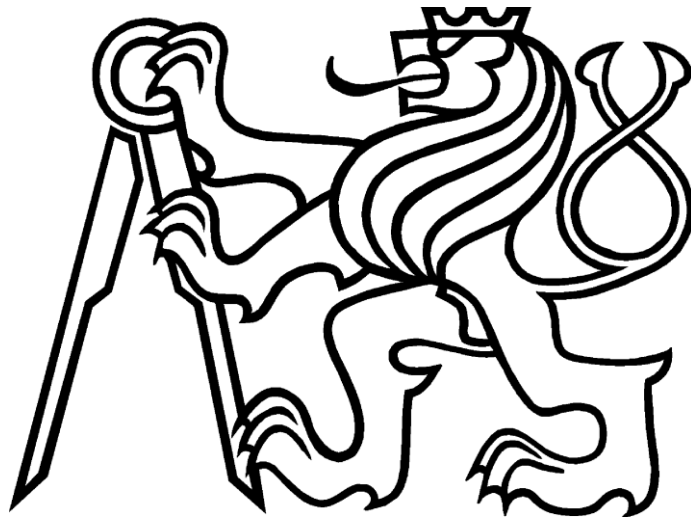


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracoval: Bc. Daniel Kocour

Vedoucí DP: Ing. Arch. Vojtěch Mazanec Ph. D

2023/2024



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Kocour** Jméno: **Daniel** Osobní číslo: **484516**
 Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**
 Zadávací katedra/ústav: **Katedra technických zařízení budov**
 Studijní program: **Budovy a prostředí**
 Studijní obor: **Budovy a prostředí**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Pokročilé systémy větrání a jejich aplikace v administrativní budově

Název diplomové práce anglicky:

Advanced air distribution and its application in an office building

Pokyny pro vypracování:

Práce bude složena ze dvou částí:

1) Teoretická část,

popisující pokročilou distribuci vzduchu a možnosti její aplikace v administrativní budově, spolu s možnými návaznými systémy vytápění a chlazení. Teoretická část bude zahrnovat zejména:

- rešerši současného stavu poznání o pokročilé distribuci vzduchu
- rozbor možných řešení a volbu vhodného systému
- komparaci systému se základním, již existujícím systémem větrání, vytápění a chlazení.

2) Projektová část,

zahrnující detailně zpracovaný projekt větrání, případně i projekty chlazení a vytápění v nižším stupni detailu. Projekt bude postaven na znalostech získaných v teoretické části a bude koncipován jako příprava pro aplikaci zvolených hypotetických jednotek pokročilé distribuce vzduchu, pokud pro zvolený systém nebude možné získat dostatečné specifikace.

Seznam doporučené literatury:

Chyský, Hemzal, Větrání a klimatizace-technický průvodce, BOLIT-B Press 1993
 Günter Gebauer, Helena Horká a Olga Rubinová, Vzduchotechnika, Era - vydavatelství 2005
 Současná oborná literatura na téma pokročilé distribuce vzduchu

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

Ing. arch. Vojtěch Mazanec, Ph.D. katedra technických zařízení budov FSV

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **03.10.2023**

Termín odevzdání diplomové práce: **8.1.2024**

Platnost zadání diplomové práce:

Ing. arch. Vojtěch Mazanec, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

prof. Ing. Karel Rebele, CSc.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Jiří Máca, CSc.
podpis konzultanta(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

6.10.2023

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Pokročilé systémy větrání a jejich aplikace v administrativní budově“ vypracoval samostatně a veškeré informační zdroje jsou uvedeny v seznamu použitých zdrojů a literatury.

V Praze dne 8.1.2024

podpis autora

Poděkování

Chtěl bych vyjádřit svoji vděčnost vedoucímu diplomové práce, panu Ing. Arch. Vojtěchu Mazancovi, Ph.D., za jeho laskavost, trpělivost, cenné připomínky, pravidelné konzultace a vedení během mé práce.

Dále mé upřímné díky směřuji k mé rodině a nejbližším přátelům za neocenitelnou podporu a vytvoření ideálních podmínek pro dokončení této práce.

**Pokročilé systémy větrání a jejich
aplikace v administrativní budově**

**Advanced air distribution and its
application in an office building**

Abstrakt

Diplomová práce se zaměřuje na návrh pokročilých systémů větrání s potenciálně navazujícími systémy vytápění a chlazení v dané administrativní budově. První část obsahuje teoretický rámec, zahrnující řešerši o pokročilé distribuci vzduchu, analýzu řešení a volbu vhodného systému pro konkrétní administrativní budovu. Dále je provedeno porovnání s již existujícím systémem větrání, vytápění a chlazení, který byl uplatněn v dané administrativní budově.

Ve druhé části je řešen projekt větrání a koncept vytápění/chlazení. Tato část zahrnuje půdorysy jednotlivých podlaží, svislé řezy, detaily, půdorys technické místnosti VZT, návrh VZT jednotek, výpočet tlakových ztrát ve VZT potrubí, výpočet tepelných ztrát a zisků, Molierův diagram pro úpravu vzduchu, návrh anemostatů a technické zprávy.

Klíčová slova

Personalizované větrání, administrativní budova, pokročilá distribuce vzduchu, vytápění, chlazení, nucené větrání

Abstract

The thesis focuses on the design of advanced ventilation systems with potentially related heating and cooling systems in a specific administrative building. The first part encompasses a theoretical framework, including research on advanced air distribution, analysis of solutions, and the selection of a suitable system for the particular administrative building. Additionally, a comparison is made with an existing ventilation, heating, and cooling system implemented in the specified administrative building.

In the second part, the thesis addresses the ventilation project and the heating/cooling concept. This section includes floor plans of individual floors, vertical sections, details, the layout of the HVAC technical room, design of HVAC units, calculation of pressure losses in HVAC ducts, calculation of thermal losses and gains, Mollier diagram for air treatment, design of air diffusers, and technical reports.

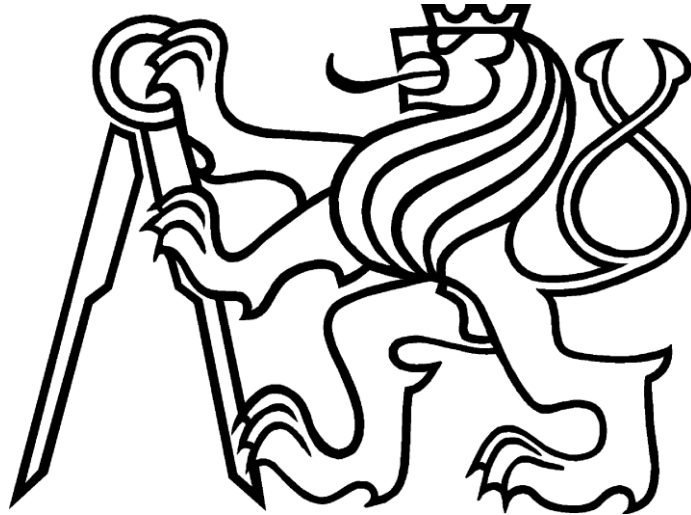
Keywords

Personalized ventilation, administrative building, advanced air distribution, heating, cooling, forced ventilation.

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Teoretická část

Vypracoval: Bc. Daniel Kocour

2023/2024

Obsah

1.	Úvod	11
1.1.	Současná důležitost tématu	11
1.2.	Normy a vyhlášky	12
2.	Současné problémy nuceného větrání	15
3.	Tradiční systémy nuceného větrání	17
3.1.	Rozdělení dle distribuce vzduchu:	17
3.1.1.	Směšovací systém	17
3.1.2.	Zaplavovací systém.....	18
3.1.3.	Vytěšňovací systém	18
3.2.	Návazné systémy vytápění a chlazení.....	19
3.2.1.	Vytápění.....	19
3.2.2.	Chlazení	20
4.	Personalizovaný systém nuceného větrání	21
4.1.	Výhody personalizovaného větrání.....	22
4.2.	Limity personalizovaného větrání.....	24
4.3.	Použití v budovách.....	25
4.3.1.	Stolní systém personalizovaného větrání.....	26
4.3.2.	Podlahový systém personalizovaného větrání	27
4.3.3.	Stropní vyústky personalizovaného větrání.....	28
4.3.4.	Personalizovaného větrání integrované do židle	28
4.4.	Efektivita distribuce vzduchu.....	29
4.5.	Návazné systémy vytápění a chlazení.....	30
5.	Návaznost na projektovou část.....	31
5.1.	Popis objektu.....	31
5.2.	Původní návrh administrativní budovy – převzato od firmy	31
5.2.1.	Vzduchotechnika	31

5.2.2.	Vytápění/chlazení	33
5.3.	Nový návrh administrativní budovy – vlastní návrh.....	34
5.3.1.	Vzduchotechnika	35
	Množství vzduchu pro jednotlivé systémy VZT	35
5.3.2.	Vytápění/chlazení	42
6.	Závěr.....	44
7.	Literatura	45

1. Úvod

Cílem této diplomové práce je navrhnout pokročilý systém větrání s možnými návaznými systémy vytápění a chlazení v zadané administrativní budově. Práce je rozdělena na teoretickou část, která zahrnuje popis pokročilé distribuce vzduchu spolu s návaznými systémy vytápění a chlazení v administrativní budově. Druhou částí je část praktická, kde bude zpracován detailní projekt větrání a koncept vytápění a chlazení.

Teoretická část obsahuje rešerši o pokročilé distribuci vzduchu, analýzu řešení a volbu vhodného systému pro danou administrativní budovu. Dále zahrnuje porovnání s již existujícím systémem větrání, vytápění a chlazení, který byl v této administrativní budově aplikován.

V praktické části jsou zahrnuty půdorysy jednotlivých podlaží, svislé řezy, detaily, půdorys technické místnosti VZT, návrh VZT jednotek, výpočet tlakových ztrát v potrubí, výpočet tepelných ztrát a zisků, Molierův diagram pro úpravu vzduchu, návrh anemostatů, návrh tlumičů hluku a technické zprávy.

1.1. Současná důležitost tématu

Vzduch, trvale přítomný a často opomíjený, je základním prvkem, který ovlivňuje naše každodenní životy mnohem více, než si uvědomujeme. V minulosti byly budovy často otevřené, a čerstvý vzduch tak mohl volně proudit bez zábran. Dnes, v éře zahuštěných měst a moderních technologií, se situace rapidně změnila.

V současné době strávíme v interiérech kolem 85-90 % našeho času, což výrazně zdůrazňuje význam kvality vnitřního prostředí. Stěny a okna, která nás obklopují, nyní slouží nejen k oddělení od vnějšího světa, ale i k izolaci tepla a zajištění vzduchotěsnosti. Zvýšená izolace a uzavřenost prostoru vyžadují nové přístupy k řešení těchto výzev. Tímto se otevírá nová kapitola v našem vztahu k vnitřnímu prostředí. Větrání a kvalita vzduchu uvnitř budov se stávají klíčovými otázkami, které ovlivňují naši pohodu i zdraví.

Zabývat se tímto tématem je nejen aktuální, ale i nezbytné pro naše pohodlí a zdraví. V dnešní době se velmi častěji objevuje pojem "Sick Building Syndrome," což je termín používaný k popisu situace, kdy lidé pracující nebo pobývající v určité budově začnou pociťovat různé zdravotní obtíže nebo symptomy spojené s prostředím, ve kterém

se nacházejí. Tyto symptomy mohou zahrnovat bolesti hlavy, únavu, podráždění očí, nosu nebo krku a další nejasné zdravotní potíže.

Příčiny Sick Building Syndromu mohou být různorodé. Mezi jeho hlavní faktory patří špatná ventilace, špatná kvalita vzduchu, chemické látky uvolňované z nábytku nebo stavebních materiálů, kontaminace vzduchu mikroorganismy (plísně, bakterie), špatné osvětlení nebo stresující pracovní prostředí. Právě z důvodu tohoto problému je klíčové věnovat pozornost tomuto tématu.

Jak roste význam umělých vnitřních prostředí a větrání, stává se stále naléhavějším najít způsoby, jak vytvořit prostředí, ve kterém se budeme cítit nejpřirozeněji a co nejzdravěji. Personalizované větrání, schopnost přizpůsobit proudění vzduchu individuálním potřebám, je jedním z možných směrů, který v současných podmínkách nabývá na významu.

Nicméně, v cestě k optimálnímu řešení narážíme na řadu výzev, včetně omezení normami, technickými parametry a nedostatkem dostupných informací. V důsledku těchto překážek na českém trhu zatím není dostatečné množství zařízení, která by nabízela personalizované řešení větrání. Proto považuji za důležité věnovat se tomuto tématu a přispět tak k vytváření prostředí, které přináší zdraví a pohodu. [1] [2]

1.2. Normy a vyhlášky

Respektování hygienických standardů je klíčové pro udržení kvality vnitřního prostředí budov. Tato kvalita je určena komplexním souborem fyzikálních, chemických a biologických parametrů. Je nezbytné zajistit dodržení stanovených limitů pro tyto faktory, aby se minimalizovalo zdravotní riziko pro obyvatele. V případech, kdy nelze stanovit "bezpečné limity" pro všechny škodliviny, je důležité definovat alespoň "přijatelné riziko". [3] [4]

K dosažení těchto cílů hraje klíčovou roli dostatečné větrání. Prostřednictvím větrání jsou škodliviny odvedeny z prostoru, nebo je alespoň snížena jejich koncentrace na úroveň nepoškozující lidské zdraví. I přes energetickou náročnost tohoto opatření a snahu o úsporu energie je nezbytné si uvědomit, že dodržení hygienických a provozních standardů musí mít vždy přednost před energetickými aspekty. [3] [4]

Platné předpisy

- **Zákon č. 183/2006 Sb.**, o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) v platném znění.
- **Zákon č. 262/2006 Sb.**, zákoník práce v platném znění.
- **Zákon č. 309/2006 Sb.**, o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

Konkrétní požadavky na kvalitu vnitřního prostředí v budovách jsou detailně specifikovány v prováděcích předpisech k hygienickým zákonům. Tyto předpisy nahradily původní hygienické směrnice a jsou vydávány vládou formou vyhlášek. [4] [3]

Typ prostředí	Předpis	Existují limity pro:
pracovní	NV č. 361/2007 Sb., ve znění NV č. 93/2012 Sb.	MKL, chemické látky a prašnost, osvětlení, větrání
stravovací	vyhláška č. 137/2004 Sb. ve znění č. 602/2006 Sb.	žádné limity neexistují
školské	vyhláška č. 343/2009 Sb.	MKL, osvětlení, větrání
pobytové	vyhláška č. 6/2003 Sb.	MKL, chemické látky a prašnost, výskyt mikroorganismů, výskyt roztočů
bazény, sauny	vyhláška č. 238/2011 Sb.	MKL, osvětlení, větrání, mikrobiální kontaminaci vody
vnitřní prostředí staveb	vyhláška č. 20/2012 Sb.	větrání, koncentrace CO ₂
Pozn.: NV = nařízení vlády MKL = mikroklima (teploty, relativní vlhkost, rychlost proudění vzduchu)		

Tab. 1 Platné předpisy stanovující limity pro jednotlivé faktory vnitřního prostředí [4]

Minimální množství venkovního vzduchu přiváděného na pracoviště

<p>„(2) Minimální množství venkovního vzduchu přiváděného na pracoviště musí být</p> <p>a) 25 m³/h na jednoho zaměstnance vykonávajícího práci zařízenou do třídy I nebo IIa podle přílohy č. 1 k tomuto nařízení, části A, tabulky č. 1 na pracovišti bez přítomnosti chemických látek, prachů nebo jiných zdrojů znečištění,</p> <p>b) 50 m³/h na jednoho zaměstnance vykonávajícího práci zařízenou do třídy I nebo IIa podle přílohy č. 1 k tomuto nařízení, části A, tabulky č. 1 na pracovišti s přítomností chemických látek, prachů nebo jiných zdrojů znečištění,</p> <p>c) 70 m³/h na jednoho zaměstnance vykonávajícího práci zařízenou do tříd IIb, IIIa nebo IIIb podle přílohy č. 1 k tomuto nařízení, části A, tabulky č. 1,</p> <p>d) 90 m³/h na jednoho zaměstnance vykonávajícího práci zařízenou do tříd IVa, IVb nebo V podle přílohy č. 1, části A, tabulky č. 1.“</p>

Tab. 2 Minimální množství venkovního vzduchu [3]

Tepelně vlhkostní podmínky

Třída práce	Energetický výdej M [W.m ⁻²]	$t_{o \text{ min}}$ nebo $t_{g \text{ min}}$ [°C]	$t_{o \text{ max}}$ nebo $t_{g \text{ max}}$ [°C]	Rychlost proudění v_a [m.s ⁻¹]	Relativní vlhkost Rh [%]
I	≤ 80	20	27	0,01 až 0,2	30 až 70
IIa	81 až 105	18	26		
IIb	106 až 130	14	32	0,05 až 0,3	
IIIa	131 až 160	10	30		
IIIb	161 až 200	10	26	0,1 až 0,5	
IVa	201 až 250	10	24		
IVb	251 až 300	10	20		
V	301 a více	10	20		

Tab. 3 Celoročně přípustné teploty na pracovišti dle NV č.93/2012 Sb. [3]

Třída práce	Druh práce	M (W.m ⁻²)
I	Práce vsedě s minimální celotělovou pohybovou aktivitou, kancelářské administrativní práce, kontrolní činnost v dozornách a velinech, 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, automatizované strojní opracovávání a montáž malých lehkých dílců, kusová práce nástrojářů a mechaniků, pokladní.	81 až 105
IIb	Práce spojená s řízením nákladního vozidla, traktoru, autobusu, trolejbusu, tramvaje a některých drážních vozidel a práce řidičů spojená s vykládkou a nakládkou. Převažující práce vstojem s trvalým zapojením obou rukou, paží a nohou - dělnice v potravinářské výrobě, mechanici, strojní opracování a montáž středně těžkých dílců, práce na ručním lisu. Práce vstojem s trvalým zapojením obou rukou, paží a nohou spojená s přenášením břemen do 10 kg prodavači, lakýrníci, svařování, soustružení, strojové vrtání, dělník v ocelárně, valcír hutních materiálů, tažení nebo tlačení lehkých vozíků. Práce spojená s ruční manipulací s živým břemenem, práce zdravotní sestry nebo ošetřovatelky u lůžka.	106 až 130

Tab. 4 Třídy práce podle průměrného energetického výdeje [3]

2. Současné problémy nuceného větrání

V současné době, kdy moderní budovy kladou důraz na energetickou účinnost a komfort obyvatel, musel se změnit způsob větrání. Z přirozeného větrání, které bylo po tisíciletí primárním způsobem, se přechází k nucenému větrání, které se stává standardním prvkem stavby. Obě tyto metody mají své specifické výhody, ale také problémy, a je důležité porozumět jejich rozdílům, abychom mohli vytvářet optimální vnitřní prostředí v budovách.

Přirozené větrání bylo v minulosti tradičním způsobem, jak zajistit oběh čerstvého vzduchu v budovách. Spočívalo v přirozeném proudění vzduchu skrz okna, otvory ve zdech či ventily. V době, kdy se toto větrání využívalo, se nedbalo na energetickou náročnost, a proto bylo vhodné. Zároveň řešení nebylo náročné na užívání a nevyžadovalo žádné dodatečné technické vybavení. S postupem času se pohled na úspory energií a kvalitu vnitřního prostředí změnil, a proto se přešlo na možnosti efektivnějšího řízení vnitřního prostředí.

Řešením této modernizace jsou nucené větrací systémy. Tyto systémy umožňují zajistit konstantní a přesné nastavení vnitřního prostředí. Využitím těchto systémů, které lze regulovat a programovat, můžeme udržet stabilní teplotu, vlhkost a další parametry vzduchu v místnosti. Další významnou výhodou je možnost filtrace vzduchu. Nucené větrací systémy často obsahují filtry, které eliminují částice prachu, pylu, alergeny a jiné nečistoty z přiváděného vzduchu. To má pozitivní vliv na kvalitu ovzduší a zdraví obyvatel, zejména v lokalitách s vysokým znečištěním ovzduší. To je klíčové zejména v komerčních prostředích, jako jsou kanceláře či obchodní centra, kde je nutné zaručit pohodlné a zdravé prostředí pro velké množství lidí.

Další výhodou nuceného větrání je energetická úspora za vytápění. U přirozeného větrání jsme měli velké tepelné ztráty větráním. Do objektu jsme pouštěli studený vzduch z venku, který jsme museli ohřát pomocí vytápěcích systémů. Zatímco u nuceného větrání nemáme skoro žádné tepelné ztráty větráním, a to i díky tomu, že využíváme zpětného získávání tepla z odpadního vzduchu. Je pravda, že úprava vzduchu a pohon ventilátorů nám zase zvyšují energetickou spotřebu za větrání, ale ta je několikanásobně menší než úspora, kterou dosáhneme za vytápění.

Nicméně, s přínosy nuceného větrání přicházejí i některé výzvy. Jedním z klíčových problémů jsou finanční náklady. Zařízení, ventilátory, filtry a další komponenty vyžadují investici do pořízení a montáže. K tomu je nutná pravidelná údržba a servisní práce, což představuje další náklady pro majitele budov. Přestože dlouhodobě může nucené větrání přinést úspory v energetických nákladech, prvotní investice může být významná. Nucené větrání vyžaduje také kvalifikovaný technický personál pro správnou instalaci, nastavení a údržbu. Bez odpovídajícího odborného know-how hrozí riziko neoptimálního fungování a ztráty potenciálu výhod, které toto řešení nabízí. Také je nutné brát v úvahu, že nucené větrání může vyžadovat komplexní regulace a monitorování. Moderní systémy často pracují s různými senzory a řídicími prvky, což vyžaduje sofistikované technické znalosti a schopnosti správného nastavení.

Je proto zásadní věnovat dostatečnou pozornost výběru, instalaci a údržbě nuceného větrání, a současně hledat inovativní řešení, která by mohla překonat tyto výzvy a maximalizovat přínosy tohoto moderního přístupu k větrání budov. Při srovnání s přirozeným větráním, které je tradičním a přirozeným způsobem oběhu vzduchu, nucené větrání nabízí řadu výhod, ale také řadu výzev a problémů. Nicméně v dnešní době se už bez nuceného větrání neobejdeme a je to klíčový krok k lepšímu vnitřnímu prostředí a k větším energetickým úsporám. [1]

3. Tradiční systémy nuceného větrání

Nucené větrání je klíčovým prvkem v moderních budovách, umožňujícím kontrolu proudění vzduchu a udržování kvality vnitřního prostředí. Hlavní výhodou tohoto systému je schopnost řídit kvalitu vzduchu a podmínky uvnitř budov. Nucené větrání hraje roli i při odvádění nepříjemných pachů a prevenci vzniku plísní a nadměrné vlhkosti. Naopak může přinášet vyšší energetické nároky v důsledku provozu ventilátorů. Důležité je též správné navržení a údržba systému, aby nedocházelo k problémům s kvalitou vzduchu.

Existují různé typy systémů nuceného větrání, zahrnující směšovací, zaplavovací a vytěšňovací metody. Jeden z konkrétních přístupů je personalizované větrání, kterým se v této práci detailně zabýváme.

3.1. Rozdělení dle distribuce vzduchu:

3.1.1. Směšovací systém

Směšovací systém nuceného větrání spočívá v mísení vnitřního vzduchu s proudy přiváděného vzduchu, což vede k rovnoměrné distribuci teploty a vlhkosti v prostoru. Tímto způsobem se dosahuje harmonického prostředí. Avšak nevýhodou tohoto systému je rozptýlení škodlivin a nečistot po celé místnosti. V porovnání s jinými systémy větrání, například se zaplavovacím, směšovací systém využívá vyšší rychlost přivodního proudu.

[5] [6]

Výhody:

- Rovnoměrná distribuce vzduchu
- Lze použít jednotný systém potrubí pro odvod i přívod
- Vhodný při přehřívání prostorů

Nevýhody:

- Větší energetická náročnost
- Omezená kontrola nad prouděním vzduchu
- Přenos škodlivin, pachů a infekcí

3.1.2. Zaplavovací systém

Zaplavovací systém nuceného větrání využívá proudění vzduchu na základě principu, že teplý vzduch stoupá a studený klesá. Klíčovým prvkem tohoto systému je nízká rychlost přívodního proudu, přičemž tento vzduch je zároveň chladnější než vzduch v místnosti. V systému zaplavování není vytvářena cirkulace vzduchu, protože vzduch v prostoru putuje vlivem tepelné konvekce kolem zdrojů tepla. [5] [6] [7]

Výhody:

- Nižší provozní náklady
- Méně složitý systém
- Efektivní při vyšších konstrukčních výškách – odvod horkého vzduchu
- Snižuje koncentraci škodlivin v místnosti

Nevýhody:

- Omezená kontrola nad prouděním vzduchu

3.1.3. Vytěšňovací systém

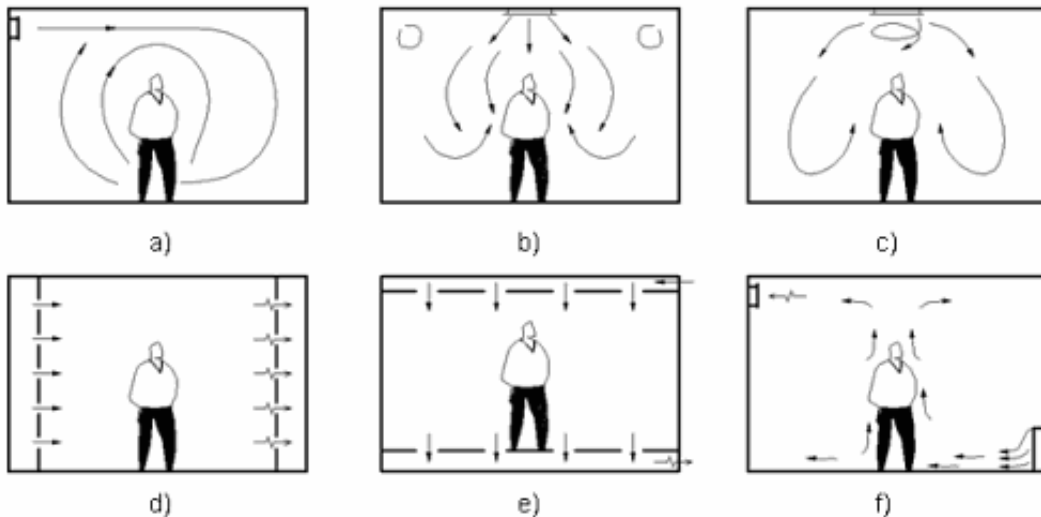
Vytěšňovací systém nuceného větrání představuje specifický přístup k řízení vzduchového prostředí v budovách. Tento systém pístovým způsobem přivádí čistý vzduch a tlačí znečištěný vzduch ven z místnosti. Je široce využíván v průmyslových, laboratorních a výrobních prostředích, kde je klíčové udržet vysokou kvalitu vzduchu a minimalizovat expozici nebezpečným látkám. [5] [6] [7]

Výhody:

- Efektivní pro odvod znečišťujících látek
- Lze použít jednotný systém potrubí pro odvod i přívod
- Cílená kontrola znečištění

Nevýhody:

- Vyšší provozní náklady
- Méně vhodný pro obecná větrání



Obr. 1 Obrazy proudění ve větraných místnostech [7]

Na obrázku můžeme vidět různé typy distribuce vzduchu, a), b), c) směšovací větrání; d), e) vytěšňovací větrání; f) zaplavovací větrání

3.2. Návazné systémy vytápění a chlazení

Pro tradiční systémy větrání můžeme využít různé systémy chlazení a vytápění, v závislosti na specifikacích provozu a dostupných zdrojích energie. Zde jsou některé z nevhodnějších systémů:

3.2.1. Vytápění

1. Stropní vytápění

Výhody stropního vytápění spočívají v rovnoměrném rozložení tepla v prostoru. Další významnou výhodou je absence koncových prvků, jako jsou například radiátory, což zase uvolňuje prostor. Stropní vytápění efektivně využívá energii.

Nevýhodou tohoto systému jsou vyšší počáteční náklady na instalaci a v průběhu užívání je obtížnější údržba. [8] [9]

2. Otopná tělesa

Výhodou otopných těles je ovladatelnost teploty v jednotlivých místnostech, další přínos představují relativně nízké náklady na instalaci.

Nevýhodou je, že mohou omezovat uspořádání nábytku a dekoraci v místnosti.

3. Podlahové vytápění

Podlahové vytápění je považováno za energeticky efektivní a komfortní možnost vytápění interiérů, a to zejména v kombinaci s kvalitní tepelnou obálkou budovy.

Výhodou je pocit teplé podlahy, což je velmi komfortní, dalšími výhodami jsou rovnoměrné vytápění, snížené náklady na energii v porovnání s konvenčními systémy.

Nevýhodou podlahového vytápění jsou vyšší počáteční náklady a delší doba reakce na změny teploty. [8] [9]

3.2.2. Chlazení

1. Stropní chlazení

Systém má výhodu v rovnoměrném rozložení chladu. Dalšími pozitivními aspekty jsou minimalizace kondenzace a uvolněný prostor ve srovnání s klasickými chladicími jednotkami.

Nevýhodou stropního chlazení jsou vyšší počáteční náklady na instalaci. [8] [9]

2. Ventilátorové jednotky (tzv. fancoil)

Fancoily jsou flexibilní a mohou být instalovány ve více místnostech nebo zónách v budově, což umožňuje individuální řízení teploty. Obvykle mají fancoily nižší úroveň hluku ve srovnání s některými alternativními systémy, což může být výhodné pro klidné pracovní nebo obytné prostředí.

Nevýhodou fancoilů je pravidelná údržba, včetně čištění filtrů a pravidelné kontroly chladicího média. Dále může být nevýhodou koncový prvek, který vyžaduje dostatek prostoru pro umístění.

3. Split systém

Největší výhodou split systému je rychlé chlazení, dalšími benefity jsou možnost zónového chlazení a relativně nízké počáteční náklady.

Nevýhodou tohoto systému je viditelná klimatizační jednotka, což omezuje možnosti v návrhu interiéru.

4. Podlahové chlazení

Velkou výhodou tohoto chlazení, podobně jako u stropního chlazení, je rovnoměrné rozložení chladu, což vytváří pohodlné mikroklima. Některé systémy podlahového chlazení mohou být kombinovány s podlahovým vytápěním, což poskytuje flexibilitu v různých sezónách.

Nevýhodou tohoto systému je omezená schopnost rychlé změny teploty. Další nevýhodou je složitější montáž a následná údržba systému.

Každý z těchto systémů má své vlastní výhody a nevýhody a může být vhodný v závislosti na konkrétních podmínkách a potřebách. Velmi také záleží na zdrojích tepla a chladu. Pro tradiční systémy větrání bych osobně volil podlahové vytápění s kombinací fancoilů.

4. Personalizovaný systém nuceného větrání

"Personalizovaná ventilace, často označovaná jako personalizované větrání, představuje moderní přístup k řízení vnitřního prostředí v budovách. Oproti tradičním systémům, které větrají celé prostory stejně, personalizovaná ventilace klade důraz na individuální potřeby uživatelů. Hlavní myšlenkou personalizovaného větrání je zajistit čistý a chladný vzduch v dýchací zóně nebo alespoň v blízkosti každého uživatele.

Personalizované větrání má ve srovnání s celkovou objemovou distribucí vzduchu dvě důležité výhody: za prvé, jeho potenciál zlepšit kvalitu vdechovaného vzduchu, a za druhé, každému uživateli je svěřena pravomoc optimalizovat a řídit teplotu, průtok (místní rychlost vzduchu) a směr místně přiváděného personalizovaného vzduchu podle vlastních preferencí, čímž zlepšuje podmínky tepelného komfortu. [1] [10] [11] [12]

V tomto systému větrání jsou 3 důležité body:

1. Lokální přívod vzduchu

Hlavním cílem distribuce vzduchu je přesně a efektivně dodávat čerstvý vzduch přímo do oblasti uživatele. Ideální situací by bylo přivádět vzduch přímo do dýchacích zón jednotlivých osob a následně odvádět vznikající exhalace a škodliviny z těchto zón. Tento cíl lze dosáhnout optimálním umístěním vyústek přímo v jednotlivých oblastech, ať už se jedná o kancelářské prostory nebo prostředky veřejné dopravy. [1] [10] [11]

2. Ovládání ze strany uživatele

Pokročilá distribuce vzduchu se vyznačuje schopností snadno a přímo ovládat systém větrání, aby vyhovoval jednotlivým požadavkům uživatelů na komfort v každé zóně. Uživatelé by měli mít možnost nastavit vlastní parametry vnitřního prostředí co nejpřesněji, s přihlédnutím k hygienickým a ekonomickým standardům. Systém musí být dostatečně flexibilní, aby změny nastavení skutečně ovlivnily vnímaný stav vnitřního prostředí v dané zóně. Zároveň by však nastavení v jedné zóně nemělo negativně ovlivňovat ostatní zóny. [1] [10] [11]

3. Inteligentní řízení

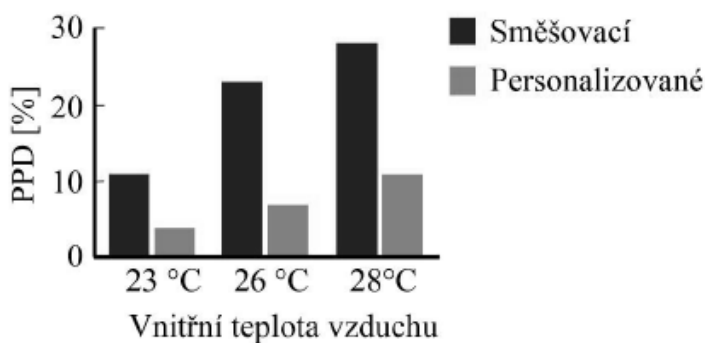
Důležitým bodem je propojení osobního větrání s řídicím systémem centrálního větrání budovy. Tímto způsobem lze efektivně získávat a uchovávat nezbytná data pro optimální nastavení. Bez této spolupráce by personalizované větrání ztratilo svou účinnost a výhody. [1] [10] [11]

4.1. Výhody personalizovaného větrání

Pokročilá distribuce vzduchu přináší řadu významných výhod, které výrazně přispívají k celkovému zlepšení prostředí a pohodlí uživatelů. Klíčovými benefity této technologie je především možnost individuálního nastavení vnitřního prostředí podle preferencí každého jednotlivce. To znamená, že každý uživatel má možnost mít prostředí, které mu nejlépe vyhovuje, což v konečném důsledku výrazně zvyšuje celkový komfort. Tato inovace je v souladu s novou evropskou legislativou, která klade důraz na uživatelský komfort a zdravé vnitřní prostředí. [1] [10] [11] [12]

Centrální systémy distribuce vzduchu sice vytváří jednotné prostředí pro celou místnost, avšak nikdy není možné vytvořit situaci, která bude vyhovovat všem. Ideálem centrálního systému je prostředí s co nejvhodnějšími předpokládanými podmínkami, jenže tento přístup zjednodušuje individuální rozdíly mezi lidmi, oblečením, zdravím, jejich činnostmi a požadavky. Zde vstupuje do hry osobní větrání, které klade důraz na individuální požadavky uživatelů a přináší jim čistý a upravený vzduch bez znečištění exhalacemi a pachy. Tím, že uživatelé mají možnost přizpůsobit si prostředí podle vlastních potřeb, se zvyšuje celkový komfort a spokojenost s vnitřním prostředím.

Personalizované systémy rychle reagují na změny ve vnějším i vnitřním prostředí a dokážou se rychle přizpůsobit. To je významný rozdíl oproti centrálnímu systému, který nemá možnost zachytit individuální potřeby uživatelů. [1] [10] [11] [12]



Obr. 2 Porovnání procenta nespokojených (PPD index) [1] [13]



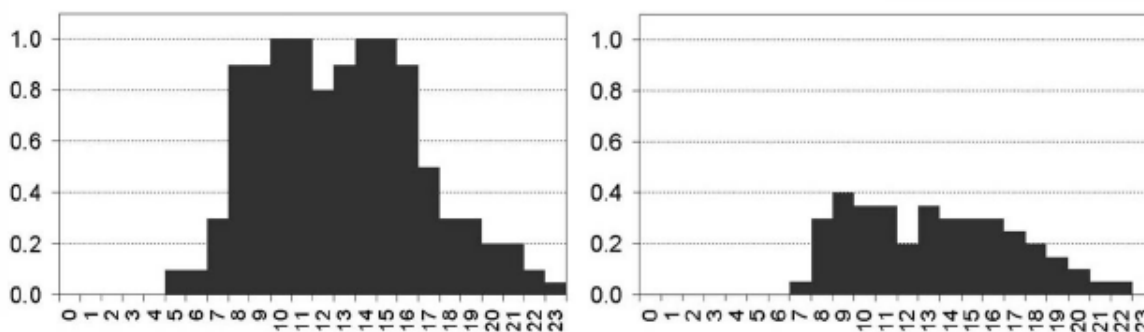
Obr. 3 Přenos virů chřipky a spalniček [1]

Porovnání personalizovaného větrání s ostatními typy větrání (směšovací, vytěšňovací) je ilustrováno na obrázcích. Na Obr.2 je zobrazeno srovnání procenta nespokojenosti (PPD indexu) při směšovacím a personalizovaném větrání. Z tohoto grafu vyplývá, že nespokojenost osob při personalizovaném větrání je několikanásobně nižší než u systému směšovacího. Na Obr.3 je prezentován přenos virů chřipek a spalniček při různých typech větrání. Z tohoto grafu lze vyčíst, že při větrání směšováním dochází k vysokému šíření infekce. U vytěšňovacího systému dojde k výraznému snížení, avšak u personalizovaného téměř k vymizení šíření virů.

Dalším významným faktorem je efektivní využití energie. Díky flexibilitě systému lze dosáhnout vysoké energetické účinnosti. Personalizované nastavení minimalizuje zbytečné spotřeby a umožňuje cílené využití větrání v jednotlivých částech prostoru. Tím dochází k optimalizaci energetických nákladů, což má pozitivní dopad na udržitelnost a ekonomiku provozu.

Jeden z příkladů úspory energie je specifický pro provoz konkrétního objektu, jelikož využívá možnost snížit množství vzduchu podle obsazenosti. Jednotlivá pracovní

místa jsou regulována uživateli a pokud jsou pracovní místa neobsazená, přívod vzduchu k nim bývá vypnutý. U vytížených provozů bude úspora téměř nulová, zatímco u provozů s nižší obsazeností se úspora může dostat až na desítky procent. Tuto situaci ilustruje graf na Obr.4, kde vidíme dva odlišné provozy. Na levé straně grafu je znázorněn provoz s vysokou obsazeností, zatímco na pravé straně máme provoz s nízkou obsazeností. U provozu s nízkou obsazeností je pravděpodobné, že úspora bude výrazná. [1] [10] [11] [12] [13]



Obr. 4 Porovnání obsazenosti dvou odlišných provozů [1]

V neposlední řadě přináší personalizované větrání významné zlepšení kvality vzduchu. Distribuce vzduchu do dýchacích zón jednotlivých osob zvyšuje čistotu vzduchu, což má pozitivní vliv na zdraví a pohodu uživatelů, zejména v prostředích s vysokou koncentrací lidí.

Celkově lze konstatovat, že pokročilá distribuce vzduchu přináší význačné vylepšení v oblasti uživatelského komfortu, energetické efektivity a kvality vnitřního prostředí. Tato technologie představuje klíčový krok směrem k modernizaci a optimalizaci provozu vnitřních prostor

4.2. Limity personalizovaného větrání

Personalizovaný systém větrání sebou nese mnoho výhod, ale také má své určité limity a nevýhody. Jedním z klíčových aspektů je potřeba investic do instalace samotného systému.

Centrální vzduchotechnika nabízí efektivní a dostupné prvky, které lze v současnosti aplikovat, od historických objektů a rekonstrukcí až po speciální designové aplikace. Kromě toho, i prvky, které byly dříve považovány za luxusní, se stávají cenově dostupnějšími. Ovšem, personalizované systémy přináší technologické výzvy.

Tyto systémy jsou technologicky náročnější a z hlediska investic nákladnější ve srovnání s centrálními systémy. [1] [10] [11] [13]

Tzn. že se tyto systémy kvůli finanční a technologické stránce moc nepoužívají a slouží spíše jako doplněk ke stávajícím centrálním vzduchotechnickým řešením.

Dalším aspektem jsou náklady spojené s údržbou a servisem. Personalizované větrací jednotky vyžadují pravidelnou údržbu, a často je třeba spolupracovat s odborníky na větrání, což může zvýšit náklady na provoz systému. Kromě toho je důležité zdůraznit potřebu senzorů a řídicích zařízení. Tyto komponenty jsou nezbytné pro správné fungování personalizovaného systému větrání a musí být správně nastaveny a udržovány.

Dalším významným omezením pro aplikaci personalizovaného větrání je legislativní rámec. Stávající legislativa je přizpůsobena centrální výměně vzduchu a navrhování systémů osobního větrání v současnosti představuje výzvu.

Projekční podklady a potřebné výpočetní nástroje pro tyto systémy nejsou vždy snadno dostupné. Informovanost odborné a laické veřejnosti o těchto technologiích je omezená.

Celkově lze říct, že personalizovaný systém větrání přináší mnoho výhod, ale je důležité zvážit také výše zmíněné limity a nevýhody, stejně jako zohlednit technologické možnosti na trhu, projekční podklady a legislativní rámec při jeho implementaci.

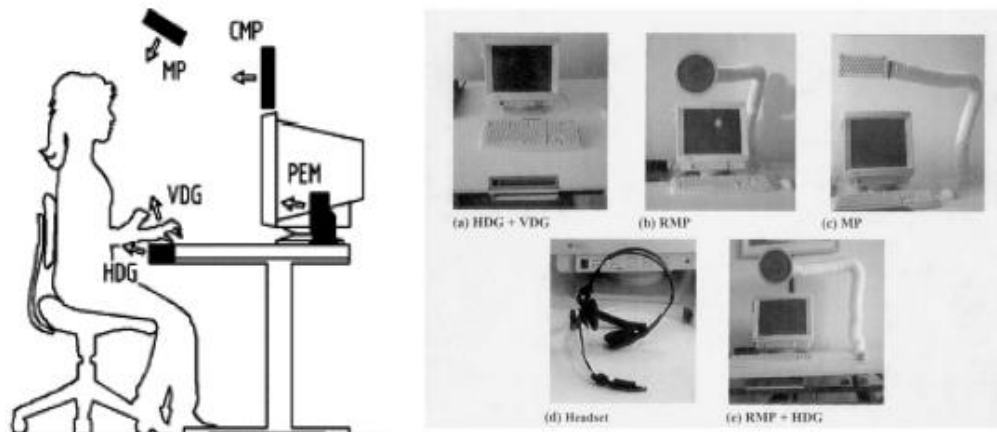
4.3. Použití v budovách

V praxi je personalizované větrání v budovách zatím spíše výjimkou než pravidlem. Stávající normy a předpisy většinou kladou důraz na celkovou výměnu vzduchu v prostorách, což omezuje možnosti individuálního nastavení větrání. Personalizovaná větrací řešení se převážně uplatňují v luxusních nemovitostech, kde je komfort uživatelů na prvním místě. Dále se personalizované větrání využívá tam, kde jsou technické překážky pro běžné distribuční metody. [1] [11] [12]

Ale i přesto bylo navrženo a testováno několik systémů personalizovaného větrání, mezi příklady patří stolní systém, větrání integrované do židle, podlahový systém, stropní tryska

4.3.1. Stolní systém personalizovaného větrání

Stolní systémy jsou většinou studovány s různými konstrukcemi napájecích soustav, (viz Obr.5). Tyto systémy jsou napojovány na centrální rozvody vzduchu, které přivádí upravený vzduch. Spokojenost uživatelů se obecně projevuje v tepelné, akustické kvalitě a ve kvalitě vzduchu. [12]



Obr. 5 Stolní personalizované ventilační systémy [12]

Začátky personalizovaného větrání vidíme v prvních prototypech, kde se pohyblivé prvky umísťovaly nad monitory (Obr.6). Díky těmto inovativním prvkům, byly následně představeny společností Exhausto nové designové prvky, které se začlenily do kancelářského prostředí (Obr.7). Tento produkt ovšem nebyl úspěšný a v současné době není na trhu.



Obr. 6 Jeden z prvních prototypů [12]



Obr. 7 Personalizované větrání společnosti Exhausto [12]

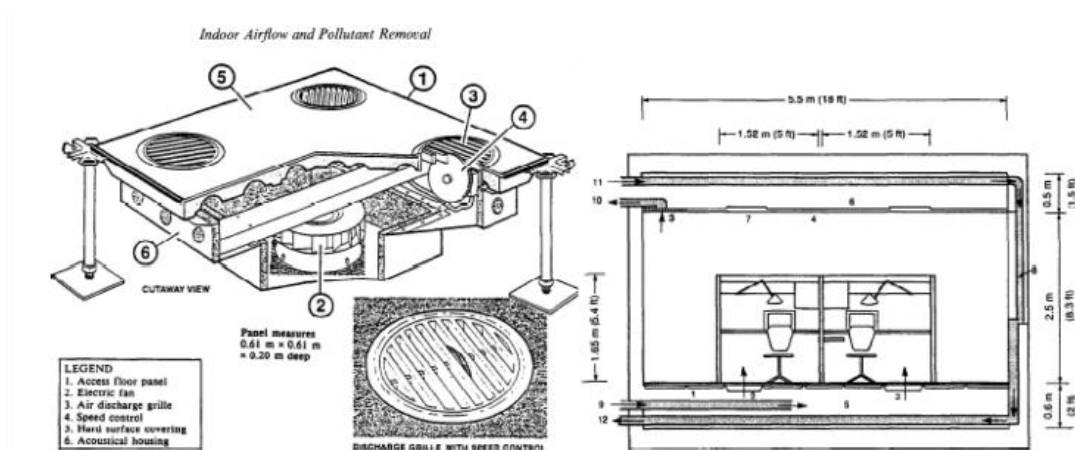
S dalším způsobem větrání přišel projekt TaskAir®, který integroval přívody vzduchu do kancelářských prostor pomocí nastavitelných vyústek (Obr.8). Bohužel tento způsob nebyl nikdy realizován, ale je tento systém dostupný.



Obr. 8 Personalizované větrání projekt TaskAir® [12]

4.3.2. Podlahový systém personalizovaného větrání

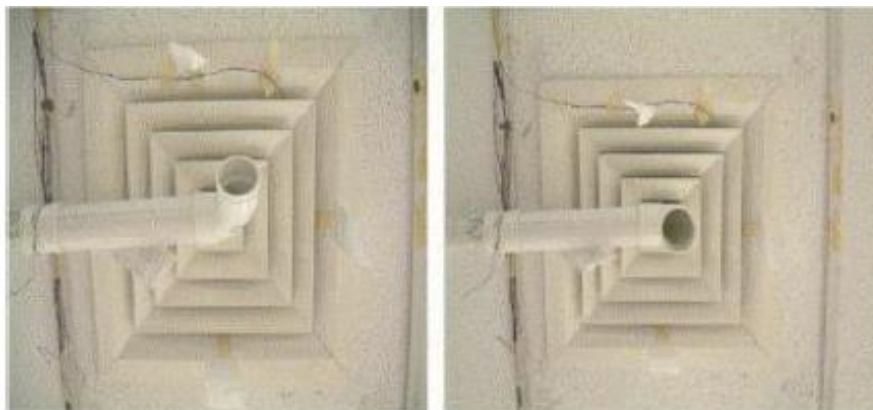
Podlahové personalizované systémy (Obr.9) se podobají principům podlahových výtlačných větracích systémů, ale jsou více zaměřeny na individuální řízení mikroprostředí. Vzduch se díky tepelnému vzlaku pohybuje od podlahy ke stropu.



Obr. 9 Podlahový personalizovaný ventilační systém [12]

4.3.3. Stropní vyústky personalizovaného větrání

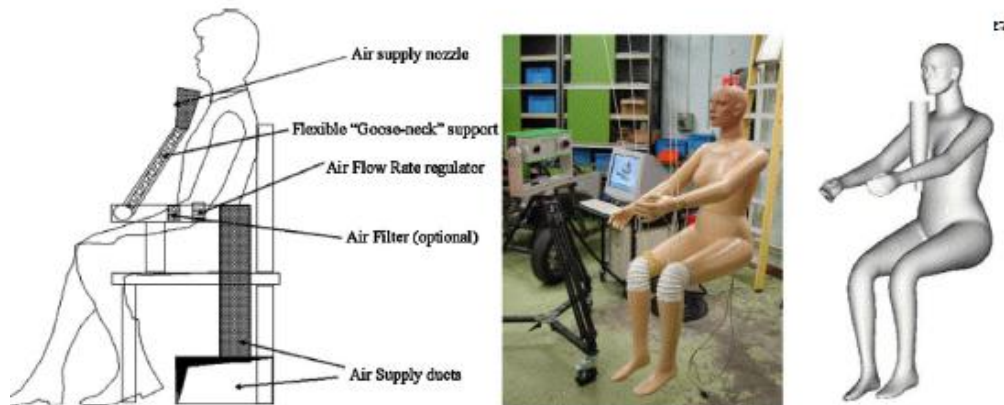
Stropní personalizovaný systém (Obr.10) je navržen z důvodu pohodlného propojení s běžným centrálním systémem. Tento systém nepotřebuje rozšíření vzduchových potrubí a má minimální dopady na uspořádání místnost. Nicméně, aby byl tento systém efektivní, je zapotřebí pracovat s vyššími rychlostmi vzduchu, což může vyústit v možný průvan a zvýšený hladinu hluku. To může představovat potenciální nevýhodu tohoto řešení.



Obr. 10 Systém stropních vyústek personalizovaného větrání [12]

4.3.4. Personalizovaného větrání integrované do židle

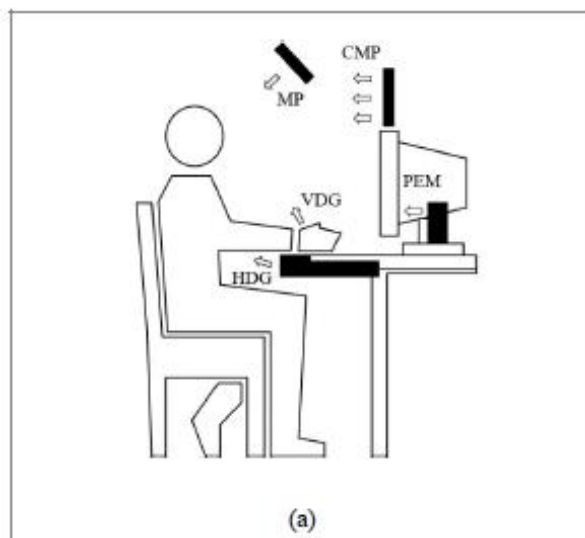
V systému personalizovaného větrání řízeném židlí (Obr.11), je výkon citlivý na polohu těla, pohyb a umístění koncového zařízení. Běžně se používá nízký průtok přiváděného vzduchu. V tomto systému je největší problém, že se jedná o mobilní kus nábytku, který je velmi těžké připojit na zdroj energie, případně na zdroj čerstvého vzduchu.



Obr. 11 Systém personalizovaného větrání řízené židli [12]

4.4. Efektivita distribuce vzduchu

Koncová zařízení přiváděného vzduchu používaná pro personalizované větrání jsou umístěna v blízkosti dýchací zóny osob. Byly testovány různé konstrukce koncových zařízení přiváděného vzduchu (Obr.12), které umožňují regulaci rychlosti proudění vzduchu a některé z nich i regulaci směru proudění.

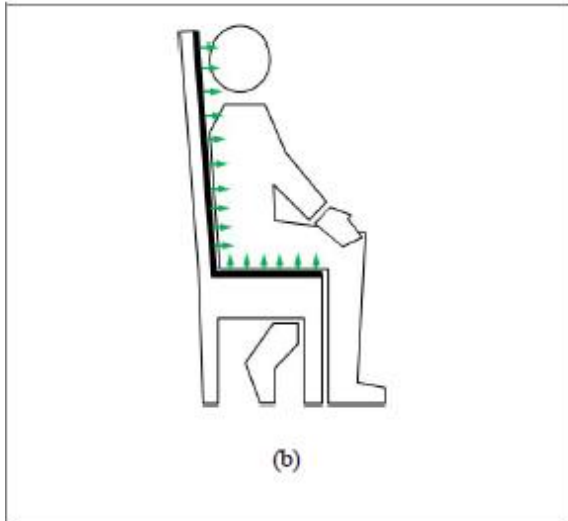


Obr. 12 Individuální větrání – příklady testovaných koncových zařízení pro přívod vzduchu [1] [14]

- PEM – Dvě malé trysky umístěné v zadní části stolu vytvářejí dva symetrické proudy vzduchu.
- HDG a VDG – Lineární difuzory umístěné na předním okraji stolu generují proud směrem k tělu osoby a vertikální proud mírně od osoby.
- MP – Koncové zařízení s obdélníkovým nebo kruhovým otvorem umístěné na pohyblivém rameni umožňuje měnit vzdálenost mezi koncovým zařízením a osobou, a také směr personalizovaného toku vzduchu.
- CMP – Ploché koncové prvky namontované na horní části monitoru počítače, který umožňuje měnit směr personalizovaného proudění ve vertikální rovině.

Bylo testováno několik dalších konstrukcí, jako je výtlačný koncový prvek umístěný pod stolem, systém ventilační věže a další konstrukce. [14]

System využívající textilní povrchy jako koncová zařízení pro přívod vzduchu pro personalizované větrání je konstrukce, která byla testována pro židle i lůžka (Obr.13).



Obr. 13 Personalizované větrání prostřednictvím textílie židle [1]

- U sedadla může být vzduch přiváděn přes krční opěrku, polštář za hlavou nebo přes část židle
- Vzduch může být účinně přiváděn do dýchací zóny sedící osoby pomocí trysek instalovaných na obou stranách opěrky hlavy
- Účinným způsobem, jak snížit množství přiváděného vzduchu k ventilaci, je odvádění vydechovaného vzduchu a tělesných zplodin před jejich smícháním se vzduchem v místnosti pomocí náhlavní soupravy a židle začleněné do osobního odsávání

Personalizovaná ventilace představuje inovativní přístup k řízení vnitřního prostředí a má potenciál výrazně zlepšit kvalitu života a práce uživatelů budov. [1]

4.5. Návazné systémy vytápění a chlazení

Tyto systémy vytápění a chlazení jsou identické s těmi uvedenými v kapitole 3.2. Návazné systémy vytápění a chlazení.

Pro personalizované větrání bych navrhoval kombinaci stropního vytápění a chlazení. Nicméně, jsou možné i jiné kombinace a každý systém má své výhody a nevýhody, přičemž optimální volba závisí na konkrétních typech budov a provozů.

5. Návaznost na projektovou část

V projektové části jsem převzal projekt administrativní budovy od firmy Metrostav, v němž již byly navrženy systémy větrání, vytápění a chlazení. Toto řešení jsem chtěl optimalizovat a vylepšit, a proto jsem přijal pouze architektonickou část projektu a na ní jsem navrhl vlastní řešení vzduchotechniky, vytápění a chlazení. Do mého návrhu jsem integroval personalizované větrání, kterým jsme se zabývali v teoretické části.

5.1. Popis objektu

Jedná se o objekt s 5 nadzemními a jedním podzemním podlažím, který je umístěn ve svahu. Podzemní podlaží je na severovýchodní straně zapuštěno do terénu, na jihozápadě je otevřeno do venkovního prostoru. V prvním podzemním podlaží (1.PP) se nachází prostory pro řízení výroby elektřiny a tepla (MaR), serverovna, rozvodny a sklady. V prvním nadzemním podlaží (1.NP) je aula, posluchárna s pódium a jednací místnost. Ve druhém až čtvrtém nadzemním podlaží (2.NP–4.NP) se nacházejí kanceláře a zasedací místnosti, a v pátém nadzemním podlaží (5.NP) je umístěna technická místnost – strojovna VZT. V každém patře, s výjimkou druhého nadzemního podlaží, jsou sociální zázemí. Od prvního nadzemního podlaží jsou jednotlivá patra propojena schodištěm a výtahem.

5.2. Původní návrh administrativní budovy – převzato od firmy

5.2.1. Vzduchotechnika

V objektu je navrženo nucené větrání. Pro větrání slouží vzduchotechnická jednotka nebo jednotlivé ventilátory. Systém větrání je rozdělen do těchto základních větracích zařízení:

- a) Zařízení č. 1 - Větrání administrativy
- b) Zařízení č. 2 - Větrání hygienického zázemí
- c) Zařízení č. 3 – Větrání CHÚC

a) Zařízení č. 1 - Větrání administrativy

Zařízení je určeno k větrání recepce, kanceláří, zasedacích místností a chodeb v celém objektu. Dále zajišťuje hygienické větrání schodiště. Kanceláře jsou větrány rovnoměrně s přívodem a odvodem vzduchu. Zasedací a jednací místnosti jsou v provozu dle přítomnosti osob. Množství vzduchu je regulováno na potrubí pomocí uzavírací klapky a regulátoru konstantního průtoku, přičemž celkové množství větracího vzduchu bude +4915/-4555 m³/h.

System je navržen jako mírně přetlakový. Větrání je zajišťováno centrální VZT rekuperační jednotkou umístěnou ve strojovně vzduchotechniky v 5.NP. Ovládání zařízení je prováděno nadřazeným systémem MaR. Nadřazený systém MaR je odpovědný za regulaci přívodu/odvodu vzduchu do zasedacích místností. V 1.NP a 4.NP je množství vzduchu regulováno systémem uzavíracích klapek s regulátory konstantního tlaku.

Přívod a odvod vzduchu do místností je zajištěn pomocí distribučních prvků, jako jsou vířivé anemostaty nebo talířové ventily. Převod vzduchu mezi prostory je realizován stěnovými nebo dveřními mřížkami, případně dveřmi bez prahu.

b) Zařízení č. 2 - Větrání hygienického zázemí

Odvětrání hygienického zázemí je koncipováno jako podtlakové. Hygienická zařízení v jednotlivých patrech jsou propojena se společným stoupacím potrubím, a odpadní vzduch je odtahován radiálním ventilátorem s EC motorem do kruhového potrubí. Ventilátor je umístěn pod stropem ve strojovně VZT v 5.NP. Na odbočkách v jednotlivých patrech jsou navrženy regulátory konstantního průtoku, které jsou vybaveny servopohony a budou se otevírat/zavírat (nebo řízeny skokově na hodnotu min./max.) v závislosti na přítomnosti osob.

Distribuce vzduchu je plánována pomocí talířových ventilů v podhledu místnosti. Přefuk vzduchu z okolních prostor do předsíně hygienického zázemí je řešen přes přeslechový stěnový průchod s hlukově izolovanými čelními panely. Dále je vyřešen přefuk přes dveřní mřížky nebo podřezáním dveří.

c) Zařízení č. 3 - Větrání CHÚC

Zařízení je určeno k větrání chráněné únikové (CHÚC), konkrétně hlavního schodiště v severovýchodní části objektu a předsíně 1.3 v 1.NP. Jedná se o CHÚC typu A. Množství vzduchu bylo stanoveno podle aktuálních požadavků požárních norem, což znamená

10-ti násobnou výměnu vzduchu pro CHUC A. Větrání CHUC je přetlakové a přívod vzduchu bude zajištěn přívodním ventilátorem umístěným na střeše schodiště. Na sání vzduchu v potrubí je navržena uzavírací klapka s vysokou izolační schopností – listy s tepelnými předěly. Uzavírací klapka je vybavena pohonem a je spřažena s ventilátorem. Přívod vzduchu je veden požárně izolovaným stoupacím potrubím šachtou TZB a distribuován do prostoru schodiště pomocí vyústek pro přívod vzduchu. Odvod vzduchu je navržen přes automaticky otevíratelné dveře v nejvyšším místě schodiště, tj. v 5.NP. Dveře jsou součástí dodávky stavby. Spouštění ventilátoru a otevření klapky a dveří je iniciováno požárním poplachem.

5.2.2. Vytápění/chlazení

Zdrojem tepla pro objekt je stávající výměňiková stanice umístěná v přilehlém objektu. Zdrojem chladu jsou tepelná čerpadla umístěná na střeše.

1. Vytápění

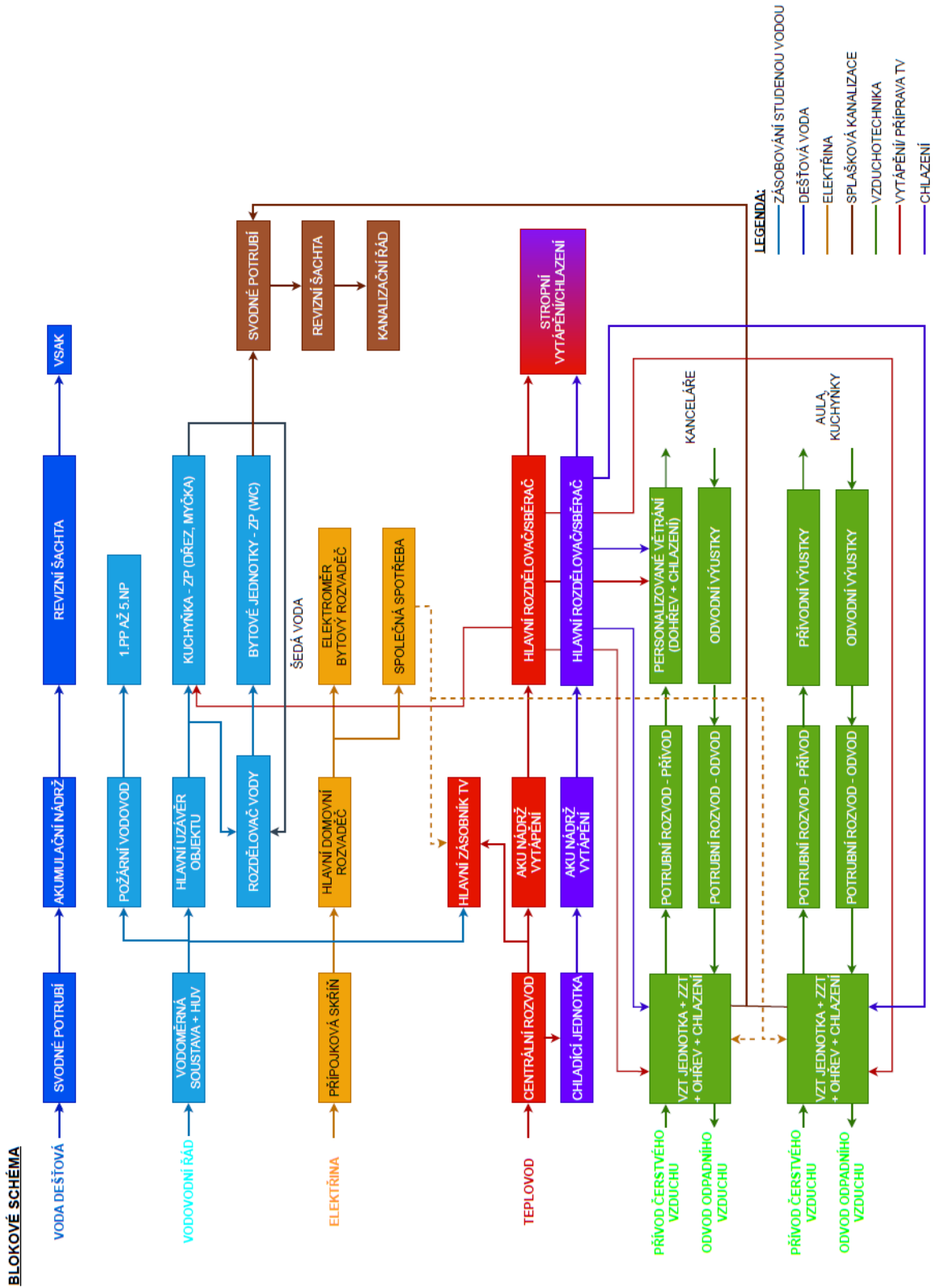
Ve stávajícím objektu administrativní budovy je na volném hrdle rozdělovače vestrojena nová topná větev pro vytápění řešeného objektu. Na topné větvi je osazeno čerpadlo s elektronickou regulací výkonu, regulační ventil STAD, uzavírací kohouty, trojcestný směšovací ventil a měřič tepla. Na větvi je v nejvyšším místě odvodu vzduchu. Potrubí je vedeno ve spádu tak, aby nedocházelo k zavzdušnění. V technické místnosti je osazen nový zásobník teplé vody. Hlavní rozvody jsou z ocelových trubek. Ze stoupačky v každém patře jsou vysazeny odbočky pro otopná tělesa. Na odbočce ze stoupačky je osazen kulový uzávěr a ruční regulační ventil.

2. Chlazení

Prostory, ve kterých je vyžadováno chlazení, jsou vybaveny chladicími cirkulačními jednotkami napojenými na venkovní kondenzační jednotky. Venkovní jednotky jsou osazeny na střeše objektu v úrovni 5.NP vedle strojovny VZT. V jednotlivých místnostech jsou chladicí jednotky převážně v nástěnném provedení výjimečně v kazetovém. Kazetové jednotky jsou osazeny do podhledu a vybavené čerpadlem kondenzátu. Nástěnné jednotky jsou osazeny s ohledem na interiérové vybavení a možnost odkanalizování. Venkovní jednotky jsou společně s vedením chladiva propojeny s vnitřními jednotkami i komunikačními kabely. Venkovní jednotky jsou s vnitřními propojeny přes rozbočovače chladiva. Rozvody jsou provedeny z mědi, přednostně v kuse, výjimečně pájeny natvrdo.

5.3. Nový návrh administrativní budovy – vlastní návrh

Koncept TZB



Obr. 14 Koncept TZB

Na Obr.14 vidíme blokové schéma konceptu TZB. Zdrojem tepla je teplovod, který vede poblíž administrativní budovy, jednotlivé místnosti jsou vytápěny pomocí stropních podhledů. Rozvod vzduchu jsem navrhnul jako nucené větrání. Koncové prvky jsou větrací mřížky v pracovním stole anebo anemostaty. K odvodu vzduchu slouží větrací mřížky.

5.3.1. Vzduchotechnika

Do objektu jsem navrhnul nucené větrání. V mém návrhu jsou 2 typy VZT, na podlaží 1.PP a 1.NP jsem navrhnul standartní směšovací větrání a volil jsem tak kvůli provozu v místnostech, které nejsou vhodné pro personalizované větrání. Ve zbytku podlaží je navržené personalizované větrání v kombinaci se směšovacím větráním. Personalizované větrání je provedeno pro kanceláře a směšovací větrání je pro zasedací místnosti a sociální zázemí, dále slouží jako podpora pro některé kanceláře, ve kterých je větší počet osob a mohlo by docházet k nadměrné tvorbě oxidu uhličitého.

Pro větrání budou sloužit vzduchotechnické jednotky nebo jednotlivé ventilátory. Systém větrání je rozdělen do těchto základních větracích zařízeních:

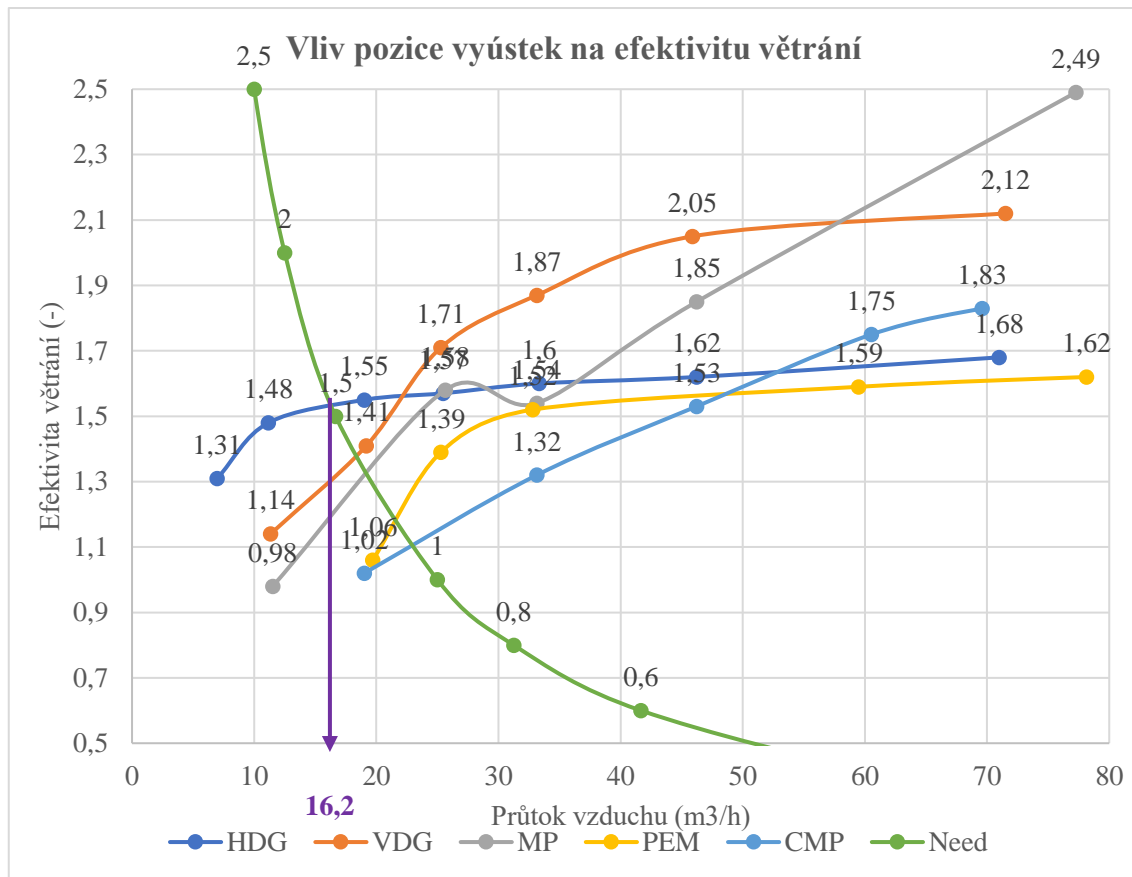
- a) Zařízení č. 1 - Větrání administrativy – personalizované větrání
- b) Zařízení č. 2 - Větrání administrativy – směšovací větrání
- c) Zařízení č. 3 – Větrání CHÚC

Množství vzduchu pro jednotlivé systémy VZT

Pro každý typ VZT jsem volil odlišné množství vzduchu. Pro směšovací větrání jsem standardně zvolil 25 m³/h na osobu, a pro personalizované jsem vybral hodnotu 17 m³/h na osobu.

Pro personalizované větrání jsem zvolil pozici výustek HDG, což jsou lineární difuzory umístěné na předním okraji stolu, vytvářející proud směrem k tělu osoby. Na základě studie vedené A. Melikovem [1] jsem zjistil, že optimální hodnota pro efektivní větrání (s hodnotou 1,0) je 16,2 m³/h na osobu. Tuto hodnotu jsem zaokrouhlil na 17 m³/h na osobu.

Oproti původnímu návrhu, kde celkové množství vzduchu činilo 4915 m³/h, je v novém návrhu množství vzduchu sníženo na 2800 m³/h, což představuje téměř poloviční množství vzduchu.

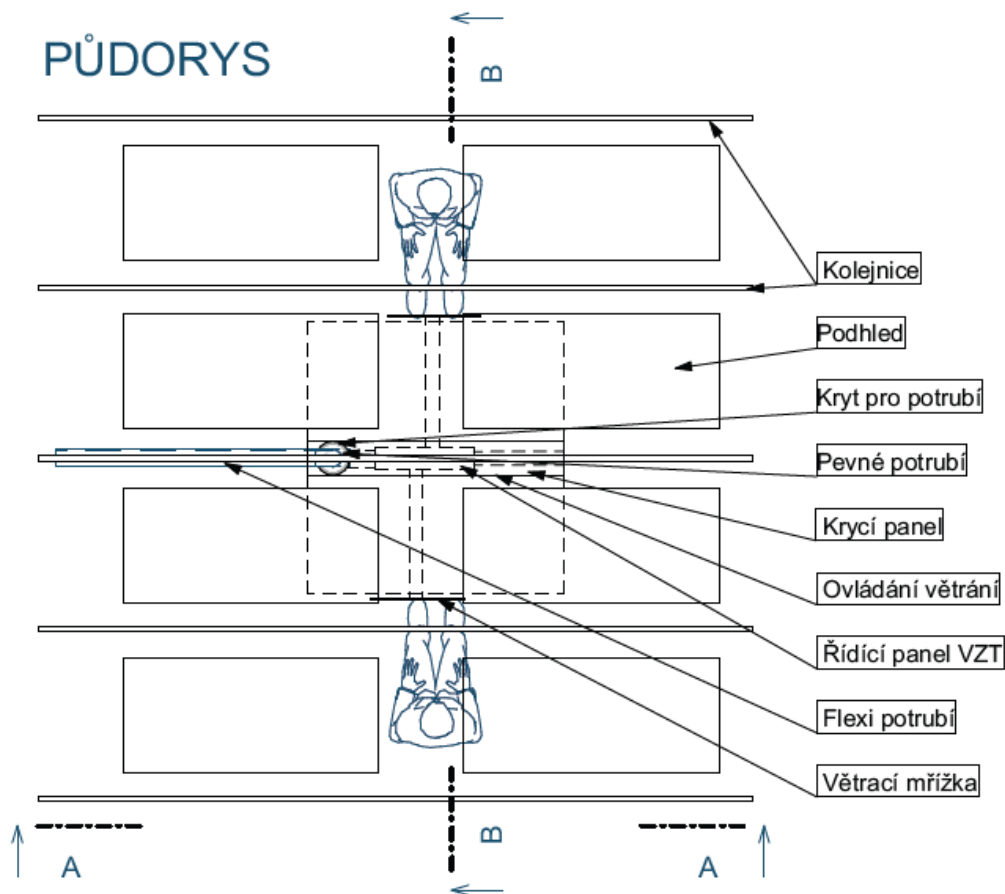


Obr. 15 Vliv pozice vyústek na efektivitu větrání

Graf (Obr.15), který jsem přebral, pochází z měření uvedených v článku "Personalized ventilation: evaluation of different air terminal devices" od A. Melikova [14]. Na tomto grafu jsme schopni pozorovat variabilitu efektivitu větrání v závislosti na poloze vyústek. Svislá osa grafu znázorňuje efektivitu větrání, zatímco vodorovná osa zobrazuje průtok vzduchu. Zelená křivka reprezentuje efektivitu větrání při různých průtocích vzduchu tak, aby odpovídala hodnotě 1,0. V konkrétním případě byla zvolena vyústka HDG, což odpovídá tmavě modré křivce. Linie spojující modrou křivku a zelenou křivku nám poskytuje informaci o minimálním množství vzduchu na osobu nezbytném pro dosažení efektivitu větrání 1,0.

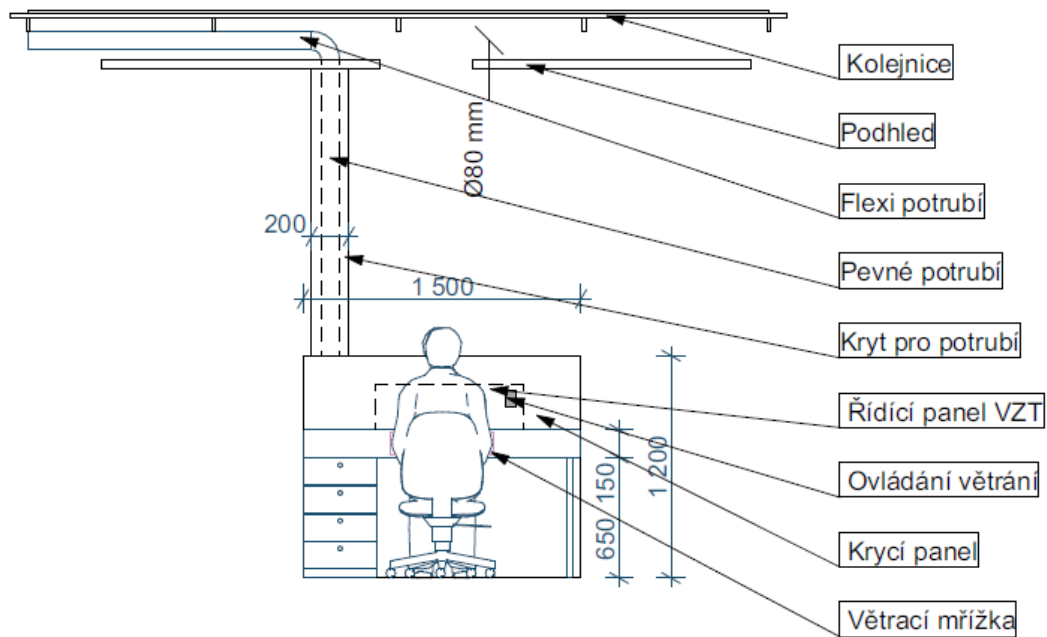
a) Zařízení č. 1 - Větrání administrativy – personalizované větrání

V návrhu tohoto systému jsem se zaměřil na kanceláře umístěné od podlaží 2.NP. S ohledem na potřebu manipulace s nábytkem a pracovními stoly jsem zavedl kolejnicový systém. Na těchto kolejnicích jsou umístěna flexibilní potrubí, která jsou připojena k pracovním stolům. Samotné pracovní stoly jsem koncipoval jako oddělené části, které se jednoduše spojují. Prvním prvkem je pracovní stůl obsahující integrované potrubí s větrací mřížkou. Dalším prvkem je dělicí panel, kde jsou skryty elektrické ohřívače a uzavírací klapky. Tento panel se připojuje mezi pracovními stoly. Posledním prvkem je svislý tubus s vertikálním potrubím. Tyto součásti dohromady vytvářejí pracovní stůl s personalizovaným větráním, k němuž je připojeno flexibilní potrubí. Tento systém můžeme vidět na Obr.16,17,18,19,20.



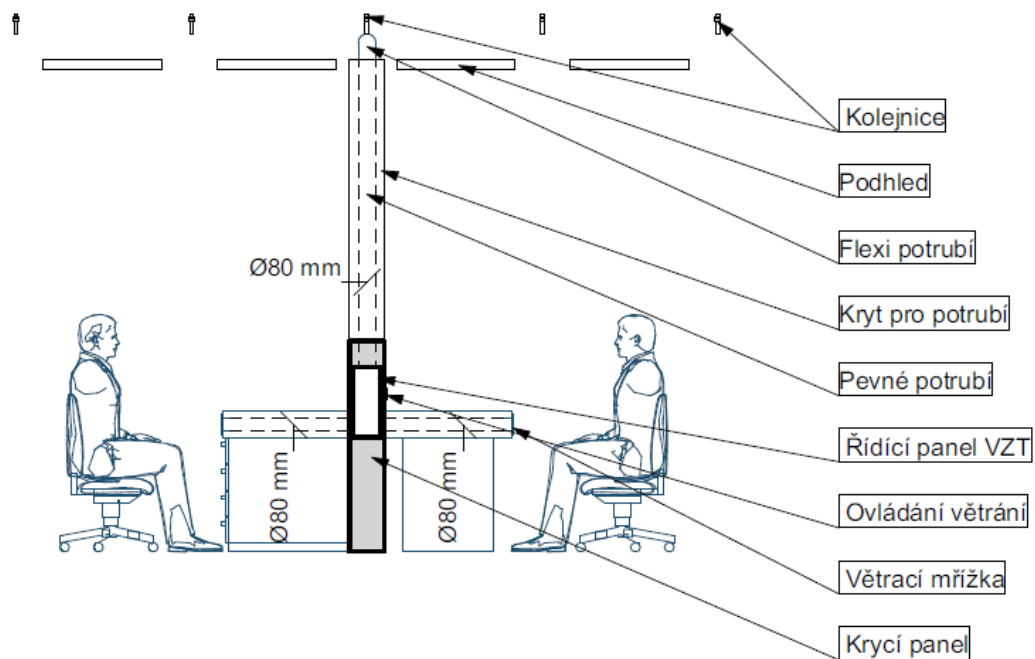
Obr. 166 Půdorys – systém personalizovaného větrání

ŘEZ A-A'

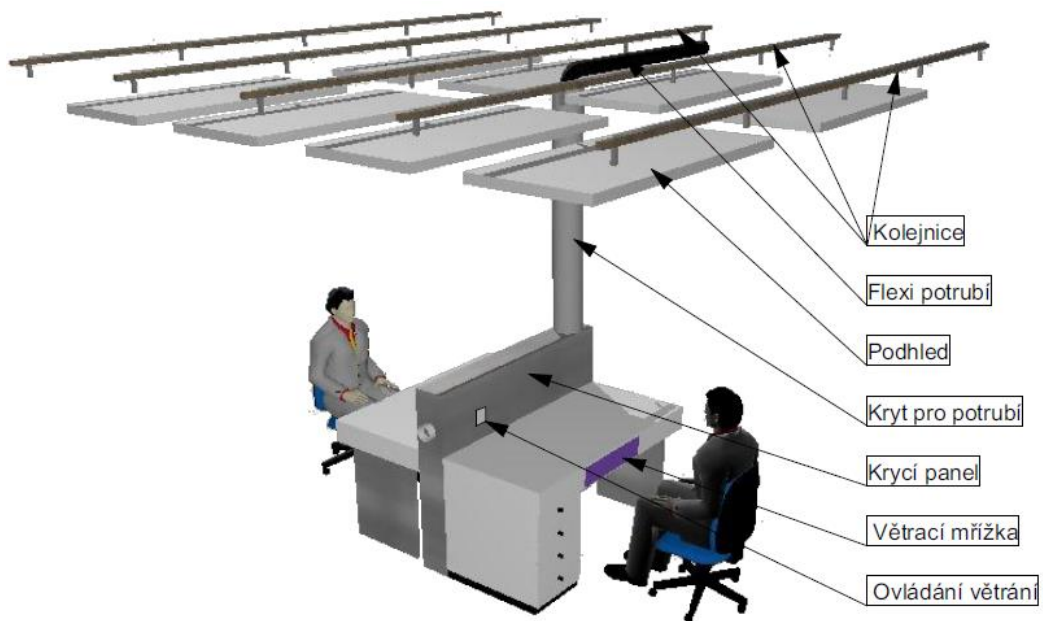


Obr. 177 Řez A-A' - systém personalizovaného větrání

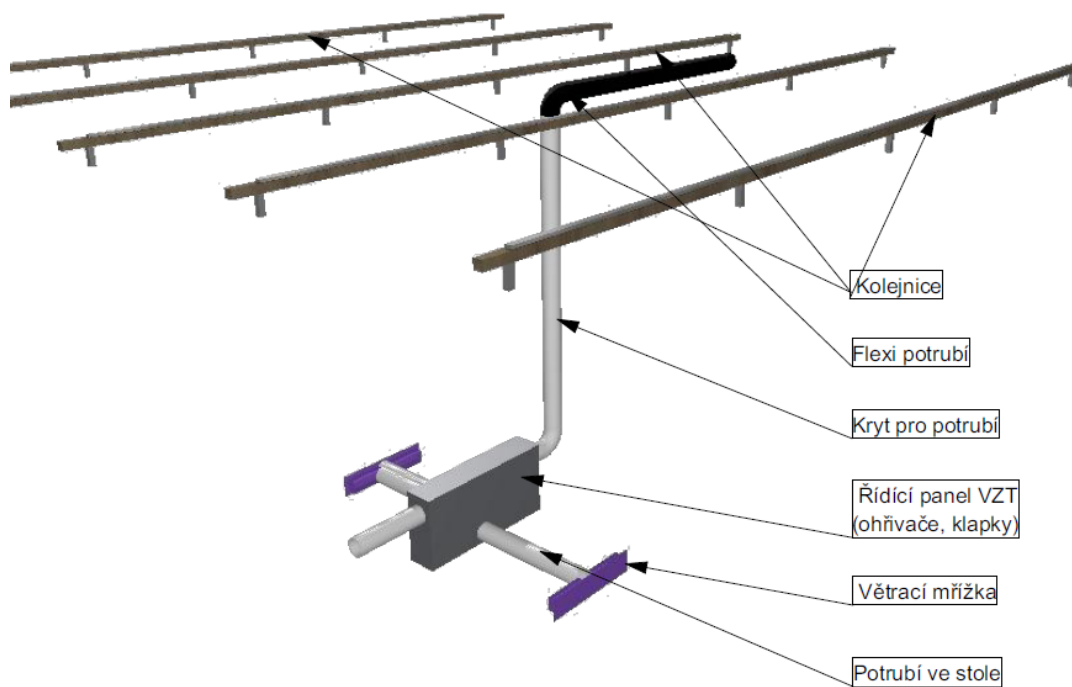
ŘEZ B-B'



Obr. 18 Řez B-B' - systém personalizovaného větrání



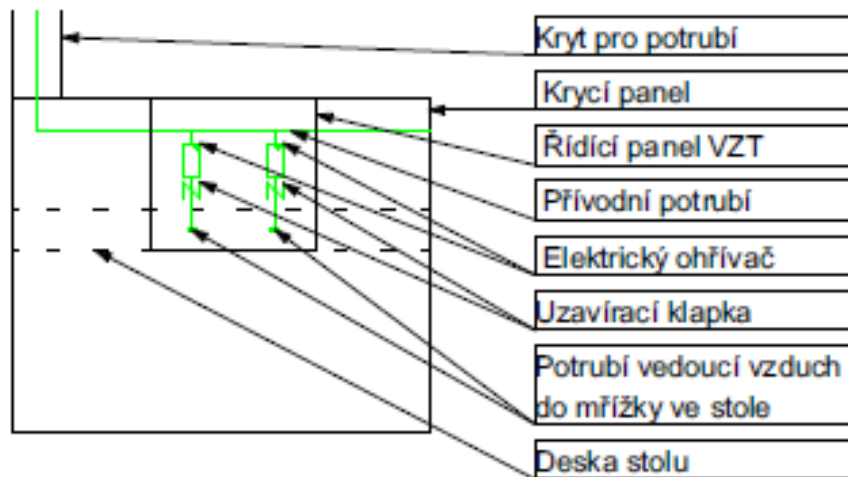
Obr. 19 3D model - systém personalizovaného větrání



Obr. 20 3D model - systém personalizovaného větrání - potrubí

V tomto výrobku jsem uvažoval s možností vypínání přívodu vzduchu a také s ohříváním přívodního vzduchu o + 6 °C pro každou osobu individuálně (Obr.21). Kvůli tomuto ovládání jsem navrhl jinou teplotu přívodního vzduchu, a to v zimě 18 °C a v létě 22 °C.

SCHÉMA BOXU



Obr. 21 Schéma řídicího boxu – personalizované větrání

Odvod vzduchu je řešen pomocí větracích mřížek, které jsou umístěny nad podhledem. Toto umístění jsem si mohl dovolit, protože jsem jako podhled navrhnul obdélníkové panely, které mezi sebou a mezi stěnami mají mezery (Obr.22), kterými může proudit odpadní vzduch.



Obr. 22 Použité pohledy v projektové části [15]

b) Zařízení č. 2 - Větrání administrativy – směšovací větrání

Směšovací větrání je navrženo po celém podlaží v 1.PP a 1.NP, v dalších podlažích je toto větrání použito v zasedacích místnostech a sociálních zázemích. Dále je dovedeno jako podpůrné větrání pro kanceláře s větším počtem osob, aby nedocházelo k nadměrné produkci oxidu uhličitého.

Pro přívod vzduchu jsou použity anemostaty VVPM a pro odvod vzduchu větrací mřížky, které ústí nad podhledem. Pro podpůrný přívod vzduchu do kanceláří jsou navrženy větrací mřížky.

c) Zařízení č. 3 – Větrání CHÚC

Od 1.NP do 5.NP se v objektu nachází CHÚC typu A. Množství vzduchu je určeno dle aktuálních požadavků požárních norem, konkrétně jako desetinásobek výměny vzduchu pro CHUC A. Celkové množství větracího vzduchu činí 4000 m³/h. Výtah tvoří samostatný požární úsek a není zahrnut do výpočtu, protože neslouží k přepravě osob při požáru.

Větrání CHUC je řešeno jako přetlakový systém, kde přívod vzduchu je zajištěn přívodním ventilátorem umístěným na střeše schodiště. Pro kontrolu sání vzduchu v potrubí je navržena uzavírací klapka s vysokou izolační schopností, která je ovládána pohonem propojeným s ventilátorem. Odvod vzduchu je koncipován s automaticky otevíratelným světlíkem umístěným v nejvyšším bodě schodiště, tedy v 5.NP. Spuštění ventilátoru, otevření klapky a světlíku je řízeno signálem z požárního poplachu.

5.3.2. Vytápění/chlazení

Projekt vytápění a chlazení je v této fázi řešen pouze jako koncept, přičemž detailní provedení není součástí této práce. Zaměřuje se především na tepelné ztráty a zisky, schémata rozvodů potrubí v jednotlivých podlažích a technické listy systému stropních podhledů.

Zdrojem tepla pro vytápění byla převzata stávající výměňková stanice umístěná v přilehlém objektu, jak bylo specifikováno v původním návrhu. Pro zajištění chladu je použito systému chladících jednotek.

1. Vytápění a chlazení

Ve svém návrhu jsem se rozhodl využít stropní vytápění/chlazení, konkrétně pomocí stropních podhledů. Tyto podhledy jsou navrženy jako obdélníkové panely, ve kterých je integrováno potrubí pro přenos tepla nebo chladu. Panely mají mezi sebou mezery, které umožňují vést potrubí a zároveň poskytují možnost odvádět vzduch nad podhledy skrze větrací mřížky.

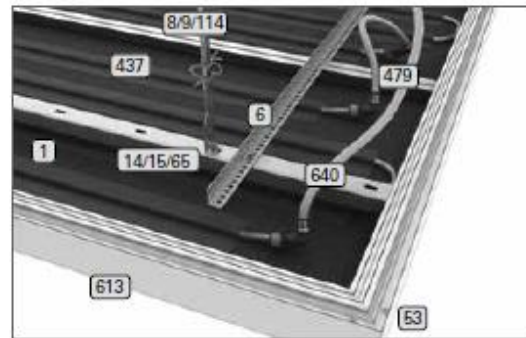
Tento přístup jsem zvolil s ohledem na flexibilitu místnosti. Panely jsou koncipovány tak, aby bylo možné mezi nimi vést potrubí a zajistit větrání. Tento design umožňuje manipulovat s uspořádáním nábytku, což se odráží v možnosti měnit dispozici pomocí mobilních příček. Kromě toho jsem zmiňoval v kapitole o personalizovaném větrání, že

v mém návrhu uvažuji o kolejnicích a vedení potrubí do nábytku skrz podhled, což je další výhodou tohoto řešení.

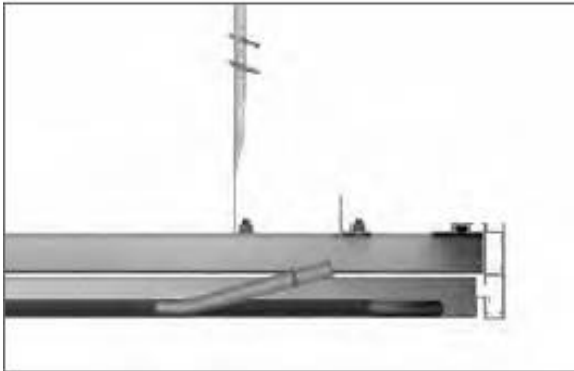
TECHNICAL DATA

Construction

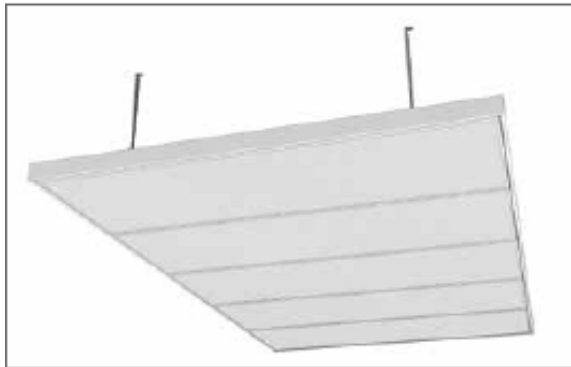
1	metal ceiling panel
6	L-profile 28
8/9/114	vernier suspension
14/15/65	screw connection
53	self-tapping screw raised countersunk head
437	heating/cooling coil
479	connecting/connection hose
613	aluminium frame profile
640	C-profile 50 as cross runner



Obr. 23 Detail komponentů v navrhnutém pohledu [15]



Obr. 24 Detail napojení navrhnutého pohledu [15]



Obr. 25 Pohled na navrhnutý pohledu [15]

6. Závěr

Cílem této práce bylo seznámit se s novým, rozvíjejícím se druhem větrání, a to je personalizované větrání. Následně byl tento druh větrání integrován do projektu administrativní budovy. V rámci této práce jsem se věnoval teoretickému rozboru známých systémů a porovnával jsem personalizované větrání s dalšími typy větrání, které se v současné době používají.

Osobně se mi velmi líbí myšlenka personalizovaného větrání a doufám, že v budoucnosti bude moci být implementována do skutečných projektů. Myslím si, že má mnoho výhod nejen z hlediska kvality vnitřního prostředí, ale také z finančního hlediska.

Ovšem v současné době ještě neexistují normy a vyhlášky, které by povolovaly tento způsob větrání jako samostatný systém. Proto je zatím navrhován spíše jako pomocný systém k jiným typům větrání. Dalším výzvou je nízké povědomí o tomto systému, což vede k nedostatku dostupných výrobků na trhu. Je důležité, aby se tento druh větrání postupně prosazoval a aby bylo více informací dostupných, což může napomoci k jeho širší akceptaci a implementaci.

7.Literatura

- [1] I. Mazanec, „Holistický pohled na personalizované větrání,“ Mazanec, Ing.arch.Vojtěch, Praha, 2020.
- [2] P. Ing. Daniel Adamovský, „Úvod do problematiky větrání.“.
- [3] NV_932012, „Nařízení vlády, kterým se mění nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění nařízení vlády č. 68/2010 Sb.“.
- [4] NV_3612007, „Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci“.
- [5] P. Ing. Daniel Adamovský, „Základy distribuce vzduchu. Úvod do problematiky vlhkého vzduchu.“.
- [6] A. K. M. A. K. C. Z. a. s. B. Yang, „A review of advanced air distribution methods - theory, practice, limitations and solutions“.
- [7] P. I. M. L. Ing. Vladimír Zmrhal, „Prvky větracích a klimatizačních zařízení (II) - 1. část,“ TZB-info, 23 4 2007. [Online]. Available: <https://vetrani.tzb-info.cz/vzduchotechnicka-zarizeni/4077-prvky-vetracich-a-klimatizacnich-zarizeni-ii-1-cast>.
- [8] „Vytápění – podlahové, nebo stropní?,“ TZB-info, [Online]. Available: <https://vytapani.tzb-info.cz/elektricke-vytapani/18083-vytapani-podlahove-nebo-stropni>.
- [9] „Podlahové či stropní vytápění?,“ REHAU, [Online]. Available: <https://zdravsichlazení.cz/stropni-vytapani/>.
- [10] J. T. a. O. B. K. José Joaquín Aguilera, „Predicting personal thermal preferences based on data-driven methods,“ Denmark.

- [11] S. G. a. E. M. Lars La Heij, „Personalized displacement ventilation as an energy-efficient solution for airborne disease transmission control in offices“.
- [12] I. D. M. Zhiqiang (John) Zhaia, „Insights on critical parameters and conditions for personalized ventilation“.
- [13] V. M. P. Ing. arch., „Pokročilá distribuce vzduchu pro tvorbu kvalitního vnitřního prostředí a možnosti úspory energie,“ Praha.
- [14] R. C. M. M. Arsen K. Melikov, „Personalized ventilation: evaluation of different air terminal devices,“ 2002.
- [15] Linder, „Brožura topné a chladící podhledy“.
- [16] P. Ing. Daniel Adamovský, „Nucené větrání, teplovzdušné vytápění. Větrání obytných budov.“.
- [17] I. Z. Mathauserov, „Hygienické požadavky na vnitřní prostředí staveb,“ TZB-info, 25 2 2013. [Online]. Available: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/9595-hygienicke-pozadavky-na-vnitri-prostredi-staveb>.
- [18] P. I. J. P. Ing. Vladimír Zmrhal, „Systémy větrání obytných budov,“ 17 10 2011. [Online]. Available: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-rodinnych-domu/7937-systemy-vetrani-obytnych-budov>.
- [19] P. M. Ing. Ivan Cifrinec, „Způsoby větrání bytových domů, jejich výhody a nevýhody,“ 26 5 2010. [Online]. Available: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-bytovych-domu/6507-vetrani-bytovych-domu-zaklady-teorie-vetrani>.
- [20] „Personalizované větrání openspace kanceláří,“ [Online]. Available: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/16723-personalizovane-vetrani-openspace-kancelari>.

Seznam tabulek

Tab. 1 Platné předpisy stanovující limity pro jednotlivé faktory vnitřního prostředí [4].....	13
Tab. 2 Minimální množství venkovního vzduchu [3].....	13
Tab. 3 Celoročně přípustné teploty na pracovišti dle NV č.93/2012 Sb. [3]	14
Tab. 4 Třídy práce podle průměrného energetického výdeje [3]	14

Seznam obrázků

Obr. 1 Obrazy proudění ve větraných místnostech [7]	19
Obr. 2 Porovnání procenta nespokojených (PPD index) [1] [13]	23
Obr. 3 Přenos virů chřipky a spalniček [1]	23
Obr. 4 Porovnání obsazenosti dvou odlišných provozů [1]	24
Obr. 5 Stolní personalizované ventilační systémy [12].....	26
Obr. 6 Jeden z prvních prototypů [12]	26
Obr. 7 Personalizované větrání společností Exhausto [12].....	27
Obr. 8 Personalizované větrání projekt TaskAir® [12]	27
Obr. 9 Podlahový personalizovaný ventilační systém [12].....	28
Obr. 10 Systém stropních vyústek personalizovaného větrání [12].....	28
Obr. 11 Systém personalizovaného větrání řízené židlí [12]	29
Obr. 12 Individuální větrání – příklady testovaných koncových zařízení pro přívod vzduchu [1] [14].....	29
Obr. 13 Personalizované větrání prostřednictvím textilie židle [1].....	30
Obr. 14 Koncept TZB	34
Obr. 15 Vliv pozice vyústek na efektivitu větrání	36
Obr. 16 Půdorys – systém personalizovaného větrání	37
Obr. 17 Řez A-A' - systém personalizovaného větrání	38
Obr. 18 Řez B-B' - systém personalizovaného větrání.....	38
Obr. 19 3D model - systém personalizovaného větrání	39
Obr. 20 3D model - systém personalizovaného větrání - potrubí	39
Obr. 21 Schéma řídicího boxu – personalizované větrání	40
Obr. 22 Použité pohledy v projektové části [15].....	41
Obr. 23 Detail komponentů v navrhnutém pohledu [15]	43
Obr. 24 Detail napojení navrhnutého pohledu [15].....	43
Obr. 25 Pohled na navrhnutý pohledu [15].....	43