

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



VĚTRÁNÍ BYTOVÉHO DOMU

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracoval:

Bc. Jiří Brabec

Vedoucí práce:

Ing. Zuzana Veverková, Ph.D.

Školní rok:

2020/2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Brabec Jméno: Jiří Osobní číslo: 438124
Zadávací katedra: K125 - Katedra technických zařízení budov
Studijní program: Budovy a prostředí
Studijní obor: Budovy a prostředí

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Větrání bytového domu
Název diplomové práce anglicky: Ventilation system of residential building

Pokyny pro vypracování:

Zpracujte přehled požadavků na vnitřní prostředí obytných budov.

Navrhněte možné varianty řešení větrání zadaného objektu ve formě konceptu, proveďte jejich posouzení a výběr vhodné varianty řešení pro řešený objekt.

Pro zvolenou variantu řešení zpracujte projektovou dokumentaci vzduchotechniky na úrovni rozšířené dokumentace pro vydání stavebního povolení dle vyhlášky 499/2006 Sb. Obsahem dokumentace budou půdorysy a řezy větracího systému a strojovny vzduchotechniky, výpočet množství vzduchu, hydraulické výpočty, návrh distribučních elementů, technická zpráva, posouzení hluku.

Seznam doporučené literatury:

Günter Gebauer, Helena Horká, Olga Rubinová - Vzduchotechnika

Daniel Klaus, Technika budov - Příručka pro projektanty, Jaga

Vladimír Zmrhal a kol., Větrání škol v souvislostech, Společnost pro techniku prostředí z.s.

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Zuzana Veverková, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 22.09.2020 Termín odevzdání diplomové práce: 4. 1. 2021
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

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

V Praze dne:

podpis:

Poděkování:

Rád bych poděkoval paní Ing. Zuzaně Veverkové, Ph. D. za odborné vedení práce, cenné rady a připomínky, které mi pomohli k úspěšnému zpracování diplomové práce.

Větrání bytového domu

Ventilation system of residential building

Obsah

1	Úvod.....	8
1.1	Požadavky na vnitřní prostředí obytných budov.....	8
1.1.1	Větrání	8
1.1.2	Teplota vzduchu.....	11
1.1.3	Akustika	12
1.1.4	Osvětlení	12
2	Popis řešeného objektu	14
3	Navrhované varianty řešení větrání	16
3.1	Varianta 1 - Nucené podtlakové větrání.....	16
3.2	Varianta 2 - Rovnotlaké větrání s centrální VZT jednotkou.....	17
3.2.1	Umístění VZT jednotky	18
3.3	Varianta 3 - Lokální bytová VZT jednotka.....	20
3.4	Varianta 4 - Malá decentrální VZT jednotka pro každou obytnou místnost....	21
3.5	Navržená varianta pro řešený dům.....	22
3.5.1	Varianty řešení vzduchotechnických rozvodů a umístění VZT jednotky.....	23
4	Popis navrženého systému větrání	25
4.1	Větrání bytových jednotek	25
4.1.1	Regulace systému	26
4.2	Větrání komerčních prostorů.....	26
4.3	Požární větrání a požární bezpečnost.....	27
5	Závěr	28
6	Seznam literatury, podkladů a norem	29
7	Seznam obrázků.....	30
8	Seznam tabulek.....	31
9	Přílohy.....	31

Anotace:

Obsahem Diplomové práce je celkový návrh větrání bytového domu. V úvodní části je zpracován přehled požadavků na vnitřní prostředí obytných budov. Na základě nich jsou navrženy možné varianty řešení větrání zadaného objektu ve formě konceptu. Dále je provedeno jejich posouzení a výběr vhodné varianty řešení pro řešený objekt. Pro zvolenou variantu řešení je zpracována projektová dokumentace vzduchotechniky na úrovni rozšířené dokumentace pro vydání stavebního povolení. Dokumentace zahrnuje půdorysy a řezy větracího systému a strojovny vzduchotechniky, výpočet množství vzduchu, hydraulické výpočty, návrh distribučních elementů, technickou zprávu a posouzení hluku.

Klíčová slova:

větrání, vzduchotechnika, vzduchotechnická jednotka

Annotation:

The content of the diploma thesis is the overall design of the ventilation of an apartment building. The introductory part provides an overview of the requirements for the indoor environment of residential buildings. Based on them, possible variants of the solution of ventilation of the given object in the form of a concept are proposed. Furthermore, their assessment and selection of a suitable variant of the solution for the solved object is performed. For the selected variant of the solution, the project documentation of air conditioning is prepared at the level of extended documentation for the issuance of a building permit. The documentation includes floor plans and sections of the ventilation system and air conditioning engine room, calculation of the amount of air, hydraulic calculations, design of distribution elements, technical report and noise assessment.

Keywords:

ventilation, air conditioning, air handling unit

1 Úvod

S rostoucími požadavky na komfortní bydlení se v současné době klade velký důraz na kvalitu prostředí uvnitř budov a s jeho zajištěním je úzce spojena i energetická náročnost celé budovy. Proto je nezbytné do budovy přivádět kvalitní čerstvý vzduch a odvádět znehodnocený vzduch s minimálním negativním dopadem na tepelné ztráty.

V současné době existuje několik způsobů větrání, které lze rozdělit na 3 základní typy - přirozené, nucené a hybridní. Přirozené větrání se v dnešní době z důvodů vysokých nároků na vnitřní prostředí a energetickou náročnost budov už téměř nevyužívá. Dává se přednost nucenému a hybridnímu větrání. Hybridní větrání je z hlediska úspor energie velice výhodné, avšak je vhodné jen pro úzkou skupinu obytných budov.

1.1 Požadavky na vnitřní prostředí obytných budov

1.1.1 Větrání

Požadavky jsou citovány z norem ČSN EN 15665/Z1, ČSN EN 12831-1 a ČSN EN 16798-1.

- **Systémy větrání obytných budov**

Větrání budov lze provést třemi způsoby:

Přívod venkovního vzduchu podtlakem větracími otvory a nucený odvod znehodnoceného vzduchu z hygienických místností a kuchyně – nucené podtlakové větrání

Přívod venkovního vzduchu podtlakem větracími otvory a nucený odvod znehodnoceného vzduchu v kombinaci s přirozeným odvodem – hybridní větrání

Přívod a odvod vzduchu pomocí větrací jednotky (případně i se ZZT) – nucené rovnotlaké větrání

- **Požadavky na přívod venkovního vzduchu**

Základním požadavkem je zajištění trvalého větrání pro obytné prostory a kuchyně s minimální intenzitou $0,3 \text{ h}^{-1}$. Při návrhu množství vzduchu lze také použít minimální dávku čerstvého vzduchu pro osobu, avšak musí být splněn požadavek na minimální intenzitu větrání.

V ostatních prostorech jako jsou chodby, předsíně, technické místnosti a jiné je třeba zajistit průtok přiváděného nebo čerstvého vzduchu dle účelu využití místnosti.

- **Požadavky na odvod vzduchu**

Odvod vzduchu je nutné zajistit především z kuchyně a hygienických místností (WC, koupelny), kde vzniká větší koncentrace škodlivých látek.

Průtok odváděného vzduchu při trvalém větrání odpovídá průtoku přiváděného vzduchu navrženého podle požadavku intenzity větrání v tabulce 1. Vzduch se doporučuje z obytných místností odvádět přes hygienické místnosti. Průtok odváděného vzduchu z WC a koupelny se doporučuje v poměru 1:2.

Pro intenzivní větrání hygienických místností a kuchyně slouží nárazové větrání uvedené v tabulce 1. Odsátý vzduch je doplňován venkovním vzduchem z větracích otvorů nebo zvýšeným přívodem vzduchu větrací jednotkou.

Tabulka 1: Požadavky na větrání obytných budov dle normy ČSN EN 15665/Z1

	Trvalé větrání - průtok venkovního vzduchu		Nárazové větrání - průtok odsávaného vzduchu		
	intenzita větrání	Dávka venkovního vzduchu na osobu	Kuchyně	Koupelny	WC
	h^{-1}	$m^3/(h.os)$	m^3/h		
Minimální hodnota	0,3	15	100	50	25
Doporučená hodnota	0,5	25	150	90	50

V době kdy obytná budova není využívána lze připustit provoz s nižší intenzitou větrání $0,1 h^{-1}$ vztaženou k celkovému objemu bytu či domu.

V tabulce 2 jsou doporučené hodnoty minimální výměny vzduchu v místnostech za hodinu n_{min} dle normy ČSN EN 12831-1.

Tabulka 2: Hygienická výměna vzduchu v místnosti

Druh místnosti	$n_{min} (h^{-1})$
Obytná místnost	0,5
Kuchyně nebo koupelna s oknem	1,5

- **Návrhové průtoky přiváděného vzduchu dle normy ČSN EN 16798-1**

Tabulka 3: Kategorie vnitřního prostředí [3]

Kategorie	Popis
I	Vysoká úroveň očekávání, doporučená pro prostory obsazené velmi citlivými osobami s křehkým zdravím a se zvláštními požadavky, např. osoby postižené, nemocné, velmi malé děti a starší osoby.
II	Běžná úroveň očekávání. Vhodné využití pro nové budovy a rekonstrukce.
III	Přijatelná až střední úroveň očekávání. Použitelná pro stávající budovy.
IV	Hodnoty mimo kritéria kategorie III. Použitelná pouze pro omezenou část roku.

V tabulce 4 se předpokládá, že vzduch je přiváděn do obytných místností a ložnic a odváděn z místností se zdroji vlhkosti.

Tabulka 4: Kritéria na základě předdefinovaných průtoků přiváděného větracího vzduchu

Kategorie	Celkový průtok větracího vzduchu vč. Infiltrace		Prívod větracího vzduchu na osobu	Prívod větracího vzduchu na základě IAQ pro adaptované osoby	
	l/s.m ²	h ⁻¹	l/s na osobu	l/s na osobu	l/s.m ²
I	0,49	0,7	10	3,5	0,25
II	0,24	0,6	7	2,5	0,15
III	0,35	0,5	4	1,5	0,1
IV	0,23	0,4			

Hodnoty v tabulce 5 předpokládají, že přiváděným vzduchem je venkovní vzduch nebo nevyužitý vzduch přiváděný z jiných místností.

Tabulka 5: Návrhové koncentrace CO₂ v obytných místnostech a ložnicích

Kategorie	Návrhová koncentrace ΔCO_2	
	obytné místnosti	ložnice
	(ppm nad koncentrací ve venkovním vzduchu)	
I	550	380
II	800	550
III	1350	950
IV	1350	950

Uvedené hodnoty v tabulce 5 odpovídají rovnovážnému stavu, kdy je průtok větracího vzduchu 4, 7, 10 l/s na osobu pro kategorie I, II, III a produkce CO₂ je 20 l/h na osobu v obývacích pokojích a 13,6 l/h na osobu v ložnicích.

- **Návrhové průtoky odváděného vzduchu dle normy ČSN EN 16798-1**

Tabulka 6: Návrhové průtoky vzduchu podle typu místnosti a budovy

Počet hlavních místností v domě/bytě	Návrhový průtok odváděného vzduchu v l/s				
	Kuchyně	Koupelna nebo sprcha s nebo bez WC	Další místnosti se zdrojem vodní páry	WC	
				jeden na obytné prostředí	2 a více na obytné prostředí
1	20	10	10	10	10
2	25	10	10	10	10
3	30	15	10	10	10
4	35	15	10	15	10
5 a více	40	15	10	15	10

Tabulka 7: Kategorie pro předdefinované průtoky odváděného vzduchu

Kategorie	Násobek průtoků vzduchu definovaných v tabulce 6
I	1,4
II	1
III	0,7
IV	0,5

Kategorie IV platí, pouze pokud je v kuchyni nainstalován přídatný odsavač par.

1.1.2 Teplota vzduchu

Požadavky jsou citovány z norem ČSN EN 12831-1 a ČSN EN 16798-1.

Každá místnost v bytovém domě má předepsanou vnitřní výpočtovou teplotu vzduchu. Otopný systém musí být navržen tak, aby bylo možno dosáhnout vnitřní výpočtové teploty při nejnižší vnější výpočtové teplotě. [3]

Tabulka 8: Vnitřní výpočtová teplota

Typ prostoru	Vnitřní výpočtová teplota ($\Theta_{\text{int},i}$)
	°C
obytné místnosti	20
kuchyně	20
koupelny	24
klozety	20
chodby, předsíně, aj.	15
vytápěná schodiště	10

Tabulka 9: Teplotní rozsah pro hodinový energetický výpočet chlazení a vytápění

Typ prostoru	Kategorie	Teplotní rozsah pro otopnou sezónu (°C)	Teplotní rozsah pro chladicí sezónu (°C)
		Tepelný odpor oděvu cca 1 clo	Tepelný odpor oděvu cca 0,5 clo
Obytné místnosti (ložnice, obývací pokoje aj.)	I	21 - 25	23,5 - 25,5
	II	20 - 25	23 - 26
	III	18 - 25	22 - 27
	IV	17 - 25	21 - 28
Ostatní místnosti (kuchyně, sklady aj.)	I	18 - 25	
	II	16 - 25	
	III	14 - 25	

Předpokládá se, že rychlost vzduchu je $<0,1$ m/s a relativní vlhkost vnitřního vzduchu je 40 % pro otopnou sezónu a 60 % pro chladicí sezónu.

1.1.3 Akustika

Požadavky jsou citovány z normy ČSN EN 16798-1.

Tabulka 10: Návrhové ekvivalentní hladiny akustického tlaku $L_{Aeq,nT}$ pro trvalé zdroje

Typ prostoru	Ekvivalentní hladina akustického tlaku $L_{Aeq,nT}$ [dB(A)]		
	I	II	III
Obývací pokoje	≤ 30	≤ 35	≤ 40
Ložnice	≤ 25	≤ 30	≤ 35

Hodnoty se vztahují na hluk způsobený zařízením techniky prostředí uvnitř uvažované místnosti.

1.1.4 Osvětlení

Požadavky jsou citovány z norem ČSN 73 0580-2 a ČSN 73 4301.

- **Úroveň denního osvětlení v obytných místnostech**

Průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti je nejméně 2 %.

V obytných místnostech musí být ve dvou kontrolních bodech v polovině hloubky místnosti, ale nejdále 3 m od okna, vzdálených 1 m od vnitřních povrchů bočních stěn, hodnota činitele denní osvětlenosti nejméně 0,7 % a průměrná hodnota z obou těchto bodů nejméně 0,9 %.

- **Proslunění**

Byt je prosluněn, je-li součet podlahových ploch jeho prosluněných obytných místností roven nejméně jedné třetině součtu podlahových ploch všech jeho obytných místností. Do součtu se nezapočítávají části podlahových ploch obytných místností, které leží za hranicí hloubky místnosti rovné 2,3 násobku její světlé výšky.

2 Popis řešeného objektu

Řešeným objektem je osmipodlažní nepodsklepený multikomfortní bytový dům. V přízemí se nachází komerční prostory určené pro bar a služby (malé kadeřnictví). Dále se zde nachází vstupní hala, sklepní kóje, sklad a technická místnost. V ostatních sedmi podlažích jsou prostory určené pro bydlení. V každém patře je celkem pět bytů v dispozicích od 1+kk až po 4+kk, z nichž některé disponují lodžii. Budova má celkem 35 bytů a veřejně přístupnou střešní terasu.

Konstrukce domu je vytvořena stěnovým systémem. Hlavní ztužující konstrukcí domu je vnitřní čtvercové železobetonové jádro, ve kterém se nachází hlavní komunikace mezi podlažními a byty. Obvodové nosné konstrukce a nosné příčky mezi byty jsou vytvořeny z masivních dřevěných KLH panelů společně se dřevobetonovými spřaženými stropy.

Dům disponuje inteligentním systémem stínění, který by měl zabraňovat přehřívání interiérů. S chlazením se tak zde nepočítá.

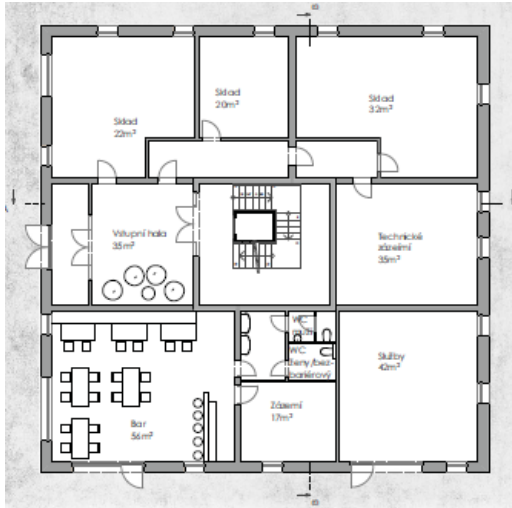
Bytový dům je zasazen do obytného komplexu několika podobných budov. V přílehlé části budovy se nachází veřejný prostor (park, náměstí), příjezdová komunikace a další služby nebo obchody.



Obrázek 1: Bytový dům - dolní pohled



Obrázek 2: Bytový dům - horní pohled



Obrázek 3: Bytový dům - 1NP



Obrázek 4: Bytový dům - typické podlaží

3 Navrhované varianty řešení větrání

Pro řešený bytový dům bylo zpracováno několik možných variant řešení větrání ve formě konceptu a jejich zhodnocení, výhody a nevýhody.

3.1 Varianta 1 - Nucené podtlakové větrání

Tento způsob větrání je ze všech variant nejjednodušší. Systém pracuje na principu přirozeného přívodu a nuceného odvodu vzduchu. Venkovní vzduch je přirozeně přiváděn podtlakem do obytných místností větracími otvory, které jsou integrovány v obvodové stěně nebo okenních výplních. Odpadní vzduch je pak odváděn z hygienických místností ventilátorem a v kuchyni zpravidla digestoří. Ventilátor je umístěn v každé hygienické místnosti a napojen na společné stoupací potrubí bytů nad sebou, které je vyvedeno na střechu. Může být i možnost centrálního ventilátoru umístěného ve stoupacím potrubí v úrovni střechy. [4]

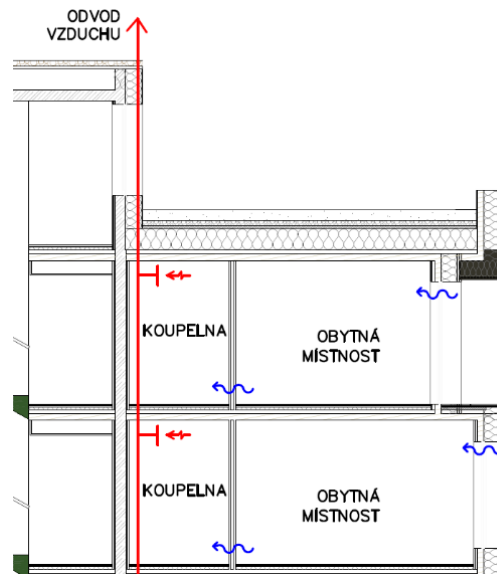
- **Výhody**

Systém je velice jednoduchý, levný a snadný pro instalaci, údržbu i obsluhu. Výhodou je okamžitý odvod znečištěného vzduchu. [4]

- **Nevýhody**

Větrání není příliš výhodné z hlediska úspor energií, jelikož do místností je přiváděn v zimě chladný vzduch, což způsobuje poměrně výrazné tepelné ztráty. Systém není ani příliš spolehlivý z hlediska kvalitního větrání, jelikož na přívod vzduchu mají vliv venkovní povětrnostní podmínky. [4]

V současné době, kdy se snažíme navrhovat energeticky úsporné budovy s kvalitním vnitřním prostředím je tento systém spíše nevhodný.



Obrázek 5: Řešení větrání - varianta 1

3.2 Varianta 2 - Rovnotlaké větrání s centrální VZT jednotkou

Principem tohoto systému je nucený přívod a odvod VZT jednotkou. Jedná se tak o rovnotlaké větrání.

Základem systému je vzduchotechnická jednotka s možností zpětného získávání tepla. Vzduch je z jednotky rozváděn potrubím do obytných místností a odváděn z hygienických místností a kuchyně. Do hygienických místností je vzduch přiváděn z obytných přes chodbu větrací mřížkou ve dveřích nebo dveřními netěsnostmi.

Ve VZT jednotce lze upravovat teplotu a vlhkost vzduchu. Do místností se už přivádí ohřátý vzduch na návrhovou teplotu místnosti.

V každém bytě je na přívodu i odvodu umístěn regulátor průtoku, který komunikuje s VZT jednotkou a umožňuje regulovat průtok vzduchu na základě požadavku uživatele bytu. Na přívodu v každém bytě může být zapojen i ohřívač vzduchu pro regulaci teploty.
[4]

- **Výhody**

Výhodou tohoto systému větrání je spolehlivé přivádění kvalitního a ohřátého vzduchu. Odpadají tak tepelné ztráty způsobené větráním a problémy spojené s nedostatečným přívodem vzduchu. Velikou úsporou energie na ohřev vzduchu může být možnost zpětného získávání tepla. V každém bytě lze regulovat průtok a teplotu vzduchu, což

zajišťuje vysoký komfort pro obyvatele bytů. Výhodou je i to, že v bytě není umístěn žádný ventilátor, který často bývá zdrojem hluku, avšak je nutné při návrhu myslet na tlumiče v potrubí, v kterých se nežádoucí hluk může šířit. [4]

- **Nevýhody**

Jelikož se jedná o složitější a sofistikovanější systém jsou s ním spojeny vyšší pořizovací náklady, náklady na provoz a údržbu. Je nutné myslet i na rozpočítání nákladů pro každý byt na provoz a údržbu VZT jednotky a doprovodných komponentů. [4]

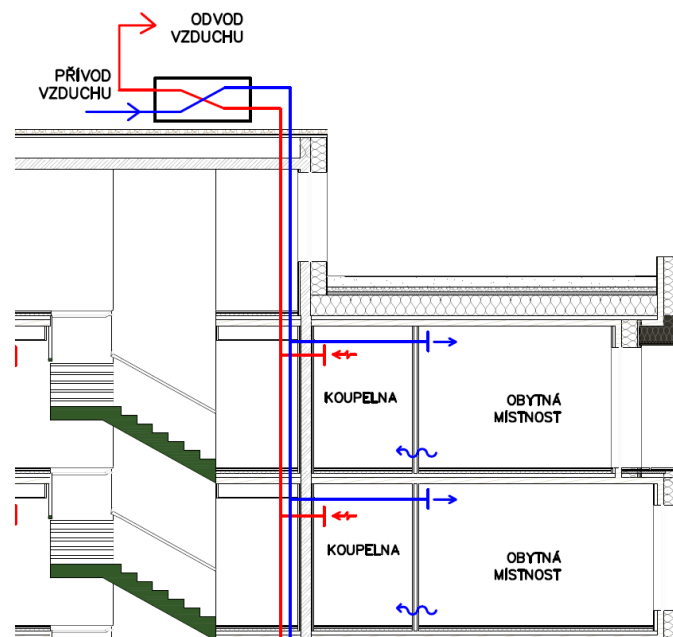
3.2.1 Umístění VZT jednotky

Při návrhu systému větrání se musí počítat s umístěním VZT jednotky. Tu lze umístit na střechu nebo do samostatné technické místnosti.

- **Umístění na střechě - výhody a nevýhody**

Výhodou umístění VZT jednotky na střechě je fakt, že není potřeba navrhovat pro ni zvláštní technickou místnost, avšak její umístění musí umožňovat nosnost střechy a celé konstrukce domu. Je také nutné zajistit k jednotce servisní přístup.

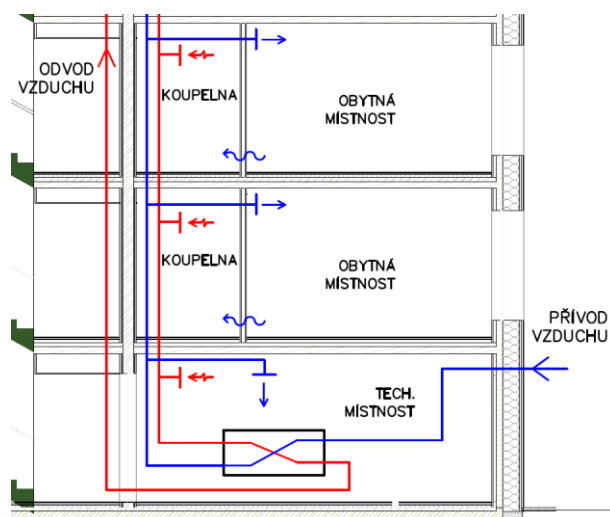
Výhodou je i okamžitý přívod a odvod vzduchu z jednotky bez potřeby dlouhých vzduchotechnických rozvodů. Hlavní rozvody do jednotlivých stoupaček jsou umístěny na střechě, a proto musí být tepelně izolované. Proti nepříznivým přírodním vlivům musí být zajištěna také VZT jednotka.



Obrázek 6: Řešení větrání - varianta 2a

- **Umístění v technické místnosti - výhody a nevýhody**

Umístěním v technické místnosti je VZT jednotka krytá a je tak lépe přístupná pro servis a údržbu. Je však nutné počítat s odvodem vzduchu z jednotky nad střechu a to si vyžaduje delší vzduchotechnické rozvody a další stoupačku navíc.



Obrázek 7: Řešení větrání - varianta 2b

System rovnotlakého větrání s centrální jednotkou zajišťuje komfortní větrání, úsporu energií a je vhodné pro většinu bytových domů.

3.3 Varianta 3 - Lokální bytová VZT jednotka

Hlavní rozdíl oproti centrálnímu systému je v tom, že každý byt má samostatnou menší VZT jednotku. Ta je umístěna obvykle pod stropem v předsíni nebo na chodbě. Sání vzduchu do jednotky může být řešeno buď společným potrubím vyvedeným na střechu, nebo samostatně z fasády každého bytu. Odvod vzduchu z jednotky je zpravidla řešen společným potrubím nad střechu budovy. [4]

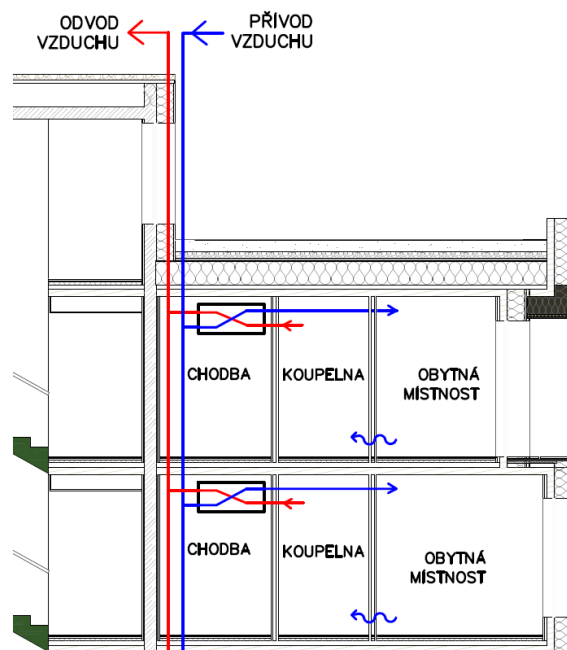
- **Výhody**

Výhodou tohoto systému je zajištění trvalé kvality vnitřního vzduchu s minimální spotřebou energie na ohřev vzduchu. Uživatel bytu má celý systém plně pod kontrolou včetně nákladů spojených s údržbou a provozem jednotky. [4]

- **Nevýhody**

Nevýhodou může být poměrně nízká účinnost ventilátorů jednotky a jejich hlučnost. Pro umístění VZT jednotky jsou kladeny vyšší prostorové nároky v bytě. [4]

Tento systém je ekonomicky výhodnější pro bytové domy s menším počtem bytů. Pro větší bytové domy se spíše vyplatí systém s centrální VZT jednotkou. [5]



Obrázek 8: Řešení větrání - varianta 3

3.4 Varianta 4 - Malá decentrální VZT jednotka pro každou obytnou místnost

Každá obytná místnost je větraná malou rekuperační větrací jednotkou. Ta je instalována přímo v obvodové zdi větrané místnosti. Nárazové větrání v hygienických místnostech je řešeno ventilátory napojené na společnou stoupačku a v kuchyni digestoří.

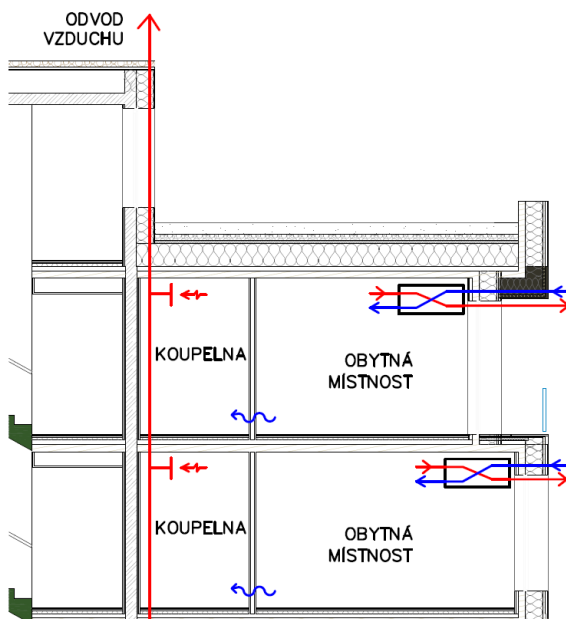
- **Výhody**

Hlavní výhodou je rychlá snadná instalace bez potřeby vzduchotechnických rozvodů. Každá obytná místnost je větraná individuálně a celý systém je pod kontrolou uživatele bytu. [6]

- **Nevýhody**

Nevýhodou je nižší účinnost ventilátorů a nedokonalé provětrávání místností či celého bytu. Další nevýhodou může být hlučnost jednotky, která je umístěná přímo v obytné místnosti. Problémem může být umístění jednotky do obvodové konstrukce, kde mohou bránit okna, překlady či jiné stavební prvky a nasávání čerstvého vzduchu v blízkosti zdroje škodlivin. Pokud je jednotka instalována na straně prosluněné fasády může v létě docházet k přívodu teplého vzduchu. [6]

Toto řešení je vhodné pro menší byty a pro budovy kde není možné instalovat vzduchotechnické potrubí či provádět stavební zásahy. [6]



Obrázek 9: Řešení větrání - varianta 4



Obrázek 10: Malá decentrální VZT jednotka [7]

3.5 Navržená varianta pro řešený dům

Pro řešený objekt jsem navrhnul variantu 2 - rovnotlaké větrání s centrální rekuperační VZT jednotkou.

Bytový dům má větší počet bytových jednotek, a proto je z pohledu instalace, údržby a provozu systému ekonomicky výhodnější centrální VZT jednotka. Velkou výhodou je, že v bytě se nenachází žádný ventilátor, který často bývá zdrojem hluku. Další výhodou je systém regulátorů a ohřívačů vzduchu v každém bytě, které neustále komunikují s VZT jednotkou a umožňují úpravu vzduchu dle přání každého uživatele bytu.

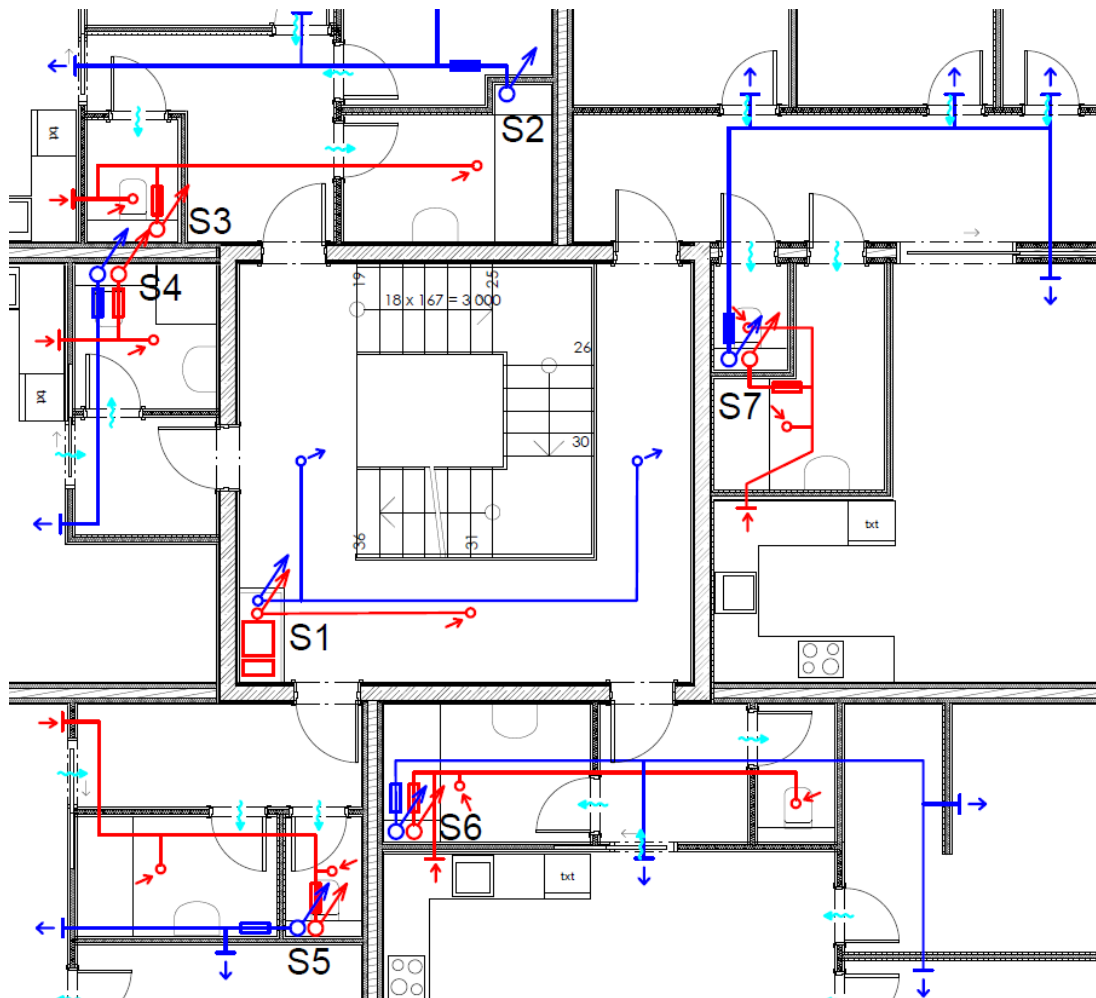
3.5.1 Varianty řešení vzduchotechnických rozvodů a umístění VZT jednotky

U řešení vzduchotechnických rozvodů a umístění VZT jednotky jsem se rozmýšlel mezi dvěma variantami, které jsem zpracoval ve formě konceptu.

- **Varianta 1**

V první variantě je VZT jednotka umístěna v technické místnosti. Z ní jsou vzduchotechnická potrubí vedena v 1NP pod stropem a poté přechází do několika bytových stoupaček. Na stoupačky jsou přímo napojeny jednotlivé byty.

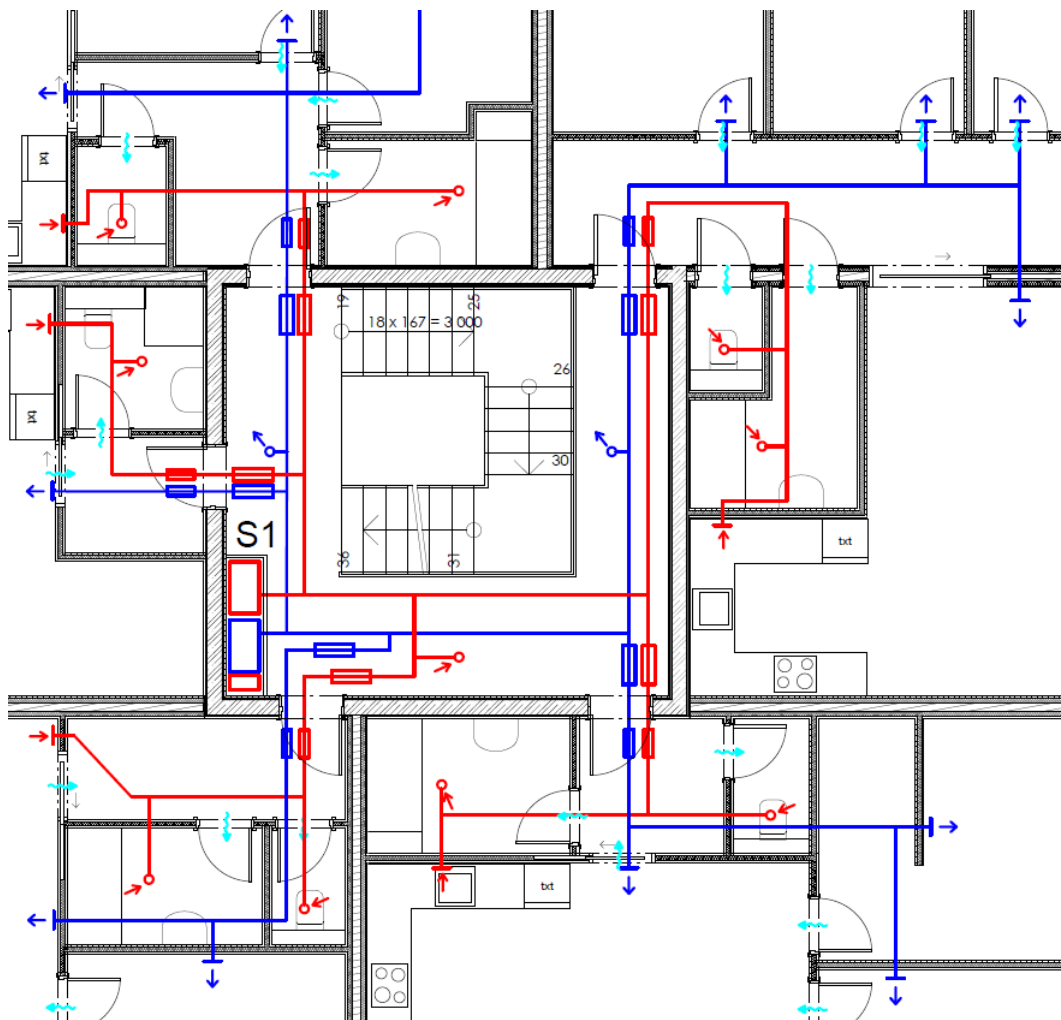
Přívod vzduchu do jednotky je řešen z obvodové stěny technické místnosti a odvod z jednotky stoupačkou vyvedenou nad střechu.



Obrázek 11: Řešení vzduchotechnických rozvodů – varianta 1

- **Varianta 2**

V druhé variantě je VZT jednotka umístěna na střeše. Vzduch je rozváděn jednou hlavní stoupačkou umístěnou na chodbě. Každý byt je na stoupačku napojen potrubím vedeným přes společnou chodbu.



Obrázek 12: Řešení vzduchotechnických rozvodů – varianta 2

Z navržených řešení jsem zvolil druhou variantu.

Hlavní výhodou tohoto řešení je, že stoupačky, ve kterých se může šířit hluk, nejsou umístěné v bytech, ale ve společné chodbě. Pro vzduchotechniku je určena samostatná stoupačka a vzduchotechnické potrubí tak nezabírá prostor v ostatních stoupačkách, který je potřebný pro další rozvody TZB.

Nevýhodou může být větší průtok vzduchu ve stoupačce, větší rozměry stoupačky a složitější horizontální rozvody k jednotlivým bytům.

4 Popis navrženého systému větrání

4.1 Větrání bytových jednotek

Pro větrání bytových jednotek je navržen systém rovnotlakého větrání. Provoz systému zajišťuje centrální rekuperační jednotka ATREA DUPLEX Multi 6500 s výkonem ventilátorů až 7600 m³/h. Jednotka je umístěna na střeše a napojena z obou stran přes kulisové tlumiče hluku. Přístup k jednotce je řešen ze střešní terasy žebříkem.

Rozvod vzduchu do jednotlivých podlaží je řešen jedinou hlavní stoupačkou umístěnou v šachtě na chodbě. V každém podlaží jsou ze stoupačky vzduchovody rozvedeny na společné chodbě do jednotlivých bytů. Vzduch je v každém bytě vždy distribuován do každé obytné místnosti a odváděn z kuchyní a hygienických místností. V každé kuchyni je umístěna cirkulační digestoř. Odvod vzduchu z obytných místností je zajištěn přes chodbu do hygienických místností dveřními netěsnostmi. Aby se omezilo šíření hluku v potrubí, každý byt je připojen na vzduchovod přes buňkový tlumič hluku.

Distribuce do obytných místností je zajištěna čtyřhrannou větrací regulační mřížkou a odvod z kuchyně, koupelny a WC kovovým talířovým ventilem.

Vzduchotechnická potrubí jsou ve většině případů typu spiro. Hlavní stoupačka je ze čtyřhranného potrubí a je tepelně izolovaná.



Obrázek 13: Vzduchotechnická jednotka DUPLEX Multi [8]

4.1.1 Regulace systému

Regulace systému je založena na vzájemném fungování centrální VZT jednotky a EASY boxů, které jsou umístěné v každém bytě. Centrální jednotka je řízená dle tlakových poměrů ve vzduchotechnickém potrubí (řízení na konstantní tlak). Nezávislé regulátory EASY boxy zajišťují řízení průtoku vzduchu pro jednotlivé byty. V každém bytě je instalován i elektrický ohřívač vzduchu. EASY boxy jsou přímo řízené dotykovým ovládacím panelem na zdi, kde má každý uživatel bytu možnost si upravovat průtok a teplotu vzduchu. Pro servisní přístup je každý EASY box vybaven revizním otvorem.



Obrázek 14: Systém ATREA EASY box [9]

4.2 Větrání komerčních prostorů

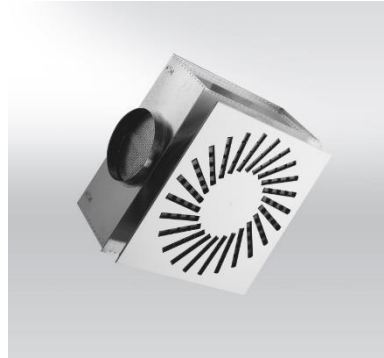
Větrání komerčních prostorů zajišťuje rovnotlaký systém větrání s rekuperační jednotkou DUOVENT COMPACT DV s výkonem ventilátorů až 3000 m³/h. Tato jednotka je umístěna pod stropem v zázemí baru a je vybavena chladičem a vodním ohřívačem vzduchu. Sání venkovního vzduchu je řešeno z obvodové stěny místnosti a odvod je řešen hlavní stoupačkou vyvedenou nad střechou

Hlavní potrubí jsou čtyřhranná, vedlejší typu spiro. Veškerá potrubí jsou umístěna pod stropem.

Distribuce vzduchu do baru je řešena několika koncovými prvky pro větší průtoky vzduchu - vířivými anemostaty. Odvod vzduchu je zajištěn větracími regulovatelnými mřížkami, které jsou umístěné ve čtyřhranném potrubí a částečně přes dvevní větrací

mřížku z hygienického zázemí baru. Distribuce vzduchu do místnosti služeb je řešena stejně jako při odvodu z hygienického zázemí talířovými ventily.

Veškerá regulace průtoku a teploty vzduchu je prováděna uživateli na dotykovém ovládacím panelu na zdi.



Obrázek 15: Vířivý anemostat VVM [10]

4.3 Požární větrání a požární bezpečnost

Požární větrání je zajištěno střešním otvorem v nejvyšším podlaží, který se v případě požáru automaticky otevře. Pro přívod vzduchu se automaticky otevřou hlavní vchodové dveře.

Ve chráněné únikové cestě je vzduchotechnické potrubí vždy z nehořlavých materiálů. Vzduchotechnické rozvody jsou zabezpečeny proti šíření požáru požárními klapkami s tavnou pojistkou, které jsou umístěné v potrubí vždy na rozhraní požárních úseků.



Obrázek 16: Požární klapka PKI-C [11]

5 Závěr

Cílem této práce bylo zpracovat soupis požadavků na vnitřní prostředí pro bytové domy a návrh několika variant řešení větrání včetně jejich zhodnocení a výběru nejlepší varianty pro zadaný bytový dům.

Na základě zhodnocení výhod a nevýhod jednotlivých variant, byla vybrána varianta 2 – rovnotlaké větrání s centrální VZT jednotkou umístěnou na střeše a jednou navrženou stoupačkou. Pro tuto variantu byla zpracována projektová dokumentace vzduchotechniky na úrovni rozšířené dokumentace pro vydání stavebního povolení na zadaný bytový dům.

6 Seznam literatury, podkladů a norem

Seznam literatury

[1] Günter Gebauer, Helena Horká, Olga Rubinová – Vzduchotechnika, Brno: ERA 2005, ISBN 80-7366-027-X

[2] Daniel Klaus, Technika budov – Příručka pro projektanty, Jaga 2003, ISBN 80-88905-63-X

Seznam internetových zdrojů

[3] doc. Ing. Vladimír Jelínek, CSc., Ing. Vladimíra Linhartová, Vstupní parametry pro návrh interního mikroklimatu, tzb-info.cz [Online] Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/11927-vstupni-parametry-pro-navrh-interniho-mikroklimatu>

[4] Ing. Vladimír Zmrhal, Ph.D., Ing. Jiří Petlach, Systémy větrání obytných budov, tzb-info.cz [Online] Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-rodinnych-domu/7937-systemy-vetrani-obytnych-budov>

[5] Katalog Větrání bytových domů, atrea.cz [Online] Dostupné z: <https://www.atrea.cz/cz/decentralni-system>

[6] Větrání bytů a malých domů – komplexní nabídka řešení od firmy Brink, tzb-info.cz [Online] Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-s-rekuperaci/15882-vetrani-bytu-a-malych-domu-komplexni-nabidka-reseni-od-firmy-brink>

[7] Decentrální rekuperační jednotka TEMPERO ECO 150 ACTIVE, cb-vzduchotechnika.cz [Online] Dostupné z: <https://www.cb-vzduchotechnika.cz/decentralni-rekuperacni-jednotka-tempero-eco-150-active>

[8] VZT jednotka DUPLEX 500-11000 Multi, atrea.cz [Online] Dostupné z: <https://www.atrea.cz/cz/duplex-500-11000-multi>

[9] ATREA EASY box, proidea.ro [Online] Dostupné z: <https://www.proidea.ro/atrea-romania-srl-229335/atrea-sistem-control-unitati-ventilatie-easy-box-360444.shtml>

[10] Vířivý anemostat VVM, ventilatory.net [Online] Dostupné z: <https://www.ventilatory.net/vvm-625-c-s-p-48-r.html>

[11] Požární klapka PKI-C, systemair.com [Online] Dostupné z: <https://shop.systemair.com/cs-CZ/pki--c--ei120s--100--zv/p121595>

Seznam použitých norem

ČSN EN 15665/Z1 – Větrání budov – Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov

ČSN EN 12831-1 – Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu – Část 1: Tepelný výkon pro vytápění

ČSN EN 16798-1 – Energetická náročnost budov – Větrání budov – Část 1: Vstupní parametry vnitřního prostředí pro návrh a posouzení energetické náročnosti budov s ohledem na kvalitu vnitřního vzduchu, tepelného prostředí, osvětlení a akustiky

ČSN 73 0580-2 – Denní osvětlení budov – Část 2: Denní osvětlení obytných budov

ČSN 73 4301 – Obytné budovy

7 Seznam obrázků

Obrázek 1: Bytový dům - dolní pohled	14
Obrázek 2: Bytový dům - horní pohled	15
Obrázek 3: Bytový dům - 1NP	15
Obrázek 4: Bytový dům - typické podlaží	15
Obrázek 5: Řešení větrání - varianta 1	17
Obrázek 6: Řešení větrání - varianta 2a	18
Obrázek 7: Řešení větrání - varianta 2b	19
Obrázek 8: Řešení větrání - varianta 3	20
Obrázek 9: Řešení větrání - varianta 4	21
Obrázek 10: Malá decentrální VZT jednotka	21
Obrázek 11: Řešení vzduchotechnických rozvodů – varianta 1	23
Obrázek 12: Řešení vzduchotechnických rozvodů – varianta 2	24
Obrázek 13: Vzduchotechnická jednotka DUPLEX Multi [8]	25
Obrázek 14: Systém ATREA EASY box [9]	26
Obrázek 15: Vířivý anemostat VVM [10]	27
Obrázek 16: Požární klapka PKI-C [11]	27

8 Seznam tabulek

Tabulka 1: Požadavky na větrání obytných budov dle normy ČSN EN 15665/Z1	9
Tabulka 2: Hygienická výměna vzduchu v místnosti	9
Tabulka 3: Kategorie vnitřního prostředí [3]	10
Tabulka 4: Kritéria na základě předdefinovaných průtoků přiváděného větracího vzduchu	10
Tabulka 5: Návrhové koncentrace CO ₂ v obytných místnostech a ložnicích	10
Tabulka 6: Návrhové průtoky vzduchu podle typu místnosti a budovy	11
Tabulka 7: Kategorie pro předdefinované průtoky odváděného vzduchu	11
Tabulka 8: Vnitřní výpočtová teplota	11
Tabulka 9: Teplotní rozsah pro hodinový energetický výpočet chlazení a vytápění.....	12
Tabulka 10: Návrhové ekvivalentní hladiny akustického tlaku LAeq,nT pro trvalé zdroje	12

9 Přílohy

Příloha 1	Půdorys 1.NP
Příloha 2	Půdorys 2.NP – 8.NP
Příloha 3	Půdorys střechy
Příloha 4	Řez A-A, B-B
Příloha 5	Řez C-C, D-D
Příloha 6	Řez E-E, F-F
Příloha 7	Řez stoupačkou S1
Příloha 8	Technická zpráva