ztráty prostupem [W/K]

$$H_T = \sum_k A_k \times U_k \times b_u$$

kde A_k je plocha stavební části [m²]
 U_k je součinitel prostupu tepla stavební části [W/m²×K]
 b_u je činitel teplotní redukce [-]

$$b_u = \frac{\theta_i - \theta_u}{\theta_i - \theta_e}$$

kde θ_u je teplota sousedního prostoru [°C]

Návrhová tepelná ztráta větráním Φ_V [W]

$$\Phi_V = H_V \times (\theta_i - \theta_e)$$

kde H_V je součinitel tepelné ztráty větráním [W/K]

$$H_V = V_i \times c_p \times \rho$$

kde c_p je měrná tepelná kapacita vzduchu [Wh/kg×K]
 ρ je hustota vzduchu [kg/m³]
 V_i je výměna vzduchu ve vytápěném prostoru [m³/h]

$$V_i = V_m \times n$$

kde V_m je objem vzduchu v místnosti [m³]
 n je požadovaná násobnost výměny vzduchu v místnosti [h⁻¹]

Celková tepelná ztráta Φ [W]

$$\Phi = \Phi_T + \Phi_V$$

2.1.3 Výpočty tepelných ztrát pro jednotlivé místnosti

Výpočty tepelných ztrát pro jednotlivé místnosti jsou uvedeny v *Příloze 2*.

2.2 Tepelné zisky

2.2.1 Okrajové podmínky

Maximální venkovní teplota $\Theta_{e,L} = 30^{\circ}\text{C}$

Doba provozu řešeného prostoru $n = 13 \text{ h}$

Produkce citelného tepla člověka $Q_1 = 62 \text{ W}$

Produkce tepla od osvětlení $q_{sv} = 9 \text{ W/m}^2$

Příkony jednotlivých spotřebičů

Přístroj	P [W]
Televize	70
PC + monitor	120
Trouba	950
Myčka	340
Pračka	290
Chladnička	120
Kotel	500
Ventilátor	200

2.2.2 Tepelné zisky z vnitřního prostředí

Tepelná produkce lidí Q_L [W]

$$Q_L = n \times Q_1 \times (36 - t_i)$$

kde n je počet osob v místnosti [-]
 t_i je teplota interiéru místnosti [$^{\circ}\text{C}$]
 Q_1 je produkce citelného tepla člověka [W]

Tepelná produkce svítidel Q_{sv} [W]

$$Q_{sv} = q_{sv} \times A$$

kde q_{sv} je produkce tepla od osvětlení [W/m^2]
 A je osvětlená plocha místnosti [m^2]

Tepelná produkce přístrojů Q_E [W]

$$Q_E = \Sigma P \times c_1 \times c_3$$

kde P je příkon jednotlivých spotřebičů [W]
 c_1 je součinitel současnosti používání spotřebičů [-]
 c_3 je součinitel průměrného zatížení spotřebiče [-] **cit**

2.2.3 Tepelné zisky z vnějšího prostředí

Tepelný zisk okny (konvekce) Q_{OK} [W]

$$Q_{OK} = U_o \times S_o \times (t_e - t_i)$$

kde U_o je součinitel prostupu tepla oknem [W/m²×K]
 S_o je plocha oken včetně rámu [m²]
 t_e je teplota exteriéru [°C]
 t_i je teplota interiéru [°C]

Tepelný zisk radiací Q_{OR} [W]

Maximální tepelný zisk radiací Q_{ormax} [W]

$$Q_{ormax} = [S_{OS} \times I_{O,max} \times c_o + (S_o - S_{OS}) \times I_{OD}] \times s$$

kde S_{OS} je osluněný povrch okna [m²]
 $I_{O,max}$ je nejvyšší hodnota celkové intenzity sluneční radiace v řešeném dnu [W/m²]
 I_{OD} je intenzita difúzní sluneční radiace [W/m²]
 c_o je korekce na čistotu atmosféry [-]
 s je stínící součinitel [-]

Pro zjednodušení výpočtů byl jako osluněný povrch S_{OS} brán celý povrch okna S_o , a tím pádem byl zanedbán zisk difúzní radiací.

orientace	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Σ	MAX
S	81	111	91	105	122	134	142	145	142	134	122	105	91	111	81	1717	145
SV	157	336	393	346	238	145	142	145	142	134	122	105	84	60	33	2582	393
V	150	367	505	548	507	389	234	145	142	134	122	105	84	60	33	3525	548
JV	62	192	333	440	492	482	411	293	174	134	122	105	84	60	33	3417	492
J	33	60	84	119	207	304	374	299	374	304	207	119	84	60	33	2661	374
JZ	33	60	84	105	122	134	174	293	411	482	492	440	333	192	62	3417	492
Z	33	60	84	105	122	134	142	145	234	389	507	548	503	367	150	3523	548
SZ	33	60	84	105	122	134	142	145	142	145	238	346	393	336	157	2582	393

Tabulka 4 - Intenzity sluneční radiace pro 21.6.

Hodnoty stínícího součinitele s byly převzaty z [2]

Vliv akumulace stavebních konstrukcí

$$\Delta Q = 0,05 \times M \times \Delta t$$

kde ΔQ je snížení maximální hodnoty tepelných zisků od oslunění [W]

M je hmotnost obvodových stěn místnosti (bez vnější stěny), podlahy a stropu, které přicházejí v úvahu pro akumulaci [kg]

Δt je maximální přípustně požadované překročené teploty v klimatizovaném prostoru [°K]

Výpočty hmotností stavebních konstrukcí M jsou uvedeny v Příloze 4.

Průměrné tepelné zisky radiací Q_{orm} [W]

$$Q_{orm} = \frac{\sum Q_{ori}}{n}$$

kde Q_{ori} jsou dílčí tepelné zisky radiací řešeného prostoru za dobu provozu v jednotlivých hodinách [W]

n je doba provozu řešeného prostoru [h]

Výsledná hodnota tepelného zisku radiací

pokud $Q_{ormax} - \Delta Q < Q_{orm}$ dále se počítá s Q_{orm}

pokud $Q_{ormax} - \Delta Q > Q_{orm}$ dále se počítá s $Q_{ormax} - \Delta Q$

Tepelný zisk neprůsvitnými konstrukcemi Q_s [W]

Pro stěny středně těžké ($80 \text{ mm} \leq d \leq 450 \text{ mm}$)

$$Q_s = U \times S \times [(t_{rm} - t_i) + m \times (t_{r\psi} - t_{rm})]$$

kde U je součinitel prostupu tepla materiálem [$\text{W}/\text{m}^2 \times \text{K}$]

S je plocha konstrukcí v kontaktu s exteriérem [m^2]

t_i je teplota interiéru [°C]

t_{rm} je průměrná rovnocenná sluneční teplota vzduchu za 24 h [°C]

$t_{r\psi}$ je rovnocenná sluneční teplota v době o ψ dřívější [°C]

$$t_{rm} = t_e + (\varepsilon \times I) / \alpha_e$$

kde ε je součinitel poměrné tepelné pohltivosti pro sluneční radiaci [-]

I je intenzita sluneční radiace dopadající na stěnu [W/m^2]

α_e je součinitel přestupu tepla na vnější straně stěny [$\text{W}/\text{m}^2 \times \text{K}$]

a

$$t_{r\psi} = t_{e,\psi} + (\varepsilon \times I) / \alpha_e$$

Hodnoty ψ a m byly určeny pomocí přibližných vztahů

$$\psi = 32 \times d - 0,5$$

$$m = \frac{1 + 7,6 \times d}{2500^d}$$

kde d je tloušťka stěny [m]

2.2.4 Výpočty tepelných zisků pro jednotlivé místnosti

Výpočty tepelných zisků pro jednotlivé místnosti jsou uvedeny v Příloze 3.

2.3 Potřeba vzduchu

2.3.1 Okrajové podmínky

Množství čerstvého vzduchu na osobu $V_p = 50 \text{ m}^3/\text{h}$

Množství čerstvého vzduchu na osobu pro osoby pracující v kuchyni $V_p = 70 \text{ m}^3/\text{h}$

Produkce vodní páry na osobu $G = 30 \text{ g/h}$

Měrná hmotnost vzduchu $\rho_{vz} = 1,2 \text{ kg/m}^3$

Měrná tepelná kapacita vzduchu $c = 1,01 \text{ J/kg}\times\text{K}$

Produkce CO_2 dýcháním na osobu $m_{\text{CO}_2} = 19 \text{ l/h}$

Maximální koncentrace CO_2 v interiéru $\rho_{\text{max}} = 1200 \text{ g/m}^3$

Koncentrace CO_2 v přiváděném vzduchu $\rho_{\text{CO}_2} = 350 \text{ g/m}^3$

Návrhové teploty a měrné vlhkosti vzduchu

Zima, rel. vlhkost = 40 %				Léto, rel. vlhkost = 60 %			
t_{iz}	t_{pz}	x_{iz}	x_{pz}	t_{iL}	t_{pL}	x_{iL}	x_{pL}
[°C]	[°C]	[g/kg]	[g/kg]	[°C]	[°C]	[g/kg]	[g/kg]
15	17	4,32	4,92	20	16	8,96	6,94
20	22	5,94	6,73	24	20	11,47	8,96
24	26	7,60	8,58	26	22	12,95	10,14

Tabulka 5

2.3.2 Výpočty

Množství čerstvého vzduchu V_e [m^3/h]

$$V_e = n \times V_{p,os}$$

kde n je počet osob v dané místnosti [-]

$V_{p,os}$ je množství čerstvého vzduchu na osobu [m^3/h]

Množství přiváděného vzduchu podle produkce škodlivin

Odvod vlhkosti

$$V_{p,ov} = \frac{G \times n}{\rho_{vz} \times (x_i - x_p)}$$

kde G je produkce vodní páry na osobu [g/h]
n je počet osob v dané místnosti [-]
 ρ_{vz} je hustota přiváděného vzduchu [kg/m³]
 x_i je měrná vlhkost vzduchu v interiéru [g/kg]
 x_p je měrná vlhkost přiváděného vzduchu [g/kg]

Odvod tepelné zátěže

$$V_{p,tz} = \frac{Q}{\rho_{vz} \times c \times (t_i - t_p)}$$

kde Q je množství tepelné zátěže [W]
 ρ_{vz} je hustota přiváděného vzduchu [kg/m³]
c je měrná tepelná kapacita vzduchu [kJ/kg×K]
 t_i je teplota interiéru [°C]
 t_p je teplota přiváděného vzduchu [°C]

Odvod CO₂

$$V_{p,CO_2} = \frac{m_{CO_2} \times n}{(\rho_{max} - \rho_{CO_2})}$$

kde m_{CO_2} je produkce CO₂ dýcháním na osobu [l/h]
n je počet osob v dané místnosti [-]
 ρ_{max} je maximální koncentrace CO₂ v interiéru [g/m³]
 ρ_{CO_2} je koncentrace CO₂ v přiváděném vzduchu [g/m³]

Doporučená intenzita výměny vzduchu podle zařízení a typu provozu

Umyvadlo	25	[m ³ /h]
Sprcha	150	[m ³ /h]
WC	50	[m ³ /h]
Pisoár	25	[m ³ /h]
Plynový kotel	480	[m ³ /h]
Kuchyň – násobnost výměny	20	[h ⁻¹]
Shromažďovací prostory – násobnost výměny	8	[h ⁻¹]
Kancelář – násobnost výměny	5	[h ⁻¹]

Tabulka 6

2.3.3 Výpočty potřeby vzduchu pro jednotlivé místnosti

Výpočty potřeby vzduchu pro jednotlivé místnosti jsou uvedeny v *Příloze 5*.

3 VOLBA SYSTÉMU

Stávající konstrukční řešení budovy s monolitickým železobetonovým stěnovým systémem bylo jedním z určujících faktorů při volbě systému, jelikož byl kladen nárok na pokud možno co nejmenší stavební zásahy. Zvolil jsem tedy variantu vytápění, větrání i chlazení pomocí vzduchotechnického systému, jehož rozvody nevyžadují, s výjimkou několika případů průchodu nosnou konstrukcí, potřebu zasahovat do nosného systému, jelikož budou instalovány v podhledech. V zimním návrhovém období budou zbylé tepelné ztráty dorovnány dodatečným teplovodním vytápěním, pro něž budou použity stávající rozvody v objektu.

Z hlediska komfortu by se alespoň v bytovací části nabízela varianta použití fan coil jednotek pro každý pokoj, kdy by měli hosté možnost sami si nastavit požadovanou teplotu, avšak takové řešení by vyžadovalo 16 samostatných fan coil jednotek, které by ve srovnání se dvěma centrálními jednotkami kladly vyšší nároky na spotřebu energií vlivem nižší účinnosti. Pokud by navíc měly být venkovní jednotky výt umístěny na střeše, aby nenarušovaly vzhled budovy, výsledná náročnost trasování potrubí by byla vyšší než ve mnou navrženém systému. Vzhledem k charakteru bytovacího zařízení je jednotná úprava přiváděného vzduchu taktéž dostačující.

Doplňkové vytápění pomocí teplovodních rozvodů bude obsluhovat hlavně koupelny a toalety, u kterých by k dosažení požadované návrhové teploty interiéru bylo zapotřebí zbytečně vysoké množství vzduchu. Výměna vzduchu (v množství závislém pouze na doporučených hodnotách pro odvod vzduchu podle zařízení) je v takovýchto místnostech řešena odvodem skrz talířové ventily a přívodem skrz větrací mřížky ve dveřích. Tímto způsobem je také zajištěno dostatečné oddělení od prostor, kam by mohly unikat nežádoucí pachy a zvýšená vlhkost. V ostatních místnostech s navrženým doplňkovým teplovodním vytápěním jsou použita otopná tělesa výhradně pro kompenzaci zbylých teplotních ztrát tak, aby v dané zóně nemusela být použita vyšší teplota přívodního vzduchu a zbylé místnosti nebyly přetápěny. Detailní řešení teplovodního vytápění není součástí bakalářské práce, navržené výkony pro jednotlivé místnosti jsou vyčísleny v *Příloze 6*, konkrétní modely otopných ploch jsou pak sepsány v *Příloze 9*.

4 NÁVRH SYSTÉMU

4.1 Dimenzování výkonu vytápění a chlazení

Z vypočítaných hodnot tepelných ztrát, zisků, potřeby vzduchu a návrhové hodnoty teploty přiváděného vzduchu t_p pro jednotlivé místnosti jsou zpětně vypočítány požadované výkony pro vytápění a chlazení dle vzorců

$$Q_{CH} = \frac{V_p \times \rho_{vz} \times c \times (t_i - t_p)}{3,6}$$

$$Q_V = \frac{V_p \times \rho_{vz} \times c \times (t_p - t_i)}{3,6}$$

kde Q_V je požadovaný výkon pro vytápění [W]
 Q_{CH} je požadovaný výkon pro chlazení [W]
 ρ_{vz} je hustota přiváděného vzduchu [kg/m³]
 c je měrná tepelná kapacita vzduchu [kJ/kg×K]
 t_i je teplota interiéru [°C]
 t_p je teplota přiváděného vzduchu [°C]

4.2 Rozdělení objektu do zón

Rozdělení do zón obsluhovaných samostatnými vzduchotechnickými jednotkami je provedeno na základě dispozic místností uvnitř objektu, jejich nárocích na teplotu přiváděného vzduchu a celkového objemu přiváděného vzduchu. Po rozdělení do jednotlivých zón jsou v každé z nich upraveny teploty přiváděného vzduchu v zimním a letním období tak, aby většina místností byla vytápěna/chlazená s co nejmenšími nároky na přívod vzduchu do místnosti a zároveň byl dodržen maximální rozdíl teplot přiváděného a vnitřního vzduchu [3]. V místnostech, u kterých v zimním období nepokrývá teplovzdušné vytápění veškeré tepelné ztráty, je navrženo dodatečné teplovodní vytápění.

Rozdělení místností do jednotlivých zón a dimenzování výkonů pro vytápění a chlazení je uvedeno v *Příloze 6*.

4.3 Návrh distribučních prvků

Distribuční prvky jsou navrženy pro každou místnost dle výsledné maximální potřeby vzduchu z *Přílohy 6*. Typy a rozmístění distribučních prvků jsou vhodně vybrány podle dispozice místnosti tak, aby byl v pobytové zóně zajištěn rovnoměrný přísun přiváděného vzduchu.

Návrhy distribučních prvků pro jednotlivé místnosti jsou uvedeny v *Příloze 7*.

4.4 Dimenzování vzduchotechnického potrubí

Po zakreslení distribučních prvků do půdorysů objektu je navržena trasa vedení přívodního a odvodního potrubí tak, aby bylo docíleno nízkého počtu větvení a co nejkratších tras od vzduchotechnických jednotek. Takto navržené trasování je poté rozděleno na úseky, kterým se vyčíslí maximální průtoky vzduchu a odhadnou rychlosti jeho proudění. Z těchto dat je následně možné spočítat minimální dimenze a zvolit vhodný profil dle portfolia výrobce.

Zakreslené trasování potrubí je změřeno a podle délky jednotlivých úseků je spočítána maximální tlaková ztráta pro každou zónu.

4.5 Výběr vzduchotechnických jednotek

Vzduchotechnické jednotky jsou vybrány dle požadavků na průtok vzduchu, výkon vytápění a chlazení, tlakovou rezervu a jejich umístění.

5 ZÁVĚR

Pro zvolený objekt jsem navrhl systém několika vzduchotechnických jednotek, které zajišťují vytápění i chlazení objektu. Pro jednotlivé místnosti jsem spočítal hodnoty tepelných ztrát, tepelné zátěže a potřeby vzduchu. Na základě těchto dat jsem objekt rozdělil do osmi zón, které budou obsluhovat samostatné vzduchotechnické jednotky. Návrh zón byl podřízen dispozici místností, jejich nárocích na teplotu přiváděného vzduchu a celkovému objemu přiváděného vzduchu. Pro každou místnost jsem navrhl vhodné distribuční prvky a poté trasu a dimenze potrubí. Na něm jsem pomocí zjednodušeného výpočtu zjistil hodnoty tlakových ztrát. Z údajů tepelného a chladicího výkonu, potřeby vzduchu a tlakových ztrát jsem pak mohl navrhnout vhodné vzduchotechnické jednotky.

Navržený komplexní systém úpravy vzduchu v daném objektu považuji za vhodný, jelikož dokáže takřka bezobslužně udržovat ve všech částech budovy vhodně interní mikroklima tak, aby se její uživatelé cítili příjemně. Díky tomuto systému není nutné v prostorech větrat přirozeně, tudíž odpadá starost s nepříznivými klimatickými podmínkami. Se stále se snižující kvalitou ovzduší ve městech je takovýto systém dobrou volbou do budoucna.

POUŽITÉ ZDROJE

Normy a směrnice

1. ČSN 73 0548. Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostor. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1985.
2. ČSN EN 12831-1. Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu – Část 1: Tepelný výkon pro vytápěný prostor, Modul M3-3. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018
3. ČSN 12 7010. Vzduchotechnická zařízení – Navrhování větracích a klimatizačních zařízení – Obecná ustanovení. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014

Literatura

1. GEBAUER, Günter, Olga Rubinová a Helena Horká. Vzduchotechnika. Brno: ERA, 2005. ISBN 80-7366-027-X

Elektronické zdroje

1. Stanovení množství větracího vzduchu. FSv ČVUT katedra TZB [online]. [cit. 22-5-2018]. Dostupné z:
http://tzb.fsv.cvut.cz/vyucujici/62/du1_vypocet-mnozstvi-vetraciho-vzduchu_vzorce.pdf
2. TB2A – Úkol č.1 - Výpočet tepelného zisku klimatizovaného prostoru. FSv ČVUT katedra TZB [online]. [cit. 22-5-2018]. Dostupné z:
http://tzb.fsv.cvut.cz/vyucujici/62/tb2a_tepelny-zisk.pdf
3. CVIČENÍ 1 - část 3: PROVOZNÍ STAVY VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY. FSv ČVUT katedra TZB [online]. [cit. 22-5-2018]. Dostupné z:
http://tzb.fsv.cvut.cz/vyucujici/89/cviceni-1_part3_provozni-stavy.pdf

4. Projekční podklady a pomůcky – Doporučené násobnosti výměny vzduchu v místnostech. FSv ČVUT katedra TZB [online]. [cit. 22-5-2018]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/?mod=podklady&id=21>
5. Intenzity sluneční radiace procházející oknem. TZB-info [online]. © 2001-2018 [cit. 22-5-2018]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/64-intenzity-slunecni-radiace-prochazejici-oknem>
6. Tepelné zisky od vnitřních zdrojů. TZB-info [online]. © 2001-2018 [cit. 22-5-2018]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitрни-prostredi/3065-tepelne-zisky-od-vnitrnich-zdroju>
7. Bytové větrání ve vztahu k produkci CO₂, vlhkosti a škodlivin (II). TZB-info [online]. © 2001-2018 [cit. 22-5-2018]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitрни-prostredi/3042-bytove-vetrani-ve-vztahu-k-produkci-co2-vlhkosti-a-skodlivin-ii>
8. Hygienické požadavky na vnitřní prostředí staveb. TZB-info [online]. © 2001-2018 [cit. 22-5-2018]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitрни-prostredi/9595-hygienicke-pozadavky-na-vnitрни-prostredi-staveb>

SEZNAM PŘÍLOH

1. Tabulka 1 - místnosti
2. Tabulka 2 - tepelné ztráty
3. Tabulka 3 - tepelné zisky
4. Tabulka 4 - hmotnosti konstrukcí
5. Tabulka 5 - potřeby vzduchu
6. Tabulka 6 - výkony, rozdělení do zón
7. Tabulka 7 - distribuční prvky
8. Tabulka 8 - dimenze potrubí
9. Tabulka 9 - otopné plochy
10. Technická zpráva
11. Technické listy

SEZNAM VÝKRESŮ

- | | |
|-----------------------------------------|-------|
| 1. Půdorys 1NP | 1:100 |
| 2. Půdorys 2NP | 1:100 |
| 3. Zimní návrhové teploty 1NP | - |
| 4. Zimní návrhové teploty 2NP | - |
| 5. Letní návrhové teploty 1NP | - |
| 6. Letní návrhové teploty 2NP | - |
| 7. Rozdělení do zón 1NP | - |
| 8. Rozdělení do zón 2NP | - |
| 9. Vzduchotechnika – půdorys 1NP | 1:100 |
| 10. Vzduchotechnika – půdorys 1NP | 1:100 |
| 11. Vzduchotechnika – pohled na střechu | 1:100 |
| 12. Řez 1-1' | 1:50 |
| 13. Řez 2-2' | 1:50 |