


Zpracoval: Bc. Tomáš Knapp	Konzultant: Ing. Zuzana Veverková, Ph.D.	Školní rok: 2019-2020	Fakulta stavební ČVUT 	
Předmět: Diplomová práce				
Úloha: Rekonstrukce pavilonu nemocnice			Datum:	1/2020
Výkres: Rešerše			Fakulta:	TZB
Část: Vzduchotechnika			Formát:	A4
			Číslo výkresu:	1.

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



Rekonstrukce větrání pavilonu nemocnice

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Tomáš Knapp

Vedoucí bakalářské práce : Ing. Zuzana Veverková Ph.D.

2019/2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Knapp</u>	Jméno: <u>Tomáš</u>	Osobní číslo: <u>438131</u>
Zadávací katedra: <u>K125 - Katedra technických zařízení budov</u>		
Studijní program: <u>Budovy a prostředí</u>		
Studijní obor: <u>Budovy a prostředí</u>		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: <u>Rekonstrukce větrání pavilonu nemocnice</u>	
Název diplomové práce anglicky: <u>Reconstruction of ventilation system of the hospital pavilion</u>	
Pokyny pro vypracování: Zpracujte přehled stávajících požadavků na čisté prostory v nemocnicích, včetně požadavků na vnitřní prostředí ostatních prostor zadané nemocnice. Součástí bude návrh řešení větrání provozu s čistým prostředím a koncepční řešení chlazení pavilonu budovy ve formě půdorysů. Zpracujte projektovou dokumentaci vzduchotechniky zadaného objektu na úrovni rozšířené dokumentace pro vydání stavebního povolení dle vyhlášky 499/2006 S.. Obsahem dokumentace budou půdorysy a řezy větracího systému a strojovny vzduchotechniky, výpočet množství vzduchu, hydraulické výpočty, návrh distribučních elementů, technická zpráva.	
Seznam doporučené literatury: ČSN EN 14644-1 Čisté prostory a příslušná řízená prostředí Kužel J., Mathauserová Z. - Čisté prostory ve zdravotnictví, Vytápení Větrání Instalace č.5/2003 Gebauer G., Horká H., Rubínová O. - Vzduchotechnika, Era-vydavatelství, ISBN:80-7366-027-X, 262 s., 2005 Klaus D., Technika budov - Příručka pro projektanty, Jaga předpisy SÚKL VYR 36,32, 26, 10 Příslušné normy a vyhlášky	
Jméno vedoucího diplomové práce: <u>Ing. Zuzana Veverková, Ph.D.</u>	
Datum zadání diplomové práce: <u>24.9.2019</u>	Termín odevzdání diplomové práce: <u>5.1.2020</u> <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 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“.

<u>30. 9. 2019</u>	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

PROHLÁŠENÍ

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

V Praze, 5. ledna 2020

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych touto cestou poděkoval především vedoucí diplomové práce Ing. Zuzaně Veverkové Ph.D. a to nejen za trpělivost a obrovskou ochotu, kterou prokázala při vedení mé diplomové práce, ale také za individuální a především lidský přístup. Dále patří moje poděkování mé rodině a blízkým, kteří mě během mého studia podporovali.

Obsah

PROHLÁŠENÍ	3
PODĚKOVÁNÍ.....	4
ABSTRAKT	6
ABSTRACT	7
1. Úvod	8
2. Předpisy a normy týkající se návrhu vzduchotechnického zařízení v nemocnici	9
2.1 Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. ve znění novely nařízení vlády č. 68/2010 Sb.	9
2.2 Vyhláška č. 6/2003 Sb.....	11
2.3 Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. ve znění novely nařízení vlády č. 217/2016 Sb.	12
2.4 Norma ČSN EN ISO 14644.....	12
3. Čistý prostor ve zdravotnictví.....	13
3.1 Definice:.....	13
3.2 Klasifikace čistých prostorů	14
3.3 Typy proudění vzduchu	14
3.4 Parametry vzduchu.....	15
3.5 Hlavní faktory návrhu:	16
4. Rekonstrukce větrání pavilonu nemocnice – řešený projekt	17
4.1 Úvod	17
4.2 Popis pavilónu:	17
4.3 Provoz:.....	17
4.4 Místnosti pavilonu A:.....	18
4.5 Návrh zákrokového (septického) sálu	21
4.6 Technologické řešení pavilonu (s návazností na profesi VZT):	28
5. Závěr	30
6. Citace a použité zdroje	31

ABSTRAKT

Anotace

Diplomová práce se zabývá projektovou dokumentací rekonstrukcí větracího systému v pavilonu nemocnice v realizačním stupni dokumentace a koncepční řešení chlazení objektu. V textové části je obsažen přehled stávajících požadavků na prostory nemocnice, zejména v čistém prostoru.

Jméno a příjmení autora:

Bc. Tomáš Knapp

Název práce:

Rekonstrukce větrání pavilonu nemocnice

Typ práce:

Diplomová práce

Pracoviště:

ČVUT Praha, Fakulta Stavební, Thákurova 7, 166 29, Praha 6, K125 Katedra Technických zařízení budov

Vedoucí práce:

Ing. Zuzana Veverková Ph.D.

Rok obhajoby:

2020

Klíčová slova

Vzduchotechnika, klimatizace, čistý prostor, větrání nemocnice

Jazyk:

Čeština

ABSTRACT

Annotation

The diploma thesis deals with the project documentation of the reconstruction of the air conditioning system in the hospital pavilion in the implementation phase of the documentation and conceptual solution of the object cooling. In the text part there is an overview of the existing requirements for hospital premises, especially clean rooms.

Author's first name and surname:

Bc.Tomas Knapp

Title:

Reconstruction of ventilation system of the hospital pavilion

Type of thesis:

Diploma thesis

Department:

Czech Technical University in Prague, Faculty of Civil Engineering, Department of Microenvironmental and Building Services Engineering, Thákurova 7, 166 29 Prague 6

Supervisor:

Ing. Zuzana Veverková Ph.D.

The year of presentation:

2020

Keywords

Ventilation, air conditioning, clean room, hospital ventilation

Language:

Czech

1. Úvod

Tématem této práce je návrh vzduchotechnického systému do zdravotnického zařízení dle dnešních norem a legislativních požadavků. V řešení se zabývám vnitřním prostředím pro zdravotnické místnosti s různým typem využití. Zejména se věnuji čistému prostoru, který oproti ostatním prostorům má více sledovaných parametrů. V další části práce je vypracovaná projektová dokumentace vzduchotechnického zařízení pavilonu nemocnice ve stupni prováděcí dokumentace a systém chlazení pavilonu nemocnice je vyřešen koncepčně.

2. Předpisy a normy týkající se návrhu vzduchotechnického zařízení v nemocnici

Obsažené nařízení, vyhlášky a normy nejsou v plném znění. Z textu jsou vytaženy hlavní části, ze kterých vycházím při návrhu VZT.

2.1 Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. ve znění novely nařízení vlády č. 68/2010 Sb.

Toto nařízení se zabývá podmínkami na pracovišti. V týkajících se oddílech VZT se řeší zejména vnitřní mikroklimatické podmínky pracovišť.

Větrání pracovišť

-Na pracovišti musí být k ochraně zdraví zaměstnance zajištěna dostatečná výměna vzduchu přirozeným, nuceným nebo kombinovaným větráním. Množství vyměňovaného vzduchu se určuje s ohledem na vykonávanou práci a její fyzickou náročnost tak, aby bylo, pokud je to možné, zajištěno dodržování požadavků dle příslušného zatřídění.

-V řešených pracovištích se vyskytují pracoviště se zatříděním I, IIa a IIb.

-Minimální množství venkovního vzduchu přiváděného na pracoviště musí být dle zatřídění.

Zatřídění pracoviště	Minimální množství čerstvého vzduchu na zaměstnance
I	25 m ³ /h
IIa	50 m ³ /h
IIb	70m ³ /h

Tabulka 1.01

-Přiřazení třídy práce podle činnosti

Činnosti, které jsou přiřazeny do dotčených se skupin. Práce neuvedené v tabulce se zařazují s ohledem na druh práce obdobného charakteru.

Třída práce	Druh práce	Průměrného energetický výdeje M[W.m ⁻²]
I	Práce vsedě s minimální celotělovou pohybovou aktivitou, kancelářské administrativní práce, kontrolní činnost v dozornách a velínech, psaní na stroji, práce s PC, laboratorní práce, sestavování nebo třídění drobných lehkých předmětů.	< 80
IIa	Práce převážně vsedě spojená s lehkou manuální prací rukou a paží, řízení osobního vozidla a některých drážních vozidel, přesouvání lehkých břemen nebo překonávání malých odporů.	81 - 105
IIb	Převažující práce vstoje s trvalým zapojením obou rukou, paží a nohou - dělnice v potravinářské výrobě. Tažení nebo tlačení lehkých vozíků, práce vstoje s trvalým zapojením obou rukou, paží a nohou spojená s přenášením břemen do 10 kg.	106 - 130

Tabulka 1.02

-Zátěž teplem při práci na nevenkovním pracovišti s neudržovanou teplotou přirozeně větraném, na pracovišti, na němž je k větrání použito kombinované nebo nucené větrání a na pracovišti s udržovanou teplotou jako technologickým požadavkem

Třída práce	M [W.m ⁻²]	Operativní teplota t _o [°C]		v _a [m.s ⁻¹]	Rh [%]
		Výsledná teplota kulového teploměru t _g [°C]			
		t _{o min} nebo t _{g min}	t _{o max} nebo t _{g max}		
I	≤ 80	20	28	0,1 až 0,2	30 až 70
II a	81 až 105	18	27	0,1 až 0,2	
II b	106 až 130	14	26	0,2 až 0,3	

Tabulka 1.03

Vysvětlivky k tabulce č. 1.03:

t_{o min} a t_{g min} je platná pro tepelný odpor oděvu 1 clo (clo je jednotka tepelně izolační vlastnosti oděvu a vypočítává se podle ČSN ENISO 9920),

t_{o max} a t_{g max} je platná pro tepelný odpor oděvu 0,5 clo,

v_a je rychlost proudění vzduchu,

Rh je relativní vlhkost.

[1]

2.2 Vyhláška č. 6/2003 Sb.

Vyhláška, která stanovuje hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí obytných místností vybraných staveb.

Mikroklimatické podmínky

Požadavky na výslednou teplotu kulového teploměru

Typ obytné místnosti	Výsledná teplota t_g [°C] období roku	
	teplé	chladné
Ubytovací zařízení	24,0±2,0	22,0±2,0
Zdravotnická zařízení	24,0±2,0	22,0±2,0

Tabulka 1.04

Rychlost proudění vzduchu v obytných místnostech

teplé období roku	0,16-0,25 m·s ⁻¹
chladné období roku	0,13-0,20 m·s ⁻¹

Tabulka 1.05

Relativní vlhkost vzduchu v obytných místnostech

teplé období roku	nejvýše 65 %
chladné období roku	nejméně 30 %

Tabulka 1.06

Teploty a množství odváděného vzduchu pro hygienická zařízení u obytných místností

	Teplota vzduchu t_i [°C]	Množství odváděného vzduchu za hodinu
Umývárny	22	30 m ³ na 1 umyvadlo
Sprchy	25	35 - 110 m ³ na 1 sprchu
WC	18	50 m ³ na 1 mísu 25 m ³ na 1 pisoár

Tabulka 1.07

[2]

2.3 Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. ve znění novely nařízení vlády č. 217/2016 Sb.

Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

Chráněný vnitřní prostor staveb

Hygienické limity hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb

Druh chráněného vnitřního prostoru	Doba pobytu	Laeq [dB]
Nemocniční pokoje	doba mezi 6.00 a 22.00 hodinou	40
	doba mezi 22.00 a 6.00 hodinou	25
Lékařské vyšetřovny, ordinace	po dobu používání	35

Tabulka 1.08

Vysvětlivka: Laeq – ekvivalentní hladina akustického tlaku A

-Pro ostatní druhy chráněného vnitřního prostoru v tabulce jmenovitě neuvedené se použijí hodnoty pro prostory funkčně obdobné.

Hluk na pracovišti

Ustálený a proměnný hluk

-Hygienický limit ustáleného a proměnného hluku pro pracoviště, na němž je vykonávána práce náročná na pozornost a soustředění, a dále pro pracoviště určené pro tvůrčí práci vyjádřený ekvivalentní hladinou akustického tlaku A LAeq,8h se rovná 50 dB.

[3]

2.4 Norma ČSN EN ISO 14644

Norma klasifikuje čistotu vzduchu z hlediska koncentrace částic ve vznosu v čistých prostorách, čistých zónách a odlučovacích zařízeních.

Klasifikace čistých prostor používaných ve zdravotnictví

Třídy čistoty			Počet částic pro danou třídu čistoty o velikostech (μm)									
			≥ 0,1		≥ 0,2		≥ 0,3		≥ 0,5		≥ 5,0	
ISO	FS 209E		(m ³)	(ft ³)	(m ³)	(ft ³)	(m ³)	(ft ³)	(m ³)	(ft ³)	(m ³)	(ft ³)
	5	M3.5	100	0	0	26	750	10	300	3 530	100	0
6	M4.5	1 000	0	0	0	0	0	0	35 300	1 000	247	7
7	M5.5	10 000							353 000	10 000	2 470	70
8	M6.5	100 000							3 530 000	100 000	24 700	700

Obrázek 1.01

[4]

3. Čistý prostor ve zdravotnictví

V dnešní době nemáme v ČR platnou normu či předpis na navrhování vzduchotechniky ve zdravotnictví, kde by se řešily jednoznačné požadavky na kvalitu prostředí. Proto vycházíme z ČSN EN ISO 14 644-1 a všechny požadavky na vnitřní prostředí jsou dohodou stanoveny pracovníky orgánů ochrany veřejného zdraví, výrobci čistých prostor (projektant čistých prostor) a jejich uživateli – zdravotníky.

[5]

Další možnosti inspirace jsou typizační směrnice zdravotnických staveb 1981 nebo normy z jiných států například německá norma DIN 1946-4, rakouská ÖNORM H 6020-1 či norma švýcarská. Vycházíme tedy z převzaté normy z ČSN EN ISO 14 644, která popisuje čisté prostory

Tabulka dohodou stanovených kvalitativních požadavků na vnitřní prostředí se zatříděním z ČSN EN ISO 14644 pro různá zdravotnická pracoviště

Typ prostoru	Označení čistého prostoru – tříd čistoty podle ČSN EN ISO 14644-1				
	5	6	7	8	> 8 *
Superseptický operační sál	X	X			
Zázemí supersept. sálu			X		
Aseptický a septický operační sál			X		
Zázemí aseptických a septických operačních sálů				X	
Základní sál				X	
JIP popáleniny	X	X			
JIP transplantace		X			
JIP pooperační				X	
JIP interna					X
ARO			X	X	
Porodní box					X
Novorozenecká jednotka				X	
Angiografie				X	
RTG, CT, magnetická rezonance, endoskopie					X
Transfuzní odběrový box					X
Dialýza					X
Pokoje pacientů					X

* není požadován definovaný čistý prostor

Obrázek 1.02 - [5]

3.1 Definice:

„Čisté prostory jsou specifické prostory, definované celosvětovou federací národních standardů (členové ISO) v standardu 14644-1 jako prostory, ve kterých je koncentrace znečišťujících látek (zde počet částic pevného aerosolu) kontrolována a které jsou navrhovány a užívány způsobem zabraňujícím tvorbě, šíření a hromadění znečišťujících částic uvnitř prostoru při současné kontrole dalších fyzikálních parametrů prostředí, jako je vlhkost, teplota, rychlost proudění a tlak vzduchu. Uváděné požadavky jsou zajišťovány klimatizací, kdy je do prostoru přiváděno velké množství vzduchu filtrovaného vysoce účinnými filtry. Nuceně přiváděný upravený vzduch a vzduch odváděný slouží ke snížení, příp. odstranění koncentrace částic produkovaných pacientem, lékařem, samotným lékařským výkonem i provozem na operačním sále a souvisejících čistých prostorech.“

[6]

Základní otázka:

Proč je větrání operačních sálů, tak důležité?

-Ročně zhruba 3 000 000 pacientů v Evropě se nakazí nějakou infekcí v nemocnici.
-Kolem 20 % infekcí získaných ve zdravotnickém zařízení vzniknou pooperačně.
Proto se efektivním větráním snažíme bránit kontaminaci operačních sálů, a tak redukovat riziko vzniku pooperačně vzniklých infekcí. Dále se snažíme zajistit komfortní prostředí pro pacienty a zdravotnický personál.

[7]

3.2 Klasifikace čistých prostorů

Čisté prostory se dělí podle tříd čistoty dle normy ČSN EN ISO 14644. Třídy jsou rozděleny podle maximálního počtu částic pevného aerosolu daných velikostí v objemu vzduchu ve sledované místnosti. Klasifikace je od ISO 8 po ISO 5. Z tabulky je patrné, že ISO 5 je nejhlídanější klasifikační třída čistoty (viz obrázek 1.01).

K dodržení je třeba zvolit správnou filtraci vzduchu, abychom dostali požadované hodnoty vnitřního prostředí. Nyní si procházíme změnou v pojmenování a značení filtrů. Jelikož jsem nenašel informace pro správné zvolení hygienických koncových filtrů v nynější platné podobě, tak přikládám obrázek se starým označením filtrů pro přehlednost.

[4]

Optimální volbu filtrů dle splnění normy ČSN EN ISO 14644

Třída čistoty	1.Stupeň filtrace	2.Stupeň filtrace	Koncové filtry
ISO 5	F6	F9	H14
ISO 6	F6	F9	H13
ISO 7	F6	F9	H12
ISO 8	F6	F9	H11

Tabulka 1.09

3.3 Typy proudění vzduchu

Pro čistý prostor využíváme zpravidla tři typy proudění – turbulentní, smíšené a přímé (laminární). Při navrhování přírodního elementu do prostoru je nutné posoudit zatřídění sálu dle čistoty, typ operativních zákroků na sále, rozměry a uspořádání místnosti, počet personálu a použitý typ oblečení, prevence proudění vzduchu z méně čistých prostor, pozice operační rány, osvětlení, vybavení a personálu, množství a typ použitých nástrojů, dodržování dveřní disciplíny či finance.

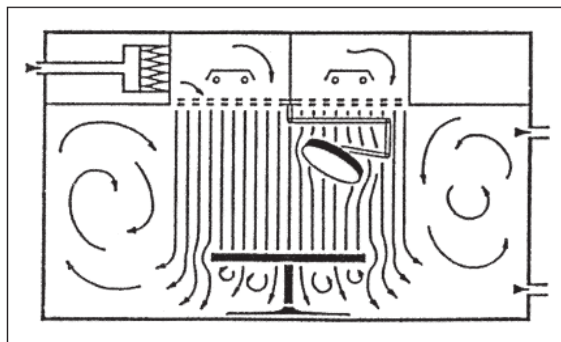
Turbulentní proudění větrá prostor směšováním, při kterém dochází k mísení vnitřního vzduchu s proudy přiváděného vzduchu. Znečištěný vzduch v pracovní oblasti se ředí a je odtahován výústkami. Tento proud vzniká například při použití přívodu vzduchu čistými nástavci. Použití tohoto způsobu větrání se používá v méně náročných prostorech na hygienu např. menší zákrokový sál, zázemí aseptických a septických operačních sálů, JIP pooperační, novorozenecká jednotka nebo angiografie (viz obrázek 1.04).

Smíšené proudění větrá v místě nejvyšší čistoty (např. operační stůl) laminárně a zbytek prostoru se větrá směšováním. Dochází k tomu, že na pacienta proudí vzduch s trojnásobnou filtrací a obsahuje jen zlomek pevných látek či mikrobů oproti odtahovanému vzduchu. Použití je vhodné například v aseptické, septické nebo na anesteziologickém operačním sálu (viz obrázek 1.03).

Přímé laminární proudění větrá prostor vytěsňováním znehodnoceného vzduchu ven. Odtah vzduchu v tomto případě probíhá v podlaze. Tento způsob větrání se využívá v nejnáročnějších prostorech na čistotu. Přímé laminární proudění celého prostoru můžeme dosáhnout laminárním stropem v celém prostoru. Využije se například v superseptickém sálu nebo v operačním JIPky na popáleninách.

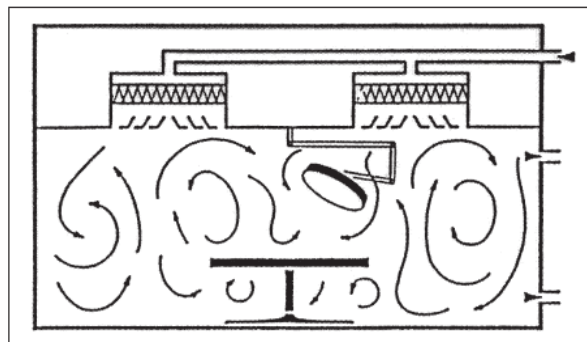
[6]

Laminární proudění nad operačním stolem x Turbulentní prostředí – přívod vzduchu čistými nástavci



Obrázek 1.03 – laminární proudění

[6]



Obrázek 1.04 – turbulentní proudění

3.4 Parametry vzduchu

Při návrhu VZT v čistém prostoru jsou důležité vnitřní parametry vzduchu. Proto při návrhu musíme zejména zohlednit tyto parametry.

Rychlost přiváděného/odváděného vzduchu

Rychlosti přiváděného i odtahovaného vzduchu se mění s použitím typu proudění přívodu vzduchu, zatřídění čistého prostoru a dle výrobce VZT komponentů čistých prostor. Střední rychlost proudění vzduchu v prostoru u turbulentního proudění není specifikována plošně. Záleží na umístění a typu přívodu vzduchu. U smíšeného proudu by se rychlost měla pohybovat přibližně v rozmezí 0,1 až 0,2 m/s a při použití jednosměrného proudu vzduchu se rychlost zvyšuje s třídou čistoty prostoru a to od 0,3 m/s do 0,5 m/s. Střední odváděná rychlost se s vyšší třídou čistoty snižuje. U turbulentního proudění je rychlost od 1 do 2,5 m/s. Smíšené proudění by se mělo také pohybovat v rychlosti od 1 do 2,5 m/s a jednosměrné proudění je rychlostně od 0,3 do 0,5 m/s.

[6]

Přetlak vzduchu

Hodnota naměřeného přetlaku má růst s třídou čistoty prostoru. U třídy 8 by přetlak měl být minimálně 5 Pa a u nejvyšší třídy čistoty ISO 3 musí být přetlak vyšší než 15 Pa.

[6]

Teplota přiváděného vzduchu

Na teplotu vzduchu v operačním sále musíme hledět z více pohledů. V sále je několik lidí od operátora, sestřičky, anesteziolog či pacienta a každý má jinou fyzickou zátěž. Pacient leží na operačním lůžku nahý a přímo na něj proudí přiváděný vzduch. Operátor vykonává velmi náročnou fyzickou i psychickou práci a při výkonu musí být ještě převlečen do neprodyšného pláště a dále na sále jsou sestry a například anesteziolog, který pohledem kontroluje pacienta a přístroje. Důležitým faktorem je také délka a náročnost operace. Z toho vyplývá, že každý by potřeboval odlišnou teplotu a rychlost přiváděného vzduchu. Většinou na operačním sále se nedělá jen jeden typ zákroku, proto je z hlediska

návrhu nutné nadimenzovat ohřivač a chladič s dostatečnou rezervou, aby byla dostatečná možnost variability teploty.

[8]

3.5 Hlavní faktory návrhu:

Při navrhování větrání operačního sálu nejvíce ovlivňují tyto faktory:

- zatřídění sálu dle čistoty
- typ operativních zákroků na sále
- rozměry a uspořádání místnosti
- počet personálu a použitý typ oblečení
- prevence proudění vzduchu z méně čistých prostor
- pozice operační rány, osvětlení, vybavení a personálu
- množství a typ použitých nástrojů
- dodržování dveřní disciplíny
- finance

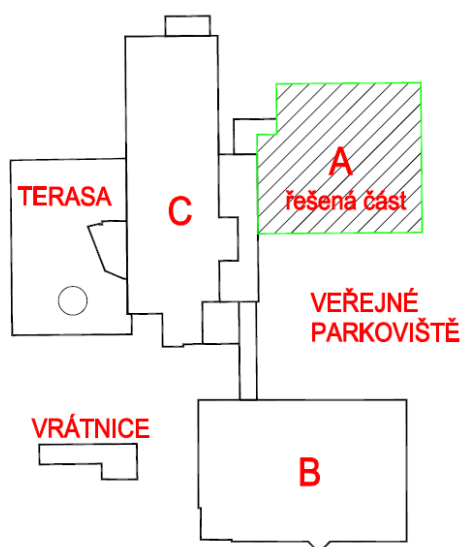
4. Rekonstrukce větrání pavilonu nemocnice – řešený projekt

4.1 Úvod

Vybral jsem si objekt nemocnice, kde je zamýšlená kompletní rekonstrukce pavilonu A. Tato diplomová práce se zabývá projektovou dokumentací vzduchotechniky a koncepčním řešením chlazením pavilonu A. Řešená budova je třípatrová se strojovnou vzduchotechniky na střeše a je spojena se stávajícím devítipatrovým pavilonem C, který není součástí řešené diplomové práce. Před plánovanou kompletní rekonstrukcí byla budova využívána jako sterilizace a nyní bude 1. NP využíváno jako centrální příjem s vyšetřovny. V 2.NP a 3. NP bude lůžkové oddělení. Podrobně v projektové části a technické zprávě.

Vycházel jsem ze zadání splnit hygienické požadavky a vytvořit vyšší standart vnitřního prostředí vztaženo na krajské nemocnice v České republice.

SCHÉMA BUDOV



Obrázek 1.05 – Řešená část objektu nemocnice

4.2 Popis pavilónu:

První patro je vybaveno dvěma vyšetřovny se sádrovnou a rentgenem. Oddělení obsahuje pro pacienty přivezené záchranou službou expetační lůžka, akutní zákrokový sál, sociální zařízení a pro zaměstnance zázemí. V návazném druhém a třetím patře budou pokoje pro pacienty, zázemí pro lékaře, čistící či skladovací místnosti a sociální zařízení.

4.3 Provoz:

Provozní doba se může měnit, ale jako předpoklad pro dimenzování beru nepřetržitý provoz s možností útlumu různých částí při jejich nevyužití.

Vyšetřovny dle potřeby cca 0-24h

Zákrokový sál dle potřeby 0-24h

Rentgen dle potřeby 0-24h

Zázemí 0-24h

Lůžkové oddělení 0-24h

Vzduchotechnická zařízení jsou rozdělena do čtyř následujících soustav: 1.NP vyšetřovny/zázemí, zákrokový sál, rentgen, 2-3.NP lůžkové oddělení.

4.4 Místnosti pavilonu A:

Předpisy/normy:

Hlavní předpisy a normy, z kterých při návrhu vycházíme: nařízení vlády viz kapitola 1, typizační směrnice zdravotnických staveb 1981, ČSN EN ISO 14 644-1, zdravotního předpisu VYR-32 dopl. 1 verze 1 a články z odborného časopisu Vytápění větrání instalace.

Přesné navržené podmínky v místnostech jsou v technické zprávě a to v příloze č. 1 - tabulka místností.

Provětrávání z podtlakových nebo přetlakových místností:

Provětrávání z místností s podtlakem nebo přetlakem (vyjma čistého prostoru) bude přes mřížky ve dveřích případně podříznuté dveře. Dle množství vzduchu se určí otvor ve dveřích, případně zda budou stačit podříznuté dveře. Tzn., že z prostor, kde je přívod čerstvého vzduchu (pracoviště, chodba, pokoje atd...), bude proudit vzduch do přilehlých místností, kde se odtahuje (sociální zařízení, koupelna, sklady, čistící místnosti, denní místnosti zaměstnanců atd...).

Sesterna/recepce/lékaři/Laboranti RTG

Popis – Hlavní pracoviště sestry bude v sesterně, kde bude vykonávat lehké úkony a práci na PC. Dále bude pracovat v pokojích, expektaci či případně s pacienty na chodbě, kde bude výkon s lehkou manuální prací. Místnost pro lékaře/laboranty bude využívána jako zázemí pro lékaře/laboranty. Práci zde bude vykonávána zejména na PC a případně zde mohou lékaři odpočívat při nočních službách. Při pohotovosti se lékař přesouvá do vyšetřoven, zákrokového sálu, ovladovny či expektace.

Vybavení:

- PC, tiskárna, lednice

Požadované parametry vnitřního prostředí:

- V sesternách budou sestry vykonávat práci dle zatřídění I nebo IIA a v pokojích, expektaci či chodbě práci IIB. Z čehož vychází minimální dávka čerstvého vzduchu na sestru 50-70 m³/h/os.
- Zatřídění práce v místnosti lékaři/laboranti kategorizují do skupiny I. Minimální dávka čerstvého vzduchu 25m³/h/os.
- Jedná se o pracoviště, kde je hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A $L_{wq,8h}=50$ dB

Čistící místnost/Sklady/Úklid/Očista pacienta

Popis – Tyto prostory budou využívány nárazově, ale provětrávání musí být trvalé. Jelikož v těchto místnostech musí být odvětrávány škodliviny např. vlhkost, folmadehydy, zápach atd.. Větrání prostor volím podtlakové a dimenzuji na zařizovací předměty či případně výměnu vzduchu.

Vybavení:

- Čistící místnost/úklid: umyvadla, výlevky
- Sklady: zdravotnické pomůcky, prádlo
- Očista pacientů: WC, umyvadla, vana

Požadované parametry vnitřního prostředí:

- -Odtah vzduchu na zařizovací předměty volím WC 50 m³/h, vana 100 m³/h, umyvadlo 30 m³/h.

Sociální zařízení veřejné 1-3.NP

Popis – Tyto prostory budou využívány nárazově personálem a pacienty, ale k provětrávání musí být trvalé. Jelikož v těchto místnostech musí být odvětrávány škodliviny např. vlhkost, mikroorganismy, zápach atd... Větrání prostor dimenzuji na zařizovací předměty. Volím podtlakové větrání.

Vybavení:

- umyvadla, WC, pisoáry

Požadované parametry vnitřního prostředí:

- Odtah vzduchu na zařizovací předměty volím WC 50 m³/h, umyvadlo 30 m³/h.

Vyšetřovny/sádrovna

Popis – Prostor k vyšetřování pacientů v provozní době s možností využití při pohotovostním zásahu. Personál zde zastává pracovní činnost I-II (přívod vzduchu na osoby a odtah na zařizovací předměty). Vyšetřovny jsou řešeny v mírně přetlakovém režimu. Sádrovna je řešena v mírně podtlakovém režimu s minimálně desetinásobnou výměnou vzduchu k odvedení a nepřenášení škodlivin, zejména prach a vlhkost do dalších prostor.

Vybavení:

- PC, umyvadlo, tiskárna, nástroje, zdravotnické potřeby

Požadované parametry vnitřního prostředí:

- -Ve vyšetřovnách a sádrovně budou zaměstnanci vykonávat práci dle zatřídění I-II. Z čehož vychází minimální dávka čerstvého vzduchu na osobu 25-50 m³/h/os.
- -Jedná se o pracoviště vyšetřovny, kde je hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A L_{wq,8h}=35 dB

Chodby/čekárna

Popis – Prostor s veřejným přístupem. Minimální hodnotu výměny na chodbách jsem si zvolil jednonásobnou (inspirováno odbornými články).

Denní místnost zaměstnanců

Popis – Prostor se zázemím pro sestry. Místnost budou využívat například k přípravě a konzumaci vlastních pokrmů. Větrání prostor navrhuji v mírně podtlakovém režimu s ohledem na zařizovací předměty a osoby.

Vybavení:

- umyvadlo, lednice, mikrovlnná trouba, myčka

Pokoje

Popis – V druhém a třetím patře se nacházejí pokoje pro pacienty s koupelnou. Pokoje jsou určeny pro 2-4 osoby. Přívod čerstvého vzduchu bude do pokoje a odtah vzduchu bude z přilehlé koupelny. Jedná se o pobytovou místnost, proto navrhuji množství čerstvého vzduchu na osoby a odtah vzduchu na zařizovací předměty. Větrání v pokojích bude v rovnotlakém režimu.

Vybavení:

- postele, umyvadlo, WC, sprcha

Požadované parametry vnitřního prostředí:

- Jedná se o pobytová místnost, z čehož vychází minimální dávka čerstvého vzduchu na osobu 15 m³/h/os. Navrhuji vyšší hodnotu na osobu (50 m³/h), která lze například v nočním režimu utlumit.
- Jedná se o nemocniční pokoj, kde je hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A ve dne $L_{wq}=40$ dB a v noci 25 dB.
- Odtah vzduchu na zařizovací předměty volím WC 50 m³/h, umyvadlo 30 m³/h, sprcha 100 m³/h

Izolace

Popis – Na izolační lůžko se umísťují pacienti, u kterých je podezření na infekční nákazu. Větrání je v mírně podtlakovém režimu s desetinásobnou výměnou vzduchu, aby se co nejvíce zamezilo kontaminace sousedních prostor (lůžka).

Vybavení:

- umyvadlo, výlevka

Rentgenové vyšetření

Popis – Prostor s rentgenovým zářením je řešen v mírně podtlakovém režimu, aby škodliviny z RTG nebyly šířeny do ostatních prostor nemocnice. Ovladovna rentgenového záření je řešená přetlakově s osminásobnou výměnou vzduchu, aby se kontaminovaný vzduch nedostával dovnitř a tím byl personál ochráněn. Boxy a chodba u rentgenu jsou řešeny také přetlakově.

Vybavení:

- Rentgenový zářič, PC, tiskárna

Zámkrový (septický) sál

Popis – V zámkrovém sálu budou prováděny různé menší operační zámkroky pro centrální příjem a pro dopředu objednané pacienty. Sál je definován jako čistý prostor.

Vybavení:

- operační stůl nebo křeslo s operačním svítidlem, kontejnery na sterilizaci, instrumentační stolek, koš na použitý materiál, infuzní stojan a další přístroje či nástroje, které budou doplněny podle typu zámkroku.

Požadované parametry vnitřního prostředí:

- Při návrhu vycházím požadavků normy ČSN EN ISO 14 644-1, zdravotního předpisu VYR-32 dopl. 1 verze 1 a Typizační směrnice zdravotnických staveb 1981. Více v oddílu 3 *Čistý prostor ve zdravotnictví*.

4.5 Návrh zámkrového (septického) sálu

Nejprve je nutné ze zadání a informací navrhovaného sálu si určit třídu čistoty. Jelikož má být zámkrový sál septický, tak ho zařídím do větrání čistého prostoru ISO 7 (tabulka 1.02). A následně zjišťuji maximální velikosti a počet částic ve vzduchu větraného prostoru dle zařídění z ČSN EN ISO 14 644-1 (obrázek 1.01). V této třídě čistoty je vhodným řešením smíšené proudění či přímé laminární proudění celého sálu. Vzhledem k prováděným operacím a charakteru sálu volím smíšené proudění. Tzn. laminární (vytěšňovací) proud vzduchu v prostoru operačního stolu a nejbližšího okolí. Zbytek prostoru bude větrán směšováním.

Při návrhu průtoku vzduchu musím zohlednit minimální výměnu vzduchu dle typizační směrnice zdravotnických staveb 1981, což pro tento sál je minimálně patnáctinásobná výměna vzduchu. Rozhodujícím kritériem pro hodnotu přiváděného vzduchu bude použití přívodního prvku, tak aby rychlost proudu vzduchu na přívodním prvku splňovala hodnoty předepsané výrobcem. Řešení typu větrání musí být přetlakové a to s přetlakem 5-15 Pa. Filtrace přívodního vzduchu bude třístupňová minimálně s filtry (dle starého značení) F6, F9 a H12 (tabulka 1.09). Teplota vzduchu v prostoru by měla dle typizační směrnice zdravotnických staveb 1981 být v létě i v zimě na 24°C. Z praxe operatérů vychází, že požadované teploty jsou mnohem nižší. Proto si stanovuji, že rozsah teplot bude variabilní a to pro léto i zimu 17-26 °C. Tyto počáteční podmínky vycházejí s norem, předpisů, odborných článků nebo z poznatků přednášky na GREEN WAY DAY pana doktora M. Kelbla. Dále více v oddílu 3 *Čistý prostor ve zdravotnictví*.

[9]

Výběr přívodního prvku

Na českém trhu se pohybuje několik firem s různými řešeními, které zajišťují větrání čistých prostor. Většina dodavatelů nepochází z České republiky, a jelikož u nás nemáme žádný platný předpis, tak vychází z norem jiných států např. Německé, Švédské, Rakouské či Americké. Proto každý výrobce na větrání operačních sálů může pohlížet trochu jinak (různé výrobky). Z dostupných výrobců jsem si vybral, že porovnam systémové řešení švédské firmy Halton a německé firmy Fläkt Group.

Řešení od firmy Halton

-Švédská firma s českým zastoupením nabízí 3 varianty řešení operačních sálů.

Halton Vita OR Space

-Systém větrání operačního sálu s kontrolovatelným ředěním vzduchu s řešením pro čistotu ISO 5 nebo ISO 7.

Halton Vita OR Zone

-Systém větrání laminárním stropem s jednosměrným prouděním vzduchu v chráněné zóně s možností zajistit třídu čistoty ISO 5.

Halton Vita OR Cel

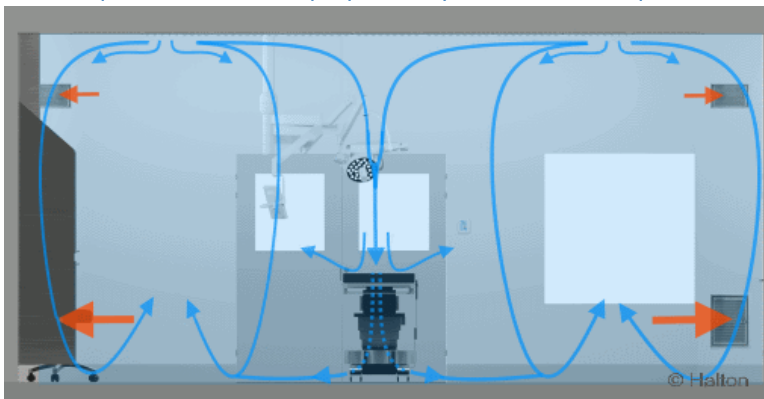
-Mobilní větrací jednotky, které zajišťují jednosměrné proudění. Využívají se k ochraně operačního pole na chirurgické nástroje.

Popis řešení

Jako moderní řešení jsem zvolil systém s ředěním vzduchu pro třídu čistoty ISO 7 s firemním označením VNS B (obrázek 1.07). Jedná se o dva přívodní obdélníkové prvky s minidýzami, které vytváří kontrolované proudy. Hlavní proudění vzduchu je směřováno doprostřed, kde je umístěn operační stůl a vedlejší na druhou stranu na operační nástroje (viz obrázek 1.06). Odtah vzduchu je řešen odtahovými modulárními mřížkami (obrázek 1.08) umístěné úhlopříčně v dvou rozích. Odtah probíhá ve dvou výškách. Větší část vzduchu je odtahována u podlahy a menší část se odtahuje u stropu.

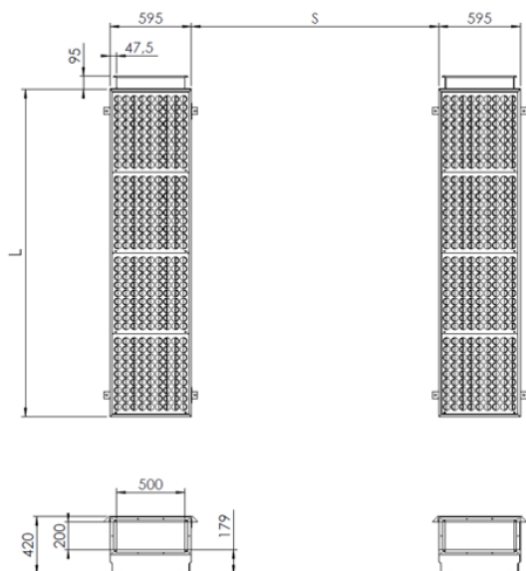
Návrh velikosti prvků a množství přiváděného vzduchu jsem určil z programu firmy (Halton Hit). Dle zatřídění operačního sálu a použitého prvku vyšlo množství přiváděného vzduchu a to hodnota 1800 m³/h plus další pozorované parametry (obrázek 1.09)

Schéma proudění vzduchu při použití systému Vita OR Space



Obrázek 1.06 – zdroj: Halton - produktový list [9]

Zvolený přívodní prstenec



Obrázek 1.07 – zdroj: Halton - produktový list [10]

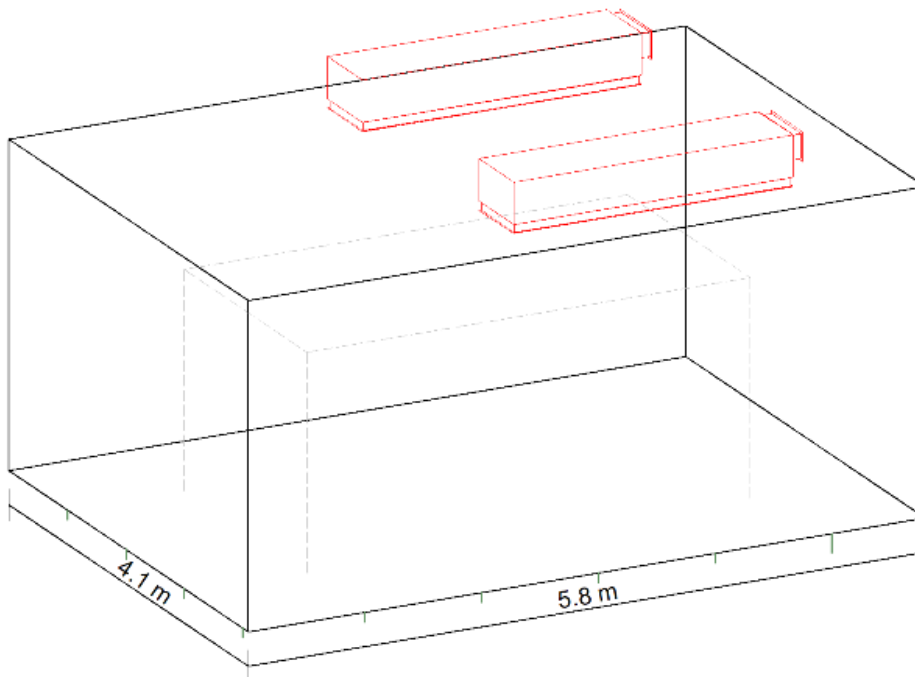
Systémový odtah vzduchu firmy Halton



Obrázek 1.08 – zdroj: Halton - produktový list [10]

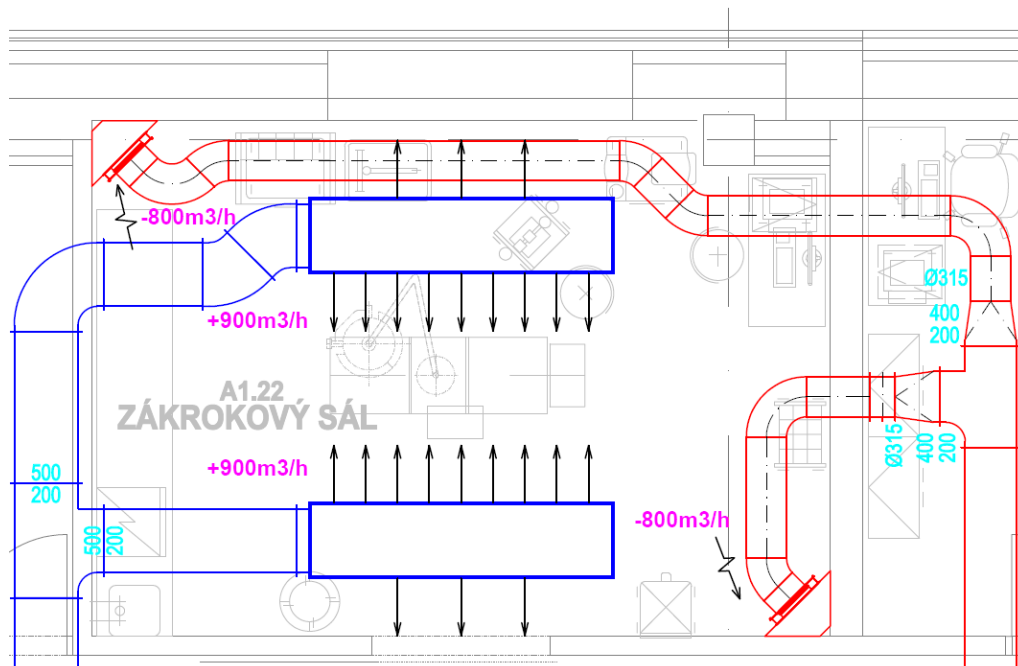
Vlastnosti přívodních prvků v modelu sálu

Cooling		VSN/B-2400		2015 10
Room: Zákrok.sál Tomáš Knapp		Supply air flow rate	500 l/s	
Room size:	5.8 x 4.1 x 2.7 m		21.0 l/(sm ²)	
Occupied zone:	h=1.8 m / dw=1.0 m	Supply air temperature:	18.0 °C	
Room air:	24.0 °C / 50 %	Total pressure drop:	49 Pa	
Heat gain:	-	Unit sound pressure level:	8 dB(A) 10m ² sab	
Installation height:	2.70 m	Total sound pressure level:	8 dB(A)	
		Total cooling capacity:	3641 W	
			153 W/m ²	
		L ₄ :	-	



Obrázek 1.09 – zdroj: Halton HIT desing – návrhový program [10]

Použití Halton pro řešený zákrovový sál - půdorys



Obrázek 1.10 – výstřižek z Autocadu; autor: Tomáš Knapp

Řešení od firmy Fläktgroup

-Německá firma s českým zastoupením nabízí 2 varianty řešení operačních sálů.

Laminární pole Fresh Heaven

-Je určeno pro přívod filtrovaného vzduchu stabilním vertikálním prouděním. S laminárním polem lze dosáhnou třídu čistoty ISO 3 (obrázek 1.11).

Čistý nástavec CGF s vysoce účinnými filtry

-Jedná se o koncový prvek rozvodu vzduchu s kontrolovanou čistotou vzduchu do třídy ISO 5.

Popis řešení:

Pro řešený operační sál jsem vybral řešení s laminárním polem Fresh Heaven (obrázek 1.11) z důvodu vyššího standardu řešené nemocnice. Prvek se skládá z laminarizátoru, filtračních vložek, svítidel a otvoru pro tubus na operační svítidlo.

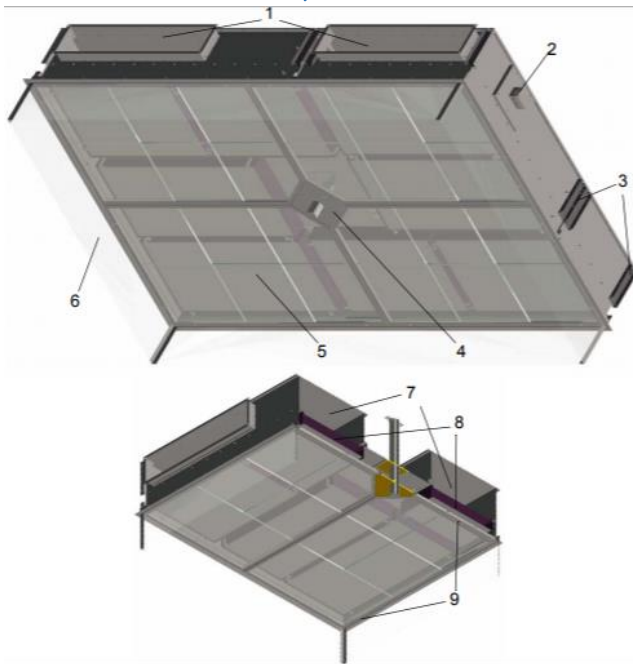
Samotný návrh spočívá v určení množství vzduchu, výstupové rychlosti, rozměrů a typu připojení. Vycházel jsem tedy z minimální výměny vzduchu (15x násobná) a výtokové rychlosti laminárního proudu 0,1-0,2 m/s. Z tohoto zadání jsem vybral z katalogu vhodný typ.

-Laminární pole ve skupině Y s půdorysnými rozměry 2100mm x 1200 a výškou 355mm.

-Rychlost vzduchu při průtoku 1300m³/h vychází na 1,8 m/s.

-Pro odvod vzduchu nemá firma Fläkt Group systémové řešení, proto volím odvodní prvek od značky Halton (obrázek 1.12). Jako v alternativním řešení, kde tento prvek popisují.

Fresh Heaven – laminární pole



Obr. 1: Fresh Heaven MAXX O - pohled zdola a průřez

- | | |
|--|-------------------|
| 1: Obdélníkové vzduchové vstupy | 5: Laminarizátor |
| 2: Napájecí zdroj a spínač diferenciálního tlaku | 6: Zástěna |
| 3: Závěsné body | 7: Tlaková komora |
| 4: Středový průchod | 8: HEPA filtry |
| | 9: Svařovaný rám |

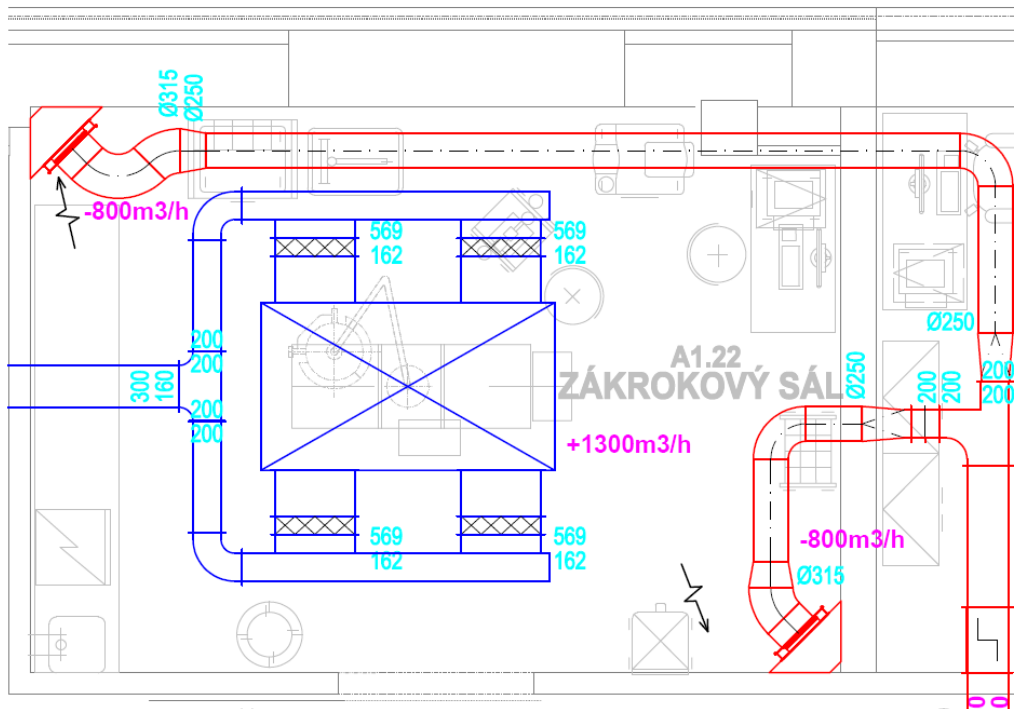
Obrázek 1.11 – zdroj: Fläkt Group - produktový list [11]

Systémový odtah vzduchu firmy Halton



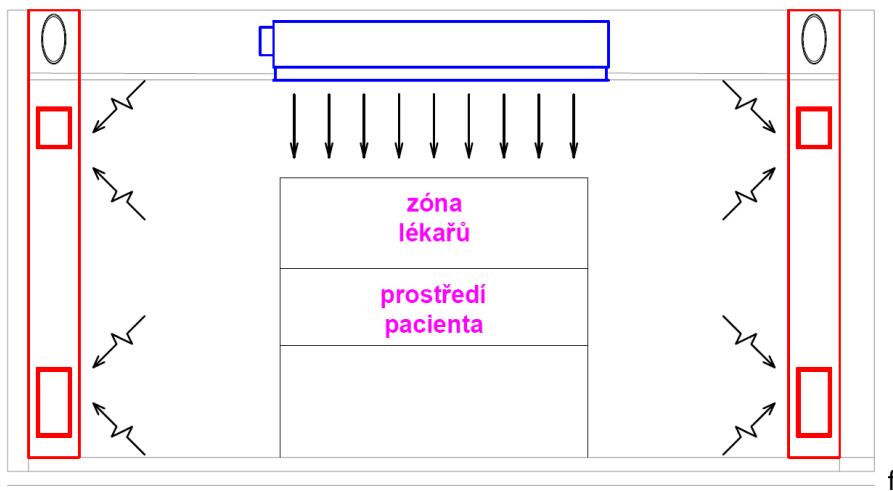
Obrázek 1.12 – zdroj: Halton - produktový list [10]

Použití Fläkt Group pro řešení zákrovový sál - půdorys



Obrázek 1.13 – výstřižek z Autocadu; autor: Tomáš Knapp

Použití Fläkt Group pro řešení zákrovový sál – řez zákrovovým sálem



Obrázek 1.14 – výstřižek z Autocadu; autor: Tomáš Knapp

Hodnocení variant čistého prostoru

Při porovnání variant vychází, že přívodní prvek od firmy Halton potřebuje větší množství vzduchu ke splnění požadované třídy čistoty a správně funkčnosti prvku. V tomto případě je to pro řešení rozhodující a proto navrhuji laminární pole od firmy Fläkt Group, jelikož není dostatek místa na potrubí v podhledové části. Alternativně by se muselo potrubí pro prvek Halton vést např. po fasádě.

-Výhody řešení systému kontrolovaného řešení od firmy Halton: přívod filtrovaného vzduchu do míst se zdravotnickými pomůckami, rychlejší dosažení stupně čistoty po zapnutí systému, účinnější vytěšňování znečištěného vzduchu, možnost větší flexibility při navrhování minidýz, možnost většího využití středové části např. pro tubus, světla, nástroje

-Výhody laminárního pole od firmy Fläkt Group: potřeba nižšího množství vzduchu ke splnění správného proudění vzduchu, nižší výška přívodního prvku, rovné proudění v celé ploše, rovnoměrný přívod vzduchu, integrované osvětlení

Z hlediska celkové funkčnosti a zajištění nejlepší čistoty nemohu dle dostupných materiálů spravedlivě soudit. Museli bychom udělat zkušební měření v operačním sálu s těmito prvky při různých výkonech.

4.6 Technologické řešení pavilonu (s návazností na profesi VZT):

Větrání

Větrání pavilonu je s nucených přívodem i odtahem přes deskový tepelný výměník s ohledem na potřebu čerstvého vzduchu nebo na odvod vznikajících škodlivin. Zařízení jsou rozdělena do čtyř sestav z důvodů různých provozů, filtrace a využití. Všechny zařízení budou vybaveny vodním ohříváčem a chladičem s přímým chlazením. Sestavná a blokové jednotky budou doplněny v potrubí sítí parním vlhčením.

Systém chlazení

Nemocnice je bez zdroje chladu. Proto jsem zvolil chladivový systém přímého chlazení. Vzduchotechnické jednotky budou obsluhovat samostatné venkovní kondenzační jednotky s chladivem R410a. Přiváděný vzduch v letních extrémech se u zařízení č.1, 3 a 4 bude chlazen maximálně o 6°C z čehož vychází chlazení na teplotu 22°C. Zařízení č. 2 (pro zákrokový sál) bude moci v letních extrémech chladit až na teplotu 17°C. V místnostech, kde VZT neodvede tepelnou zátěž, budou navrženy vnitřní klimatizační jednotky připojené do dvou VRV systémů rozdělené s ohledem na orientaci vůči světovým stranám (maximální hodnoty tepelných zisků v různých časech). Hodnoty tepelných zátěží od lidí, zaměstnanců a osvětlení zvoleny technickým odhadem dle typu činnosti a potřeby.

Systém vytápění

Při rekonstrukci bude rekonstruováno i otopné zařízení, které by mělo vlastní projektovou dokumentaci (není obsahem diplomové práce). UT kryje tepelné ztráty objektu.

Zdravotní instalace

Zařízení zdravotní instalace bude rekonstruováno na novou dispozici a účel. Projektová dokumentace není obsahem diplomové práce.

Silnoproud

Zařízení silnoproudu bude rekonstruováno na novou dispozici a účel. Projektová dokumentace není obsahem diplomové práce.

Technologie úpravy vzduchu

-Zdroj tepla:

Nemocnice je připojena na stávající centrální zdroj tepla, proto ohřivače u VZT jednotek volím vodní 80/60°C.

Ohřivače budou kryt tepelné ztráty větráním.

-Vlhčení:

Vlhkost vnitřního vzduchu v létě a v zimě se bude pochybovat v rozmezí 35-65%. Pro zvlhčování vzduchu navrhuji elektrické parní vyvíječe s distribučními tryskami v potrubí. V areálu nemocnice není k dispozici centrální zdroj hygienické páry.

-Technologie – požadavky na větrání/chlazení od návazných profesí.

V příloze byli dodány technologické zařízení s požadavkem na VZT a to zejména na odvod tepelné zátěže z technologií. Tepelná zátěž od osvětlení vychází z provozu a typu světel.

5. Závěr

Z těchto podmínek vycházím pro řešení vlastní projektové dokumentace, která je hlavním výstupem diplomové práce. Po studování této oblasti mohu říci, že zdravotnický segment je velmi specifický. Jelikož zde nejsou jasně dané vnitřní podmínky a o tom, zda je zařízení správně navrženo rozhoduje krajská hygienická stanice daného kraje. Takže v každém kraji mohou být trochu jiné zvyklosti. Dnes se o problematickém návrhu zdravotnických zařízení začíná čím dál více mluvit, jak v České republice, tak i v evropském měřítku a již se připravuje souhrnná evropská norma pro operační sály, která má vycházet ze zvyklostí a norem evropských zemí.

6. Citace a použité zdroje

[1]

Česko. nařízení vlády č. 68/2010 Sb., nařízení vlády, kterým se mění nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2019 [cit. 11. 11. 2019]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2010-68>

[2]

ČESKO. vyhláška č. 6/2003 Sb., vyhláška, kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2019 [cit. 14. 11. 2019]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2003-6>

[3]

ČESKO. nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2019 [cit. 14. 11. 2019]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-272>

[4]

ČSN EN ISO 14644-1. *Čisté prostory a příslušná řízená prostředí - Část 1: Klasifikace čistoty vzduchu podle koncentrace částic*. Brusel: Řídící centrum CEN-CENELEC, 2019.

[5]

MATHAUSEROVÁ, Zuzana. *ČISTÉ PROSTORY* [online]. Laboratoř pro fyzikální faktory: szu, 2009 [cit. 2019-11-11]. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/cpl/Materily_ze_seminaru/Materialy_2009/mathauserova-19.3.pdf

[6]

KUŽEL, Jaroslav a Zuzana MATHAUSEROVÁ. Čisté prostory ve zdravotnictví: Hygiena. VVI [online]. Státní zdravotní ústav Praha, 2005, 2005(5), 1-3 [cit. 2019-11-11]. Dostupné z: [www.stpcr.cz › vvi-2003-05_s225](http://www.stpcr.cz/vvi-2003-05_s225)

[7]

RÜCK, Michal. *Halton: Vita OR*. Praha, 2018.

[8]

MATHAUSEROVÁ, Zuzana a Stanislav TREPKA. Seminář 709 Hygienické požadavky a technická řešení uplatňovaná ve zdravotnictví (nemocniční hygiena - čisté prostory). *Symposium servis*. Praha, 1997, 1-67.

[9]

Halton [online]. Švédsko, Česká republika: Halton, 2019 [cit. 2019-11-14]. Dostupné z: <https://www.halton.com/>

[10]

Halton HIT desing: návrhový program [online]. 2019 [cit. 2019-11-19]. Dostupné z: halton.com

[11]

FläktGroup: Produktový list [online]. 2019 [cit. 2019-11-19]. Dostupné z: <https://www.flaktgroup.com/cs/>

[12]

Typizační směrnice zdravotnických staveb: Vzduchotechnika. Zdravoprojekt Praha: Ministerstvo zdravotnictví ČSR, 1981.