

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



VZDUCHOTECHNICKÝ SYSTÉM HOTELU

DIPLOMOVÁ PRÁCE

BC. IVAN SABOL

Vedoucí diplomové práce :

Ing. Daniel Adamovský, Ph.D.

2018/2019



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Sabol Jméno: Ivan Osobní číslo: 410588

Zadávací katedra: katedra technických zařízení budov

Studijní program: Budovy a prostředí

Studijní obor: Budovy a prostředí

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Vzduchotechnický systém hotelu

Název diplomové práce anglicky: Ventilation systém of a hotel

Pokyny pro vypracování:

Zpracujte prováděcí projektovou dokumentaci systému vzduchotechniky hotelu.

Vypočítejte tepelnou zátěž, navrhnete koncept systému. Nadefinujte jednotlivé prvky soustavy, zpracujte výkresovou dokumentaci, technickou zprávu a výkaz prvků.

V hotelu se nachází kuchyňský provoz, shrňte dostupná řešení pro větrání kuchyní. Navrhnete účinné řešení pro větrání, odvod škodlivin a tepelné zátěže s důrazem na tepelnou pohodu pracovníků.

Seznam doporučené literatury:

Chyský, J., Hemzal, K. Větrání a klimatizace, technický průvodce 31, Bolit, Praha, 1993, ISBN 80-901574-0-8
Gebauer, G., Horká, H., Rubinová, O. Vzduchotechnika, Era - vydavatelství, 262 stran, 2005, 80-7366-027-X

Jméno vedoucího diplomové práce: Daniel Adamovský

Datum zadání diplomové práce: 18.2.2019

Termín odevzdání diplomové práce: 19.5.2019

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 diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové 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“.

18.2.19

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Prehlásenie

Prehlasujem, že som svoju diplomovú prácu vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry a podkladov.

V Prahe, 19.05.2019

Ivan Sabol

Pod'akovanie

Touto cestou by som rád pod'akoval Ing. Danielovi Adamovskému, Ph.D. za vedenie pri vypracovaní mojej diplomovej práce, za jeho trpezlivosť a čas pri konzultáciách. Vďaka patrí aj mojej rodine a blízkym, ktorí ma podporovali počas celej doby štúdia.

Obsah

1	Úvod.....	6
2	Požiadavky na prostredie a vetranie.....	7
2.1	Mikroklima kuchyne.....	7
2.2	Vetranie	7
2.3	Teplota.....	8
2.4	Vlhkosť.....	8
2.5	Škodliviny.....	8
2.6	Návrh vetrania.....	9
2.7	Prívod vzduchu.....	10
2.7.1	Prívod zmiešavaním.....	10
2.7.2	Prívod zaplavovaním.....	10
3	Legislatíva.....	10
3.1	VDI 2052.....	10
3.2	ČSN EN 16282.....	11
4	Koncept vetrania kuchyne.....	11
4.1	Digestory.....	11
4.1.1	Charakteristika.....	11
4.1.2	Zásady návrhu a výpočet digestorov.....	12
4.2	Odsávacie stropy.....	15
4.2.1	Varianty odsávacích stropov.....	16
4.2.2	Základný popis systému.....	16
4.2.3	Zásady návrhu a výpočet odsávacieho stropu.....	17
5	Starostlivosť o systém.....	18
6	Požiarne bezpečnosť.....	19
7	Problémy vetrania kuchyne.....	20
8	Úvod do projektovej časti.....	21
8.1	Popis objektu.....	21
8.1.1	Umiestnenie objektu.....	21
8.1.2	Dispozičné riešenie objektu.....	21
8.2	Popis projektu vetrania kuchyne.....	22
9	Záver.....	23
10	Zoznam použitých zdrojov.....	24
11	Zoznam obrázkov.....	25
12	Zoznam tabuliek.....	25

Anotácia

Cieľom diplomovej práce je spracovať projekt vzduchotechniky hotela. Je riešené vetranie vstupných priestorov, reštaurácie s kuchyňou a jej zázemia, podzemných garáží, hotelového wellness centra a lôžkovej časti. Dokumentácia je spracovaná na úrovni realizačného projektu. Pre celý objekt je navrhnutý koncept chladenia. Teoretická časť sa zaoberá problematikou vetrania veľkokuchýň, prevádzky, so špecifickými požiadavkami z hľadiska návrhu vzduchotechniky, ktorá je súčasťou objektu hotelu.

Kľúčové slová

Vzduchotechnika, chladenie, hotel, reštaurácia, kuchyňa, wellness centrum

Annotation

The aim of the thesis is the project of the ventilation of the hotel. There is a ventilation for the entrance areas, a restaurant with a kitchen and its facilities, an underground garage, a hotel wellness center and a sleeping area. The documentation is processed at the level of the construction project. A cooling concept is designed for the entire building. The theoretical part deals with the issue of ventilation of large kitchens, with specific requirements from the point of view of air conditioning design, which is part of the hotel building.

Keywords

Ventilation system, cooling, hotel, restaurant, kitchen, wellness center

1 Úvod

Cieľom teoretickej časti tejto diplomovej práce je doplniť projektovú dokumentáciu návrhu vzduchotechnického systému hotelu a predstaviť v nej problematiku vetrania kuchynských prevádzok. V teoretickej časti sa budem zaoberať legislatívou, škodlivinami nachádzajúcimi sa v daných priestoroch, spôsobmi výpočtu a možnosťami vetrania veľkokuchýň, ktoré patria medzi prevádzky so špecifickými požiadavkami na návrh vzduchotechnického systému.

2 Požiadavky na prostredie a vetranie

2.1 Mikroklima kuchyne

Hlavným dôvodom vetrania kuchynských prevádzok je hygiena priestoru. Vetranie má zabezpečovať optimálne podmienky v pracovnej oblasti – v priestore pohybu personálu kuchynského zariadenia. O pohode vnútorného prostredia rozhoduje hlavne teplota a rýchlosť prúdenia vzduchu. Najkritickejším priestorom je pracovisko v tesnosti varnej plochy, pre ktoré sa stanovujú mikroklimatické parametre.

2.2 Vetranie

Kuchynské prevádzky zaraďujeme medzi prevádzky s pracovným typom prostredia, pre ktoré platí predpis Nařízení vlády č.361/2007 Sb. [2], stanovujúci limity pre jednotlivé faktory vnútorného prostredia.

Vyhláška č. 137/2004 Sb.

Trieda práce	Činnosť	M[W.m ⁻²]
I	Sedenie s miernou aktivitou, uvoľnené státie (kancelárska práca, práca v pokladni)	≤ 80
IIa	Činnosť v stoji alebo pri chôdzi spojená s prenášaním ľahkých bremien alebo prekonávaním malých odporov (varenie, výdaj a kompletizácia pokrmov, práca v sede s pohybom oboch paží napr. obsluha technologického zariadenia)	81 – 105
IIb	Činnosť spojená s prenášaním stredne ťažkých bremien (výdaj pri silnej frekvencii stravníkov, rozvoz pokrmov, umývanie riadu)	106 – 130
III	Práca predovšetkým v stoji, občas v predklone, chôdza, zapojenie oboch paží (prenášanie bremien nad 15 kg, mäsiari, pekári, skladníci, kuchári, bežné upratovanie)	131 – 160

Tabuľka 1: Triedy práce podľa Vyhlášky č.137/2004 Sb. [3]

Pracovné prostredie kuchyne môžeme zaradiť do kategórií IIa, IIb až III. Pre triedu IIa je stanovené minimálne množstvo vonkajšieho vzduchu privádzaného na pracovisko na hodnotu 50 m³/h na osobu a pre triedy IIb a III 70 m³/h na osobu. [3]

2.3 Teplota

Teplota vzduchu v kuchyniach a ich pomocných priestoroch musí byť minimálne 18°C a neprekračuje teplotu 26°C s výnimkou krátkodobých prekročení týchto hodnôt hlavne počas letného obdobia.

Kuchyňské oblasti	Teplota [°C]
príprava rýb a mäsa	15 - 18
príprava zeleniny, šalátov a zemiakov	18 - 20
studená kuchyňa	17 - 20
sklad pre varené a chladené pokrmy	0 - 3
rozdeľovne pre varené a chladené pokrmy	12.14

Tabuľka 2 : Teplota vzduchu v jednotlivých sekciách kuchynských prevádzok podľa VDI 2052 [4]

2.4 Vlhkosť

Relatívna vlhkosť v pobytovej oblasti nesmie prekročiť nasledujúce hodnoty:

Teplota vzduchu [°C]	Vlhkosť vzduchu v priestore [%]
20	80
22	70
24	62
26	55

Tabuľka 3 : Relatívna vlhkosť vzduchu v pobytovej oblasti [5]

2.5 Škodliviny

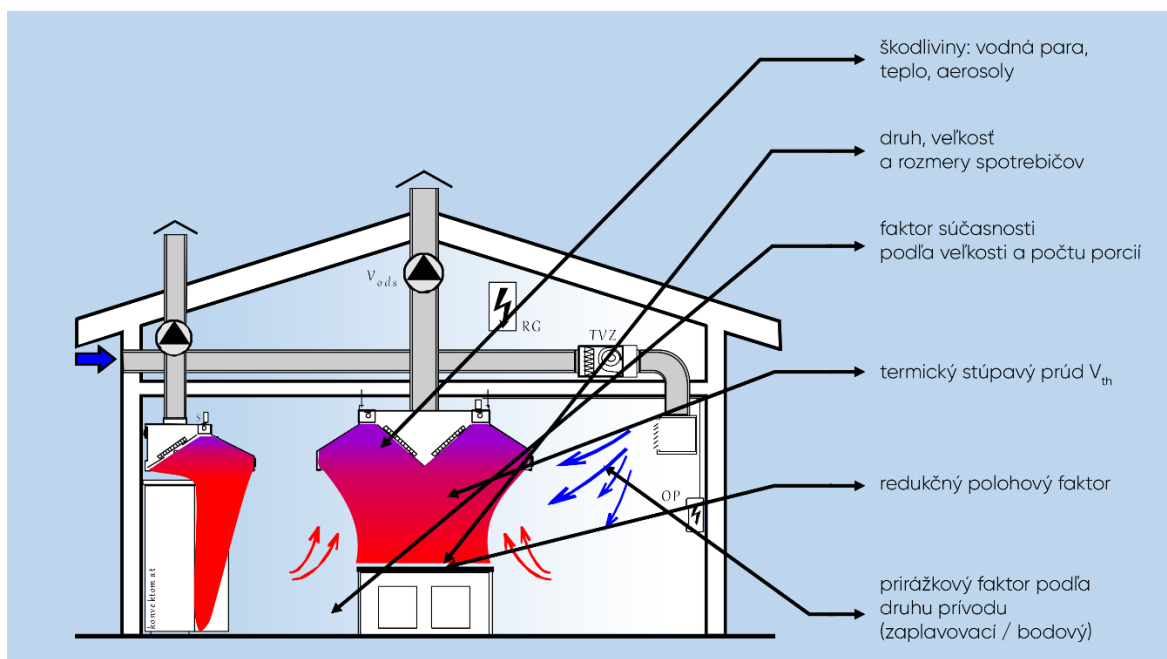
Účelom vetrania kuchýň je odvod vodných pár, prebytočného tepla a pachov tvoriacich sa pri procesoch prípravy jedál, častíc mastnoty a plynných splodín vznikajúcich spaľovaním plynových spotrebičov. V kuchyniach, ktoré sú nedostatočne vetrané dochádza ku kondenzácii vodnej pary na stropoch a stenách a k následnému vzniku plesní.

2.6 Návrh vetrania

Vetrание môže byť prirodzené alebo nútené. Typ vetrания volíme na základe veľkosti kuchyne a jej vybavenia. Spravidla v prevádzkach, ktoré slúžia na prípravu pokrmov max. pre 10 osôb je dostačujúce prirodzené prevetrávanie oknami, poprípade sa využije kombinácia núteného a prirodzeného vetrания – prívod vzduchu oknami a odvod odsávaného vzduchu ventilátorom.

Vo veľkých kuchyniach sa vzhľadom na náročnosť technologických zariadení, ktoré tieto prevádzky obsahujú, nevyhnutne pristupuje na riešenie núteného vetrания. Množstvá odvádzaného a privádzaného vzduchu sú navrhované na základe počtu a charakteru jednotlivých technologických zariadení. Vždy sa však kontroluje potreba množstva vzduchu pre osoby (m^3/h na osobu) a ak sú súčasťou kuchyne plynové zariadenia, tak aj potreba vzduchu na spaľovanie pre plynové spotrebiče a odvod produktov horenia (množstvo vzduchu na kW plynu). Pre kuchynské vetracie jednotky neplatia podmienky smernice ekodesign za predpokladu, že objem vzduchu spočítaný podľa produkcie škodlivín dosahuje minimálne 90% menovitého výkonu jednotky.

Vetrание navrhujeme mierne podtlakové, kde volíme prietok privádzaného vzduchu max. o 15% nižší ako vzduchu odvádzaného, aby nedošlo ku kontaminácii vzduchu z okolitých priestorov, u kuchýň s plynovými spotrebičmi vetrание rovnotlaké.



Obrázok 1 : Základný princíp vetrания veľkokuchýň [5]

2.7 Prívod vzduchu

2.7.1 Prívod zmiešavaním

Do priestoru kuchyne je možný napr. vodorovný prívod vzduchu mriežkami v bočných stenách digestorov s integrovaným prívodom vzduchu. V priestoroch so zníženým stropom je možný zvislý prívod vírivými výustkami podstropným prúdom. Výustky sú umiestňované v radoch nad komunikačnými uličkami medzi technologickými zariadeniami. Pre prívod vzduchu sa používajú aj štrbiny alebo anemostaty.

2.7.2 Prívod zaplavovaním

Prívod vzduchu zaplavovaním znižuje záťaž v pracovnej oblasti teplom a škodlivinami. Sú vyžadované malé rýchlosti prúdenia vzduchu. Je vhodné využívať veľkoplošné výustky umiestnené nad podlahou alebo pod stropom.

3 Legislatíva

3.1 VDI 2052

V súčasnosti je najviac používanou smernicou pre návrh vetrania kuchynských prevádzok nemecká smernica VDI 2052 Vetrание kuchýň pre spoločné stravovanie [4]. Túto smernicu pre návrh vetrania kuchýň prevzala nielen Česká republika, ale aj ďalšie krajiny Európy. Výpočet podľa VDI 2052 je založený na niekoľkých faktoroch napr. :

- plocha priestoru kuchyne
- záťaž kuchynskej prevádzky : 0-100, 100-250, nad 250 pripravovaných porcií denne
- druh kuchyne
 - reštaurácia, bufet, hotelová kuchyňa
 - kuchyne v kantýnách, kasínach, menzách
 - kuchyne v nemocnici – hlavná kuchyňa
 - kuchyne v nemocniciach – rozdeľovacia kuchyňa
 - kuchyne v domovoch
 - kuchyne prípravy, triediace kuchyne
- technologické zariadenia – ich výkony a rozmiestnenie
- súčasnosť chodu technológie

Od augusta 2017 je v platnosti ČSN EN 16282 Vybavení komerčních kuchyní – Součásti větracích zařízení pro komerční kuchyně, která vychádza z väčšej časti z VDI 2052. Norma ČSN EN 16282 rieši problematiku nasledujúcich 9 oblastí:

- 1) Obecné požadavky včetně metodiky výpočtu
- 2) Digestoře, konstrukce a bezpečnostní požadavky
- 3) Větrací stropy, konstrukce a bezpečnostní požadavky
- 4) Přívodní a odvodní vyústky, konstrukce a bezpečnostní požadavky
- 5) Potrubí, konstrukce a dimenzování
- 6) Odlučovače tuku, konstrukce a bezpečnostní požadavky
- 7) Instalace a použití samohasících systémů
- 8) Zařízení pro likvidaci zápachu z vaření, požadavky a zkoušky funkčnosti
- 9) Metody kontroly výkonu odsávání a účinnosti filtrace

4 Koncept vetrania kuchyne

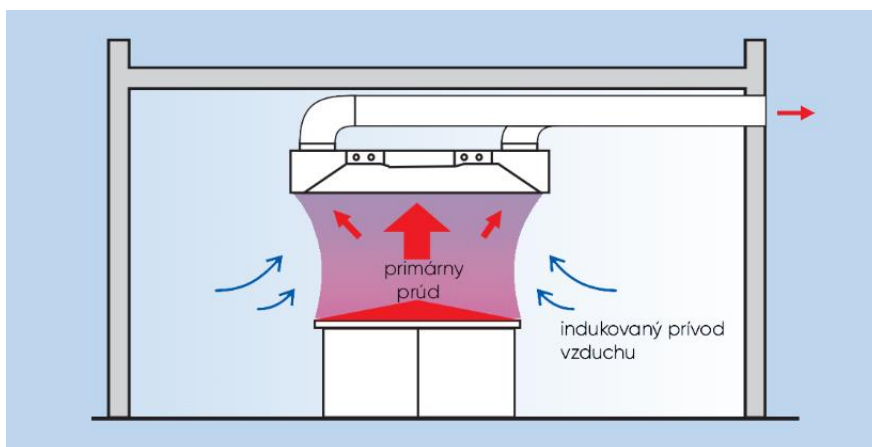
Aktuálne existujú dve možnosti núteného vetrania veľkokuchýň a to vetranie pomocou digestorov alebo prostredníctvom odsávacích stropov.

4.1 Digestory

4.1.1 Charakteristika

Ide o najbežnejší prvok určený na odvod alebo kombinovaný prívod a odvod vzduchu z kuchyne s možnosťou rekuperácie a dohrevu vzduchu. Prednostne sa digestory používajú pre menšie a stredné kuchyne s jasne vymedzenými varnými plochami. Vetranie digestormi nedovoľuje dispozičné zmeny spotrebičov. Podľa polohy spotrebičov volíme digestor buď v nástennom alebo centrálnom prevedení. Existuje viacero typov digestorov, ktoré zohľadňujú navrhnuté spotrebiče – varné plochy, umývačky riadu či konvektomaty. Medzi benefity vetrania digestormi patria nižšie investičné náklady a kratšia dráha pohybu tukových častíc vzduchom. Musíme však uvažovať s nebezpečenstvom úniku odpadného vzduchu do priestoru kuchyne a s usadzovaním nečistôt na vodorovných a nečistiteľných plochách, ktoré sa snažíme v maximálnej miere vylúčiť (napr. na rozvodoch potrubia).

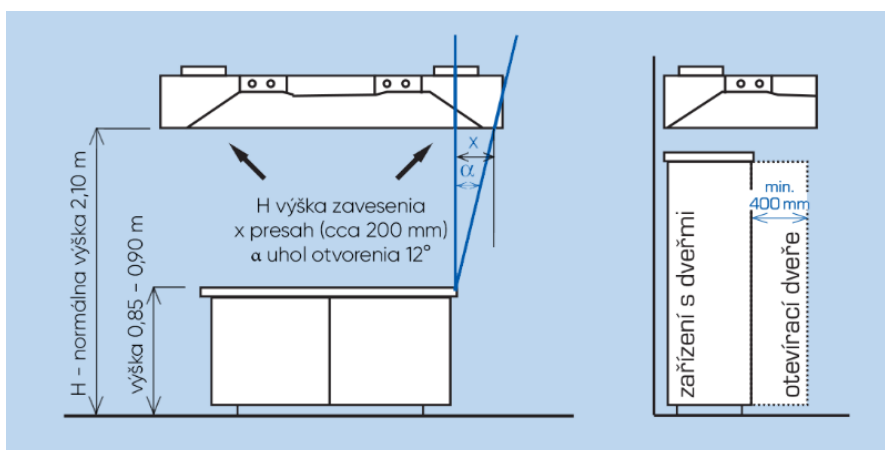
Štandardne sú digestory vyrábané v celonerezovom prevedení a umožňujú čistenie tukových filtrov napr. umývaním v umývačke riadu. Sú vybavené zabudovaným osvetlením pracovnej plochy.



Obrázok 2 : Lokálne odsávanie vzduchu v kuchyni digestorom [7]

4.1.2 Zásady návrhu a výpočet digestorov

Pri návrhu digestorov je nutné stanoviť rozmer digestora a dodržiavať stanovený presah nad technologickým zariadením, ktorý je minimálne 200 mm. U spotrebičov, ktoré majú otváranie spredu musí digestor presahovať min. o 400 mm. Smernica VDI 2052 stanovuje uhol 12° medzi hornou hranou kuchynského zariadenia a okrajom aktívneho prierezu digestora. Spodná hrana digestora sa uvažuje 2,1 m od podlahy.



Obrázok 3 : Doporučený presah digestora cez obrys kuchynského zariadenia [7]

Pri výpočte množstva odsávaného vzduchu digestorom postupujeme nasledovne:

- a) Na začiatku výpočtu stanovíme pomocou tabuľky produkciu citelného tepla [W] a vlhkosti [g/h] pre každý typ spotrebiča z jeho príkon [kW]. Ďalej zohľadníme faktor súčasnosti (nesúčasnosť chodu zariadení), ktorý je minimálne 0,5, zvyčajne $\varphi = 0,6 - 0,8$

Druh kuchyne	Označenie kuchyne								
	Malá kuchyňa			Stredná kuchyňa			Veľká kuchyňa		
	Porcie za deň	Porcie podľa doby jedla	Faktor súčasnosti φ	Porcie za deň	Porcie podľa doby jedla	Faktor súčasnosti φ	Porcie za deň	Porcie podľa doby jedla	Faktor súčasnosti φ
Gastronomické prevádzky (bufety, reštaurácie, hotelové kuchyne)	< 100	*	1	< 250	*	0,7	250	*	0,7
Kuchyne v kantýnách, kasínach, menzách	*	150	0,8	*	< 500	0,6	*	> 500	0,6
Kuchyne v nemocniciach – hlavné kuchyne	*	250	0,8	*	< 650	0,6	*	> 650	0,6
Kuchyne v nemocniciach – rozdeľovacie kuchyne	*	40	1	*	*	*	*	*	*
Kuchyne v domovoch	*	100	0,9	*	< 250	0,6	*	> 250	0,6
Kuchyne prípravy, triediace kuchyne	*	50	0,9	*	< 400	0,6	*	> 400	0,6

* faktor súčasnosti sa odporúča zjednať s prevádzkárom alebo technológom kuchyne

Tabuľka 4 : Rozdelenie kuchýň pre stanovenie faktoru súčasnosti prevádzky [6]

b) Vypočítame konvekčné tepelné zaťaženie $Q_{s,k}$ pre každé zariadenie:

$$Q_{s,k} = Q_s \cdot b \cdot \varphi \quad [W]$$

Q_s [W] ... maximálna produkcia citelného tepla

b [-] = 0,5 ... stupeň zaťaženia

φ [-] ... faktor súčasnosti

c) Vypočítame termický prúd vzduchu tvorený nad miestom varenia :

$$V_{th} = k \cdot Q_{s,k}^{1/3} \cdot (z + 1,7 \cdot d_{hydr})^{5/3} \cdot r \quad [m^3/h]$$

k [$m^{4/3} \cdot W^{1/3} \cdot h^{-1}$] ... empiricky stanovený koeficient ($k=18$)

$Q_{s,k}$ [W] ... celkové konvekčné tepelné zaťaženie

z [m] ... účinná odsávací výška pre jednotlivé zdroje

$$z_i = h_i - H_{oi}$$

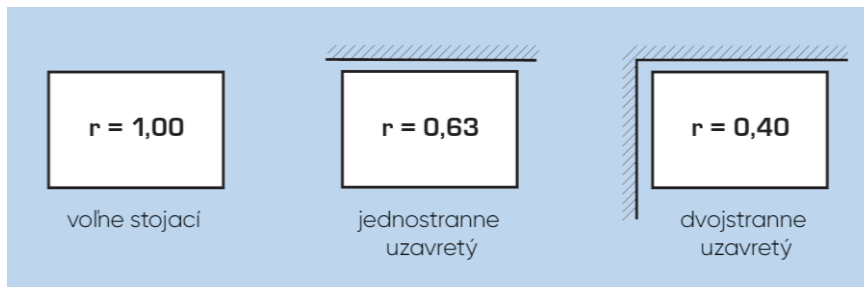
H_{oi} [m] ... výška zdroja tepla nad podlahou

h_i [m] ... výška odsávacieho vzduchotechnického zariadenia :
 $h=2,1$ m (digestor) / $h= 2,5$ m (iné)

d_{hydr} [m] ... hydraulický priemer jednotlivých zdrojov

r [-] ... redukčný polohový faktor

- d) určíme redukčný polohový faktor r zohľadňujúci polohu digestoru v miestnosti



Obrázok 4 : Redukčný polohový faktor r pre kuchynské zariadenia [6]

- e) Množstvo odsávaného vzduchu od jednotlivých zdrojov vypočítame:

$$V_{ods,dig} = V_{th} \cdot a \quad [m^3 / h]$$

- a [-]...prirážkový faktor poruchy termického prúdu (1,0 – 1,25)
 - zaplavovanie (napr. textilnými výustkami) $a = 1,05 - 1,10$
 - bodové prúdenie z výustky $a = 1,20 - 1,25$

Ak sa v kuchyni nachádzajú plynové spotrebiče je potrebné odvádzat spaliny:

$$V_{G,ods} = 1,35 \cdot P \cdot \varphi \quad [m^3 / h]$$

- $V_{G,ods}$ [m^3 / h]... množstvo spalin
 P [kW]... inštalovaný príkon plynových spotrebičov
 φ [-] ... faktor súčasnosti

- f) Celkové množstvo odsávaného vzduchu z kuchyne určíme súčtom množstva vzduchu odsávaného digestorom a množstva vzduchu odsávaného mimo digestor

$$\sum V_{ods} = \sum V_{ods,dig} + \sum V_{th,ne} \cdot a \quad [m^3 / h]$$

- $\sum V_{ods}$ [m^3 / h]... celkové odvádzané množstvo vzduchu
 $\sum V_{ods,dig}$ [m^3 / h]... množstvo vzduchu odvádzané všetkými digestormi
 a [-]...prirážkový faktor
 $\sum V_{th,ne}$ [m^3 / h]... množstvo odvádzaného vzduchu mimo digestor

$$\sum V_{th,ne} = k \cdot Q_{s,k}^{1/3} \cdot (z + 1,7 \cdot d_{hydr})^{5/3} \cdot r \quad [m^3 / h]$$

- k [$m^{4/3} \cdot W^{1/3} \cdot h^{-1}$]... empiricky stanovený koeficient ($k=18$)
 $Q_{s,k}$ [W]... celkové konvekčné tepelné zaťaženie
 z [m]... účinná odsávací výška pre jednotlivé zdroje
 $z_i = 2,5 - H_o$
 H_o [m]... výška zdroja tepla nad podlahou
 d_{hydr} [m]... hydraulický priemer jednotlivých zdrojov
 r [-]... redukčný polohový faktor

Ak je $V_{th,ne}$ menšie ako 10% celkového množstvo vzduchu odvádzaného digestormi $\sum V_{ods,dig}$ musíme odsávané množstvo vzduchu zvýšiť o množstvo V_A tak, aby bolo aspoň 10% z $\sum V_{ods,dig}$:

$$\sum V_{th,ne} + V_A \geq 0,1 \cdot \sum V_{ods,dig}$$

g) Nakoniec sa ešte urobí kontrolný výpočet podľa vlhkostnej bilancie:

$$V_{ods} = \frac{\sum m_d \cdot \phi}{[(x_{ods} - x_{pr}) \cdot \rho]} \quad [m^3 / h]$$

V_{ods}	$[m^3 / h]$... odvádzané množství vzduchu potrebné na ochranu pred kondenzáciou
$\sum m_d$	$[g/h]$... celkové množstvo vodnej pary od kuchynských zariadení
ϕ	$[-]$... faktor súčasnosti
$(x_{ods} - x_{pr})$	$= 6 \text{ g/kg s.v. pre } x_{ods} < 16,5 \text{ g/kg s.v.}$
ρ	$[kg/m^3]$... objemová hmotnosť vzduchu

h) Stanovenie množstva privádzaného vzduchu do kuchyne: kuchyne by mali byť vetrané podtlakovo, kde je množstvo odvádzaného vzduchu max. o 15% väčšie ako množstvo privádzaného vzduchu, čo je možné v kuchyniach s elektrickými spotrebičmi. Kuchyne, v ktorých sú umiestnené plynové spotrebiče sú vetrané rovnotlakovo. Pretlakovo vetráme kuchyne v samostatných voľne stojacích budovách.

4.2 Odsávacie stropy

Pre stredné a veľké kuchyne sa pristupuje k návrhu celoplošných systémov - vetracích a osvetľovacích stropov. Tento systém je obľúbený designový prvok pri prevádzkach s otvorenými kuchyňami. Umožňuje zmenu dispozície technológie kuchyne.

Stropy sa zavesujú na stropnú konštrukciu pomocou závesov zo závitových pozinkovaných tyčí, ktoré sú ukotvené do stropov kotvami s požadovanou únosnosťou.

K návrhu odsávacích stropov pristupujeme aj v kuchyniach, v ktorých je požadovaná výmena vzduchu viac ako 40 h^{-1} alebo v kuchyniach obsahujúcich nadmerný počet technologických zariadení. V takýchto priestoroch hrozí odsávaním pomocou digestorov vznik prievanu, ktorý môže negatívne pôsobiť na zdravie zamestnancov. Prievan je vhodné eliminovať návrhom kuchynského stropu, ktorý umožňuje riešenie aj s veľmi vysokými výmenami vzduchu (napr. aj 70 h^{-1}).

4.2.1 Varianty odsávacích stropov

Otvorené

- vzduch z priestoru kuchyne je odsávaný celoplošne prostredníctvom filtračných kaziet do priestoru medzi odsávacím podhladom a stropnou konštrukciou. Pri tomto prevedení dochádza ku kontaktu tukových nečistôt s konštrukciou čo má za následok jej znečistenie.
- panely odsávacieho stropu sú zavesené zo stropnej konštrukcie, osvetľovacie žiarovky zavesené na strope
- systém sa využíva v priestoroch s výškou 2,8 – 3m

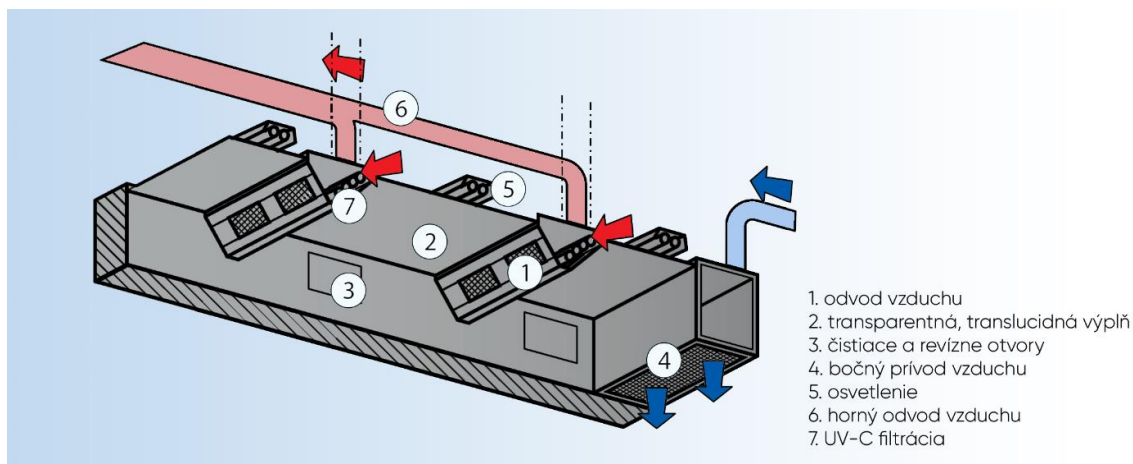
Uzavreté

- odsávaný vzduch je odvádzaný cez tukové filtre priamo do odvodného potrubia. V tomto prevedení sa vylučuje kontakt nečistôt s konštrukciami objektu.
- prvky odsávacieho stropu a osvetlenia sú do stropnej konštrukcie kotvené pomocou tiahel
- uzavreté systémy s odvodom vzduchu prostredníctvom potrubia sú vhodné pre priestory s výškou od 3,5 m

4.2.2 Základný popis systému

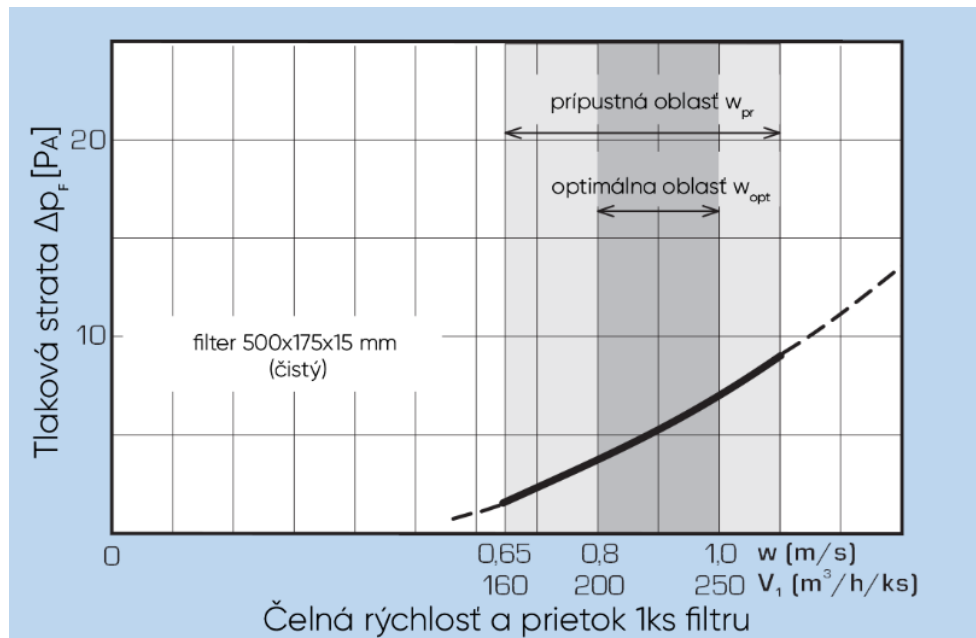
Odsávacie stropy sú vhodné pre použitie do kuchýň, v ktorých sú kuchynské zariadenia umiestnené po celom priestore. Sú vhodné aj do priestorov so zaklenutými stropmi, kde je komplikované až nemožné používať na odvod vzduchu digestory. Sú obľúbené v priestoroch s dôrazom na design, rovnomernosť odsávania a osvetlenia napr. v dnes rozšírených otvorených kuchyniach tzv. show kitchen.

Stropy pozostávajú zo systému odsávacích, zberných a prívodných potrubí. Odsávacie potrubia sú zavesené na závitových tyčiach, poprípade kotvené priamo do stropu. Prívodné potrubia obsahujú vyberateľné výustky z ťahokovu, perforovaného nerezového plechu alebo textílie. Môžu obsahovať transparentné podhlady so žiarovkovým osvetlením.



Obrázok 5 : Schéma vetracieho stropu [8]

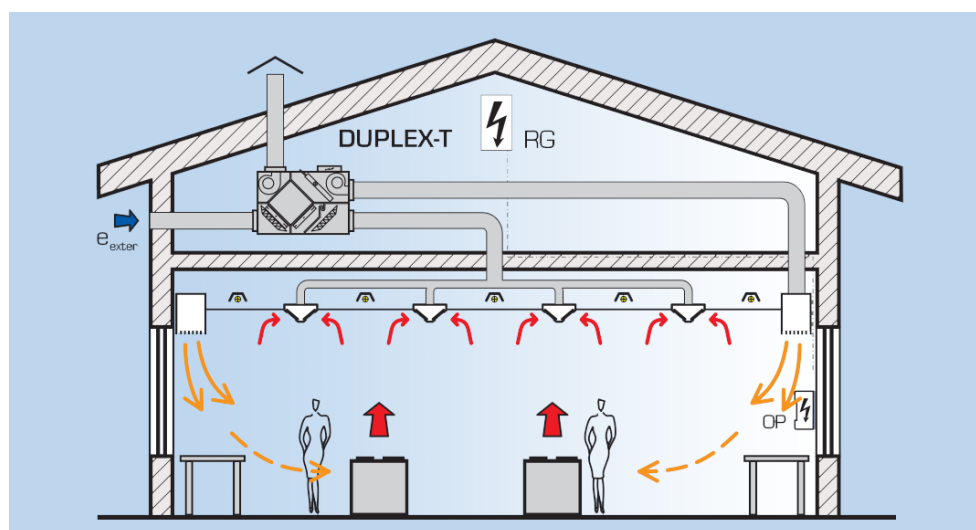
Súčasťou odsávacieho stropu sú aj kazetové tukové filtre a vložky osadzované z boku do odsávacích potrubí. Pozostávajú z ťahokovu osadeného v rámečku z nerezového plechu. Počet tukových filtrov určíme podľa množstva odsávaného vzduchu pomocou grafu na obrázku č.6 tak, aby sa prietok vzduchu nachádzal v oblasti grafu označenej ako optimálna. Tukové filtre rozmiestňujeme s ohľadom na umiestnenie kuchynských spotrebičov.



Obrázok 6 : Tlaková strata filtra Δp_f [7]

4.2.3 Zásady návrhu a výpočet odsávacieho stropu

- typ odsávacieho stropu zvolíme sohľadom na výšku kuchyne, výšku prievlakov, výšku nadpražia okien a pod.
- v odsávacích stropoch je prívod vzduchu zvyčajne situovaný po obvode a odsávacie výustky v centre stropu



Obrázok 7 : Příklad distribúcie vzduchu pomocou celoplošného odsávacieho stropu [7]

- tak ako pri návrhu digestorov stanovíme produkciu tepla [W] a vlhkosti [g/h] od jednotlivých kuchynských zariadení
- postup výpočtu je podobný ako pri návrhu digestorov. Pri návrhu odsávacieho stropu aplikujeme bod a), b), c), d) z kapitoly 4.1.2 Zásady návrhu a výpočet digestorov
- množstvo odvádzaného vzduchu odsávacím stropom vypočítame:

$$V_{ods,strop} = V_{th} \cdot a \quad [m^3 /h]$$

a [-]...prirážkový faktor poruchy termického prúdu (1,0 – 1,25)
 V_{th} [m^3 /h]... termický prúd nad spotrebičom, viď. bod c) kapitoly 4.1.2
 Výšku odsávania uvažujeme $h=2,5$ m

- v ďalšom kroku skontrolujeme návrh podľa vlhkostnej bilancie ako v bode g) kapitoly 4.1.2 a stanovíme množstvo prívodného vzduchu podľa zásad uvedených v bode h) kapitoly 4.1.2
- návrh odsávacieho stropu a jeho prvkov ďalej konzultujeme s príslušnou firmou napr. Atrea, Halton, GIF ActiveVent atď., ktoré pre návrh využívajú špecializovaný firemný software

5 Starostlivosť o systém

Keďže kuchynské prevádzky patria medzi priestory so zvýšenými nárokmi na hygienu je potrebné umožniť jednoduchú údržbu a čistiteľnosť vzduchotechnického systému. Používané potrubie musí byť z hladkých materiálov (napr. pozink alebo nerez) a vyspádované do miest odvodu kondenzátu, na ktorý sa osadí odvodňovacia trubka a kondenzát sa odvedie cez sifón do kanalizácie.

Spoje potrubia musia byť vodotesné. V potrubí sú umiestňované revízne otvory pre servis vo vzdialenosti cca 3m, ktoré sú vyznačené v projekte. Potrubia odpadného vzduchu by mali byť v podtlaku proti šíreniu pachov, s nádobami na kondenzát s jednoduchou údržbou.

Digestory a odsávacie potrubia kuchynských celoplošných stropov sú opatrené tukovými filtrami, ktoré zabraňujú vnikaniu tukových a olejových častíc vznikajúcich pri procesoch varenia a smaženia do potrubia. Filtre sú vyberateľné a umývateľné bežnými čistiacimi prostriedkami alebo v umývačke riadu. Bežne sa filtre čistia 2x za mesiac, je však vhodná každodenná údržba pomocou vlhkej handry, vody a saponátu. Pri znečistení tukových filtrov dochádza k zníženiu účinnosti a výkonu odsávania. Pravidelné čistenie je preto nutnosť. Jeho intenzita závisí od typu prevádzky a na druhu odsávaných nečistôt – para alebo tuky.

Pri použití odsávacieho stropu s napínanou fóliou viz. obrázok č.8, je fólia znečisťovaná prachom tvoriacim sa v medzi priestore so stropnou konštrukciou.

Keďže je fólia designovo osvetlená je znečistenie viditeľné a nežiadúce. Údržba je zabezpečená prostredníctvom revízneho otvoru vo fólii, pomocou ktorého je možné čistiť fóliu zhora a to čistiacim zariadením, ktoré vložíme týmto otvorom (napr. handra) a ovládame ho manuálne tyčou s magnetom.



Obrázok 8 : Príklad veľkoplášneho odvetrávacieho stropu v otvorenom výdaji [8]

6 Požiarne bezpečnosť

Podľa vyhlášky č. 268/2009 Sb. Vyhláška o technických požiadavkách na stavby [9], časť 6 § 45 (4) Rozvody vzduchotechnických zariadení musia byť z nehorľavých hmôt. Vzduchotechnické zariadenia v ubytovacej časti nesmú byť napojené na vzduchotechnické zariadenie kuchyne. Odpadný vzduch z kuchyne obsahuje veľký podiel tukových častíc, ktoré sú horľavé. Usadeniny a mastnoty z kuchyne sa zhromažďujú najmä na tukových filtroch a stenách potrubí, čím dochádza k zvýšeniu intenzity šírenia ohňa vzduchotechnickým potrubím v prípade požiaru. Je nutné dbať na pravidelné čistenie systému, ktoré môže byť mechanické pomocou čistiacich nastaviteľných kef. Tie do potrubia dostaneme prostredníctvom revíznych otvorov. Ďalšími možnosťami je čistenie potrubia prúdom vzduchu, tryskaním povrchu suchým ľadom alebo čistenie vo forme chemickej antibakteriálnej dezinfekcie.

7 Problémy vetrania kuchyne

S nesprávnym návrhom vetracieho systému kuchyne sa bežne stretávame aj ako hostia pri návšteve reštauračných zariadení a fast foodov a to vo forme preniku pachov či vlhkosti z procesov varenia do odbytovej zóny zariadenia. Hrozí šírenie vlhkosti aj do iných priestorov budovy, čím dochádza ku korózii a vzniku plesní a ku celkovej devastácii stavebných konštrukcií. Z týchto dôvodov je nutná pravidelná kontrola systému a tukových filtrov.

Pri návrhu vetrania kuchyne je dôležitá spolupráca projektanta vzduchotechniky a technológa. Je vhodné vytvoriť varné centrum a sústrediť kuchynské zariadenia do centra priestoru. Komplikáciou v dispozičnom usporiadaní kuchyne je umiestnenie spotrebičov v blízkosti okien. Pri odvode vzduchu pomocou digestorov je znemožnené otváranie okien (pre bežné vetranie). Navyše môže dochádzať ku vzniku pár a kondenzátu na stenách a oknách od kuchynských spotrebičov. Dohodou s gastro technológom sa snažíme obmedziť používanie plynových spotrebičov, ktoré je nutné zaústovať do samostatného komína a nikdy nie do kuchynského digestora.

Vysoký dôraz je kladený na pohodu zamestnancov kuchyne. Kvôli vysokým hodnotám násobnosti výmeny vzduchu v kuchyniach môže ľahko dôjsť k vzniku prievanu a pocitu diskomfortu zamestnancov. Je preto nutný dôkladný návrh distribučných prvkov pre prívod vzduchu, aby bola dodržaná rýchlosť v pracovnej zóne do 0,2 m/s. Výmena vzduchu je v rôznych miestach vetraného priestoru nerovnomerná a spôsobuje, že v primárnych prúdoch z výustiek bude koncentrácia škodlivín nižšia a v sekundárnych prúdoch bude vyššia ako priemerná. Je preto dôležité aby bola pracovná oblasť prevetrávaná čerstvým vzduchom. Vhodným prívodným prvkom sú napr. textilné výustky, ktoré umožňujú rovnomerný rozptyl vzduchu do priestoru. Zároveň sú ľahko odoberateľné a čistiteľné, čo je v danej prevádzke so zvýšenými hygienickými požiadavkami veľkou výhodou.

Výfuk znehodnoteného odpadného vzduchu je vhodné odvieť nad strechu tak, aby zápach neobťažoval okolie. Niekedy však nastáva situácia, kedy odvod nad strechu nie je možný (napr. reštaurácie v prízemí historickej, či hustej zástavby, kde je odvod vzduchu možný len do priestoru vnútrobloku) a dochádza k obťažovaniu okolia zápachom z kuchyne. V takomto prípade je vhodné pristúpiť k likvidácii pachov z kuchyne pomocou UV-C filtrácie, ktorej účinnosť je až 99%. Princípom UV-C filtrácie je, že odsávaný vzduch prúdi cez mechanickú filtráciu (bežné tukové filtre), kde dochádza k odlúčeniu cca 80% tukových častíc. Ďalej prechádza cez UV-C lampy, ktoré vytvárajú v okolitom vzduchu ozón. Ten reaguje s organickými zlúčeninami (tukmi), ktoré oxidujú alebo sú likvidované za studena horenia. Po oxidácii ostáva vo vzduchu len vodná para, CO₂ a stopové množstvo jemného prášku (tzv. polymerizovaný vosk). Na konci procesu je odpadový vzduch zbavený všetkých tukov, čím dochádza k likvidácii zápachu, ktorý by mohol obťažovať okolie. Eliminácia tukov zminimalizuje riziko vzniku požiaru, znižuje náklady na údržbu a čistenie systému čím predlžuje jeho životnosť.



Obrázok 9 : Príklad dodatočnej inštalácie UV-C filtrácie pred a po uvedením do prevádzky [10]

8 Úvod do projektovej časti

V projektovej časti diplomovej práce spracovávam projekt vzduchotechniky hotela v Jablonci nad Nisou. Objekt nie je reálny. Projektová dokumentácia bola vytvorená Ing. arch. Lenkou Gliganičovou v rámci diplomovej práce na katedre architektúry Fakulty Stavební ČVUT v Praze v roku 2017. Podklady, ktoré mi boli poskytnuté sú dostatočné pre vypracovanie projektu vzduchotechniky hotela.

8.1 Popis objektu

8.1.1 Umiestnenie objektu

Objekt sa nachádza v meste Jablonec nad Nisou na pozemku, ktorým prechádza rieka Lužická Nisa. Ide o samostatne stojacu šesť podlažnú budovu s jedným podzemným a piatimi nadzemnými podlažiami.

8.1.2 Dispozičné riešenie objektu

Budova obsahuje jedno podzemné podlažie, ktoré slúži ako garáž pre hotelových hostí. Okrem parkovacích miest sa tu nachádza aj technické zázemie objektu- technická miestnosť s výmenníkovou stanicou a strojovňa vzduchotechniky. Ďalej sa tu nachádza zázemie stravovacieho zariadenia, konkrétne sklady potravín a nápojov a šatne zamestnancov. Zásobovanie je navrhované z 1NP, na ktorom sa nachádza kuchyňa a priestor reštaurácie. Prijatý tovar je dopravovaný do jednotlivých skladov v 1PP prostredníctvom nákladného výtahu s povolenou prepravou osôb alebo prostredníctvom prevádzkového točitého schodiska. Potraviny sú vákuovo balené, ich príprava prebieha v priestore kuchyne, v rámci ktorého sú vyčlenené jednotlivé prípravne.

Vstup hostí je situovaný z námestia cez zádverie do vstupnej haly s recepciou, za ktorou sa nachádza zázemie recepčného, kancelária a sklad batožín. Vo vstupnej hale sa nachádzajú dva osobné výťahy a vstup do schodiska. K hale prilieha hygienické zázemie a vstup do reštaurácie.

Na 2NP sa nachádza lobby bar využívaný v dopoludňajších hodinách ako raňajkáreň. Obsahuje posedenie a biliardový stôl. Ďalej sa na 2NP nachádza wellness s preskleným ochozom, ku ktorému prilieha vírivka, fínska a parná sauna, ochladzovanie sprchami a ľadovým vedrom. Ochoz je zakončený relaxačným priestorom.

Na 3-5NP je navrhnutá ubytovacia časť obsahujúca hotelové izby, miestnosti pre skladovanie čistého a špinavého prádla a upratovanie. Hotelové izby sú dvojlôžkové, tri apartmány sú určené pre 4 osoby. V hoteli sa nachádza 75 izieb s celkovou kapacitou 162 lôžok.

8.2 Popis projektu vetrania kuchyne

Poznatky nabité v teoretickej časti som využil pri návrhu vetrania kuchyne nachádzajúcej sa na 1.NP budovy hotela. Kuchyňa má rozlohu 81 m² a svetlú výšku 3,3 m. Služi pre hotelovú reštauráciu s kapacitou 125 osôb a lobby bar používaný aj ako raňajkáreň s kapacitou 94 osôb. Jedná sa o stredne veľkú kuchyňu s uvažovanou kapacitou 100-250 porcií jedla denne.

Účelom vetrania kuchyne je odvod vodných pár a prebytočného tepla. Keďže varný ostrov obsahuje plynové zariadenia je vetranie rovnotlaké. Na základe vlhkosťno-tepelnej bilancie a súčasnosti chodu zariadení je potrebný vzduchový výkon pre kuchyňu 9372 m³/h. Výmena vzduchu daného priestoru je 35 násobná.

Kuchyňa sa skladá z hlavnej miestnosti na ktorú nadväzuje polouzavretá miestnosť prípravy, prípravy mäsa, prípravy zeleniny a umývania bieleho a čierneho riadu. Keďže sú všetky varné spotrebiče situované v stredovom ostrove zvolil som odsávanie vzduchu pomocou lokálnych digestorov. Navrhnuté sú celkom tri – digestor pre varné spotrebiče, digestor pre umývanie bieleho riadu a samostatný digestor pre odvod vzduchu z umývania čierneho riadu.

Množstvá privádzaného a odvádzaného vzduchu boli navrhnuté na základe počtu a charakteru technologických zariadení. Výpočet je prevedený pomocou návrhového programu spoločnosti ATREA, rešpektujúceho normu VDI 2052. Výstup z programu sa nachádza v samostatnej prílohe č.2 Návrh digestorov.

Ako distribučné prvky pre prívod vzduchu je navrhnutých 8 ks stropných výustiek SCHAKO DQJA-ST 800, ktoré sú rozmiestnené po miestnosti popri digestore č.1 nad varným centrom, aby bolo zabezpečené rovnomerné prevetranie celého priestoru.

Digestor č.1 situovaný nad varným centrom má rozmery 4000x2400 mm a vzduchový výkon 7612 m³/h. Zabezpečuje odvod vzduchu z 9 zariadení a to 2x elektrickej fritézy, 1x konvektomatu, 2x plynového sporáku, 2x plynového kotla a 2x elektrickej pece. Odvod znehodnoteného vzduchu ďalej zabezpečujú 2 digestory o rozmeroch 1600x900 mm každý o výkone 880m³/h, ktoré sú umiestnené nad umývačkami riadu v umývárni čierneho a umývárni bieleho riadu.

Vo všetkých miestnostiach kuchyne je sadrokartónový podhľad s prístupovými dvierkami k revíznym otvorom, ktoré sú osadené na odsávacom potrubí. U všetkých digestorov je kolmým sadrokartónovým obkladom zakrytý pôdorys každého digestora, tak aby sa nemohli na hornej ploche digestorov usadzovať nečistoty a prach.

9 Záver

Teoretická časť rozoberá problematiku vetrania veľkokuchýň a približuje možnosti a podmienky návrhu vzduchotechniky v týchto prevádzkach.

Dobrý návrh vzduchotechniky a odvetrávania je neoddeliteľným základom každej reštauračnej kuchyne, ktorá pomáha udržiavať požadované pracovné podmienky pre zamestnancov ale aj pre zákazníkov v reštauračných priestoroch.

V projekčnej časti som využil informácie a poznatky z teoretickej časti pri návrhu vetrania kuchyne v hoteli. Výsledkom diplomovej práce je projekt vzduchotechniky celého hotela spracovaný na úrovni realizačného projektu.

10 Zoznam použitých zdrojov

- [1] Projektová dokumentácia, GLIGANIČOVÁ Lenka, *Jablonec n./N.*, Praha, 2017. Diplomová práca, ČVUT v Praze, Fakulta stavební. Vedúci práce Václav DVOŘÁK.
- [2] *Nařízení vlády č.361/2007 Sb. (nařízení vlády č.361/2007 Sb. kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci)* [online]. [cit. 2019-10-05]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-361>
- [3] ADAMOVSÝ, D.. Větrání specifických provozů garáže a kuchyně [prednáška]. Praha: ČVUT v Praze, marec 2017.
- [4] VDI 2052 Vetrание kuchýň pre spoločné stravovanie
- [5] KOTT, Tomáš. *Větrání kuchyní* [prednáška]. Liptovský Ján: Školenie spoločnosti Atrea s.r.o. pre projektantov, 09.03.2017
- [6] ATREA s.r.o.. Výpočet větrání kuchyní – kapitola 2 [firemné podklady]. © 2004 [cit. 2019-10-05]. Dostupné z: <https://www.atrea.cz/cz/ke-stazeni-vetrani-kuchyni>
- [7] ATREA s.r.o.. Větrání kuchyní – kapitola 1 [firemné podklady]. © 2007 [cit. 2019-10-05]. Dostupné z: <https://www.atrea.cz/cz/ke-stazeni-vetrani-kuchyni>
- [8] ATREA s.r.o.. Větrání (velko)kuchyní [firemné podklady]. © 2016 [cit. 2019-10-05]. Dostupné z: <https://www.atrea.cz/cz/ke-stazeni-vetrani-kuchyni>
- [9] Vyhláška o technických požadavcích na stavby (vyhláška č. 268/2009 Sb. [online]. [cit. 2019-10-05]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2009-268>
- [10] KOTT, Tomáš. *Technologie UV-C filtrace* [prednáška]. Školenie spoločnosti Atrea s.r.o. pre projektantov, 09.03.2017

11 Zoznam obrázkov

Obrázok 1: Základný princíp vetrania veľkokuchýň [5]	str.9
Obrázok 2: Lokálne odsávanie vzduchu v kuchyni digestorom [7]	str.12
Obrázok 3: Doporučený presah digestora cez obrys kuchynského zariadenia [7]	str.12
Obrázok 4: Redukčný polohový faktor r pre kuchynské zariadenia [6]	str.14
Obrázok 5: Schéma vetracieho stropu [8]	str.16
Obrázok 6: Tlaková strata filtra Δp_F [7]	str.17
Obrázok 7: Príklad distribúcie vzduchu pomocou celoplošného odsávacieho stropu [7]	str.17
Obrázok 8: Príklad veľkoplošného odvetrávacieho stropu v otvorenom výdaji [8]	str.19
Obrázok 9: Príklad dodatočnej inštalácie UV-C filtrácie pred a po uvedením do prevádzky [10]	str.21

12 Zoznam tabuliek

Tabuľka 1: Triedy práce podľa Vyhlášky č.137/2004 Sb. [3]	str. 7
Tabuľka 2: Teplota vzduchu v jednotlivých sekciách kuchynských prevádzok podľa VDI 2052 [4]	str.8
Tabuľka 3: Relatívna vlhkosť vzduchu v pobytovej oblasti [5]	str.8
Tabuľka 4: Rozdelenie kuchyní pre stanovenie faktoru súčasnosti prevádzky [6]	str.13