

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STROJNÍ

ÚSTAV TECHNIKY PROSTŘEDÍ

PROJEKT KLIMATIZACE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Ledvinka** Jméno: **Lukáš** Osobní číslo: **419983**
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**
Zadávající katedra/ústav: **Ústav techniky prostředí**
Studijní program: **Strojirenství**
Studijní obor: **Technika životního prostředí**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Projekt klimatizace

Název bakalářské práce anglicky:

Desing of Air-Conditioning System

Pokyny pro vypracování:

Vypracujte projekt klimatizačního systému zadané budovy ve dvou variantách. Porovnejte obě řešení.

Seznam doporučené literatury:

Chyský, J.; Hemzal, K. a kol. Větrání a klimatizace. Technický průvodce. BOLIT B press, Brno 1993. ISBN 80-901574-0-8.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:


Ing. Miloš Lain, Ph.D., ústav techniky prostředí FS

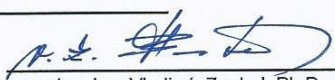
Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **26.04.2018**

Termín odevzdání bakalářské práce: **22.06.2018**

Platnost zadání bakalářské práce:


Ing. Miloš Lain, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce


doc. Ing. Vladimír Zmrhal, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry


prof. Ing. Michael Valášek, DrSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

26. 4. 2018

Datum převzetí zadání

Ledvinka

Podpis studenta

SOUHRN

Předmětem bakalářské práce je návrh vzduchotechnických jednotek pro polyfunkční objekt. Stanovení základních podmínek z hlediska dosažení mikroklimatických podmínek vnitřního prostředí a způsobu dosažení. To znamená přívod čerstvého a upraveného vzduchu do místností (nájemní jednotky, sklady, pasáž a recepce) a odebírání znehodnoceného vzduchu z hygienických místností, garáží a kuchyně. Tím se zajistí požadované vnitřní mikroklima v objektu.

KLÍČOVÁ SLOVA

Klimatizace, vzduchotechnika, multifunkční objekt, přirozené a nucené větrání

SUMMARY

The subject of Bachelor thesis is the design of ventilation units for multifunctional building. Determination of the basic conditions in terms of achieving the microclimate of the internal environment and the way it is achieved. This means the supply of fresh and conditioned air to the rooms (rental units, warehouses, passages and receptions) and the removal of deactivated air from the hygienic rooms, garages and kitchens. This ensures the required internal microclimate in the buildi

KEYWORDS

Air conditioning, ventilation, multifunctional object, natural and forced ventilation

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem: „Projekt klimatizace“ zpracoval samostatně pod vedením Ing. Miloše Laina, Ph.D., s použitím literatury uvedené na konci mé bakalářské práce v seznamu použité literatury.

V Praze dne 4. 7. 2018



Lukáš Ledvinka

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce, panu Ing. Milošovi Lainovi, Ph.D., za trpělivost a velmi cenné rady při vypracování této bakalářské práce a také firmě Petlach TZB a jejímu majiteli panu Ing. Jiřímu Petlachovi, že mi umožnili vypracování bakalářské práce. Také bych rád poděkoval svým rodičům, že mně umožnili studovat na ČVUT v Praze na fakultě strojní. A své přítelkyni, která mně s mými rodiči podporovala v mém studiu.

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH VELIČIN	8
1. ÚVOD	10
2. TEORIE VĚTRÁNÍ	11
2.1. Škodlivé látky	11
2.2. Požadavky na větrání.....	11
2.2.1. Normy a zákony	12
3. VĚTRACÍ ZAŘÍZENÍ	13
3.1. Přirozené větrání	13
3.1.1. Infiltrace	14
3.1.2. Provětrávání	14
3.1.3. Šachtové větrání	14
3.2. Nucené větrání	15
3.2.1. Celkové nucené větrání	15
3.3. Kombinace nuceného a přirozeného větrání	16
4. ANALÝZA OBJEKTU	16
4.1. Popis objektu	16
4.2. Popis interiéru	17
4.3. Předpoklady návrhu systému	18
5. ZÁKLADNÍ VÝPOČTOVÉ ÚDAJE	19
5.1. Vnější výpočtové údaje	19
5.1.1. Tepelně technické vlastnosti budovy	19
5.1.2. Maximální vnitřní tepelné zátěže klimatizovaných prostor	19
5.1.3. Předpokládané provozní doby	20
6. POŽADAVKY NA PROVOZ VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY...	20
6.1. Požadavky na mikroklimatické podmínky	20
6.2. Dimenzování zařízení z hlediska výměny vzduchu	21
6.3. Filtrace vzduchu	22
6.4. Maximální hodnoty hladin vzduchu	22
7. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ	23
7.1. Dimenzování vzduchovodu podle rychlosti	23
7.1.1. Výpočet kruhového potrubí.....	23
7.1.2. Výpočet hranatého potrubí	25

7.2. Dimenzování garáží	26
7.2.1. Způsoby větrání garáže	26
7.2.2. Výpočet provozního větrání garáže	27
7.3. Větrání komerčních ploch	30
7.4. Větrání bytových jednotek a ateliérů	31
7.5. Větrání technických prostor v suterénu	32
7.6. Opatření proti šíření škodlivin, hluku a vibrací	34
7.6.1. Prostředky ke snižování vibrací a přívodu hluku.....	34
7.6.2. Opatření proti šíření škodlivých látek a pachů	34
7.6.3. Protipožární opatření	34
8. POPIS JEDNOTLIVÝCH VZDUCHOTECHNICKÝ ZAŘÍZENÍ	36
8.1. Zařízení č. 1: Větrání komerčních prostor	36
8.2. Zařízení č. 2: Provozní větrání parkingu	40
8.3. Zařízení č. 3: Přívod vzduchu do kotelny.....	41
8.4. Zařízení č. 4: Odtah hygienického zázemí komerčních prostor	42
8.5. Zařízení č. 5: Odtah hygienického zázemí byty	43
8.6. Zařízení č. 6: Odtah čajové kuchyňky v komerčním prostoru	44
8.7. Zařízení č. 7: Větrání společných chodeb	44
8.8. Zařízení č. 8: Odtahy od digestoří – příprava	45
8.9. Zařízení č. 9: Odtah odpadky	45
8.10. Zařízení č. 10: Větrání elektrorozvodny	45
8.11. Zařízení č. 11: Odtah úklidové komory v 1.PP	46
8.12. Zařízení č. 12: Větrání skladů v 1.PP.....	46
8.13. Zařízení č. P.1: Požární větrání – CHÚC.....	47
9. ENERGETICKÉ NÁROKY.....	47
10. NÁVAZNOSTI NA OSTATNÍ PROFESE.....	47
11. VĚTRÁNÍ S REKUPERACÍ – CENTRÁLNÍ SYSTÉM	48
12. ZÁVĚR	51
13. PŘÍLOHY.....	53
14. SEZNAM VÝKRESOVÉ DOKUMENTACE	53
15. SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	54
16. SOUPIS POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ.....	55

SEZNAM POUŽITÝCH VELIČIN

Označení	Název veličiny	Jednotka
A_v	volná plocha	[m ²]
A_{zad}	rozměr potrubí zadané	[mm]
B_{skut}	rozměr potrubí skutečný	[mm]
B_{vyp}	rozměr potrubí vypočítané	[mm]
C_e	výpočtová koncentrace CO ve venkovním vzduchu	[ppm, cm ³ .m ⁻³]
C_p	nejvyšší přípustná výpočtová koncentrace CO	[ppm, cm ³ .m ⁻³]
$D_{ekv,w}$	ekvivalentní průměr k rychlosti	[mm]
D_{skut}	skutečný průměr	[mm]
D_{vyp}	vypočítaný průměr	[mm]
H	rozměr protidešťové žaluzie	[mm]
I	intenzita	[h ⁻¹]
L	rozměr protidešťové žaluzie hladina akustického tlaku	[mm] [dB]
P	počet stání v úseku	[-]
Q_v	množství přiváděného teplotně upraveného vzduchu	[m ³ .h ⁻¹ .m ⁻²]
\dot{Q}_k	měrné množství vzduchu přiváděného na 1 os.	[m ³ .h ⁻¹ /osoba]
R	tlakový spád	[Pa.m ⁻¹]
S	plocha	[m ²]
S_K	plocha připadající na 1 os. v rámci komerční plochy	[m ² /osoba]
U	součinitel prostupu tepla	[W.m ⁻² .K ⁻¹]
V	průtok	[m ³ .h ⁻¹]
V_C	celkový průtok	[m ³ .h ⁻¹]
V_{CO}	celková objemová emise CO	[m ³ .h ⁻¹]
$V_{CO j rov.}$	objemová emise CO všech vozidel při jízdě po rovině	[m ³ .h ⁻¹]
$V_{CO j rov.voz.}$	objemová emise CO jednoho vozidla po rovině	[m ³ .s ⁻¹ .voz.]
$V_{CO v}$	objemová emise CO všech vozidel při volnoběhu	[m ³ .h ⁻¹]
$V_{CO v voz.}$	objemová emise CO jednoho vozidla při volnoběhu	[m ³ .s ⁻¹ .voz.]
V_m	objem vnitřního prostoru úseku	[m ³]
V_{skut}	skutečný průtok	[m ³ .h ⁻¹]

\dot{V}_m	měrný průtok	$[\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{stání}]$
\dot{V}_n	objemový průtok za ventilátorem	$[\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}]$
\dot{V}_o	objemových průtoků vzduchu nuceně odváděného	$[\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}]$
\dot{V}_p	objemových průtoků vzduchu nuceně přiváděného	$[\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}]$
\dot{V}_1	objemový průtok koncové větve	$[\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}]$
W	zátopový výkon	$[\text{W} \cdot \text{m}^{-2}]$
f	frekvence výměny vozidel	$[\text{h}^{-1}]$
h	výška	$[\text{m}]$
i	současnost	$[-]$
m	konstanta	$[-]$
n	konstanta	$[-]$
$t_{jc \text{ rov.}}$	celková doba jízdy všech vozidel v úseku po rovině	$[\text{s} \cdot \text{h}^{-1}]$
t_{vc}	celková doba volnoběhu všech vozidel v úseku	$[\text{s} \cdot \text{h}^{-1}]$
w	rychlost	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$
w_n	rychlost za ventilátorem	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$
w_{skut}	skutečná rychlost	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$
w_1	rychlost koncové větve	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$
ε	součinitel větrací rovnováhy	$[-]$
π	obecné označení kritéria	$[-]$
τ_p	parkovací doba jednoho vozidla	$[\text{h}]$

1. Úvod

V dnešní době je pro člověka důležité, aby se cítil v obytných prostorech a kancelářích dobře. Tohoto pocitu můžeme docílit tehdy, pokud je ve větraném prostoru zajištěna pohoda prostředí pro člověka. Zvyšujeme tím pracovní aktivitu nebo možnost dobrého odpočinku. Dýchat čistý vzduch je nutnost. V místech, kde to není možné, se hůře pracuje a špatně odpočívá. Má to velký dopad na zdraví člověka. [1] V posledních letech, kdy trávíme veškerý čas v obytných prostorech a kancelářích důležité aby, jsme se zde cítili pohodlně.

Tepelná pohoda prostředí znamená, že člověk nemá pocit zimy a tepla. Pohodu prostředí ovlivňuje tepelný stav daný teplotou vzduchu, prouděním, vlhkostí a čistotou vzduchu a dalšími parametry. Tepelnou pohodu můžeme zajistit mnoha způsoby. Z hlediska teploty v prostoru například teplovzdušným vytápěním. Ale co se týká čistoty vzduchu tak to můžeme zajistit například přirozeným nebo nuceným větráním.

V této práci řeším návrh vzduchotechnického systému v polyfunkčním objektu, ve kterém se nachází podzemní parking ve 2.PP a 1.PP, komerční jednotky a recepce v 1.NP a 2.NP a ve 3.NP až 7.NP se nacházejí bytové jednotky a ateliéry. Z tohoto důvodu bylo zapotřebí zamyslet se nad vyřešením vzduchotechnického systému, aby vyhovoval účelům užívání objektu.

Práce je rozdělena na dvě hlavní kapitoly. První část je teoretická a zabývá se teorií větrání. Druhá část je praktická a zabývá se návrhem vzduchotechnického systému a dělí se na dvě varianty. První varianta je zpracování vzduchotechniky v celém objektu, od podzemních garáží, přes komerce až po byty, které jsou větrány přirozeně otevíráním oken a okenními štěrbinami a je tady pouze nucený odtah z koupelen a záchodů a odtah od digestoří. Ve druhé variantě se budu zabývat částí bytů a ateliérů, které budu větrat centrální větracím systémem. Podzemní parking a komerční prostory budou shodné jako v první variantě. Druhá varianta je zpracovaná jako koncept.

2. TEORIE VĚTRÁNÍ

Pod pojmem větrání se myslí pouhá výměna vzduchu v místnosti, nikoliv úprava vlastností vzduchu. Jakákoli řízená úprava vlastností vzduchu v místnosti, je upravována pomocí klimatizace nikoliv větráním.

V současné době, kdy rostou požadavky na snižování spotřeby energií při vytápění, utěšňování spár oken. Klesá rychlost přirozené výměny vzduchu v bytech, školách a společenských prostorách na velmi malé hodnoty. Veškerý objem vzduchu se v prostoru vymění za dlouhou dobu. Hygienický požadavek na větrání je přitom několika násobně vyšší. Kvalita vzduchu v budovách je všeobecně horší než kvalita vzduchu venkovního. Větrání čerstvým venkovním vzduchem je pro lidské zdraví nepostradatelné a ničím nezastupitelné. V České republice nejsou závazné normy udávající přesné hodnoty výměny vzduchu.

Dodržuje se zásada, že se v místnosti, kde nevznikají prací, vařením nebo jinou činnostmi škodliviny v ovzduší, má vyměnit každou hodinu nejméně 50 % veškerého vzduchu. Výměny vzduchu můžeme docílit přirozenou průvzdušností zdíva, netěsnostmi oken a dveří, pokud nejsou pečlivě utěsněné nebo jiným způsobem. [1]

2.1 Škodlivé látky

Kvalitu ovzduší ovlivňuje několik faktorů. Hlavním faktorem je koncentrace znečišťujících látek ve vnitřním ovzduší a dalšími faktory jsou chemické a fyzikální vlastnosti. Pokud se jedná o pevné a kapalné částice, kvalita vnitřního ovzduší závisí na velikosti částice a , která je udávána v $[\mu\text{m}]$ a distribuční křivce. [2]

Škodlivé látky způsobují zejména alergie a další onemocnění dýchacích cest. S rostoucím množstvím vlhkosti, kouře či zvířat v interiéru se také zvyšuje výskyt alergií v dnešní společnosti. [3]

2.2 Požadavky na větrání

Požadavky na větrání vnitřních prostor budov závisí na typu budovy, druhu a množství znečišťujících látek a na dalších vlastnostech.

Hlavním požadavkem na větrání je zajištění přívodu venkovního, zdravotně nezávadného vzduchu a odvodu znehodnoceného vzduchu tak, aby složení vnitřního vzduchu odpovídalo hygienickým požadavkům. Musí být zajištěno řádného provětrání

bytu. Přívod venkovního vzduchu musí být proveden, takovým způsobem, aby se zabránilo vzniku průvanu, víření prachu a přenosu hluku z venkovního prostředí. Venkovní vzduch musí vstupovat do bytu v obytných místnostech a kuchyni a odtud proudit k odvodním prvkům větracího zařízení umístěných v koupelně, toaletách a kuchyni. Tímto je umožněno zachycení škodlivin v místě jejich vzniku a omezeno jejich šíření do ostatních místností. Venkovní vzduch musí být přiváděn z čistého a zdravotně nezávadného prostředí, nejlépe ze stinné severní strany budovy. Naopak výfuk znečištěného vnitřního vzduchu musí být vyveden, takovým způsobem a na takové místo, aby neobtěžoval okolí. Nejlépe nad střechu budovy. A zároveň musí být výdech odpadního vzduchu vzdáleny minimálně 1,5 m od nasávacích otvorů venkovního vzduchu, východů z chráněných únikových cest, otvorů pro přirozené větrání. A ve vzdálenosti 3 m od nasávacích a výfukových otvorů sloužících k nucenému větrání únikových cest. Je-li z nějakého důvodu odpadní vzduch vyfukován otvorem ve fasádě budovy, musí být umístěn v dostatečné vzdálenosti od oken a také musí být opatřen protidešťovou žaluzií, která zabraňuje vnikání deště a nežádoucích předmětů. Větrací zařízení nesmí zvyšovat hladinu hluku a všechny části musí být přístupné a snadno čistitelné. Větrací průduchy pro kuchyně nesmí být připojeny na společné potrubí s větráním toalet a koupelen. Jestli mají vzduchotechnická zařízení schopnost úpravy teploty přiváděného vzduchu, musí být vybaveny automatickou regulací. [1]

2.2.1 Normy a zákony

V minulé době byly požadavky na větrání budov stanoveny vyhláškou č. 268/2009 Sb., která definovala požadavky na větrání vzhledem k výplni otvorů. Neví se, jak výplň otvoru může splňovat podmínky na kvalitu vzduchu a zároveň ty akustické. V současné době už skoro není možné přivádět vzduch spárami oken a dveří. Proto můžeme doporučené průtoky venkovního vzduchu pro návrh vzduchotechnických zařízení nalézt v normě ČSN EN 15251. [4]

V České republice neexistovala jasná pravidla a dokumenty, které by upravovali a stanovovali požadavky na větrání obytných budov. V současné době je tato oblast větrání obytných budov upravována evropskou normou ČSN EN 15665 Větrání budov a národní přílohou změny ČSN EN 15665 Z1, která je platná od února 2011. [4]

3. Větrací zařízení

„Větrací zařízení slouží k přívodu čerstvého venkovního vzduchu do vnitřního prostoru budov a k odvodu znehodnoceného vzduchu s přimíšenými látkovými škodlivinami, případně teplem.“ [2] Základním parametrem pro vzduchotechnická zařízení je vzduchový výkon, který je také označován jako objemový průtok a je udáván v $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Dalším častým parametrem je výměna vzduchu v prostoru, která určuje kolikrát se vymění znehodnocený vzduch v místnosti za čerstvý venkovní vzduch za hodinu. [3]

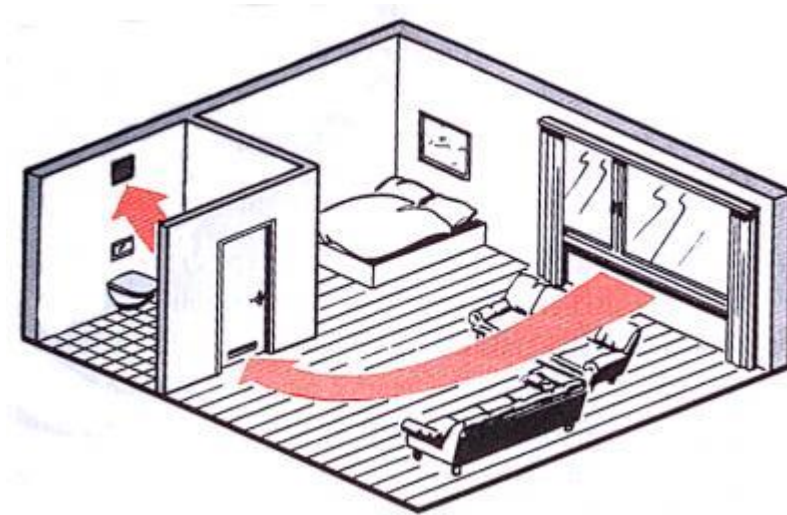
Při nuceném větrání se vzduch přivádí a odvádí ventilátory. Systém nuceného větrání umožňuje větrací vzduch upravovat a řídit tlakové poměry v budově. Hodnota součinitele větrací rovnováhy při celkovém větrání:

$$\varepsilon = \frac{\dot{V}_p}{\dot{V}_o} \leq 1 \quad (1)$$

(poměr objemových průtoků vzduchu nuceně přiváděného a nuceně odváděného), dělí systémy na rovnotlaké $\varepsilon = 1$, přetlakové $\varepsilon > 1$ a podtlakové $\varepsilon < 1$. Vhodný systém nuceného větrání se volí podle požadavků na přenos škodlivin se sousedními prostory přirozeným prouděním. Přetlakové větrání se používá pro větraný prostor obklopený místnostmi s nižšími požadavky na čistotu vzduchu. Podtlakovým větráním se zabráňuje unikání nebezpečných škodlivin z větraného prostoru do okolí. [5]

3.1 Přirozené větrání

Vzduch se pohybuje v místnostech i bez pomoci ventilátoru. K jeho proudění dochází na základě rozdílných hmotností vzduchu ve větrané místnosti a v sousední místnosti nebo venkovním prostředí. Teplejší vzduch je lehčí a stoupá vzhůru. Na proudění má značný vliv účinek větru. Ten způsobuje rozdíl tlaků vzduchu vně a uvnitř místnosti. U budovy vystavené proudění větru dochází ve větší míře k proudění vzduchu v jednotlivých místnostech. [1]



Obrázek 1: Přirozené větrání [6]

3.1.1 Infiltrace

Je to celkové přirozené větrání, ke kterému dochází porézností zdiva a spárami oken a dveří. Množství vyměňovaného vzduchu tímto způsobem závisí hlavně na orientaci místnosti vzhledem ke směru převládajících větrů, intenzitě větrů v dané lokalitě, četnosti a průběhu větrné situace, provedení stavby, hlavně zdiva a omítek, na konstrukci a velikosti otvorových prvků (oken, dveří) a jejich těsnosti. [1]

Infiltrace se omezuje zdokonalením těsnění spár. Při tomto utěsnění je nutno současně vyřešit větrání prostor regulovatelnými větracími otvory nebo nuceným větráním, protože při nedostatečné výměně vzduchu dochází k hygienickým závadám. [5]

3.1.2 Provětrávání

K provětrávání místností dochází občasným otevíráním oken a dveří. V teplém období mohou být otevřena okna trvale. A celkovým větráním se vymění vzduch v místnosti víckrát, čímž se místnost ochladí. V chladnějším období vede provětrávání ke vzniku nadbytečného ochlazování a chladnému průvanu, který může zapříčinit vznik zdravotních problémů. Provětrávání přivřenými okny vyloučí vznik průvanu, ale k výměně vzduchu dochází jen v oblastech kolem oken. V zimním období se provětrává otevřením okna na krátkou dobu, aby nedošlo k velkým tepelným ztrátám. [1]

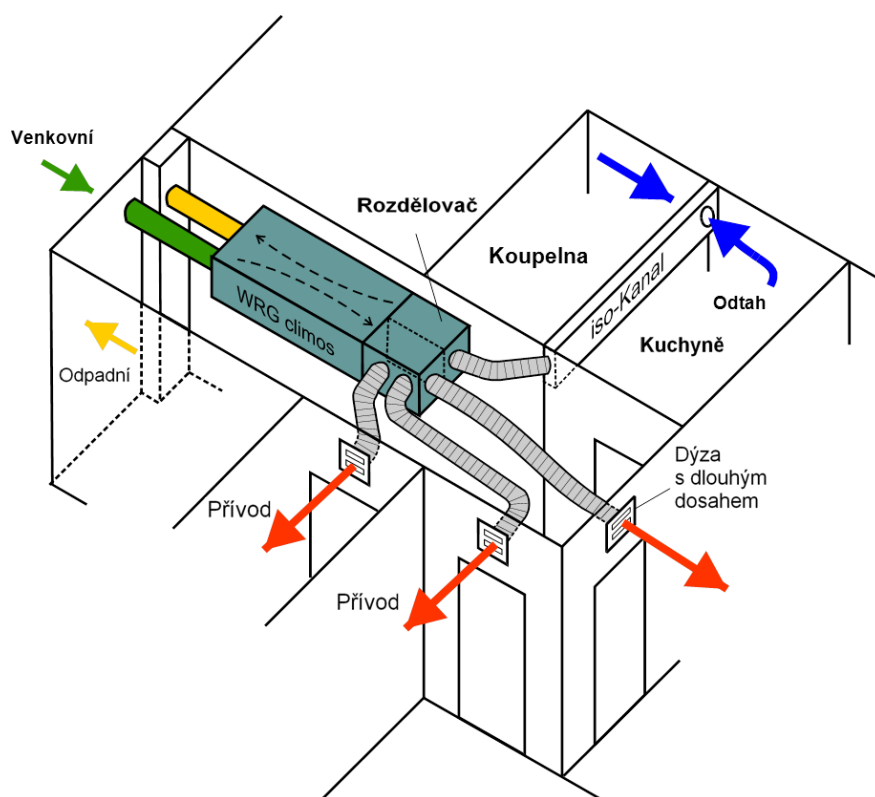
3.1.3 Šachtové větrání

Od stabilního zdroje s velkou produkcí tepla je možné odvádět škodliviny za pomoci šachtového větrání. Tah šachty se spotřebuje na překonání tlakových ztrát při

průtoku vzduchu šachtou, včetně vytvoření dynamického tlaku ve výstupu a k překonání rozdílů tlaků vně a uvnitř budovy. [5]

3.2 Nucené větrání

Nucené (mechanické) větrání funguje pomocí ventilátorů. Ty nejsou závislé na vnějších klimatických podmínkách, což je jedna z nesporných výhod používání tohoto větrání. Pomocí ventilátoru jde nastavit přesné množství průtoku vzduchu, ohřev a chlazení vzduchu, filtraci vzduchu a dopravu na předem určené místo. [3] Nucené větrání se dělí podle toho, jestli se vyměňuje vzduch v celém prostoru nebo pouze jenom v nějaké části tohoto prostoru. [2]



Obrázek 2: Nucené větrání [7]

3.2.1 Celkové nucené větrání

Celkové nucené větrání se používá tam, kde je rovnoměrné rozmístění zdrojů škodlivin. Právě proto slouží celkové nucené větrání k rovnoměrnému provětrávání prostoru pobytu osob. Místní přívod vzduchu se používá při snaze upravit teplotu či čistotu vzduchu pouze lokálně. K tomuto způsobu větrání se používají vzduchové clony, vzduchové sprchy a vzduchové oázy. Nejspecifičtějším druhem je místní odsávání, které se zřizuje přesně v místě, kde se uvolňují velké podíly látkových škodlivin. [2]

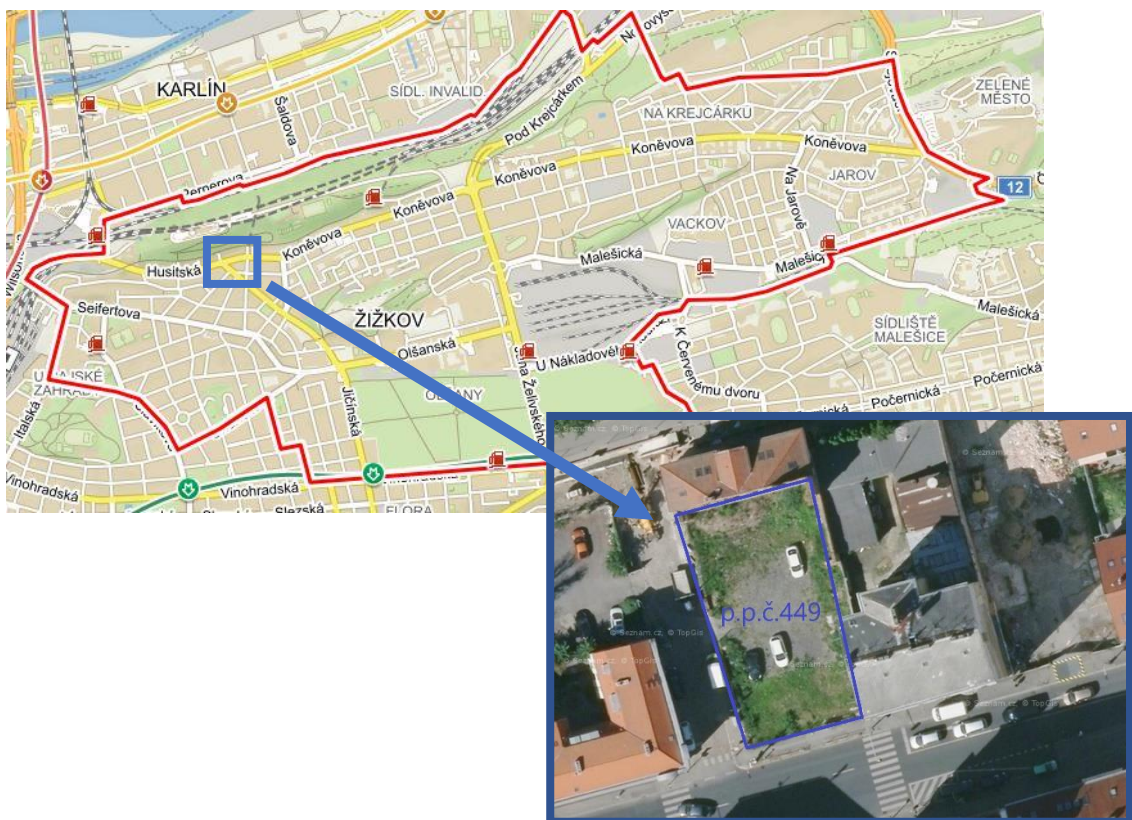
3.3 Kombinace nuceného a přirozeného větrání

Hlavně se používá v kombinaci nuceného odtahu s přirozeným přívodem vzduchu okny a dveřmi (např. odsávání sociálních zařízení s přívodem z předsíní a chodeb, nebo místní odsávání kuchyní). Jedná se poměrně o jednoduchý systém, který se používá pro malé výkony což zároveň způsobuje problémy u větších výkonů. Dochází k nasávání silně znečištěného teplého vzduchu od digestoří z přilehlých nečistých prostor. [1]

4. ANALÝZA OBJEKTU

4.1 Popis objektu

Objekt, který jsem si vybral pro zpracování bakalářské práce. Je to polyfunkční bytový dům, který se nachází na Praze 3 – Žižkov v ulici Pod Vítkovem 2 (Obrázek 1) v proluce p.p.č. 449, k.ú. Žižkov. Daný objekt je novostavba v těsné blízkosti poměrně frekventované městské komunikace, co do jisté míry z hlediska hluku omezuje možnost použití přirozeného větrání okny u některých prostor.

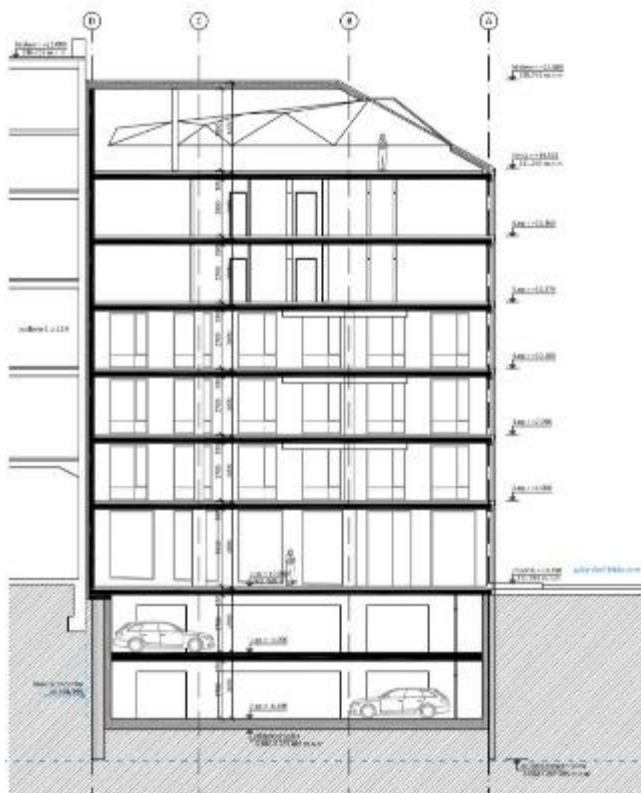


Obrázek 3: Umístění objektu na Praze 3 – Žižkov [8]

Polyfunkční bytový dům je navržen, jako železobetonový skelet vyztužený vertikálním jádrem schodiště, instalačních šachet a výtahů. Obvodové konstrukce jsou navrženy jako železobetonové s výplňovým zdivem. Obvodové konstrukce podzemních podlaží jsou navrženy jako betonová vodo nepropustná konstrukce. Konstrukce podkroví bude tvořena ocelovými a dřevěnými krovovými konstrukcemi.

4.2 Popis interiéru

Budova bude především sloužit jako bytový dům s komerčními prostory na úrovni 1. a 2. nadzemního podlaží. Objekt bude mít celkem 6 plnohodnotných nadzemních podlaží, podkroví a 2 podzemní podlaží.



Obrázek 4: Řez objektem

V podzemních podlaží se bude především nacházet podzemní parking, přičemž doprava vozidel do tohoto podzemního parkingu bude pomocí 2 autovýtahů z úrovně 1. resp. 2. nadzemního podlaží (dáno umístěním objektu ve svahu).

V parkingu se nachází celkem 32 plnohodnotných parkovacích stání. Dále se v podzemních podlažích nacházejí sklady, technické prostory a sklad odpadu. Ve 2. podzemním podlaží se nachází plynová kotelna, elektrorozvodna a strojovna výtahu.

V 1. podzemním podlaží se nachází strojovna vzduchotechniky pro komerční prostory, pasáž a recepci v 1. a 2. nadzemním podlaží.

V 1. nadzemním podlaží se nachází 4 nájemní jednotky, vstup do bytové části objektu, WC a pasáž s propojovacím schodištěm do recepcie na úrovni 2.NP.

Ve 2. nadzemním podlaží se nacházejí 4 nájemní jednotky, recepce a WC.

Ve 3. a 4 nadzemním podlaží se nacházejí 4 ateliéry a 5 bytů.

V 5. nadzemním podlaží se nachází 7 bytových jednotek.

V 6.NP se nachází 5 bytových jednotek, z čehož 4 bytové jednotky jsou mezonetové s bytovými plochami na úrovni 7. nadzemního podlaží. Na úrovni 7.NP se dále nachází podstřešní prostor s přípravou pro možnost umístění kondenzačních jednotek chlazení a výlez na střechu.

4.3 Předpoklady návrhu systémů

Základní návrh systémů techniky prostředí vychází z následujících úvah a předpokladů:

- Vytvoření provozně efektivní budovy, aby bylo zajištěno vnitřní prostředí, přičemž dodávky některých systémů techniky prostředí bude rozděleno mezi uživatele a investora
- V komerčním prostoru v 1. a 2. nadzemním podlaží (obchodní prostor bez teplé přípravy jídel, kanceláře) zajistit flexibilní klimatizační systém umožňující dosažení mikroklimatických parametrů. Odpovídající prodávávanému sortimentu, popřípadě činnostem v nich prováděných.
- V bytových jednotkách a ateliérech zajistit při použití systému s podtlakovým větráním v kombinaci se stacionárním vytápěním a možnosti doplnění chladících systémů (v některých bytech), aby se docílilo optimálních parametrů vnitřního prostředí v průběhu celého roku.
- V provozech a technologických místnostech zajistit spolehlivý chod, zde instalovaných technologií.
- Zajistit dostatečnou výměnu vzduchu v parkingu a automobilových výtazích.
- Zajistit požární větrání chráněných únikových cest.

- Dodržení všech legislativních opatření a požadavků kladených na systémy techniky prostředí.

5. ZÁKLADNÍ VÝPOČTOVÉ ÚDAJE

5.1 Vnější výpočtové údaje

- zeměpisná šířka 50°02' s.š.
- nadmořská výška 210 m.n.m.
- maximální tlak vzduchu 96 kPa

Tabulka 1: Parametry pro návrh větracích zařízení

Parametry	Chladné období	Teplé období
Teplota suchého teploměru	-12,5 °C	+31,8 °C
Teplota vlhkého teploměru	-13,1 °C	+22 °C
Entalpie vzduchu	-10 kJ.kg ⁻¹	+62,3 kJ.kg ⁻¹
Relativní vlhkost vzduchu	97 %	42 %
Absolutní vlhkost vzduchu	1,1 g.kg ⁻¹	12,8 g.kg ⁻¹

5.1.1 Tepelně technické vlastnosti budovy

Pro výpočet tepelných ztrát bylo uvažováno s následujícími hodnotami

Hodnoty součinitele prostupu tepla stávajících konstrukcí:

- stěna vnější - zateplená: $U = 0,25 \text{ W.m}^2.\text{K}^{-1}$
- podlahová konstrukce sousedící s garážemi: $U = 0,30 \text{ W.m}^2.\text{K}^{-1}$
- prosklené plochy: $U = 1,20 \text{ W.m}^2.\text{K}^{-1}$
- podlaha na zemině: $U = 0,45 \text{ W.m}^2.\text{K}^{-1}$
- střecha, terasa: $U = 0,16 \text{ W.m}^2.\text{K}^{-1}$

- Uvažovaný zátopový výkon 6 W.m⁻²

5.1.2 Maximální vnitřní tepelné zátěže klimatizovaných prostor

Pro orientační dimenzování klimatizačních zařízení, jsou uvažovány následující tepelné zátěže:

Tabulka 2: Maximální tepelná zátěž

Prostor	Maximální tepelná zátěž		
	Obsazenost	Osvětlení	Technologie
Komerční prostor v 1. a 2.NP	10 m ² /osobu	10 W.m ⁻²	15 W.m ⁻²
Byty a ateliéry	2 osoby/místnost	10 W.m ⁻²	15 W.m ⁻²

5.1.3 Předpokládané provozní doby

Pro dimenzování celkových potřeb energií a hlukové zátěže okolí budovy jsou předpokládány následující provozní doby:

- Komerční prostory 8.00 – 20.00 hodin
- Byty a ateliéry nepřetržitě
- Parking nepřetržitě

6. POŽADAVKY NA PROVOZ KLIMATIZACE

6.1 Požadavky na mikroklimatické podmínky

Tabulka 3: Předpokládané mikroklimatické podmínky

Místnost	Chladné období		Teplé období	
	Teplota suchého teploměru [°C]	Relativní vlhkost [%]	Teplota suchého teploměru [°C]	Relativní vlhkost [%]
Komerční prostor	Min. 20	N	Max. 26	Max.60
Ložnice bytů/ateliérů	Min. 22	N	Max. 24	Max.60
Obývací pokoj bytu/ateliéru	Min. 22	N	Max. 24	Max. 60

Poznámka:

- Ve výše uvedené tabulce hodnoty N znamenají, že hodnota relativní vlhkosti není garantována. Nicméně pro nájemní prostory pro jednotlivé nájemce bude možno dle požadavku jednotlivých nájemců do odboček příslušných nájemců přiváděný vzduch zvlhčovat.
- Teploty a vlhkosti v teplém období budou garantovány jen v tom případě, pokud bude instalováno chlazení.

6.2 Dimenzování zařízení z hlediska výměny vzduchu

A. Přívod čerstvého venkovního vzduchu

V rámci této akce se předpokládá, že přívod čerstvého vzduchu bude proveden:

- buď přirozeně větracími okny (popřípadě podtlakem pomocí přivětrávacích štěrbin ve fasádě pro bytové plochy a ateliéry);
- nebo nuceně pomocí větracích jednotek s rekuperací vzduchu.

V případě nuceného přívodu venkovního vzduchu je pro dimenzování jeho množství použito v souladu s platnými českými právními předpisy použito ČSN EN 15251.

Proto pro komerční plochy v 1. a 2.NP je předpokládáno:

- V případě využití daných ploch jako obchodních ploch $50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} / \text{osobu}$
- V případě využití daných prostor jako kanceláří $36 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} / \text{osobu}$

Poznámky:

- Budova se uvažuje jako nekuřácká.

B. Garantované množství odváděného vzduchu

Na základě platné české legislativy a závazných technických norem je možno stanovit množství odváděného vzduchu z jednotlivých prostor se vznikem škodlivin (pachů) následovně:

- a) Administrativní a prodejní plochy
 - Sociální zázemí

-	umývárny	30 m ³ .h ⁻¹ /výtok teplé vody
-	WC pisoár	25 m ³ .h ⁻¹ /stání
-	WC mísa	50 m ³ .h ⁻¹ /mísa
•	Čajové kuchyňky	150 m ³ .h ⁻¹ /místnost
b) Parking		
•	Provozní větrní	min. 1násobná výměna
•	Havarijní větrání	není uvažováno
•	OTK	není uvažováno
c) Bytové plochy a ateliéry		
•	Sociální zázemí	
-	WC	min. 50 m ³ .h ⁻¹
-	Koupelna	min. 90 m ³ .h ⁻¹
•	Kuchyně	min. 150 m ³ .h ⁻¹

6.3 Filtrace vzduchu

Vzduchotechnické systémy budou vybaveny základní filtrací ochraňující teplosměnné plochy výměníků proti zanesení odpovídající třídě filtru G4/M5 dle normy ČSN EN 779 se zkouškami na syntetický prach a jemnou filtrací třídy F8 se zkouškami na atmosférický prach.

S ohledem na provoz zařízení vzduchotechniky a jeho ekonomický provoz budou přednostně používány kapsové filtry s vysokou jímavostí prachu.

6.4 Maximální hodnoty hladin hluku

Aby se eliminovaly co nejvíce nepříznivé vlivy hluku a vibrací vznikající provozem vzduchotechniky a klimatizace, budou přijata taková bezpečnostní opatření (vč. použití odpovídajících prvků) snižující hluk do vnitřního i vnějšího prostředí od provozu vzduchotechnických a klimatizačních zařízení na požadované hodnoty.

Tabulka 4: Hodnoty hladin hluku

Prostor	Maximální hladina akustického tlaku [dB(A)]
Komerční prostor v 1. a 2.NP	45
Sociální zázemí bytů	55
Pokoje bytů a ateliérů	35 dB(A) den /25 dB(A) noc
Parking	75
Technické místnosti, kotelna	85

7. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

7.1 Dimenzování vzduchovod podle rychlosti

7.1.1 Výpočet kruhového potrubí

Při výpočtu dimenzí v jednotlivých úsecích sítě vzduchovodů je vhodné postupovat od nejvzdálenějšího úseku směrem k ventilátoru. V místech napojení se stanoví součet tlakových ztrát z předchozích úseků hlavní větve, který je podkladem k pozdějšímu dimenzování paralelně připojených bočních větví.

Z návrhu rychlosti za ventilátorem (w_n pro průtok \dot{V}_n) a rychlosti v posledním úseku hlavní větve (w_1 pro průtok \dot{V}_1), lze získat konstanty v modifikované závislosti. [5]

$$n = \frac{\log \frac{w_n}{w_1}}{\log \frac{\dot{V}_n}{\dot{V}_1}} \quad [-] \quad (2)$$

kde

n	konstanta	[-]
w_n	rychlost za ventilátorem	[m.s ⁻¹]
w_1	rychlost koncové větve	[m.s ⁻¹]
\dot{V}_n	objemový průtok za ventilátorem	[m ³ .h ⁻¹]
\dot{V}_1	objemový průtok koncové větve	[m ³ .h ⁻¹]

$$m = \frac{w_1}{\dot{V}_1^n} \quad [-] \quad (3)$$

kde

m	konstanta	[-]
w_1	rychlost koncové větve	[m.s ⁻¹]
\dot{V}_1	objemový průtok koncové větve	[m ³ .h ⁻¹]
n	konstanta	[-]

$$w = m \cdot V^n \quad [\text{m.s}^{-1}] \quad (4)$$

kde

w	rychlost	[m.s ⁻¹]
m	konstanta	[-]
V	průtok vzduchu	[m ³ .h ⁻¹]
n	konstanta	[-]

$$D_{vyp} = \left(\left(\frac{4 \cdot V}{3600} \right) \div \pi \div w \right)^{0,5} \cdot 1000 \quad [\text{mm}] \quad (5)$$

kde

D_{vyp}	vypočítaný průměr	[mm]
V	průtok vzduchu	[m ³ .h ⁻¹]
w	rychlost	[m.s ⁻¹]
π	obecné označení kritéria	[-]

$$w_{skut} = \left(\frac{4 \cdot V}{3600} \right) \div \pi \div \left(\frac{D_{skut}^2}{1000^2} \right) \quad [\text{m.s}^{-1}] \quad (6)$$

kde

w_{skut}	skutečná rychlost	[m.s ⁻¹]
V	průtok vzduchu	[m ³ .h ⁻¹]
π	obecné označení kritéria	[-]

D_{skut} skutečný průměr [mm]

$$R = 0,01218 \cdot w_{skut}^{1,875} \cdot \left(\frac{D_{skut}}{1000}\right)^{-1,235} \quad [\text{Pa}\cdot\text{m}^{-1}] \quad (7)$$

kde

R tlakový spád [Pa.m⁻¹]

w_{skut} skutečná rychlost [m.s⁻¹]

D_{skut} skutečný průměr [mm]

7.1.2 Výpočet hranatého potrubí

Rovnice 2, 3 a 4 jsou stejné jako pro výpočet kruhového potrubí.

$$B_{vyp} = (V \div 3600 \div w \div A_{zad}) \cdot 1000000 \quad [\text{mm}] \quad (8)$$

kde

A_{zad} rozměr potrubí zadané [mm]

B_{vyp} rozměr potrubí vypočítané [mm]

V průtok vzduchu [m³.h⁻¹]

w rychlost [m.s⁻¹]

$$w_{skut} = (V \div 3600 \div A_{zad} \div B_{skut}) \cdot 1000000 \quad [\text{m}\cdot\text{s}^{-1}] \quad (9)$$

kde

w_{skut} skutečná rychlost [m.s⁻¹]

V průtok vzduchu [m³.h⁻¹]

A_{zad} rozměr potrubí zadané [mm]

B_{skut} rozměr potrubí skutečný [mm]

$$D_{ekv,w} = \frac{2 \cdot A_{zad} \cdot B_{skut}}{(A_{zad} + B_{skut})} \quad [\text{mm}] \quad (10)$$

kde

$D_{ekv,w}$ ekvivalentní průměr k rychlosti [mm]

A_{zad}	rozměr potrubí zadané	[mm]
B_{skut}	rozměr potrubí skutečný	[mm]

$$R = 0,01218 \cdot w_{skut}^{1,875} \cdot \left(\frac{D_{ekv,w}}{1000}\right)^{-1,235} \quad [\text{Pa}\cdot\text{m}^{-1}] \quad (11)$$

kde

R	tlakový spád	[Pa.m ⁻¹]
w_{skut}	skutečná rychlost	[m.s ⁻¹]
$D_{ekv,w}$	ekvivalentní průměr k rychlosti	[mm]

7.2 Dimenzování garáží

Dimenzování garáží je provedeno podle normy ČSN 73 6058 Jednotlivé, řadové a hromadné garáže.

Jednotlivé, řadové a hromadné garáže jsou uzavřené prostory určené pro parkování vozidel. Garáže jsou buď samostatné objekty, nebo jsou součástí objektů určených k jiným účelům.

Garáže v tomto objektu jsou podle normy ČSN 73 6058 hromadná, pro osobní vozidla bez LPG/CNG a podle umístění jako podzemní. Způsob parkování v podzemních garážích je kombinovaný. Mezi jednotlivými podlažími jsou vozidla včetně řidiče přepravována výtahem a po podlaží se pohybují vlastní silou. Jedná se o samoobslužné garáže.

Poloha garáží a jejich počet je závislý na skupině uživatelů, kterým jsou určeny.

V našem případě jsou hlavně určeny obyvatelům bytů a zaměstnancům nájemních prostor. Garáže jsou navrhnuty tak, aby docházková vzdálenost do bytu, obchodu a kanceláře byla co nejkratší. [9]

7.2.1 Způsoby větrání garáže

V prostoru garáží se všeobecně navrhuje tři způsoby větrání:

- Provozní větrání, které zajišťuje nepřekročení přípustných koncentrací škodlivin v ovzduší garáže;
- Havarijní větrání, které zajišťuje ředění hořlavých látek s nebezpečím výbuchu v garáži tak, aby nebylo dosaženo jejich dolní meze výbušnosti;
- Požární větrání, které odvádí teplo a kouř při požáru z prostoru garáže

Provozní a požární větrání může být přirozené, nebo nucené. Havarijní větrání se navrhuje jako nucené.

V objektu nebude v podzemním parkingu instalován systém havarijního větrání umožňující vjezd vozidel na plynná paliva ani systém odvodu tepla a kouře. Proto v prostoru parkingu bude instalováno pouze provozní větrání, které bude s ohledem na použitý dopravní systém v parkingu zajišťovat min. 1x násobnou výměnu vzduchu. V době čekání na výtah a ve výtahu nebudou mít vozidla zapnutý motor.

Odsávání bude zajišťovat radiální ventilátor umístěný pod stropem garáže na úrovni 1.PP se dvěma stupni otáček. Otáčky ventilátoru budou řízeny dle časového programu nebo dle koncentrace CO v referenčních místech. V každém podlaží parkingu budou umístěna 2 čidla, a dále budou umístěna v každém autovýtahu.

Rozvody vzduchu budou provedeny s ohledem na možnost celo prostorového větrání parkingu. Odvod vzduchu z parkingu bude vyveden nad střechu objektu. Ventilátor v parkingu bude odvádět vzduch nepřetržitě, protože do parkingu je přiváděn nuceně odpadní vzduch z komerčních prostor.

V případě nižších otáček ventilátoru bude odsáváno $2000 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, při vyšších otáčkách $4000 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

7.2.2 Výpočet provozního větrání garáže

Tabulka 5: Frekvence výměny vozidel $f [\text{h}^{-1}]$ [10]

Druh garáže	Frekvence f (1/h)
Obytné budovy $\Sigma P \geq 50$	0,2
Obytné budovy $\Sigma P < 50$	0,3
Administrativní budova $\Sigma P \geq 50$	0,4
Administrativní budova $\Sigma P < 50$	0,5
Parkovací objekty (Park & Ride)	0,5
Nákupní centra se smíšeným účelem (prodejny, gastronomie, služby)	0,8
Kulturní, zábavní objekty	1,0
Jednotlivé prodejny s omezenou abídkou zboží	1,5

Tabulka 6: Emise oxidu uhelnatého vozidel [10]

Jízda ($\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{voz.}$)		
Rovina, klesání $V_{\text{CO}j\text{rov.voz.}}$	$5\cdot 10^{-5}$	
Stoupání $V_{\text{CO}j\text{st.voz.}}$	5%	$6,5\cdot 10^{-5}$
	10%	$8,9\cdot 10^{-5}$
	15%	$13\cdot 10^{-5}$
Volnoběh $V_{\text{CO}v\text{voz.}} (\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{voz.})$	$2,2\cdot 10^{-5}$	

τ_p parkovací doba jednoho vozidla [h]

w rychlost jízdy [km.h⁻¹]

Objemová emise CO všech vozidel při jízdě v úseku garáže $V_{\text{CO}j\text{rov.}}$ [m³.h⁻¹] se stanoví samostatně z emise jednoho vozidla pro jízdu po rovině:

$$V_{\text{CO}j\text{rov.}} = V_{\text{CO}j\text{rov.voz.}} \cdot t_{j\text{c} \text{rov.}} \quad [\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}] \quad (12)$$

kde

$V_{\text{CO}j\text{rov.voz.}}$ objemová emise CO jednoho vozidla po rovině [m³.s⁻¹.voz.]

$t_{j\text{c} \text{rov.}}$ celková doba jízdy všech vozidel v úseku po rovině [s.h⁻¹]

Objemová emise CO všech vozidel při volnoběhu v úseku garáže:

$$V_{\text{CO}v} = V_{\text{CO}v\text{voz.}} \cdot t_{v\text{c}} \quad [\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}] \quad (13)$$

kde

$V_{\text{CO}v\text{voz.}}$ objemová emise CO jednoho vozidla při volnoběhu [m³.s⁻¹.voz.]

$t_{v\text{c}}$ celková doba volnoběhu všech vozidel v úseku [s.h⁻¹]

Celková objemová emise (objemový průtok) CO v úseku garáže:

$$V_{\text{CO}} = V_{\text{CO}j\text{rov.}} + V_{\text{CO}v} \quad [\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}] \quad (14)$$

kde

$V_{\text{CO}j\text{rov.}}$ objemová emise CO všech vozidel při jízdě po rovině [m³.h⁻¹]

V_{COv} objemová emise CO všech vozidel při volnoběhu $[m^3 \cdot h^{-1}]$

Průtok vzduchu odváděného z úseku samoobslužné garáže (za předpokladu rovnoměrné emise CO, tj. při průběžné výměně vozidel)

$$V = \frac{V_{CO}}{(C_p - C_e) \cdot 10^{-6}} \quad [m^3 \cdot h^{-1}] \quad (15)$$

kde

V_{CO} celková objemová emise (objemový průtok) CO $[m^3 \cdot h^{-1}]$

C_p nejvyšší přípustná výpočtová koncentrace CO $[ppm, cm^3 \cdot m^{-3}]$

C_e výpočtová koncentrace CO ve venkovním vzduchu $[ppm, cm^3 \cdot m^{-3}]$

Měrný průtok vzduchu \dot{V}_m vyjadřuje náročnost větrání v jednotlivých úsecích

$$\dot{V}_m = \frac{V}{P} \quad [m^3 \cdot h^{-1} \cdot stání] \quad (16)$$

kde

V průtok vzduchu v úseku garáže $[m^3 \cdot h^{-1}]$

P počet stání v úseku $[-]$

Intenzita větrání v úseku I

$$I = \frac{V}{V_m} \quad [h^{-1}] \quad (17)$$

kde

V průtok vzduchu v úseku garáže $[m^3 \cdot h^{-1}]$

V_m objem vnitřního prostoru úseku $[m^3]$

K výpočtu garáží byl použitý program na Výpočet provozního větrání garáží dle ČSN 73 6058 od autorů: Kostková Barbora, František Drkal a Jan Schwarzer, který jsem si stáhl z internetu z adresy: www.stpcr.cz/?download=_/os1/asw-gar01.xls

Tabulka 7: Hodnoty výpočtu provozního větrání garáží

	<i>Průtok vzduchu V [m³.h⁻¹]</i>	<i>Měrný průtok vzduchu V_m [m³.h⁻¹/stání]</i>	<i>Intenzita větrání I [h⁻¹]</i>	<i>Skutečný průtok vzduchu V_{skut} [m³.h⁻¹]</i>
<i>1.PP</i>	140	9	0,1	506
<i>2.PP</i>	426	27	0,4	511
<i>Celkem V_C [m³.h⁻¹]</i>	566		<i>Celkem V_{C, skut} [m³.h⁻¹]</i>	1017

7.3 Větrání komerčních ploch

Úprava mikroklimatu v komerčních plochách bude prováděna několikastupňově:

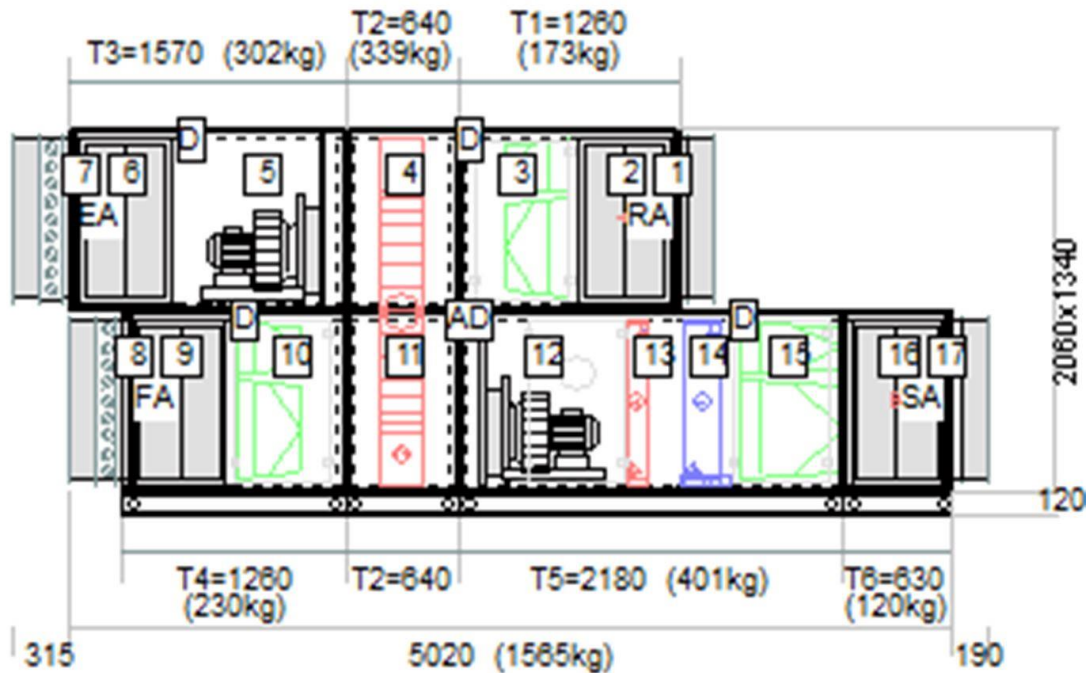
- Větrání, tj. výměna vzduchu bude zajišťována centrálním vzduchotechnickým systémem se zpětným získáváním tepla
- Vytápění a chlazení daných prostor bude řešeno samostatným systémem

Pro větrání komerčních ploch bude použita jedna větrací jednotka, která bude umístěna ve strojovně v suterénu budovy. Nasávání vzduchu bude řešeno centrálním nasávacím kanálem z prostoru střechy (atria) ve druhém patře, výfuk vzduchu bude do centrálního odvodního kanálu, který bude vyveden nad střechu objektu nebo jím bude přiváděn vzduch do parkingu. Na odbočkách do parkingu budou umístěny regulační klapky, které budou zajišťovat, aby přívod vzduchu do parkingu nepřevyšoval odtah, aby v prostoru garáží nevznikal podtlak. Výkon výměníku zpětného získávání tepla bude při extrémně nízkých teplotách regulován, aby teplota vyfukovaného vzduchu do garáží neklesla pod nulu.

Větrací jednotka bude zajišťovat dopravu přiváděného a odváděného vzduchu pomocí radiálních ventilátorů s proměnným průtokem vzduchu řízeným na základě potřebného množství větracího vzduchu přiváděného do komerčních ploch v každém podlaží. Bude zajišťovat i zpětné získávání tepla a vlhkosti z odváděného vzduchu pomocí rotačního regeneračního výměníku zpětného získávání tepla a vlhkosti s řízením výkonu pomocí proměnných otáček rotoru. Součástí větrací jednotky bude i chlazení pomocí výparnickového dílu přímého chlazení. Jednotka bude zajišťovat dohřev pomocí

vodního výměníku na neutrální teplotu. Dále i filtraci přiváděného a odváděného vzduchu dle odst. 6.3.

Vzduchotechnickou jednotku pro větrání komerčních jednotek jsem poptával u firmy JANKA ENGINEERING s.r.o. Technické parametry vzduchotechnické jednotky budou v příloze 1.



Obrázek 5: Vzduchotechnická jednotka

Rozvody vzduchu budou řešeny pomocí standardního potrubí z ocelového pozinkovaného plechu s příslušným typem izolace a s prvky zajišťující tlumení hluku, za regulování systému a uzavírání tras potrubí. V případě, že daný prostor nebude využíván nebo bude umožňovat snižování množství přiváděného vzduchu dle stupně využívání daného prostoru.

Přívod vzduchu bude řešen do každé části nájemní jednotky, recepce a pasáže.

7.4 Větrání bytových jednotek a ateliérů

V těchto jednotkách bude mikroklima zajišťováno několikastupňově:

- Větrání pobytových prostor bude zajištěno přirozeně pomocí otevíratelných oken nebo pomocí přivětrávacích štěrbin, sociální zařízení bude větráno podtlakově s přísáváním vzduchu z pobytových místností.

- Vytápění a chlazení daných prostor bude řešeno samostatným systémem.

Větrání bude řešeno tak, že v každé pobytové místnosti bude pod oknem umístěna přivětrávací štěrbinová s útlumem hluku zajišťující při větrávání bytových prostor v případě, že otevíratelné okno bude zavřené. Podtlakové větrání sociálního zařízení s přísávaním vzduchu přes přivětrávací štěrbinové pod okny v pobytových místnostech bude umístěno v koupelnách a na záchodě. Každá místnost bude mít svůj vlastní odsávací ventilátor, který bude napojený na vertikální potrubní rozvod v instalační šachtě. Předpokládá se, že ventilátory budou umístěny v podhledu dané místnosti, aby bylo možno před a za ventilátor umístit tlumič hluku.

Odsávání kuchyně bude prováděno pomocí odsávací kuchyňské digestoře, kterou si bude dodávat nájemce prostoru. Připojené hrdlo pro tuto digestoř pro napojení centrálního ventilátoru potrubí bude mít $\varnothing 160$ (množství odsávaného vzduchu z jedné digestoře bude maximálně $300 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, přičemž u vertikálního potrubí budeme předpokládat současnost chodů jednotlivých digestoří $i = 0,5$).

Při spuštění digestoře bude nutné otevřít okno do kuchyně.

7.5 Větrání technických prostor v suterénu

Technologické a technické místnosti v suterénu budou větrány:

- Strojovna vzduchotechniky a sklady budou větrány přetlakem pomocí odpadního vzduchu z větrací jednotky pro komerční plochy. Přiváděný vzduch bude přetlakem přes stěnové požární mřížky přefukován do prostoru parkingu.
- Do plynové kotelny na úrovni 2. podzemního podlaží bude instalován samostatný větrací systém zajišťující přívod spalovacího vzduchu a minimální výměnu vzduchu z prostoru. Nasávání čerstvého venkovního vzduchu bude pomocí protidešťové žaluzie vedle vjezdu do parkingu. Protidešťová žaluzie je vypočítána podle rovnice:

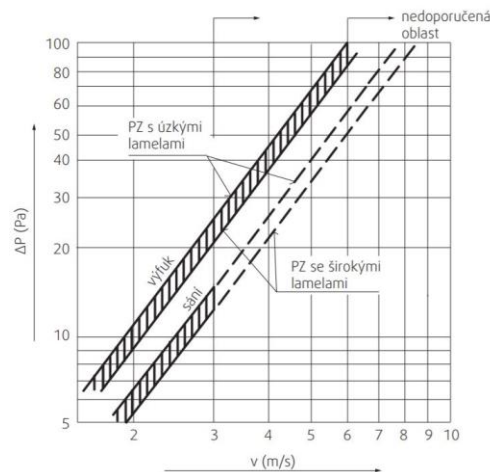
$$A_v = \frac{V}{w \cdot 3600} \quad [\text{m}^2] \quad (18)$$

kde

A_v	volná plocha	$[\text{m}^2]$
V	průtok	$[\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}]$
w	rychlost	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$

$$A_v = \frac{V}{w \cdot 3600} = \frac{8200}{3 \cdot 3600} = 0,76 \quad [\text{m}^2]$$

Volím velikost protidešťové žaluzie je $A_v = 0,83 \text{ m}^2$; $H/L = 1000/1000 \text{ mm}$.



Obrázek 6: Tlaková ztráta žaluzie [11]

Větrací systém bude obsahovat:

- přívodní ventilátor (cca $500 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$);
- základní filtr vzduchu (G3 – kapsový);
- elektrický ohřívač vzduchu pro zajištění minimální teploty v prostoru kotelny ($+12 \text{ }^\circ\text{C}$) v příkonu cca $3,5 \text{ kW}$ při extrémních venkovních podmínkách

Přívod vzduchu bude proveden k podlaze. Přefuk odváděného vzduchu bude potrubím vyveden nad střechu. Dále bude v kotelně umístěno otopné těleso zajišťující minimální teplotu v prostoru kotelny.

- Místnosti se silnoprůdným či slaboprůdným zařízením budou větrány podtlakově pomocí lokálních ventilátorů vyfukující vzduch do prostoru parkingu. Přísávání vzduchu bude z venkovního prostoru pomocí protidešťové žaluzie z prostoru 1.NP. Výměna vzduchu při provozu odsávacích ventilátorů bude min. 5 h^{-1} . Chod odsávacích ventilátorů bude občasný dle potřeby nebo na základě prostorového termostatu.
- Sklad odpadků bude větrán nuceně podtlakově samostatným zařízením (odsávací ventilátor) vyfukující vzduch nad střechu objektu. Přísávání vzduchu bude z prostoru parkingu. Dimenzování odsávacího ventilátoru bude takové, aby v prostoru skladu odpadků při jeho chodu byla zajištěna minimálně 10-ti násobná výměna vzduchu. Sklad nebude vytápěn

7.6 Opatření proti šíření škodlivin, hluku a vibrací

7.6.1 Prostředky ke snižování vibrací a přívodu hluku v objektu

Z důvodu zabránění přenosu vibrací od vzduchotechnických a klimatizačních zařízení jsou předpokládána následující anti-vibrační opatření:

- zařízení, která jsou zdrojem nežádoucích vibrací a otřesů budou uložena na kovových, či pryžových izolátorech chvění;
- potrubí budou na závěsech od stavební konstrukce pružně odděleny, jednotky a ventilátory budou od potrubní sítě odděleny pružnými dilatačními vložkami;
- v prostupech stavebních konstrukcí bude vzduchotechnické a ostatní potrubí od stavební konstrukce pružně odděleno;
- sokly ve strojovnách a na střeše pod klimatizačními skříňovými ventilátory a suchými chladiči budou provedeny jako plovoucí;

Dále pro snížení vlastní hlučnosti zařízení budou přijata opatření:

- zařízení budou dimenzována ve středních partiích výkonových polí i pro maximální průtok;
- do potrubních sítí a vzduchotechnických kanálů budou umístěny tlumiče hluku, přičemž hluk bude eliminován v místě zdroje tzn., že tlumiče budou umístovány v těsné blízkosti ventilátorů

7.6.2 Opatření proti šíření škodlivých látek a pachů v objektu

Pro omezení šíření pachů a škodlivin při provozu budovy mezi vnitřními prostory bude snaha zajistit pomocí tlakových diferencí mezi jednotlivými prostory v maximální možné míře potlačení šíření pachů či škodlivin v objektu. Proto odvod vzduchu bude převyšovat přívod vzduchu v následujících prostorech:

- kuchyně bytu
- parking
- sociální zázemí bytů
- sociální zázemí komerční plochy

Pro správnou funkci odsávání vzduchu z těchto prostor budou provedeny přefuky pro možnost proudění vzduchu z prostor s přebytkem přívodu čerstvého vzduchu.

7.6.3 Protipožární opatření

S ohledem na protipožární ochranu objektů je možno obecně rozdělit opatření na:

- prvky pasivního rázu, které zabraňují šíření požáru po budově;

- prvky aktivního rázu, které pracují při vzniku požáru a zajišťují bezpečný únik osob z objektu;

Protipožární opatření pasivního rázu, bude spočívat především:

- V případě, že potrubí prochází požárním předělem má menší průřez než $0,04 \text{ m}^2$ a vzdálenost k dalšímu takovému potrubí je větší než $0,5 \text{ m}$, souhrnná plocha všech prostupujících potrubí není větší než $1/100$ plochy požárně dělící konstrukce, kterou vzduchotechnické potrubí prostupuje a jsou splněny požadavky na materiál potrubí a provedení prostupu (dle ČSN 73 08782), nejsou žádná protipožární opatření nutná.
- Při průchodu požárně dělící konstrukcí bude potrubí o průměru větším než $0,04 \text{ m}^2$ opatřeno požární klapkou příslušné požární odolnosti. V tomto projektu se předpokládá přednostní použití požárních klapek s termickým spouštěním a se signalizací polohy listu klapky (resp. Požárních stěnových uzávěrů). Rozdělení objektu na jednotlivé požární úseky je dáno projektem požární ochrany.
- V případě, že potrubí pouze vedlejším požárním úsekem jenom prochází, aniž by do tohoto úseku ústilo, je tento úsek potrubí opatřen protipožární izolací dané odolnosti. Požární izolace příslušné požární odolnosti je použita i v těchto případech. Pokud požární klapku není možno osadit přímo do požárního předělu z důvodů stavebních, provozních či obsluhy; v tomto případě je tento úsek mezi požárním předělem a požární klapkou požárně izolován s požární odolností dle požadavku výrobce.
- Větrací mřížky v požárně dělících stěnách musí být opatřeny stěnovými uzávěry s požární odolností dle dané požární stěny, ve které jsou umístěny. Stěnové uzávěry musí být uzavíratelné prostřednictvím EPS.
- Veškeré prostupy instalací vedené přes předěly budou opatřeny požárními ucpávkami.

Z hlediska vzduchotechnických aktivních systémů pracují při vzniku požáru je z hlediska nuceného větrání nutno předpokládat systémy požárního větrání únikových cest zajišťující buď požadovanou výměnu vzduchu nebo míru přetlaku dle typu chráněné únikové cesty.

Systémy pro odvod tepla a kouře se v daném objektu neuvažují.

8. POPIS JEDNOTLIVÝCH VZDUCHOTECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ

Seznam použitých zařízení:

Zařízení č. 1	Větrání komerčních prostor
Zařízení č. 2	Provozní větrání parkingu
Zařízení č. 3	Přívod vzduchu do kotelny
Zařízení č. 4	Odtah hygienického zázemí komerční prostory
Zařízení č. 5	Odtah hygienického zázemí byty
Zařízení č. 6	Odtah čajové kuchyňky v komerčním prostoru
Zařízení č. 7	Větrání komunikačních prostor
Zařízení č. 8	Odtahy od bytových digestoří
Zařízení č. 9	Odtah odpadky
Zařízení č. 10	Větrání elektrorozvodny
Zařízení č. 11	Odtah úklidové komory v 1.PP
Zařízení č. 12	Větrání skladů v 1.PP
Zařízení č. P. 1	Požární větrání – CHÚC

8.1 Zařízení č. 1: Větrání komerčních prostor

Dimenzování

Pro dimenzování přívodu čerstvého venkovního vzduchu pro komerční plochy je použito předpokladů uvedených v odst. 6.2.

Za tohoto předpokladu bude měrné množství přiváděného čerstvého venkovního teplotně upraveného vzduchu následující:

$$Q_v = \frac{\dot{Q}_K}{S_K} = \frac{50}{5} = 10 \text{ [m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}] \quad (19)$$

kde

\dot{Q}_k měrné množství vzduchu přiváděného na 1 os. $[\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1} / \text{osoba}]$

S_K plocha připadající na 1 os. v rámci komerční plochy [m²/osoba]

Z měrného výpočtu (19) pro komerční plochy lze stanovit celkové průtoky vzduchu v závislosti na podlahovou plochu jednotlivých prostor, které jsou zásobovány vzduchem ze zařízení č. 1. Vzduchotechnickým zařízením č. 1 bude celkem přiváděno:

Tabulka 8: Celkový přívod vzduchu komerčních prostor

Podlaží	Číslo místnosti	Název místnosti	Měrný přívod vzduchu [m ³ .h ⁻¹ .m ⁻²]	Plocha [m ²]	Výška [m]	Celkový přívod vzduchu [m ³ .h ⁻¹]
1.NP	J1.1	Nájemní jednotka	10	94,32	3,22	950
1.NP	J1.2	Nájemní jednotka	10	97,50	2,63	980
1.NP	J1.3	Nájemní jednotka	10	133,16	3,00	1350
1.NP	J1.4	Nájemní jednotka	10	22,52	3,00	230
1.NP	103	Pasáž	10	73,58	2,63	740
2.NP	J.2.1	Nájemní jednotka	10	47,74	2,50	480
2.NP	J.2.2	Nájemní jednotka	10	118,66	2,80	1200
2.NP	J.2.3	Nájemní jednotka	10	110,39	2,93	1150
2.NP	J.2.4	Nájemní jednotka	10	43,77	2,93	440
2.NP	203	Recepce	10	67,68	2,93	680
Σ						8200

Řešení

Zařízení č. 1 slouží pro větrání komerčních ploch v přízemí (1.NP) a 1. patře objektu (2.NP). Zařízení pracuje s čerstvým venkovním vzduchem. Vzduchotechnická jednotka je umístěna v 1.PP ve strojovně vzduchotechniky. Složení jednotky je takové hle:

Přívod:

- těsná uzavírací klapka ovládaná servopohonem;
- kulisový tlumič hluku;
- kapsový filtr třídy G4;
- rotační regenerační hygroskopický výměník;
- přívodní ventilátor s frekvenčním měničem;

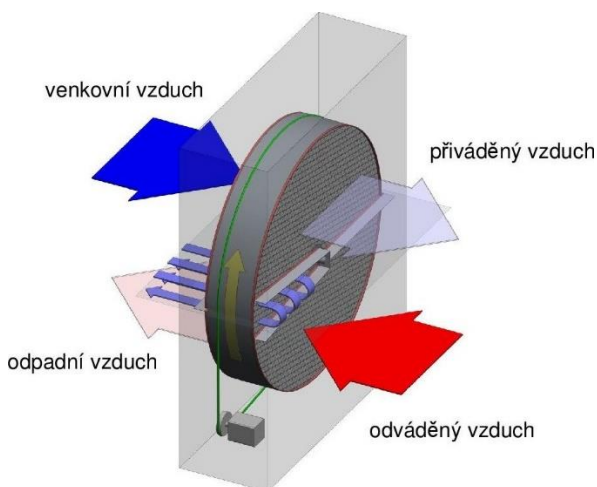
- teplotní ohřivač;
- výměník pro přímý odpar chladiva;
- filtr třídy F8;
- kulisový tlumič hluku.



Obrázek 7: Kapsový filtr G4 [12]

Odvod:

- kulisový tlumič hluku;
- kapsový filtr třídy G4;
- odvodní ventilátor s frekvenčním měničem;
- rotační výměník ZZT;
- kulisový tlumič hluku;
- těsná uzavírací klapka ovládaná servopohonem.



Obrázek 8: Rotační výměník [13]

Sání čerstvého vzduchu bude ze střechy na úrovni 2.NP směrem do atria přes tlumiče hluku. Výfuk odpadního vzduchu bude vyveden částečně do prostoru parkingu a částečně do venkovního prostředí přes střechu. Na odbočkách, které vedou vzduch směrem do parkingu budou osazeny regulační klapky, které zajistí, že v parkingu bude podtlak.

Předpokládá se, že při venkovních teplotách nižších než 0 °C bude množství přiváděného vzduchu sníženo na polovinu. Při těchto teplotách bude výkon rotačního regeneračního výměníku regulován tak, že na straně výfuku bude teplota vyšší než 0 °C. Vzduchotechnická jednotka bude vybavena dilatačními vložkami pro připojení vzduchotechnického potrubí, základovým rámem a sifony pro odvod kondenzátu.

Pro možnost využití vzduchotechnické jednotky jako nouzového přívodu vzduchu do prostor garáží, které mohou být využívány jako kryt civilní ochrany. Bude za jednotku na straně přívodu mezi přívodním a odvodním potrubím vsazena by-passová klapka, která zajistí přívod vzduchu do prostoru garáží bez toho, aby byl přívodní vzduch přiváděn do komerčních prostor. Klapka se bude ovládat ručně. Pro odvod vzduchu z prostoru garáží bude použito zařízení č. 2. Výkon vzduchotechnické jednotky bude v nouzovém režimu odpovídat požadovanému množství přiváděného vzduchu $5 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ na osobu při obsazenosti 136 osob na každé patro garáží. To znamená, že dohromady bude minimální přívod $1360 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

Přívod vzduchu bude proveden na hranu každého nájemního prostoru, kde bude vysazena odbočka, která bude obsahovat následující prvky:

- regulátor konstantního průtoku vzduchu;
- uzavírací klapku;
- protipožární klapku s požadovanou funkcí.

Rozvody vzduchu se předpokládají pomocí standartního potrubí z ocelového plechu s tepelnou izolací, do kterého budou vloženy:

- tlumiče hluku;
- protipožární klapky;
- regulační prvky.

Přívodní a odvodní prvky pro přívod a odvod vzduchu i rozvody v rámci jednotlivých nájemních prostor nebudou součástí základního vybavení objektu. Budou dodány podle požadavku nájemce daného prostoru.

V budově se uvažuje automatická regulace a předpokládají se následující funkce:

- ovládání uzavíracích klapek v rámci vzduchotechnické jednotky v závislosti na chodu;
- ovládání výkonu zpětného získávání tepla;
- protimrazovou ochranu teplovodního výměníku;
- ovládání otáček ventilátoru;
- signalizaci provozních a havarijních stavů zařízení;
- signalizaci polohy listů požárních klapek.

Zařízení bude možné ovládat z centrálního řízení budovy a, nebo z prostoru kanceláří.

8.2 Zařízení č. 2: Provozní větrání parkingu

Dimenzování parkingu je provedeno v odst. 7.2.2

Řešení

Přívod vzduchu bude řešen přísáváním vzduchu z venkovního prostoru a výfukem odpadního vzduchu ze vzduchotechnické jednotky zařízení č. 1. Sání čerstvého venkovního vzduchu je na úrovni 2.NP v prostoru vjezdových vrat autovýtahu. Do prostoru parkingu bude vzduch přefukován požárními stěnovými uzávěry. Proudění vzduchu v parkingu a zamezení vytváření mrtvých koutů bude zajištěno pomocí potrubního rozvodu.

Odsávací ventilátor bude umístěn pod stropem garáže na úrovni 1.PP. Výfuk vzduchu bude proveden samostatným izolovaným potrubím vedeným nad střechu objektu., kde zplodina z provozu parkingu nebudou obtěžovat ani ohrožovat okolí.

Pro provozní větrání parkingu je navržen samostatný odsávací axiální ventilátor, který bude dimenzován na množství odsávaného vzduchu $4000 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Tento ventilátor nebude určen pro režim odvodu kouře a tepla. Proto bude proveden v normálním provedení. Za ventilátor bude umístěna uzavírací klapka, která bude ovládaná pomocí servomotoru a uzavírající se v případě vypnutí odsávacího ventilátoru.



Obrázek 9: Axiální ventilátor [14]

Popis a parametry axiálního ventilátoru jsou v příloze č. 3.

V rámci autovýtahu bude zařízením vzduchotechniky zajištěno pouze provětrávání šachty autovýtahu, prostor kabiny autovýtahu bude větrán samostatným zařízením, které bude dodáno výrobcem autovýtahu.

Odtahové potrubí bude provedeno ve standartním provedení z ocelového pozinkovaného plechu.

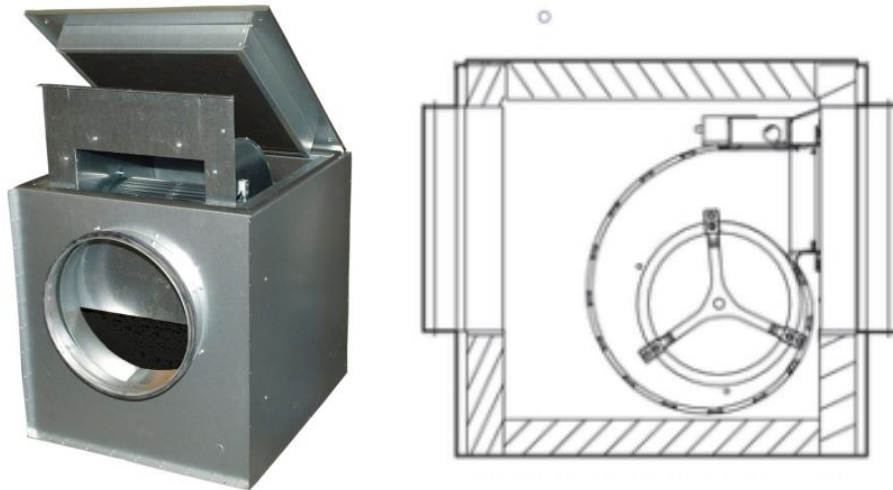
8.3 Zařízení č. 3: Přívod vzduchu do kotelny

Zařízení slouží pro přívod spalovacího vzduchu pro kotle a pro odvod tepelných zisků z prostoru kotelny.

Pro přívod spalovacího vzduchu slouží vzduchotechnická sestava. Nasávání čerstvého venkovního vzduchu bude z fasády stávající protidešťovou žaluzií.

Vzduchotechnická sestava se bude skládat z:

- uzavírací klapka ovládaná servopohonem;
- kapsový filtr třídy G3 do potrubí;
- radiální ventilátor do kruhového potrubí s nastavitelnými otáčkami;
- elektrický ohřívač do potrubí.



Obrázek 10: Radiální ventilátor [15]

Pro dopravu čerstvého venkovního vzduchu bude použito potrubí z ocelového pozinkovaného plechu, opatřené tepelnou či požární izolací, které bude v prostoru kotelny svedeno k podlaze k blízkosti hořáků. Umístění tlumičů hluku bude řešeno dle konkrétní hlučnosti. Přebytečný vzduch bude neuzavíratelným otvorem vyveden do venkovního prostoru. Spouštění zařízení bude společné s chodem kotlů.

Zařízení bude vybaveno automatickou regulací, která bude zajišťovat:

- blokaci kotlů;
- blokaci elektrického ohříváče;
- signalizaci chodu ventilátoru;
- signalizaci zanášení filtrů.

8.4 Zařízení č. 4: Odtah hygienického zázemí komerčních prostor

Tyto hygienické prostory budou větrány podtlakově s přísáváním vzduchu z přilehlých větraných prostor přes podříznuté dveře nebo stěnové mřížky, nebo přes požární stěnové uzávěry. Dimenzování bude dle počtu a druhu zařizovacího předmětu na základě kapitoly 6.2.

Tabulka 9: Množství odváděného vzduchu z hygienických zařízení

Číslo místnosti	Název místnosti	Množství odváděného vzduchu [m ³ .h ⁻¹]
206	Umývárna	60
207	WC	50
208	WC	50
209	WC	50
210	WC	50
211	Umývárna	60

Odsávání bude zajišťovat radiální ventilátor do kruhového potrubí s přetlakovou klapkou do společného vzduchovodu s výfukem nad střechu objektu kolmo k rovině střechy. Umístění tlumičů hluku bude řešeno dle konkrétní hlučnosti navržených prvků.

Pro dopravu vzduchu bude použito přednostně kruhové potrubí z ocelového spirálně vinutého plechu se zvýšenou těsností, ke kterému budou připojeny pomocí ohebných hadic kruhové talířové ventily s regulací průtoku vzduchu.



Obrázek 11: Odvodní kruhový talířový ventil [16]

Spouštění zařízení bude společné se zařízením č. 1 a samostatně u vstupu do jednotlivých hygienických zázemí s časovým doběhem cca 3 – 5 minut.

8.5 Zařízení č. 5: Odtah hygienického zázemí byty

Zařízení je navrženo jako podtlakové a slouží pro odvětrání hygienického zázemí. Odvod vzduchu budou zajišťovat malé ventilátory do kruhového potrubí vybavené zpětnou klapkou. Každé hygienické zázemí bude mít vlastní odtahový ventilátor. Stoupačky budou vyrobeny z ocelového pozinkovaného plechu se zatmelenými spárami

a nad střechou zakončeny výfukovou hlavicí. Vlastní odsávání prostoru bude provedeno přes odpovídající interiérový prvek – talířový ventil, štěrbinu v podhledu. Ventilátory budou vybaveny termopojistkou proti přetížení.

Dimenzování bude dle počtu a druhu zařizovacího předmětu na základě kapitoly 4. V objektu je celkem 47 WC nebo koupelen. Náhrada za odsátý vzduch bude z okolních prostor přes dveřní mřížky nebo podříznuté dveře, konstrukce oken bude umožňovat dostatečnou infiltraci vzduchu. Pod okny budou umístěné provětrávací štěrbinové.

Ventilátory budou spouštěny ručně tlačítkem s časovým doběhem.

8.6 Zařízení č. 6: Odtah čajové kuchyňky v komerčním prostoru

Tento prostor bude větrán podtlakově s přísáváním vzduchu z okolních větraných prostor. Dimenzování je na základě kapitoly 4. Množství odváděného vzduchu kuchyňky je $150 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

Odsávání bude zajišťovat radiální ventilátor do kruhového potrubí s přetlakovou do společného vzduchovodu s výfukem nad střechu objektu kolmo k rovině střechy. Umístění tlumičů hluku bude řešeno dle konkrétní hlučnosti.

Pro dopravu vzduchu bude použito přednostně kruhové potrubí z ocelového spirálně vinutého plechu se zvýšenou těsností. Ke kterému budou připojeny pomocí ohebných hadic kruhové talířové ventily s regulací průtoku vzduchu.

8.7 Zařízení č. 7: Větrání společných chodeb

Společné chodby budou větrány samostatnou vzduchotechnickou jednotkou tak, aby byla v prostoru zajištěna $0,5 \cdot \text{h}^{-1}$ výměna vzduchu.

System je navržen jako rovnotlaký s přívodem vzduchu do všech podlaží schodiště, případně chodeb a odtahem v nejvyšším místě. Vzduchotechnická jednotka bude provedena ve venkovním provedení.

Větrací jednotka bude zajišťovat:

- dopravu vzduchu;
- zpětné získávání tepla pomocí deskového výměníku;
- filtraci přiváděného a odváděného vzduchu.

Vzduchotechnická jednotka bude napojena na potrubní rozvoz z ocelového pozinkovaného plechu s tepelnou izolací, do které dle potřeby budou vloženy tlumiče hluku a regulační prvky. Distribuce vzduchu bude provedena klasickými vyústkami příloha č. 7. Ovládání jednotky bude na základě časového plánu, popř. z centrálního řízení budovy. Vzduchotechnická jednotka bude vybavena vlastním řídicím systémem.

8.8 Zařízení č. 8: Odtahy od digestoří – příprava

Zařízení je navrženo jako podtlakové a slouží pro odvod vzduchu od varné desky. Odvod vzduchu bude zajišťován digestoří, která bude instalována individuálně jako součást dodávky kuchyňského studia v rámci realizace kuchyňské linky, typy digestoří dle výběru budoucích majitelů jednotlivých bytových jednotek.

Digestoř bude napojena na kruhové spiro potrubí z pozinkovaného plechu. Potrubí bude ve vodotěsném provedení. Potrubí bude vyvedeno nad střechu, kde bude zakončeno výfukovou hlavicí. Digestoř bude spouštěna tlačítkem, při spuštění odsávání se předpokládá otevřené okno.

8.9 Zařízení č. 9: Odtah odpadky

Pro odvětrávání místnosti odpadků slouží radiální ventilátor, který bude zajišťovat 10-ti násobnou výměnu vzduchu. Odváděný vzduch se bude vyfukovat nad střechu objektu. Pro dopravu vzduchu bude použito kruhové potrubí z ocelového pozinkovaného plechu v letovaném provedení. Umístění tlumičů hluku bude řešeno podle konkrétních hlučností navržených prvků.

Náhrada za odvedený vzduch bude přes požární stěnový uzávěr z prostoru parkingu. Předpokládá se nepřetržitý chod zařízení.

8.10 Zařízení č. 10: Větrání elektrorozvodny

Pro větrání elektrorozvodny slouží radiální ventilátor, který bude zajišťovat 5-ti násobnou výměnu vzduchu. Větrání bude navrženo jako podtlakové s nasáváním vzduchu přes uzavírací klapku, ovládanou servopohonem, požární klapku a tlumič hluku z venkovního prostoru.

Odsávání bude zajišťovat ventilátor, který bude vyfukující vzduch přes tlumič hluku, uzavírací klapku ovládanou servopohonem a požární klapku do garáží. Uzavírací klapky se otevřou v případě spuštění zařízení.

Spouštění zařízení bude dle teplotního čidla v prostoru elektrorozvodny, při zvýšení teploty v místnosti nad +32 °C se ventilátor spustí a při poklesu pod +28 °C se vypne

Zařízení bude vybaveno automatickou regulací, která zajišťuje:

- ovládání uzavírací klapky s chodem ventilátoru;
- signalizaci teploty v místnosti;
- signalizaci chodu ventilátoru.

8.11 Zařízení č. 11: Odtah úklidové komory v 1.PP

Tento prostor bude větrán podtlakově s přísáváním vzduchu z přilehlých větraných prostor. Dimenzování bude dle počtu a druhu zařizovacích předmětů na základě kapitoly 4.

Odsávání bude zajišťovat radiální ventilátor do kruhového potrubí o \varnothing 125 s přetlakovou klapkou do společného vzduchovodu o \varnothing 250 s výfukem ze zařízení č. 4 nad střechu objektu kolmo k rovině střechy. Umístění tlumičů hluku bude řešeno dle konkrétní hlučnosti navržených prvků.

Pro dopravu vzduchu bude použito přednostně kruhové potrubí z ocelového spirálně vinutého plechu se zvýšenou těsností, ke kterému budou připojeny pomocí ohebných hadic kruhové talířové ventily s regulací průtoků vzduchu.

Spouštění bude samostatně u vstupu do místnosti s časovým doběhem 3 – 5 minut.

8.12 Zařízení č. 12: Větrání skladů v 1.PP

Prostory skladů budou větrány samostatnou přívodní sestavou, která bude v prostoru zajišťovat $0,5 \cdot h^{-1}$ výměnu vzduchu. Systém je navržen jako přetlakový s přívodem vzduchu do daných sklípků, případně sousedících chodeb, a přefukem do prostoru parkingu. Umístění přívodní vzduchotechnické sestavy bude v prostoru chodby sklípků.

Vzduchotechnická sestava bude ve složení:

- uzavírací klapka ovládaná servopohonem;
- kapsový filtr třídy G3;
- radiální ventilátor do kruhového potrubí s nastavitelnými otáčkami;
- elektrický ohřívač.

Přívodní sestava bude napojena na potrubní rozvod, který bude z ocelového pozinkovaného plechu s tepelnou izolací, do kterého budou dle potřeby vloženy tlumiče hluku a regulační prvky. Distribuce vzduchu bude provedena vyústkami NOVA A.

Ovládání přívodní sestavy bude na základě časového plánu, popř. z centrálního řízení budovy.

8.13 Zařízení č. P.1: Požární větrání – CHÚC

Podle projektu požární ochrany, kde jsou stanoveny nároky na protipožární zabezpečení budov vč. Stanovení velikostí a typu únikových cest, je navržena 15-ti násobná přetlaková ventilace schodiště.

Nucené přetlakové větrání bude zajišťovat ventilátor s uzavírací klapkou ovládanou servopohonem. Sání čerstvého vzduchu bude z prostoru střechy na úrovni 2.NP. Ventilátor umístěný pod poslední mezipodestou na úrovni 2.PP, bude napojen na potrubní rozvod, požárně izolovaný. Přívod vzduchu bude pouze v nejnižším místě schodiště. Přetlak mezi chráněnou únikovou cestou typu B a přilehlými požárními úseky bude v intervalu 25 Pa až 100 Pa. Výfuk vzduchu bude přes přetlakovou klapku v nejvyšším místě schodiště. Výfuk vzduchu bude přes žaluzii nad střechou objektu.

9. ENERGETICKÉ NÁROKY

Vzduchotechnická zařízení mohou spolehlivě plnit svoji funkci jenom tehdy, pokud je plynule zajišťována dodávka všech druhů energií. Jako základní média pro provoz klimatizačních a ventilačních zařízení je možno uvažovat:

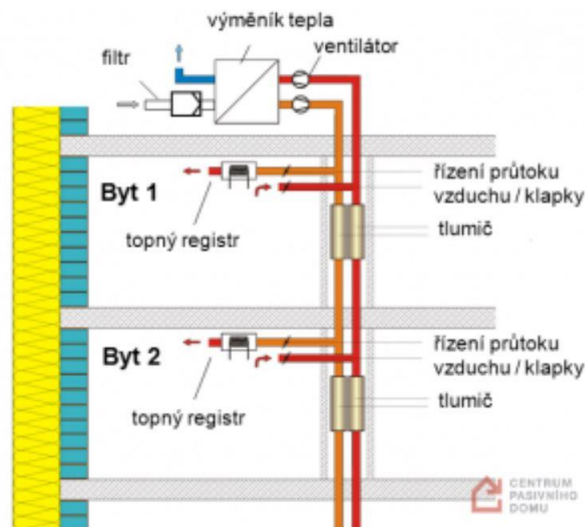
- elektrická energie ze sítě (3x 400/230 V; 50 Hz)
- elektrická energie (3x 400/230 V; 50 Hz) pro požární větrání z druhého nezávislého zdroje;
- otopná voda 75/60 °C.

10. NÁVAZNOSTI NA PROFESE

- stavební profese a ocelové konstrukce
- zdravotní technika
- rozvody topné a chladicí vody
- elektrorozvody

- měření a regulace

11. CENTRÁLNÍ ROVNOTLAKÉ NUCENÉ VĚTRÁNÍ



Obrázek 12: Centrální rovnotlaké nucené větrání [17]

Systém centrálního větrání se skládá z centrální vzduchotechnické jednotky, která je umístěna na střeše bytového domu a zabezpečuje společné provětrávání bytů a ateliérů, které jsou situovány nad sebou, které spojuje společná svislá šachta. V šachtě se nachází dva vzduchovody pro přívod a odvod vzduchu, kterými je vzduch distribuován k jednotlivým bytům a ateliérům. Zařízení bude automaticky vyrovnávat tlakové poměry v přívodních a odváděcích vzduchovodech při zásahu uživatelů.

Návrh vzduchotechnické jednotky vychází ze, stanovení množství přiváděného a odváděného vzduchu. Množství přiváděného je stanoveno z výpočtu objemu místnosti a výměny vzduchu i [h^{-1}]. Množství odváděného vzduchu z koupelen a toalet je stanoveno z odstavce 6.2 a od digestoře, kterou si bude dodávat nájemce prostoru, bude maximálně odsávat $300 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Množství přiváděného a odváděného vzduchu v jednotlivých patrech je vypočítané v Tabulce 10.

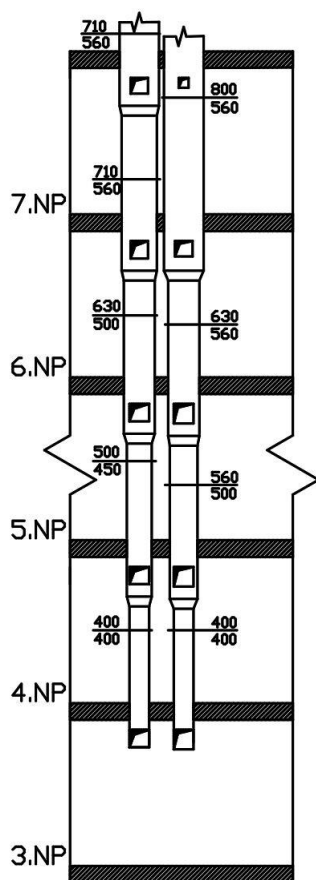
Tabulka 10: Množství přiváděného a odváděného vzduchu v patrech

Číslo patra	Přívod [m ³ /h]	Odvod [m ³ /h]
3.NP	2335	2920
4.NP	2334	2920
5.NP	2335	2920
6.NP a 7.NP	3921	2330
Celkem	10925	11090

Vzduchotechnickou jednotku jsem zvolil podle vypočítaných průtoků vzduchu. Zvolil jsem jednotku DUPLEX Basic 12100 – N od firmy ATREA s.r.o.

Jedná se o větrací jednotku Basic 12100 - N s křížovým rekuperačním výměníkem tepla, která je umístěna na kovové konstrukci na střeše bytového domu.

Vzduchotechnická jednotka splňuje nepřísnější Evropské normy, charakteristika pláště dle EN 1886 a EC motory vyhovují ErP 2015.



Obrázek 13: Schéma stoupačky

Výpočty dimenzí přívodního a odvodního potrubí jsem provedl podle odstavce 7.1.2 Výpočet hranatého potrubí.

Hlavní výhody jsou zajištění trvalé kvality větrání vnitřního vzduchu s minimální spotřebou tepelné energie pro předehřev větracího vzduchu, vysoká účinnost VZT jednotky, využití zpětného zisku tepla. Nevýhody jsou zvýšené nároky na prostor pro umístění VZT jednotky a vzduchovodů, vysoké náklady na realizaci centrálního systému větrání. [18]

12. ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo navrzení klimatizace pro novostavbu polyfunkčního bytového domu, který se staví na Praze 3 – Žižkov v ulici Pod Vítkovem 2. Návrh klimatizace jsem měl realizovat ve dvou variantách. První variantu jsem vypracoval pro celý objekt. Kde jsem navrhl vzduchotechnická zařízení pro přívod čerstvého vzduchu a odvod znečištěného vzduchu podle normy ČSN EN 15 665 Větrání budov a podle změny normy ČSN EN 15 665 Z1 z února 2011. V takto rozsáhlém objektu jsem navrhl několik vzduchotechnických jednotek pro větrání kotelny, elektrorozvodny, pro větrání skladů a odtahu domovního odpadu a dalších. Pro podzemní parking, ke kterému náleží dva autovýtahy jsem musel na dimenzovat axiální ventilátor na odvod znečištěného vzduchu. Dimenzování garáží jsem provedl podle normy ČSN 73 6058 Jednotlivé, řadové a hromadné garáže. V 1. a 2. nadzemním podlaží se nacházejí komerční jednotky pro, které je navrhnutá vzduchotechnická jednotka, kterou jsem poptával u firmy JANKA ENGINEERING s.r.o. Která se nachází na úrovni 1. PP a je napočítána na $8200 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ požadovaného průtoku. V první variantě byty a ateliéry větrám přirozeně otevíráním oken a přivětrávacími štěrbinami, které se nacházejí pod okny. Z toalet, koupelen a kuchyní (od digestoří) podtlakově odvádím znehodnocený vzduch. V druhé variantě jsem se zabýval větráním ateliérů a bytů pouze jako koncept. Větrání komerčních prostorů a podzemního parkingu je shodné s první variantou až na dvě úpravy stoupaček. Jedna stoupačka se týká odtahu znečištěného vzduchu z domovního odpadu, a druhou změnou je změna velikosti potrubí stoupačky odtahu podzemního parkingu. Pro větrání bytů a ateliérů jsem navrhl centrální rovnotlaký systém, který přivádí a odvádí vzduch z bytů a ateliérů. Abych mohl navrhnu vzduchotechnickou jednotku musel jsem spočítat průtok čerstvého vzduchu, který mi vyšel $10925 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ a průtok znehodnoceného vzduchu, který mi vyšel $11090 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Pomocí těchto výsledků jsem mohl najít potřebnou vzduchotechnickou jednotku, kterou jsem našel u firmy ATREA s.r.o. Dále jsem napočítal dimenze potrubí hlavní větve. V tomto projektu bych volil přirozený přívod čerstvého vzduchu otevřenými okny a přivětrávacími štěrbinami, které se nacházejí pod okny, jsou levnější a můžou způsobovat hluk. Ale nepotřebují tolik prostoru pro vzduchotechnickou jednotku, která může být dost drahá a taky veliká. Další výhodou je, že není potřeba tahat po bytě tolik potrubí, které se musí dávat do podhledů. Ale za má to i svoje nevýhody, i když to může způsobovat hluk, ale nemůžeme si regulovat přívod

vzduchu do bytu a nemůžeme využít zpětného získávání tepla. Součástí výstupu práce je výkresová dokumentace.

13. PŘÍLOHY

Příloha č. 1 - Vzduchotechnická jednotka komerční prostory

Příloha č. 2 - Vzduchotechnická jednotka DUPLEX Basic 12100 – N

Příloha č. 3 - Axiální ventilátor

Příloha č. 4 - Radiální ventilátor

Příloha č. 5 - Odvodní a přívodní difuzory

Příloha č. 6 - Protidešťová žaluzie

Příloha č. 7 - Mřížky a vyústky

Příloha č. 8 - Výpočet provozního větrání v garážích

Příloha č. 9 - Výpočty komerce a byty

14. SEZNAM VÝKRESOVÉ DOKUMENTACE

131 – 17 – 01	Půdorys 2.pp
131 – 17 – 02	Půdorys 1.pp
131 – 17 – 03	Půdorys 1.np
131 – 17 – 04	Půdorys 2.np
131 – 17 – 05	Půdorys 3.np
131 – 17 – 06	Půdorys 4.np
131 – 17 – 07	Půdorys 5.np
131 – 17 – 08	Půdorys 6.np
131 – 17 – 09	Půdorys 7.np
131 – 17 – 10	Půdorys střechy
131 – 17 -11	Schéma

15. SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek 1:	Přírozené větrání	14
Obrázek 2:	Nucené větrání	15
Obrázek 3:	Umístění objektu na Praze 3 – Žižkov	16
Obrázek 4:	Řez objektu	17
Obrázek 5:	Vzduchotechnická jednotka	31
Obrázek 6:	Tlaková ztráta žaluzie	33
Obrázek 7:	Kapsový filtr G4	38
Obrázek 8:	Rotační výměník	38
Obrázek 9:	Axiální ventilátor	41
Obrázek 10:	Radiální ventilátor	42
Obrázek 11:	Odvodní kruhový talířový ventil	43
Obrázek 12:	Centrální rovnotlaké nucené větrání	47
Obrázek 13:	Schéma stoupačky	49
Tabulka 1:	Parametry pro návrh větracích zařízení	19
Tabulka 2:	Maximální tepelné zátěže	20
Tabulka 3:	Předpokládané mikroklimatické podmínky	20
Tabulka 4:	Hodnoty hladin hluku	23
Tabulka 5:	Frekvence výměny vozidel $f [h^{-1}]$	27
Tabulka 6:	Emise oxidu uhelnatého vozidel	28
Tabulka 7:	Hodnoty výpočtu provozního větrání garáží	30
Tabulka 8:	Celkový přívod vzduchu komerčních prostor	37
Tabulka 9:	Množství odváděného vzduchu z hygienických zařízení	43
Tabulka 10:	Množství přiváděného a odváděného vzduchu v patrech	49

16. SOUPIS POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ

- [1] DUFKA, Jaroslav. Větrání a klimatizace domů a bytů. 1. vyd. Praha: Grada, 2002. ISBN 8024702223.
- [2] DRKAL, František, Vladimír ZMRHAL a České vysoké učení technické v Praze. Strojní fakulta. Větrání. 1. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 9788001051818.
- [3] RUBINOVÁ, Olga a Aleš RUBINA. Klimatizace a větrání. 1. vyd. Brno: ERA, 2004. ISBN 8086517306.
- [4] ZMRHAL, Vladimír a Petra ŠTÁVOVÁ. Nové požadavky na větrání obytných budov podle národní přílohy k ČSN EN 15665: New Requirements For Residential Buildings Ventilation Pursuant To National Supplement To ČSN EN 15665 Standard
- [5] Chynský, Jaroslav, Karel HEMZAL, a kol. Větrání a klimatizace: Technický průvodce sv. 31. Brno: BOLIT-B press, 1993. ISBN 8090157408
- [6] DUFKA, Jaroslav. Větrání a klimatizace domů a bytů; Grada Publishing, a.s., [online]. 2009 [citace 27. 6. 2018]. Dostupné z http://stavitel.cz/clanek/vytpn-a-klimatizace/klimatizace/jak-sprvn-a-efektivn-vtrat-1dl_131
- [7] HRUBÝ, Libor. Centrum pasivního domu. [online]. 2016 [citace 22. 6. 2018]. Dostupné z <https://stavba.tzb-info.cz/pasivni-domy/13969-vetrani-je-nedilna-soucast-kvalitniho-pasivniho-domu>
- [8] Seznam.cz, a.s., [online]. 2018 [citace 24. 5. 2018]. Dostupné z <https://mapy.cz/zakladni>
- [9] ČSN 73 6058. Jednotlivé, řadové a hromadné garáže. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [10] KOSTKOVÁ Barbora, František Drkal, Jan Schwarzer, zpracováno v rámci odborné činnosti Ú12116, FS ČVUT v Praze, [citace 26. 4. 2018]. Dostupné z www.stpcr.cz/?download=_/os1/asw-gar01.xls
- [11] Protidešťová žaluzie [online]. [citace 25. 6. 2018]. Dostupné z <http://www.systemair.com/globalassets/websites/cz/katalogy/katalog-pz-cz-rev.02.pdf>
- [12] Kapsový filtr G4 [online]. [citováno 28. 6. 2018]. Dostupné z <http://www.kapsove-filtry.cz/kapsovy-filtr-g4.html>
- [13] POSTUPA, Martin. KASTT, spol. s.r.o., [online], 2017. [citace 20. 6. 2018]. Dostupné z <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-s-rekuperaci/15795-moderni-rotacni-vymeniky-tepla>

- [14] Axiální ventilátor. [citace 24. 6. 2018]. Dostupné z <https://www.systemair.com/cz/Ceska/Products/ventilatory--prislusenstvi/ventilatory-axialni/stredotlake-axialni-ventilatory/axcg/AXC-355-garage/>
- [15] Radiální ventilátor. [citace 18. 6. 2018]. Dostupné z <https://www.systemair.com/cz/Ceska/Products/Ventilatory--prislusenstvi/ventilatory-kruhove/izolovane--ventilatory/kvk/kvk-200>
- [16] Odvodní kruhový ventil. [citace 17. 6. 2018]. Dostupné z <https://www.systemair.com/cz/Ceska/Products/distribucni-elementy/difuzory/valves/effc/effc-125>
- [17] HRUBÝ, Libor. Centrum pasivního domu. [online]. 2009. [citace 30. 6. 2018]. Dostupné z <http://www.pasivnidomy.cz/vetrani-a-vytapeni/t379?chapterId=1730>
- [18] ZMRHAL, Vladimír. Větrání rodinných a bytových domů. 2. vyd. Praha: Grada Publishing a.s, 2014. 96s. ISBN 9788024745732