

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



NÁVRH SYSTÉMU VĚTRÁNÍ PRO FAKULTNÍ KNIHOVNU

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. JAKUB VRZÁŇ

Vedoucí práce:

Ing. Pavla Dvořáková, Ph.D.

2021/2022

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE


I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Vrzáň</u>	Jméno: <u>Jakub</u>	Osobní číslo: <u>392821</u>
Zadávající katedra: <u>K125 - Katedra technických zařízení budov</u>		
Studijní program: <u>Budovy a prostředí</u>		
Studijní obor: <u>Technická zařízení budov</u>		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: <u>Návrh systému větrání pro fakultní knihovnu</u>	
Název diplomové práce anglicky: <u>Ventilation of academical Library</u>	
Pokyny pro vypracování: Formou studie zpracujte téma vnitřního prostředí v knihovnách.	
Pro zadaný objekt knihovny vypracujte koncept TZB zahrnující zásobování chladem, teplem, vodou, elektrickou energií, větrání a likvidaci odpadních vod ve formě blokového schématu. Vypracujte projektovou dokumentaci systému vzduchotechniky v daném objektu. Dokumentace bude obsahovat příslušné půdorysy, řezy, schémata, výpočty a technickou zprávu. Součástí projektu bude výpočet množství větracího vzduchu podle požadavků prostředí, návrh prvků pro přívod a odvod vzduchu, výpočet rozměrů a určení trasy potrubí a návrh vzduchotechnické jednotky.	
Seznam doporučené literatury: Doc. Ing. Karel Papež, CSc. a kolektiv - Energetické a ekologické systémy budov 2 Gebauer G. , Horká O., Rubínová O. - Vzduchotechnika, ERA V. Zmrhal, F. Drkal: Větrání, 2018 příslušné normy a předpisy	
Jméno vedoucího diplomové práce: <u>Ing. Pavla Dvořáková, PhD.</u>	
Datum zadání diplomové práce: <u>22.2.2022</u>	Termín odevzdání diplomové práce: <u>15.5.2022</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
_____	_____
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<i>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“.</i>	
<u>19.7.2022</u>	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

Prohlášení:

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

V Praze dne

.....
Bc. Jakub Vrzáň

Poděkování

V první řadě bych chtěl poděkovat Ing. Pavle Dvořákové, Ph.D., vedoucí diplomové práce, za trpělivost s mým pracovním tempem a cenné informace, které jsem využil při vypracování této práce.

Dále bych chtěl poděkovat Ing. Arch. Petře Zajíčkové za poskytnutí podkladů pro vypracování projektové části této práce.

A v neposlední řadě bych chtěl poděkovat za podporu své rodině a přátelům, kteří tu pro mě byli ve chvílích, kdy to bylo potřeba.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá návrhem větrání pro knihovnu Teologické fakulty Univerzity Karlovy. Tato práce se skládá ze dvou částí. V hlavní části je zpracován projekt, v němž je navržen vzduchotechnický systém pro knihovnu a přilehlé prostory. V teoretické části je popsáno téma mikroklima budov. Součástí teoretické části je i případová studie zabývající se stavem vzduchových zařízení v objektech v okolí Prahy.

Klíčová slova

mikroklima budov, knihovna, větrání, vzduchotechnika, vnitřní prostředí

Abstract

The diploma thesis presents a possible plan of the air conditioning in the Theological Faculty Library of the Charles University. It consists of two parts.

The main part includes a project where the ventilation system for the library and adjacent areas is designed. The theoretical part there describes the topic of microclimate in buildings. Theoretical part also contains the case study of condition and analysis of HVAC components in buildings in the outskirts of Prague.

Keywords

building microclimate, library, ventilation, HVAC, indoor environment

Obsah

Úvod	7
Faktory ovlivňující vnitřní mikroklima	8
Kvalita vzduchu	9
Zdroje škodlivin v interiéru	9
Druhy škodlivin	10
Oxid uhličitý	10
Vodní pára	10
Ostatní škodliviny	11
Bilance škodlivin	12
Rozhodující škodlivina	12
Větrání	13
Druhy větrání	13
Přirozené větrání	13
Nucené větrání	14
Podtlakové větrání	14
Přetlakové větrání	15
Rovnotlaké větrání	15
Hybridní větrání	16
Čištění vzduchu	17
Filtrace	17
Stupně Filtrace	17
Dělení filtrů dle konstrukce	19
Rámečkový filtr	19
Kapsový filtr	19
Uhlíkový filtr	20
V Filtr	20
Kompaktní filtr	20
Stav VZT zařízení ve stavební praxi	21
Případ 1	21
Případ 2	22
Závěr	23
Zdroje	24
Seznam obrázků a tabulek	25

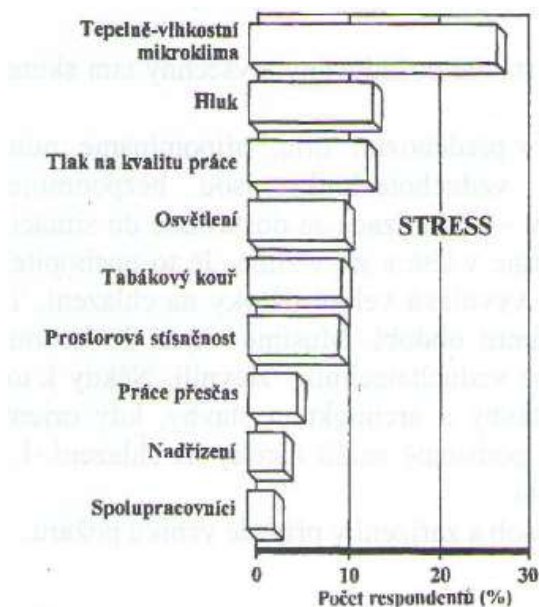
1. Úvod

Vhodné vnitřní mikroklima je základním faktorem pro to, aby se člověk na daném místě cítil dobře. Je-li zajištěna pohoda prostředí, má to pozitivní vliv na pracovní či studijní výkon osob pohybujících se v daném objektu. Naopak nepohoda plynoucí ze špatného mikroklimatu má za následek pokles výkonnosti, zhoršení nálady a může mít v některých případech i negativní dopad na zdraví, neboť ve vnitřních prostorách, ať už vzdělávacích či obytných, trávíme podstatnou část našeho života. Každý si jistě dokážeme představit jaké pocity v nás vyvolá dejme tomu procházka parkem těsně po skončení májové přeháňky a nebo naopak jaký pocit v nás dokáže vyvolat návštěva zaneřádné toalety v nádražní restauraci čtvrté cenové kategorie. Při navrhování systémů zajišťujících vnitřní mikroklima se pak snažíme přiblížit spíše k tomu prvnímu z výše uvedených příkladů. Samozřejmě, lidé jsou různí a mají rozdílné představy o ideálním stavu věcí, ale na spoustě věcí se jistě shodneme a při samotném návrhu ideálního prostředí musíme myslet na to, že jsou mezi námi jedinci, kteří jsou citlivější, než je obvyklé - například lidé trpící alergiemi, chronickými respiračními chorobami a tak podobně. Dlouhodobý pobyt v nevhodném prostředí, kde jsou lidé vystaveni působení různých škodlivin, bývá často příčinou vzniku nemocí a nebo napomáhá jejich dalšímu rozvoji. Působení škodlivin také narušuje přirozenou obranyschopnost organismu, což se v první fázi projeví zvýšenou únavou či bolestmi hlavy a nemocemi jako je bronchitida, astma nebo dokonce vznikem rakoviny v dalších fázích. [2,4]

2. Faktory ovlivňující vnitřní mikroklima

Vnitřní mikroklima ovlivňuje celá řada faktorů. Tím nezákladnějším a nejdůležitějším z hlediska zdraví a spokojenosti je tepelně-vlhkostní mikroklima. Vlhkost vzduchu a teplota se vzájemně ovlivňují a úzce spolu souvisí. Relativní vlhkost vzduchu kolem 60-70 % je ideální z pohledu lidského těla, jelikož se tím zabrání vysychání sliznic a pokožky. Na druhou stranu to ovšem zvýší pravděpodobnost výskytu plísní - zejména v rozích místností nebo v místě tepelných mostů obvodových konstrukcí - což má za následek naopak zvýšenou nemocnost osob, které se v tomto prostředí pohybují. Tento problém bývá často ještě umocněn tím, že se ve snaze o dosažení nižších tepelných ztrát obálkou budovy pečlivě utěsňují veškeré okenní spáry, aniž by se myslelo na náhradu této přirozené výměny vzduchu. Mezi další složky podílející se na kvalitě vnitřního mikroklimatu patří například oděry, toxické látky, aerosoly, mikrobi, elektromagnetické vlny, světelné mikroklima a akustika. [1],[4]

Mimo tyto měřitelné a ovlivnitelné faktory pak svou roli hrají i psychologické faktory působící stres, jako je prostorová stísněnost, tlak na kvalitu práce a přepracovanost. V poslední době se v této souvislosti objevuje pojem Syndrom nemocných budov (SBS -Sick Building Syndrome), který je vyvolán nevhodným či stresujícím prostředím a u uživatelů vyvolává příznaky podobné nachlazení. Tento syndrom se převážně vyskytuje v moderních budovách. Úkolem nás, stavebníků, je pozitivně ovlivnit veškeré mikroklimatické parametry budovy, které ovlivnit můžeme [1]



Obrázek č.1 - Výsledek výzkumu stresových faktorů provedený odbory bank a pojišťoven v Německu [1]

2.1. Kvalita vzduchu

Pro určení kvality vzduchu máme celou řadu definic a metod. Dle definice ISIAQ (Mezinárodní společnosti pro kvalitu vnitřního ovzduší a klima) je kvalita vzduchu ukazatelem druhů a množství znečišťujících látek v ovzduší, které by mohly způsobit diskomfort nebo riziko nepříznivého účinku na lidské zdraví.

Dle definice ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) je přijatelná kvalita vzduchu taková, v níž nejsou škodlivé koncentrace znečišťujících látek a se kterou je spokojeno více než 80 % uživatelů. [5]

Mezi nejrozšířenější ukazatele kvality vzduchu patří tzv. PD(%) index (Perceived air Quality Dissatisfied), který je odvozen od výměny vzduchu a koncentrace CO₂ a pomáhá nám odhadnout procento lidí nespokojených s kvalitou vzduchu.

2.2. Zdroje škodlivin v interiéru

Zdrojem škodlivin může být prakticky cokoliv. Od materiálů, z nichž jsou konstrukce objektu, vybavení interiéru až po osoby a zvířata, která se v

interiéru pohybují. Nejobecněji můžeme zdroje znečištění rozdělit na vnitřní, které pochází z interiéru, a vnější, které se do objektu dostávají otvory v obálce budovy (okna, dveře).

2.3. Druhy škodlivin

2.3.1. Oxid uhličitý

Oxid uhličitý je nejběžnější škodlivinou v obytných budovách a jejím hlavním producentem je člověk, respektive jeho dýchací a metabolické procesy. Dalšími zdroji pak mohou být různé spalovací procesy spojené se spalovacími motory vozidel nebo vařením na otevřeném ohni.

Vyšší koncentrace CO₂ kolem 15 000 ppm (ppm = particles-per-million, tedy počet částic látky v milionu částicích vzduchu) má za následek zhoršené dýchání přítomných osob. Dalšími projevy jsou únava, nevolnost, závratě a bolest hlavy. V extrémních případech při koncentraci nad 80 000 ppm může vést k letargii a ztrátě vědomí. Standardní koncentrace ve venkovním prostředí se pohybuje mezi 330 a 370 ppm. Výdech člověka má koncentraci kolem 40 000 ppm. Dle nařízení vlády č.361/2007 Sb. je nejvyšší povolená koncentrace CO₂ 25 020 ppm, ale pro návrhy obytných budov se obvykle považuje za limit doporučená maximální koncentrace 1500 ppm. [11]

2.3.2. Vodní pára

Vodní pára se na první pohled nemusí zdát jako škodlivina. Je to něco s čím přicházíme do kontaktu zcela běžně například při hygieně, zahradničení, vaření či sušení prádla, aniž by to na nás zanechalo nějaké citelné následky. Vodní pára však zvyšuje vlhkost v obytných prostorách a při vlhkosti přesahující 70 % (tento údaj závisí na teplotě rosného bodu) hrozí její kondenzace. [1]

Vysoká vlhkost pak urychluje vznik plísní a přispívá k degradaci stavebních konstrukcí, což má následně vliv na zdraví osob. Například dříve běžně používaná lokální topidla vyžadovala velký přísun čerstvého vzduchu a tím byli lidé nuceni intenzivně větrat. Po výměně

topidla například za radiátor tato potřeba zmizela a lidé větrali méně, což přineslo nárůst vzdušné vlhkosti a způsobilo zahnívání zhlaví dřevěných trámů v místnosti. Z toho vyplývá, že vodní pára je opravdu škodlivina a je třeba dát si pozor na její množství. [6]

Nejčastějšími zdroji páry v obydlí jsou výpary z otevřené vodní hladiny (bazén, akvárium), rostliny, živočichové (vydechovaný vzduch je vlhký) a lidské činnosti využívající vodu (vaření, praní, sušení atd.)

ČLOVĚK	při lehké činnosti	30 – 60 g/hod
	při středně těžké práci	120 – 200 g/hod.
	při těžké práci	200 – 300 g/hod.
KOUPELNA	s vanou	cca 700 g/hod
	se sprchou	cca 2 600 g/hod
KUCHYNĚ	při vaření	cca 600–1500 g/hod.
	průměrně denně	100 g/hod
SUŠENÍ PRÁ- DLA	odstředěného	50 – 200 g/hod.
	mokrého kapajícího	100 – 500 g/hod.
BAZÉNY	(volné vod. plochy)	cca 40 g/hod.
ROSTLINY	pokožkové květiny (fialka)	5 – 10 g/hod.
	rostliny v květináči (kapradina)	7 – 15 g/hod.
	fikus střední velikosti	10 – 20 g/hod.

Obrázek č.2 - Zdroje vodní páry v objektu [1]

2.3.3. Ostatní škodliviny

- pevné částice
 - prach, částičky kůže
- těkavé organické látky (tzv. VOC = Volatile Organic Compounds)
 - v průmyslu jsou emitovány výrobními technologiemi (manipulace s rozpouštědly, odmašťovacími, tepelným zpracováním pryže a plastů)
 - v obytných prostorách to jsou především různé nátěry stěn a nábytku, umělé podlahové krytiny, koberce, čisticí prostředky, kosmetika, osvěžovače vzduchu, vonné oleje, (cigaretový) kouř a další [3]
- ozón (O₃)
 - ozón obvykle vzniká při průchodu blesku atmosférou, v budovách jsou jeho zdrojem UV lampy a kopírovací stroje
- oděry, pachy

- odéry nemají přímý vliv na zdraví osob, ale mají přímou vazbu na mezilidské vztahy a pohodu při pobytu v místnosti
- pachy mohou být příjemné ale i rušivé a těm se snažíme předcházet
- zdroji pachů jsou například kouření, příprava jídel, kosmetické přípravky a další

2.4. Bilance škodlivin

Základním úkolem větrání je stanovení objemu větracího vzduchu pro odvod škodlivin z objektu takovým způsobem, aby byla koncentrace škodliviny menší nebo rovna maximální přípustné koncentraci. Z toho důvodu je zaveden pojem intenzita větrání, který udává kolikrát se přivedený objem čerstvého vzduchu za jednu hodinu vejde do objemu větrané místnosti [3]

Množství větracího vzduchu je možné určit podle následujícího vzorce:

$$V_e = \frac{m}{\Psi_{\max} - \Psi_e}$$

V_e	Průtok přiváděného vzduchu	$[m^3 \cdot h^{-1}]$
m	Produkce škodliviny	$[g \cdot h^{-1}]$
Ψ_{\max}	Požadovaná mezní koncentrace v interiéru	$[g \cdot g^{-1}]$
Ψ_e	Koncentrace škodliviny ve venkovním prostředí	$[g \cdot g^{-1}]$

[7]

2.5. Rozhodující škodlivina

Z výčtu škodlivin (viz výše) je zřejmé, že zdraví ohrožujících prvků je celá řada. Pro návrh vzduchotechnického systému drtivé většiny budov pro bydlení či vzdělávání je rozhodující právě koncentrace CO_2 , která je sama o sobě dobrým indikátorem kvality vzduchu. Mají-li uživatelé budovy pocit "vydýchaného vzduchu", jedná se téměř vždy o zvýšenou koncentraci CO_2 . Ta by neměla nikdy přesahovat 1500 ppm, ale ideální je držet koncentraci pod 1000 ppm, neboť již při této koncentraci začíná zhruba 20% obyvatel reagovat negativně na kvalitu vzduchu.

[12]

3. Větrání

3.1. Druhy větrání

Máme tři základní druhy větrání:

- Přirozené
- Nucené
- Hybridní

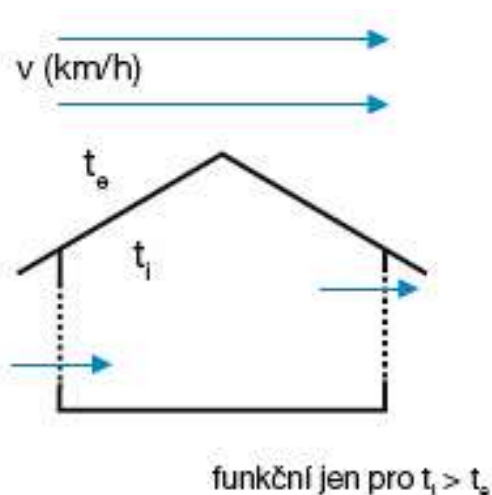
3.2. Přirozené větrání

Principem přirozeného větrání je umožnění vztlakového proudění mezi interiérem a exteriérem na základě rozdílů teplot a tlaků. Čím větší je rozdíl, tím lépe tento systém funguje.

V budovách využíváme buď cílené provětrávání okenními otvory a nebo infiltraci, což je výměna vzduchu pomocí spár a netěsností v obvodové konstrukci - především okenními spárami.

Přirozené větrání dělíme na aeraci - větrání pomocí otvorů pro přívod a odvod vzduchu s dostatečným výškovým rozdílem a na šachtové větrání pomocí přívodních otvorů v dolní části místnosti a šachet s nasáváním vzduchu u stropu místnosti.

Přirozenému větrání také napomáhá (nebo brání) pohyb vzduchu v okolí objektu, tedy sání a odpor větru. [2]



Obrázek č.3 - Přirozené větrání objektu infiltrací okenních spár [8]

Největší výhodou přirozeného větrání je fakt, že tento systém nespotřebovává žádné energie a je tedy nejlevnější a prakticky bezúdržbový.

Nevýhodou je naopak to že v letním období je tento systém vlivem malého rozdílu vnitřní a venkovní teploty velmi málo účinný, nezajišťuje dostatečný komfort, umožňuje přenos nežádoucích pachů mezi jednotlivými prostory. Tento systém není možné účinně regulovat, což je pro značné množství prostorů, jako je kuchyně a hygiena, naprosto nedostatečné a tudíž nepříjemné.

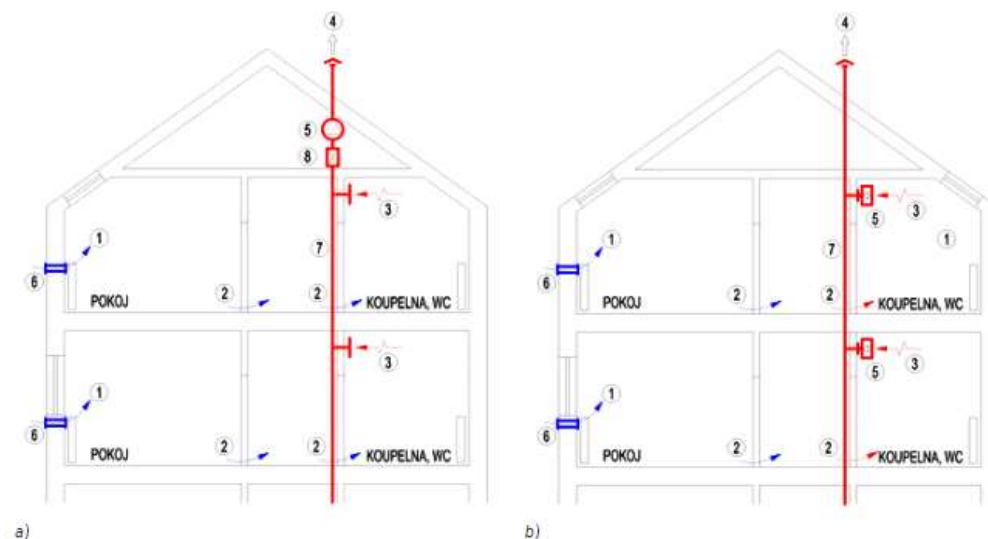
Aby byl tento systém funkční pro moderní budovu, je třeba věnovat návrhu obrovské množství úsilí a budovu tomu uzpůsobit už při samotném návrhu. Budov které na přirozené větrání spoléhají a opravdu tam funguje je velice málo a v praxi se téměř nepoužívá.

3.3. Nucené větrání

Nucené větrání se nespolehá na klimatické podmínky a potřebný objem vzduchu je do místa určené dopravován pomocí ventilátorů. Podle umístění ventilátoru v rámci soustavy dělíme nucené větrání na přetlakové, podtlakové a nebo rovnotlaké. Z hlediska příslušnosti větracího zařízení systém dále dělíme na lokální (pro jednu bytovou jednotku nebo část budovy) a centrální (pro více bytových jednotek nebo částí budovy)

3.3.1. Podtlakové větrání

Podtlakové větrání funguje tak, že ventilátor nuceně odtahuje vzduch z místnosti, ve které tím vzniká podtlak. Taková místnost si přisává vzduch z okolí a tím pádem je zabráněno, aby se z místnosti šířil ven pach nebo škodliviny. Toho se využívá v částech budovy, které by mohly být zdrojem zápachu, jako jsou toalety, kuchyně nebo garáže. Pro využití podtlakového systému větrání je třeba zajistit dostatečné množství a velikost přívodních větracích otvorů. Při využití podtlakového větrání také není možné využít VZT soustavu pro vytápění prostoru a je třeba ho zajistit jinak (pomocí otopné soustavy).



Obrázek č.4 - Podtlakové větrání s přívodem vzduchu větracími otvory a odvodem vzduchu do společného potrubí. a) centrální systém b) lokální systém [9]

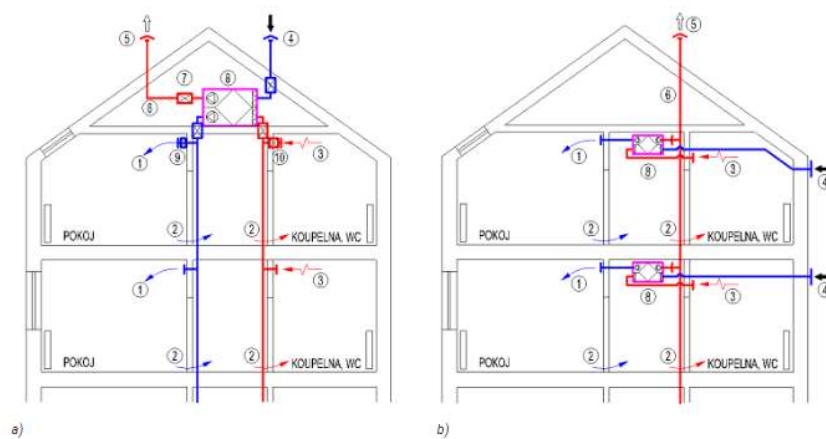
3.3.2. Přetlakové větrání

Přetlakové větrání je opakem podtlakového a vzduch je do místnosti ventilátorem tlačěn, čímž vzniká přetlak. Do místnosti v přetlaku neproniká vzduch z okolí, což je výhodou například pro pobytové místnosti v blízkosti zdrojů zápachu. [9]

Speciální využití má přetlakový systém například ve zdravotnictví, kde se přivádí velké množství čerstvého vzduchu nad operační stůl a efektivně se tak zabrání pronikání škodlivin k pacientovi. Principu přetlakového větrání využívají také vzduchové dveřní clony, které dokáží proudem vzduchu zabránit mísení venkovního a vnitřního vzduchu, což je velmi výhodné v zimě, kdy by časté otevírání dveří mělo za následek velkou tepelnou ztrátu. [7]

3.3.3. Rovnotlaké větrání

Nucené rovnotlaké větrání využívá k přívodu i odvodu ventilátor, což umožňuje ze všech systémů nejpřesnější regulaci větracího vzduchu. V dnešní době je také tím nejpoužívanějším systémem pro nově navrhované obytné i kancelářské budovy. Tento systém také jako jediný umožňuje využívání odpadního tepla z odváděného vzduchu. Systém zpětného získávání tepla je klíčový pro návrh energeticky úsporné a moderní budovy vyhovující standardům 21. století.



Obrázek č.5 - Nucené rovnotlaké větrání s přívodem a odvodem větrací jednotkou se ZZT.
 a) centrální systém b) lokální systém [9]

3.4. Hybridní větrání

Hybridní větrání je kombinací přirozeného a nuceného systému větrání. To znamená, že spojuje účinky přirozených vztahových sil s mechanickou silou ventilátoru. Systém umožňuje střídání obou režimů. Jsou-li příhodné venkovní podmínky funguje jako přirozené větrání. Když se podmínky zhorší, pomůže dopravě vzduchu ventilátor. Tento systém může přinášet velké úspory energie, je-li vhodně navržen.

4. Čištění vzduchu

V první části této práce byly řešeny možnosti odvodu škodlivin z budovy. Ve druhé části se podíváme, jakými prostředky se dá zabránit jejich přivádění do budovy spolu s “čerstvým” venkovním vzduchem.

4.1. Filtrace

Filtrace je proces, kterým se z kapaliny či plynu odstraňují jiné (obvykle nežádoucí) složky. Zařízení, které k tomu využíváme, se nazývá filtr a pro potřeby čištění vzduchu jich známe a používáme celou řadu.

Proces filtrace si můžeme představit jako síto, skrz které prochází filtrovaná látka a na síti se nám zachytávají nečistoty. Čím je síto hustší, tím více (a menších) nečistot zachytí, ale zároveň nám brzdí proud vzduchu. Není proto dobré rozumné navrhovat přehnaně jemné filtry do prostoru, který to nevyžaduje.

4.2. Stupně Filtrace

Filtry používané ve vzduchotechnice se dělí do tříd podle jemnosti filtrace. Pro běžné vzduchotechnické jednotky využíváme převážně filtry základních tříd. Jemnější jsou určeny do specializovaných prostor. Základní třídy jsou:

- **G1 - G4** - základní, vstupní filtry určené pro filtraci částic větších než 3 mikrony. Jsou vhodné jako první stupeň čištění přiváděného vzduchu ve VZT jednotkách
- **M5 - M6** - středně hustý filtr s vyšší účinností než filtry G1-G4, ale obvykle se také používá jako filtr prvního stupně a postačí jako jediný filtr pro obyčejné prostory pro práci či bydlení.
- **F7 - F9** - jemné filtry určené pro záchyt částic menších než 3 mikrony. Jsou vhodné jako 2. stupeň čištění ve VZT jednotkách. Jsou vhodné například pro školní nebo kancelářské budovy a stačí i pro nemocniční prostory. Vyhoví jako hlavní filtr pro většinu běžných provozů.

Skupina	Třída filtrace	Koncová tlaková ztráta	Střední stupeň odlučivosti (A_m) syntetického prachu (%)	Střední stupeň účinnosti (E_m) částic 0,4 μm (%)
Hrubý prach	G1	250 Pa	$50 \leq A_m < 65$	–
	G2		$65 \leq A_m < 80$	–
	G3		$80 \leq A_m < 90$	–
	G4		$90 \leq A_m$	–
Středně hrubý prach	M5	450 Pa	–	$40 \leq E_m < 60$
	M6		–	$60 \leq E_m < 80$
Jemný prach	F7	450 Pa	–	$80 \leq E_m < 90$
	F8		–	$90 \leq E_m < 95$
	F9		–	$95 \leq E_m$

Tabulka č.1 - Klasifikace vzduchových filtrů [13]

Speciální třídy jsou:

- **E10 - E12** - tzv. EPA (Efficient Particulate Air filter – efektivní vzduchový filtr). Jsou to filtry používané například pro operační sály. Své využití mají také ve výrobě potravin a léčiv.
- **H13 - H14** - tzv. HEPA (High-Efficient Particulate Air filter – vysoce efektivní vzduchový filtr). Filtry pro použití do sterilních prostor a vzduchových kanálů s nejvyšším stupněm čištění vzduchu pro vysoce náročné provozy jako je optika, farmaceutika a elektronika.
- **U15 - U17** - tzv. ULPA (Ultra Low Penetration Air filter – vzduchový filtr s velmi nízkou penetrací). Používány do tzv. Cleanrooms a gloveboxů. Jde zřejmě o nejjemnější běžně dostupný a používaný typ filtru. [13]

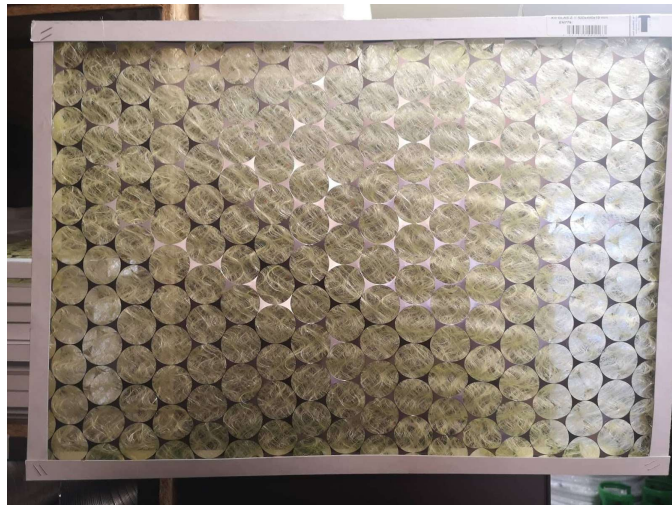
Skupina filtrů	Třída filtrace	Celková hodnota účinnosti (%)	Celková hodnota průniku (%)
Skupina E EPA	E10	≥ 85	≤ 15
	E11	≥ 95	≤ 5
	E12	$\geq 99,5$	$\leq 0,5$
Skupina H HEPA	H13	$\geq 99,95$	$\leq 0,05$
	H14	$\geq 99,995$	$\leq 0,005$
Skupina U ULPA	U15	$\geq 99,999\ 5$	$\leq 0,000\ 5$
	U16	$\geq 99,999\ 95$	$\leq 0,000\ 05$
	U17	$\geq 99,999\ 995$	$\leq 0,000\ 005$

Tabulka č.2 - Klasifikace speciálních vzduchových filtrů [13]

4.3. Dělení filtrů dle konstrukce

4.3.1. Rámečkový filtr

Je to vzduchový filtr skládající se z filtrační vložky uzavřené v rámu z papíru, plastu či kovu. Standardní rámečkové filtry se vyrábí o tloušťce do 150 mm. Filtrační vložky jsou obvykle vyrobeny z netkané textilie nebo papíru. Vyrábí se prakticky v celé škále tříd filtrace G2-U17.



Obrázek č. 6 - rámečkový filtr TROX GLAS Z 620x440x19

4.3.2. Kapsový filtr

Je to vzduchový filtr, který se skládá z kapsovité filtrační vložky uzavřené v rámu. Filtry se skládají z různého počtu kapes dle rozměrů potrubí.



Obrázek č. 7 - kapsový filtr šestikomorový

4.3.3. Uhlíkový filtr

Jedná se o filtr montovaný přímo do vzduchotechnického potrubí. Skvěle se hodí do chemického či potravinářského průmyslu, jelikož jeho hlavní předností je schopnost absorbovat nežádoucí pachy pomocí aktivního uhlí uvnitř filtru.

4.3.4. V Filtr

Skládá se z několika filtračních paketů nepropustně upevněných ke konstrukci filtru. Filtrační paket bývá vyroben ze slisovaných skleněných mikrovláken. Tento typ filtru má velmi pevnou konstrukci a umožňuje použití v turbulentním prostředí. Má využití spíš v autoprůmyslu než v budovách.

4.3.5. Kompaktní filtr

Je podobný kapsovému filtru, ale má napevno dané filtrační vložky. Obvykle se skládá z plastového nebo kovového rámu a vložky ze syntetických vláken, díky čemuž má mimořádnou odolnost.



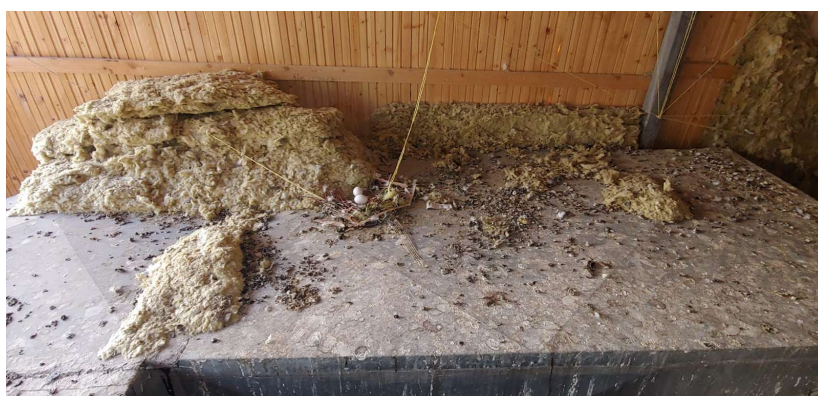
Obrázek č. 8 - kompaktní filtr čtyřkomorový [14]

5. Stav VZT zařízení ve stavební praxi

V této části bych rád podělil o několik fotografií a zážitků ze servisu VZT jednotek v rámci města Prahy a upozornil tak na fakt, že sebe kvalitnější zařízení funguje jen tak dobře a dlouho, jak dobře a pravidelně se o něj staráme.

5.1. Příklad 1

Zde vidíme, co se stane když instalujeme VZT zařízení do střešní “boudy”, kterou nezajistíme proti vniknutí holubů, kterých v Praze žije mnoho a se kterými je v podobných případech potřeba počítat.



5.2. Příklad 2

Zde můžeme vidět domovní šachtu, skrz kterou byl z prostoru restaurace vyveden na střechu odvod vzduchu. Ovšem ne pomocí VZT potrubí, ale přímo prostorem šachty. Možná není úplně na závadu v podobných případech využít potrubí a instalovat do něj tukový filtr.



6. Závěr

V rámci této studie jsem rozebral téma mikroklimatu budov, škodlivin a možností, jak jejich množství v našich obydlích omezit. Toto téma je aplikovatelné na celou řadu staveb od knihoven až po rodinný dům.

Pokud bych měl vypíchnout jednu informaci, kterou by si měl čtenář této práce odnést, tak by to bylo:

Volba vhodného systému větrání, který je opatřen správnými filtry a o který je náležitě pečováno nám může pomoci prožít naše životy ve zdravém a příjemném prostředí.

Zdroje

- 1) Energetické a ekologické systémy budov 2, Doc. Ing. papež CSc. a kol., 2007
- 2) Větrání, Prof. Ing. František Drkal, CSc., Doc. Ing. Vladimír Zmrhal, Ph.O., 2013
- 3) SKŘEHOT, Petr 2009 "Prevence nehod a havárií; 1.díl:Nebezpečné látky a materiály." ISBN 978-80-86973-70-8.
- 4) Větrání a klimatizace domů a bytů, Jaroslav Dufka, ISBN 80-247-0222-3
- 5) 2005 ASHRAE Handbook Fundamentals. Atlanta: ASHRAE, Inc., 2009
- 6) TZB-info. *vodní pára a její kondenzace v konstrukcích* [online]. 15.5.2006 [cit. 2022-5-10]. Dostupné z:
<https://stavba.tzb-info.cz/vlhkost-a-kondenzace-v-konstrukcich/3285-vodni-para-a-její-kondenzace-v-konstrukcich>
- 7) ČVUT FSv podklady předmětu 125VKB - Větrání a klimatizace budov
- 8) TZB-info. *Větrání bytových domů - Základy teorie větrání* [online]. 26.5.2010 [cit. 2022-5-15]. Dostupné z:
<https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-bytovych-domu/6507-vetrani-bytovych-domu-zaklady-teorie-vetrani>
- 9) TZB-info. *Systémy větrání obytných budov* [online]. 17.10.2011 [cit. 2022-5-15]. Dostupné z:
<https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-rodinnych-domu/7937-systemy-vetrani-obytnych-budov>
- 10) TZB-info. *Bytové větrání ve vztahu k produkci CO₂ vlhkosti a škodlivin (II)* [online]. 6.2.2006 [cit. 2022-5-15]. Dostupné z:
<https://vetrani.tzb-info.cz/vnitni-prostredi/3042-bytove-vetrani-ve-vztahu-k-produkci-co2-vlhkosti-a-skodlivin-ii>
- 11) JOKL, M. *Zdravé obytné a pracovní prostředí. 1. vyd. Praha: Academia, 2002. 261 s. ISBN 80-200-0928-0*
- 12) TZB-info. *Jaká je správná koncentrace CO₂ ve zdravé budově?* [online]. 9.7.2018 [cit. 2022-5-15]. Dostupné z:
<https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-skol/17612-jaka-je-spravna-koncentrace-co2-ve-zdrave-budove>
- 13) ČSN EN ISO 16890-1 *Vzduchové filtry pro všeobecné větrání - Část 1: Technické specifikace, požadavky a klasifikační metody založené na účinnosti odlučování částic (ePM)*. Praha, 2018.
- 14) IB Filtr. *Kompaktní filtry M5 - F9* [online]. [cit. 2022-5-15]. Dostupné z:
<https://ibfiltr.cz/Filtry/Filtry-pro-vzduchotechniku/Kompaktni-filtry>

Seznam obrázků a tabulek

Obrázek č.1 - Výsledek výzkumu stresových faktorů provedený odbory bank a pojišťoven v Německu

Obrázek č.2 - Zdroje vodní páry v objektu

Obrázek č.3 - Přirozené větrání objektu infiltrací okenních spár

Obrázek č.4 - Podtlakové větrání s přívodem vzduchu větracími otvory a odvodem vzduchu do společného potrubí. a) centrální systém b) lokální systém

Obrázek č.5 - Nucené rovnotlaké větrání s přívodem a odvodem větrací jednotkou se ZZT. a) centrální systém b) lokální systém

Obrázek č. 6 - rámečkový filtr TROX GLAS Z 620x440x19

Obrázek č. 7 - kapsový filtr šestikomorový

Obrázek č. 8 - kompaktní filtr čtyřkomorový

Další obrázky jsou z archivu autora.

Tabulka č.1 - Klasifikace vzduchových filtrů

Tabulka č.2 - Klasifikace speciálních vzduchových filtrů