ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

NÁVRH VĚTRÁNÍ BYTOVÉHO DOMU

Vypracoval: Tomáš Albrecht

Vedoucí práce: doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

2020/2021

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta stavební
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Albrecht Jméno: Tomáš Osobní číslo: 477056

Zadávající katedra: Katedra Technických zařízení budov

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Návrh větrání bytového domu

Název bakalářské práce anglicky: Ventilation system in the residential building

Pokyny pro vypracování:
Projekt zadané budovy:
Textová část - technická zpráva, výpočet množství vzduchu, návrh trasy soustavy rozvodů, návrh dimenzí rozvodů, základní bilanční výpočty.
Výkresová část - půdorysy, nezbytné detaily, řez, umístění vzduchotechnické jednotky.

Studie na téma Ekonomické hodnocení větracích systémů

Seznam doporučené literatury:
Gebauer, Gunter: Vzduchotechnika. Era 2007. ISBN 8073660918
Papež, Karel: Energetické a ekologické systémy budov 2 : Vzduchotechnika, chlazení, elektroinstalace a osvětlení. ČVUT, Praha 2007.
Daniels, Klaus: Technika budov - Příručka pro architekty a projektanty. Jaga 2003. ISBN 80-88905-60-5.

Jméno vedoucího bakalářské práce: doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 17.2.2021 Termín odevzdání bakalářské práce: 16.5.2021
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

[redacted]
Podpis vedoucího práce

[redacted]
Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

[redacted]
Datum převzetí zadání

[redacted]
Podpis studenta(ky)

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jsem k tomu pouze zdroje uvedené na konci práce, a to v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací. Nemám závažný důvod proti užívání tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským.

V Praze dne: ……

…… Jméno a Příjmení

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu mojí bakalářské práce doc. Ing. Michalovi Kabrhelovi, Ph.D. za dohlížení na průběh práce, poskytnutí odborných rad, ochotu a věnovaný čas. Poděkovat bych chtěl také mojí rodině a přítelkyni za nekonečnou trpělivost a potřebnou podporu při tvorbě této práce.

…… Jméno a Příjmení

Anotace:

Téma této bakalářské práce je návrh větrání bytového domu. V teoretické části je popsáno proč je důležité větrat v bytových objektech, včetně legislativního požadavku pro návrh větrání bytových domů. Dále jsou popsány možné systémy návrhu větrání v obytných budovách, které budou vyhovovat nově stanoveným požadavkům od 1.ledna roku 2022. Závěrem teoretické části je porovnání vhodných větracích systémů z hlediska ekonomické náročnosti. V praktické části je podrobněji znázorněn návrh větrání s centrálním rovnotlakým systémem, ke kterému je zpracována projektová dokumentace. Klíčová slova: nucené větrání, rovnotlaké centrální větrání, rovnotlaké decentrální větrání, rovnotlaké lokální větrání, ekonomické zhodnocení.

Annotation:

The topic of this bachelor's thesis is the design of ventilation of an apartment building. The theoretical part describes why it is important to ventilate in residential buildings, including the legislative requirement for the design of ventilation of apartment buildings. Furthermore, possible ventilation design systems in residential buildings are described, which will meet the newly established requirements from January 1, 2022. The conclusion of the theoretical part is a comparison of suitable ventilation systems in terms of economic demands. The practical part shows in more detail the design of ventilation with a central equal pressure system, for which the project documentation is prepared. Keywords: forced ventilation, equal pressure central ventilation, equal pressure decentral ventilation, equal pressure local ventilation, economic evaluation.

OBSAH

1. ÚVOD 8
2. PROČ JE DŮLEŽITÉ VĚTRAT V OBYTNÝCH PROSTORECH 9
2.1 Větrání pro zdraví člověka 9
2.2 Větrání pro delší životnost stavby 10
3. LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY DLE ČSN EN 15665/Z1 10
3.1 Požadavky na přívod venkovního vzduchu 10
3.2 Požadavky na odvod vzduchu 11
4. VYHLÁŠKA 264/2020 12
5. VĚTRACÍ SYSTÉMY SE ZPĚTNÝM ZÍSKÁVÁNÍM TEPLA 12
5.1 Nucené větrání 12
5.2 Nucené rovnotlaké větrání 13
5.2.1 Centrální rovnotlaké větrání 14
5.2.2 Decentrální rovnotlaké větrání 14
5.2.3 Lokální rovnotlaké větrání 15
6. ZHODNOCENÍ PŘIROZENÉHO VĚTRÁNÍ OBYTNÝCH BUDOV 16
6.1 Ekonomické hodnocení přirozeného větrání 16
6.2 Závěr 16
7. SPECIFIKACE BYTOVÉHO OBJEKTU 17
7.1 Údaje o budově 17
7.2 Konstrukční systém 17
7.3 Dispoziční řešení 17
7.4 Výkresová dokumentace 17
8. STANOVENÍ POŽADAVKŮ VĚTRÁNÍ PRO BYTOVÝ OBJEKT 18
9. POPIS NÁVRHŮ VĚTRÁNÍ BYTOVÉHO OBJEKTU 19
9.1 Centrální rovnotlaké větrání 19

9.1.1 Výhody systému: 19
9.1.2 Schéma systému: 19
9.2 Decentrální rovnotlaké větrání 20
9.2.1 Výhody systému: 21
9.2.2 Schéma systému: 21
9.3 Lokální rovnotlaké větrání 22
9.3.1 Výhody systému: 22
9.3.2 Schéma systému: 22
10. EKONOMICKÉ HODNOCENÍ VĚTRACÍCH SYSTÉMŮ 23
10.1 Investiční náklady na pořízení systémů 23
10.2 Energetické náklady systémů 28
10.3 Náklady na údržbu 31
11. ZÁVĚR EKONOMICKÉHO ZHODNOCENÍ 32
Bibliografie 34
Seznam použitých zkratek 35
Seznam tabulek 36
Seznam obrázků 37

1. ÚVOD

Čím dál více času svého života stráví člověk ve vnitřním prostředí (práce, škola, bydlení). Proto je důležité, aby prostředí v budovách bylo příjemné a bezpečné. Nedostatek čerstvého vzduchu v obytných místnostech může způsobovat únavu, stres, či v nejhorších případech ohrožení samotného zdraví uživatele. Nároky na vnitřní prostředí uživatelů rostou. Pro dosažení pohody člověka ve vnitřním prostředí je nedílnou součástí správný návrh systému větrání pro daný stavební komplex. Proto jsem se rozhodl řešit bakalářskou práci na téma návrh větrání bytového domu. Dále se zabývám studií na téma ekonomické hodnocení větracích systémů. S přibývajícími nároky na pohodlí uživatele a dostatečnou kvalitu vzduchu reagují nové technologie. Složitější systémy si vyžadují větší investiční náklady na samotné pořízení a jejich provoz. Nutné počítat nejen se spotřebou energie, ale také s pravidelnou údržbou jednotlivých navržených prvků. Závěrem mé studie bych chtěl porovnat jednotlivé vhodné systémy návrhu vzduchotechniky z hlediska ekonomické výhodnosti pro bytové domy. Cílem této práce je poukázat na to, že vzhledem k čím dál přísnějším energetickým požadavkům nejsou veškeré používané systémy vhodné pro bytové větrání a zároveň bych rád popřel skutečnost, že větrání okny není vždy nejlevnější řešení z dlouhodobé finanční náročnosti.

2. PROČ JE DŮLEŽITÉ VĚTRAT V OBYTNÝCH PROSTORECH

Příjemný vzduch je vizitkou čisté domácnosti. Jeden z prvních faktorů, který pociťuje člověk, když vstoupí do budovy, je charakter vzduchu. Čerstvý vzduch dává prvotní pocit člověku o domácnosti a její čistotě. Při dostatečném a kvalitním větrání se venkovní čerstvý vzduch propojí s vnitřním vzduchem a dohromady tak tvoří jednotný celek, v kterém se cítí člověk příjemně. [1]

2.1 Větrání pro zdraví člověka

Z hlediska zdraví člověka je zapotřebí ředit a odvádět škodliviny z interiéru.[2] Důležitý faktor je udržet optimální koncentraci oxidu uhličitého. Pokud se ve vzduchu nachází větší obsah CO2, dochází ke zhoršení kvality vzduchu. Doporučená hranice je 1000 ppm. Překročením dané hodnoty může člověk pociťovat negativní účinky (bolest hlavy, pálení očí, nesoustředěnost…). [1]

V obytných místnostech se nachází mnoho zdrojů škodlivin (nátěry, koberce, lepidla, cigaretový kouř, kosmetika, plynové spotřebiče, kopírky). Jeden z cílů návrhu větrání je eliminovat nežádoucí látky v interiéru a zpětné zajištění čerstvého vzduchu obyvatelům pro zdravé prostředí. [2]

Dalším ohrožujícím faktorem pro zeslabení imunity je nadměrná vlhkost v obytných prostorech. Zdrojem vlhkosti v domácnostech je běžný provoz uživatelů (vaření, sušení, sprchování). Samotným zdrojem vlhkosti je také člověk. Vlivem dýchání uvolní jeden člověk do ovzduší 2,5litrů vlhkosti za den. Nadměrné množství vlhkosti negativně ovlivňuje pocity a zdraví člověka vně objektu. [1] Běžným ukazatelem vysoké vlhkosti a nedostatku větrání je tvoření plísní na stavební konstrukci vně objektu. Plísně představují pro lidské zdraví vysoké riziko ohrožení na zdraví. Na druhé straně i minimální vlhkost v ovzduší není žádoucí z hlediska zdraví člověka. Dýchání suchého vzduchu přispívá k dráždění lidského organismu při dýchání a vyvolává pocit kašle. [3]

2.2 Větrání pro delší životnost stavby

Nadměrná vlhkost v domácnosti nemá nežádoucí vliv nejen na zdraví člověka, ale také na životnost stavební konstrukce. Interval optimální vlhkosti se uvádí mezi 40–60 %. Při překročení této hodnoty může docházet k růstu plísním v interiéru. Nejen, že jsou nežádoucí z hlediska estetiky v interiéru, ale také jsou nebezpečné z hlediska trvanlivosti stavební konstrukce. [3]

V případě dřevěných prvků v konstrukci může docházet k jejich degradaci, která předchází narušení vlastností stavebního prvku. V extrémních případech může dojít ke kolapsu budovy či její části. [4]

Zděné stavby jsou ohroženy v oblasti ložných a styčných spár zdiva, kde dojde k poškození spojovacího materiálu a následné oslabení samotné zděné konstrukce. [4]

3. LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY DLE ČSN EN 15665/Z1

3.1 Požadavky na přívod venkovního vzduchu

,,Základním požadavkem je zajištění trvalého větrání s minimální intenzitou větrání 0,3 h^{-1} v obytných prostorech (pokoje, ložnice, apod.) a kuchyních… V ostatních prostorech (předsíně, technické místnosti, chodby, aj.) je nutné zajistit průtok převáděného (případně čerstvého) vzduchu podle účelu a vybavení místnosti.‘‘ [5]

Intenzita větrání je stanovena dle rovnice

$$I = V_e / O \ [h^{-1}]$$

Rovnice vyjadřuje poměr objemového průtoku přiváděného čerstvého, venkovního vzduchu V_e k objemu vnitřního větraného prostoru O.

Dle uvedené normy lze přívod vzduchu také navrhnout pomocí minimální dávky čerstvého vzduchu na osobu, viz tabulka1. Za podmínky, že vždy bude splněna minimální intenzita větrání 0,3 h^{-1} v obytných prostorech. [5]

3.2 Požadavky na odvod vzduchu

„Větrání obytných budov musí zajistit odvod vzduchu z místností se zdrojem znečišťujících látek (pachy, vlhkost, látky vznikající při vaření, apod.) tj. především z hygienického zázemí a kuchyně.´´

„Průtok odváděného vzduchu při trvalém větrání odpovídá průtoku přiváděného vzduchu stanovenému podle požadavku na intenzitu větrání (tabulka .1). Při doporučeném odvodu vzduchu z kuchyně odpovídá průtok odváděného vzduchu průtoku přiváděnému. Vzduch z obytných místností se doporučuje odvádět přes hygienické zázemí… Pro intenzívní větrání hygienického zázemí a kuchyní slouží nárazové odsávání podle požadavků uvedených v tabulce č.1. Odsátý vzduch je hrazen buď přisáváním větracími otvory nebo zvýšeným přívodem vzduchu větrací jednotkou.´´ [5]

Dále se v národní příloze uvádí, že minimální stanovenou hodnotu intenzity větrání $0{,}3h^{-1}$ lze v případě delšího nevyužívání obytných prostor (dovolená) snížit na hodnotu $0{,}1h^{-1}$ vztaženou k celkovému vnitřnímu objemu domu. [5]

ČSN EN 15665/Z1					
	Trvalé větrání (průtok venkovního vzduchu)		Nárazové větrání (průtok odsávaného vzduchu)		
Požadavek	Intenzita větrání [h^{-1}]	Dávka venkovního vzduchu na osobu [$m^3/(h \times os)$]	Kuchyně [m^3/h]	Koupelny [m^3/h]	WC [m^3/h]
Minimální hodnota	0,3	15	100	50	25
Doporučená hodnota	0,5	25	150	90	50

Tabulka 1 - Požadavky na větrání obytných budov [5]

4. VYHLÁŠKA 264/2020

Vyhláška uvádí požadavky na budovy s cílem snížit jejich energetickou náročnost. Snaha o výstavbu budov s nulovou spotřebou energie (tzv. nulové budovy).

Od 1.ledna roku 2022 dojde k zpřísnění požadavků na energetickou náročnost budov. Z důvodů zpřísnění požadavků je zapotřebí přizpůsobit návrhy pro novostavby. Pro obor TZB (technické zařízení budov) vyhláška klade důraz na využití účinné technologie pro koordinaci zdrojů energie a jejich možné zpětné využití. V praxi to znamená vyloučení některých dosavadních systémů, které tyto požadavky nebudou schopny zajistit. Jeden z nejefektivnějších systémů, které vyhláška stanovuje, je nucené větrání se zpětným získáváním tepla. [6]

5. VĚTRACÍ SYSTÉMY SE ZPĚTNÝM ZÍSKÁVÁNÍM TEPLA

Z důvodu zpřísňování požadavků budu dále v práci popisovat rovnotlaké nucené větrání s možnými variantami dispozičního řešení. Porovnávat ekonomicky výhodné systémy, které jsou schopny garantovat požadavky na zpětné využití energie (nucené rovnotlaké větrání se zpětným získáváním tepla).

5.1 Nucené větrání

Uvedení vzduchu do pohybu u nuceného větrání zapříčiňuje mechanický účinek ventilátorů nebo ejektorů. Nucené větrání rozlišujeme na základě dispozičního řešení, nebo rozdílem tlakových poměrů mezi množstvím přiváděného a odváděného vzduchu. [7]

Rozlišení nuceného větrání na základě rozdílu tlakových poměrů vzduchu

Podtlakové Vo>Vp

Rovnotlaké Vo = Vp

Přetlakové Vo<Vp

Vo – odváděný vzduch [m3 /h]

Vp – přiváděný vzduch [m3 /h]

Rozlišení nuceného rovnotlakého větrání na základě dispozice systému

Lokální rovnotlaký systém – lokální jednotky jsou umístěny v jednotlivých místnostech

Decentrální rovnotlaký systém–jedna lokální jednotka umístěna v daném bytě

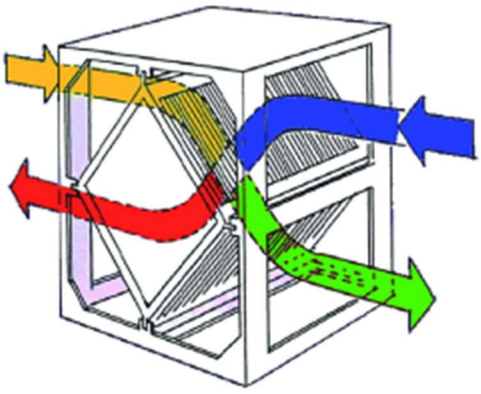
Centrální rovnotlaký systém–centrální jednotka do většího komplexu (bytový dům, rodinný dům)

Realizace sání venkovního vzduchu se doporučuje, kde venkovní vzduch není znehodnocen prašností, pachy, či exhalacemi z dopravy. Zpravidla se realizuje v málo osluněných oblastech (severní fasáda).

Návrh nuceného větrání se může lišit od skutečného provozu větrání, vzhledem k možnostem aktuálního nastavení provozu v domácnosti. Proto se nucené větrání navrhuje z pravidla na extrémní podmínky. [7]

5.2 Nucené rovnotlaké větrání

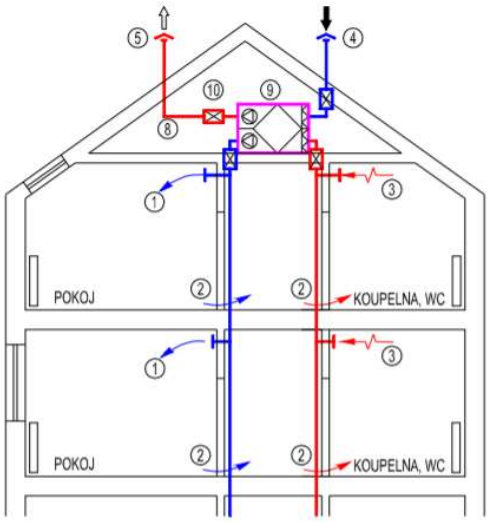
Rovnotlaké větrání je zajištěno pomocí nuceného mechanismu, který přivádí a odvádí množství vzduchu o stejné hodnotě. Hlavní výhodnou tohoto systému je možné zpětné využití tepla pomocí výměníku ZZT. Principem je, že odváděný znehodnocený teplý vzduch předává ve výměníku teplo přiváděnému čerstvému vzduchu. Tento systém výrazně snižuje potřebné množství energie ve formě tepla na ohřátí přiváděného venkovního vzduchu. Jedná se pouze o předehřev čerstvého vzduchu. Vzduch musí být dále vyhříván pomocí otopné soustavy, nebo ohřívačem. Nucené rovnotlaké větrání se dá použít i v blízkosti zdroje znečištění ovzduší, či v oblastech s vyšším hlukem (doprava, rušná komunikace). Větrací jednotka je vybavena filtry vzduchu, ventilátory pro přívod a odvod vzduchu, výměníkem ZZT, případně ohřívačem. [8]



Obrázek 1 - Zpětné získávání tepla - čtvercový deskový rekuperátor [9]

5.2.1 Centrální rovnotlaké větrání

O dopravu čerstvého vzduchu do objektu a zároveň odvod znehodnoceného vzduchu se stará centrální VZTJ. Samotná jednotka bývá vybavena filtry vzduchu, přívodními a odvodními ventilátory a zpravidla je dodávána s výměníkem pro ZZT. Přívodní a odvodní ventilátory ve vzduchotechnické jednotce zajišťují dopravu vzduchu v rozvodech. Přívodní ventilátor ve vzduchotechnické jednotce dodává vzduch k jednotlivým bytům, kde je vzduch distribuován do regulačních boxů (individuální regulace nájemníků pro daný byt dle jejich požadavků). Z regulačních boxů je vzduch dopraven pomocí distribučních koncových prvků do potřebné místnosti. Náklady na provoz u tohoto systému jsou rozděleny mezi jednotlivé bytové jednotky. U centrální rovnotlaké jednotky je potřeba dát důraz na umístění VZTJ vzhledem k velikosti samotného zařízení. Častým řešením osazení jednotky je na střechu daného objektu, či zhotovení samostatné místnosti pro vzduchotechniku. [8]

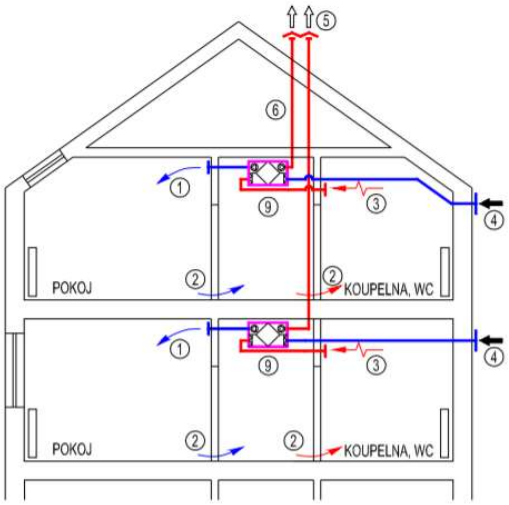


Obrázek 2 - Centrální rovnotlaký větrací systém [7]

5.2.2 Decentrální rovnotlaké větrání

O dopravu čerstvého vzduchu do jednotlivých bytových jednotek a zároveň odvod znehodnoceného vzduchu se stará lokální vzduchotechnická jednotka. Samotná VZTJ bývá vybavena filtry vzduchu, přívodními a odvodními ventilátory a zpravidla je dodávána s výměníkem pro ZZT. Sání vzduchu bývá zajištěno společným stoupacím potrubím.

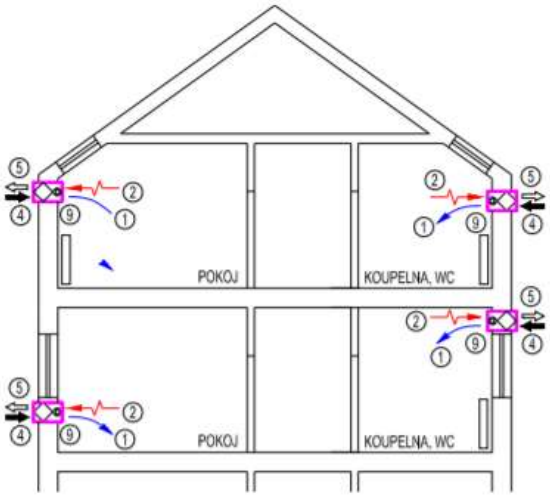
Při instalaci je zapotřebí dát důraz na umístění vzduchotechnické jednotky v bytě z hlediska hlučnosti a její velikosti. Výhoda systému je přehlednost na celkový chod jednotky. (náklady, provoz). [8]



Obrázek 3 - Decentrální rovnotlaký větrací systém [7]

5.2.3 Lokální rovnotlaké větrání

V každé obytné místnosti v bytové jednotce je umístěna vzduchotechnická lokální jednotka s možností ZZT. Umístění vzduchotechnické jednotky přímo do obytných místností klade velký důraz na akustické požadavky. [7]



Obrázek 4 - Lokální rovnotlaký větrací systém [7]

6. ZHODNOCENÍ PŘIROZENÉHO VĚTRÁNÍ OBYTNÝCH BUDOV

U přirozeného větrání je proudění vzduchu zajištěno rozdílem tlaku v interiéru a exteriéru větraného prostoru. Tlakový rozdíl zajistí odlišné hustoty uvnitř a vně objektu vlivem rozdílných teplot. Dále rozdíl tlaku způsobuje tlakový účinek větru. Systém tedy funguje vlivem vnějších přírodních faktorů (vítr, teplota).

Nevýhodou přirozeného větrání je časové omezení funkčnosti a nekontrolovatelný průtok (nelze ovládat přírodní faktory). V období při nedostatečné rychlosti větru či malému rozdílu teplot není zajištěn dostatečný tlak pro funkčnost větrání. Dále vzhledem k nízkému tlaku (v určitém období) nemohou být navrženy prvky s vysokými tlakovými ztrátami (filtrace vzduchu, tlumiče hluku, ohřev vzduchu). Při nemožné filtraci vzduchu systém podstupuje riziku možného zhoršení kvality vzduchu v budově vlivem nasání znehodnoceného vzduchu. V zimním období přirozené větrání naráží na problematiku tepelného diskomfortu v blízkosti větracích otvorů. Dle ČSN EN 15665/Z1 není možné pro objekty s novými nebo s rekonstruovanými okny přivádět vzduch pouze infiltrací nebo mikroventilací. Dále uvedená norma stanovuje, že provětrání obytných budov nesplňuje požadavek na trvalé větrání. [7]

6.1 Ekonomické hodnocení přirozeného větrání

Z energetického hlediska je doporučeno větrat často, krátce a velkými průřezy otvorů. [7] Výhodnou vlastností přirozeného větrání jsou nulové investiční náklady na dopravu vzduchu. Nejen absence motorů pro uvedení hybné síly vzduchu šetří finanční prostředky, ale také nejsou žádné elektrické náklady na provoz samotných ventilátorů. V chladném období přirozené větrání způsobuje značné tepelné ztráty, které musí být kompenzovány energií pro získání zpětného tepla v interiéru. Finanční náklady na tuto energii bývají často mnohonásobně vyšší než potřebná energie pro nucený oběh vzduchu. [10]

6.2 Závěr

Vzhledem k současným požadavkům utěsňování celé stavební konstrukce za účelem snížení energie pro vytápění bych přirozené větrání nedoporučoval. [11]

Ukázalo se, že přirozené větrání není kolikrát výhodné z hlediska dlouhodobého financování se srovnáním s rovnotlakým systémem a jeho komfortem pro uživatele objektu.

7. SPECIFIKACE BYTOVÉHO OBJEKTU

Pro možné ekonomické zhodnocení vhodných větracích systémů obytných budov byl použit objekt v Českých Budějovicích, na kterém budou aplikovány systémy nuceného rovnotlakého větrání (centrální systém, decentrální systém, lokální systém).

7.1 Údaje o budově

Jedná se o bytový objekt o třech nadzemních podlažích, který se nachází ve městě České Budějovice. Objekt je navržen bez podzemního podlaží. Celková zastavěná plocha objektu činí 284,8 m^2 s maximální výškou stavební konstrukce objektu 10,75 m.

7.2 Konstrukční systém

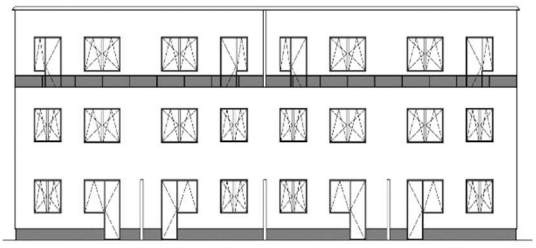
Objekt se zděným stěnovým systémem. Obvodové zdivo tloušťky 380 mm. Mezibytové akustické zdivo navrženo tloušťky 300 mm. Stropní monolitická železobetonová deska navržena tloušťky 200 mm.

Konstrukční výška objektu navržena o výšce 3,3 m. Světlá výška objektu 2,95 m. V místech rozvodů VZT snížení světlé výšky na 2,6 m díky sádrokartonovému podhledu.

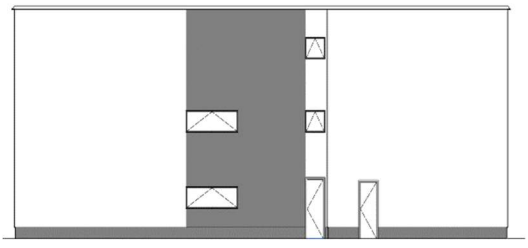
7.3 Dispoziční řešení

V prvním nadzemním podlaží se nacházejí tři bytové jednotky, místnost pro kočárky, technické a skladové zázemí budovy. V druhém nadzemním podlaží jsou čtyři bytové jednotky. Ve třetím nadzemním podlaží se nacházejí dvě bytové jednotky s navrženými terasami.

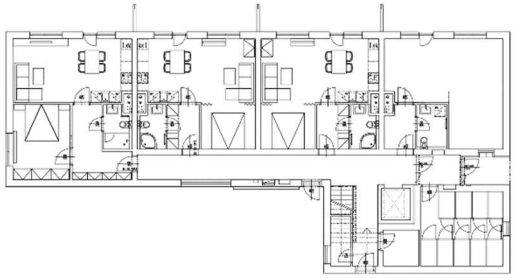
7.4 Výkresová dokumentace



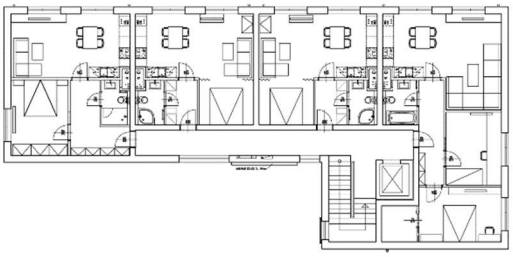
Obrázek 5 – Pohled A



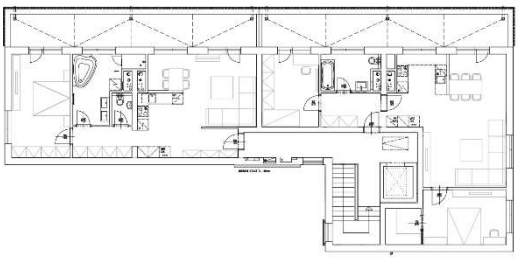
Obrázek 6 – Pohled B



Obrázek 7–Půdorys 1.Np



Obrázek 8 – Půdorys 2.Np



Obrázek 9 – Půdorys 3.Np

8. STANOVENÍ POŽADAVKŮ VĚTRÁNÍ PRO BYTOVÝ OBJEKT

Pro všechny typy větracích systému jsou stanoveny stejné okrajové podmínky, z důvodů vzájemného porovnání systémů. Celkový návrh pro přívod vzduchu je uvažován dle množství potřebného vzduchu na osobu (25 m^3/h), podle normy ČSN EN 15665Z/1. Vzhledem k rovnotlakým systémům je odvod vzduchu roven přiváděnému množství vzduchu. Přiváděný vzduch je navržen do obytných místností. Odvod vzduchu je řešen přes hygienické místnosti a kuchyně. V projektové části v tabulce 10 jsou uvedeny hodnoty potřebného množství přiváděného a odváděného vzduchu pro jednotlivé bytové jednotky.

9. POPIS NÁVRHŮ VĚTRÁNÍ BYTOVÉHO OBJEKTU

9.1 Centrální rovnotlaké větrání

Pro variantu centrálního systému byla navržena v SW programu jednotka typu Duplex 1500 MultiEco – N. Jednotka obsahuje filtry venkovního vzduchu a integrovaný elektrický předehřívač. Umístění samotné jednotky je uvažováno na střeše. Jednotka je schopna měnit svůj výkon díky rozdílným požadavkům jednotlivých bytů. Od vzduchotechnické jednotky k jednotlivým bytům jsou vedeny rozvody vzduchu pomocí navrženého potrubí (střešní rozvody, stoupací rozvody ve vnitřních šachtách). V každém bytu je nainstalován Smart box (navržen SW programem), který na základě požadavků uživatele upravuje větrání v dané bytové jednotce. Smart box je propojen se VZTJ, které posílá informace o požadovaném množství vzduchu. Bytové rozvody od Smart boxů jsou vedeny v podhledu do koncových prvků v daných místnostech. Přiváděný vzduch je dopravován do obytných prostor (obývák, ložnice, pokoj). Znehodnocený vzduch je odsáván z hygienických prostor (koupelna, WC) a kuchyně. [12]

9.1.1 Výhody systému:

Hlavní zdroj hluku mimo bytové jednotky

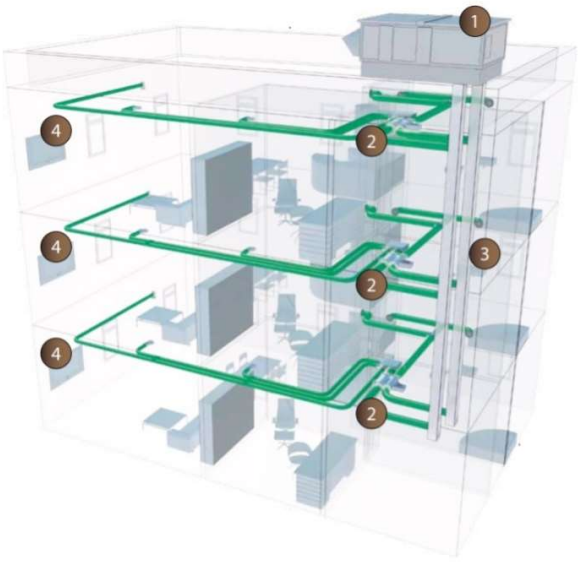
Minimální požadavky na prostor v bytové jednotce pro technické prvky

Standartní servis bez přítomnosti vlastníků bytových jednotek

Investiční náklady (více bytových jednotek snižují celkové náklady pro jednotlivé vlastníky jednotek).

9.1.2 Schéma systému:

Jedná se pouze o názornou ukázku pro lepší představení umístění vzduchotechnických prvků. Použitý objekt ve schématu není bytový dům v Českých Budějovicích a použité nákresy VZT prvků (vzduchotechnická jednotka, Smart boxy) nejsou shodné s navrženým reálným vzhledem.



Obrázek 10 – Schéma centrálního systému [12]

Legenda:

1. Centrální vzduchotechnická jednotka typ: Duplex 1500 MultiEco – N

2. SMART Box – regulátor průtoku

3. Stoupací rozvod vzduchu

4. Rozvod v prostoru bytu – přívod čerstvého a odtah znehodnoceného vzduchu.

9.2 Decentrální rovnotlaké větrání

U decentrálního systému má každý byt vlastní větrací jednotku s rekuperací tepla. Pro variantu decentrálního systému byla navržena v SW programu jednotka typu 170 EC5.RD5 (pro byty o dispozici 1 + kk, 2+ kk) a 370 EC5.RD5 (pro byty 3 + kk). Obě zařízení jsou navrženy s integrovaným elektrickým předehřívačem. Jednotky v bytech jsou umístěny pod stropem v hygienických místnostech. Odvod a přívod vzduchu je zajištěn pomocí stoupacích rozvodů, které jsou vedeny ve vnitřní šachtě objektu a směřují ven na střechu. Bytové rozvody od větracích jednotek jsou vedeny v podhledu. Přiváděný vzduch je dopravován do obytných prostor (obývák, ložnice, pokoj). Znehodnocený vzduch je odsáván z hygienických prostor (koupelna, WC) a kuchyně. [13]

9.2.1 Výhody systému:

Možná instalace pouze pro bytové jednotky, které mají o větrání zájem (nezávislost na ostatních)

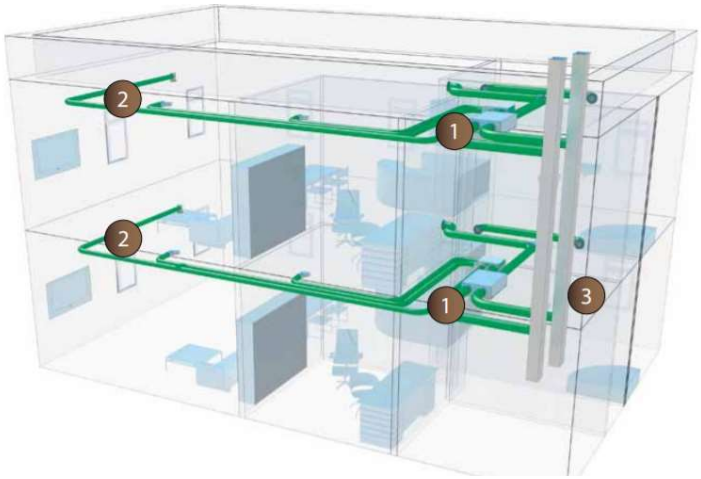
Výhodnější z hlediska financování při malém počtu bytů

Přehlednost vůči nákladům, provoz plně závisí na majiteli

Individuálně možné přistupovat k systému (volba filtrace vzduchu)

9.2.2 Schéma systému:

Jedná se pouze o názornou ukázku pro lepší představení umístění vzduchotechnických prvků. Použitý objekt ve schématu není bytový dům v Českých Budějovicích a použité nákresy VZT prvků (větrací jednotka) není shodná s navrženým reálným vzhledem.



Obrázek 11 – Schéma decentrálního systému [13]

Legenda:

1.Decentrální jednotka170 EC5.RD5 (pro byty o dispozici 1+kk, 2+kk) a 370 EC5.RD5 (pro byty 3+kk)

2. Rozvod v prostoru bytu – přívod čerstvého a odtah znehodnoceného vzduchu.

3. Stoupací rozvod vzduchu

9.3 Lokální rovnotlaké větrání

Lokální rekuperační jednotky jsou instalovány v každé obytné místnosti. Dle dispozice bytu byly navrženy lokální jednotky typu ZehnderComfo Spot 50 a ZehnderComfo Air 70. Obě zařízení neobsahují možnost předehřevu vzduchu. Čerstvý vzduch je do interiéru přiváděn přímo z exteriéru přes obvodovou stěnu. Pro místnosti, které nejsou v kontaktu s obvodovou stěnou objektu je nutné přepravu vzduchu zajistit pomocí trubního rozvodu. [14]

9.3.1 Výhody systému:

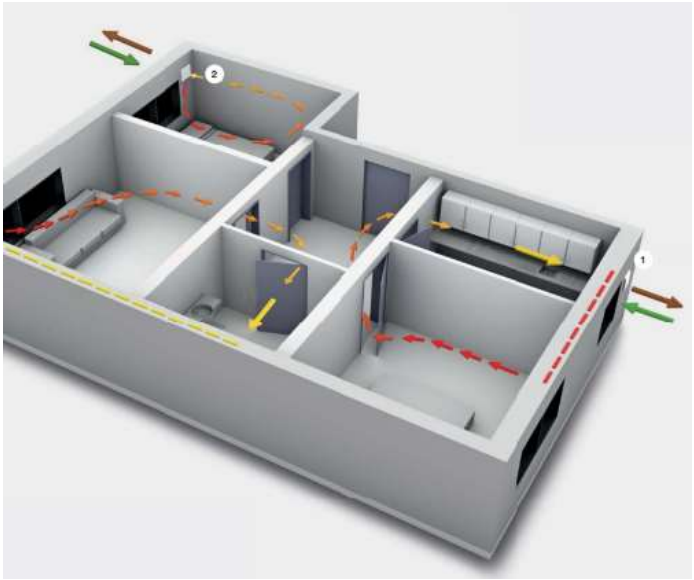
Možná instalace pouze pro bytové jednotky, které mají o větrání zájem (nezávislost na ostatních)

Přehlednost vůči nákladům, provoz plně závisí na majiteli

Vhodné pro rekonstrukce (minimální stavební úpravy budovy)

9.3.2 Schéma systému:

Jedná se pouze o názornou ukázku pro lepší představení umístění vzduchotechnických prvků. Použitý objekt ve schématu není bytový dům v Českých Budějovicích.



Obrázek 12 – Schéma lokálního systému [15]

Legenda:

1. Větrací jednotka ZehnderAir 70
2. Větrací jednotka ZehnderSpot 50

10. EKONOMICKÉ HODNOCENÍ VĚTRACÍCH SYSTÉMŮ

Při ekonomickém hodnocení větracích systémů záleží na mnoho faktorech (velikost objektu, dispozice místností, funkce a lokalita objektu, individuální požadavky vlastníků atd.). Pro porovnání větracích systémů byl zvolen jeden objekt s danými požadavky na větrání, na kterém budou aplikovány systémy pro větrání bytového domu. Toto řešení eliminuje možné rozdílné vstupní parametry, které by mohly ovlivnit celkový návrh a hodnocení systémů. Porovnávání bude z hlediska investičních nákladů na pořízení vzduchotechniky, náročnost na energetickou spotřebu samotného systému, náklady ohledně revizí a údržby techniky.

Veškeré ceny použité v práci byly konzultovány e – mailovou formou, nebo telefonickou komunikací s:

- panem Ing. Petrem Caltou, Ing. Luďkem Špidlou z firmy Atrea s.r.o dne 19.4. 2021
- panem Ing. Petrem Bednářem, z firmy Zehnder

10.1 Investiční náklady na pořízení systémů

V investičních nákladech se uvažuje cena za pořízení vzduchotechnických prvků. V ceně nejsou zahrnuta možná volitelná příslušenství. V následujících tabulkách je znázorněna cena VZT systémů za bytovou jednotku o různých dispozicích a následně cena za pořízení daného systému do celého bytového domu. Pro větší přehlednost ceny za montáž jednotlivých systémů jsou sepsány v jedné tabulce. Veškeré ceny jsou uvažovány bez DPH.

Centrální systém – VZT prvky

	Č.p.	Položka	Celková cena
Byt 1+kk	1.	Rekuperační jednotka Duplex 1500 MultiEco - N, včetně elektroinstalace	22 400,00 Kč
	2.	Centrální komunikační síť	1 600,00 Kč
	3.	Centrální rozvody (přívodní, odvodní)	16 500,00 Kč
	4.	Smart box ⌀ 125	28 850,00 Kč
	5.	Rozvody v bytové jednotce, včetně elektroinstalace	15 480,00 Kč
	CELKEM ZA BYT		**84 830,00 Kč**
Byt 2+kk	1.	Rekuperační jednotka Duplex 1500 MultiEco - N, včetně elektroinstalace	22 400,00 Kč
	2.	Centrální komunikační síť	1 600,00 Kč
	3.	Centrální rozvody (přívodní, odvodní)	16 500,00 Kč
	4.	Smart box ⌀ 125	28 850,00 Kč
	5.	Rozvody v bytové jednotce, včetně elektroinstalace	17 480,00 Kč
	CELKEM ZA BYT		**86 830,00 Kč**
Byt 3+kk	1.	Rekuperační jednotka Duplex 1500 MultiEco - N, včetně elektroinstalace	22 400,00 Kč
	2.	Centrální komunikační síť	1 600,00 Kč
	3.	Centrální rozvody (přívodní, odvodní)	16 500,00 Kč
	4.	Smart box ⌀ 160	29 050,00 Kč
	5.	Rozvody v bytové jednotce, včetně elektroinstalace	19 480,00 Kč
	CELKEM ZA BYT		**89 030,00 Kč**

Tabulka 2 - Investiční náklady na pořízení systému pro bytovou jednotku– centrální

Dispozice bytu	Cena za byt	Počet bytů	Celková cena
1+kk	84 830,00 Kč	4	339 320,00 Kč
2+kk	86 830,00 Kč	3	260 490,00 Kč
3+kk	89 030,00 Kč	2	178 060,00 Kč
CELKEM ZA BYTOVÝ DŮM			**777 870,00 Kč**

Tabulka 3 - Investiční náklady na pořízení systému pro bytový dům - centrální

Decentrální systém – VZT prvky

	Č.p.	Položka	Celková cena
Byt 1+kk	1.	Větrací jednotka 170 EC5.RD5, včetně elektroinstalace	48 700,00 Kč
	2.	Předehřívač EDO5-0,65-RD5	4 300,00 Kč
	3.	Společný rozvod na jeden byt, včetně klapek na centrální potrubí	20 500,00 Kč
	4.	Rozvody v bytové jednotce, včetně elektroinstalace	15 480,00 Kč
	5.	Odvod kondenzátu	1 150,00 Kč
	CELKEM ZA BYT		**90 130,00 Kč**
Byt 2+kk	1.	Větrací jednotka 170 EC5.RD5, včetně elektroinstalace	48 700,00 Kč
	2.	Předehřívač EDO5-0,65-RD5	4 300,00 Kč
	3.	Společný rozvod na jeden byt, včetně klapek na centrální potrubí	20 500,00 Kč
	4.	Rozvody v bytové jednotce, včetně elektroinstalace	17 480,00 Kč
	5.	Odvod kondenzátu	1 150,00 Kč
	CELKEM ZA BYT		**92 130,00 Kč**
Byt 3+kk	1.	Větrací jednotka 370 EC5.RD5, včetně elektroinstalace	51 900,00 Kč
	2.	Předehřívač EDO5-0,99-RD5	5 300,00 Kč
	3.	Společný rozvod na jeden byt, včetně klapek na centrální potrubí	20 500,00 Kč
	4.	Rozvody v bytové jednotce, včetně elektroinstalace	19 480,00 Kč
	5.	Odvod kondenzátu	1 150,00 Kč
	CELKEM ZA BYT		**98 330,00 Kč**

Tabulka 4 - Investiční náklady na pořízení systému pro bytovou jednotku –decentrální

Dispozice bytu	Cena za byt	Počet bytů	Celková cena
1+kk	90 130,00 Kč	4	360 520,00 Kč
2+kk	92 130,00 Kč	3	276 390,00 Kč
3+kk	98 330,00 Kč	2	196 660,00 Kč
CELKEM ZA BYTOVÝ DŮM			**833 570,00 Kč**

Tabulka 5 - Investiční náklady na pořízení systému pro bytový dům - decentrální

Lokální systém – VZT prvky

	Č.p.	Položka	Celková cena
Byt 1+kk	1.	Zehnder ComfoAir70 s entalpickým výměníkem **(2ks)**	68 818,00 Kč
	2.	Kruhová instalační trubka pro ComfoAir 70 **(2ks)**	4 288,00 Kč
	3.	Rozvody v bytové jednotce	13 000,00 Kč
	CELKEM ZA BYT		**86 106,00 Kč**
Byt 2+kk	1.	Zehnder ComfoAir70 s entalpickým výměníkem **(2ks)**	68 818,00 Kč
	2.	Kruhová instalační trubka pro ComfoAir 70 **(2ks)**	4 288,00 Kč
	3.	Rozvody v bytové jednotce	13 500,00 Kč
	CELKEM ZA BYT		**86 606,00 Kč**
Byt 3+kk	1.	Zehnder ComfoAir70 s entalpickým výměníkem **(2ks)**	68 818,00 Kč
	2.	Kruhová instalační trubka pro ComfoAir 70 **(2ks)**	4 288,00 Kč
	3.	ZehnderComfoSpot 50 s entalpickým výměníkem **(1ks)**	24 516,00 Kč
	4.	Kruhová instalační trubka pro ComfoSpot 50 **(1ks)**	2 452,00 Kč
	5.	Rozvody v bytové jednotce	14 000,00 Kč
	CELKEM ZA BYT		**114 074,00 Kč**

Tabulka 6 - Investiční náklady na pořízení systému pro bytovou jednotku - lokální

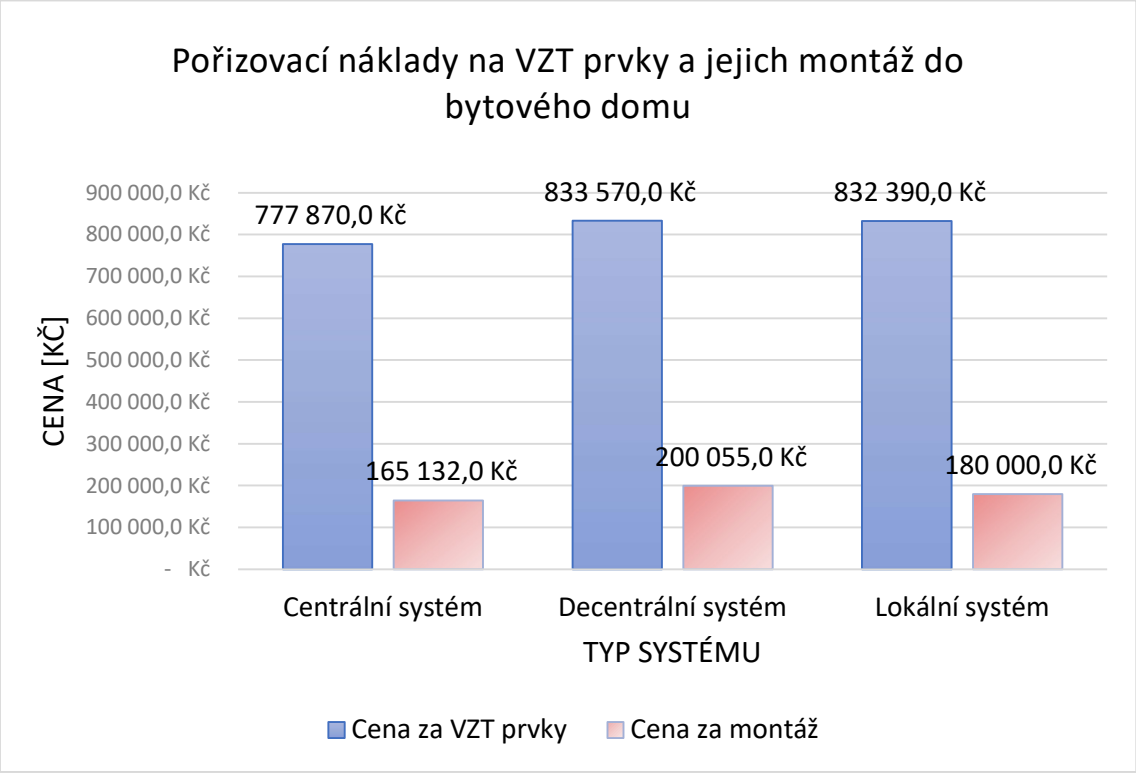
Dispozice bytu	Cena za byt	Počet bytů	Celková cena
1+kk	86 106,00 Kč	4	344 424,00 Kč
2+kk	86 606,00 Kč	3	259 818,00 Kč
3+kk	114 074,00 Kč	2	228 148,00 Kč
CELKEM ZA BYTOVÝ DŮM			**832 390,00 Kč**

Tabulka 7 - Investiční náklady na pořízení systému pro bytový dům - lokální

Cena za montáž VZT systémů

Typ systému	Dispozice bytu	Cena za montáž bytové jednotky	Počet bytových jednotek v objektu	Cena celkem
Centrální	1 + kk	17 900,00 Kč	4	71 600,00 Kč
	2 + kk	18 460,00 Kč	3	55 380,00 Kč
	3 + kk	19 076,00 Kč	2	38 152,00 Kč
CENA ZA BYTOVÝ DŮM				**165 132,00 Kč**
Decentrální	1 + kk	21 631,00 Kč	4	86 524,00 Kč
	2 + kk	22 111,00 Kč	3	66 333,00 Kč
	3 + kk	23 599,00 Kč	2	47 198,00 Kč
CENA ZA BYTOVÝ DŮM				**200 055,00 Kč**
Lokální	1 + kk	18 000,00 Kč	4	72 000,00 Kč
	2 + kk	18 000,00 Kč	3	54 000,00 Kč
	3 + kk	27 000,00 Kč	2	54 000,00 Kč
CENA ZA BYTOVÝ DŮM				**180 000,00 Kč**

Tabulka 8 - Cena za montáž systémů bytového domu



Obrázek 13–Porovnání pořizovacích nákladů na VZT prvky a jejich montáž

10.2 Energetické náklady systémů

Energetické náklady jsou porovnávány mezi jednotlivými systémy ohledně spotřeby elektrické energie vzduchotechnické jednotky. V případě centrálního a decentrálního systému je uvažován předehřev vzduchu. U lokálního systému není předehřev vzduchu obsažen.

Cena za jednu kilowatthodinu je uvažována: kWh = 5Kč.

V následujících tabulkách je znázorněn souhrn nákladů VZTJ různých systémů a následně stanoveny náklady na celý bytový dům vzhledem k danému systému.

Centrální systém – náklady na energii

		Č.p.	Položka	Spotřeba energie [kW]	Cena zael. energii
Zimní provoz	Jednotka Duplex 1500MultiEco - N	1.	Přívodní ventilátor	0,22	1,10 Kč
		2.	Odvodní ventilátor	0,22	1,10 Kč
		3.	Rekuperační výměník ZZT	11,9	59,50 Kč
		4.	Integrovaný elektrický předehřívač	4,2	21,00 Kč
		5.	Regulace centrální jednotky	0,02	0,10 Kč
		CELKEM ZA VZTJ:		**16,56**	**82,80 Kč**
Letní provoz		1.	Přívodní ventilátor	0,22	1,10 Kč
		2.	Odvodní ventilátor	0,22	1,10 Kč
		3.	Rekuperační výměník ZZT	1,8	9,00 Kč
		4.	Integrovaný elektrický předehřívač	0	0,00 Kč
		5.	Regulace centrální jednotky	0,02	0,10 Kč
		CELKEM ZA VZTJ:		**2,26**	**11,30 Kč**

Tabulka 9 - Náklady na spotřebovanou energii VZTJ daného systému - centrální

Vzduchotechnická jednotka	Cena za kWh	Počet zařízení	Cena celkem za el. energii
VZTJ Duplex 1500 MultiEco - N**Zimní provoz**	82,80 Kč	1	82,80 Kč
VZTJ Duplex 1500 MultiEco - N**Letní provoz**	11,30 Kč	1	11,30 Kč
CELKEM ZA BYTOVÝ DŮM (zimní provoz)			**82,80 Kč**
CELKEM ZA BYTOVÝ DŮM (letní provoz)			**11,30 Kč**

Tabulka 10 - Náklady na spotřebovanou energii bytového domu – centrální

Decentrální systém – náklady na energii

		Č.p.	Položka	Spotřeba energie [kW]	Cena za el.energii
Zimní provoz	Duplex 170 EC5.RD5	1.	Přívodní ventilátor	0,02	0,10 Kč
		2.	Odvodní ventilátor	0,02	0,10 Kč
		3.	Rekuperační výměník ZZT	1,2	6,00 Kč
		4.	Integrovaný elektrický předehřívač	0,7	3,50 Kč
		5.	Regulace decentrální jednotky	0,01	0,05 Kč
		CELKEM ZA VZTJ:		**1,95**	**9,75 Kč**
Letní provoz		1.	Přívodní ventilátor	0,02	0,10 Kč
		2.	Odvodní ventilátor	0,02	0,10 Kč
		3.	Rekuperační výměník ZZT	0,2	1,00 Kč
		4.	Integrovaný elektrický předehřívač	0	0,00 Kč
		5.	Regulace decentrální jednotky	0,01	0,05 Kč
		CELKEM ZA VZTJ:		**0,25**	**1,25 Kč**
Zimní provoz	Duplex 370 EC5.RD5	1.	Přívodní ventilátor	0,02	0,10 Kč
		2.	Odvodní ventilátor	0,02	0,10 Kč
		3.	Rekuperační výměník ZZT	1,8	9,00 Kč
		4.	Integrovaný elektrický předehřívač	1	5,00 Kč
		5.	Regulace decentrální jednotky	0,01	0,05 Kč
		CELKEM ZA VZTJ:		**2,85**	**14,25 Kč**
Letní provoz		1.	Přívodní ventilátor	0,02	0,10 Kč
		2.	Odvodní ventilátor	0,02	0,10 Kč
		3.	Rekuperační výměník ZZT	0,3	1,50 Kč
		4.	Integrovaný elektrický předehřívač	0	0,00 Kč
		5.	Regulace decentrální jednotky	0,01	0,05 Kč
		CELKEM ZA VZTJ:		**0,35**	**1,75 Kč**

Tabulka 11 - Náklady na spotřebovanou energii VZTJ daného systému –decentrální

Vzduchotechnická jednotka	Cena za kWh	Počet zařízení	Cena celkem za el. energii
Duplex 170 EC5.RD5 **Zimní provoz**	9,75 Kč	7	68,25 Kč
Duplex 170 EC5.RD5 **Letní provoz**	1,25 Kč	7	8,75 Kč
Duplex 370 EC5.RD5 **Zimní provoz**	14,25 Kč	2	28,50 Kč
Duplex 370 EC5.RD5 **Letní provoz**	1,75 Kč	2	3,50 Kč
CELKEM ZA BYTOVÝ DŮM (zimní provoz)			**96,75 Kč**
CELKEM ZA BYTOVÝ DŮM (letní provoz)			**12,25 Kč**

Tabulka 12 - Náklady na spotřebovanou energii bytového domu - decentrální

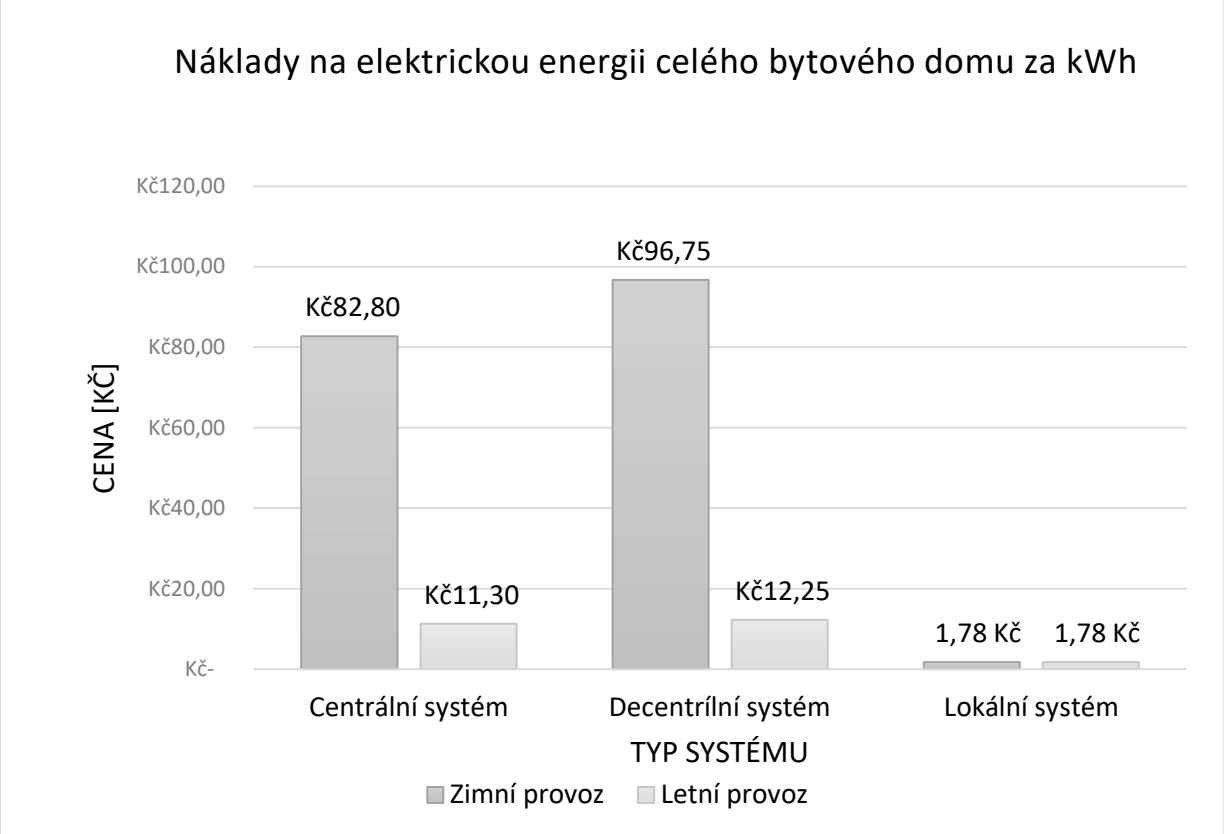
Lokální systém – náklady na energii

Č.p.	Položka	Spotřeba energie [kW]	Cena za el. energii
1.	Lokální jednotka Comfo Spot 50	0,015	0,08 Kč
2.	Lokální jednotka Comfo Air 70	0,017	0,09 Kč
CELKEM:		**0,032**	**0,16 Kč**

Tabulka 13 - Náklady na spotřebovanou energii VZTJ daného systému –lokální

Vzduchotechnická jednotka	Cena za kWh	Počet zařízení	Cena celkem za el. energii
Lokální jednotka Comfo Spot 50	0,08 Kč	2	0,16 Kč
Lokální jednotka Comfo Air 70	0,09 Kč	18	1,62 Kč
CELKEM ZA BYTOVÝ DŮM			**1,78 Kč**

Tabulka 14 - Náklady na spotřebovanou energii bytového domu–lokální



Obrázek 14 – Porovnání nákladu na elektrickou energii

10.3 Náklady na údržbu

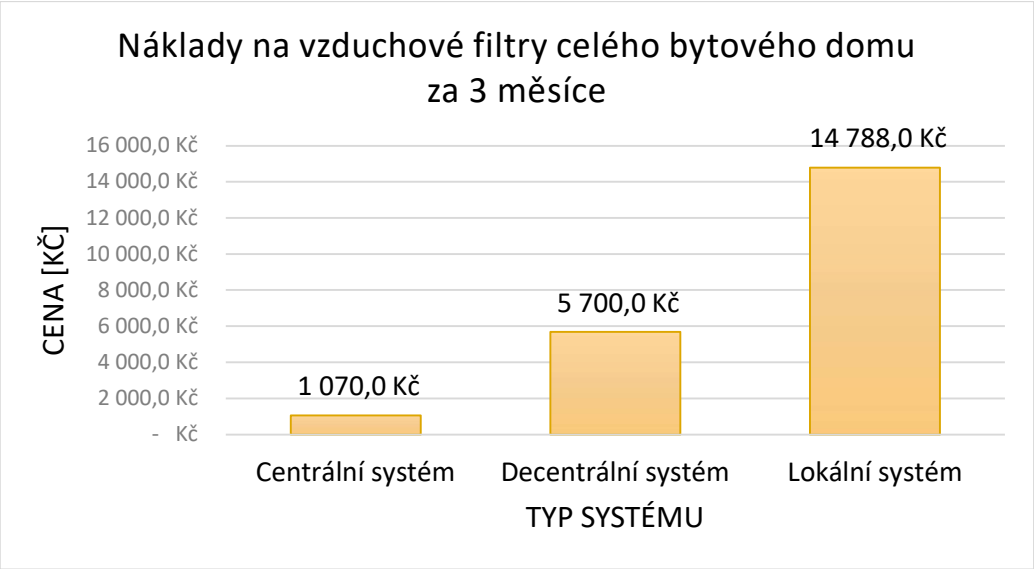
Zvolené větrací systémy během své životnosti jsou navrženy jako bezúdržbové. Od výrobců je kladen velký důraz na používání technologií dle předpisů výrobce. Náklady u těchto systémů jsou založeny na pravidelné výměně vzduchových filtrů. Doporučená výměna filtrů je stanovena od výrobce po třech měsících z důvodů hygienické čistoty. Zanesené vzduchové filtry zapříčiňují snížení výkonu VZTJ a celkovou účinnost větrání. Veškeré ceny jsou uvažovány bez DPH.

Typ systému	Typ jednotky	Typ filtru	Počet f. ve VZTJ	Cena za filtr	Celková cena filtrů VZTJ
Centrální	Duplex1500MultiEco N	kazetový Coarse60% (G4) 600 × 380 × 96	2	535 Kč	1 070 Kč
Decentrální	Duplex 170 EC5. RD5	rámečkový (G4) 355 × 255 × 20	2	310 Kč	620 Kč
	Duplex 370 EC5. RD5	rámečkový (G4) 555 × 255 × 20	2	345 Kč	690 Kč
Lokální	ZehnderComfo Spot50	filtr pro ComfoSpot 50 (G4)	2	340 Kč	680 Kč
	ZehnderComfo Air70	filtr pro ComfoAir 70 (G4)	2	373 Kč	746 Kč

Tabulka 15 - Náklady na údržbu VZTJ daného systému

Typ systému	Dispozice bytu	Počet VZTJ	Cena za filtr pro bytovou jednotku	Počet bytových jednotek v objektu	Cena celkem
Centrální	1 + kk	1	118,89 Kč	4	475,6 Kč
	2 + kk			3	356,7 Kč
	3 + kk			2	237,8 Kč
CENA ZA OBJEKT					**1 070,0 Kč**
Decentrální	1 + kk	1	620,0 Kč	4	2 480,0 Kč
	2 + kk	1	620,0 Kč	3	1 860,0 Kč
	3 + kk	1	680,0 Kč	2	1 360,0 Kč
CENA ZA OBJEKT					**5 700,0 Kč**
Lokální	1 + kk	2	1 492,0 Kč	4	5 968,0 Kč
	2 + kk	2	1 492,0 Kč	3	4 476,0 Kč
	3 + kk	3	2 172,0 Kč	2	4 344,0 Kč
CENA ZA OBJEKT					**14 788,0 Kč**

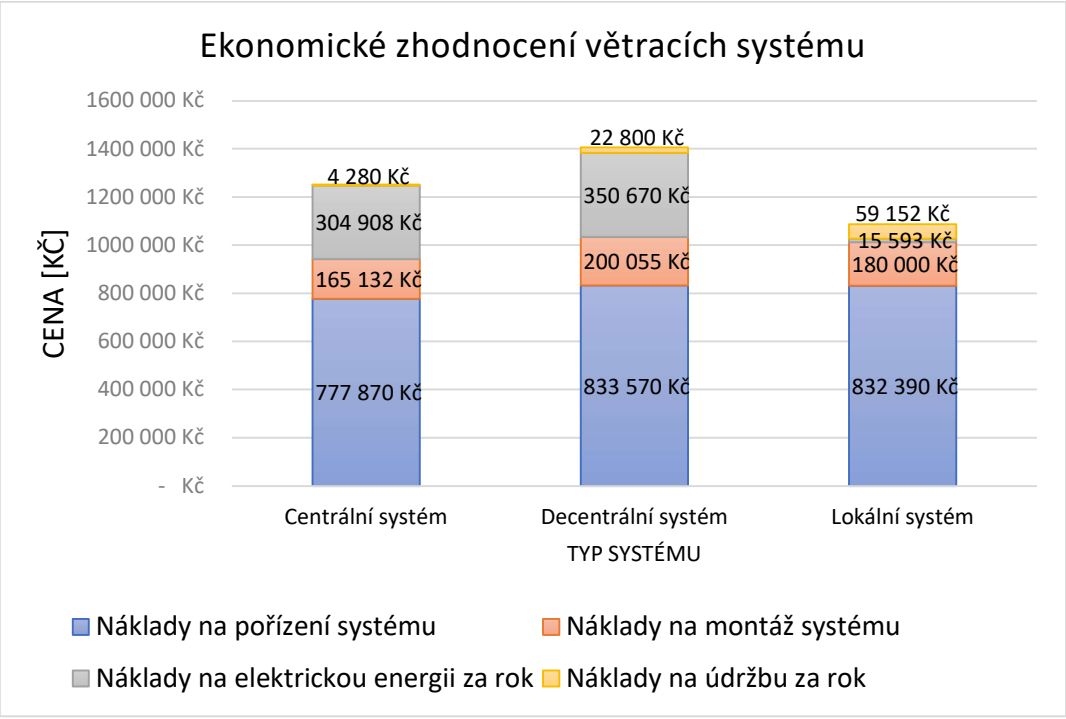
Tabulka 16 - Náklady na údržbu bytového domu daného systému



Obrázek 15– Porovnání nákladů na vzduchové filtry

11.ZÁVĚR EKONOMICKÉHO ZHODNOCENÍ

Ve finálním grafu jsou znázorněné jednotlivé náklady pro daný větrací systém. Peněžní náklady na elektrickou energii a na údržbu jsou brány na rok (počítáno se zimním obdobím na 4 měsíce). Náklady vzduchotechnického systému, včetně montáže, jsou jednorázové.



Obrázek 16 – Porovnání jednotlivých systémů větrání

Cílem této práce bylo porovnat jednotlivé větrací systémy bytového domu. Nižší cenu u lokálního větrání zapříčinily malé náklady na elektrickou energii. Navržený lokální systém neumožňuje předehřev vzduchu. Nutné počítat s vyššími náklady na vytápění v zimních měsících. V praxi bývá často využíván centrální systém větrání. Hlavní výhodou je eliminace hluku mimo bytové jednotky a nenáročnost prostoru pro vzduchotechnické prvky v bytové jednotce. Jak ukázala studie, tak náklady na tento systém nejsou vysoké s porovnáním výhod daného systému. V projektové části jsem zpracoval návrh větrání bytového domu v Českých Budějovicích s centrálním řešením větracího systému.

Bibliografie

[1] *Jak a proč větrat* [online]. 2012 [cit. 2021-04-12]. Dostupné z: https://stavba.tzb-info.cz/vetrani-okny/8925-jak-a-proc-spravne-vetrat

[2] *Katedra technických zařízení budov K11125 České vysoké učení technické v Praze | Fakulta stavební |: Úvod do problematiky větrání. Kvalita vzduchu. Tepelná zátěž klimatizovaného prostředí.* [online]. 2021 [cit. 2021-05-05]. Dostupné z: http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/125tb2/prednasky/125tb2-01.pdf?dt=1613732015

[3] *V - systém: Proč je důležité větrat správně?* [online]. [cit. 2021-05-05]. Dostupné z: https://www.v-system.cz/blog/proc-je-dulezite-vetrat-spravne/#

[4] *Stavebniny: Zdroje stavebních vlhkostí* [online]. 2015 [cit. 2021-05-05]. Dostupné z: http://www.stavebniny-rychle.cz/zdroje-stavebnich-vlhkosti.html

[5] *ČSN EN 15665 ZMĚNA Z1: Větrání budov - Stanovení výkonových kritérií pro větrací systém obytných budov*. Únor 2011. Úřad pro technickou normalizaci, 2011.

[6] *Zákon pro lidi: Vyhláška č. 264/2020 Sb.* [online]. [cit. 2021-05-05]. Dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-264

[7] ZMRHAL, Vladimír, František DRKAL a Václav ŠIMÁNEK. *Koncepce větrání* [online]. [cit. 2021-05-05]. Dostupné z: https://www.mpo.cz/assets/cz/stavebnictvi-a-suroviny/stavebni-vyrobky/2017/10/Koncept-vetrani_KV-final-HKCR.pdf. ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav techniky prostředí.

[8] *TZB - info: Systémy větrání obytných budov* [online]. [cit. 2021-05-05]. Dostupné z: https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-rodinnych-domu/7937-systemy-vetrani-obytnych-budov

[9] *Zpětné získávání tepla a větrání objektů* [online]. [cit. 2021-05-12]. Dostupné z: https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-s-rekuperaci/6325-zpetne-ziskavani-tepla-a-vetrani-objektu

[10] *TZB - info: Je přirozené větrání úsporné větrání?* [online]. 2011 [cit. 2021-05-05]. Dostupné z: https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-bytovych-domu/7075-je-prirozene-vetrani-usporne-vetrani

[11] *TZB - info: Přirozené větrání, infiltrace a exfiltrace* [online]. 2006 [cit. 2021-05-05]. Dostupné z: https://vetrani.tzb-info.cz/vnitrni-prostredi/3608-prirozene-vetrani-infiltrace-a-exfiltrace

[12] *Atrea: Centrální systém* [online]. [cit. 2021-05-05]. Dostupné z: https://www.atrea.cz/cz/centralni-system

[13] *Atrea: Decentrální systém* [online]. [cit. 2021-05-05]. Dostupné z: https://www.atrea.cz/cz/decentralni-system

[14] *Rezidenční větrání - Rodinné a bytové domy* [online]. [cit. 2021-05-05]. Dostupné z: https://www.multivac.cz/media/cache/file/0a/brozura-Rezidencni-vetrani-WEB.pdf

[15] *Příklady větrání s rekuperací* [online]. [cit. 2021-05-12]. Dostupné z: file:///C:/Users/42060/Downloads/asset-katalog-zehnder-priklady-vetrani-042021-cz%20(5).pdf

Seznam použitých zkratek

ZZT –Zpětné získávání tepla

VZT – Vzduchotechnické

VZTJ – Vzduchotechnická jednotka

CO_2 – Oxid uhličitý

SW – Softwarový program

el. energie – elektrická energie

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Požadavky na větrání obytných budov [5]
Tabulka 2 - Investiční náklady na pořízení systému pro bytovou jednotku – centrální
Tabulka 3 - Investiční náklady na pořízení systému pro bytový dům - centrální
Tabulka 4 - Investiční náklady na pořízení systému pro bytovou jednotku – decentrální
Tabulka 5 - Investiční náklady na pořízení systému pro bytový dům - decentrální
Tabulka 6 - Investiční náklady na pořízení systému pro bytovou jednotku - lokální
Tabulka 7 - Investiční náklady na pořízení systému pro bytový dům - lokální
Tabulka 8 - Cena za montáž systémů bytového domu
Tabulka 9 - Náklady na spotřebovanou energii VZTJ daného systému - centrální
Tabulka 10 - Náklady na spotřebovanou energii bytového domu – centrální
Tabulka 11 - Náklady na spotřebovanou energii VZTJ daného systému – decentrální
Tabulka 12 - Náklady na spotřebovanou energii bytového domu - decentrální
Tabulka 13 - Náklady na spotřebovanou energii VZTJ daného systému – lokální
Tabulka 14 - Náklady na spotřebovanou energii bytového domu – lokální
Tabulka 15 - Náklady na údržbu VZTJ daného systému
Tabulka 16 - Náklady na údržbu bytového domu daného systému

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Zpětné získávání tepla - čtvercový deskový rekuperátor [9]

Obrázek 2 - Centrální rovnotlaký větrací systém [7]

Obrázek 3 - Decentrální rovnotlaký větrací systém [7]

Obrázek 4 - Lokální rovnotlaký větrací systém [7]

Obrázek 5 – Pohled A

Obrázek 6 – Pohled B

Obrázek 7 – Půdorys 1.Np

Obrázek 8 – Půdorys 2.Np

Obrázek 9 – Půdorys 3.Np

Obrázek 10 – Schéma centrálního systému [12]

Obrázek 11 – Schéma decentrálního systému [13]

Obrázek 12 – Schéma lokálního systému [15]

Obrázek 13 – Porovnání pořizovacích nákladů na VZT prvky a jejich montáž

Obrázek 14 – Porovnání nákladu na elektrickou energii

Obrázek 15 – Porovnání nákladů na vzduchové filtry

Obrázek 16 – Porovnání jednotlivých systémů větrání

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

PROJEKTOVÁ ČÁST

NÁVRH VĚTRÁNÍ BYTOVÉHO DOMU

Vypracoval: Tomáš Albrecht

Vedoucí práce: doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

2020/2021

OBSAH

1. ÚVOD 1
2. VÝCHOZÍ PODKLADY 1
3. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK 1
4. POPIS BYTOVÉHO DOMU 2
4.1 Základní informace objektu 2
4.2 Konstrukční a stavebně technická specifikace objektu 2
5. KONCEPCE VĚTRÁNÍ BYTOVÉHO OBJEKTU 3
6. URČENÍ MNOŽSTVÍ VĚTRACÍHO VZDUCHU PRO BYTY 3
6.1 Celkové množství přiváděného a odváděného vzduchu 6
7. VÝPOČET TEPELNÉ ZÁTĚŽE DLE ČSN 73 0548 7
7.1 Tepelné zisky z vnějšího prostředí 7
7.1.1 Tepelné zisky vlivem prostupu tepla konvekcí – Byt č. 1 7
7.1.2 Tepelné zisky vlivem sluneční radiace - byt č.1 8
7.1.3 Vliv akumulace stavebních konstrukcí – byt č.1 9
7.1.4 Tepelné zisky neprůsvitnými konstrukcemi – byt č. 1 11
7.2 Tepelné zisky od vnitřních zdrojů tepla 13
7.2.1 Tepelné zisky od lidí - byt č. 1 13
7.2.2 Tepelné zisky od technologií – byt č. 1 14
7.3 Tepelné zisky celkem 15
7.4 Rozdělení tepelných zisků jednotlivých bytů 16
7.5 Výpočet množství čerstvého vzduchu na základě počtu osob – bytč.1 16
7.6 Výpočet množství přiváděného vzduchu pro odvod tepelné zátěže 17
7.7 Rozdělení množství větracího vzduchu pro jednotlivé byty 18
7.8 Závěr 18
8. NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÝCH PRVKŮ 19
8.1 Popis VZT jednotky 19

8.2 Popis Smart boxu 19
8.3 Regulace vzduchotechniky 20
8.4 Rozvody čerstvého vzduchu 20
8.5 Odvod odpadního vzduchu 21
9. NÁVRH DIMENZE POTRUBÍ 22
9.1 Výpočet tlakové ztráty v potrubí 22
9.1.1 Tlaková ztráta třením: 23
9.1.2 Tlaková ztráta vřazenými odpory: 24
10. VIBRAČNÍ A PROTIHLUKOVÉ OPATŘENÍ 24
11. PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ 25
12. POŽADAVKY NA SOUVISEJÍCÍ PROFESE 25
12.1 Stavební úpravy 25
12.2 Zdravotní technika a kanalizace 25
12.3 Elektro 25
13. ZÁVĚR 26
Seznam příloh 26
Seznam tabulek 27

1. ÚVOD

Projektová dokumentace popisuje návrh větracího centrálního rovnotlakého systému bytového domu ve městě České Budějovice.

2. VÝCHOZÍ PODKLADY

- ČSN EN 15665/Z1 – Větrání budov – Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov
- Vyhláška č. 264/2020 Sb.
- ČSN 12 7010 – Navrhování větracích a klimatizačních zařízení
- ČSN 73 0872 – Požární bezpečnost staveb – Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením
- ČSN 73 0548 – Výpočet tepelné zátěže
- ČSN EN ISO 3744 Akustika – Určování hladin akustického výkonu a hladin akustické energie zdrojů hluku pomocí akustického tlaku – Technická metoda pro přibližně volné pole nad odrazivou rovinou

3. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

- ŽB - železobeton
- VZT - vzduchotechnika
- VZTJ - vzduchotechnická jednotka
- ZZT zpětné získávání tepla

4. POPIS BYTOVÉHO DOMU

4.1 Základní informace objektu

Bytový dům je navržen, aby navazoval na sousední výstavby. Poměrně malá zastavěná plocha pozemku umožňuje předzahrádku pro byty v prvním nadzemním podlaží. Stavba je navržena jako bytový dům bez podzemního podlaží. Hlavní vstup do objektu je na severozápadní straně. První nadzemní podlaží obsahuje: tři bytové jednotky, technickou místnost, úložné prostory pro majitele bytových jednotek a místnost pro kočárky. Z bytových jednotek a místnosti pro kočárky je umožněn vstup na zahradu. V druhém nadzemním podlaží jsou umístěny čtyři bytové jednotky. V nejvyšším podlaží (třetí nadzemní podlaží) jsou navrženy dva byty, které mají samostatnou terasu o ploše 24,1 m^2. Celkem je v objektu navrženo devět bytových jednotek. V objektu budou umístěny bytové jednotky o dispozici 1+kk až 3+kk. V budově je navržen výtah pro možné bezbariérové využívání prostor bytového domu. Celková zastavěná plocha objektu činí 284,8m^2 s maximální výškou stavby o rozměru 10,75m.

4.2 Konstrukční a stavebně technická specifikace objektu

Jedná se o zděný stěnový systém. Hlavním stavebním materiálem je zdivo z cihelných bloků. Obvodové zdivo je tloušťky 380 mm značky Porotherm. Dělící mezibytové zdivo tloušťky 300 mm značky Porotherm AKU. Příčky jednotlivých bytů jsou navrženy Porotherm Profi, Porotherm AKU Profi. Stropní konstrukci tvoří monolitická ŽB deska tloušťky 200 mm. Konstrukční výška podlaží činí 3,3 m. Světlá výška podlaží je 2,95 m. V prostorech rozvodů vzduchotechniky (chodba, hygienické zázemí) je navržen sádrokartonový podhled pro zakrytí rozvodů. Vzhledem k nainstalování podhledu došlo ke snížení stropu o 350 mm (světlá výška pod sádrokartonovým podhledem je 2,6 m). Plochá střecha objektu obsahuje střešní plášť s jednoduchou skladbou. Typ střešního pláště je zhotoven jako nepochozí (možnost vstupu na střechu je pouze pro údržbu bytového objektu, včetně technologií umístěných na samotné střeše). Vnější pohledovou vrstvu střešního pláště tvoří kamenivo.

5. KONCEPCE VĚTRÁNÍ BYTOVÉHO OBJEKTU

Větrání stavby v Českých Budějovicích bude řešeno pomocí centrálního rovnotlakého systému. Přiváděný a odváděný vzduch bude zajišťovat navržená vzduchotechnická jednotka (Duplex 1500 MultiEco - N). Vzduchotechnická jednotka bude umístěna na střeše objektu dle předepsaných požadavků výrobce viz příloha č.2.2. Rozvody vzduchotechniky jsou dimenzovány na základě množství proudícího vzduchu a rychlosti proudění viz příloha č.2.1. V exteriérové části rozvody budou izolovány minimální tloušťkou 50 mm. Na stoupacím potrubí, včetně připojovacího potrubí do Smart boxů je navržena minimální izolace tloušťky 25 mm. Každá bytová jednotka bude větraná pomocí rovnotlakého systému, který bude zajišťovat navržený Smart box viz příloha č.2.2. Mezi Smart boxem a koncovými prvky je navržen rozvod vzduchotechniky ze Spiro potrubí. Veškeré rozvody v jednotlivých bytech budou v sádrokartonovém podhledu. Přívod čerstvého vzduchu bude v obytných místnostech (obývák, pokoj, ložnice) přes univerzální plastový anemostat. Odpadní vzduch bude odváděn z hygienických zázemí, včetně kuchyně pomocí talířového ventilu, nebo přes univerzální anemostat pro odvod vzduchu.

6. URČENÍ MNOŽSTVÍ VĚTRACÍHO VZDUCHU PRO BYTY

Pro výpočet množství větracího vzduchu v jednotlivých bytech byla použita norma ČSN EN 15665/Z1. Norma stanovuje množství větracího vzduchu na základě počtu osob v obytných místnostech. Pro jednotlivé byty byl stanoven počet osob vzhledem k velikosti dispozice každého bytu. Předpokládané množství čerstvého vzduchu na osobu je 25 m^3/h. Přívodní prvky vzduchotechniky pro přiváděný čerstvý vzduch byly navrženy do obytných místností (obývák, ložnice, pokoj). Toto řešení zaručuje přímý kontakt čerstvého vzduchu s osobami v dané místnosti. Odvodní prvky pro odvádění znehodnoceného vzduchu v objektu jsou navrženy v místech s vyšší koncentrací znehodnoceného vzduchu (koupelny, WC a kuchyně). Odvodní prvky jsou s možností nárazového větrání. V kuchyni bude dále osazena cirkulační digestoř, pro přímý odtah znehodnoceného vzduchu způsobeného vařením. Navržený rovnotlaký systém zajistí cirkulaci čerstvého vzduchu po celém bytě. Mezi jednotlivými místnostmi bude přenos vzduchu zajištěn dostatečnou mezerou mezi stávající podlahou a dveřmi.

V následujících tabulkách 1 - 9 jsou znázorněné přehledy navrženého množství pro danou bytovou jednotku.

V_p – množství přiváděného vzduchu [m^3/h]

V_o – množství odváděného vzduchu [m^3/h]

V_p=V_o– rovnotlaký systém

Byt č. 1 – (1+kk)

Č.Místnosti	Účel místnosti	Počet osob	Přívod vzduchu na počet přítomných osob	Odvod vzduchu [m^3/h]	Nárazové větrání [m^3/h]	V_p [m^3/h]	V_o [m^3/h]
1.09	CHODBA	1	×	×	×	100	100
1.10	KOUPELNA + WC	1	×	50	90 + 50		
1.11	OBYTNÁ KUCHYŇ	4	100	50	150		

Tabulka 1 - Potřebné množství vzduchu - byt č. 1

Byt č. 2 – (1+kk)

Č.Místnosti	Účel místnosti	Počet osob	Přívod vzduchu na počet přítomných osob	Odvod vzduchu [m^3/h]	Nárazové větrání [m^3/h]	V_p [m^3/h]	V_o [m^3/h]
1.12	CHODBA	1	×	×	×	100	100
1.13	KOUPELNA + WC	1	×	50	90 + 50		
1.14	OBYTNÁ KUCHYŇ	4	100	50	150		

Tabulka 2- Potřebné množství vzduchu - byt č. 2

Byt č. 3 – (2+kk)

Č.Místnosti	Účel místnosti	Počet osob	Přívod vzduchu na počet přítomných osob	Odvod vzduchu [m^3/h]	Nárazové větrání [m^3/h]	V_p [m^3/h]	V_o [m^3/h]
1.15	CHODBA	1	×	×	×	100	100
1.16	KOUPELNA + WC	1	×	50	90 + 50		
1.17	OBÝVACÍ POKOJ +kk	2	50	50	150		
1.18	LOŽNICE	2	50	×	×		

Tabulka 3- Potřebné množství vzduchu - byt č. 3

Byt č. 4 – (3+kk)

Č.Místnosti	Účel místnosti	Počet osob	Přívod vzduchu na počet přítomných osob	Odvod vzduchu [m^3/h]	Nárazové větrání [m^3/h]	V_p [m^3/h]	V_o [m^3/h]
2.04	CHODBA	1	×	×	×	150	150
2.05	LOŽNICE	2	50	×	×		
2.06	ŠATNA	1	×	×	×		
2.07	POKOJ	1	25	×	×		
2.08	KOUPELNA + WC	1	×	75	90 + 50		
2.09	OBÝVACÍ POKOJ +kk	3	75	75	150		

Tabulka 4- Potřebné množství vzduchu - byt č. 4

Byt č. 5 – (1+kk)

Č.Místnosti	Účel místnosti	Počet osob	Přívod vzduchu na počet přítomných osob	Odvod vzduchu [m^3/h]	Nárazové větrání [m^3/h]	V_p [m^3/h]	V_o [m^3/h]
2.10	CHODBA	1	×	×	×	100	100
2.11	KOUPELNA + WC	1	×	50	90 + 50		
2.12	OBYTNÁ KUCHYŇ	4	100	50	150		

Tabulka 5- Potřebné množství vzduchu - byt č. 5

Byt č. 6 – (1+kk)

Č.Místnosti	Účel místnosti	Počet osob	Přívod vzduchu na počet přítomných osob	Odvod vzduchu [m^3/h]	Nárazové větrání [m^3/h]	V_p [m^3/h]	V_o [m^3/h]
2.13	CHODBA	1	×	×	×	100	100
2.14	KOUPELNA + WC	1	×	50	90 + 50		
2.15	OBYTNÁ KUCHYŇ	4	100	50	150		

Tabulka 6- Potřebné množství vzduchu - byt č. 6

Byt č. 7 – (2+kk)

Č.Místnosti	Účel místnosti	Počet osob	Přívod vzduchu na počet přítomných osob	Odvod vzduchu [m^3/h]	Nárazové větrání [m^3/h]	V_p [m^3/h]	V_o [m^3/h]
2.16	CHODBA	1	×	×	×	100	100
2.17	KOUPELNA + WC	1	×	50	90 + 50		
2.18	OBÝVACÍ POKOJ +kk	2	50	50	150		
2.19	LOŽNICE	2	50	×	×		

Tabulka 7- Potřebné množství vzduchu - byt č. 7

Byt č. 8 – (3+kk)

Č.Místnosti	Účel místnosti	Počet osob	Přívod vzduchu na počet přítomných osob	Odvod vzduchu [m^3/h]	Nárazové větrání [m^3/h]	V_p [m^3/h]	V_o [m^3/h]
3.04	CHODBA	1	×	×	×	150	150
3.05	KOUPELNA + WC	1	×	75	90 + 50		
3.06	LOŽNICE	2	50	×	×		
3.07	ŠATNA	1	×	×	×		
3.08	OBÝVACÍ POKOJ +kk	3	75	75	150		
3.09	POKOJ	1	25	×	×		

Tabulka 8- Potřebné množství vzduchu - byt č. 8

Byt č. 9 – (2+kk)

Č.Místnosti	Účel místnosti	Počet osob	Přívod vzduchu na počet přítomných osob	Odvod vzduchu [m^3/h]	Nárazové větrání [m^3/h]	V_p [m^3/h]	V_o [m^3/h]
3.11	CHODBA	1	×	×	×	100	100
3.12	OBÝVACÍ POKOJ +kk	2	50	25	150		
3.13	WC	1	×	25	50		
3.14	KOUPELNA	1	×	50	90		
3.15	LOŽNICE	2	50	×	×		

Tabulka 9- Potřebné množství vzduchu - byt č. 9

6.1 Celkové množství přiváděného a odváděného vzduchu

V tabulce je přehled vypočteného potřebného množství pro jednotlivé bytové jednotky, včetně hodnoty pro celý objekt. Na základě hodnot z /Tabulka 10/ budou navrženy vzduchotechnické prvky (VZTJ, Smart boxy, koncové prvky).

Č. Bytu	Dispozice	V_p [m^3/h]	V_o [m^3/h]
1	1.k.k	100	100
2	1k.k	100	100
3	2k.k	100	100
4	3k.k	150	150
5	1.k.k	100	100
6	1k.k	100	100
7	2k.k	100	100
8	3k.k	150	150
9	2k.k	100	100
CELKEM:		**1000**	**1000**

Tabulka 10 - Celkové množství přiváděného a odváděného vzduchu

7. VÝPOČET TEPELNÉ ZÁTĚŽE DLE ČSN 73 0548

Objekt je řešen pomocí rovnotlakého nuceného větraní. Technologie tohoto systému umožňuje nejen funkci větrat v daném komplexu, ale také upravovat vzduch, např. chlazení vzduchu. Vzhledem k větší náročnosti majitelů na příjemné prostředí bývá tento systém dodáván s potřebnými technologiemi, které samotný vzduch upravují. V této práci je řešeno pouze větrání, proto je navržena VZTJ na funkci větrání. V případě návrhu VZTJ s možností klimatizování prostoru by se VZTJ navrhovala s dostatečným chladícím výkonem pro pokrytí tepelných zisků. Výpočet je stažen ke dni 21.července pro slunný den.

7.1 Tepelné zisky z vnějšího prostředí

7.1.1 Tepelné zisky vlivem prostupu tepla konvekcí – Byt č. 1

Použité vzorce:

$$Q_{ok} = U_o \times S_0 \times (t_e - t_i)$$

Veličiny:

Název veličiny	Značka	Jednotka	Hodnota	Poznámka
Tepelný zisk konvekcí	Q_{OK}	[W]	neznáma	×
Součinitel prostupu tepla oknem	U_{01}	[W/(m²×K)]	0,6	zasklení- trojsklo
Součinitel prostupu tepla balkónovými dveřmi	U_{02}	[W/(m²×K)]	0,7	zasklení- trojsklo
Plocha okna	S_{01}	[m²]	4,2	×
Plocha balkónových dveří	S_{02}	[m²]	1,88	×
Výpočtová teplota exteriéru	t_e	[°C]	31	×
Výpočtová teplota v interiéru	t_i	[°C]	25	×

Tabulka 11-Veličiny - tepelné zisky vlivem prostup tepla konvekcí

Výpočet:

$$Q_{OK} = U_O \times S_O \times (t_e - t_i) = [(0{,}6\times4{,}2)+(0{,}7\times1{,}88)]\times(31\text{-}25) = \mathbf{23\ W}$$

Výsledek:

Tepelné zisky prostupem okny a dveří pro byt č.1 jsou **23 W**

7.1.2 Tepelné zisky vlivem sluneční radiace - byt č.1

Použité vzorce: $$Q_{or} = (S_{os} \times I_0 \times c_0) \times s$$

Veličiny:

Název veličiny	Značka	Jednotka	Hodnota	Poznámka
Tepelný zisk sluneční radiací	Q_{OR}	[W]	neznáma	×
Osluněný povrch okna, balkonových dveří	S_{OS}	[m^2]	neznáma	viz. tabulka
Celková intenzita sluneční radiace procházející standartním jednoduchým zasklením	I_O	[W/m^2]	neznáma	viz. tabulka
Korekce na čistotu atmosféry	c_o	[-]	0,85	Pro městskou část a průmysl
Stínící součinitel	s_1	[-]	0,6	Zasklení - trojsklo
	s_2	[-]	0,56	vnitřní žaluzie, lamely 45° světlé
	s	[-]	0,336	s=s1 × s2

Tabulka 12 - Veličiny - tepelné zisky vlivem sluneční radiace

Výpočet:

Hodina	$I_{o,JZ}$[W/m^2K]	S_{OS} [m^2]	$I_{o,JZ} \times S_{os}$	$Q_{or.i}$[W]
5:00	24	0	0	0
6:00	53	0	0	0
7:00	78	0	0	0
8:00	100	0	0	0
9:00	117	0	0	0
10:00	130	0	0	0
11:00	185	0	0	0
12:00	316	0	0	0
13:00	437	0	0	0
14:00	506	6,08	3076,48	878,64269
15:00	511	6,08	3106,88	887,32493
16:00	452	6,08	2748,16	784,8745
17:00	335	6,08	2036,8	581,71008
18:00	180	6,08	1094,4	312,56064
19:00	41	6,08	249,28	71,194368
∑:			**12312**	**3516**

Tabulka 13-Výpočet - tepelné zisky vlivem sluneční radiace

$$Q_{or} = (S_{os} \times I_o \times c_0) \times s = 12\,312 \times 0{,}85 \times 0{,}336 = \mathbf{3\,516\ W}$$

Výsledek: Tepelné zisky od slunečního záření - byt č.1 jsou **3 516 W**

7.1.3 Vliv akumulace stavebních konstrukcí – byt č.1

Použité vzorce:

$$\Delta Q = 0{,}05 \times M \times \Delta T$$

$$Q_{orm} = \frac{\sum Qori}{n}$$

Veličiny:

Název veličiny	Značka	Jednotka	Hodnota	Poznámka
Snížení maximální hodnoty tepelných zisků od oslunění	ΔQ	[W]	neznámá	×
Hmotnosti obvodových stěn místnosti (bez vnější stěny), podlahy a stropu, které přicházejí v úvahu pro akumulaci	M	[Kg]	neznámá	×
Maximální připuštěné požadované překročení teploty v klimatizovaném prostoru	Δt	[K]	1	×
Průměrné tepelné zisky radiací za dobu provozu řešeného prostoru	Q_{orm}	[W]	neznámá	×
Dílčí tepelné zisky radiací za dobu provozu řešeného prostoru v jednotlivých hodinách provozu	Q_{ori}	[W]	neznámá	×
Počet hodin provozu řešeného prostoru	n	[-]	14	od 5:00 - 19:00
Maximální zátěž solární radiací oknem	$Q_{or,max}$	[W]	neznámá	×

Tabulka 14 - Veličiny - vliv akumulace stavebních konstrukcí

Výpočet:

Popis prvku	Tloušťka t[m]	Plocha S[m²]	Měrná hm. ϱ [kg/m³]	Hmotnost m[kg]	Poznámka
Vnitřní stěna - keramická cihla tl.300mm	0,08	35,24	750	2114,4	tl. 0,3m –> max 0,08m
Vnitřní stěna - keramická cihla tl.80mm	0,04	18,56	900	668,16	tl. 0,08m –> 0,08×0,5 = 0,04m
Podlaha (plovoucí podlaha)	0,075	37,8	2250	6378,75	tl. 0,15m –> 0,15×0,5 = 0,075m
ŽB strop	0,1	37,8	2400	9072	tl.0,2m–>0,2×0,5 = 0,1m
			∑=	**18233**	

Tabulka 15 - Výpočet – hmotnost obvodových stěn místností

$$\Delta Q = 0{,}05 \times M \times \Delta T = 0{,}05 \times 18\,233 \times 1 = \mathbf{911\ W}$$

$$Q_{orm} = \frac{\sum Qori}{n} = \frac{3516}{14} = \mathbf{251\ W}$$

$$Q_{or,max} - \Delta Q = 3\,516 - 911 = \mathbf{2\,605\ W}$$

$$Q_{or,max} - \Delta Q > Q_{orm}$$

$$2\,605 > 251\ W$$

Dále se ve výpočtu počítá s hodnotou $Q_{or,max} - \Delta Q = \mathbf{2\,605\ W}$

Výsledek:

Vlivem akumulace konstrukcí se tepelné zisky sluneční radiací sníží na **2 605 W.**

7.1.4 Tepelné zisky neprůsvitnými konstrukcemi – byt č. 1

Použité vzorce:

$$Q_s = U \times S \times (t_{rm} - t_i)$$

$$t_r = t_e + \frac{\varepsilon \times I}{\alpha_e}$$

Veličiny:

Název veličiny	Značka	Jednotka	Hodnota	Poznámka
tepelný zisk	Q_s	[W]	neznámá	×
součinitel prostupu tepla obvodovou stěnou	U_s	[W/(m^2.K)]	0,25	×
plocha	S_1	[m^2]	15,37	×
průměrná rovnocenná sluneční teplota vzduchu za 24 hodin	t_{rm}	[˚C]	×	průměr za celý den
Výpočtová teplota v interiéru	ti	[˚C]	25	×
Rovnocenná sluneční teplota	tr	[˚C]	neznámá	×
Intenzita přímé a difúzní slunční radiace dopadající na stěnu	I	[W]	viz. tab.	zanedbáno
Výpočtová teplota v exteriéru	te	[˚C]	31	×
součinitel proměnné tepelné pohltivosti pro sluneční radiaci	ε	[-]	0,7	hodnota pro písek
Součinitel prostupu tepla na vnější straně stěny	α_e	[W/(m^2.K)]	15	×

Tabulka 16 - Veličiny - tepelné zisky neprůsvitnými konstrukcemi

Výpočty:

Hodina	Intenzita 21.června $I_{o,JZ}$[W/m²K]	t_r[°C]
5:00	24	33,1
6:00	53	34,5
7:00	78	35,6
8:00	100	36,7
9:00	117	37,5
10:00	130	38,1
11:00	185	40,6
12:00	316	46,7
13:00	437	52,4
14:00	506	55,6
15:00	511	55,8
16:00	452	53,1
17:00	335	47,6
18:00	180	40,4
19:00	41	33,9

Tabulka 17- Rovnocenná sluneční teplota

$$T_{rm} = \frac{1}{n} \times \sum_{l=1}^{n} tri = 42{,}78\ °C$$

$$Q_s = U \times S \times (t_{rm} - t_i) = 0{,}16 \times 15{,}37 \times (42{,}78 - 25) = \mathbf{44\ W}$$

Výsledek:

Tepelné zisky neprůsvitnými konstrukcemi jsou **44 W.**

7.2 Tepelné zisky od vnitřních zdrojů tepla

7.2.1 Tepelné zisky od lidí - byt č. 1

Byt 1KK. – Byt navržen pro 2 dospělé osoby.

Použité vzorce:

$$Q_{os} = i_{os} \times 6{,}2 \times (36 - t_i)$$

$$i_{os} = 0{,}85 \times i_{ž} + i_m + 0{,}75 \times i_d$$

Veličiny:

Název veličiny	Značka	Jednotka	Hodnota
Tepelný zisk od lidí	Q_{os}	[W]	neznámá
Ekvivalentní počet osob	i_{os}	[-]	neznámá
Počet žen	$i_ž$	[-]	1
Počet mužů	i_m	[-]	1
Počet dětí	i_d	[-]	0
Výpočtová teplota v interiéru	t_i	[°C]	25

Tabulka 18 - Veličiny - tepelné zisky od lidí

Výpočet:

$$i_{os} = 0{,}85 \times i_{ž} + i_m + 0{,}75 \times i_d = 0{,}85 \times 1 + 0{,}75 \times 0 + 1 = \mathbf{1{,}85}$$

$$Q_{os} = i_{os} \times 6{,}2 \times (36 - t_i) = 1{,}85 \times 6{,}2 \times (36 - 25) = \mathbf{126\ W}$$

Výsledek:

Tepelné zisky od lidí jsou **126 W.**

7.2.2 Tepelné zisky od technologií – byt č. 1

Použité vzorce:

$$Q_{tech} = c_1 \times c_2 \times c_3 \times \Sigma P$$

Veličiny:

Název veličiny	Značka	Jednotka	Hodnota	Poznámka
Tepelný zisk od technologií	Q_{tech}	[W]	neznáma	×
Součinitel současnosti zdroje	c_1	[-]	0,85	×
Zbytkový součinitel	c_2	[-]	1	bez lokálního odsávání
Součinitel zatížení (využití) technologie	c_3	[-]	0,8	respektuje předimenzování zařízení
Celkový elektrický příkon zařízení	∑P	[W]	neznáma	×

Tabulka 19 - Veličiny - tepelné zisky od technologií

Výpočet:

Elektrické zařízení	Počet	Příkon za běžného provozu [W]	Celkový příkon [W]
Notebook	2	30	60
Monitor	1	70	70
Tiskárna	1	50	50
		∑P	180

Tabulka 20 - Výpočet - celkový příkon

$$Q_{tech} = c_1 \times c_2 \times c_3 \times \Sigma P = 0{,}85 \times 1 \times 0{,}8 \times 180 = \mathbf{122\ W}$$

Výsledek:

Tepelné zisky od technologií jsou **122 W.**

7.3 Tepelné zisky celkem

Celkový tepelný zisk pro typický byt č. 1 je tvořen z vnějších a vnitřních zdrojů tepla.

Vnější zdroje tepla:

- Tepelný zisk konvekcí
- Tepelný zisk sluneční radiací
- Tepelný zisk vlivem akumulace stavebních konstrukcí
- Tepelný zisk neprůsvitnými konstrukcemi

Vnitřní zdroje tepla:

- Tepelný zisk od lidí
- Tepelný zisk od technologií

$$Q_{zisk} = \Sigma Q_i = Q_{ok} + Q_{or,max} + Q_s + Q_{os} + Q_{tech}$$

$$= 23 + 2605 + 44 + 126 + 122 = \mathbf{2\ 920 W}$$

Závěr:

Celkový tepelný zisk bytu č. 1 (1k.k.) je **2 920 W.**

7.4 Rozdělení tepelných zisků jednotlivých bytů

Tepelný zisk vztažen na obývací plochu jednotlivých bytů.

Podlaží	Číslo bytu	Dispozice	Plocha [m²]	počet osob	Celkové tepelné zisky [W]
1N.P.	Byt č. 1	1k.k.	37,8	2	**2920**
	Byt č. 2	1k.k.	37,8	2	**2920**
	Byt č. 3	2k.k.	48,2	2	**3723**
2N.P.	Byt č. 4	3k.k.	69,7	3	**5384**
	Byt č. 5	1k.k.	37,8	2	**2920**
	Byt č. 6	1k.k.	37,8	2	**2920**
	Byt č. 7	2k.k.	48,2	2	**3723**
3N.P.	Byt č. 8	3k.k.	81,4	3	**6288**
	Byt č. 9	2k.k.	69,5	2	**5369**

Tabulka 21- Rozdělení tepelných zisků jednotlivých bytů

7.5 Výpočet množství čerstvého vzduchu na základě počtu osob – bytč.1

Použité vzorce: $$V_e = p \times V_{p,os}$$

Veličiny:

Název veličiny	Značka	Jednotka	Hodnota	Poznámka
Minimální množství přiváděného čerstvého vzduchu	V_e	[m³/h]	neznáma	×
Počet osob	p	[-]	2	×
Minimální množství čerstvého vzduchu na osoby	$V_{p,os}$	[m³/h]	25	×

Tabulka 22 - Veličiny - množství vzduchu na základu počtu osob

Výpočet:

$$V_e = p \times V_{p,os} = 2 \times 25 = \mathbf{50\ m^3/h}$$

Výsledek:

Minimální množství přiváděného čerstvého vzduchu je **50 m³/h.**

7.6 Výpočet množství přiváděného vzduchu pro odvod tepelné zátěže

Použité vzorce:

$$V_p = \frac{Qzátěž}{\varrho \times Cv \times (ti - \quad)}$$

Veličiny:

Název veličiny	Značka	Jednotka	Hodnota	Poznámka
Množství přiváděného vzduchu pro odvod tepelné zátěže	V_p	[m^3/h]	neznámá	×
Celková tepelná zátěž citelným teplem pro typický byt č. 1	$Q_{zátěž}$	[W]	2 920	×
Měrná hmotnost vzduchu	ϱ	[kg/m^3]	1,2	×
Měrná tepelná kapacita vzduchu	c_v	[J/(kg×K)]	1010	×
Teplota interiérového vzduchu	t_i	[°C]	25	×
Teplota přiváděného vzduchu	t_p	[°C]	21	×

Tabulka 23 - Veličiny - množství přiváděného vzduchu pro odvod tepelné zátěže

Výpočet:

$$V_p = \frac{Qzátěž}{\varrho \times Cv \times (ti - tp)} = \frac{2920}{1{,}2 \times 1010 \times (25 - 21)} = 0{,}602 \text{ m}^3/\text{s} = \mathbf{2167\ m^3/h}$$

Výsledek:

Množství přiváděného vzduchu pro odvod tepelné zátěže v bytě č. 1 je **2167 m^3/h.**

7.7 Rozdělení množství větracího vzduchu pro jednotlivé byty

Podlaží	Číslo bytu	Dispozice	Plocha	počet osob	Množství přiváděného vzduchu Vp [m^3/h]	Množství čerstvého vzduchu Ve [m^3/h]
1N.P.	Byt č. 1	1k.k.	37,8	2	2167	50
	Byt č. 2	1k.k.	37,8	2	2167	50
	Byt č. 3	2k.k.	48,2	2	2764	50
2N.P.	Byt č. 4	3k.k.	69,7	3	3996	75
	Byt č. 5	1k.k.	37,8	2	2167	50
	Byt č. 6	1k.k.	37,8	2	2167	50
	Byt č. 7	2k.k.	48,2	2	2764	50
3N.P.	Byt č. 8	3k.k.	81,4	3	4667	75
	Byt č. 9	2k.k.	69,5	2	3985	50

Tabulka 24 - Rozdělení množství větracího vzduchu

7.8 Závěr

Vnější tepelné zisky je vhodné snížit pomocí vnějších stínících prvků. Možné řešení je použít venkovní žaluzie.

8. NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÝCH PRVKŮ

Na základě vypočteného množství pro jednotlivé byty budou pro tyto hodnoty navrženy samostatné Smart boxy do každého bytu viz tabulka č.10.

VZTJ bude navržena na základě celkového množství potřebného přiváděného a odváděného vzduchu pro celý objekt viz tabulka č.10.

8.1 Popis VZT jednotky

Vzhledem k umístění samotné jednotky na střechu bude v tomto objektu navržena VZTJ typu Duplex 1500 MultiEco – N (provedení typu 3/8 ležatá) od společnosti Atrea. Uchycení jednotky bude přes ocelové kotvy do střešní konstrukce. Základní rozměry vzduchotechnické jednotky: 1605 × 2560 × 555 mm. Hmotnost jednotky je 312 kg. Jednotka je vybavena protiproudým rekuperačním výměníkem pro ZZT, EC ventilátorem pro přívod a odvod vzduchu s proměnlivými otáčkami, vyhřívaným odvodem kondenzátu potrubím DN 32/40, filtry pro přívod i odvod vzduchu třídy G4 (včetně signalizace znečištění). Z hlediska správné funkce systému bude osazen integrovaný elektrický předehřívač. Připojení VZT potrubí bude přes vstupní a výstupní hrdlo o rozměrech 300 × 300 mm. Čerstvý vzduch do jednotky bude nasáván přes hranaté hrdlo chráněné zákrytem a uzavírací klapkou. VZTJ má zajišťovat přívod do obytných prostor (ložnice, pokoj, obývák) o celkovém množství vzduchu 1000 m^3/h. Odpadní vzduch bude odváděn (z hygienických prostor a kuchyně) o celkovém množství 1000 m^3/h. Samotná jednotka je odizolovaná tloušťkou 30 mm PIR izolací. DUPLEX 1500MultiEco-N má horní dveře, které zajišťují snadný přístup ke všem vestavěným agregátům. Boční dveře umožní snadnou výměnu filtrů a přístup k regulaci.

8.2 Popis Smart boxu

Pro regulaci průtoku je navržen do každé bytové jednotky Smart box (zajištění rovnotlaku). Pro byty s dispozicí 3+kk bude instalován Smart box 160/160. Pro byty 1+kk a 2+kk jsou navrženy Smart boxy 125/125. Instalace Smart boxu je umístěna do podhledu v hygienické místnosti. K samotnému zařízení musí být zajištěn přístup pro možný servis. Smart box je propojen s ostatními zařízeními komunikační sítí. Povinné zajištění propojení: centrální jednotka, ostatní Smart boxy, hlavní napájení.

8.3 Regulace vzduchotechniky

VZTJ je vybavená systémem RD5, který zajišťuje všechny základní funkce jednotky (ovládání otáček EC ventilátorů, rekuperace tepla i chladu, zamezení a vyhodnocení havarijních stavů dle naměřených teplot).

Všechny Smart boxy budou propojeny se vzduchotechnickou jednotkou komunikační sítí (rozhraní ethernet). Jednotlivé Smart boxy budou nezávisle na sobě komunikovat se vzduchotechnickou jednotkou.

Ovládání vzduchotechniky bude pomocí ovladače CP Touch. Jedná se o dotykový displej s detailním zobrazením přednastaveného stavu. Ovladač umožňuje přídavné funkce (možnost přednastavení různých režimů pro dovolenou, párty). Dále systém umožňuje identifikaci případných poruch. Veškerý přehled systémů základních, včetně doplňkových prvků pro regulaci řady Duplex viz příloha č. 2.2.

8.4 Rozvody čerstvého vzduchu

Přívod čerstvého vzduchu do obytných prostor (obývák, pokoj, ložnice) bude zajištěn pomocí trubních rozvodů. Na vzduchotechnickou jednotku bude napojeno hranaté potrubí, které v místě vzduchotechnické šachty pomocí přechodky přejde do kruhového průřezu viz výkresová část, příloha č.2.3. Veškeré ostatní potrubí je navrženo kruhového průřezu (bytové rozvody, připojovací potrubí, stoupací potrubí). Ze VZTJ bude hranaté potrubí zajištěno kaučukovou tepelnou izolací s povrchovou úpravou tloušťky 50 mm. Tepelná izolace musí být určena do vnějšího prostředí. Odolná vůči klimatickým změnám, UV záření, mechanickému poškození. Ukotvení hranatého potrubí bude do střešní konstrukce pomocí kovových úhelníků s pryžovou destičkou proti mechanickému poškození. Na stoupací potrubí, včetně připojovacího potrubí ke Smart boxu je navržena tepelná izolace ze syntetického kaučuku tloušťky 25 mm. Ukotvení potrubí bude pomocí kovových objímek s gumovou vložkou, které budou ukotveny do stěny. U připojovacího potrubí do Smart boxu musí být dle výrobce dodržen uklidňující úsek délky trojnásobného průměru připojovacího potrubí. Za Smart boxem bude osazen jak na přívodní, tak odvodní potrubí tlumič hluku.

Veškeré bytové rozvody budou vedeny v podhledu. Ukotveny budou pomocí kovových objímek s gumovou vložkou do stropní konstrukce. Umístění koncových prvků, použitých armatur, vedení trasy rozvodů a jejich dimenze lze vyčíst z výkresové části viz příloha č.2.3. Cirkulace čerstvého vzduchu mezi jednotlivými místnostmi bude zajištěna pomocí mezery pod dveřmi.

8.5 Odvod odpadního vzduchu

Znehodnocený vzduch bude přímo odveden z místností s vyšším rizikem znehodnocení čerstvého vzduchu (koupena, kuchyně). V kuchyňském koutu bude dále nainstalovaná cirkulační digestoř pro nárazový odtah znehodnoceného vzduchu vlivem vaření, viz výkresová část, příloha č.2.3. V hygienických místnostech je navržen koncový prvek s možností nárazovým navýšením odtahu škodlivin. Automatická aktivace po rozsvícení světel v dané místnosti.

Stanovení množství vzduchu pro nárazové větrání je navrženo dle normy ČSN EN 15665/Z1

Kuchyně 150 m^3/h

Koupelna 90 m^3/h

WC 50 m^3/h

Rozvody odpadního potrubí jsou navrhovány stejnými postupy a předpisy jako přívodní rozvody. Veškeré armatury včetně trasy samotného potrubí a jejich dimenze viz výkresová část, příloha č.2.3.

9. NÁVRH DIMENZE POTRUBÍ

U návrhu dimenze větracího potrubí je uvažováno s rychlostí proudění vzduchu potrubím 3m/s. Trasy rozvodů vzduchu jsou navrženy s ohledem na koncepci objektu. Rozvody pro návrh dimenze byly rozděleny do jednotlivých úseků na základě množství proudícího vzduchu potrubím, viz výkresová část, příloha č.2.3. Jednotlivé dimenze rozvodů pro dané úseky, viz příloha č.2.1.

Použité vzorce:

$$S \times v = V_a$$

Veličiny:

Název veličiny	Značka	Jednotka	Hodnota	Poznámka
Obsah potrubí	S	[m^2]	neznámá	×
Objemový průtok	V_a	[m^3/h]	×	×
Rychlost proudění	v	[m/s]	3	×

Tabulka 25 - Veličiny - dimenze potrubí

9.1 Výpočet tlakové ztráty v potrubí

Celková tlaková ztráta úseku potrubí:

Použité vzorce:

$$\Delta p_z = \Delta p_{tř} + \Delta p_{\xi}$$

Veličiny:

Název veličiny	Značka	Jednotka	Hodnota	Poznámka
Celková tlaková ztráta úseku potrubí	Δp_z	[Pa]	neznáma	×
Tlaková ztráta třením	$\Delta p_{tř}$	[Pa]	×	×
Tlaková ztráta řazenými odpory	Δp_{ξ}	[Pa]	×	×

Tabulka 26 - Veličiny - tlaková ztráta úseku potrubí

9.1.1 Tlaková ztráta třením:

Použité vzorce:

$$\Delta p_{tř} = \lambda \times \frac{l}{d} \times \frac{w^2}{2} \times \rho = R \times l$$

λ - součinitel tření (stanoví se na základě Reynoldsova čísla Re a relativní drsnosti e).

$$Re = \frac{d \times w}{v} [-]$$

$$\text{Re} < 2\,320 \rightarrow \lambda = \frac{64}{Re} \text{ (laminární proudění)}$$

$$\text{Re} > 2\,320 \rightarrow \text{(turbulentní proudění)}$$

a) potrubí s hydraulicky hladkými stěnami

$$\varepsilon = \frac{k}{d} \leq \frac{30}{Re^{0,875}} \rightarrow \frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \times \log\left(Re \times \sqrt{\lambda}\right) - 0,8$$

b) potrubí s hydraulicky drsnými stěnami

$$\varepsilon = \frac{k}{d} \geq \frac{30}{Re^{0,875}} \rightarrow \frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 1,14 - 2 \times \log \varepsilon$$

Veličiny:

Název veličiny	Značka	Jednotka	Hodnota	Poznámka
Tlaková ztráta třením	$\Delta p_{tř}$	[Pa]	neznáma	×
Součinitel tření	λ	[-]	neznáma	×
Délka úseku potrubí	l	[m]	×	×
Průměr průtočného průřezu	d	[m]	×	×
Střední rychlost proudění	w	[m/s]	×	×
Měrná hmotnost proudění	ϱ	[kg/m^3]	1,2	×
Měrná tlaková ztráta třením	R	[Pa/m]	×	×
Kinematická viskozita tekutiny	v	[m^2/s]	1,53×10^{-5}	při teplotě 20 °C, měrné hmotnosti 1,2 kg/m3
Absolutní drsnost stěn potrubí	k	[mm]	0,15	Pozinkovaný ocel. plech

Tabulka 27 - Veličiny - tlaková ztráta třením

9.1.2 Tlaková ztráta vřazenými odpory:

Použité vzorce:

$$\Delta p_{\zeta} = \frac{1}{2} \times \zeta \times \varrho \times w^2 [Pa]$$

Veličiny:

Název veličiny	Značka	Jednotka	Hodnota	Poznámka
Tlaková ztráta řazenými odpory	Δp_{ζ}	[Pa]	neznáma	×
Součinitel vřazeného odporu	ζ	[-]	×	×
Střední rychlost proudění	w	[m/s]	×	×
Měrná hmotnost proudění	ϱ	[kg/m^3]	×	×

Tabulka 28 - Veličiny - tlaková ztráta vřazenými odpory

10. VIBRAČNÍ A PROTIHLUKOVÉ OPATŘENÍ

Vzduchotechnická jednotka bude hlavním zdrojem hluku. Za VZTJ bude osazen tlumič hluku na přívodní rozvod. Kotvení samotné vzduchotechnické jednotky bude přes podstavné nožky, které budou vybaveny gumovou podložkou pro zamezení šíření vibrací do stavební konstrukce. Střešní rozvody vzduchu budou dále vybaveny kaučukovou izolací tloušťky 50 mm. Její vysoká pružnost zabraňuje šíření vibrací po samotném potrubí. Stejné účinky bude mít navržená izolace tloušťky 25 mm ze syntetického kaučuku na stoupací rozvody v šachtách. Vysoká pružnost bude pomáhat tlumit vibrace. Za Smart boxem v každé bytové jednotce bude umístěn na trubní rozvody tlumič hluku. Veškeré rozvody vzduchotechniky budou vedeny v akustickém sádrokartonovém podhledu. Připevnění rozvodů do nosných stěn je navrženo vzhledem k minimalizaci přenosu vibrací přes objímky s gumovým těsněním. Veškeré trasy rozvodů VZT v objektu jsou s maximální snahou vedeny mimo klidové zóny (ložnice, pokoj, obývák). Veškeré akustické parametry VZTJ a navržených Smart boxů jsou uvedeny v příloze č.2.2.

11. PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ

Veškeré požární úpravy a zařízení v projektu jsou navrženy v souladu s normou ČSN 73 0872. Funkcí protipožárního opatření je zabránit šíření požáru a kouře vzduchotechnickým zařízením. Navržená VZT nesmí narušit požárně bezpečností úseky. Osazení požárních klapek bude v prostoru prostupů požárně dělících konstrukcí, aby nebyl narušen požárně bezpečnostní úsek. Veškeré bezpečnostní systémy musí být instalovány dle pokynů výrobce s možností přístupu kontroly požárních bezpečnostních prvků.

12. POŽADAVKY NA SOUVISEJÍCÍ PROFESE

12.1 Stavební úpravy

Vzhledem k umístění větrací jednotky na střechu bude navržena a přizpůsobena střešní konstrukce na dané zatížení. Uvnitř objektu budou zhotoveny prostupy s dostatečnou rezervou pro montáž samotných rozvodů. Vzhledem k navrženým větracím prvkům budou dostavěny stavební konstrukce, které budou respektovat předpisy dodavatelů větracích zařízení, např. předepsané manipulační prostory. Do sádrokartonových podhledů budou osazeny kontrolní dvířka vzhledem k možné kontrole a údržbě VZT prvků. Instalace podhledů budou provedeny až po zhotovení vzduchotechnického zařízení a jeho zkušebního zapojení do provozu.

12.2 Zdravotní technika a kanalizace

Nutné zajištění odvodu kondenzátu ze vzduchotechnické jednotky. Kondenzát bude vybaven proti možnému zamrznutí. Samotné vyvedení bude do střešních vtoků. Stoupací potrubí bude umožňovat odvod kondenzátu ze dna svislých rozvodů pomocí osazení tvarovek s ventilem. Odvod bude připojen do kanalizačního potrubí. Tvarovka je navržena se zpětnou klapkou pro maximální eliminaci zápachu.

12.3 Elektro

Slaboproudé kabely v objektu nebudou vedeny v souběhu se silovými kabely z důvodu možného rušení. Silové zapojení vzduchotechnické jednotky bude pomocí kabelu označení CYKY5J × 2,5 (jištění pomocí 3 × 10Achar. C). Silové zapojení Smart boxů bude pomocí kabele označení CYKY 3J × 1,5 (jištění pomcí 4A char. B).

13. ZÁVĚR

V projektové části byl zpracován návrh na větrání obytné budovy v Českých Budějovicích. Pro objekt byl zvolen nucený rovnotlaký systém s možností zpětného získávaní tepla. Tento systém klade důraz na zpětné využití energie. Provedení větrání v objektu bylo zvoleno z hlediska ekonomické výhodnosti. Projekt byl navržen podle požadavků na větrání obytných budov.

Seznam příloh

Příloha č. 2.1 – Dimenze potrubí

Příloha č. 2.2 – Technické listy

Příloha č. 2.3 – Výkresová dokumentace

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Potřebné množství vzduchu - byt č. 1
Tabulka 2- Potřebné množství vzduchu - byt č. 2
Tabulka 3 - Potřebné množství vzduchu - byt č. 3
Tabulka 4 - Potřebné množství vzduchu - byt č. 4
Tabulka 5 - Potřebné množství vzduchu - byt č. 5
Tabulka 6 - Potřebné množství vzduchu - byt č. 6
Tabulka 7 - Potřebné množství vzduchu - byt č. 7
Tabulka 8 - Potřebné množství vzduchu - byt č. 8
Tabulka 9 - Potřebné množství vzduchu - byt č. 9
Tabulka 10 - Celkové množství přiváděného a odváděného vzduchu
Tabulka 11 - Veličiny - tepelné zisky vlivem prostupu tepla konvekcí
Tabulka 12 - Veličiny - tepelné zisky vlivem sluneční radiace
Tabulka 13 - Výpočet - tepelné zisky vlivem sluneční radiace
Tabulka 14 - Veličiny - vliv akumulace stavebních konstrukcí
Tabulka 15 - Výpočet - hmotnost obvodových stěn místností
Tabulka 16 - Veličiny - tepelné zisky neprůsvitnými konstrukcemi
Tabulka 17 - Rovnocenná sluneční teplota
Tabulka 18 - Veličiny - tepelné zisky od lidí
Tabulka 19 - Veličiny - tepelné zisky od technologií
Tabulka 20 - Výpočet - celkový příkon
Tabulka 21 - Rozdělení tepelných zisků jednotlivých bytů
Tabulka 22 - Veličiny - množství vzduchu na základě počtu osob
Tabulka 23 - Veličiny - množství přiváděného vzduchu pro odvod tepelné zátěže
Tabulka 24 - Rozdělení množství větracího vzduchu
Tabulka 25 - Veličiny - dimenze potrubí
Tabulka 26 - Veličiny - tlaková ztráta úseku potrubí
Tabulka 27 - Veličiny - tlaková ztráta třením
Tabulka 28 - Veličiny - tlaková ztráta vřazenými odpory