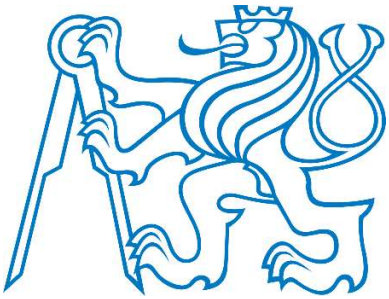
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



NÁVRH VZDUCHOTECHNIKY V POLYKUNKČNÍ BUDOVĚ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Veronika Smetanová

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Daniel Adamovský, Ph.D.**

2016/2017

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta stavební
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Smetanová Jméno: Veronika Osobní číslo: 423848

Zadávající katedra: K11125

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Návrh vzduchotechniky polyfunkční budovy

Název bakalářské práce anglicky: Design of multifunctional building ventilation

Pokyny pro vypracování:
Zpracujte projekt vzduchotechnického systému polyfunkční budovy se zohledněním požadavků jednotlivých provozů. Vypočítejte vstupní údaje (tepelná zátěž, potřeba vzduchu). Navrhněte koncept systému, nadimenzujte jednotlivé součásti vč. vzduchotechnických jednotek. Zpracujte výkresovou dokumentaci a technickou zprávu. V rozšiřující části zpracujte přehled požadavků na větrání restaurací.

Seznam doporučené literatury:
Gebauer G., Horká H., Rubinová O. Vzduchotechnika, Era - vydavatelství, ISBN: 80-7366-027-X, 262 s., 2005.

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Daniel Adamovský, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 27.2.2017 Termín odevzdání bakalářské práce: 28.5.2017
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

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 nutné 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".

27. 2. 2017
Datum převzetí zadání Podpis studenta(ky)

PROHLÁŠENÍ

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

V Českých Budějovicích dne 23.5.2017 podpis

Obsah

1. VÝPOČTOVÁ ČÁST 6
1.1. POPIS OBJEKTU 7
1.2. TEPELNÁ BILANCE 7
1.3. PRODUKCE ŠKODLIVIN 10
1.4. OBJEM PŘIVÁDĚNÉHO VZDUCHU 10
1.5. NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÉHO SYSTÉMU 12
1.6. ZÁVĚR 15
2. PROHLUBUJÍCÍ ČÁST 17
2.1. ÚVOD 18
2.2. VĚTRÁNÍ RESTAURACE 18
2.3. VĚTRÁNÍ KUCHYNĚ 18
2.4. ZÁVĚR 22
POUŽITÉ ZDROJE 24
PŘÍLOHY 26

Anotace

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout vzduchotechniku v polyfunkčním objektu v Ostravě - Vítkovicích. Součástí objektu je dvouposchoďová jídelna s kuchyní, recepce, prodejna, 2 velkoprostorové kanceláře a 2 bytové jednotky. Projektová část obsahuje technickou zprávu a výkresovou dokumentaci. Prohlubující část pojednává o větrání v restauraci a hlavně kuchyni a je doplněna o rozbor výpočtu větrání kuchyně.

Klíčová slova

Vzduchotechnika, chlazení, větrání restaurace, nucené větrání

Annotation

The aim of the bachelor thesis was to design air-conditioning system in a polyfunctional building in Ostrava - Vítkovice. There is a two-storey dining room with kitchen, reception, shop, 2 large offices and 2 flats. The project part consists of technical report and drawing documentation. The deepening part deals with ventilation in the restaurant and mainly ventilation of the kitchen and is complemented by an analysis of the kitchen ventilation calculation

Key words

Air handling unit, cooling system, restaurant ventilating, forced ventilation

1. VÝPOČTOVÁ ČÁST

1.1. POPIS OBJEKTU

1.1.1. ÚVOD

Při vypracování této část bakalářské práce mi jako podklad sloužily návrhy polyfunkční budovy nacházející se v Ostravě – Vítkovicích od Atelieru 38 s.r.o. Je zde zpracován návrh vzduchotechnické jednotky a návrh a rozmístění jednotlivých distribučních elementů a trasování rozvodného potrubí. Dále je zde proveden výpočet tlakových ztrát a posouzení úseků s nejvyšší hodnotou ztráty.

1.1.2. CHAREKTERISTIKA OBJEKTU

Polyfunkční objekt se skládá ze tří nadzemních podlaží. Je tvořen kombinací stěnového a sloupového systému a nosná konstrukce je z betonu. Obvodový plášť je v každém podlaží odlišný – v 1. NP je použito převážně skleněných výplní, ve 2. NP je použit beton a ve 3.NP je na tento beton přiložený dřevěný obklad.

Z pohledu výměny vzduchu a pokrytí tepelných zisků je potřeba přistoupit na systém nuceného větrání, protože v objektu dochází vlivem činnosti člověka a vnějších činitelů k vysoké akumulaci tepla. Navíc dalším faktorem pro návrh vzduchotechnického systému je i fakt, že okna jsou navržena neotevíravá, a proto nemohou být využita ani k částečné eliminaci tepelných zisků.

1.2. TEPELNÁ BILANCE

1.2.1. TEPELNÁ ZÁTĚŽ

1.2.1.1. OKRAJOVÉ PODMÍNKY

Pro provedení výpočtu je potřeba si na začátek stanovit okrajové podmínky. [1] Nejvyšší letní venkovní teplota vzduchu pro oblast Ostrava t_{ev} = 32°C (teplota byla zvolena vyšší, než je normová hodnota 29 °C, protože v posledních letech jsou teploty v létě vyšší a hlavně mají dlouhodobější charakter, než tomu bylo dříve) a výpočet zátěže se bude vztahovat k 21. červenci.

1.2.1.2. TEPELNÉ ZISKY Z VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ

Produkce tepla od lidí Q_1 [W]

$$Q_1 = n_1 \times 6{,}2 \times (36 - t_i) \tag{1.1}$$

Kde n_1 je počet osob v prostoru, přičemž se nerozlišuje stáří, ani pohlaví jednotlivých osob [-]

t_i je vnitřní návrhová teplota [°C]

Produkce tepla od jídel Q_2 [W]

$$Q_2 = 5 \times n \times j \tag{1.2}$$

Kde Q_2 je celková produkce tepla od jídel v restauračním zařízení [W], přičemž tepelná produkce jednoho jídla je dle [2] brána jako 5 W a v restauraci tohoto typu (3. třída) se navíc uvažují dvě jídla na jedno místo u stolu za hodinu.

n je počet míst v restauraci [-]

j je počet vydaných jídel na jedno místo u stolu za hodinu [h^{-1}]

Produkce tepla od osvětlení [W]

$$Q_{os} = q_{os} \times S_{os} \tag{1.3}$$

Kde q_{os} je produkce tepla od osvětlení v daném prostoru dle tab. 1 [W/m^2]

S_{os} je osvětlovaná plocha [m^2]

Pracoviště	Intenzita osv. [lx]	žárovky [W/m^2]	zářivky [W/m^2]
Skladiště, byty, restaurace, divadla	120	20 - 30	7 - 9
Učebny, pokladny	250	40 - 55	13 – 18
Kanceláře, výpočetní střediska, výzkum	500	75 – 105	25 – 35
Výstavy, obchodní domy, jemná montáž	750	115 - 160	38 – 53
Montáž elektroniky, retuš	1000		50 – 70
Nejnáročnější jemná montáž, elektronika	1500		75 – 105
Hodinářství, subminiaturní elektronika	2000		100 - 140
Televizní studia	nad 2000		nad 140

tab. 1 [6]

Produkce z ostatních zdrojů, jako jsou elektronická zařízení se v tomto případě neuvažuje, jelikož není jasně dáno, jaké typy elektronických zařízení budou v objektu použity a jak budou využívány a v dnešní době je tepelný výkon mnohých těchto zařízení zanedbatelný, protože prostoru nepřináší téměř žádnou nebo minimální tepelnou zátěž.

1.2.1.3. TEPELNÉ ZISKY Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ

Prostup tepla oknem konvekcí Q_{ok} [W]

$$Q_{ok} = k_o \times S_o \times (t_{ev} - t_i) \tag{1.4}$$

Kde k_o je součinitel prostupu tepla oknem [W/m^{2}K]

S_o je celková plocha okna včetně rámu [m^2]

t_{ev}-t_i je rozdíl teplot vnějšího a vnitřního prostředí [K]

Prostup tepla oknem radiací Q_{ot} [W]

$$Q_{or} = \left[S_{os} \times I_o \times c_o + (S_o - S_{os}) \times I_{odif}\right] \times s \tag{1.5}$$

Kde S_{os} je osluněný povrch okna [m^2]

I_o je celková intenzita sluneční radiace procházející standardním jednoduchým zasklením [W/m^{2}K], hodnota je brána jako maximální pro 21. červenec pro danou hodinu a světovou stranu

c_o je korekce čistoty atmosféry [-]

$(S_o - S_{os}) \times I_{odif}$ je součinitel zastíněného povrchu okna, který je v tomto případě nulový, protože na oknech nejsou použity žádné stínící prvky a okna lícují s fasádou budovy

s je stínící součinitel, který se určuje podle typu zasklení a stínění okenní výplně

Prostup tepla stěnami Q_s [W]

Jedná se o stěnu o tloušťce 0,48 m (2 × 0,015 m omítka, 0,25 m železobetonová stěna, 0,2 m tepelná izolace), to znamená, že se jedná o stěnu těžkou a výpočet vypadá následovně

$$Q_s = k \times S \times (t_{rm} - t_i) \tag{1.6}$$

Kde k je součinitel prostupu tepla stěnou [W/m^2·K]

S je plocha stěny [m^2]

t_{rm} je průměrná rovnocenná teplota vzduchu za 24 hodin [°C] dle

1.2.1.4. TEPELNÉ ZISKY JEDNOTLIVÝCH PROSTORŮ

Číslo místnosti	Název místnosti	Plocha [m^2]	Vnitřní teplota [°C]	Zisky [W]
1.01	Jídelna	92,81	24	17834,6
1.02	Recepce	29,04	24	3874,1
1.03	Prodejna	59,65	24	8394,9
2.01	Kancelář 1	70,23	24	6508,6
2.02	Schodiště	28,38	24	9869,3
2.03	Kancelář 2	89,63	24	2640,1
3.01	Byt 1			1946,1
3.02	Byt 2			1169,9

tab. 2

1.3. PRODUKCE ŠKODLIVIN

1.3.1. PRODUKCE CO_2

Největším zdrojem oxidu uhličitého v budovách je člověk. Produkce je udávána jako m=19 l/h·os dle tab. 4 *[4]*

Člověk v klidu	13 l . h^{-1}
Člověk při lehké činnosti	19 l . h^{-1}
Člověk při středně těžké práci	60 l . h^{-1}
Člověk při těžké práci	77 l . h^{-1}

tab. 4

1.4. OBJEM PŘIVÁDĚNÉHO VZDUCHU

1.4.1. POKRYTÍ TEPELNÉ ZÁTĚŽE [7]

$$V_{p,léto} = \frac{Q_{zátěž}}{\rho_a \times c_a \times (t_i - t_p)} \quad (1.8)$$

Kde $Q_{zátěž}$ je celková tepelná zátěž místnosti [W]

ρ_a je měrná hmotnost vzduchu 1,2 kg/m^3

c_a je měrná tepelná kapacita vzduchu 1010 J/kg·K

t_i je teplota interiéru [°C]

t_p je teplota přiváděného vzduchu [°C]

1.4.2. ODVOD ŠKODLIVIN [7]

Nejvyšší přípustná koncentrace CO_2

$$V = \frac{m}{\rho_{max} - \rho_{CO_2}} \tag{1.9}$$

Kde m je produkce CO_2 dle tab. 4 [4] [l/h]

ρ_{max} je maximální koncentrace v interiéru 1200 ppm dle ASHRAE a pr EN 13 779 pro třídu „B“

ρ_{CO2} je koncentrace CO2 ve venkovním přiváděném vzduchu: 350 ppm

Koncentrace vlhkosti

$$V = \frac{G}{\rho \times (x_i - x_p)} \tag{1.10}$$

Kde G je produkce vlhkosti ve větraném interiéru [g/h]

ρ je měrná hmotnost vzduchu [kg/m^3]

x_i je měrná vlhkost interiérového vzduchu [g/kg] (tab. 5)

x_p je měrná vlhkost přiváděného venkovního vzduchu [g/kg] (tab. 5)

Období	Relativní vlhkost	Měrná vlhkost
Zimní	rh_e=80%, rh_i=41%	x_e=1 g.kg^{-1}, x_i=6,0 g.kg^{-1}
Letní	rh_e=60%, rh_i=50%	x_e=6,0 g.kg^{-1}, x_i=9,0 g.kg^{-1}

tab. 5

1.4.3. MNOŽSTVÍ VĚTRACÍHO VZDUCHU NA OSOBU

$$V_e = m \times V_{e,os} \tag{1.11}$$

Kde m je počet osob [-]

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

	POČET OSOB [-]	MIN MNOŽSTVÍ VENKOVNÍHO VZDUCHU [$m^3/h \cdot os$]	MIN MNOŽSTVÍ VENKOVNÍHO VZDUCHU [m^3/h]
JÍDELNA	72	35	2520
RECEPCE	6	25	150
PRODEJNA	9	50	450
KANCELÁŘ 1	16	50	800
KANCELÁŘ 2	21	50	1050
SCHODIŠTĚ	6	25	150
BYT 1	4	50	200
BYT 2	4	50	200

tab. 6

1.5. NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÉHO SYSTÉMU

1.5.1. POTRUBÍ

Trasy přívodního a odvodního potrubí jsou navrženy v prostoru mezi železobetonovým stropem a sádrokartonovým podhledem o výšce 850 mm. Potrubí je navrženo jako kruhové pozinkované SPIRO o průměrech od 125 do 600 mm v rámci základní řady. Dimenze byla navržena ze vztahu:

$$V = S \times w \tag{1.12}$$

Kde V je množství protékajícího vzduchu v úseku [m^3/s]

S je průřezová plocha potrubí [m^2]

w je rychlost proudícího vzduchu [m/s]

Rychlost v potrubí připojeném k distribučním elementům byla stanovena na max 3 m/s, a v hlavní rozvodné části potrubí byla stanovena max rychlost na 6 m/s (s výjimkou koncových úseků před napojením na stoupací potrubí a po spojení okruhů z 1. a 2. NP, kde je již přepočtená rychlost podle zvolené dimenze, na hodnotě 6,4 m/s), je to hlavně z důvodů co největšího omezení akustické zátěže v potrubí a omezení tlakových ztrát.

Křížení potrubí je řešeno s ohledem na možnosti prostoru a uspořádání a nedá se jednoznačně určit, zda odvodní potrubí bude vedeno vrchem nebo spodem. Části některých křížení musel být řešeny pomocí flexi potrubí ALUFLEX® HYGIENIC (průměry 225 a 400 mm), typicky v místě napojení přívodního potrubí k distribučnímu elementu.

Šíření hluku v potrubí nebylo v této práci posuzováno. Předpokládá se, že bude splněna maximální přípustná hladina hluku 50 dB [2]. V případě dodatečného řešení tohoto problému by bylo potřeba započítat tlakové ztráty způsobené tlumiči hluku.

Izolace potrubí nebyla detailně řešena, ale bude provedena z minerální vlny.

1.5.2. TLAKOVÉ ZTRÁTY

Pro správný návrh vzduchotechnické jednotky je třeba vypočítat tlakové ztráty na přívodním i odvodním potrubí. Nebyla posuzována pouze nejdelší trasa od distribučního elementu ke vzduchotechnické jednotce, ale bylo vytipováno několik větví, na kterých mohlo dojít k výsledným větším ztrátám. Celkové ztráty se spočítají ze vztahu:

$$\Delta p_z = \Delta p_{tř} + \Delta p_\xi \tag{1.13}$$

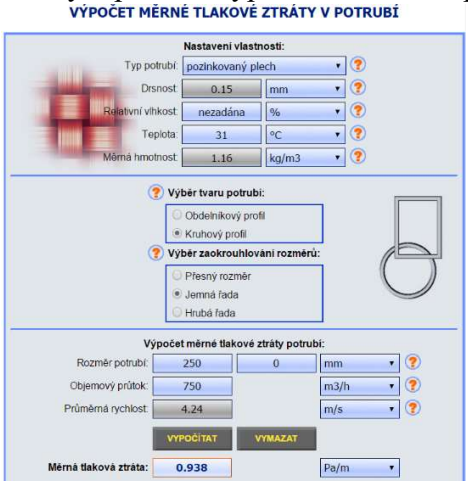
Kde Δp_z je celková tlaková ztráta [Pa]

$\Delta p_{tř}$ je ztráta třením [Pa]

Δp_ξ je ztráta místními odpory [Pa]

Ztráty třením

Pro výpočet ztrát třením bylo použito výpočetního online programu [8].



obr. 1 [8]

Jak lze vidět, výsledkem výpočtu byla měrná tlaková ztráta v Pa/m, která se posléze vynásobila s délkou počítaného úseku potrubí a tímto výpočtem získáme $\Delta p_{tř}$.

Ztráty místními odpory [2]

Jedná se o tlakové ztráty způsobené změnou směru a průřezu potrubí, dělením a spojováním proudu vzduchu nebo průtokem sacími a výfukovými otvory. Určuje se pomocí součinitele vřazených odporů ξ, jehož hodnota závisí na geometrii tvarovky a režimu proudění. Výpočet vypadá následovně:

$$\Delta p_{\xi} = \sum \xi \times \frac{w^2}{2} \times \rho \tag{1.14}$$

Kde w je střední rychlost proudění [m/s]

ξ je součinitel místního odporu [-]

ρ měrná hmotnost vzduchu [kg/m^3]

Součinitel ξ byl určen pomocí tabulky na stránce tzb-info [9]. Pro účely této práce byl vztah 1.14 rozšířen ještě o člen Z_e [Pa], který se k němu připočítává a jsou to vyjádřené ztráty místními odpory v Pa pomocí technických listů výrobce [Příloha 11 - 15].

1.5.3. DISTRIBUČNÍ ELEMENTY

Do místností v 1. a 2. NP byly navrženy chladicí trámce od firmy TROX [Příloha 16]. Jedná se o indukční jednotky, jejichž hybnou silou je pouze primární vzduch. ten je do jednotky přiváděn potrubím v množství potřebném pro větrání. [2] Ochlazený vzduch je vháněn výduchy u stropu ven radiálně do stran a podél stěn dolů, kde postupně vytlačuje teplý vzduch vzhůru, který je jednotkou ochlazován a dochází tak k cirkulaci vzduchu a zároveň chlazení. Vyústění vzduchu do stran navíc omezuje vznik nepříjemného průvanu, protože pohybem podél stěn se jeho počáteční rychlost postupně sníží tak, aby nepřekračovala optimální rychlost proudění 0,1 až 0,2 m/s dle nařízení vlády č. 523/2002.

Elementy jsou umístěny do podhledu, kde jejich spodní strana lícuje se spodní stranou podhledu a zbytek jednotky se nachází skryt uvnitř.

Byty ve 3. NP byly řešeny podtlakovým větráním. To znamená, že zde byly osazeny talířové ventily v prostoru koupelen a dveře budou mít větrací mřížku. Ventily musí být schopny odvést všechen škodlivý vzduch v místnosti. Vzduch se do prostorů dostává pomocí okenních štěrbin natrvalo zabudovaných v oknech.

1.5.4. VZDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA

Pomocí výše uvedených výpočtů a návrhového softwaru firmy CIC Jan Hřebec s.r.o. [10] byla sestavena vzduchotechnická jednotka. Tento software umožňuje výběr jednotlivých prvků jednotky a její přesné rozměry. Navržena byla sestavná bezrámová jednotka H8 ve venkovním provedení. Jednotka je opatřena filtry vzduchu, deskovou rekuperační komorou, 2 komorami pro ohřev, vodní chladicí komorou a zvlhčující komorou.

Jednotka bude umístěna venku na střeše 2. NP. V architektonickém návrhu zde pro ni bylo rovnou vymezeno místo.

Požadavky na profese

Bude potřeba zajistit odvod kondenzátu z jednotky. Sifon pro odvod kondenzátu je umístěn na přední straně jednotky.

Ventilátory musí být napojeny do sítě 230 V. Maximální příkon je 2,2 kW. Je zde započítána ztráta na zanesení filtrů.

Vodní chladič bude připojen ke zdroji chladu o teplotním spádu 6/12 °C. Tlaková ztráta komory bude 27 Pa a výkon 12,4 kW.

Ohřívací komora bude připojena ke zdroji tepla o spádu 60/80 °C. Výkon komory bude 43,5 kW.

1.6. ZÁVĚR

V této části práci byl stručně popsán postup výpočtu. Nejprve bylo potřeba zjistit hodnoty tepelné zátěže a následně objemové hodnoty potřebného vzduchu. Poté se pomocí zjištěných hodnot mohly navrhnout velikosti chladicích trámců a trasy potrubí. V potrubí se zvolila průtočná rychlost a dopočítaly dimenze jednotlivých potrubí. Zde se pak vytipovaly a vypočítaly úseky

s nejvyšší tlakovou ztrátou. Nakonec pomocí softwaru firmy CIC Jan Hřebec s.r.o. mohla být navržena vzduchotechnická jednotka.

2. PROHLUBUJÍCÍ ČÁST

2.1. ÚVOD

Tato část práce bude zaměřena spíše teoreticky a bude se zabývat problematikou větrání restaurace.

2.2. VĚTRÁNÍ RESTAURACE

Nutnost větrat vzniká z důvodu vysoké produkce vodní páry, pachů a tepla. Doposud se navíc v restauracích musel řešit i odvod tabákového kouře, to se ovšem mění Zákonem č. 65/2017 [11], jež nabývá účinnosti 31.5.2017 a zajišťuje zákaz kouření mimo jiné i v restauračních zařízeních bez výjimek v podobě stavebně oddělených prostor nebo kuřáren (kromě vodních dýmek).

Dále je třeba brát ohled na udržování čistoty vzduchotechnických rozvodů. Prostor restaurace je místo, kde by rozšíření jakékoliv nemoci netrvalo dlouho a mohlo by mít rozsáhlé zdravotní následky strávníků. Proto je zapotřebí stanovit četnost, metodu a následnou kontrolu provedeného čištění (měřením, vizuálně) [12]

Problém související s větráním restaurace se týká spíše větrání kuchyně která, pokud není odvětrána dobře, velmi negativně zasahuje do samotné stravovací části. Tento problém bude rozebrán v následující části.

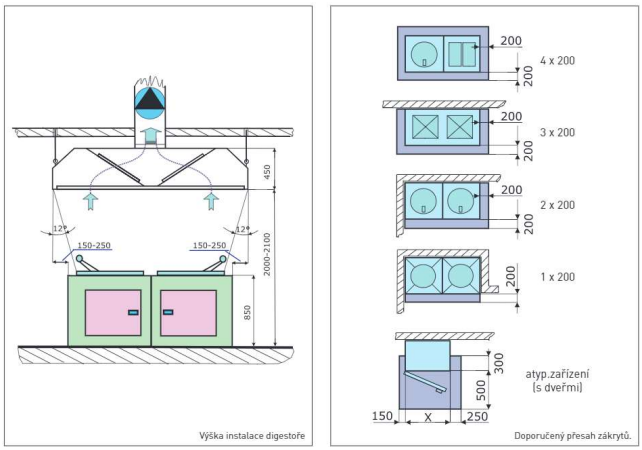
2.3. VĚTRÁNÍ KUCHYNĚ [13]

V současné době, i přes různá zdravotní rizika, je větrání kuchyňských zařízení velmi opomíjeným prvkem. V mnoha zařízeních je tento problém řešen modernizací stávajících kuchyňských zařízení a výměnou zastaralých spotřebičů za nové. Pokud nejsou vyměněny nebo aspoň zkontrolovány i vzduchotechnické rozvody a filtry, hrozí rozmnožení a rozšíření plísní, a tím naprosto nevyhovující prostředí pro práci s jídlem. Jelikož vzduchotechnické rozvody nejsou na první pohled vidět, mnohé provozovatele mnohdy ani nenapadne, že by s nimi mohlo být něco v nepořádku. Ve starších provozovnách může vzduchotechnika i chybět, a proto je řešena provizorními případně dočasnými řešeními, které v místě zůstanou mnohdy i desítky let a jsou považovány za vyhovující.

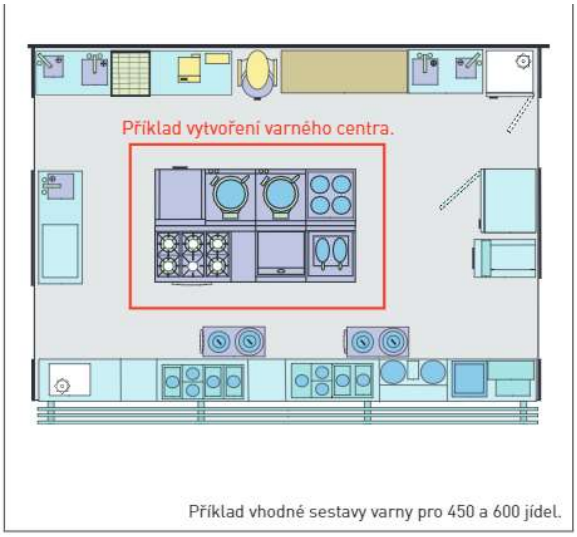
Rozdíl mezi správně a špatně navrženou vzduchotechnikou je však patrný již na první pohled. Při správně navrženém odvodu vodních par a pachů by personál neměl ani při obědové špičce pociťovat diskomfort. Při špatném návrhu je změna vnitřního mikroklimatu zřejmá a pokud je špatně navržený systém v celém objektu, můžou se zápachy a vlhkost rozšířit z kuchyně i do ostatních prostorů objektu. Obzvláště šíření vlhkosti může poničit ostatní zařízení objektu, která nejsou proti vlhkosti odolná a může dojít ke korozi a tvorbě plísní. Proto je potřeba provádět pravidelné kontroly systému a hlavně filtrů.

Důležitý je způsob přívodu vzduchu. Hlavní jsou nízké rychlosti - do 0,2 m/s, protože jinak by mohly po kuchyni poletovat mikročástice prachu a kontaminovat používané potraviny. Jediné místo, kde je povolena vyšší rychlost proudění vzduchu je v okolí sporáků a jiných sálavých spotřebičů, zde se pro eliminaci sálavého tepla povoluje rychlost až 1 m/s. Proud vzduchu by měl být veden radiálně podél stěn nebo podlahy (u stropu hrozí kontaminace prachem usazeným na horních plochách zařízení), protože dochází k přirozené cirkulaci a výměně vzduchu. Zároveň jakékoliv vyústky nesmí bránit v běžné údržbě místnosti a musí být dobře udržovatelné - vhodné materiály jsou hliník a nerez.

Odvod vzduchu je nejběžněji řešen pomocí digestoří umístěných nad sporákem, důležité je při návrhu zachovat průchodnou výšku 2,1 m a přesah přes odsávané zařízení (200 mm u sporáků, ale u zařízení, jako jsou konvektomaty nebo trouby může být přesah až 500 mm) a dle VDI 2052 by měl být dodržen úhel 12° mezi horní hranou zařízení a krajem průřezu digestoře (obr. 9). V současné době se do popředí dostávají také odsávací stropy, což jsou jednotky, které dokážou odsát vzduch z velké plochy a zároveň šetří místo potřebné v kuchyni. S tím souvisí požadavek na seskupování zařizovacích předmět do varných center (viz obr. 10), pokud to dispozice dovolí.



obr. 9 [14]



obr. 10 [14]

2.3.1. LEGISLATIVA

Pro Českou republiku v současnosti není vydán žádný zákon přikazující, jak by měla být vzduchotechnika v objektu řešena. Dostala se sem ale německá směrnice VDI 2052, která stanovuje přesný postup pro výpočet průtoku a návrh odsávání a začíná být uznávána i v České republice.

Každý vzduchotechnik navrhuje proto systém jinak, buď dle intenzity výměny vzduchu nebo dle nomogramů přímo od jednotlivých výrobců. Tyto způsoby návrhu nejsou špatně, ale velmi často vedou k naddimenzovanosti celého systému.

Hlavní zásady návrhu větrání kuchyně podle VDI 2052:

– směrnice je platná pro všechny kuchyně s celkovým instalovaným příkonem zařízení nad 25 kW

– vzduchotechnické zařízení pro větrání přípraven, skladů a výdeje lze sloučit do společného odtahu s kuchyní, s dálkovým ovládáním jednotlivých sektorů a s regulací otáček ventilátorů

– v kuchyních nelze použít cirkulaci vnitřního vzduchu

– regulace otáček přívodních i odsávacího ventilátorů musí být shodná, bilance přiváděného a odváděného vzduchu musí být vyrovnaná v celé oblasti a ve všech provozních režimech

– motory zabudované v proudu odpadního vzduchu pro pohon ventilátorů musí mít krytí min. IP 54

– sací otvory venkovního vzduchu musí být umístěny alespoň 3 m nad terénem, výfukové potrubí se doporučuje vyvést až nad střechu proti zanášení pachů do oken

– v určitých případech je nutno blokovat provoz plynových zařízení na provoz vzduchotechnického systému

– faktor současnosti provozu všech spotřebičů instalovaných v kuchyni se stanoví dohodou s provozovatelem kuchyně

2.3.1.1. VÝPOČET DLE VDI 2052 [13]

Ideální teplota vzduchu v kuchyni by měla být v rozmezí 18 a 26 °C a vlhkost by se měla pohybovat od 55 do 80 %. Dodržena musí být i maximální zvuková hladina 50 až 60 d B(60 je pouze ve výjimečných případech).

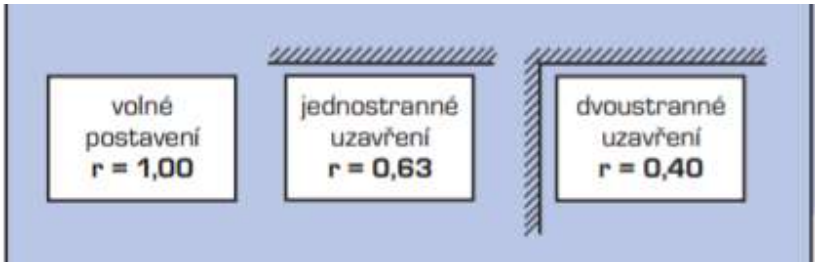
Postup výpočtu je následovný:

- nejprve je potřeba stanovit množství vznikajícího tepla Q_s [W] a vlhkosti D [g/h] a poté do výpočtu započítat i faktor současnosti φ (obr. 11) [13]

Druh kuchyně	Označení kuchyně								
	Malá kuchyně			Střední kuchyně			Velkokuchyně		
	Porce za den	Porce podle doby jídla	Faktor současnosti φ **	Porce za den	Porce podle doby jídla	Faktor současnosti φ **	Porce za den	Porce podle doby jídla	Faktor současnosti φ **
Gastronomické provozy (bufety, restaurace, hotelové kuchyně)	< 100	-	1,0	< 250	-	0,7	250	-	0,7
Kuchyně v kantýnách, kasinech, menzách	-	150	0,8	-	< 500	0,6	-	> 500	0,6
Kuchyně v nemocnicích - hlavní kuchyně	-	250	0,8	-	< 650	0,6	-	> 650	0,6
Kuchyně v nemocnicích - rozdělovací kuchyně	-	40	1,0	-	-	-	-	-	-
Kuchyně v domovech	-	100	0,9	-	< 250	0,6	-	> 250	0,6
Kuchyně přípravy, třídící kuchyně	-	50	0,9	-	< 400	0,6	-	> 400	0,6

obr. 11

- dále se stanoví výpočet termických proudů od jednotlivých zařízení V_{th} [m^3/h] (termický proud je proud teplého vzduchu indukovaný nad místem vaření)
- následuje stanovení redukčních polohových faktorů r - polohový faktor zohledňuje postavení zařízení v kuchyni (obr. 12)



obr. 12 [13]

- následně se stanoví množství odsávaného vzduchu od jednotlivých zdrojů V_{ods}^{dig} [m^3/h] a odsátých spalin od plynových spotřebičů $V_{G,ods}$ [m^3/h]
- dále se provede výpočet množství odváděného vzduchu digestořemi $\Sigma V_{ods} = \Sigma V_{ods}^{dig} + \Sigma V_{th} \times a$ [m^3/h]
- v dalším kroku zjistíme množství vzduchu odvedeného odsávacím stropem $\Sigma V_{ods,strop} = a \times \Sigma V_{th}$ [m^3/h]
- provedeme kontrolu vlhkostní bilance $V_{ods} = \Sigma \cdot m_d \cdot \varphi / [(x_{ods} - x_{př}) \cdot \rho]$ [m^3/h]
- na závěr se sečte celkové množství přiváděného vzduchu $\Sigma V_{př} = \Sigma V_{ods}$ [m^3/h]
- nyní můžeme navrhnout tukové filtry a rekuperační výměníky, pokud je v návrhu potřebujeme použít.

Tukové filtry mají zabránit průniku tukových výparů do odvodního potrubí a zabránit tak jeho znehodnocení. Filtry by se měly použít v každé kuchyni, protože i když se nepřipravují tučná, nebo mastná jídla, vždycky dochází k odpařování tukových částic. Počet filtrů se určuje vždy podle maximálního uvažovaného průtoku tak, aby průtok jedním filtrem byl vždy v optimální oblasti, Tím se zajistí nejúčinnější odloučení aerosolových částic. Filtry je potřeba pravidelně čistit a vyměňovat, protože jejich zanesenost má vliv na tlakové ztráty a systém jako takový. Čistit je možno běžně dostupnými prostředky s odmašťujícím efektem, pozor je třeba si dát, aby některé přípravky nereagovaly s použitým materiálem filtru.

2.4. ZÁVĚR

Prohlubující část byla zaměřena na problematiku větrání restaurace. Větrání samotné restaurace není až takový problém, větší problém je odvětrávání kuchyňských provozů, proto je

v druhé části podrobněji rozebrán problém a řešení odvětrání kuchyně na základě směrnice VDI 2052.

POUŽITÉ ZDROJE

[1] Venkovní výpočtové teploty. TZB-info. [online] © 2001-2016 [cit. 2017-05-19] Dostupné z: http://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/25-venkovni-vypoctove-teploty-a-otopna-obdobi-dle-lokalit

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

[3] HIRŠ, Jiří, Günter Gebauer. Vzduchotechnika v příkladech 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM©, 2006. ISBN 80-7204-486-9

[4] Produkce CO_2 na člověka. TZB-info. [online]. © 2001-2016 [cit. 2017-05-19]. Dostupné z: http://vetrani.tzb-info.cz/vnitrni-prostredi/3065-tepelne-zisky-od-vnitrnich-zdroju

[5] ČSN 73 0548. Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů. Praha: Vydavatelství pro normalizaci a měření, 1985.

[6] Výpočet tepelné zátěže. FS ČVUT. [online]. [cit. 2017-05-19]. Dostupné z: http://www.users.fs.cvut.cz/~zmrhavla/Projekt3/Podklady/01_Vypocet%20tepelne%20zateze.pdf

[7] Stanovení množství větracího vzduchu. FSv ČVUT katedra TZB [online]. [cit. 2017-05-19]. Dostupné z: http://tzb.fsv.cvut.cz/vyucujici/62/du1_vypocet-mnozstvi-vetraciho-vzduchu_vzorce.pdf

[8] Výpočetní kalkulačka pro ztráty třením. ©QPRO (2006-2017). [cit. 2017-05-03]. Dostupné z: http://www.qpro.cz/Ztraty-trenim-ve-vzduchotechnickem-potrubi

[9] Součinitel místních ztrát. TZB-info. [online]. © 2001-2016 [cit. 2017-05-19]. Dostupné z: http://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/21-hodnoty-soucinitelu-mistnich-ztrat-zdroje-tepla-a-zakladni-tvarovky-potrubi

[10] Návrhový software AHU Select. CIC Jan Hřebec s.r.o.[online]. © 2017 [cit. 2017-05-07]. Dostupné z: http://www.cic.cz/ke-stazeni/

[11] Protikuřácký zákon č. 65/2017. Zákonyprolidi.cz. [online]. © AION CS, s.r.o. 2010-2017. [cit. 2017-05-19]. Dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2017-65

[12] ČSN EN 15780. Větrání budov - Vzduchovody - Čistota vzduchotechnických zařízení. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.

[13] Větrání kuchyní. Atrea. [online]. © 1998-2016 [cit. 2017-05-19]. Dostupné z: http://www.atrea.cz/cz/ke-stazeni-vetrani-kuchyni

[14] Větrání kuchyní. DocPlayer.cz. [online]. © 2017 [cit. 2017-05-19]. Dostupné z: http://docplayer.cz/10011589-Vetrani-kuchyni-znackove-vyrobky-se-zarukou-kvality-a-nizke-ceny-www-univent-cz-www-digestore-ventilatory-cz-ventilatory.html

PŘÍLOHY

1) Příloha 1 - Technická zpráva
2) Příloha 2 - Výkres č. 1 - Půdorys 1 + 2 NP
3) Příloha 3 - Výkres č. 2 - Půdorys 3 NP
4) Příloha 4 - Výkres č. 3 - Rozmístění prvků 1 + 2 NP
5) Příloha 5 - Výkres č. 4 - Trasování potrubí 1 NP
6) Příloha 6 - Výkres č. 5 - Trasování potrubí 2 NP
7) Příloha 7 - Výkres č. 6 - Detail vzduchotechniky
8) Příloha 8 - Výkres č. 7 - Řez objektem
9) Příloha 9 - Výpočet tepelné zátěže
10) Příloha 10 - Návrh distribučních elementů
11) Příloha 11 - Výpočet tlakových ztrát
12) Příloha 12 - Technický list - odbočky
13) Příloha 13 - Technický list - T-kusy
14) Příloha 14 - Technický list - přechody
15) Příloha 15 - Technický list - SPIRO potrubí
16) Příloha 16 - Technický list - flexi potrubí ALUFLEX
17) Příloha 17 - Technický list - chladicí trámy TROX
18) Příloha 18 - Výkaz prvků
19) Příloha 19 - Vzduchotechnická jednotka